



Technische Universität München  
Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften

# **Sportinformationssysteme**

## Systemarchitektur, Anwendungsfälle und Marktanalyse

**Thomas Blobel**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Philosophie (Dr. phil.)**

genehmigten Dissertation.

**Vorsitzender:** Prof. Dr. Michael Laxy

**Prüfer der Dissertation:** 1. Prof. Dr. Martin Lames

2. Prof. Dr. Alexander Horsch

Die Dissertation wurde am 01.02.2022 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften am 31.05.2022 angenommen.

# Danksagung

Eine Doktorarbeit zu verfassen, bedeutet eine lange und intensive Phase im Leben, die nicht nur den Verfasser selbst beansprucht, sondern auch ein Umfeld erfordert, das Unterstützung und Rücksicht dafür aufbringt.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Martin Lames der es mir überhaupt erst ermöglichte, eine Promotion zu beginnen, mich über die Jahre dabei unterstützte und die Arbeit betreute.

Ebenfalls bedanke ich mich bei Prof. Dr. Alexander Horsch für sein Interesse an meiner Arbeit, konstruktive Diskussionen und die Unterstützung.

Darüber hinaus danke ich Prof. Dr. Florian Pfab und Christian Haser, die es mir ermöglichten, den Zugang zum Profifußball zu erhalten.

Mein herzlicher Dank gilt meinen Kollegen und Freunden:innen, die mich über die vielen Jahre der Arbeit mit Diskussionen, Ratschlägen, Korrekturen oder Ablenkung begleiteten und unterstützten.

Zudem möchte ich an unsere liebe Kollegin Esther Tyrtania erinnern, die mich stets freundlich bei organisatorischen Fragen unterstützte und die leider die Fertigstellung dieser Arbeit nicht mehr miterleben kann.

Mein Dank gilt auch der Hanns-Seidel-Stiftung, die mich über dreieinhalb Jahre mit einem Promotionsstipendium ideell und finanziell unterstützte.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>i</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>iv</b>
<b>Publikationsliste</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Begriffsbestimmung von Sportinformationssystemen (SIS) im Kontext dieser Arbeit .....	2
1.2 Forschungsstand zu Trainingssystemen und Sportinformationssystemen (SIS) .....	2
1.2.1 Trainingssysteme .....	3
1.2.2 Sportinformationssysteme (SIS) .....	4
1.3 Zielstellung und Methodik dieser Arbeit .....	5
1.4 Überblick über Kapitel .....	7
<b>2 Einbindung in den Kontext der Trainingswissenschaft</b> .....	<b>8</b>
2.1 Hintergrund und Geschichte der Trainingswissenschaft .....	8
2.1.1 Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft .....	10
2.1.2 Modelle zur Struktur der sportlichen Leistung .....	12
2.2 Komplexes Strukturmodell der Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft .....	19
2.2.1 Strukturmodell der sportlichen Leistungsfähigkeit .....	21
2.2.2 Strukturmodell des sportlichen Trainings .....	39
2.2.3 Strukturmodell des sportlichen Wettkampfes .....	48
<b>3 Thematische Einbindung in den Kontext der Informatik</b> .....	<b>57</b>
3.1 Software-Architektur (engl.: software architecture) .....	57
3.1.1 Modellgetriebene Software-Architektur .....	58
3.1.2 Schichtenarchitektur .....	60
3.2 Informationssysteme .....	60
3.2.1 Business Intelligence (BI) Systeme .....	61
3.2.2 (Gängige) Architekturmodelle für Informationssysteme .....	64
3.3 Beeinflussende Organisationsprinzipien .....	74
3.4 Datenmanagement .....	76
3.4.1 Datenarchitektur (engl.: data architecture) .....	78
3.4.2 Datenmodell (engl.: data model) .....	79

3.4.3	Datenspeicherung (engl.: data storage).....	80
3.4.4	Datenintegration und Interoperabilität.....	80
3.4.5	Datensicherheit (engl.: data security) .....	81
3.4.6	Klassifikation und Verwaltung von Daten.....	81
3.4.7	Datenqualität und Datenqualitätsmanagement .....	86
3.4.8	Informationsquellen für Data Management / Data Governance .....	86
3.4.9	Werkzeuge für Data Management / Data Governance .....	88
3.5	Rollenmodelle .....	91
<b>4</b>	<b>Zusammenführung im Kontext der Sportinformatik .....</b>	<b>97</b>
4.1	Gegenstandsbereiche der Sportinformatik .....	97
4.2	Modellierung im Kontext der Sportinformatik .....	98
4.2.1	Struktur- und Prozessmodell eines erweiterten Trainingssystems nach Schnabel et al. (2014, S. 399).....	98
4.2.2	Strukturmodell der Handelnden in einer Sportorganisation.....	104
<b>5</b>	<b>Einzelbeiträge/Veröffentlichungen.....</b>	<b>107</b>
5.1	Publikation 1 - A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics .....	107
5.2	Publikation 2 - Information Systems for Top Level Football.....	110
5.3	Publikation 3 - Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns .....	112
5.4	Publikation 4 – Sports Information Systems: A systematic review.....	114
<b>6</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>117</b>
6.1	Themenspezifische Diskussion .....	117
6.1.1	Einbindung in den Kontext der Trainingswissenschaft.....	117
6.1.2	Thematische Einbindung in den Kontext der Wirtschaftsinformatik .....	120
6.1.3	Zusammenführung im Kontext der Sportinformatik .....	121
6.1.4	Diskussion der Einzelbeiträge.....	122
6.2	Themenübergreifende Diskussion und Zusammenfassung.....	124
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>128</b>
7.1	Schlussfolgerungen für die einzelnen Teilbereiche dieser Arbeit .....	128
7.2	Beispiele für interdisziplinäre und übergreifende Modelle.....	131
7.2.1	Kombiniertes Modell aus Leistungskomponenten und Wettkampfphasen im Fußball .....	131
7.2.2	Kombination des Kreismodells des Leistungssystems / der Leistungsstruktur und einem Deduktionskettenmodell.....	133
7.2.3	Kombiniertes Modell für ein Expertensystem mit diagnostischen Methoden und der Abbildung in einem SIS .....	135

<b>8 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>138</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>158</b>
A.1 Gesamtgrafik – Komplexes Strukturmodell der Trainingswissenschaft .....	158
A.2 Publikation 1 - A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics .....	159
A.2.1 Publikation 1 – Berechtigung zu Veröffentlichung .....	159
A.2.2 Publikation 1 – Originalartikel.....	160
A.3 Publikation 2 – Information Systems for Top Level Football .....	181
A.3.1 Publikation 2 – Berechtigung zu Veröffentlichung .....	181
A.3.2 Publikation 2 – Originalartikel (Reproduction with permission from Springer Nature).....	183
A.4 Publikation 3 – Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns. ....	192
A.4.1 Publikation 3 – Berechtigung zu Veröffentlichung .....	192
A.4.2 Publikation 3 – Originalartikel (Reproduction with permission from Springer Nature).....	193
A.5 Publikation 4 – Sports Information Systems: A systematic review.....	204
A.5.1 Publikation 4 – Berechtigung zu Veröffentlichung .....	204
A.5.2 Publikation 4 – Originalartikel.....	205
A.6 Glossar – Begriffe des komplexen Strukturmodells .....	227

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Die Trainingswissenschaft in ihrer Position als integrative Wissenschaft zwischen Sportpraxis und den relevanten Basiswissenschaften (modifiziert nach Hohmann et al., 2020, S. 22).....	9
Abbildung 2. Die drei wechselwirkenden Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft mit den zentralen Steuerungselementen (modifiziert nach Fröhlich & Ludwig, 2019, S. 5 und Hohmann et al., 2020, S. 31).....	11
Abbildung 3. Modifizierte Darstellung eines Strukturmodells der sportlichen Leistungsfähigkeit (Bauersfeld & Schröter, 2016, S. 45; Bös, Schlenker, Tittlbach, Krell-Rösch, & Schmidt, 2017, S. 87; Schnabel et al., 2014; Weineck, 2010, S. 25). .....	13
Abbildung 4. Strukturmodell der sportlichen Leistung mit einer hierarchischen Anordnung und der Darstellung von Wechselwirkungen zwischen den Elementen (eigene Darstellung nach Schnabel et al., 2014, S. 48, nach Gundlach (1980)).....	15
Abbildung 5. Kombiniertes Pyramiden- und Deduktionskettenmodell zweier komplexer sportartspezifischer Leistungskomponenten im Fußball. ....	17
Abbildung 6. Allgemeiner Aufbau des Strukturmodells der drei Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft. ....	20
Abbildung 7. Die sportliche Leistungsfähigkeit mit dem Element des Leistungssystems und den darin enthaltenen Komponenten der Leistungsfähigkeit in vier konzentrischen Ebenen. ....	22
Abbildung 8. Strukturmodell der <i>Leistungsdiagnostik</i> mit den entsprechenden Komponenten, Prozessphasen, Handelnden und Wechselbeziehungen.....	32
Abbildung 9. Strukturmodell des sportlichen <i>Trainings</i> mit den entsprechenden Komponenten, Prozessphasen, Handelnden und Wechselbeziehungen.....	40
Abbildung 10. Strukturmodell des sportlichen <i>Wettkampfs</i> mit den entsprechenden Komponenten, Prozessphasen, Handelnden und Wechselbeziehungen.....	49
Abbildung 11. Drei-Schichten Architekturmodell eines BI-Systems (modifiziert nach Kemper, Baars, & Mehanna, 2010, S. 11).....	62
Abbildung 12. Übersicht über die aktuellen <i>Architekturmodelle</i> heutiger <i>Informationssysteme</i> in Unternehmen und deren verschiedenen Komponenten.....	64

Abbildung 13. Beispiel für eine <i>Data Pipeline</i> in sieben Schritten und der Zuordnung zu den <i>Schichten</i> im <i>Architekturmodell</i> (modifiziert übernommen von Schmidt & Möhring, 2013, S. 137).....	71
Abbildung 14. Entwurf einer Übersicht der <i>Data Fabric</i> Komponenten in den verschiedenen Architekturschichten.....	73
Abbildung 15. Darstellung der für diese Arbeit relevanten Bereiche des <i>Data Governance</i> (modifiziert von Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 36).....	78
Abbildung 16. Vereinfachte und grundlegende Einteilung der Datenformen bezogen auf verschiedene für diese Arbeit festgelegte Ebenen (Abbildung 12) in Informationssystemen. ....	82
Abbildung 17. Verschiedene Rollenmodelle bezogen auf die Generierung von Informationen, aufgeteilt auf die Ebenen eines <i>Informationssystems</i> (vertikal) und die Level des Informationsbedarfs (horizontal). ....	92
Abbildung 18. Entwurf eines Struktur- und Prozessmodells basierend auf einem Trainingssystem und erweitert um zusätzliche Komponenten. ....	99
Abbildung 19. Strukturmodell der handelnden Personen in einer <i>Sportorganisation</i> , aufgeteilt in die drei <i>Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft</i> und weiterer beeinflussender Bereiche. ....	104
Abbildung 20. Kombiniertes Modell der Komponenten der Leistungsfähigkeit mit fußballspezifischen Leistungs- und Wettkampfkomponten und verschiedenen Spielphasen.....	132
Abbildung 21. Kombination des Kreismodells zur Leistungsstruktur / zum Leistungssystem zweier Leistungskomponenten mit entsprechenden fußballspezifischen Testverfahren als Deduktionsketten. ....	134
Abbildung 22. Kombiniertes Modell für ein Expertensystem mit diagnostischen Methoden und der Abbildung in einem SIS. ....	136

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht über die verschiedenen Architekturmodelle und deren grundlegenden Unterschiede – Ausnahmen und Sonderformen nicht berücksichtigt (in Anlehnung an Lauer, 2021, Abs. 2).....	70
Tabelle 2. Übersicht über verschiedenen Informationsquellen für <i>Data Governance</i> (nach Yacu, 2017, S. 401–405).....	87



# Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BI	Business Intelligence
bspw.	beispielsweise
CIS	Club Information System
engl.	Englisch
et al.	und andere
i. e. S.	im eigentlichen Sinne
i. d. R.	in der Regel
i. S. d.	im Sinne der
i. S. e.	im Sinne einer
i. S. v.	im Sinne von
IT	Informationstechnologie
MDA	Model Driven Architecture
NLZ	Nachwuchsleistungszentrum
SIS	Sports Information System
Tab.	Tabelle
UI	User Interface (Benutzeroberfläche)
vgl.	vergleiche

# Publikationsliste

Blobel, T., Rumo, M., & Lames, M. (2021). Sports Information Systems: A systematic review. *International Journal of Computer Science in Sport*, 20(1), 1-22.

Blobel, T., & Lames, M. (2020). A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 19(1), 102–122.

Blobel, T., & Lames, M. (2018). Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns. In M. Lames, D. Saupe, & J. Wiemeyer (Hrsg.), *Proceedings of the 11th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS 2017). Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 663, S. 71–81). Cham: Springer.

Blobel, T., & Lames, M. (2016). Information Systems for Top Level Football. In P. Chung, A. Soltoggio, C. Dawson, M. Qinggang, & M. Pain (Hrsg.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS). Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 392, S. 51–58). Cham: Springer.

## Hinweis

In dieser Arbeit wurde versucht, eine geschlechtsneutrale Sprache zu verwenden und beide Geschlechtsformen werden durch einen Doppelpunkt getrennt in einem Wort dargestellt. Hierbei wurde die Trennung durch einen Doppelpunkt gewählt, da dies bei einer Sprachausgabesoftware für Menschen mit Sehbehinderung einen besseren Lesefluss ermöglicht. Wird explizit eine Geschlechtsform verwendet, dann geschieht dies absichtlich und bezieht sich auch nur auf diese.

Zudem soll darauf hingewiesen werden, dass für diese Arbeit die Richtlinien der American Psychological Association (APA) in der 6. Auflage verwendet wurden. Entgegen des Standards wurden bewusst bei allen Quellenangaben, die sich auf eine bestimmte Seite beziehen, die Seitenzahlen zur besseren Nachvollziehbarkeit mitgenannt.

# Abstract

In professional sports clubs, the growing number of individual IT-systems increases the need for central information systems. The development of such sports information systems (SIS) continues to be a challenge, as various fields are involved. It is evident that a more interdisciplinary approach is necessary, which could be supported by sports informatics. Initial interest in this area began in the 1990s, when work was first published on the topic. However, there has been a noticeable attenuation in research concerning SIS over the last two decades. Nevertheless, the use of SIS in sports practice has increased considerably and today the development of suitable solutions is primarily carried out by commercial providers. A holistic sports informatics approach and the consideration of training science findings are often neglected in this context. As such, a general sport informatics approach and clear definitions for SIS remain absent from the literature.

Accordingly, the goal of this dissertation was to resume research in the area of sports informatics and to develop an interdisciplinary and applied approach for SIS. For this purpose, existing terms, models and methods of training science and computer science were identified and adapted for the implementation of SIS. This resulted in a new and elaborate complex structural model of the subject area of training science; which represents components, processes, and interrelationships. An additional extensive glossary provides the necessary definitions, including the relevant sources. For the areas of computer science and business informatics; emphasis was put on information systems, business intelligence and data management for enterprises.

A modified training system was developed from the first two chapters in the context of sports informatics, which was adapted to the needs of modern sports organizations. To meet the intended purpose, it was expanded to include other relevant areas and IT support was integrated. In addition, a structural model of the acting persons was included to provide an overview of which individuals are involved in a sports organization.

One of the main goals of this body of work was to build on the existing knowledge from the relevant disciplines and to bring it together in the context of SIS. For this purpose, it was necessary to integrate the areas of training science and computer science to facilitate this goal.

The first publication provides a new sports informatics approach to the general design and architecture of a SIS, with focus on sports clubs, using best practice models from Business Intelligence (BI). The second publication provides a user case for SIS with focus on performance data in youth academies in football clubs. The third publication builds on the second publication and provides and establishes a model for Healthy Reference Patterns (HRP) for medical departments on professional men's teams. The fourth publication provides a structured comparison of commercial SIS on the market, based on the architectural concept of the first publication, to give an overview of the relevant features and characterize the categories. It also provides definitions and classifications of various SIS.

Overall, this dissertation contributes to the research on SIS in sports informatics. It not only utilizes the findings of the involved areas of training science and business informatics, but also contributes to these areas itself in the form of new models and methods. The complex structural model and the glossary is especially significant in providing a new contribution for training science. For sports informatics, a basic architectural concept for SIS was provided and the definitions developed can contribute to standardization and better understanding. Companies in the field of SIS can draw on the models and market research to incorporate these findings into the development of their own products.

# 1 Einleitung

Moderne Sportorganisationen setzen in den einzelnen Abteilungen immer mehr IT-Systeme ein, wodurch große Mengen an Daten für eine wachsende Anzahl unterschiedlicher Experten:innen erzeugt werden (Perl & Lames, 1995, S. 26; Alamar, 2013, S. 79). Doch eine große Menge Daten bedeutet nicht zwingend, dass ausreichend entscheidungsrelevante Informationen bereitstehen (Hohmann, Lames, Letzelter, & Pfeiffer, 2020, S. 271). Vor einigen Jahren stellte noch vielmehr die Erfassung zuverlässiger und aussagekräftiger Daten eines der größten Probleme dar. Der Einzug neuer Technologien einerseits, aber auch eine höhere Akzeptanz dieser in der Sportpraxis andererseits, haben dazu geführt, dass in modernen Sportorganisationen eine riesige Menge an Daten aus ganz unterschiedlichen Bereichen und Quellen verfügbar sind (Baca, 2015, S. 46). Dementsprechend hat sich ein Bedürfnis nach *Informationssystemen* entwickelt, die Daten unterschiedlicher Quellen in einem zentralen System zusammenführen, zu entscheidungsrelevanten Informationen aufbereiten und bereitstellen.

Die Entwicklung solcher Sportinformationssysteme (SIS) stellt nach wie vor eine Herausforderung dar, da verschiedene Bereiche beteiligt sind: Softwareentwicklung (engl.: software engineering), Wirtschaftsinformatik, Trainingswissenschaft und Sportpraxis. Entsprechend ist eine interdisziplinäre Herangehensweise notwendig, die durch die Sportinformatik gewährleistet werden soll. Erste Arbeiten hierzu gab es bereits in den 90er Jahren von Perl und Lames (1995, S. 26). Allerdings wurde die Forschung im Bereich der Sportart-Informationssysteme in jüngerer Vergangenheit weniger verfolgt und entsprechende Arbeiten beschäftigten sich primär mit technischen Lösungen für einzelne Teilbereiche in Sportorganisationen. Dennoch hat der Einsatz solcher SIS in der Sportpraxis stark zugenommen und die Entwicklungen entsprechender Lösungen entstehen heute primär durch kommerzielle Anbieter; die technische Umsetzung steht im Vordergrund. So gibt es bspw. gewachsene Systeme, bei denen Lösungen für Teilbereiche (bspw. die Athletikabteilung) in Vereinen entwickelt werden, die dann auf andere Bereiche ausgeweitet werden. Ein anderer Ansatz kann sein, dass Informationssysteme aus der freien Wirtschaft in Sportorganisationen eingesetzt und angepasst werden. Ein übergeordneter sportinformatischer Ansatz und die Berücksichtigung trainingswissenschaftlicher Erkenntnisse kommen hierbei oft zu kurz. Entsprechend fehlen eine allgemeine sportinformatische Betrachtungsweise und klare

Definitionen für SIS. Dadurch ist unklar, wie sich SIS grundsätzlich differenzieren und wie diese unterteilt werden können, welche Funktionen und Komponenten entsprechend beinhaltet sein müssen und wie sie aufgebaut sein sollten.

An dieser Stelle wird der Bedarf einer *sportinformatischen* Betrachtungsweise von SIS deutlich, denn genau diese interdisziplinäre Herausforderung soll die *Sportinformatik* als Teildisziplin der *Sportwissenschaft* erfüllen, deren Aufgabe es seit jeher ist, Werkzeuge der Informationsverarbeitung auf Probleme der *Sportwissenschaft* und der *Sportpraxis* anzuwenden (Perl, 2003, S. 78).

## **1.1 Begriffsbestimmung von Sportinformationssystemen (SIS) im Kontext dieser Arbeit**

Für diese Arbeit soll die folgende Begriffsbestimmung, basierend auf Beschreibungen für *Informationssysteme* in der *Wirtschaftsinformatik* und im Sport, der Definition von Lames (1997, S. 180) und den grundlegenden Aufgaben der *Sportinformatik* (Link & Lames, 2015, S. 10–12; Perl, 1997, S. 9–11), gelten:

*Sportinformationssysteme (SIS)* sind informationsverarbeitende Systeme auf Basis von Informationstechnologie (IT), die gemeinsam mit den zugehörigen sportorganisatorischen Ressourcen dazu dienen, Daten aus verschiedenen Quellen einer Sportorganisation in einem System zu erfassen (= *Datenerfassung*), zu verarbeiten und zu speichern (= *Datenhaltung*), um somit Informationen zu generieren und diese benutzerspezifisch und ortsunabhängig über eine Benutzeroberfläche (UI) zur Verfügung zu stellen (= *Datenpräsentation*). SIS sollten alle Bereiche von Sportorganisationen abdecken, sportartspezifische Prozesse fokussieren, skalierbar sein und Methoden der *Datenanalyse* integrieren.

## **1.2 Forschungsstand zu Trainingssystemen und Sportinformationssystemen (SIS)**

In diesem Kapitel soll auf zwei Systemtypen eingegangen werden, die als Grundlage für diese Arbeit dienen und somit auch den aktuellen Stand der Forschung im Bereich von Informationssystemen im Sport darstellen.

### 1.2.1 Trainingssysteme

Der Begriff des *Trainingssystems* wurde primär von Schnabel, Harre und Krug (2014, S. 399) und Martin, Carl und Lehnertz (2001, S. 29) geprägt. Trainingssysteme nehmen eine umfassende und systematische Sicht auf das *sportliche Training* ein und berücksichtigen die grundlegenden und voneinander abhängigen Prozesse und Elemente, um somit die Komplexität und Dynamik des sportlichen Trainings zu berücksichtigen. Dabei werden drei wesentliche *Prozessphasen* für Training und Wettkampf, mit jeweils einer Vielzahl von interagierenden Elementen, unterschieden: *Planung* (Trainingskonzept), *Durchführung* (Trainingsleistung) und *Auswertung* (Analyse und Beurteilung). Der komplexe und strukturierte Ablauf dieser *Prozessphasen* mit den jeweils enthaltenen Komponenten, wird als *Trainingsprozess* bezeichnet (Köhler, 1993c, S. 885; Schnabel et al., 2014, S. 399). Dabei wird in der *Trainingsstruktur* der Aufbau und Zusammenhang der wesentlichen Elemente des *Trainingsprozesses*, deren Verhältnis zueinander, deren Zusammenwirken (im Sinne der Prozessstruktur) und deren Abfolge (Prozessphasen), definiert und hängt von der jeweiligen Sportart ab (Hohmann et al., 2020, S. 216–229; Köhler, 1993d, S. 888; Schnabel et al., 2014, S. 399). In diesen *Trainingssystemen* werden im Wesentlichen zwei Personengruppen unterschieden: (handelnde) Athleten:innen und (führende) Trainer:innen. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Elemente, wie medizinische und physiotherapeutische Leistungen (Schnabel et al., 2014, S. 399).

Die in den Standardlehrbüchern der Trainings- und Bewegungswissenschaft erwähnten Modelle von *Trainingssystemen* beziehen sich primär auf energetisch bestimmte Sportarten wie Leichtathletik und Schwimmen. Gerade in Mannschaftssportarten, wie bspw. dem Fußball, mit ihrer komplexen Determinierung wäre ein Einsatz von *Trainingssystemen* sinnvoll. Das Zusammenwirken verschiedener *Athleten:innen* mit der jeweiligen *Taktik*, bringt eine zusätzliche Dimension und erhöht die Komplexität. Ebenso ist der traditionelle Begriff des *Trainingssystems* keineswegs als technologischer Entwurf für unterstützende Softwaresysteme zu sehen, sondern ist vielmehr als abstrakte Systematik gedacht. Entsprechende Ansätze wurden erst in jüngerer Zeit berücksichtigt (Baca, 2015, S. 68–69). In Anbetracht dessen und der wachsenden Anzahl an Teilnehmer:innen an modernen *Trainingssystemen* muss eine Aktualisierung des Modells von Schnabel et al. (2014, S. 399) vorgenommen werden. Heute ist neben vielen Athleten:innen auch die Anzahl an *Trainer:innen* gestiegen und zusätzliche *Experten:innen* (Spielanalysten:innen, Psychologen:innen, Leistungsdiagnostiker:innen ...) sind in *Trainingssysteme* involviert.



### 1.2.2 Sportinformationssysteme (SIS)

Den Einsatz von *Informationssystemen* im Sport beschreiben Perl und Lames bereits 1995 (S. 29) anhand der Koppelung von *Wettkampfdiagnose* und trainingspraktischer Umsetzung, unter Nutzung informatischer Methoden, als Gegenstand der „*Sportart-Informationssysteme*“. Lames führt 1997 (S. 180–187) den Ansatz weiter aus und liefert eine Begriffsbestimmung sowie ein Architekturmodell mit entsprechenden Komponenten für ein *Sportart-Informationssystem*. Ein solches *Sportart-Informationssystem* umfasst den gesamten Informationsbedarf, der während eines *Trainingsprozesses* entsteht und wird in Komponenten zur *Datenerfassung*, *Datenhaltung*, *Datenanalyse* und *Datenpräsentation* unterteilt.

Der Ansatz, ein *Informationssystem* für Fußballvereine auf Basis von *Business Intelligence Systemen* zu entwerfen, wurde von Blobel (2009, S. 94–98) erarbeitet. Das Konzept beschränkt sich dabei nicht nur auf einen bestimmten Bereich, sondern soll die gesamte *Sportorganisation* abdecken.

Allgemeiner werden *Informationssysteme* im Sport von Alamar (2013, S. 5–10) behandelt, der diese weniger technisch sondern vielmehr konzeptionell beschreibt und als zentrale Komponente zwischen *Datenmanagement*, analytischen Modellen und Entscheidungsträgern in einem analytischen Framework sieht. Ein *Informationssystem* extrahiert demnach Informationen aus Daten, stellt sie den jeweiligen Entscheidungsträgern in entsprechender Form zur Verfügung und ermöglicht zudem die Interaktion mit den Informationen.

Darüber hinaus gibt es noch zwei Arbeiten, die bestimmte Anwendungsfälle adressieren. Die Entwicklung eines Spielanalysesystems für professionelle Sportmannschaften stellen Shah, Kretzer und Mädche (2015, S. 4) vor. Dabei wurde in Zusammenarbeit mit drei Fußballmannschaften in verschiedenen Wettbewerben und einem kommerziellen Softwarehersteller ein Prototyp entwickelt. Anhand von Interviews und Fragebögen wurden die notwendigen sportpraktischen Informationen für die Entwicklung gewonnen. Rein und Memmert (2016, S. 7–9) präsentieren einen konzeptionellen Ansatz, um taktische Analysen im Fußball durch die Kombination verschiedener Datenquellen mit unterschiedlichen Datenformaten durchzuführen.

### 1.3 Zielstellung und Methodik dieser Arbeit

Entsprechend der bestehenden Probleme im Zusammenhang mit *SIS*, soll diese Arbeit einen Beitrag zur sportinformatischen Forschung zu *SIS* liefern und bestehende Definitionen und Modelle im aktuellen Kontext prüfen, bzw. diese weiterentwickeln. Um dies zu erreichen, werden folgende vier Ziele verfolgt:

1. Herausarbeiten von Inhalten anderer Fachbereiche, die für *SIS* relevant sind.
2. Entwicklung eines allgemeinen Architekturkonzeptes für *SIS*, mit der Benennung notwendiger Funktionen und Komponenten.
3. Überblick über verfügbare *SIS* in der Sportpraxis und die darin enthaltenen Funktionen und Komponenten.
4. Einteilung und Definition verschiedener Kategorien von *SIS*.

Insgesamt ist diese Arbeit durch eine interdisziplinäre und angewandte Vorgehensweise geprägt. Dies hat zur Folge, dass viele unterschiedliche Bereiche mit einbezogen werden müssen, wodurch eine hohe Komplexität entsteht. Der hohe sportpraktische Bezug hat außerdem zur Folge, dass einerseits Informationen über die Situation in der *Sportpraxis* mit einbezogen werden müssen und andererseits der Transfer der hier ausgearbeiteten Modelle und Konzepte mitberücksichtigt werden muss. Entsprechend muss die Methodik dieser Arbeit verschiedenen Ansätzen folgen, die nun nachfolgend beschrieben werden.

Zur Herausarbeitung relevanter Inhalte anderer Fachbereiche werden Literatur Reviews der *trainingswissenschaftlichen* Standardwerke und Veröffentlichungen aus der *Wirtschaftsinformatik* durchgeführt. Der dahinterliegende Gedanke ist, dass die *trainingswissenschaftliche* Literatur Strukturen, Modelle, Prozesse und Komponenten liefert, die in der *Sportpraxis* vorzufinden sind und somit *Sportorganisationen* widerspiegeln. Dementsprechend müssen diese auch in einem *SIS* abgebildet werden. Zur besseren Übersicht werden für die zumeist schriftlichen Inhalte Strukturmodelle entwickelt, die dann wiederum als Grundlage für die Entwicklung eines *SIS*-Modells dienen. Die *Wirtschaftsinformatik* hingegen behandelt relevante Modelle und Methoden für *Informationssysteme* in der Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft, die als Grundlage für das Architekturkonzept eines *SIS* verwendet werden können. Aufbauend auf diesen beiden Fachbereichen entsteht im *sportinformatischen* Kontext ein Prozess- und Strukturmodell, das bereits eine systematische Darstellung der

*trainingswissenschaftlichen* Inhalte bereitstellt, durch weitere Bereiche einer *Sportorganisation* ergänzt und eine informatische Umsetzung berücksichtigt.

Die Umsetzung des Architekturkonzepts für ein *SIS* findet anhand von vier Einzelpublikationen statt. Zur besseren Eingrenzung und um konkrete Anwendungsfälle zu entwickeln, wird der Fokus auf Fußballvereine in Deutschland gelegt. Entsprechend wird in drei Publikationen auch die Bezeichnung *Club Information Systems (CIS)* verwendet, da sie sich stärker auf Vereine bezieht und somit einen Teilbereich von *SIS* darstellt. Die Inhalte sind allerdings so gestaltet, dass es sich nicht ausschließlich auf Fußballvereine bezieht, sondern auch auf andere Sportarten oder Organisationsformen übertragen werden kann. Der sportpraktische Bezug wird hierbei durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Profi-Fußballvereinen der deutschen Fußballbundesliga gewährleistet.

In der ersten Publikation wird basierend auf den in der *Trainingswissenschaft* und *Wirtschaftsinformatik* herausgearbeiteten Inhalten ein Architekturkonzept für ein *CIS* entwickelt. Es werden Strukturmodelle entwickelt, aus denen organisatorische Anforderungen abgeleitet werden, die wiederum zu Systemanforderungen an ein *CIS* führen.

Die zweite Publikation präsentiert einen konkreten Anwendungsfall anhand leistungsdagnostischer Daten. Mithilfe der Softwaremodellierung wird ein funktionaler Prototyp entwickelt.

Darauf baut die dritte Publikation auf, die sich mit der Weiterentwicklung des Prototyp für die Anwendung von Daten in medizinischen Abteilungen befasst. Ziel ist die Erfassung des Gesundheitszustandes von Fußballspielern zur präventiven oder rehabilitativen Nutzung in der medizinischen Abteilung. Diese Daten wurden in den Prototyp integriert und den Mitarbeitern im kooperierenden Verein bereitgestellt. Aus diesen drei Einzelpublikationen können entsprechende Funktionen und Komponenten eines *CIS* abgeleitet werden.

Die vierte Publikation soll einen Überblick über verfügbare *SIS* in der Sportpraxis liefern, deren Funktionen und Komponenten untersuchen und daraus eine Einteilung verschiedener Kategorien von *SIS* vornehmen. Hierfür werden aus den vorhergehenden drei Einzelpublikationen Komponenten und Funktionen für ein *SIS* abgeleitet, die in einem Fragenkatalog resultieren. Mithilfe dieses Fragenkatalogs werden Interviews mit *SIS*-Anbietern weltweit geführt und die Ergebnisse dessen liefern einen Überblick, wie

häufig bestimmte Komponenten und Funktionen in kommerziellen *SIS* vorkommen und somit in der *Sportpraxis* verfügbar sind. Zudem können anhand dieser Informationen Kategorien für verschiedene *SIS* festgelegt werden.

## **1.4 Überblick über Kapitel**

Die nachfolgenden Kapitel dieser Arbeit sind wie folgt aufgebaut. Kapitel 2 zeigt den in dieser Arbeit entwickelten Entwurf eines komplexen Strukturmodells der Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft. Somit liefert es auch eine Übersicht über verschiedene trainingswissenschaftliche Standardwerke und ein Glossar der hierfür relevanten Begriffe. Kapitel 3 befasst sich mit verschiedenen für diese Arbeit relevanten Modellen und Methoden aus der *Wirtschaftsinformatik* und liefert eine Übersicht derer. Anschließend findet in Kapitel 4 eine Zusammenführung im Kontext der Sportinformatik statt und es werden der Modellentwurf eines modifizierten Trainingssystems sowie ein Strukturmodell der Handelnden in Sportorganisationen geliefert. In Kapitel 5 werden die vier Studien vorgestellt, die diese Dissertation bestimmen. Darin wird eine Zusammenfassung der jeweiligen Studie geliefert und die eigene Leistung daran beschrieben. Kapitel 6 liefert eine Diskussion der einzelnen Kapitel, sowie eine übergeordnete Diskussion der gesamten Arbeit. Kapitel 7 präsentiert Schlussfolgerungen für die einzelnen Teilbereiche dieser Arbeit und schließt mit Beispielen für übergreifende und interdisziplinäre Modellentwürfe ab.

## 2 Einbindung in den Kontext der Trainingswissenschaft

### 2.1 Hintergrund und Geschichte der Trainingswissenschaft

Die Trainingswissenschaft ist eine interdisziplinär ausgerichtete sportwissenschaftliche Disziplin, die sich aus einer ganzheitlichen und angewandten Perspektive mit der wissenschaftlichen Fundierung von Leistungsfähigkeit, Training und Wettkampf auf den Anwendungsfeldern des Sports beschäftigt (Ferrauti, 2020, S. 4; Hohmann et al., 2020, S. 19; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 14; Pfeiffer, 2013, S. 182; Schnabel et al., 2014, S. 25; Weineck, 2019, S. 17). Die *Trainingslehre* stellt den handlungsorientierten Teil der *Trainingswissenschaft* dar und fokussiert eine systematische Sammlung allgemeiner handlungsrelevanter Erkenntnisse zum Training für die *Sportpraxis* (Carl, 2003c, S. 611; Hohmann et al., 2020, S. 27; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 14; Schnabel et al., 2014, S. 878–879; Weineck, 2019, S. 17).

Obwohl Training seit jeher einen elementaren Bestandteil des (Leistungs-)Sports darstellt, ist die Trainingswissenschaft selbst noch recht jung und nimmt erst seit 1992 die Rolle einer eigenständigen Sektion in der DVS (Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft) ein (Ferrauti, 2020, S. 2–3; Lames, Pfeiffer, Hohmann, & Horn, 2013, S. 85; Schnabel et al., 2014, S. 20–21). Die „Aufgabe der (integrativen) Trainingswissenschaft ist die Sammlung und systematische Ordnung aller für Training und Wettkampf interessanten Ergebnisse aus Forschung und Praxis“ (Hohmann et al., 2020, S. 20).

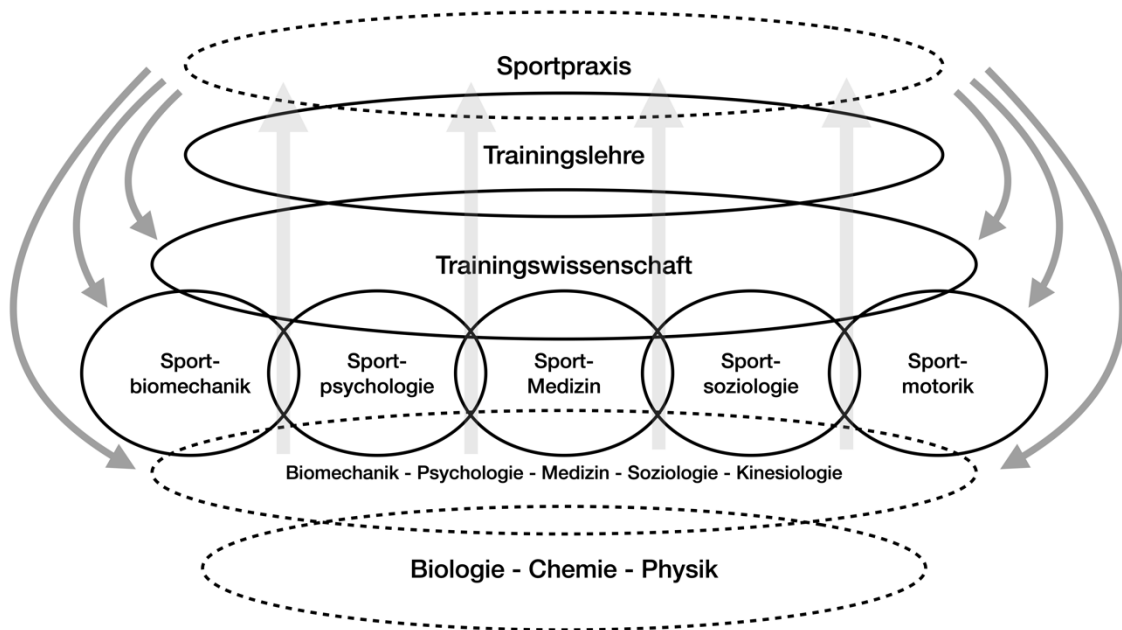


Abbildung 1. Die Trainingswissenschaft in ihrer Position als integrative Wissenschaft zwischen Sportpraxis und den relevanten Basiswissenschaften (modifiziert nach Hohmann et al., 2020, S. 22).

In Abbildung 1 wird die interdisziplinäre Vielfalt dargestellt, auf der die *Trainingswissenschaft* aufsetzt und mit der Brücke über die *Trainingslehre* einen hohen Bezug zur Sportpraxis herstellt. Wichtig ist an dieser Stelle, dass die Trainingswissenschaft nicht isoliert betrachtet werden kann, da sie einerseits grundlegende Erkenntnisse aus den Basiswissenschaften übernimmt, diese in Theorien und Modellen integriert und über die Trainingslehre an die Sportpraxis weitergibt. Andererseits dient die Sportpraxis dazu, diese Theorien und Modelle zu prüfen, um Rückschlüsse für die Trainingswissenschaft oder die sportwissenschaftlichen Teildisziplinen zu ziehen und Anpassungen durchzuführen. Diese stark interdisziplinäre Abhängigkeit und der wechselseitige Übergang von Wissenschaft zu Praxis erhöht die Komplexität und erfordert eine übergreifende und vereinende Betrachtungsweise. Daraus ergibt sich für die Trainingswissenschaft die Notwendigkeit integrativ zu arbeiten, was Kooperationen sowohl mit der *Sportpraxis* als auch den benachbarten Wissenschaften einschließt und Herausforderungen mit sich bringt. Hierbei treffen zwei unterschiedliche soziale Systeme aufeinander, die sich in vielerlei Hinsicht stark unterscheiden und wobei sich der *Theorie-Praxis-Graben* häufig nur schwer überwinden lässt (Hohmann et al., 2020, S. 22–23).

Eine Ursache ist oftmals eine falsche Erwartungshaltung, da sich die *Sportpraxis* erhofft, diese Modelle aus der *Sportwissenschaft* leicht in ihren Alltag integrieren zu können. Die Integration erfordert allerdings Zeit, Aufwand und Anpassungsmaßnahmen der täglichen

Prozesse. Die *Sportwissenschaft* hingegen erwartet einen ausreichenden Zugang zur *Sportpraxis*, die notwendige Anerkennung und Zuverlässigkeit über den Zeitraum ihrer Untersuchungen. Diese Zeit ist jedoch häufig nicht gegeben, da im schnelllebigen Sportalltag aufgrund sportlicher Ereignisse häufig kurzfristig Veränderungen eintreten, die grundlegende Strukturen in den Sportorganisationen verändern können. Das betrifft dann auch die Zusammenarbeit zwischen *Sportwissenschaft* und *Sportpraxis*. Zur Lösung dieser Problematik ist ein vertieftes Verständnis der jeweiligen Gegenseite und eine Berücksichtigung der Gegebenheiten erforderlich (Hohmann et al., 2020, S. 23).

Die Probleme in der Zusammenarbeit mit den jeweiligen Basiswissenschaften gestalten sich anders, aber nicht weniger herausfordernd und erfordern ebenfalls ein vertieftes Verständnis der jeweiligen Gegenseite. Die aktuellen Erkenntnisse in den Basiswissenschaften sind für die Sportwissenschaft unerlässlich, aber häufig viel zu abstrakt für den sportpraktischen Einsatz, als dass sie einfach nur übernommen werden könnten. Die enormen Theoriebestände und der Transfer dessen in sportpraktische Anwendungsfälle stellt eine enorme Herausforderung dar. Hierfür ist ein enges und verständnisvolles Zusammenspiel der involvierten Bereiche erforderlich (Hohmann et al., 2020, S. 23).

Die Trainingswissenschaft ist hierbei sowohl als empirische, als auch angewandte Wissenschaft zu sehen (Pfeiffer, 2013, S. 187–189). Es ist wichtig, Hypothesen zu entwickeln und diese an den Erfahrungen (Empirie) zu überprüfen. Aber ebenso ist für die Trainingswissenschaft der Praxisbezug unerlässlich, um Fragen aus der Praxis aufzugreifen und diese Erfahrungen wiederum unterstützend in die Sportpraxis zurückzuführen (Anwendung), was der *Trainingslehre* zugeordnet werden kann. Diese Komplexität, die zahlreichen involvierten Disziplinen und Handelnden, sowie die Problematik des *Theorie-Praxis-Grabens* stellen die Trainingswissenschaften, aber auch die Sportwissenschaft allgemein, vor große Herausforderungen und erfordern Methoden und Werkzeuge, diese bewältigen zu können (Hohmann et al., 2020, S. 22–23; Krüger & Emrich, 2013, S. 20–21).

### **2.1.1 Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft**

Als allgemeine Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft gelten die sportliche **Leistungsfähigkeit**, das sportliche **Training** und der sportliche **Wettkampf** (Hohmann et al., 2020, S. 29; Pfeiffer, 2013, S. 192; Schnabel et al., 2014, S. 19). Hohmann et al. (2020, S. 30) folgend, soll in dieser Arbeit die Bezeichnung *sportliche Leistungsfähigkeit*

anstelle der von Schnabel et al. (2014, S. 36) genutzten Bezeichnung der *sportlichen Leistung* verwendet werden. Damit werden stärker die sportlich relevanten Persönlichkeitsmerkmale adressiert und es ist eine bessere Abgrenzung zur Leistung im *Wettkampf* möglich. Hottenrott und Neumann (2020, S. 15) sehen auf dieser Hierarchieebene noch die *Leistungsdiagnostik* als zusätzliche eigenständige Kategorie (Fröhlich & Ludwig, 2019, S. 4). Ferrauti (2020, S. 6) und Hottenrott und Hoos (2013, S. 441) wählen eine inhaltlich weitestgehend gleiche, aber anders strukturierte Auflistung. Im Kontext dieser Dissertation soll die oben genannte Struktur von Hohmann et al. (2020) als hauptsächliche Grundlage verwendet, entsprechend ergänzt und an den hier vorliegenden Anwendungsfall angepasst werden.

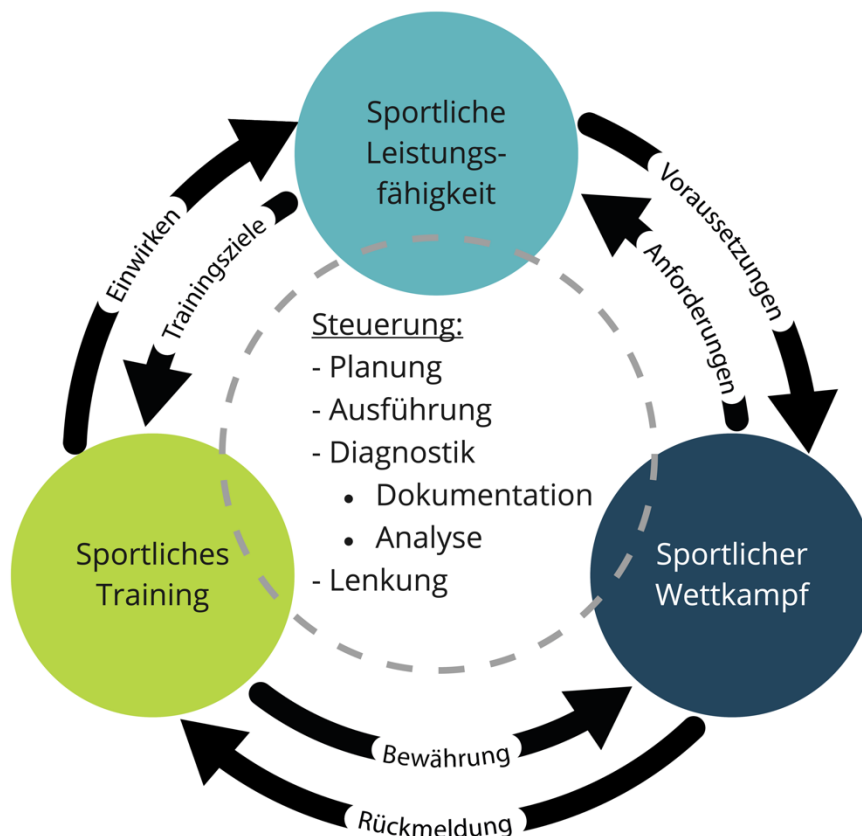


Abbildung 2. Die drei wechselwirkenden Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft mit den zentralen Steuerungselementen (modifiziert nach Fröhlich & Ludwig, 2019, S. 5 und Hohmann et al., 2020, S. 31).

Abbildung 2 zeigt ein für diese Arbeit modifiziertes Modell der drei Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft und deren Wechselwirkung miteinander, in deren Zentrum die jeweiligen Steuerungsprozesse stehen (Fröhlich & Ludwig, 2019, S. 5; Hohmann et al., 2020, S. 31; Schnabel et al., 2014, S. 19). Der *sportliche Wettkampf* ist hierbei das vorgegebende Element, da sich dadurch die *Leistungsanforderungen* an die *sportliche Leistungsfähigkeit* der Athleten:innen ergeben. Diese *Leistungsanforderungen* sollen



dann im *sportlichen Training* durch planmäßige und systematische Maßnahmen optimiert werden, um sich schließlich im *sportlichen Wettkampf* zu bewähren (Perl, Lames, & Glitsch, 2002, S. 214). Die vier *Steuerungsprozesse* werden hierbei zentral dargestellt, da sie Schnittmengen zu jedem der Gegenstandsbereiche aufweisen. Die *Diagnostik* wurde hierbei noch einmal unterteilt, da sie sich im Wesentlichen in die Dokumentation (Datenerhebung) und die Analyse (Informationsgewinnung) unterteilen lässt. Die *Dokumentation* hängt im zeitlichen und organisatorischen Ablauf unmittelbar an der *Durchführung*, während die *Analyse* erst im Anschluss an die *Dokumentation* stattfinden kann. Diese zusätzliche Unterteilung in *Dokumentation* und *Analyse* stellt gerade für den Prozessablauf eine bessere Einteilung dar.

Diese noch sehr allgemeine Einteilung soll die höchste Abstraktionsebene für die Aufgliederung des sportlichen Bereiches einer Sportorganisation darstellen und somit auch die grundlegenden Bereiche eines *SIS* festlegen. Ein zentraler Bestandteil einer solchen übergeordneten Betrachtungsweise sind, aus Sicht des Autors, die Komponenten, die für die *Leistungsfähigkeit* eines:r Athleten:in in der jeweiligen Sportart relevant sind. Hierzu gibt es bereits trainingswissenschaftliche Strukturmodelle, auf denen in dieser Arbeit aufgebaut werden soll. Dafür werden im zweiten Teil dieses Kapitels (2.2) Strukturmodelle zu den drei *Gegenstandsbereichen der Trainingswissenschaft* auf Basis der bestehenden Literatur erstellt und in einem übergeordneten Strukturmodell zusammengeführt. Vorbereitend sollen erst einmal für diese Arbeit relevante bestehende Modelle zur *sportlichen Leistungsfähigkeit* behandelt werden.

### **2.1.2 Modelle zur Struktur der sportlichen Leistung**

Um wesentliche Komponenten der *sportlichen Leistung* identifizieren zu können, stellt sich die Trainingswissenschaft unter anderem seit jeher der Aufgabe, Strukturen zu untersuchen und anhand von Strukturmodellen den Zusammenhang und Aufbau einzelner Teilbereiche zu verdeutlichen. Daher gehört die Modellbildung der *Leistungsstruktur* und der *Leistungssysteme* zu den Kernaufgaben der Trainingswissenschaft, um einerseits die wesentlichen Komponenten der *sportlichen Leistung* zu identifizieren und strukturieren, und andererseits die Wechselbeziehungen dieser zu charakterisieren (Hohmann et al., 2020, S. 43; Schnabel et al., 2014, S. 44–45). Hierbei lassen sich zwei wesentliche Kategorien in den gängigen trainingswissenschaftlichen Modellen zur *sportlichen Leistung* unterscheiden, die für diese Arbeit relevant sind und nachfolgend beschrieben werden sollen.

### 2.1.2.1 Modelle der Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit

Die speziellen Anforderungen an die *sportliche Leistungsfähigkeit* der einzelnen Athleten:innen ergibt sich durch die determinierenden Charakteristika des Wettkampfs in der jeweiligen Sportart (Hohmann et al., 2020, S. 31). Als *Leistungsfähigkeit* kann die „Gesamtheit der personalen Leistungsvoraussetzungen“ (Schnabel et al., 2014, S. 43) gesehen werden, was alle relevanten personalen physischen und psychischen *Leistungsvoraussetzungen* umfasst, die zur Bewältigung bestimmter *Leistungsanforderungen* eines vorhandenen oder angestrebten Zustandes erforderlich sind. Unter *Leistungsvoraussetzungen* werden die notwendigen inneren (personalen) und äußeren Bedingungen verstanden, die für das Zustandekommen sportlicher *Leistung* notwendig sind (Schnabel et al., 2014, S. 41).



Abbildung 3. Modifizierte Darstellung eines Strukturmodells der sportlichen Leistungsfähigkeit (Bauersfeld & Schröter, 2016, S. 45; Bös, Schlenker, Tittlbach, Krell-Rösch, & Schmidt, 2017, S. 87; Hohmann et al., 2020, S. 51–52; Schnabel et al., 2014, S. 54; Weineck, 2010, S. 25).

Abbildung 3 zeigt ein modifiziertes Strukturmodell, basierend auf den Modellen von Bauersfeld und Schröter (2016, S. 45), Weineck (2010, S. 25) und Schnabel et al. (2014, S. 54) und unter Berücksichtigung der Wechselbezüge zwischen Kondition und Koordination von Bös (1987, S. 87) und Hohmann et al. (2020, S. 52). In diesem modifizierten Strukturmodell wurden die verschiedenen Leistungskomponenten Konstitution, Kondition, Koordination, Technik, Psychologie und Strategie & Taktik konzentrisch angeordnet. Dies stellt in diesem Strukturmodell die höchste Ebene der sportlichen Leistungsfähigkeit eines:r Athleten:in dar. Die gestrichelten Linien sollen

dabei verdeutlichen, dass eine strikte Abgrenzung nicht möglich ist und die Komponenten somit auch nicht isoliert betrachtet werden dürfen. Es bestehen jeweils mehr oder weniger starke Abhängigkeiten und Wechselwirkungen, was zusätzlich durch die Pfeile angedeutet wird. Die Komponente Kondition wird hierbei in die Subkomponenten Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit untergliedert (Ferrauti, 2020, S. 8; Friedrich, 2016, S. 19; Hohmann et al., 2020, S. 51–52; Schnabel et al., 2014, S. 49). Die Beweglichkeit nimmt hierbei eine Sonderposition ein, da sie in manchen Modellen nicht (unmittelbar) der Kondition zugeordnet wird (u.a. Schnabel et al., 2014, S. 42) und dieser Umstand in diesem Modell Berücksichtigung finden sollte. Die ohnehin starken Wechselbezüge aller vier Subkomponenten mit den übergeordneten Leistungskomponenten Konstitution, Kondition und Koordination sollten dadurch verdeutlicht werden, dass ein transparenter Verlauf von Hell nach Dunkel eingefügt wurde (in Anlehnung an die Modelle von Bös, 1987, S. 94, und Hohmann et al., 2020, S. 52). Dieser startet bei der Konstitution und zieht sich über die gesamte Kondition bis in die Koordination hinein. Zudem werden die transparenten Verläufe schmaler, wodurch angedeutet werden soll, dass sich der dominierende Einfluss der jeweiligen Leistungskomponente auf die entsprechende Subkomponente verschiebt. So ist die Ausdauer eine primär konditionell dominierte Komponente der Leistungsfähigkeit, aber ohne ein Mindestmaß an koordinativen Fähigkeiten wäre ein Bewegungsvollzug nicht möglich. Bei der Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit bestehen dagegen hohe Wechselbezüge zwischen konditionellen und koordinativen Fähigkeiten, die allerdings auch in Abhängigkeit zur Konstitution stehen. Die Darstellung in Abbildung 3 soll vorerst nur das modifizierte Strukturmodell der Komponenten der Leistungsfähigkeit einführen und in den Kontext bestehender Modelle der Trainingswissenschaft rücken. Die weitere Erläuterung der jeweiligen Komponenten wird in Kapitel 2.2.1.1 unternommen.

Diese Form der Strukturmodelle, wie in Abbildung 3 zu sehen, kann als eine (vereinfachte) graphische Darstellung der Komponenten *sportlicher Leistungsfähigkeit* erachtet werden, die den jeweiligen Autoren relevant erschien. Die in Abbildung 3 verwendete konzentrische Darstellung hat hierbei den Vorteil, schon rein optisch eine weniger strikte Abgrenzung der beinhalteten Komponenten zu unterstellen und vielmehr den ganzheitlichen Charakter eines großen Komplexes zu vermitteln. Dies ist bei einer Darstellung mit separaten Boxen, deren Zusammenhang mit Verbindungslinien und -pfeilen angedeutet wird, weniger der Fall. Aber auch in dieser konzentrischen Darstellung besteht eine gewisse Beliebigkeit der ausgewählten Komponenten und die Ausprägung der Verbindungen und Zusammenhänge bleibt unspezifisch (Lames, 2002,

S. 216). So kann es kein allgemeingültiges und vereinheitlichendes Modell geben und die Darstellungsform steht vielmehr in Abhängigkeit der Perspektive des jeweiligen Autors.

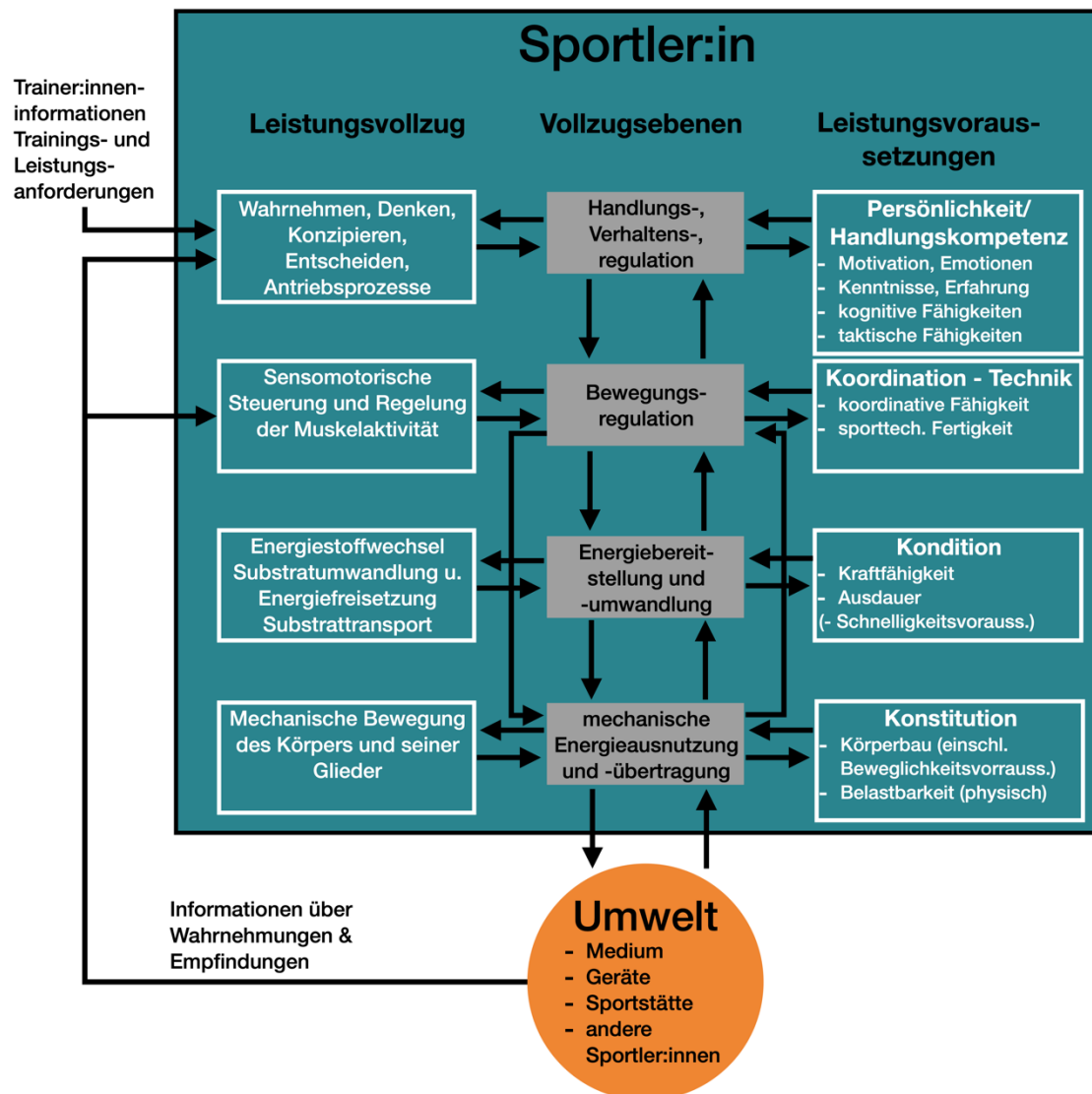


Abbildung 4. Strukturmodell der sportlichen Leistung mit einer hierarchischen Anordnung und der Darstellung von Wechselwirkungen zwischen den Elementen (modifizierte Darstellung nach Schnabel et al., 2014, S. 48, auf Grundlage von Gundlach, 1980, o. S.).

Weiter geht hier das in Abbildung 4 dargestellte Modell von Gundlach (1980, o. S.), modifiziert von Schnabel et al. (2014, S. 48). In diesem Strukturmodell wurde sowohl eine vertikal hierarchische Anordnung der Komponenten als auch die Wechselwirkung zwischen den zentral verbindenden Komponenten der Vollzugsebene mit den Komponenten der *Leistungsvoraussetzung* und dem *Leistungsvollzug* auf der jeweiligen Ebene dargestellt. Zudem wurden externe Einflüsse mit aufgenommen. Auch wenn das Modell von Gundlach (1980, o. S.) differenzierter als die zuvor genannten (bspw.

Abbildung 3) ausgestaltet wurde, so ist hier ebenfalls unklar, in welcher Form die aufgelisteten Komponenten miteinander wechselwirken, was Ursache und was Wirkung ist (Hohmann et al., 2020, S. 45; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 450). Dennoch können solche Modelle dabei helfen, die Komplexität der *sportlichen Leistungsfähigkeit* von Athleten:innen aufzugliedern und die hier verhältnismäßig strikte Trennung der Komponenten erleichtert die Darstellung, wie sie beispielsweise für die Architektur eines *Sport Information Systems* (SIS) hilfreich sein kann. Bei dieser Abstraktionsebene sollte allerdings stets bewusst sein, dass damit sportpraktisch relevante Prozesse und Wechselwirkungen vernachlässigt werden. Dies sollte in der Konzeption eines SIS berücksichtigt und beispielsweise über eine Prozessmodellierung abgebildet werden.

#### 2.1.2.2 *Strukturmodelle der Zusammenhänge und Einflussgrößen sportartspezifischer Leistungskomponenten*

In der Trainingswissenschaft werden Modelle, die über die reine Auflistung von Komponenten hinausgehen und den Zusammenhang zwischen Einflussgrößen und Kriterien herstellen und gezielt darstellen, als *Pyramidenmodell* oder *Deduktionsketten* beschrieben. Diese Modelle können dabei helfen, komplexe Zusammenhänge aufzugliedern und somit deren Natur verständlicher zu machen. Beim *Deduktionsketten-Modell* werden für sportlich komplexe Zielgrößen relevante Einflussgrößen in Form von Teilleistungen formuliert, die im Zusammenhang zur Zielgröße stehen. Die dabei festgelegten Teilleistungen können anschließend mithilfe *leistungsdiagnostischer Methoden* messbar gemacht und statistisch ausgewertet werden. Diese Aufgliederungen und statistischen Kennzahlen können wiederum in der Trainingsgestaltung unterstützen, da somit die verschiedenen Teilleistungen gezielt und ggf. isoliert trainiert und überprüft werden können, was sich dann auf die übergeordnete komplexe *Leistungskomponente* auswirkt (Hohmann et al., 2020, S. 46–47).

Die Strukturierung im *Pyramidenmodell* erfolgt durch die Festlegung mehrerer Ebenen, deren Komplexitätsgrad mit jeder Ebene von oben nach unten abnimmt. Eines der bekanntesten Modelle dieser Kategorie ist das „Strukturmodell der Hierarchisierung der komplexen Sportspilleistung“ von Hohmann und Brack (1983, S. 9). Das Ziel dieses Modells ist es, anhand der vorgenommenen Hierarchisierung eine Ordnung unter den Komponenten, im Sinne eines funktionalen Zusammenhangs, herzustellen. Somit soll der Zusammenhang (bspw. durch Korrelationsanalysen) zwischen den Ebenen bestimmt, und dadurch die Bedeutsamkeit der *Leistungsvoraussetzungen* für die Wettkampfleistung interpretiert werden (Hohmann et al., 2020, S. 47–49).

Aus der Perspektive der Entwicklung eines S/S erscheint die Aufteilung einer komplexen Leistung in einzelne Teilleistungen sinnvoll, um diese mithilfe statistischer Methoden, die sich wiederum in das S/S integrieren lassen, auszuwerten und somit Zusammenhänge automatisiert herstellen und verstehen zu können. Dadurch kann gezielter auf einzelne Einflussgrößen eingegangen werden (bspw. individualisiertes Training). Dennoch birgt es das Risiko der zu starken Vereinfachung, bzw. falscher Rückschlüsse auf die Einflussgrößen, wenn die sportwissenschaftlichen Zusammenhänge nicht berücksichtigt werden (Lames, 2002, S. 218–219).

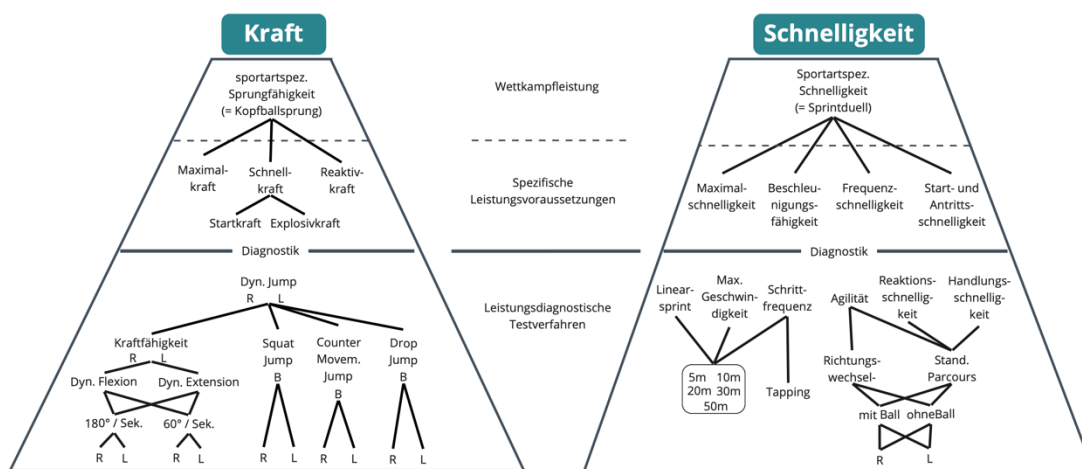


Abbildung 5. Kombiniertes Pyramiden- und Deduktionskettenmodell zweier komplexer sportartspezifischer Leistungskomponenten im Fußball.

Abbildung 5 zeigt zwei Beispiele eines vereinfachten *Pyramidenmodells* für die Anwendung bei den Leistungskomponenten *Sprungfähigkeit* und *Schnelligkeit* in einem fußballspezifischen Kontext. Eine Erläuterung der einzelnen Komponenten dieser beiden Modelle wird in Kapitel 2.2.1.1 vorgenommen. Die jeweils höchste Ebene stellt die Zielgröße der *Wettkampfleistung* dar. Im Fall der Sprungfähigkeit wäre diese der Kopfballsprung und bei der Schnelligkeit ein Sprint(-duell) während eines Wettkampfes. Die Kennzahlen hierfür könnten mithilfe der *Wettkampfbeobachtung* ermittelt werden. Hier zeigt sich allerdings eine Schwierigkeit, da eine solche *Wettkampfleistung* ggf. quantitativ messbar ist (gewonnene Lauf- oder Kopfballduelle), dies aber nichts über die Qualität aussagt. Ebenso lässt sich diese wettkampfspezifische Fähigkeit schwer messen, da Messsysteme im *Wettkampf* nur eingeschränkt eingesetzt werden können und die Aussagekraft der Daten auch stark von der jeweiligen Sensorik abhängt (Linke, Link, & Lames, 2018, S. 16), bzw. Definitionen für Standards und Schwellen von Verbänden und Technologieanbietern unterschiedlich definiert werden. Daher wäre es an dieser Stelle die Aufgabe des/der *Leistungsdiagnostikers:in* feste Kriterien für die

Definition der sportartspezifischen *Leistungsfähigkeit* festzulegen. Anschließend können auf Basis der verfügbaren Daten Rückschlüsse auf die *Leistungsvoraussetzungen* und die *Leistungsfähigkeit* des/der jeweiligen Athleten:in gezogen werden. Andererseits müssten möglichst fußballspezifische Übungen gefunden werden, die in der *Leistungsdiagnostik* durchgeführt werden können und deren Kennzahlen Schlussfolgerungen auf die *Wettkampfleistung* zulassen.

Die zweite Ebene des Modells in Abbildung 5 enthält die für die jeweilige Wettkampfleistung erforderlichen speziellen *Leistungsvoraussetzungen*. Am Beispiel der sportartspezifischen Schnelligkeit wurde ein *Deduktionskettenmodell* ergänzt und die komplexe Zielleistung *sportartspezifische Schnelligkeit* in die entsprechenden Teilleistungen auf der Ebene der speziellen *Leistungsvoraussetzungen* aufgegliedert (die Erläuterung der speziellen *Leistungsvoraussetzungen* findet in Kapitel 2.2.1.1 statt).

In der *Diagnostik* (Abbildung 5) wurde der Versuch unternommen, entsprechende leistungsdiagnostische Testverfahren darzustellen, um Daten für die *speziellen Leistungsvoraussetzungen* der zweiten Ebene erheben zu können und Zusammenhänge zu untersuchen. Hierbei zeigt sich anhand der beiden Beispiele (*Sprungfähigkeit* und *Schnelligkeit*), dass unterschiedliche Strukturen verwendet werden können. Beim Kopfballsprung bildet der *dynamische Sprung* eine wettkampfnaher Übung, die möglichst standardisiert messbar ist, um somit Daten auf der obersten Testebene ermitteln zu können. Als *dynamischer Sprung* wird in diesem Kontext ein Sprung verstanden, bei dem vor dem eigentlichen Sprung aus einem Ausfallschritt heraus ein Schritt Anlauf genommen wird, um somit aus der Bewegung zu springen. Dies bildet gerade im Fußball eine wettkampfnaher Sprungbewegung besser ab. Dennoch sollte auch hier einem festen Protokoll gefolgt werden, um die Abweichungen zwischen den Sprüngen und Athleten, trotz erhöhter Freiheitsgrade, möglichst gering zu halten. Das dadurch ermittelte Messergebnis könnte dann wiederum als Zielgröße einer *Deduktionskette* in sportartunspezifische, trainingswissenschaftlich etablierte Tests aufgegliedert werden, um die determinierenden Teilleistungen zu ermitteln.

Bei der *Schnelligkeitsdiagnostik* gestaltet es sich hingegen anders. Hier sind die determinierenden Leistungsfaktoren der Zielgröße für die *sportartspezifische Schnelligkeit* zu unterschiedlich, um sie mithilfe eines einzelnen Tests ausreichend abzubilden. Gegebenenfalls ist es dafür sinnvoller, direkt auf der ersten Testebene die etablierten Testmethoden zu verwenden und durch sportartspezifische Tests (bspw. Parcoursläufe) auf gleicher Ebene zu ergänzen.

Die unterste Ebene der Modelle (Abbildung 5) zeigt exemplarisch verschiedene Testmethoden und deren Zusammenwirken. Dies kann Übungen mit und ohne Ball beinhalten, oder zusätzlich eine Aufteilung für das rechte, bzw. linke Bein. Diese beiden Modelle zeigen auch, dass die Zielgröße nur teilweise durch Teilgrößen bestimmt werden kann. So fehlt hier bspw. der Leistungsfaktor der Antizipation, der vielmehr den *kognitiven Fähigkeiten* und somit der *Psychologie* zuzuordnen ist (Hohmann et al., 2020, S. 115; Schnabel et al., 2014, S. 85). Dieser *Leistungsfaktor* könnte bspw. für die Ergebnisse der *Wettkampfleistung* eines:r Athleten:in entscheidend sein und weniger die in den Tests ermittelten Daten. Die erhobenen Testdaten können dann allerdings mithilfe einer Ausschlussdiagnostik helfen, Rückschlüsse auf *Leistungsfaktoren* zu ziehen, die eine bestimmte *Wettkampfleistung* alternativ erklären, um diese dann ggf. mit anderen Testverfahren zu ermitteln.

Diese beiden Beispiele zeigen, dass Zusammenhänge komplexer *Leistungskomponenten* häufig nur teilweise abgebildet werden können und andere abhängige *Leistungsfaktoren* nicht ignoriert werden dürfen. Statistische Methoden können helfen, Zusammenhänge besser zu verstehen, allerdings besteht auch die Gefahr, falsche Rückschlüsse zu ziehen. Ein *SIS* kann das informatische Werkzeug darstellen, um diese komplexen Modelle abzubilden und statistische Methoden direkt zu integrieren, damit diese den Anwendern in den Vereinen besser zugänglich gemacht werden und sie in ihrer täglichen Arbeit unterstützen. Hierbei darf allerdings kein „Blackboxing“ entstehen, bei dem Anwender am Ende lediglich Kennzahlen erhalten, ohne deren Berechnung und Zusammenhänge nachvollziehen zu können.

## **2.2 Komplexes Strukturmodell der Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft**

Ziel dieses Kapitels ist es, ein komplexes Strukturmodell der *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft* zu entwerfen und anhand der bestehenden trainingswissenschaftlichen Literatur die Komponenten abzuleiten, die für die Entwicklung eines *Sport Information Systems (SIS)* relevant sein können. Ziel ist ein Gesamtmodell der Gegenstandsbereiche der *Trainingswissenschaft*. Um dieses zu erreichen, wurden für die drei Gegenstandsbereiche anhand der gängigen sportwissenschaftlichen Literatur, mit Schwerpunkt auf die *Trainingswissenschaft*, relevante Komponenten abgeleitet, eine übergreifende Struktur entworfen und anschließend in einem Gesamtmodell zusammengeführt. Die hier zugrunde liegende



Struktur orientiert sich primär an Hohmann et al. (2020) und Schnabel et al. (2014) und wurde durch weitere sportwissenschaftliche Literatur entsprechend beeinflusst und ergänzt.

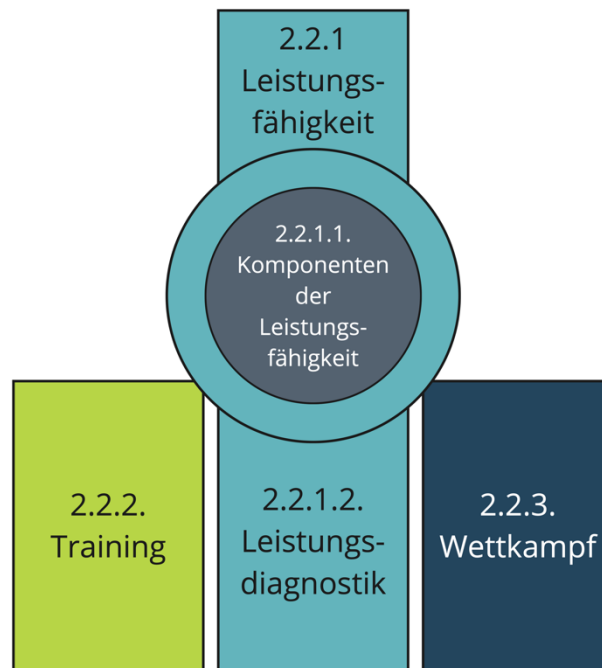


Abbildung 6. Allgemeiner Aufbau des Strukturmodells der drei Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft.

Abbildung 6 zeigt den in dieser Arbeit entworfenen allgemeinen Aufbau des Strukturmodells, mit den drei Bereichen (*sportliche*) *Leistungsfähigkeit* (2.2.1) (*sportliches*) *Training* (2.2.2) und (*sportlicher*) *Wettkampf* (2.2.3), das zudem als große Übersicht im Anhang (Anhang A.1) angefügt wurde. Die *sportliche Leistungsfähigkeit* wurde hier höher angeordnet, da somit die *Komponenten der Leistungsfähigkeit* (2.2.1.1) über den drei Bereichen *Training*, *Leistungsdiagnostik* und *Wettkampf* stehen. Das soll verdeutlichen, dass die *Komponenten der Leistungsfähigkeit* determinierend für die drei darunter liegenden Bereiche sind. Zudem wurde der Versuch unternommen, in allen drei Bereichen einen einheitlichen Prozessablauf mithilfe der Steuerungsphasen *Planung*, *Ausführung*, *Diagnostik* und *Lenkung* (siehe Abbildung 2) zu gewährleisten. Da die *Komponenten der Leistungsfähigkeit* aber vielmehr eine Struktur darstellen und keinen Prozessablauf, wurden sie höher angeordnet, um die Prozessphasen der untergeordneten Bereiche gleich darstellen zu können. Das Modell wurde außerdem in den drei Bereichen um eine Komponente der *Handelnden* ergänzt, um zu veranschaulichen, welche Personen(gruppen) in der Sportorganisation in die jeweiligen Prozessphasen involviert sind. Dies kann einerseits *aktiv gestaltend/teilnehmend* sein,

wenn die jeweiligen Personen(gruppen) etwas ausführen oder aber *passiv teilnehmend* / ggf. *gestaltend*, wenn sie lediglich beobachten oder teilweise in die Konzeption involviert sind oder sein sollten. Bspw. ist ein:e Athlet:in aktiv an der *Ausführung* einer Übung beteiligt, sollte aber auch in die Schritte der *Planung* und *Auswertung* involviert werden. Somit würde er/sie bei der *Ausführung* als *aktiv gestaltend/teilnehmend* und bei *Planung* und *Auswertung* als *passiv teilnehmend* / ggf. *gestaltend* dargestellt werden.

Im hier entwickelten Strukturmodell wurde außerdem berücksichtigt, dass bestimmte Begriffe, wie bspw. das jeweilige „System“, in den drei Gegenstandsbereichen unterschiedlich verstanden werden und somit andere Bereiche und Komponenten abdecken. Zudem wurde der Versuch unternommen, anhand von Pfeilverbindungen die Wechselwirkungen zwischen den Phasen und Komponenten zu visualisieren. Abschließend ist zu erwähnen, dass die Prozessphasen *Planung*, *Ausführung*, *Diagnostik* und *Lenkung* eine strukturelle und keine zeitlich abgeschlossene Trennung darstellen. So können bspw. *Analysen* bereits während der *Ausführung* lenkend eingesetzt werden, um direkt auf den *Leistungsvollzug* einzuwirken. Dennoch kann eine *Diagnostik* erst nach der *Ausführung* (zumindest einer Phase in der Ausführung) erfolgen und die *Lenkung* wiederum kann nur ein Ergebnis der *Diagnostik* darstellen.

### **2.2.1 Strukturmodell der sportlichen Leistungsfähigkeit**

Das hier entworfene Strukturmodell (Abbildung 7 und Abbildung 8) der *sportlichen Leistungsfähigkeit* unterteilt sich in zwei Bereiche: Das übergeordnete *Leistungssystem* (2.2.1.1) und die *Leistungsdiagnostik* (2.2.1.2). Die *Leistungsdiagnostik* stellt in diesem Strukturmodell den stärker ausführenden Teil des Gegenstandsbereiches der *sportlichen Leistung* dar.

### 2.2.1.1 Leistungssystem/Leistungsstruktur und Komponenten der Leistungsfähigkeit

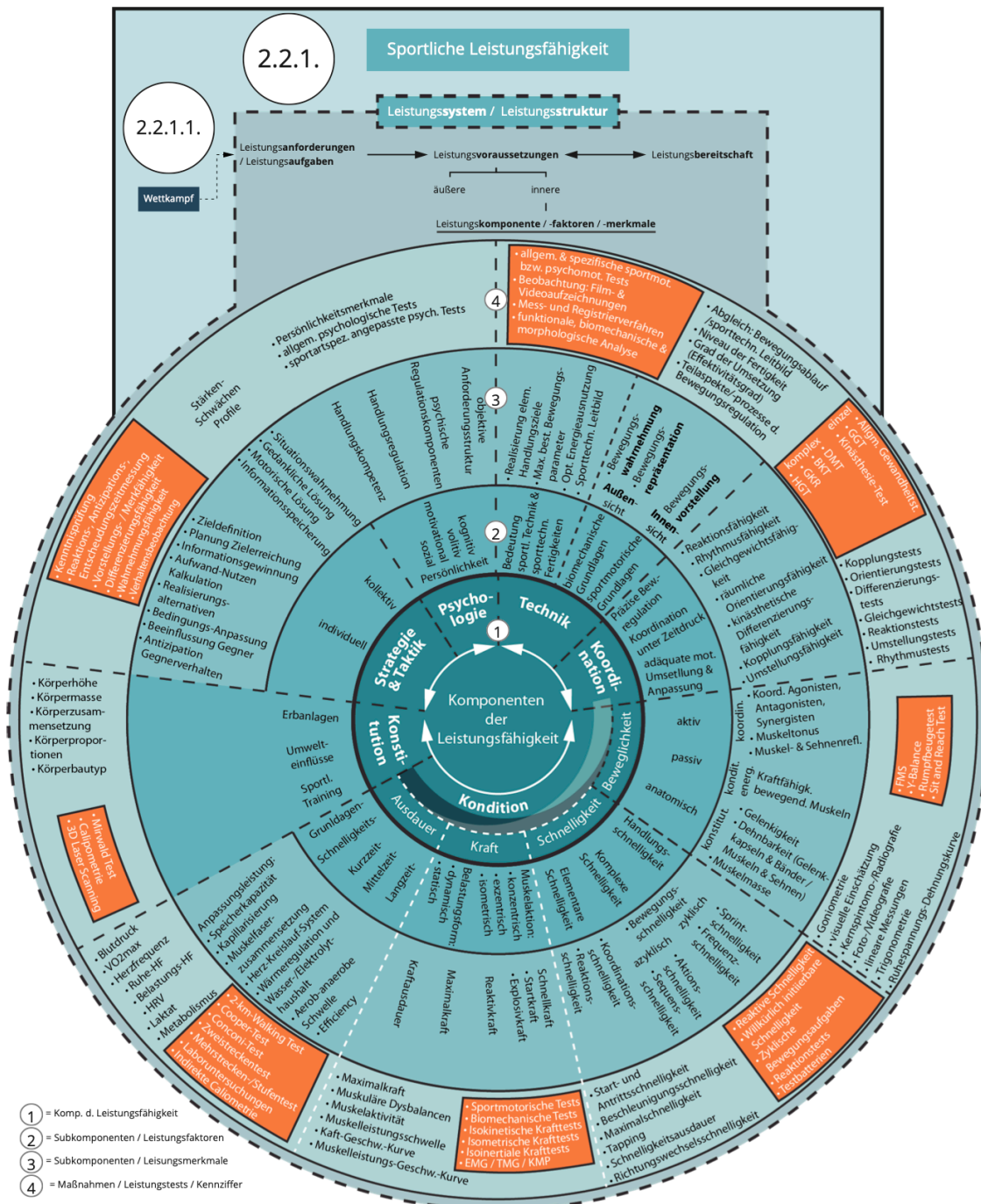


Abbildung 7. Die sportliche Leistungsfähigkeit mit dem Element des Leistungssystems und den darin enthaltenen Komponenten der Leistungsfähigkeit in vier konzentrischen Ebenen.

Abbildung 7 zeigt den ersten Teil des Strukturmodells zu *Leistungsfähigkeit* mit den relevanten Komponenten, abgeleitet aus der ausgewählten trainingswissenschaftlichen Literatur. Wie in Kapitel 2.1.2 erwähnt, wird *sportliche Leistungsfähigkeit* als ein komplexes *Leistungssystem* verstanden, in dem miteinander verbundene Komponenten

wechselwirken und als große Einheit wirken (Schnabel et al., 2014, S. 585). Die *Leistungsstruktur* beschreibt dabei den inneren Aufbau und die Form der Wechselwirkungen der *Leistungskomponenten* in diesem *Leistungssystem* (Schnabel et al., 2014, S. 45). Innerhalb des *Leistungssystems* ergeben sich aus der entsprechenden sportlichen Disziplin, bzw. dem dort bestehenden *Wettkampfsystem* (siehe Kapitel 2.2.3) die *Leistungsanforderungen/-aufgaben* (Schnabel et al., 2014, S. 36–38) an die Athleten:innen, die wiederum zu *inneren* und *äußeren Leistungsvoraussetzungen* für die einzelnen Athleten:innen führen. Die *Leistungsbereitschaft* führt hierbei in Wechselwirkung mit den *Leistungsvoraussetzungen* zur Bewältigung der *Leistungsanforderungen/-aufgaben*. Streng genommen handelt es sich bei der *Leistungsbereitschaft* auch um eine *Leistungsvoraussetzung*, die sich allerdings auf die Handlungsantriebe bezieht – sie wird daher von den *Leistungsvoraussetzungen*, die die Handlungsorientierung, -ausführung und -kontrolle betreffen, gesondert betrachtet (Hohmann et al., 2020, S. 43; Röthig & Prohl, 2003b, S. 337; Schnabel et al., 2014, S. 36 sowie S. 43-45). Für die *Leistungsvoraussetzungen* werden hierbei *äußere* (z.B. Sportstätten, Sportgeräte und Mitspieler:innen) und *innere* (personale) *Leistungsvoraussetzungen* unterschieden. Die *inneren Leistungsvoraussetzungen* unterteilen sich wiederum in eine *unmittelbar handlungsbezogene Ebene* und eine „*Basisebene* der physischen und psychischen Grundvoraussetzungen und -prozesse“ (Schnabel et al., 2014, S. 41). Aus diesen *Leistungsvoraussetzungen* ergeben sich wiederum die *Komponenten der Leistungsfähigkeit*, die in Kapitel 2.1.2.1 (Abbildung 3) dargestellt wurden und die in diesem Strukturmodell das Zentrum des Kreismodells darstellen (Abbildung 7).

### ***Unterscheidung Komponenten, Faktoren und Merkmale***

Die unter den *inneren Leistungsvoraussetzungen* gelisteten Begriffe sind häufig nicht trennscharf und die Grundbegriffe *Komponente*, *Faktor* und *Merkmal* werden teilweise auch synonym verwendet. Die in dieser Arbeit verwendete Differenzierung wird folgendermaßen vorgenommen:

*Leistungskomponenten*: Eine Komponente ist ein Bestandteil/Element einer größeren Einheit / eines Ganzen. So sind Kondition und Koordination bspw. *Leistungskomponenten* der *sportlichen Leistungsfähigkeit* (Hohmann et al., 2020, S. 52–53; Schnabel, 1993e, S. 538–539; Schnabel et al., 2014, S. 44–45).

*Leistungsfaktor*: „Ein Komplex [ein geschlossenes Ganzes] von Leistungsvoraussetzungen, der [mit weiteren Leistungsfaktoren] als Wirkungsgröße die sportliche Leistung bestimmt“ (Schnabel et al., 2014, S. 585). Als Bestandteil der *sportlichen Leistungsfähigkeit* ist ein *Leistungsfaktor* somit auch eine Komponente dessen (Hohmann et al., 2020, S. 43).

*Leistungsmerkmal*: Ein wesentlicher Aspekt der (komplexen) sportlichen *Leistungsfähigkeit*, der diese in Ausführung und/oder Resultat kennzeichnet (Schnabel, 1993k, S. 540).

Hier nun ein Versuch, dies beispielhaft zu verdeutlichen: Die *Laktatkonzentration* im Blut ist ein wesentliches *Leistungsmerkmal* der aerob-anaeroben Schwelle, die wiederum ein wesentliches *Leistungsmerkmal* der Grundlagenausdauer darstellt. Die *Grundlagenausdauer* hingegen ist eine Komponente des *Leistungsfaktors Ausdauer*, der ein Komplex aus den verschiedenen *Leistungskomponenten Grundlagen-, Schnelligkeits-, Kurzzeit-, Mittelzeit- und Langzeitausdauer* ist. Die *Ausdauer* ist gleichzeitig auch eine *Leistungskomponente* des *Leistungsfaktors Kondition* und dieser ist eine *Leistungskomponente* der *sportlichen Leistungsfähigkeit*.

Wie dieses Beispiel zeigt, ist es stark von der Perspektive abhängig, ob gerade von einer *Leistungskomponente* oder einem *Leistungsfaktor* gesprochen wird. Diese Differenzierung zeigt auch, dass es, je nach Betrachtung, durchaus zu einer synonymen Verwendung der Begriffe kommen kann – was auf einem hohen Abstraktionslevel nicht relevant erscheint, allerdings für eine detailliertere Betrachtung hilfreich sein kann (Hohmann et al., 2020, S. 43). In dieser Arbeit wird primär der Begriff der *Leistungskomponenten* verwendet, lediglich wenn das Abstraktionslevel eine feinere Differenzierung notwendig macht, wird einer der spezifischen Begriffe verwendet.

### ***Komponenten der Leistungsfähigkeit***

Die *Komponenten der Leistungsfähigkeit* sind ein wesentlicher Teil des *Leistungssystems* und das Zentrum des hier ausgearbeiteten Strukturmodells. Sie werden daher ausführlich dargestellt. Gerade im Hinblick auf die Systemstruktur eines SIS sind diese von großer Bedeutung, um bspw. ein umfassendes Athletenprofil entwerfen zu können. Das in Abbildung 7 dargestellte Kreismodell teilt sich in vier Ebenen, deren Komplexität sich vom Zentrum nach außen immer weiter verringert. Die erste Ebene (1) des Kreismodells, und somit die höchste Abstraktionsebene, stellen im konzentrischen Strukturmodell die *Komponenten der Leistungsfähigkeit* dar, die bereits

in Kapitel 2.1.2.1 (Abbildung 3) eingeführt und erläutert wurde. Die nächste Kreisebene (2) zeigt Subkomponenten, die in der *Trainingswissenschaft* definiert wurden und in die sich der jeweilige *Leistungsfaktor*, meist noch theoretisch und relativ abstrakt, unterteilen lässt. Auf Kreisebene (3) wurde dann, wenn möglich, eine weitere Unterteilung in *Leistungsmerkmale* vorgenommen, die schon weitaus konkreter auf die Sportpraxis anwendbar sind. Daraus leitet sich die äußerste Kreisebene (4) ab, die konkrete Maßnahmen und Beispiele für Leistungstests (orange Kästen) darstellt, mit deren Hilfe Kennzahlen ermittelt werden können. Diese Kennzahlen können bei der Interpretation der *Leistungsmerkmale* (3) helfen und ermöglichen durch statistische Methoden Rückschlüsse auf die übergeordneten *Leistungsfaktoren*, was ein besseres Verständnis dieser ermöglichen kann. Nachfolgend werden die einzelnen Komponenten und deren verschiedene Ebenen erläutert.

### **Konstitution**

Die *Konstitution* bezeichnet die weitgehend konstanten Merkmale des Körpers, die vor allem beim *Körperbau* in Erscheinung treten und primär genetisch determiniert werden – aber auch durch Umwelteinflüsse mitgeprägt werden können, wodurch sie durch sportliches Training beeinflussbar sind (Kenntner, 2003, S. 302–304; Schnabel, 1993b, S. 464; Schnabel et al., 2014, S. 193–194). Die drei wesentliche Einflussfaktoren auf die *Konstitution* sind *Erbanlagen*, *Umwelteinflüsse* und *sportliches Training*. Für die *Konstitution* war es nicht sinnvoll, noch einmal *Leistungsmerkmale* auf der dritten Ebene zu untergliedern. Deshalb erfolgte ein direkter Übergang in mögliche *Kennzahlen* (bspw. *Körperhöhe*) auf der vierten Ebene, die mithilfe bestimmter Tests Aufschluss für den *Leistungsfaktor Konstitution* geben können (Schnabel et al., 2014, S. 194).

### **Kondition**

Die *Kondition* repräsentiert die primär energetische Komponente der *sportlichen Leistungsfähigkeit* und bestimmt maßgeblich den muskulären Antrieb. Allgemein wird hierzu das Niveau der *körperlich-motorischen Fähigkeiten* *Ausdauer*, *Kraft* und *Schnelligkeit* gezählt. Häufig wird auch, wie in diesem Fall, die *Beweglichkeit (Flexibilität)* eingeschlossen. Daran zeigt sich auch die Schwierigkeit der klaren Abgrenzung zwischen *Koordination*, *Konstitution* und *Kondition*, da hier häufig unscharfe Überschneidungsbereiche in den Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit vorliegen (Bös, Tittlbach, Schlenkel, & Reichenbach, 2017, S. 114–155; Friedrich, 2016,

S. 19; Hohmann et al., 2020, S. 51–53; Röthig & Prohl, 2003a, S. 300; Schnabel, 1993a, S. 461; Schnabel et al., 2014, S. 155–158).

### **Ausdauer**

Die *Ausdauer* bezeichnet die Resistenz gegen Ermüdung, um die erforderliche Intensität möglichst lang aufrecht zu erhalten und Leitungsverluste zu mindern, sowie die Fähigkeit, schnell(er) regenerieren zu können (Hohmann et al., 2020, S. 55; Schnabel et al., 2014, S. 180). Grundsätzlich können die Ausdauerarten *Schnelligkeitsausdauer*, *Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer (LZA)* und die *Grundlagenausdauer* als Basisfähigkeit der sportartspezifischen Ausdauer unterschieden werden (Hohmann et al., 2020, S. 72–73; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 123; Schnabel et al., 2014, S. 181). Diese Ausdauerarten werden in diesem Modell auf Ebene 2 gelistet. Als *Leistungsmerkmale* auf Ebene 3 werden die verschiedenen Wirkungsweisen der Anpassungsleistungen an das Ausdauertraining dargestellt, die auf Ebene 4 mithilfe bestimmter Testmethoden und Testparameter bestimmt werden können (Hohmann et al., 2020, S. 64–68).

### **Kraft**

Die *Kraft* ist eine „motorische (konditionelle) Fähigkeit des Menschen, die es ermöglicht, durch Muskelaktivität Widerstände zu überwinden, ihnen entgegenzuwirken oder sie zu halten“ (Hottenrott & Neumann, 2020, S. 156). Auf Ebene 2 wird sie in die Muskelaktionen (konzentrisch, exzentrisch und isometrisch) und Belastungsformen (dynamisch und statisch) unterteilt. Auf Ebene 3 sind die *Kraftdimensionen* als Leistungsmerkmale aufgelistet. Bei der *Kraftausdauer* gibt es eine große Nähe zur Leistungskomponente *Ausdauer* (Harre, 1993, S. 485). Die Maßnahmen und Leistungstests auf Ebene 4 wurden aus verschiedenen Publikationen zusammengetragen (Ferrauti, Schneider, & Wiewelhove, 2020, S. 118; Fröhlich, 2014, S. 4–5; Hohmann et al., 2020, S. 76; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 164–166; Schmidtbleicher, 2003, S. 316–317; Schnabel et al., 2014, S. 158–163). Aufgrund der zahlreichen Testverfahren für die *Kraft* wurden hier Überbegriffe dargestellt.

### **Schnelligkeit**

Die Komponente *Schnelligkeit* bezeichnet die „...[koordinativ-konditionelle] Fähigkeit, unter ermüdungsfreien Bedingungen in maximal kurzer Zeit motorisch zu reagieren und/oder zu agieren“ (Hohmann et al., 2020, S. 101). Sie wird grundsätzlich in

*elementare* und *komplexe Schnelligkeit* unterteilt, wobei Hohmann et al. (2020, S. 102) zudem noch die *Handlungsschnelligkeit* auf dieser Ebene (hier Ebene 2) sehen, da sie als „komplexeste Form der Schnelligkeit“ zu sehen ist, die zudem „kognitiv- und perzeptiv-taktisch determiniert“ ist und somit über die *Bewegungsschnelligkeit* hinaus geht. Dies unterscheidet Hohmann et al. von anderen Ansätzen, die *Handlungsschnelligkeit* entweder als Teil der *komplexen Schnelligkeit* sehen oder eine andere Aufteilung wählen. Weitestgehende Einigkeit herrscht hingegen bzgl. der komplizierten Struktur der *Schnelligkeit* und den sehr hohen Wechselbeziehungen zu anderen *Komponenten der Leistungsfähigkeit* (Friedrich, 2016, S. 183; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 474–478; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 186–187; Schnabel et al., 2014, S. 169–175; Wiewelhove, 2020, S. 256–259). Ebene 3 listet die determinierenden *Leistungsmerkmale Reaktions-, Koordinations- und Bewegungsschnelligkeit* (*zyklisch* und *azyklisch* mit weiteren Subkomponenten) auf. Auf Ebene 4 werden verschiedene Elemente des Komplexes *Schnelligkeit* dargestellt, die mithilfe bestimmter Tests messbar gemacht werden können, um somit Kennzahlen zu erhalten und Rückschlüsse auf *Leistungsmerkmale* und *-faktoren* ziehen zu können (Schnabel et al., 2014, S. 175–178).

### ***Beweglichkeit***

Die *Beweglichkeit* bezeichnet die sportmotorische *Leistungsvoraussetzung*, Bewegungen mit der erforderlichen Schwingungsweite ausführen zu können. Dies umfasst die *Dehnbarkeit, Gelenkigkeit* und die neuromuskuläre Ansteuerung (Hohmann et al., 2020, S. 117; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 205; Remmert, 2020, S. 324; Schnabel et al., 2014, S. 146). Auf Ebene 2 des Sturkturmodells wird hierbei die aktive, passive und anatomische Beweglichkeit unterschieden. Ebene 3 stellt die Grundlagen der Beweglichkeit (*koordinativ, konditionell-energetisch* und *konstitutionell*) dar, die nicht nur als *Leistungsmerkmale* sondern ebenfalls als *Leistungsfaktoren* erachtet werden können. Somit wurden die Begriffe noch einmal untergliedert und entsprechende *Leistungsmerkmale* ergänzt. Hier zeigt sich auch die Sonderstellung der *Beweglichkeit*, da sehr hohe Wechselbezüge zu anderen Komponenten vorliegen. Die vierte Ebene liefert Vorschläge für entsprechende Maßnahmen und Leistungstests.

### ***Koordination***

Die *Koordination* ist die Sammelbezeichnung für die sieben koordinativen Basisfähigkeiten, die primär die Bewegungsregulation und -steuerung betreffen. Der



Prozess umfasst die Aufnahme (Sensorik), Verarbeitung, Umsetzung (Motorik) und Speicherung von Informationen (Friedrich, 2016, S. 21; Hohmann et al., 2020, S. 123–124; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 483–484; Krombholz, 2020, S. 408). Da die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Informationen in dieser Arbeit zu den *kognitiven Fähigkeiten* und somit zur *Persönlichkeit* gezählt werden, besteht eine starke Wechselbeziehung zur Komponente der *Psychologie*. Ebene 2 zeigt eine Aufteilung in drei Faktoren der *Koordination: Präzise Bewegungsregulation, Koordination unter Zeitdruck* und *adäquate motorische Umstellung und Anpassung*. Auf Ebene 3 sind die sieben koordinativen Basisfähigkeiten als Leistungsmerkmale dargestellt. Ebene 4 listet exemplarisch verschiedene sportmotorische Tests entsprechend ihres Aussageziels (bspw. *Kopplungstests*), oder aber konkrete Tests. Diese werden unterschieden in *Einzeltests* (Allgemeiner Gewandtheitstest, Gleichgewichtstest (GTT) und Kinästhesie Test) oder *Komplextests* (Deutscher Motorik Test (DMT), Bewegungs-Koordinations-Test (BKT), Ganzkörperkoordinations- und -reaktionstest (GKR) und Heidelberger großmotorischer Geschicklichkeitstest (HGT)) (Bös, Schlenker, Tittlbach, Krell-Rösch, & Schmidt, 2017, S. 59–81; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 223). Anhand dieser Tests können Messungen durchgeführt und Kennzahlen für die *koordinativen Fähigkeiten* erhoben werden. Es bietet sich auch an, eine sportartspezifische Anpassung bestehender und etablierter Tests vorzunehmen, wodurch eine Überschneidung zur Komponente *Technik* entsteht. Deshalb wurde im Modell auf Ebene 4 zwischen den beiden Komponenten keine optische Abgrenzung durch eine gestrichelte Linie vorgenommen.

### **Technik**

Die (*sportliche*) *Technik* ist „die Sammelbezeichnung für eine Reihe technischer Fertigkeiten eines Sportlers oder einer Sportart.“ (Hohmann et al., 2020, S. 130). *Technische* Fertigkeit bezeichnet hierbei ein optimales Lösungsverfahren (erprobte, zweckmäßige, effektive und effiziente Bewegungsfolge) einer Aufgabe in Sportsituationen (ebd.). Die Ebene 2 des Modells unterteilt sich in zwei Bereiche. Einerseits die *Bedeutung der sportlichen Technik und der sporttechnischen Fertigkeiten* und andererseits die (*biomechanischen* und *sportmotorischen*) *Grundlagen*. Auf Ebene 3 wird diese Untergliederung weitergeführt und detaillierter dargestellt. Während sich die *Bedeutung* in vier konkretere Punkte aufgliedert (bspw. das *sporttechnische Leitbild*), werden die *Grundlagen* noch einmal in eine *Innen- (Bewegungsvorstellung)* und *Außensicht (Bewegungswahrnehmung und -repräsentation)* aufgeteilt (Hohmann et al., 2020, S. 130–134; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 486; Hottenrott & Neumann, 2020, S.

242; Krombholz, 2020, S. 407–408; Schnabel et al., 2014, S. 121–126). Die Schwierigkeit bei der Messung und Bestimmung von Kennzahlen ist bei dieser Komponente, dass diese entweder (technisch) sehr aufwändig sind und nur die *Außensicht* ohne Verbindung zur *Innenansicht* repräsentieren – oder als qualitative Verfahren, durch Beobachtung oder Befragung, subjektiv verzerrt sein können. Hier ist eine geeignete Methodenkompetenz, Methodenpräzisierung und -eichung erforderlich (Schnabel et al., 2014, S. 133).

### **Psychologische Eigenschaften**

Die Komponente *Psychologie* bezeichnet in diesem Modell die *psychischen Leistungsvoraussetzungen* eines:r Athleten:in und wird auf Ebene 2 in vier Leistungsvoraussetzungen der *Persönlichkeit* unterteilt, die sich allerdings nicht eindeutig voneinander abgrenzen lassen (Hohmann et al., 2020, S. 174; Schnabel et al., 2014, S. 63). Auf der nächsten Ebene (3) befindet sich mit der *Handlungskompetenz*, die entwickelte Fähigkeit (*Handlungsfähigkeit*) zur aufgaben- und zielorientierten *Handlungsregulation*, sowie die durch die Sportart vorgegebene *objektive Anforderungsstruktur* (bspw. Belastungsintensität und Komplexität). Anhand derer können die personalen *psychischen Regulationskomponenten* (bspw. Belastungsverarbeitung und taktisches Handeln) abgeleitet werden (Schnabel et al., 2014, S. 70). Anhand des hier aufgeführten Beispiels des taktischen Handelns zeigt sich die starke Überschneidung zur Komponente *Strategie & Taktik*, weshalb auch die vierte Ebene nicht durch eine gestrichelte Linie unterteilt wird. Die Maßnahmen und Leistungstests (Ebene 4) können sportartspezifisch angepasst und somit zum Großteil für beide *Leistungskomponenten* eingesetzt werden.

### **Strategie & Taktik**

*Strategie & Taktik* bezeichnet die Gesamtheit an *individuellen* und *kollektiven Handlungsplänen* und Entscheidungsregeln, deren optimale Nutzung einen sportlichen Erfolg ermöglicht. Manche Modelle fassen beide Begriffe unter *Taktik* (im umfassenden Sinne) zusammen. In dem hier entworfenen Modell soll allerdings berücksichtigt werden, dass sich *Taktik* vielmehr auf das Verhalten der Beteiligten während des Wettkampfes bezieht und die *Strategie* taktische Planungen und Absprachen vorbereitend auf den Wettkampf behandelt (Hohmann et al., 2020, S. 149; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 248; Roth, 2003, S. 567; Schnabel et al., 2014, S. 96–98). Auf Ebene 2 wird eine *individuelle* oder *kollektive* Betrachtungsweise unterschieden. Anschließend werden auf

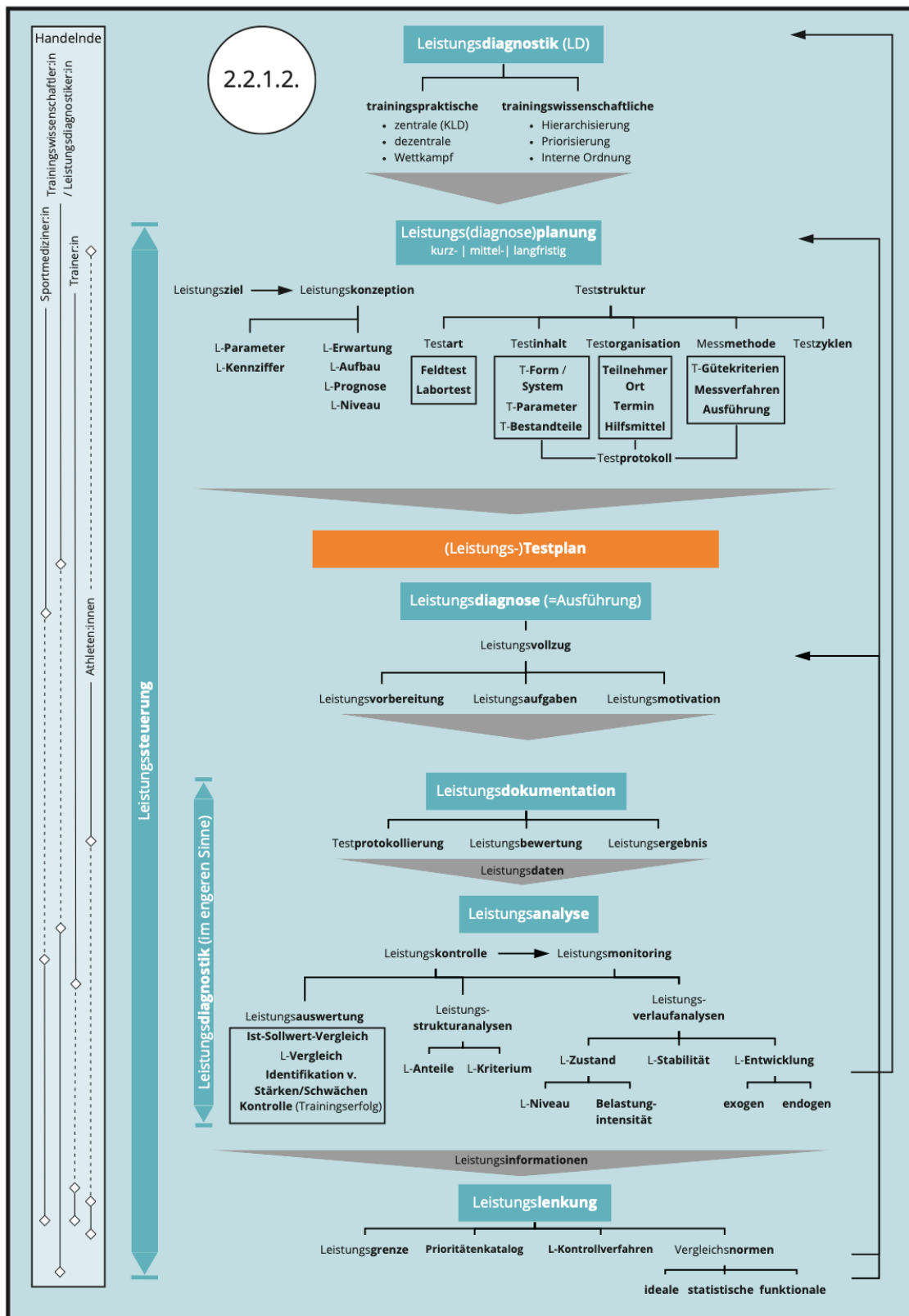
Ebene 3 die *Situationswahrnehmung*, die *gedankliche* und *motorische Lösung* und die *Informationsspeicherung* aufgelistet, die wiederum in sehr großer Wechselbeziehung zu den *psychologischen Fähigkeiten Handlungskompetenz* und *Handlungsregulation* stehen (Hohmann et al., 2020, S. 151; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 254; Schnabel et al., 2014, S. 114). Des Weiteren sind auf dieser Ebene 3 verschiedene Schritte zur taktischen/strategischen Planung aufgelistet (Schnabel et al., 2014, S. 115). Ebene 4 wird hier, wie oben bei der Komponente *Psychologie* beschrieben, komponentenübergreifend verstanden.

### 2.2.1.2 Strukturmodell der Leistungsdiagnostik

Abbildung 8 zeigt das hier entworfene Strukturmodell zur *Leistungsdiagnostik*. Unter *Leistungsdiagnostik* wird die Erfassung und Beurteilung der *sportlichen Leistung* von *Athleten:innen* mithilfe von Messungen und daraus gewonnener Kennzahlen verstanden. Die *trainingswissenschaftliche Leistungsdiagnostik* beschäftigt sich primär mit dem Verständnis der *sportlichen Leistung(-sfähigkeit)* an sich, bspw. durch die Bestimmung isolierter *Leistungsparameter*, der (komplexen) *Leistungsstruktur* grundsätzlich oder in bestimmten Sportarten (sportartspezifisch). Die *trainingspraktische Leistungsdiagnostik* dient der Bestimmung des aktuellen *Leistungszustandes* (und somit auch der *Leistungsfähigkeit*) und der *Leistungsentwicklung* des/der Athleten:innen. Die *Leistungsdiagnostik* kann sowohl stark standardisiert unter Laborbedingungen, aber auch unter möglichst sportartnahen, sportpraktischen Bedingungen im Feld, bis hin zum *Wettkampf* stattfinden. Die gewonnenen Informationen können bspw. für *Soll-Ist-Vergleiche* oder *Stärken-Schwächen-Profile* genutzt werden und dienen der *Leistungs-* und somit auch der *Trainings- und Wettkampfsteuerung* (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 98; Hohmann et al., 2020, S. 177–178; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 451; Schnabel et al., 2014, S. 447–448; Schnabel & Thieß, 1993, S. 533–534; Weineck, 2004, S. 75).

Aufgrund der bestehenden trainingswissenschaftlichen Bezeichnungen und dem Versuch geschuldet, in dieser Arbeit einheitliche Prozessphasen (*Planung, Ausführung, Diagnostik* und *Lenkung*) für die Steuerung (siehe Abbildung 2) aller drei Gegenstandsbereiche festzulegen, wird für das Strukturmodell der *sportlichen Leistungsfähigkeit* zwischen der *Leistungsdiagnostik allgemein* und der *Leistungsdiagnostik im engeren Sinne* unterschieden. Die *Leistungsdiagnostik allgemein* ist entsprechend der oben genannten Definition zu verstehen und umfasst alle darin enthaltenen Komponenten. In dieser Arbeit wird aber grundsätzlich auf den Zusatz

„allgemein“ verzichtet, es sei denn, eine genaue Differenzierung macht es erforderlich. Die *Leistungsdiagnostik im engeren Sinne* hingegen wird entsprechend der *Prozesskomponente Diagnostik* verstanden und umfasst die Komponenten (*Leistungs-*) *Dokumentation* und (*Leistungs-*) *Analyse*.



◊ ————— ◊  
 aktiv gestaltend / teilnehmend  
 ◊ - - - - - ◊  
 passiv teilnehmend / ggf. gestaltend

Abbildung 8. Strukturmodell der *Leistungsdiagnostik* mit den entsprechenden Komponenten, Prozessphasen, Handelnden und Wechselbeziehungen.

Das in Abbildung 8 dargestellte Strukturmodell stellt die verschiedenen Komponenten der *Leistungsdiagnostik* dar. Das Modell ist in die vier Prozessphasen (*Planung, Ausführung, Diagnostik (i.e.S.)* und *Lenkung*) der *Leistungssteuerung* unterteilt, um eine zielgerichtete und systematische *Leistungsentwicklung* zu organisieren, was wiederum auf den *Trainingsprozess* (Kapitel 2.2.2) übertragen werden kann (Schnabel et al., 2014, S. 437).

### **Planung**

Die *Leistungs(diagnose)planung* wird in *kurz-, mittel- und langfristigen* Planungsphasen organisiert, deren Detailgrad sich von sehr hoch (kurzfristig) bis zu gering (langfristig) strukturiert. Entsprechend muss die *Leistungs(diagnose)planung* immer wieder aktualisiert und angepasst werden, da mit dem Fortschreiten die nächste Planungsphase näher rückt und dann entsprechend detailliert zu planen ist (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 69; Schnabel et al., 2014, S. 437 sowie S. 443).

Der erste Schritt einer entsprechenden *Leistungs(diagnose)planung* ist die Festlegung konkreter *Ziele* (Schnabel et al., 2014, S. 547). Dies beinhaltet einerseits konkrete *Leistungsziele* für die *Leistungsentwicklung* der individuellen Athleten:innen/Mannschaft, aber darüber hinaus auch Ziele für das grundsätzliche leistungsdiagnostische Vorgehen. Der *Leistungsdiagnostik* sollte eine grundlegende Planung bzgl. der Struktur und Strategie durchzuführender Leistungstests zugrunde liegen. Erhobene Kennzahlen sollten in einem größeren Zusammenhang stehen und durch eine entsprechende Regelmäßigkeit der Durchführung für Kontinuität sorgen.

Aus diesen *Leistungszielen* ergibt sich die *Leistungskonzeption*, bei der entsprechende *Leistungsparameter* und *-kennziffern* für die *Leistungsziele* festgelegt werden. Andererseits werden in einem solchen Konzept die entsprechenden *Leistungserwartungen* (Müller, 1993a, S. 535–536) an die Athleten:innen formuliert, der zielgerichtete Entwicklungsprozess des *Leistungsaufbaus* (Borde, 1993a, S. 532; Hohmann et al., 2020, S. 216; Schnabel et al., 2014, S. 401) geplant, in *Leistungsprognosen* (Hohmann et al., 2020, S. 266; Schnabel, 1993f, S. 541; Schnabel et al., 2014, S. 568) formuliert (basierend auf den *Leistungsparametern* und *-kennziffern*) und das *Leistungsniveau* (Hohmann et al., 2020, S. 34; Schnabel et al., 2014, S. 41) festgelegt.

Ein weiteres Element der *Leistungsplanung* ist die *Teststruktur*. Diese Überkategorie beinhaltet die zur praktisch-konkreten Umsetzung (in Form von *Leistungstest*)

notwendigen Elemente/Inhalte und deren inneren Aufbau, die aus der *Leistungskonzeption* abgeleitet wurden. Die *Testart* ist die Überkategorie und enthält die beiden Elemente *Labor-* und *Feldtest*, was von den benötigten *Informationen* und den damit zu erhebenden *Daten* abhängt. Sie spielt für die *Planung* eine wichtige Rolle, da bspw. externe Labortests schwieriger zu koordinieren sind als vereinsinterne Tests und dadurch die Häufigkeit der Tests (siehe *Testzyklen*) beeinflusst. Der *Testinhalt* beinhaltet die *Testform*, wobei festgelegt wird, ob ein *Einzeltest* oder eine Kombination von Einzeltests, dann als *Testsystem* bezeichnet, durchgeführt wird. Beim *Testsystem* können entweder kombinierte Einzeltests in ihrer Eigenständigkeit bestehen bleiben (*Testprofile*) oder aber in einem Wert, bestehend aus verschiedenen *Prädiktoren*, zusammengefasst werden (*Testbatterie*) (Hohmann et al., 2020, S. 189; Thieß, 1993c, S. 846). Die dafür benötigten charakteristischen Größen in einer quantitativen oder qualitativen Ausprägung (Messwerte/Kennwerte/Bewertungen) werden anhand der *Testparameter* (abgeleitet von den relevanten *Leistungsparametern*) festgelegt, um diese mit entsprechenden *Messverfahren* (siehe *Messmethode*) ermitteln zu können. Bei den *Testbestandteilen* wird anhand der zu ermittelnden Komponenten des jeweiligen *Leistungskomplexes* festgelegt, welche konkreten Einzeltests als Teil des *Testsystems* durchzuführen sind, um die *Testparameter* bestimmen zu können.

Daraus resultiert die *Testorganisation*, die eine konkrete Vorbereitung und feste Planung für *Leistungstests* festlegt, an welchem *Ort* (siehe *Testart* und *Testsystem*) sie durchgeführt werden, welche *Teilnehmer:innen* (Athleten:innen, Betreuer:innen und Diagnostiker:innen) involviert sind, welche *Termine* (Datum und Uhrzeit, in Abhängigkeit der *Testzyklen*) verfügbar sind (inkl. der Buchung benötigter Örtlichkeiten) und welche Hilfsmittel benötigt werden.

Die *Messmethoden* resultieren aus den *Testparametern* und legen die *Test-Gütekriterien*, die *Messverfahren* (in Abhängigkeit der *Testart* und der zu bestimmenden *Testparameter*) und die genaue *Ausführung* der *Einzeltests* fest. Zusammen mit den *Testinhalten* und der *Testorganisation* ergeben diese Elemente das *Testprotokoll* (Borde, 1993d, S. 885; Hohmann et al., 2020, S. 177).

Das letzte Element der *Teststruktur* sind die *Testzyklen*, die mit den *Wettkampf-* und *Trainingszyklen* abgestimmt werden müssen und einen wichtigen Bestandteil zur regelmäßigen *Leistungsdiagnostik* darstellen, um den optimalen Zeitpunkt zur Bewertung (siehe *Leistungsbewertung*) des Zustandes (siehe *Leistungszustand*) der *Leistungsfähigkeit* der Athleten:innen zu finden.

Aus der *Leistungsdiagnoseplanung* resultiert der (*Leistungs-*)*Testplan*, der ein konkretes Dokument aller oben beschriebenen relevanten Elemente darstellt und in diesem Modell daher hervorgehoben in Orange dargestellt wird. Dieser dient nicht nur der Dokumentation, sondern auch als Ablaufplan (siehe *Trainingsprotokoll*), für eine effiziente und sachgemäße Durchführung der *Leistungsdiagnose*.

### **Ausführung**

Die *Leistungsdiagnose* bezeichnet die konkrete Ausführung der *Leistungsdiagnostik* und betrifft zusammen mit der *Leistungsdokumentation* die *Prozessphase der Ausführung* in diesem Strukturmodell (Krug, 2003, S. 337–339; Schnabel et al., 2014, S. 437; Thieß, 1993b, S. 533). Entsprechend steht der *Leistungsvollzug*, als die übergeordnet ausführende Komponente der sportlichen Handlung der *Athleten:innen*, hierarchisch ganz oben (Hohmann et al., 2020, S. 45; Schnabel et al., 2014, S. 36). Die *Leistungsvorbereitung* bezeichnet hier die physische und psychische Herstellung eines leistungsbereiten Zustandes des/der Athleten:in (Mathesius, 1993b, S. 544), um die Lösung einer bestimmten *Leistungsaufgabe* zu ermöglichen. Die *Leistungsmotivation* bezeichnet die Bereitschaft des/der Athleten:in, eine bestimmte Leistung zu erzielen (Gabler, 2003, S. 341–342; Müller, 1993b, S. 540).

### **Diagnostik (im engeren Sinne)**

Bei der *Ausführung* erzielte Leistungen der Athleten:innen werden im Rahmen der *Leistungsdokumentation*, anhand der *Testprotokollierung* (entsprechend der Vorgaben des *Testprotokolls*) festgehalten, indem *Leistungsbewertungen* vorgenommen und *Leistungsergebnisse* bestimmt werden (Borde, 1993b, S. 533; Hohmann et al., 2020, S. 235; Prohl, 2003, S. 337; Schnabel, 1993d, S. 535).

Die Komponente der *Leistungsanalyse* (Thieß, 1993a, S. 531–532) behandelt die Auswertung der in der *Leistungsdokumentation* gewonnenen *Leistungsdaten*, unter Berücksichtigung der relevanten Elemente der *Leistungsdiagnoseplanung*. Auf der obersten Hierarchieebene stehen die *Leistungskontrolle* und das *Leistungsmonitoring* (Borde & Thieß, 1993, S. 539; Ferrauti, Fett, et al., 2020, S. 604–606; Hohmann et al., 2020, S. 238).

Bei der *Leistungskontrolle* werden Methoden entwickelt und angewandt, um den aktuellen *Leistungszustand* basierend auf den ermittelten Ist-Daten zu bestimmen. Diese Ist-Daten werden mit den in der *Leistungskonzeption* ursprünglich geplanten



*Leistungserwartungen* und *-prognosen* verglichen (Ist-Sollwert-Vergleich) (Borde & Thieß, 1993, S. 539; Hohmann et al., 2020, S. 238).

Das *Leistungsmonitoring* beinhaltet ausgewählte Methoden der *Leistungskontrolle*, die primär zur unmittelbaren Überwachung der Athletenleistung genutzt werden, um direkt steuernd und präventiv eingreifen zu können (bspw. Player-Load-Monitoring) (Ferrauti, Fett, et al., 2020, S. 177 sowie S. 604-606).

In der *Leistungsauswertung* werden *Ist-Sollwert-Vergleiche*, *Leistungsvergleiche* (von und mit Athleten:innengruppen, Normwerten o.ä.), die *Identifikation von Stärken/Schwächen* und die *Kontrolle* anderer Bereiche, wie bspw. des *Trainingserfolgs* anhand der *Trainingswirkungsanalyse*, durchgeführt (Hohmann et al., 2020, S. 182 sowie S. 235-236).

Die *Leistungsstrukturanalyse* dient der Feststellung und dem besseren Verständnis von Zusammenhängen von *sportlichen Leistungen* und *Leistungsvoraussetzungen* (Hohmann et al., 2020, S. 265). Damit können individuelle *Leistungsanteile* von Einzelspielern:innen in Mannschaftssportarten bestimmt werden oder aber der Zusammenhang der Anteile einzelner *Leistungsfaktoren und -merkmale* am Ergebnis einer komplexen *Leistungskomponente*. Ebenso können daraus Entscheidungs- und Unterscheidungsmerkmale zur Bewertung und Beurteilung, in Form von *Leistungskriterien* abgeleitet werden (Hohmann et al., 2020, S. 224 sowie S. 178-180; Sperling, 1993, S. 539–540).

Bei der *Leistungsverlaufsanalyse* werden die erhobenen *Leistungsdaten* über einen festgelegten Zeitraum hinweg (min. zwei Messzeitpunkte) untersucht (Hohmann et al., 2020, S. 239). Daraus kann der *Leistungszustand*, d.h. die Ausprägung der sportlichen Leistungsfähigkeit und *Leistungsbereitschaft* zu einem bestimmten Zeitpunkt, abgeleitet werden (Röthig & Prohl, 2003c, S. 344; Schnabel et al., 2014, S. 43–44). Teil dessen kann die Bestimmung des *Leistungsniveaus* (siehe *Leistungskonzeption*) oder der *Belastungsintensität* des/der Athleten:in sein (Berger, 1993a, S. 133; Röthig & Prohl, 2003d, S. 610; Schnabel et al., 2014, S. 222–224). Werden mehrere aufeinanderfolgende Zeitpunkte betrachtet, kann abgeleitet werden, wie sich die Leistung über diesen Zeitraum entwickelt hat (= *Leistungsentwicklung*). Hierbei wird die Veränderung des Körperbaus und der inneren Organe (= *endogene Faktoren*), wie bspw. Körpergröße oder -umfang, und die Veränderungen durch äußere Einflüsse (= *exogene Faktoren*), wie bspw. durch Training, unterschieden (Kayser, 2003, S. 339;

Schnabel, 1993c, S. 534–535; Schnabel et al., 2014, S. 56). Die *Leistungsstabilität* gibt Auskunft darüber, ob bestimmte *Leistungsdaten* über einen längeren Zeitraum hinweg konstant bleiben (Heuchert & Schnabel, 1993, S. 541–542).

### **Lenkung**

Basierend auf den in der *Leistungsanalyse* gewonnenen Erkenntnissen soll durch die *Leistungslenkung* auf die vorhergehenden *Prozessphasen* (*Planung, Ausführung und Analyse*) eingewirkt werden. Dadurch kann die *Leistungssteuerung* angepasst und kontinuierlich optimiert werden, um somit auch Gefahren beim *Leistungsvollzug* vorzubeugen. Der Begriff *Leistungslenkung* steht in diesem Modell für den regulierenden (steuernden) Teil der *Leistungssteuerung* und wurde von der *Wettkampflenkung* (siehe Kapitel 2.2.3) abgeleitet, um eine Einheitlichkeit bei den *Prozessphasen* zu erzielen.

So kann bspw. die individuelle *Leistungsgrenze* als definierter Grenzwert dienen, der erreicht werden soll, oder zu dem ein bestimmter Abstand nicht überschritten werden darf (Neumann, 1993, S. 538).

Ein *Prioritätenkatalog* listet und gewichtet die *Fähigkeiten* und *Fertigkeiten*, die für die *sportliche Leistung* in einer Sportart wichtig sind. Dieser hilft, die erhobenen *Leistungsdaten* in den Gesamtkontext der Sportart zu setzen und entsprechend einzuordnen. In diesem Modell wird der *Prioritätenkatalog* nicht nur als globales Instrument für die Sportlergruppe verstanden, sondern vielmehr soll im Rahmen der *Leistungslenkung* daraus ein individueller *Prioritätenkatalog* für Athleten:innen abgeleitet werden, der bestimmte *Leistungskomponenten* für die *Leistungskonzeption* und die *Trainingsplanung* priorisiert und als Kontrollinstrument für die *Leistungsdiagnostik* dienen kann (Hohmann et al., 2020, S. 177 sowie S. 182). Zudem ist ein *Prioritätenkatalog* nicht nur eine einfache Auflistung und Gewichtung von *Leistungskomponenten*, sondern liefert auch Metainformationen, wie bspw. Zusammenhänge zwischen den *Leistungskomponenten*.

Im Rahmen der (*Leistungs-*)*Kontrollverfahren* sollen Methoden und Maßnahmen festgelegt werden, mit denen die *Leistungsfähigkeit* der Athleten:innen diagnostiziert werden kann. Dies muss kontinuierlich geschehen, da sich die Möglichkeiten aufgrund neuer verfügbarer Messinstrumente, wissenschaftlicher Erkenntnisse oder aber veränderter Situationen in der jeweiligen Sportorganisation ändern. Dies können bspw. sportliche Erfolge oder Misserfolge und damit verbundene finanzielle Möglichkeiten sein oder die individuellen Bedürfnisse der Athleten:innen. (Hohmann et al., 2020, S. 182).

Um die Stärken und Schwächen der Athleten:innen einordnen zu können, sind *Vergleichsnormen* erforderlich. Hierbei werden *ideale Normen* (Werte von weltbesten Sportlern:innen oder aus theoretischen Modellen abgeleitet), *statistische Normen* (Mittelwerte und Streuungsangaben von Stichproben) und *funktionale Normen* (Mindestanforderungen die zur Erfüllung einer Leistung erforderlich sind) unterschieden (Hohmann et al., 2020, S. 182–183).

### **Handelnde**

Die Komponente der *Handelnden* soll eine allgemeine Zuordnung der einzelnen Personengruppen in einer Sportorganisation in den entsprechenden *Prozessphasen* zeigen.

Die *Athleten:innen* sind primär in der *Ausführung aktiv teilnehmend*. In den Phasen der *Planung* und *Analyse* sind sie häufig weniger eingebunden, obwohl dies sinnvoll wäre, um hier einerseits ein größeres Verständnis für die Maßnahmen und *Leistungsdaten* zu generieren und andererseits ihre persönliche Erfahrung und ihr subjektives Empfinden einfließen zu lassen. Bei der *Lenkung* sind sie hingegen wieder *aktiv teilnehmend*, da sie durch empfundene *Leistungsgrenzen* und eigene *Prioritäten* ihre *Leistungsbereitschaft* und *-fähigkeit* anpassen.

Die *Trainer:innen* sind über alle Prozessphasen *aktiv teilnehmend*. Lediglich bei der *Leistungsanalyse* sind sie bei der Interpretation der *Leistungsergebnisse* *aktiv* aber können bei der grundlegenden methodischen Entwicklung der Verfahren nur *passiv teilnehmen/gestaltend* sein, da dies primär von *Trainingswissenschaftlern:innen/Leistungsdiagnostikern:innen* umgesetzt wird.

Der Schwerpunkt des/der *Trainingswissenschaftlers:in/Leistungsdiagnostikers:in* liegt entsprechend auch in der konzeptionellen Tätigkeit in den Prozessphasen *Planung*, *Analyse* und *Lenkung*. Bei der *Ausführung* hängt es von den *Testformen* ab. Bei spielnaher Felddiagnostik wird dies primär von den *Trainern:innen* übernommen, bei *Labordiagnostik* wird es zur hauptsächlichen Aufgabe des/der *Trainingswissenschaftlers:in/Leistungsdiagnostikers:in*. Hier gibt es keine klare Trennung der Aufgabengebiete und somit können sich Aufgabenbereiche überschneiden.

Die *Sportmediziner:innen* (inkl. medizinischen Personals) sollten aktiv in der *Planung* (bspw. in der *Leistungskonzeption*), der *Analyse* (bspw. *Belastungsintensität*) und der

*Lenkung* (bspw. bei *Kontrollverfahren* und Handlungsempfehlungen für die *Leistungsplanung*) eingebunden sein. Bei der *Ausführung* sollten medizinische (*Leistungs-*)*Tests* und *Leistungsdaten* in die *Leistungsdokumentation* einfließen, um eine gemeinsame Datenbasis als Grundlage für *Analysen* zu schaffen.

## **2.2.2 Strukturmodell des sportlichen Trainings**

Das zweite Strukturmodell (Abbildung 9) betrifft den Gegenstandsbereich des *sportlichen Trainings*. Der grundlegende Aufbau ist gleich dem vorhergehenden Modell der *Leistungsdiagnostik* (2.2.1.2). *Sportliches Training* stellt die „planmäßige und systematische Realisation von Maßnahmen (*Trainingsinhalte* und *Trainingsmethoden*) zur nachhaltigen Erreichung von Zielen (*Trainingsziele*) im und durch Sport“ (Hohmann et al., 2020, S. 16) dar. Aus der Definition geht der angewandte Charakter des *Trainings* in der Sportpraxis hervor (Carl, 2003a, S. 606–607; Hohmann et al., 2020, S. 16; Köhler, 1993a, S. 867–868; Schnabel et al., 2014, S. 203). Die *Trainingslehre*, als handlungsorientierter Teil der *Trainingswissenschaft*, steht als oberstes Element in diesem Strukturmodell (Carl, 2003c, S. 611; Hohmann et al., 2020, S. 27; Schnabel et al., 2014, S. 878–879).

Daraus ergeben sich die *Trainingsprinzipien*, als allgemeine Planungs- und Handlungsgrundsätze für Sportler:innen, Trainer:innen und Sportorganisationen, die den methodischen Aufbau und Leitlinien für die *Trainingsplanung* und *-durchführung* festlegen (Carl, 2003h, S. 614; Hohmann et al., 2020, S. 24–25; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 101; Schnabel et al., 2014, S. 257).

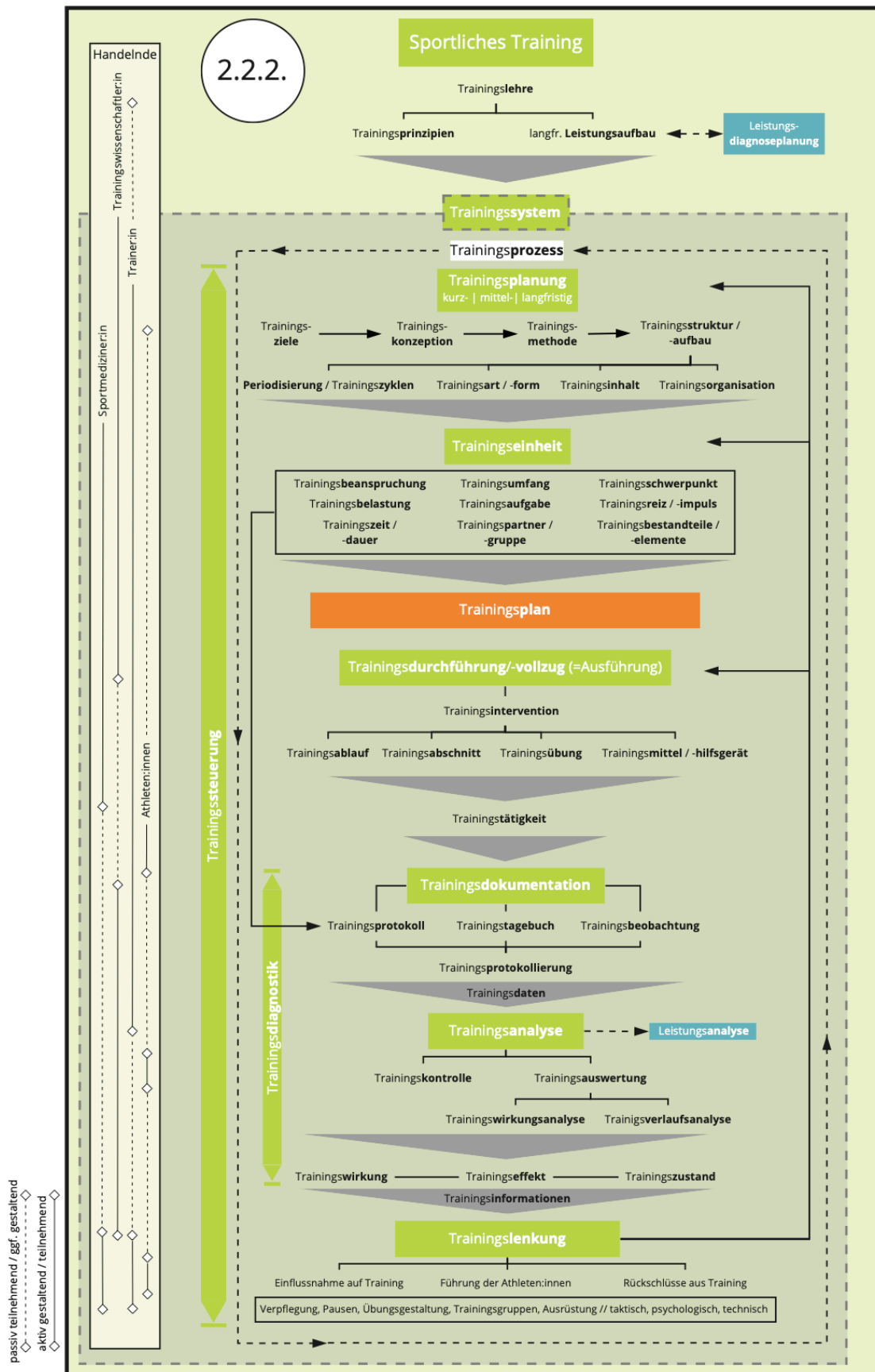


Abbildung 9. Strukturmodell des sportlichen Trainings mit den entsprechenden Komponenten, Prozessphasen, Handelnden und Wechselbeziehungen.

Der in verschiedene Entwicklungsstapen und -phasen strukturierte *langfristige Leistungsaufbau*, bezeichnet einen systematischen und zielorientierten Entwicklungsprozess der *sportlichen Leistungsfähigkeit*. Ziel einer jeden *Trainingsetappe* ist es, die *Leistungsvoraussetzungen* für die darauffolgende Etappe vorzubereiten. Es betrifft sowohl das Nachwuchs- als auch das Hochleistungstraining (Borde, 1993a, S. 532; Hohmann et al., 2020, S. 216; Schnabel et al., 2014, S. 251 sowie S. 401 sowie S. 585). Dieses Element behandelt den *Leistungsaufbau* und lässt eine Redundanz zur *Leistungskonzeption* im Modell der *sportlichen Leistungsfähigkeit* vermuten. Aber beim *Leistungsaufbau* stehen vielmehr die strukturierte Aufteilung in Entwicklungsstapen und der perspektivische Charakter für eine Umsetzung im *Training* im Vordergrund – und sollen im Zusammenspiel mit den *Trainingsprinzipien* eine grundlegende Struktur für das *Trainingssystem* ermöglichen. Daher sind diese beiden Komponenten auch über dem *Trainingssystem* angeordnet.

Das *Trainingssystem* bezeichnet den gesamten inneren Aufbau des *sportlichen Trainings*, mit seiner Vielzahl voneinander abhängiger und miteinander wechselwirkenden Komponenten und Prozesse (Schnabel et al., 2014, S. 399).

Ein wesentlicher Bestandteil des *Trainingssystems* ist die *Trainingssteuerung*, die eine zielorientierte, systematische (kurz-, mittel- und langfristige) Abstimmung und Ausführung aller im *Trainingsprozess* erforderlichen *Prozessphasen* (*Planung, Ausführung, Analyse und Lenkung*) umfasst (Borde & Köhler, 1993, S. 886–887; Carl, 2003i, S. 614–615; Hohmann et al., 2020, S. 207; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 453; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 261–262; Schnabel et al., 2014, S. 437; Weineck, 2010, S. 71–74). Der *Trainingsprozess* beschreibt hierbei die geschlossene Aufeinanderfolge und den Durchlauf der verschiedenen *Prozessphasen* in der *Trainingssteuerung* (Köhler, 1993c, S. 885; Schnabel et al., 2014, S. 399).

### ***Planung (Trainingsplanung und Trainingseinheit)***

Die *Trainingsplanung* beinhaltet den Ausgangspunkt und das gedanklich-konzeptionelle Vorbestimmen aller gesteuerten *Trainingshandlungen*, mit dessen Zielen, Aufgaben, Inhalten und dessen Organisation in einem festgelegten Zeitraum (Borde, 1993i, S. 882; Carl, 2003g, S. 613–614; Hohmann et al., 2020, S. 214; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 454; Schnabel et al., 2014, S. 443; Weineck, 2010, S. 71). Dies wird in diesem Modell in einer Prozesskette dargestellt, deren Ausgangspunkt festgelegte *Trainingsziele* darstellen. Diese sollten klar definierte, messbare, kommunizierte und zeitlich bestimmte Vorgaben

oder Zustände (für Individuen oder Gruppen) sportlicher *Leistungskomponenten* sein, die (durch Trainingstätigkeit) erreicht werden sollen (Carl & Kayser, 2003b, S. 617; Hohmann et al., 2020, S. 16–17; Schnabel, 1993i, S. 891; Schnabel et al., 2014, S. 206 sowie S. 591).

Die darauffolgende *Trainingskonzeption* ist der theoretische Entwurf zur Realisierung dieser *Trainingsziele*. Dies beinhaltet grundlegende Entscheidungen zu den wesentlichen Entwicklungsaspekten der *Leistungsfähigkeit* der Athleten:innen und der Trainingsgestaltung in einem festgelegten Zeitraum (Borde, 1993h, S. 878; Schnabel et al., 2014, S. 590).

Daraus werden die *Trainingsmethoden* als zielgerichtet eingesetzte Vorgehensweisen abgeleitet, um *Trainingsinhalte* zu gestalten und zu vermitteln, die in Form von *Trainingsübungen* bestimmte *Trainingswirkungen* erzielen sollen (Carl, 2003d, S. 611–612; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 105; Schnabel et al., 2014, S. 216).

Dies resultiert in der *Trainingsstruktur* (hier gleichbedeutend mit dem *Trainingsaufbau*), die den (inneren) Aufbau des *sportlichen Trainings* beschreibt. Sie beinhaltet das Verhältnis, die Reihenfolge und zeitliche Beziehung der wesentlichen *Trainingsbestandteilelemente* zueinander sowie die erforderliche Belastung. Dabei können vier wesentliche Komponenten der *Trainingsstruktur* unterschieden werden (Hohmann et al., 2020, S. 216–229; Köhler, 1993d, S. 888; Schnabel et al., 2014, S. 399).

Als erster Schritt sollten die *Periodisierung/Trainingszyklen* geplant werden. Während bei der *Periodisierung* die Einteilung des Trainingsjahres in unterschiedliche *Trainingsperioden* vorgenommen wird (Berger, 1993c, S. 622–624; Carl, 2003f, S. 612–613; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 456; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 279–281; Schnabel et al., 2014, S. 586), sind *Trainingszyklen* wiederkehrende kurz-, mittel- und langfristige Zeitperioden im Rahmen des *Trainingsprozesses* (Berger, 1993f, S. 892; Carl, 2003j, S. 618; Hohmann et al., 2020, S. 227–228; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 283–284; Schnabel et al., 2014, S. 416). Somit kann die *Periodisierung* als Rahmenplan für ein Jahr, bzw. eine Saison gesehen werden, die basierend auf der *Wettkampfplanung* (Kapitel 2.2.3) vorgenommen wird. Innerhalb dessen werden die *Trainingszyklen* zur Entwicklung der *Leistungskomponenten* als *Trainingsprozesse* und im Zusammenspiel mit der *Leistungsdiagnostik* (Kapitel 2.2.1.2) geplant. Der langfristige *Makrozyklus* besteht aus mehreren mittelfristigen *Mesozyklen (MEZ)*, die wiederum aus mehreren

kurzfristigen *Mikrozyklen (MIZ)* bestehen. Mehrere *Trainingseinheiten* bilden einen *Mikrozyklus* (Hohmann et al., 2020, S. 227–228; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 279–281; Schnabel et al., 2014, S. 417). Diese Strukturierung ermöglicht die Planung und Anpassung einzelner *Trainingseinheiten* im Gesamtprozess eines langfristig geplanten *Leistungszustandes* der jeweiligen Athleten, abgestimmt auf die *Wettkampfplanung*.

Wesentlicher Bestandteil der *Trainingszyklen* ist die Intensität der *Trainingsbelastung*, die über die *Trainingsart/-form*, *Trainingsinhalte* und *Trainingsorganisation* gestaltet werden kann. Die *Trainingsart/-form* beschreibt hierbei den Schwerpunkt des Trainings im Hinblick auf die zu trainierende *Leistungskomponente*. Wesentliche gestalterische Merkmale sind hierbei die „Ziele, Inhalte, Methoden, Mittel, organisatorischen Formen, Beanspruchungsschwerpunkte, Spezialisierungsgrade“ (Berger, 1993d, S. 872–873). Konkret umzusetzende sportpraktische Maßnahmen, die zur Verwirklichung der *Trainingsziele* beitragen, werden in Form von *Trainingsinhalten* festgelegt (Carl & Kayser, 2003a; Hohmann et al., 2020, S. 17; Köhler, 1993b, S. 877; Schnabel et al., 2014, S. 211 sowie S. 590). Der detaillierte *Trainingsablauf* anhand ausgewählter *Trainingsübungen*, sowie die Ordnung und Aufstellung der Athleten:innen und Hilfsmittel werden in der *Trainingsorganisation* geplant (Borde, 1993c, S. 614; Schnabel et al., 2014, S. 447).

Die Inhalte dieser einzelnen Elemente der *Trainingsplanung* werden in diesem Strukturmodell in der *Trainingseinheit*, als kleinstem in sich geschlossenem und wiederkehrendem Abschnitt im *Trainingsprozess*, zusammengeführt und für die sportpraktische Anwendung optimal angeordnet (Borde, 1993g, S. 875; Carl, 2003b, S. 609; Hohmann et al., 2020, S. 229–230; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Schnabel et al., 2014, S. 418). Die darin enthaltenen Elemente (siehe Abbildung 9) sollten möglichst kompakt und standardisiert festgelegt werden. So sollten bereits in der *Trainingsplanung* feste Skalen (bspw. Belastungsskala von 0-12) oder Abschnitte definiert werden. Somit wird die *Trainingsdokumentation* vereinfacht und eine bessere Vergleichbarkeit ermöglicht.

Der *Trainingsplan* deckt sich mit den in der *Trainingseinheit* enthaltenen Elementen und stellt das grundlegende und ausführende Dokument (deshalb in Orange gestaltet) für die *Trainingsdurchführung/ den Trainingsvollzug* dar (Hottenrott & Neumann, 2020, S. 275). Dabei dient er zusätzlich als Grundlage (oder Formular) für die *Trainingsprotokollierung*. *Trainingspläne* müssen nicht zwangsläufig nur auf eine *Trainingseinheit* beschränkt sein, sondern können auch über länger definierte Zeiträume geplant werden. Sie können



zudem als Gruppen- oder individuelle *Trainingspläne* gestaltet sein (Borde, 1993i, S. 882; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 275–276).

### **Ausführung (Trainingsdurchführung/-vollzug und Trainingsdokumentation)**

Mit der Komponente *Trainingsdurchführung/-vollzug* beginnt die ausführende Phase des *Trainingsprozesses* und somit der systematische Vollzug der in der *Trainingsplanung* festgelegten *Trainingsintervention*. Dies bezeichnet das systematisch geplante und wiederholte Beeinflussen des *Leistungszustand* eines Athleten (Hohmann et al., 2020, S. 208). Im *Trainingsablauf* werden die *Trainingsabschnitte* mit den jeweiligen *Trainingsübungen* vollzogen (Schnabel, 1993h, S. 888–889; Schnabel et al., 2014, S. 214–215). Dabei müssen Athleten:innen die ihnen gestellten *Trainingsaufgaben* (wiederholt) lösen, um die festgelegten *Trainingsziele* zu erreichen. Häufig werden hierbei unterstützend *Trainingsmittel/Trainingshilfsgeräte* eingesetzt (Carl, 2003e, S. 612; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 447; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 105; Köhler & Schnabel, 1993, S. 880–881; Schnabel et al., 2014, S. 212–213; Weineck, 2010, S. 38).

Dies resultiert in der (durch den/die Athleten:innen) ausgeführten *Trainingstätigkeit*, einer auf ein Handlungsziel ausgerichteten *Trainingshandlung*, bei der (außerhalb eines offiziellen sportlichen Wettkampfes) eine *Trainingsleistung* erzielt wird (Mathesius, 1993a, S. 372; Schnabel, 1993g, S. 879).

### **Diagnostik**

Die *Trainingsdiagnostik* ist in diesem Strukturmodell (Abbildung 9) seitlich, da übergreifend über zwei Prozessphasen, angeordnet. Sie umfasst die *Dokumentation* trainingspraktischer Ist-Werte (= *Trainingsdokumentation*) und die darauf aufbauende *Trainingsanalyse*, mit der *Trainingskontrolle* und der *Trainingsauswertung*. Die *Trainingsdiagnostik* steht in enger Verbindung zur *Leistungsdiagnostik* und kann daher nicht isoliert gesehen werden (Hohmann et al., 2020, S. 235–236; Schnabel et al., 2014, S. 451–453).

Die *Trainingsdokumentation* bezeichnet hierbei die reine Aufzeichnung von *Trainingsdaten* des ausgeführten Trainings und startet daher bereits in der *Prozessphase* der *Ausführung* (Borde, 1993f, S. 875; Schnabel et al., 2014, S. 451; Starischka, 2003c, S. 609; Weineck, 2010, S. 68). Die darin enthaltenen Elemente sind nicht trennscharf, da es, je nach Gestaltung und Einsatz, große Überschneidungen geben kann. Ziel ist es, Aufzeichnungen zu erhalten, die eine besonders zuverlässige

Nachvollziehbarkeit der *Trainingstätigkeit* über einen längeren Zeitraum ermöglichen und qualitative *Trainingsdaten* für die spätere *Trainingsanalyse* bereitstellen – die möglichst die Inhalte der *Trainingsplanung* widerspiegeln, um diese auch bewertbar zu machen.

Das bereits zuvor erwähnte *Trainingsprotokoll* basiert auf den Elementen der *Trainingseinheit*, bzw. dem daraus resultierenden *Trainingsplan*. Entsprechend ist es ein stark strukturiertes und standardisiertes Dokument, bzw. eine Vorlage, um quantitative (und qualitative) Ausprägungen verschiedener Kategorien zur jeweiligen *Trainingseinheit* und während der *Trainingstätigkeit* zu erfassen (Borde, 1993j, S. 885; Hohmann et al., 2020, S. 236–237; Schnabel et al., 2014, S. 451).

Das zweite Element stellt das *Trainingstagebuch* dar, dass von Athleten:innen und Trainern:innen geführt werden sollte und häufig subjektive Empfindungen und Einschätzungen enthält. Die darin enthaltenen Kategorien können sich mit dem *Trainingsprotokoll* decken (bspw. *Trainingsdauer* oder empfundene *Trainingsbelastung*), oder zusätzliche Information außerhalb des eigentlichen *Trainings* (bspw. Schlafqualität oder Schmerzempfinden) erfassen (Borde, 1993k, S. 888; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Schnabel et al., 2014, S. 451).

Das dritte Element ist die *Trainingsbeobachtung*. Diese wird in der Regel von den Betreuern:innen durchgeführt, ist entsprechend stark subjektiv und kann sowohl quantitativ (bspw. Bewertungsskalen) als auch qualitativ (bspw. schriftliche Anmerkungen) ausgeprägt sein. Dies können generelle Leistungsbewertungen der Athleten:innen während des Trainings sein oder die beschreibende Ausführung einer *Trainingsübung* beim Technik-, Athletik- oder Rehabilitationstraining (Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Starischka, 2003b, S. 608; Thieß, 1993e, S. 874).

Die Trainingsprotokollierung bezeichnet die tatsächliche Erhebung der Ist-Daten im Sinne von Aufzeichnungen dieser drei Formen der Trainingsdokumentation (Hohmann et al., 2020, S. 236; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458). Dabei werden alle (technischen) Möglichkeiten subsumiert, um die Trainingstätigkeit in Form von Trainingsdaten zu erfassen (bspw. Notizen, Videoaufzeichnung oder sensorbasierte Datenerfassung).

Als zweite Komponente der *Trainingsdiagnostik* befasst sich die *Trainingsanalyse* mit der möglichst objektiven Auswertung und Beurteilung leistungsbestimmender *Trainingsinhalte* und *-strukturen* anhand der in der *Trainingsdokumentation* gewonnenen *Trainingsdaten* in einem definierten Zeitraum (Hohmann et al., 2020, S. 235–236;

Hottenrott & Neumann, 2014, S. 291; Schnabel et al., 2014, S. 451–453; Thieß, 1993d, S. 871–872). Es besteht ein starker Bezug zur *Leistungsdiagnostik* (Kapitel 2.2.1.2).

Die *Trainingskontrolle* bezieht sich primär auf die unmittelbare Überwachung der Athleten:innen und des absolvierten Trainings anhand aussagekräftiger Indikatoren. Hierbei wird auf direkt verfügbare *Trainingsdaten* (möglichst live) aus der *Trainingsdokumentation* und der *Leistungsanalyse* zugegriffen. Dies kann individuell geschehen, um bspw. den aktuellen *Leistungszustand* eines:r einzelnen Athleten:in auf Unterforderung oder Überlastung zu kontrollieren. Andererseits kann sie auf Gruppenebene durchgeführt werden, um bspw. unmittelbar die Wirksamkeit der *Trainingseinheit* oder einzelner *Trainingsübungen* anhand der durchschnittlichen *Trainingsbelastung* zu kontrollieren (Hohmann et al., 2020, S. 235–236; Starischka, 2003d, S. 610–611).

Die dem *Training* meist nachgelagerte *Trainingsauswertung* fokussiert die analytische Perspektive. Die *Trainingsverlaufsanalyse* beschreibt den *Trainingsprozess* über einen Zeitraum hinweg (min. zwei Messzeitpunkte). Wird zusätzlich ein Bezug zur *Leistungsverlaufsanalyse* (siehe Kapitel 2.2.1.2) hergestellt, können zudem Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der *Trainingsstruktur* abgeleitet werden. Bei der *Trainingswirkungsanalyse* werden (computergestützt) Zusammenhänge zwischen *Trainings-* und *Leistungsdaten* untersucht. Aus der *Trainingsanalyse* resultieren *Trainingsinformationen*, die Erkenntnisse über den *Trainingseffekt* (= nachweisbare Auswirkung einer *Trainingsintervention*), *Trainingszustand* (= Zustand eines/einer Athleten:in zu einem bestimmten Zeitpunkt) oder die *Trainingswirkung* (= Zusammenhang zwischen *Training* und *Leistungsentwicklung*) liefern können (Berger, 1993e, S. 891–892; Borde, 1993e, S. 873; Hohmann et al., 2020, S. 208 sowie S. 235–241; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 31; Köhler, 1993e, S. 889–890; Röthig & Prohl, 2003e, S. 617).

### **Lenkung**

Die *Trainingsinformationen* sind die Grundlage für die *Trainingslenkung*, um auf die vorhergehenden *Prozessschritte* (*Planung*, *Ausführung* und *Analyse*) einzuwirken und den *Trainingsprozess* anzupassen. Der Begriff *Trainingslenkung* steht in diesem Modell für den regulierenden (steuernden) Teil der *Trainingssteuerung* (Hohmann et al., 2020, S. 207; Schnabel et al., 2014, S. 437). Dies ist häufig die Aufgabe des/der Trainers:in, in

Form von *Coaching*, kann aber auch durch andere Betreuer:innen oder Athleten:innen untereinander (bspw. durch Führungsspieler:innen) geschehen.

Unmittelbare Lenkungsmaßnahmen sind die, bei denen die *Lenkenden* während der *Trainingstätigkeit* regulierend auf die Athleten:innen einwirken. Bei der *Führung der Athleten:innen* (eines einzelnen oder einer Gruppe) wirken die Lenkenden auf die Individuen ein, bspw. durch persönliche Ansprache. Bei der *Einflussnahme auf das Training* verändern die *Lenkenden* die Rahmenbedingungen so, dass Veränderungen der *Trainingstätigkeit* herbeigeführt werden. Eine nachgelagerte *Trainingslenkung* hingegen bezeichnet *Rückschlüsse aus dem Training*, die von den *Teilnehmenden* gezogen werden, anhand derer lenkend auf Phasen des *Trainingsprozesses* eingewirkt wird. Die in Kapitel 2.2.2 dargestellten Möglichkeiten zur *Trainingslenkung* sind unterschiedlich. Dies kann materiell (Anpassung der *Ausrüstung*), *psychologisch* (motivierende Ansprache) oder aber im *Trainingsablauf* (Neugestaltung der *Trainingsgruppe*) geschehen (Conzelmann, Hänsel, & Höner, 2013, S. 306–309; Hackfort, 2003, S. 119; Heinemann, 2003, S. 207–208; Schnabel et al., 2014, S. 556; Weineck, 2010, S. 25).

### **Handelnde**

Die Athleten:innen sind primär in den umsetzenden Komponenten der *Trainingsdurchführung / des Trainingsvollzugs*, im Sinne der *Trainingstätigkeit aktiv gestaltend*. Die *Trainingskontrolle* ist in Form persönlich empfundener *Leistungsgrenzen* erst einmal subjektiv und kann sich aktiv auf die *Trainingslenkung* auswirken – wenn die *Trainingsintensität* entsprechend persönlich empfundener *Leistungsgrenzen* angepasst wird. In der *Trainingslenkung* bestehen zahlreiche weitere Einflussmöglichkeiten für die *Athleten:innen*. Darüber hinaus könnten und sollten die *Athleten:innen* in die *Trainingsplanung*, *Trainingsdokumentation* und weiterführende *Trainingsanalyse* eingebunden werden.

Die *Trainer:innen (Coach)* sind erwartungsgemäß in allen *Prozessphasen aktiv gestaltend/teilnehmend*. Je nach Persönlichkeit der Trainer:innen kann allerdings die *Trainingsanalyse* völlig unterschiedlich ausfallen. In manchen Sportorganisationen werden umfassende *Trainingsanalysen* in den unterschiedlichen Bereichen von den jeweiligen *Trainern* durchgeführt. Gelegentlich dient hingegen noch ein subjektives Bauchgefühl als alleinige oder hauptsächliche Entscheidungsgrundlage (Ferrauti & Remmert, 2020, S. 24; Heinemann, 2003, S. 207–208; Hohmann et al., 2020, S. 261–

262; Schnabel et al., 2014, S. 207-210 sowie S. 556-558; Weineck, 2010, S. 22-23 sowie S. 29-32).

In manchen Sportorganisationen wird die *Trainingsanalyse* auch von *Trainingswissenschaftlern:innen* (meist gleichzeitig Teil des Trainer:innenstabs) übernommen und die *Trainer:innen* arbeiten mit den daraus resultierenden aufbereiteten Erkenntnissen. Entsprechend wirkt der/die *Trainingswissenschaftler:in* sehr stark bei der Aufbereitung der theoretischen Grundlagen aus der *Trainingswissenschaft*, in der *Trainingsplanung*, *-dokumentation* und *-analyse* mit. In seiner/ihrer reinen Tätigkeit als *Trainingswissenschaftler:in* ist er/sie in der *Trainingsdurchführung/im Trainingsvollzug* und entsprechend der *Trainingslenkung* höchstens unterstützend und beobachtend tätig (Hohmann et al., 2020, S. 29–30; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 454).

Die *Sportmediziner:innen* (inkl. medizinischem Personal) sind *aktiv* in der *Planung* (bspw. *Trainingsbelastung*), *Ausführung* (bspw. Notfallbetreuung) und *Lenkung* (bspw. Schutz des/der Athleten:innen) beteiligt. Bei der *Trainingsdokumentation* greifen sie primär *passiv* auf die bestehenden Daten zu und können bei der *Trainingsanalyse* *aktiv* durch eigene Daten unterstützen (aus der Fünten, Faude, Skorski, & Meyer, 2013, S. 186; Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 159; Hohmann et al., 2020, S. 21; Schnabel et al., 2014, S. 504–511).

### **2.2.3 Strukturmodell des sportlichen Wettkampfes**

Das dritte Strukturmodell (Abbildung 10) betrifft den Gegenstandsbereich des *sportlichen Wettkampfes*. Der grundlegende Aufbau ist gleich den vorhergehenden Modellen der *Leistungsdiagnostik* (Kapitel 2.2.1.2) und des *sportlichen Trainings* (Kapitel 2.2.2). *Sportlicher Wettkampf* bezeichnet den *Leistungsvergleich* von einzelnen Sportlern oder Mannschaften, basierend auf sportartspezifischen *WettkampfregeIn*, mit dem Ziel, einen Sieger (eine Rangfolge) zu ermitteln (Güllich & Krüger, 2013, S. 535; Hohmann et al., 2020, S. 244; Schnabel et al., 2014, S. 515; Starischka, 2003e, S. 651–653).

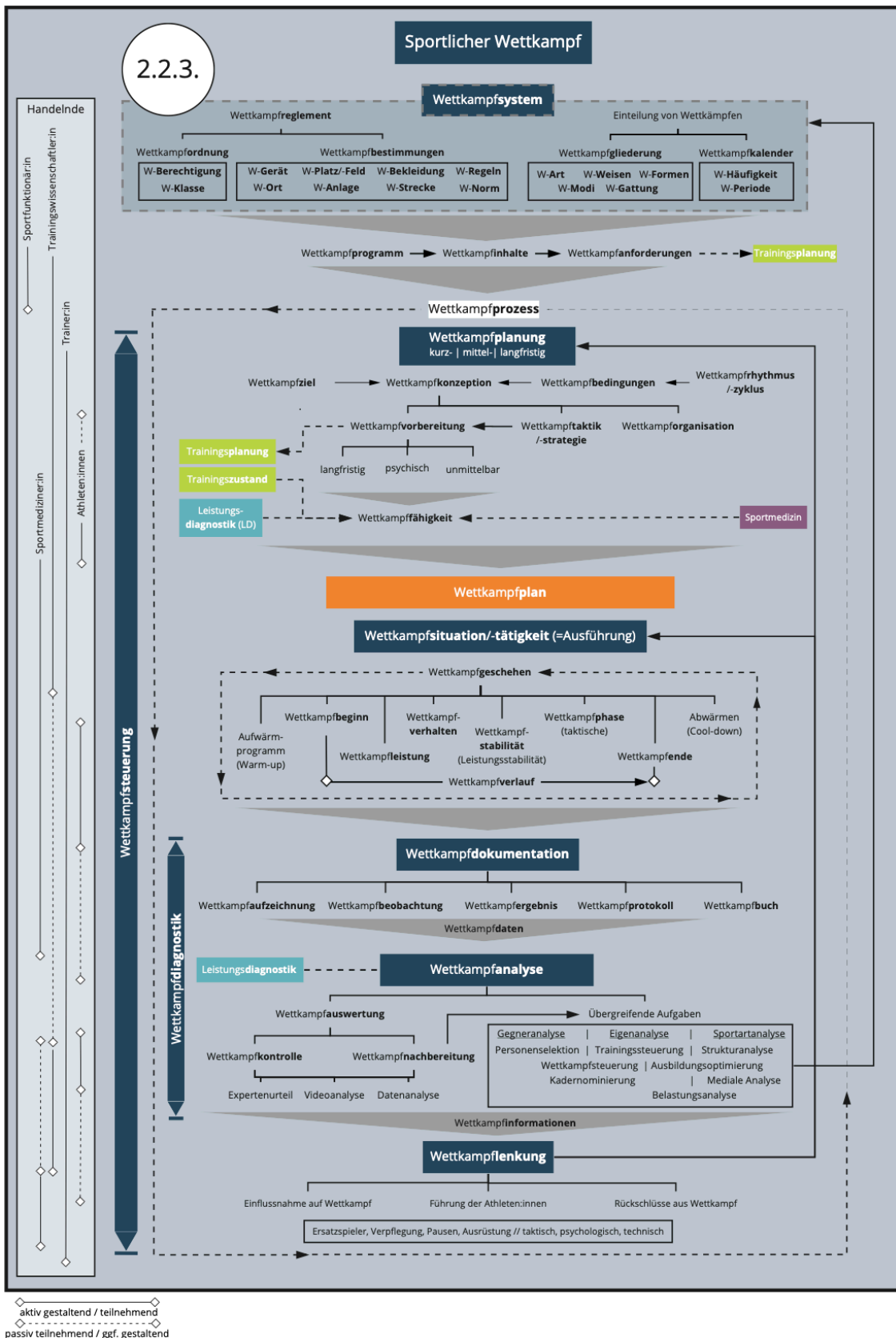


Abbildung 10. Strukturmodell des sportlichen *Wettkampfs* mit den entsprechenden Komponenten, Prozessphasen, Handelnden und Wechselbeziehungen.

Das *Wettkampfsystem* umfasst die organisatorische Ebene von *Wettkämpfen*, das die Summe aller „Wettkämpfe in einer Sportart, mit festgelegten Austragungsformen und WettkampfregeIn“ (Schnabel et al., 2014, S. 518) beschreibt und den „Jahresaufbau und die Periodisierung des Trainings bestimmt“ (Hottenrott & Hoos, 2013, S. 456). Hier liegt auch ein wesentlicher Unterschied zu den beiden anderen *Gegenstandsbereichen der Trainingswissenschaft*. Im Wesentlichen unterteilt sich das hier entworfene Strukturmodell des *Wettkampfsystems* in zwei Bereiche: Das *Wettkampfreglement* stellt verbindliche organisatorische Festlegungen zur Vorbereitung, Ausführung und Bewertung von *Wettkampfleistungen* dar. Die *Wettkampfordnung* wirkt hierbei indirekt auf die Wettkämpfe ein und enthält die organisatorischen Maßnahmen zur Verbreitung und Durchführung des Wettkampfbetriebs. Die *Wettkampfbestimmungen* hingegen wirken direkt auf den Wettkampf ein, da sie eine Sammlung von Festlegungen zur Ausführung der Wettkämpfe enthalten (Güllich & Krüger, 2013, S. 537; Schnabel et al., 2014, S. 520).

Der zweite Bereich, zusammengefasst unter „*Einteilung von Wettkämpfen*“, beinhaltet die *Wettkampfgliederung* mit der Unterscheidung der Wettkämpfe. Die Gesamtheit der Wettkämpfe eines Verbandes resultiert im *Wettkampfkalendar*, der die *Wettkampfhäufigkeit* und *Wettkampfperiode* regelt (Ferrauti & Remmert, 2020, S. 44; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 456–457; Schnabel et al., 2014, S. 520; Weineck, 2010, S. 92; Wiewelhove, 2020, S. 292; Wille, 1993d, S. 958).

Aus dem *Wettkampfsystem* resultiert das *Wettkampfprogramm* mit den entsprechenden *Wettkampfinhalten*, die als Rahmenwerk mit Festlegungen und Hinweisen zur Durchführung aller Sportarten/Disziplinen eines Wettkampfes dienen. Daraus können die *Wettkampfanforderungen* an die Athleten:innen abgeleitet werden, um diese in der *Trainingsplanung* zu berücksichtigen (Schnabel et al., 2014, S. 521–525; Wille, 1993f, S. 961).

Die Bestandteile der Wettkampfsteuerung sind entsprechend der Prozessphasen der vorhergehenden Strukturmodelle die Wettkampfplanung (Planung), Wettkampfsituation/-tätigkeit (Ausführung), Wettkampfdiagnostik (Diagnostik) und Wettkampflenkung (Lenkung) (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 86–87; Schnabel et al., 2014, S. 537 sowie S. 540). Hohmann et al. (2020, S. 254) unterteilen dies leicht anders in Wettkampfvorbereitung (Leistungszustand & Wettkampfstrategie), Wettkampflenkung (Wettkampfverhalten & Wettkampftaktik) und Wettkampfnachbereitung (Wettkampfziel & Wettkampferfahrung), worin sie sich auch

mit Ferrauti, Schneider, et al. (2020, S. 86–87) decken. Dennoch wurde für dieses Strukturmodell die Aufteilung von Schnabel et al. (2014, S. 527) gewählt, da es sich mit der Vereinheitlichung zur Untergliederung der vier Prozessphasen dieser Arbeit deckt.

### **Planung**

Das vorgegebene *Wettkampfsystem* liefert den Rahmen für die *Wettkampfplanung*, woraus wiederum die *Trainingsplanung* (Kapitel 2.2.2) resultiert, um die *Leistungsentwicklung* entsprechend so zu gestalten, dass sich die Athleten:innen/Mannschaft zu den entscheidenden Zeitpunkten auf dem höchstmöglichen *Leistungsniveau* befinden. Es sollten auch hier verschiedene *kurz-, mittel- und langfristige* Planungsphasen bestimmt werden.

Wie schon in den beiden vorhergehenden Strukturmodellen sollte der erste Schritt der *Wettkampfplanung* die Bestimmung von *Wettkampfzielen* sein, die unter Berücksichtigung der eigenen Voraussetzungen eine planmäßige und systematische Ableitung von Maßnahmen und eine zielgerichtete Arbeit ermöglichen. Dies können übergeordnete Ziele (bspw. die Gesamtplatzierung bei einem Turnier) oder unmittelbare Ziele (der nächste Wettkampf oder bestimmte Wettkampfinhalte) sein.

Die darauffolgende *Wettkampfkonzepktion* ist der theoretische Entwurf zur Realisierung dieser *Wettkampfziele*, unter Berücksichtigung externer (bspw. *Wettkampfbedingungen* und *Wettkampfrhythmus*) und interner Faktoren (bspw. *Leistungsfähigkeit* oder *Trainingsbelastung* der verfügbaren Athleten). Der *Wettkampfrhythmus/-zyklus* (resultiert aus dem *Wettkampfkalender*) ist eine der entscheidenden Einflussfaktoren auf die *Wettkampfbedingungen*, die wiederum alle Einflussfaktoren des auszutragenden *Wettkampfes* (bspw. Gegner, Klima, Zeit oder Ort) beinhalten (Mathesius, 1993c, S. 959; Schnabel et al., 2014, S. 550–556).

Basierend darauf kann die *Wettkampfvorbereitung* (*langfristig, psychisch und unmittelbar*) vorgenommen werden. Ein weiteres Element der *Wettkampfkonzepktion* ist die *Wettkampftaktik/-strategie*, die auf die *Wettkampfvorbereitung* einwirkt. Teilweise wird diese als Bestandteil der *Wettkampfvorbereitung* gesehen, soll in diesem Strukturmodell aber aufgrund der hohen Komplexität und auch deren Bedeutung gesondert aufgeführt werden. Zudem wird so der Bezug der *Wettkampfvorbereitung* auf die einzelnen Athleten:innen unter Berücksichtigung der *Wettkampftaktik/-strategie* deutlicher (Hohmann et al., 2020, S. 255–259; Lehnert & Thieß, 1993, S. 967–968; Schnabel et al., 2014, S. 546–551; Starischka, 2003g, S. 654; Weineck, 2010, S. 104–



106). Das dritte Element der *Wettkampfkonzepktion* stellt die *Wettkampforganisation* dar, worin alle Aktivitäten (von Sportverbänden, -vereinen, Mannschaften oder Athleten) die zur Planung der Abwicklung (Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung) von Wettkämpfen dienen, enthalten sind (Wille, 1993e, S. 960). Die *Wettkampfvorbereitung* ist ein wesentlich beeinflussender Bestandteil für die *Trainingsplanung*.

Die *Wettkampffähigkeit* bezeichnet die Voraussetzungen für eine:n Athleten:in / eine Mannschaft, die erfüllt sein müssen, um am Wettkampf aktiv teilnehmen zu können. Diese Voraussetzungen resultieren aus der *Wettkampfvorbereitung*, dem *Trainingszustand*, der *Leistungsfähigkeit* (bestimmt durch die *Leistungsdiagnostik*) und der sportmedizinischen Berechtigung (Diagnostik und Einschätzung durch *Sportmedizin*).

Der *Wettkampfplan* stellt im Kontext dieses Strukturmodells ein detailliertes und ausgearbeitetes Dokument (daher in Orange) dar, das alle Elemente der *Wettkampfplanung* enthält, die für die *Wettkampfsituation/-tätigkeit* relevant sind.

### **Ausführung**

In der *Wettkampfsituation/-tätigkeit* wurden zwei Begriffe zu einer Komponente zusammengefügt, die beide die *Ausführung* und den fortwährend veränderten Ablauf im Wettkampf beschreiben (Barth, 1993a, S. 962–963; Schnabel et al., 2014, S. 515 sowie S. 537). Das *Wettkampfgeschehen* bezeichnet den Ablauf und die Wechselwirkungen aller Ereignisse, die während eines *Wettkampfes* von Athleten:innen und Mannschaften ausgehen oder aber (von außen) auf diese einwirken (Hohmann et al., 2020, S. 243).

Das erste Element des *Wettkampfgeschehens* bildet das *Aufwärmprogramm (Warm-up)*, mit ausgewählten Übungen in einem festgelegten Ablauf, um Verletzungen vorzubeugen und den bestmöglichen *Leistungszustand* zu erreichen (Berger, 1993b, S. 274; Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 90; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 200; Schnabel et al., 2014, S. 318; Starischka, 2003a, S. 59–60). Der *Wettkampfbeginn* stellt den Start des *Wettkampfverlaufs* (Hohmann et al., 2020, S. 261–264; Mathesius, 1993d, S. 967) gemäß der *Wettkampfbestimmungen* dar (Schnabel et al., 2014, S. 533; Wille, 1993a, S. 953). Der *Wettkampfverlauf* ist geprägt durch die *Wettkampfleistung* (erbrachte sportliche *Leistung* im *Wettkampf*) (Hohmann et al., 2020, S. 262; Schnabel, 1993j, S. 959; Schnabel et al., 2014, S. 515), das *Wettkampfverhalten* (Gesamtheit der wettkampfbezogenen Handlungen von Athleten:innen und Mannschaften während des Wettkampfes) (Barth, 1993b, S. 966–967; Hohmann et al., 2020, S. 250; Schnabel et al.,

2014, S. 116) und die *Wettkampfstabilität* (konstante sportliche Leistung während eines Wettkampfes) in verschiedenen *Wettkampfphasen* (einzelne charakteristische Abschnitte im *Wettkampfverlauf*) (Heuchert, 1993, S. 961; Hohmann et al., 2020, S. 71). Das *Wettkampfende* ist die Beendigung des *Wettkampfes* gemäß der *Wettkampfbedingungen* und somit auch des *Wettkampfverlaufes* (Wille, 1993c, S. 956). Das letzte Element des *Wettkampfprozesses* stellt das *Abwärmen* (*Cool-down*) dar, das der Beschleunigung der Regeneration dient (Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458).

### **Diagnostik**

Die *Wettkampfdiagnostik* bezeichnet die (standardisierte) Erfassung, Auswertung und (möglichst objektive) Bewertung des *Wettkampfgeschehens* und dessen Ausprägung. Die daraus resultierenden *Wettkampfinformationen* sollen unmittelbar (im Wettkampf) oder nachträglich (im Training) lenkend eingesetzt werden (Hohmann et al., 2020, S. 245 sowie S. 264; Schnabel et al., 2014, S. 559). Die Komponente der *Wettkampfdokumentation* beinhaltet die Aufzeichnungen der von Athleten:innen/Mannschaften vollbrachten *sportlichen Leistung* während der *Wettkampfsituation/-tätigkeit*, sowie des *Wettkampfgeschehens*.

Unter *Wettkampfaufzeichnung* werden in diesem Modell alle technischen Möglichkeiten subsumiert, um die *Wettkampfsituation/-tätigkeit* in Form von *Wettkampfdaten* zu erfassen (bspw. Videoaufzeichnung oder sensorbasierte Datenerfassung) (Hohmann et al., 2020, S. 266). Bei der *Wettkampfbeobachtung* handelt es sich um ein subjektives und qualitatives (technisch unterstütztes) Verfahren zur systematischen Inspektion (Eindrucksanalyse/Spielbeobachtung) des *Wettkampfes*. Es sollte durch entsprechend geschultes Personal durchgeführt werden (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 75; Hohmann et al., 2020, S. 267 sowie S. 270; Starischka, 2003f, S. 653; Thieß, 1993f, S. 954–955). Darüber hinaus können *Wettkampfergebnisse* (Resultate der sportlich vollzogenen Leistung während der *Wettkampftätigkeit*) (Hohmann et al., 2020, S. 264; Schnabel, 1993d, S. 535; Schnabel et al., 2014, S. 41), *Wettkampfprotokolle* (Wille, 1993g, S. 961) und *Wettkampfbücher* (Wille, 1993b, S. 955–956) zur *Wettkampfdokumentation* genutzt werden.

Basierend auf den in der *Wettkampfdokumentation* entstehenden *Wettkampfdaten* kann die *Wettkampfanalyse* durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um die (möglichst) standardisierte Auswertung und objektive Bewertung der *Wettkampfleistung*, um daraus entstehende *Wettkampfinformationen* unmittelbar im *Wettkampf* oder nachträglich im

*Training* lenkend einsetzen zu können (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 72; Hohmann et al., 2020, S. 262; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458–459; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 292; Schnabel et al., 2014, S. 592). Die *Wettkampfanalyse* steht in unmittelbarer Verbindung zur *Leistungsdiagnostik* und liefert wichtige *Wettkampfinformationen* für diese.

Die *Wettkampfauswertung* befasst sich mit der grundsätzlichen Verarbeitung der *Wettkampfdaten*, um daraus (*Wettkampf-*)*Informationen* zu gewinnen (Hohmann et al., 2020, S. 264; Schnabel et al., 2014, S. 537). Ziel der *Wettkampfkontrolle* ist die unmittelbare Anwendung von (vordefinierten) Auswertungen (bspw. anhand von Grenzwerten) um Rückschlüsse auf die *Wettkampfsituation/-tätigkeit* zu ziehen und möglichst direkt intervenieren zu können (Hohmann et al., 2020, S. 261). Entsprechend müssen die hierfür relevanten *Wettkampfinformationen* schnell und klar verständlich verfügbar sein. Im Unterschied dazu ist die *Wettkampfnachbereitung* der rückwirkende Blick auf die *Wettkampfsituation/-tätigkeit*, um diese ausführlich analysieren und bewerten zu können. Hier ergibt sich die Möglichkeit zu komplexeren und aufwändigeren Analysen (Hohmann et al., 2020, S. 261–264; Schnabel et al., 2014, S. 537).

Sowohl für die *Wettkampfkontrolle* als auch die *Wettkampfnachbereitung* stehen folgende Verfahren zur Verfügung (Hohmann et al., 2020, S. 266):

- *Expertenurteil*: subjektive Beurteilung der *Wettkampfleistung* anhand qualitativer und/oder quantitativer Aussagen;
- *Videoanalyse*: standardisierte Auswertung der *Wettkampftätigkeit* anhand von Bewegtbild;
- *Datenanalyse*: computergestützte statistische Verfahren zur Auswertung der *Wettkampfdaten*;

Die *übergreifenden Aufgaben* der *Wettkampfanalyse* können in drei unterschiedliche Kategorien der *Wettkampfauswertung* unterteilt werden: die *Gegneranalyse*, die *Eigenanalyse* und die *Sportartanalyse*. Die Anordnung der beinhalteten Elemente folgt hier dem Versuch, eine gewisse Systematik darzustellen. Während sich einige Elemente klar zuordnen lassen (bspw. die *Trainingssteuerung*), sind andere (bspw. die *Belastungsanalyse*) übergreifend und somit in der Schnittstelle positioniert (Hohmann et al., 2020, S. 264–265).

## **Lenkung**

Das Ergebnis der *Wettkampfdiagnostik* stellt in dem hier entworfenen Strukturmodell die Gewinnung von *Wettkampfinformationen* aus den *Wettkampfdaten* dar, auf deren Basis die *Wettkampflenkung* durchgeführt werden kann. Entgegen mancher Definitionen geht in diesem Strukturmodell die *Wettkampflenkung* über die unmittelbare Intervention auf die Prozessphase der *Wettkampfsituation/-tätigkeit* hinaus und wirkt sich auch auf die Phase der *Wettkampfplanung* aus (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 87; Hohmann et al., 2020, S. 261). Entsprechend ist die unmittelbare *Einflussnahme auf den Wettkampf* das erste Element der *Wettkampflenkung* und wird häufig auch gleichbedeutend mit *Coaching* verwendet. Je nach Sportart und *Wettkampfbedingungen* gestalten sich die Möglichkeiten unterschiedlich. Ebenfalls unmittelbar während des Wettkampfes wirkt sich die *Führung der Athleten:innen* aus, indem der/die Trainer:in/Coach auf die Athleten:innen einwirkt. *Rückschlüsse aus dem Wettkampf* kann der/die Trainer:in/Coach unmittelbar ziehen und direkt auf das *Wettkampfverhalten* (bspw. *taktische* Anpassungen) einwirken; oder aber nachgelagert, für die nächste *Wettkampf-* oder *Trainingsplanung* (Hohmann et al., 2020, S. 261; Schnabel et al., 2014, S. 557–558).

## **Handelnde**

Die *Athleten:innen* sind in den Prozessphasen *Planung, Ausführung* und *Analyse* aktiv involviert. Je nach Sportorganisation kann es mehr oder weniger stark ausgeprägt sein. In der *Wettkampflenkung* können sie *aktiv* werden, indem sie bspw. *Mitspieler:innen* instruieren oder motivieren.

Die *aktive Teilnahme* und *Gestaltung* der *Trainer:innen* zieht sich in diesem Strukturmodell durch alle Prozessphasen. Besonders die *Wettkampfplanung* und die *Wettkampflenkung* sind häufig ausschließliche Handlungsbereiche des Trainer:innenteams (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 87).

Die aktive Teilnahme/Gestaltung der Trainingswissenschaftler:innen obliegt im Wettkampfsystem und innerhalb der Wettkampfsteuerung in den Phasen der Wettkampfplanung (beratend für die Trainer:innen) und gegebenenfalls während der Wettkampfsituation/-tätigkeit, sowie der Wettkampfdokumentation, in diesem Fall dann häufig dem/der Athletiktrainer:in. Regulär stärker sind Trainingswissenschaftler:innen dann wieder in der Wettkampfdiagnostik aktiv (ggf. als Wettkampfdiagnostiker:in), was

tendenziell ein Bereich ist, der verstärkt mit Trainingswissenschaftlern:innen besetzt sein sollte.

*Sportmediziner:innen* (inkl. medizinischen Personals) wirken stark auf die Beurteilung der *Wettkampffähigkeit* ein und sind während der *Wettkampfsituation/-tätigkeit* aktiv tätig, indem sie verletzte oder auffällige Spieler:innen betreuen und entsprechend dokumentieren (= *Wettkampfdokumentation*). Auf die *Wettkampflenkung* können sie *aktiv* einwirken, indem sie Auswechslungen empfehlen oder aber die Verpflegung der *Athleten:innen* betreuen.

Eine zusätzliche Gruppe in diesem Strukturmodell des sportlichen *Wettkampfes* sind die *(Sport-)Funktionäre:innen*, die sich ausschließlich auf das *Wettkampfsystem* auswirkt, indem bspw. das *Wettkampfbreglement* geändert oder die *Einteilung von Wettkämpfen* festgelegt wird.

## 3 Thematische Einbindung in den Kontext der Informatik

Der Bedarf, Daten computergestützt verarbeiten, speichern und übermitteln zu können, ist mittlerweile fester Bestandteil vieler Bereiche unserer Gesellschaft. Dabei lassen sich bestehende Modelle und Methoden aus der Informatik nicht einfach nur auf andere Fachbereiche und Wissenschaftsdisziplinen übertragen, sondern erfordern eine Anpassung an die dort vorherrschenden individuellen Herausforderungen. Folge dessen war es, dass verschiedene interdisziplinäre Felder entstanden, die sich mit der Anpassung und Nutzbarmachung der Grundlagen aus der Informatik im Kontext des jeweiligen Fachbereiches beschäftigen. Entsprechende Felder sind beispielsweise die Wirtschaftsinformatik, Bioinformatik, Medizininformatik, Maschinenbauinformatik, Geoinformatik oder Sportinformatik.

Eine verhältnismäßig lange Tradition hat hierbei die *Wirtschaftsinformatik*, die im Wesentlichen eine Kombination aus *Informatik* und *Betriebswirtschaftslehre (BWL)* darstellt und die sich mit dem Entwurf, der Entwicklung und der Nutzung rechnergestützter *Informationssysteme (IS)* im Umfeld von Unternehmen befasst (Hansen, Mendling, & Neumann, 2015, S. 3–4; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 2–3).

### 3.1 Software-Architektur (engl.: software architecture)

In der Softwareentwicklung (engl. software engineering) wurden Methoden und Modelle etabliert, um Software zu entwerfen. Die immer komplexer werdende Software erforderte hierbei auch verschiedene Herangehensweisen, um diese Komplexität in unterschiedliche Abstraktionsebenen aufzuteilen und entsprechend zu adressieren. Grundlegende architektonische Ansätze in der Softwareentwicklung, die teilweise auch untereinander gemischt werden, sind nach Vogel et al. (2009, S. 152–181):

- Prozedurale Ansätze
- Objektorientierung
- Komponentenorientierung
- Meta-Architekturen und Reflection
- Generative Erzeugung von Systembausteinen
- Modellgetriebene Software-Entwicklung
- Aspektorientierung

- Skriptsprachen und dynamische Sprachen

Darüber hinaus gibt es grundlegende Basisarchitekturen, die in vielen Systemen zum Einsatz kommen. Hierzu gehören nach (Vogel et al., 2009, S. 216–252):

- Schichtenarchitekturen
- Datenflussarchitekturen
- Repositories
- Zentralisierung gegenüber Dezentralisierung
- n-Tier-Architektur
- Rich Client gegenüber Thin Client
- Peer-to-Peer-Architektur
- Publish/Subscribe-Architektur
- Middleware
- Komponentenplattformen
- Serviceorientierte Architekturen
- Sicherheitsarchitekturen

Diese Basisarchitekturen setzen verschiedene Architektur-Mittel ein, um eine Software zu strukturieren. Daher erfordern unterschiedliche Ansätze auch die passenden Architekturmodelle. Aufgrund des Umfangs soll hier nicht auf die einzelnen Modelle eingegangen werden, sondern der für diese Arbeit relevante architektonische Ansatz und die grundlegende Basisarchitektur erläutert werden.

### ***Differenzierung der Schichten (engl. layer) in der Softwarearchitektur***

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, dass der Begriff *Schicht* oder *Layer* bei *Softwarearchitekturen* häufiger verwendet wird, jedoch eine unterschiedliche Bedeutung haben kann. *Schicht/Layer* bei einer *Schichtenarchitektur* bezeichnet verschiedene *Schichten* eines *Softwaresystems*, i.S.v. Ebenen, die aufeinander liegen und miteinander interagieren. Hingegen bezeichnet eine *Schicht* bei *modellgetriebener Software-Architektur* ein *Abstraktionslevel*, und eine *Schicht* ist entsprechend mehr oder weniger komplex als eine darüber- oder darunterliegende.

#### **3.1.1 Modellgetriebene Software-Architektur**

Bei der modellgetriebenen *Software-Entwicklung* (engl.: *Model Driven Software Development (MDS)*) wird ein abstrahiertes Abbild des geplanten *Systems* aus einer

bestimmten *Perspektive* entworfen. Dabei werden nicht zwangsläufig alle Attribute des Originals abgebildet, sondern nur die, die relevant für die jeweilige Abstraktionsstufe des Modells erscheinen (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 278–279; Object Management Group (OMG), 2014, S. 2). Eine Spezialisierung solcher *MDS* ist die *modellgetriebene Architektur* (engl.: *model-driven architecture (MDA)*), bei der eine klare Trennung zwischen der Technik und der Funktionalität vorgenommen wird (Object Management Group (OMG), 2014, S. 5). Es werden dabei verschiedene *Architekturebenen* (engl.: *architectural layers*) in Abhängigkeit des Abstraktionslevels der vorgesehenen Architektur unterschieden, die jeweils stark standardisiert sind. Entsprechend der *Architekturebene* kann das Modell mehr oder weniger technologiespezifisch sein. Ausgangspunkt des *MDS* ist eine domänenspezifische Betrachtungsweise. *Domänen* bezeichnen in diesem Zusammenhang begrenzte Wissens- oder Interessensgebiete. Im Zentrum des *MDS* steht das Modell, das in der Regel in einer *domänenspezifischen Sprache* beschrieben wird. Die Syntax dieser Sprache kann sowohl textuell als auch grafisch sein. Neben den Modellen und der Sprache bildet die *Plattform* einen weiteren Bestandteil eines *MDS*. Eine *Plattform* besteht in diesem Kontext aus wiederverwendbaren Komponenten und Frameworks, um ein System umzusetzen oder zu unterstützen (Object Management Group (OMG), 2014, S. 5–8; Vogel et al., 2009, S. 171–172).

Das Vorgehen beim *MDA* hat den großen Vorteil, dass gerade komplexe *Informationssysteme* erst einmal abstrakt und ohne Spezifikation der Technologie skizziert werden können. Anschließend können Teilbereiche oder das ganze *Informationssystem* in weiteren Modellen spezifiziert werden. Bei der *MDA* werden drei grundlegende Modelle unterschieden, die nachfolgend vorgestellt werden.

### ***Computation Independent Model (CIM)***

Das *CIM* bietet als Geschäfts- oder Domänenmodell einen hohen Abstraktionsgrad und repräsentiert die organisatorische Perspektive mit den tatsächlichen Personen, Bereichen, Dingen und Regeln innerhalb von Organisationen, unabhängig von der technischen Implementierung (Object Management Group (OMG), 2014, S. 8).

### ***Platform Independent Model (PIM)***

Ein *CIM* wird in ein *PIM* überführt, somit die Abstraktionsebene verringert und eine technischere Perspektive eingenommen. Dabei werden bestimmte grundlegende Komponenten, Frameworks und gegebenenfalls Prozesse modelliert, ohne dass eine



spezifische Plattformtechnologie adressiert wird (Object Management Group (OMG), 2014, S. 11–13).

### ***Platform Specific Model (PSM)***

Das *PIM* wird anschließend auf ein *PSM* abgebildet, stellt einen Bezug zu einer bestimmten Plattformtechnologie her, bildet so bei der *MDA* den technologiespezifischsten Modellierungsschritt und ist am nächsten zur Implementierung eines *Informationssystems* in einer Organisation (Object Management Group (OMG), 2014, S. 11–13).

### **3.1.2 Schichtenarchitektur**

Bei der *Schichtenarchitektur* werden Komponenten, mit ähnlichen Funktionen, eines *Softwaresystems* in *Schichten* (engl.: *layers*) gruppiert und deren Abhängigkeit zu Komponenten einer anderen Gruppe dargestellt. Die jeweilige *Schicht* interagiert dann mit den angrenzenden *Schichten*. Bspw. kann eine *Schicht* eines Architekturmodells alle Komponenten zur Datenspeicherung beinhalten. Diese *Schicht* stellt dann der darüber liegenden *Schicht* zur Datenzentralisierung die jeweiligen Daten zur Verfügung. In dieser *Schicht* sind wiederum alle Komponenten zur *Datenzentralisierung* gruppiert. Der Vorteil dieser *Schichtenarchitektur* ist es, dass die Veränderbarkeit des gesamten *Softwaresystems* erhöht wird, die Übertragbarkeit einzelner Komponenten/Schichten in andere Modelle möglich wird und die Wiederverwendbarkeit der *Schichten* erhöht wird.

## **3.2 Informationssysteme**

Als *Informationssystem* (engl.: *information system*) wird ein sozio-technisches System verstanden, das miteinander interagierende organisatorische Ressourcen (Menschen, Strukturen und Abläufe), sowie Computer- und Kommunikationssysteme kombiniert und organisiert, um Informationen bereitzustellen und zu verteilen (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 223; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 9–11).

### ***Unterscheidung von Zeichen, Daten, Informationen und Wissen***

Im Kontext von *Informationssystemen* stellen *Zeichen* die niedrigste Ebene der Hierarchie dar und beinhalten Buchstaben, Zahlen oder Sonderzeichen ohne eine syntaktisch vordefinierte Form. *Daten* setzen sich in syntaktisch vordefinierter Form aus *Zeichen* zusammen und werden erst durch einen Zweckbezug, bzw. Kontext, zu

*Informationen*. Werden *Informationen* (durch den Menschen) interpretiert und vernetzt, entsteht *Wissen*. *Informationen* werden hierbei in Form von *Daten* in einer maschinell verarbeiteten Form dargestellt (Hansen et al., 2015, S. 5; Kempster, 2017, S. 13–14; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 6–8). Diese Unterscheidung ist für die Konzeption von *Informationssystemen* wichtig, da sie eine technische und fachliche Zuordnung zu den jeweiligen Komponenten und Schichten ermöglicht.

Die technischen Möglichkeiten und der Bedarf an Informationen führen zum größeren Einsatz von *Informationstechnologie (IT)* in Wirtschaftsunternehmen, wodurch die Komplexität der technischen Infrastruktur und Informationsprozesse weiter zunimmt. Nicht nur die Masse erzeugter und zu verarbeitender Daten wächst, sondern auch die Anzahl interagierender und Daten produzierender Sub-Systeme sowie die involvierten Mitarbeiter. Dabei beschränkt sich die IT schon längst nicht mehr auf einen einzelnen Standort oder eine Organisation, vielmehr müssen Daten dezentral und organisationsübergreifend verarbeitet und bereitgestellt werden (Hansen et al., 2015, S. 9–10).

Entsprechend beschäftigt sich die *Wirtschaftsinformatik* seit Jahren mit dieser Problematik und mögliche Lösungsansätze und -modelle wurden entwickelt, in der Praxis etabliert und kontinuierlich weiterentwickelt. Diese Grundlagen sollen in dieser Arbeit beleuchtet werden, um entsprechende Modelle und Methoden aus der *Wirtschaftsinformatik* auf die Problemstellungen im Sport anzuwenden. Im breiten Feld der *Wirtschaftsinformatik* sollen für diese Arbeit die Bereiche *Geschäftsprozessmanagement*, *Modellierung von Informationssystemen*, *Datenmanagement* und die unterschiedlichen *Rollenmodelle* der Anwender behandelt werden.

### **3.2.1 Business Intelligence (BI) Systeme**

Die Systemlandschaften der Unternehmen haben sich in den vergangenen Jahren stark verändert. Früher reichten häufig geschlossene Einzelsysteme, die sowohl die *Datenquellen* (engl.: *data sources*), *Datenspeicher* (engl.: *data storage*), *Datenaggregation* (engl. *data aggregation*) und den *Datenzugriff* (engl.: *data access*) beinhalteten. Zu solchen Systemen können bspw. Content-Management-Systeme (CMS), Enterprise-Resource-Planning (ERP) Systeme oder Customer-Relationship-Management (CRM) Systeme gezählt werden. Der steigende Bedarf an spezialisierten Lösungen für unterschiedliche Fachbereiche führte zu einem Anstieg der IT-Systeme,

mit zusätzlichen (häufig isolierten) *Datenquellen* und *Datenspeichern*. Daraus entwickelte sich die Problematik, dass die Daten verteilt in den einzelnen Quellsystemen vorliegen, wodurch Redundanzen entstehen und kein zentraler Zugriff und keine systemübergreifende Analyse der Daten möglich ist.

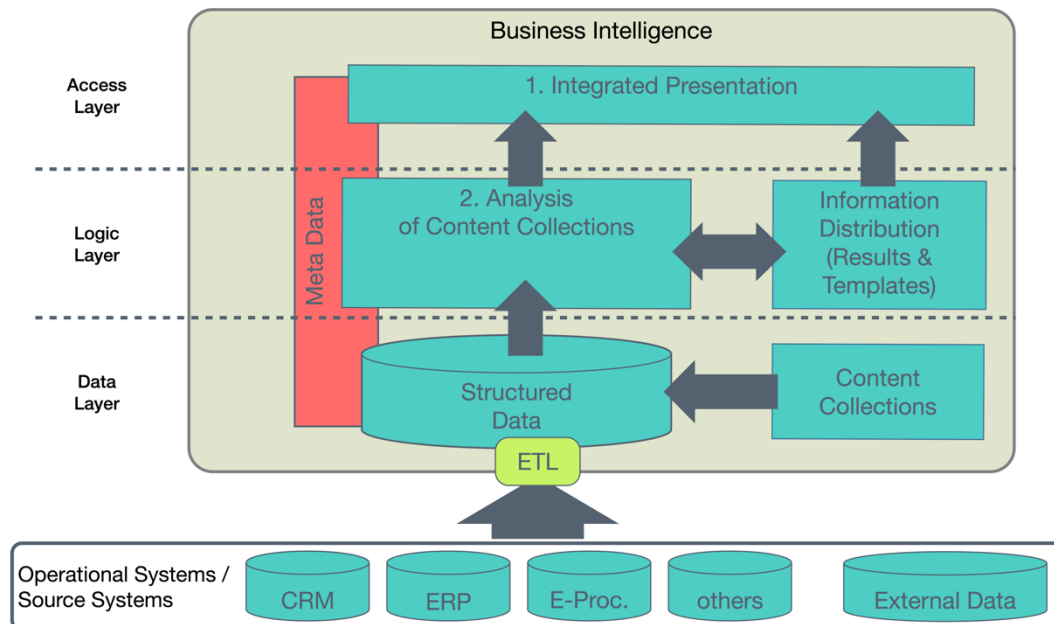


Abbildung 11. Drei-Schichten Architekturmodell eines BI-Systems (modifiziert nach Kemper, Baars, & Mehanna, 2010, S. 11).

Aus dieser Notwendigkeit entstand bereits in den 1990er Jahren das Feld der *Business Intelligence (BI)*. Ziel der *BI* ist es, Daten unterschiedlicher Quellen in einem zentralen System zusammenzuführen und Analysen zur Informationsgewinnung darauf anzuwenden (Hansen et al., 2015, S. 15-16 sowie S. 279). Entsprechend können solche *BI-Systeme* als eine Kategorie von *Informationssystemen* gesehen werden. Abbildung 11 zeigt ein modifiziertes Architekturmodell von Kemper, Baars und Mehanna (2010, S. 11), das ein *BI-System* mit drei unterschiedlichen *Schichten* über den *Datenquellen* zeigt. Jede *Schicht* steht nur mit der direkt darüber oder darunter liegenden Ebene im Austausch. In diesem Modell können die Daten zudem nur von unten nach oben verschoben werden und die Möglichkeit, diese zurückzuschreiben, ist nicht gegeben.

Der *Extraction Transformation Load (ETL)* Prozess strukturiert die Daten der (operativen) *Quellsysteme* in ein vorgegebenes Format und überführt diese in den *Data Layer*, einen zentralen *Datenspeicher*, in dem die Daten in einer weiteren Komponente (*Content Collections*) durch zusätzliche Inhalte ergänzt werden. Bei diesem zentralen *Datenspeicher* handelt es sich meistens um ein sogenanntes *Data Warehouse (DW)*,

mit einer relationalen *Structured Query Language (SQL)* Datenbank (Kemper et al., 2010, S. 11–12).

Von diesem *Data Layer* werden die Daten für Analysen weiter in den *Logic Layer* geschoben. In der „*Analysis of Content Collection*“-Komponente kann zusätzlich spezielle Software zur Analyse integriert werden. Das zeigt, dass es sich um kein geschlossenes System handelt. Dies macht eine weitere Komponente auf dieser Ebene erforderlich, die sich mit der *Informationsverteilung (Information Distribution)* beschäftigt, um generierte Informationen aus der *Analysekomponente* zu sichern und ggf. weiter in den *Access Layer* zu schieben, wenn dies nicht direkt von der *Analysekomponente* ausgeführt wird (Kemper et al., 2010, S. 12–13).

Der Zugriff für die Benutzer:innen erfolgt im *Access Layer*. Hierbei fließen die unterschiedlichen Analysen und Daten über eine Schnittstelle zusammen und werden, je nach Rolle im Unternehmen, anwenderspezifisch bereitgestellt. Dies kann auch die Integration der Analysen in andere Webinterfaces beinhalten, damit die Anwender:innen die gewohnte Arbeitsumgebung nicht verlassen müssen (Kemper et al., 2010, S. 13). Über alle Ebenen ziehen sich *Metadaten (engl.: meta data)*, beschreibende Daten, die zusätzliche Attribute zu den eigentlichen Dateninhalten liefern und grundlegend für die Interpretation der Daten sind (Hansen et al., 2015, S. 476).

In jüngerer Zeit gibt es neue Bedürfnisse im Kontext von *Informationssystemen*, da die Anzahl an *Quellsystemen* und somit auch die Datenmengen stiegen, neue *Datenbankschemen* (bspw. *NoSQL*) verwendet wurden und andere Anforderungen an die *Datenanalyse* entstanden. Häufig können diese Anforderungen über klassische *DW-Systeme* mit ihren starren *ETL-Prozessen* nur sehr umständlich und viel zu träge gelöst werden. Dies führte zu neuen *Architekturmodellen*, die im nächsten Kapitel vorgestellt werden.

### 3.2.2 (Gängige) Architekturmodelle für Informationssysteme

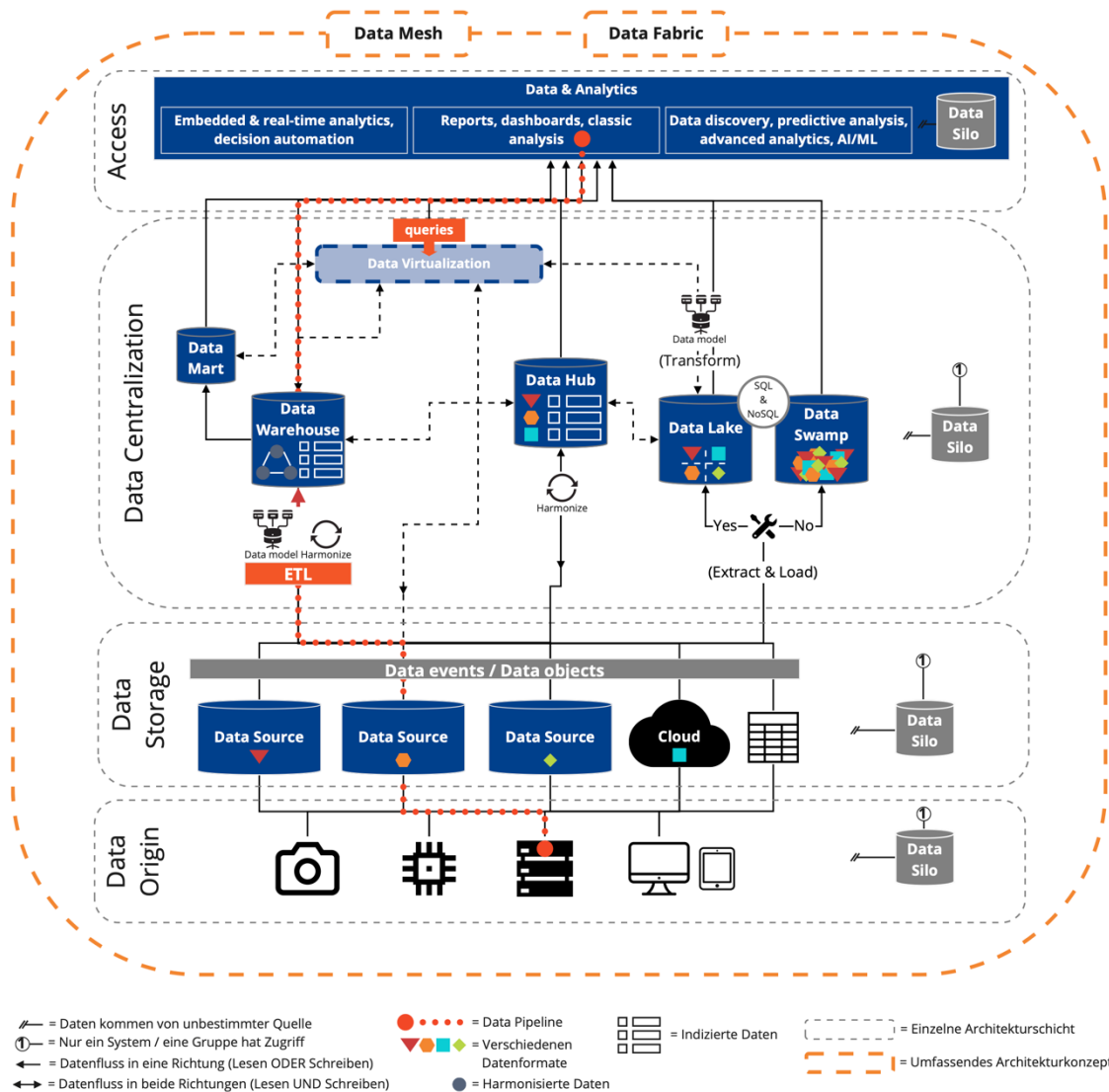


Abbildung 12. Übersicht über die aktuellen *Architekturmodelle* heutiger *Informationssysteme* in Unternehmen und deren verschiedenen Komponenten.

Abbildung 12 zeigt eine für diese Arbeit entworfene Übersicht verschiedener Softwarearchitekturen für *Informationssysteme*, die aktuell in der Wirtschaftsinformatik und der Praxis gängig sind. Hierbei sei erwähnt, dass diese Übersicht nur Grundlagen liefern soll, die für die Architektur eines Sportinformationssystems relevant sind. Somit wird eine hohe Abstraktionsebene gewählt und keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Zudem ist aufgrund des starken Praxisbezuges hervorzuheben, dass klare und einheitliche Definitionen nicht möglich sind, da Organisationen die einzelnen Begriffe und Modelle häufig anders auslegen und die Standards der Innovationskraft der Wirtschaft häufig hinterherhängen. Somit wurde in dieser Arbeit versucht, Definitionen

übergeordneter Institutionen zu verwenden oder alternativ, auf in der Praxis etablierte Quellen, zurückzugreifen.

### 3.2.2.1 Die vier Ebenen des Architekturmodells

Grundsätzlich lassen sich in Abbildung 12 vier vertikale Ebenen unterscheiden. Hierbei sei anzumerken, dass weder vertikal (Ebenen übergreifend) noch horizontal (zwischen den Komponenten einer Ebene) eine klare Abgrenzung möglich ist. Es sind somit je nach Betrachtung Überschneidungen möglich.

#### **Datenerzeugung (engl.: data origin)**

Die unterste Ebene bildet die *Datenerzeugung*, worin exemplarisch verschiedene Quellen für Daten dargestellt sind. Dabei kann es sich bspw. um Grafiken, Bilder oder Videomaterial handeln, Daten von Sensoren, die in diversen Geräten verbaut sind, Daten von Servern, oder aber die Eingabe über Computer, Tablets oder Smartphones. Gerade das Smartphone ist ein gutes Beispiel, dass sowohl Sensorik (bspw. Gyroskop), als auch Datenspeicher, -zusammenführung und -Auswertung in einem Gerät vereint sein können.

#### **Datenspeicherung (engl.: data storage)**

Nachdem die Daten erzeugt wurden, müssen sie entsprechend gespeichert werden. Dies kann in einem in sich geschlossenen System mit integrierter Datenbank stattfinden. Beispiele sind Systeme für Enterprise-Resource-Planning (ERP) oder Customer-Relationship-Management (CRM). Die Daten können auf lokalen Datenbanken im internen Netzwerk des Unternehmens (on premise), in der Cloud oder aber in Tabellen auf den Computern der jeweiligen Mitarbeiter, bspw. in Excel, durchgeführt werden.

#### **Datenzentralisierung (engl.: data centralization)**

Die nächste Ebene betrifft die Zusammenführung der Daten aus den unterschiedlichen und voneinander isolierten Quellen. Diese Problematik beschäftigt Unternehmen schon seit Jahrzehnten und entsprechend wurden verschiedene *Architekturmodelle* als Lösungsansatz entwickelt. Aber diese müssen im zeitlichen Kontext betrachtet werden, da sich die Voraussetzungen mit den Jahren verändert haben, die Datenmengen und *Quellsysteme* gewachsen sind und entsprechend neue Lösungsansätze entwickelt werden mussten. Dies bedeutet aber nicht, dass vorhergehende Ansätze überholt wurden und nicht mehr gültig sind. Vielmehr ist die Komplexität gewachsen und je nach

Anforderungen muss der passende Lösungsansatz gewählt werden. Die einzelnen Ansätze sollen nachfolgend separat beschrieben werden.

### ***Datenzugriff (engl.: data access)***

Die oberste Ebene wird als *Data & Analytics* zusammengefasst und enthält drei vertikale Komponenten, die Unterschiede beim *Datenzugriff* veranschaulichen sollen.

In der linken vertikalen Komponente (1) der *eingebetteten Analysen (engl.: embedded analytics)* erfolgt der Zugriff nicht mehr nur über eine separate Analysesoftware. Die für Anwender:innen relevanten Informationen können in der entsprechenden Anwendungssoftware eingebettet werden, damit diese direkt bei ihrer täglichen Arbeit auf Analysen zugreifen können. *Echtzeitanalysen (engl.: real-time analytics)* bezeichnen die Auswertung und Bereitstellung von relevanten Informationen unmittelbar nach der Entstehung von Daten, bzw. mit Eintritt dieser in das *Informationssystem*. *Entscheidungsautomatisierung (engl.: decision automation)* bezeichnet Vorgänge, bei denen das *Informationssystem* selbstständig entscheidet, ohne dass ein Mensch dies aktiv freigibt. Dies kann anhand von durch Menschen festgelegte Regeln oder durch vom *Informationssystem* selbstständig erlernte Regeln geschehen.

Die mittlere Komponente (2) beschreibt die klassischen *BI-Analysen*. Anhand vorab entwickelter *Reports, Dashboards oder klassischer Analysen (engl.: classic analysis)* werden die für Nutzer:innen relevanten Informationen entweder über eine separate *BI-Software* bereitgestellt, oder durch Versenden dieser vorbereiteten Informationen über Kommunikationsmittel (bspw. E-Mail).

Die rechte Komponente (3) beinhaltet komplexe Analysen, geht über die deskriptive Betrachtung der Daten hinaus und wendet aufwändigere mathematische Methoden an. *Data Discovery* soll helfen, Muster in Daten zu erkennen, die für den menschlichen Betrachter aufgrund der Komplexität der Daten nur schwer erkennbar sind. Bei *Analysen zur Vorhersage (engl.: predictive analysis)* sollen anhand der bestehenden Daten Entwicklungen und Trends für die Zukunft abgeleitet werden. *Advanced Analytics* beschreibt Methoden, die über die deskriptive Statistik hinausgehen und vielmehr die Methoden der explorativen Statistik mit einbeziehen. An diesem Punkt setzt häufig auch das *maschinelle Lernen (engl.: machine learning) (ML)* an, ein Teilgebiet der *Künstlichen Intelligenz (engl.: artificial intelligence (AI))* (Döbel et al., 2018, S. 8). Die darin entwickelten Methoden können wiederum in die ersten beiden Komponenten (1 und 2) implementiert werden.

### 3.2.2.2 Die verschiedenen Architekturen von Informationssystemen

Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick über die gängigsten und in der Unternehmenspraxis etablierten *Architekturmodelle* für *Informationssysteme* zu liefern und deren grundlegende Unterschiede zu schildern. Somit soll vorbereitend ein Verständnis für verschiedene *Architekturmodelle* geschaffen werden, worauf bei der Konzeption eines *Sportinformationssystems* (Kapitel 5.1) aufgebaut werden kann. Entscheidend ist die *Architektur* eines *Informationssystems* für die Auswahl und Zusammenstellung der *Hardware*; außerdem für die *Software*, die diese *Hardware* und deren Zusammenspiel managt.

#### **Data Silo (Datensilo)**

*Datensilos* (in manchen Fällen auch *Information Silos*) können sich durch alle vertikalen Ebenen ziehen. Sie bezeichnen isolierte *Datenspeicher*, auf die lediglich eine bestimmte Gruppe (bspw. ein Fachbereich) im Unternehmen Zugriff hat. Diese Daten sind dadurch nicht für andere Anwendungen, Anwender:innen oder Softwarewerkzeuge zugänglich. Gründe hierfür können fehlende Zugriffsrechte oder Regularien sein, oder der fehlende physische Anschluss an den *Datenspeicher* (Chihoub, Madera, Quix, & Hai, 2020, S. 22; Kim, Ha, Chun, Yoon, & Cha, 2016, S. 743). Häufig ist dies der Fall, wenn eine bestimmte Gruppe im Unternehmen eine schnelle Lösung für eigene Analysen anstrebt oder ein *Datenmodell* benötigt, das im *Datenspeicher* des *Informationssystems* nicht oder nur sehr umständlich umsetzbar ist. Das Problem daran ist, dass diese neu erstellten *Datenspeicher* mit zusätzlichen Daten anschließend nicht allen Personen im Unternehmen zur Verfügung stehen. Dadurch sind diese nicht allgemein bekannt, wodurch der Gesamtüberblick über die Datenlandschaft im Unternehmen verloren gehen kann. *Datensilos* stellen heutzutage eine große Herausforderung für Organisationen dar und können auf verschiedenen Ebenen des Architekturmodells entstehen:

- *Data Origin (Datenursprung)*: in Quellsystemen integrierte *Datenspeicher*
- *Data Storage (Datenspeicherung)*: zusätzliche, separate *Datenspeicher*
- *Data Centralization (Datenzentralisierung)*: zusätzliche Systeme, die Daten aus den *Datenspeichern* extrahieren, verändern und zu neuen *Datensätzen* aggregieren
- *Data Access (Datenzugang)*: Extrahieren, Aufbereiten und Speichern von Daten auf dem PC der jeweiligen Nutzer:innen (bspw. Excel-Tabellen)



### **Data Warehouse (DW) und Data Mart**

Wie in Kapitel 3.2.1 „Business Intelligence Systeme“ bereits eingeführt, ist das *Data Warehouse* eine für Analysezwecke optimierte und (vorab) strukturierte zentrale *relationale Datenbank* (meist SQL), die losgelöst von den operativen Datenbanken (= *Data Storage*) betrieben wird. Ein *DW* eignet sich zur langfristigen Speicherung bekannter und gut strukturierter Daten. Es unterstützt wiederkehrende und vordefinierte analytische Anforderungen, bei denen ein hoher Grad an gleichzeitigen Zugriffen erforderlich ist. Hierfür werden die Daten aus den operativen *Quellsystemen* über den Prozess „*Extraction Transformation Load*“ (*ETL*) im *DW* redundant gespeichert. Das *Datenmodell* wird somit vor der Speicherung im *DW* festgelegt und die Daten stehen in einer hohen Qualität zur Verfügung. Entsprechend erfordert die Vorbereitung der Anbindung der Datenquelle an das *DW* einen hohen Aufwand. Gerade bei einer rasch wachsenden und sich verändernden Systemlandschaft kann dies zu großen administrativen Herausforderungen führen. Durch die stark strukturierten Daten in einem *DW* sind schnelle Analysen mit einer hohen Qualität möglich, schränken aber auch die Auswertemöglichkeiten auf dieses festgelegte *Datenmodell* ein. Gerade für neue *Advanced-Analytics*- und *Machine-Learning*-Methoden ist dies häufig zu limitierend und andere Lösungen sind erforderlich. Ein *Data Mart* ist ein *DW*, das nur einen bestimmten Teilbereich in einer Organisation abdeckt, wodurch auch die Datenmenge geringer ist (Hansen et al., 2015, S. 280–283; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 183–185).

### **Data Lake**

Der *Data Lake* ist ein Folgekonzept des *DW*. Hierbei werden große *Datenmengen* (engl.: *big data*) strukturierter und unstrukturierter *Rohdaten* aus verschiedenen Quellen in einem zentralen *Data Repository* (SQL und NoSQL) abgelegt. Dabei kann es sich auch um *Rohdaten* in unterschiedlichen Formaten handeln. Ein *Data Lake* wird zwar verwaltet, aber es besteht nur eine begrenzte Qualitätssicherung. Hierbei kommt der Prozess „*Extraction Load Transformation*“ (*ELT*) zum Einsatz. Dabei werden Rohdaten direkt im *Data Lake* gespeichert und erst beim Zugriff auf diese Daten findet eine Transformation statt (im Gegensatz zum *ETL*-Prozess), wodurch das beabsichtigte *Datenmodell* nach dem *Data Lake* festgelegt werden kann. Entsprechend bietet sich dieses *Architekturmodell* für Zwecke an, bei denen großen *Datenmengen* (engl.: *big data*) in ihrer ursprünglichen Form bestehen bleiben sollen, kein bestimmtes *Datenmodell* fest werden soll und zahlreiche unterschiedliche *Datenquellen* und *Dateiformate* verwendet werden. Somit eignen sich *Data Lakes* besonders für *Data-Science*-Anwendungen

(Abate & Sykora, 2017, S. 476; Megdiche, Ravat, & Zhao, 2020, S. 99; Mehmood et al., 2019, S. 38; Miloslavskaya & Tolstoy, 2016, S. 302).

### **Data Swamp**

Beim *Data Swamp* handelt es sich um einen nicht verwalteten *Data Lake*, wodurch eine sehr niedrige und undurchsichtige Datenqualität entstehen kann.

### **Data Hub**

Ein *Data Hub* (häufig auch: Hub and Spoke Architecture) ist ein konzeptueller, logischer und physischer Knoten, der als gemeinsamer Integrationspunkt dient (Goasduff, 2020, Abs. 2). Im Gegensatz zu einem *Data Lake* werden Daten hier homogenisiert, erneut indiziert und in verschiedenen gewünschten Formaten bereitgestellt (Lauer, 2021, Abs. 2). Somit fügt ein *Data Hub* den Daten einen zusätzlichen Wert hinzu. Im Gegensatz zum *DW* steht beim *Data Hub* der möglichst nahtlose *Datenfluss* zwischen zentral und lokal verwalteten Quellen im Vordergrund und nicht die langfristige Speicherung detaillierter Daten. *Data Hubs* dienen in der Regel auch nicht dazu, wiederkehrende analytische Aufgaben für eine breite Nutzerschicht auszuführen. Vielmehr ermöglichen *Data Hubs* eine größere Agilität bei der *Datenmodellierung* und eignen sich besonders, wenn Daten in Echtzeit verarbeitet werden müssen. Entsprechend handelt es sich um eine einheitliche Plattform zum *Datenmanagement* und zur Kollaboration. Unterschiedliche Datensätze können dort verwaltet, geteilt, kombiniert und gemeinschaftlich analysiert werden (Bhardwaj et al., 2015, S. 3). Ein (Data) Hub organisiert die Verbindungen der verschiedenen IT-Systeme im Unternehmen und stimmt den reibungslosen *Datenfluss* (engl.: *data flow*) zwischen diesen ab (= *Orchestrierung*) (Baars & Kemper, 2008, S. 141). Während ein *DW* oder ein *Data Lake* meist als Endpunkt der *Datenspeicherung* zur Unterstützung der Analysen eines Unternehmens gesehen werden, ist ein *Data Hub* ein zentraler Integrationspunkt zur Vermittlung und zum Austausch von Daten (Lauer, 2021, Abs. 3). Daher kann ein *Data Hub* in der IT-Landschaft eines Unternehmens auch über einem *DW* und *Data Lake* angeordnet sein und somit Daten aus diesen Technologien vermitteln, bzw. diese zur langfristigen Speicherung dorthin zurückführen.

### **Data Virtualization**

Bei diesem Konzept wird anstelle eines physischen Datenspeichers ein übergeordneter virtueller Layer eingefügt und die Daten werden in den jeweiligen ursprünglichen

Datenquellen belassen. Bei Bedarf werden *Anfragen* (engl.: *queries*) vom *Access Layer* an die Virtualisierungskomponente gesendet, woraufhin diese die Anfragen über Konnektoren direkt an die ursprüngliche Datenquelle weiterleitet und der Anwendung im *Access Layer* die angeforderten Daten in Echtzeit zur Verfügung stellt (Yuhanna, Leganza, Weber, & Dostie, 2020, Abs. 2; Zgolli, Collet, & Madera, 2020, S. 80). Dadurch erscheint dieser virtuelle Layer für Anwender:innen im *Access Layer* wie ein zentrales *Data Repository* und er/sie kann diese abfragen und manipulieren, ohne technische Details der *Datenquellen* zu kennen. Redundante Daten und somit auch Fehlerquellen werden dadurch verringert und es besteht eine höhere Agilität des *Informationssystems*, da neue Anforderungen nicht einen neuen *ETL-Prozess* erfordern, der die Daten in ein fixes *Datenmodell* überführt (wie bspw. beim *DW*) (Earley, 2016, S. 71; Quyang et al., 2017, S. 8; Weng et al., 2004, S. 24). Da die Daten aber nicht (oder nur sehr eingeschränkt) transformiert und gespeichert werden, muss das *Datenmodell* der ursprünglichen *Datenquelle* berücksichtigt und ggf. bei jedem neuen Zugriff in ein gewünschtes *Datenmodell* umgewandelt werden.

Tabelle 1. Übersicht über die verschiedenen Architekturmodelle und deren grundlegende Unterschiede – Ausnahmen und Sonderformen nicht berücksichtigt (in Anlehnung an Lauer, 2021, Abs. 2).

	<b>Data Warehouse</b>	<b>Data Lake</b>	<b>Data Hub</b>	<b>Data Virtualization</b>
Datenspeicher	Ja	Ja	Keine langfristige Speicherung	Nein
Harmonisierung	Ja	Nein	Teilweise	Zum Zeitpunkt der Abfrage
Indizierung	Ja	Nein	Ja	Nein

### **Data Pipeline**

Eine *Data Pipeline*, exemplarisch in Abbildung 12 als rot gepunktete Line visualisiert, bezeichnet den automatischen *Datenfluss* (engl.: *data flow*) von verschiedenen Datensätzen von einem *Quellsystem* zu einem (analytischen) Zielsystem. Dabei werden verschiedene chronologisch aufeinander folgende Schritte durchlaufen (Mehmood et al., 2019, S. 40–42).

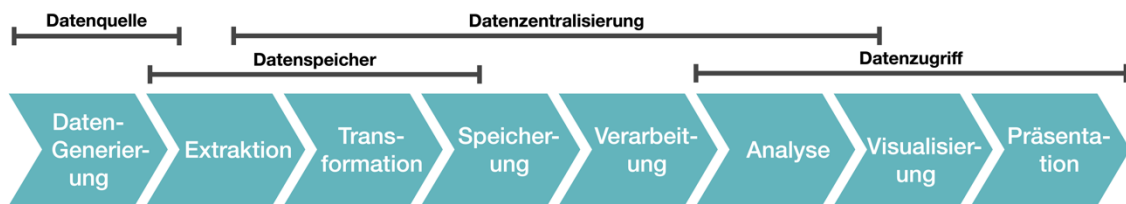


Abbildung 13. Beispiel für eine *Data Pipeline* in sieben Schritten und der Zuordnung zu den *Schichten im Architekturmodell* (modifiziert übernommen von Schmidt & Möhring, 2013, S. 137).

Abbildung 13 zeigt ein schematisches Beispiel für eine solche *Data Pipeline* in sieben Schritten (Mehmood et al., 2019, S. 40–42; Schmidt & Möhring, 2013, S. 137). Zudem wurden die vier Schichten der *Architekturmodelle* (Abbildung 12) integriert. Daran ist auch zu sehen, dass sich die Schritte der *Data Pipeline* nicht klar abgrenzen lassen und es zu Überschneidungen in den Architekturschichten kommen kann. So findet eine Speicherung häufig bereits in der *Datenquelle* (bzw. einem Sensor mit integriertem Speicher) statt und Analysen können in der *Datenzentralisierungsschicht* vorbereitet werden. Die Verarbeitung der Daten kann entweder im *Batch Processing* (= *Stapelverarbeitung*) oder im *Realtime Stream Processing* (= permanenter Livestrom an Daten) stattfinden (Aiswarya Raj, Bosch, Olsson, & Wang, 2020, S. 346; Beane, Gillis, Alvarado, & Wylie, 2019, „Pipeline“).

Ein *Informationssystem* beinhaltet eine Vielzahl verschiedener *Data Pipelines*. Schon einzelnen Auswertungen, bspw. als Teil eines *Reports* können verschiedene *Data Pipelines* zugrunde liegen, wenn die darin enthaltenen Daten aus unterschiedlichen *Datenquellen* stammen. *Data Pipelines* bilden die *Datenprozesse* ab und helfen dabei, zu verstehen wie die *Auswertungen* mit den *Datenquellen* zusammenspielen, und welche Zwischenschritte dafür notwendig sind. Die Voraussetzung hierfür ist, dass die *Data Pipelines* transparent und nachvollziehbar sind, was gerade in komplexen Systemlandschaften häufig nicht der Fall ist. Gerade deshalb sind die Erfassung und Darstellung solcher *Data Pipelines* wichtig, um ein *Informationssystem* zu konzipieren oder um neue Technologien zu erweitern.

### ***Distributed Data Ecosystem (verteilte Datenökosysteme)***

Wie Abbildung 12 zeigt, besteht eine moderne IT-Landschaft aus einer Vielzahl unterschiedlicher Einzelsysteme, die sich nicht nur in ihrer Technologie stark unterscheiden, sondern auch in den verwendeten *Datenmodellen* und *Datenformaten*. Wechselnde Anforderungen und IT-Systeme lassen *Datensilos* entstehen. Diese stellen Unternehmen vor immer größere Herausforderungen, da es schwierig wird, alle Daten

einer Organisation in einem bestehenden *Informationssystem* mit fester Architektur abzubilden.

Entsprechend entstanden Bemühungen, diese monolithischen Architekturen aufzulösen und einen bewusst verteilten Ansatz zu verfolgen. Ein *Data Ecosystem* bezeichnet hierbei ganz allgemein ein Netzwerk aus verschiedenen Akteuren (Menschen, Organisationen oder technischen Komponenten), die Daten zum Erreichen gemeinsamer Ziele austauschen (Otto et al., 2019, S. 5). Um das zu erreichen, sollten *Datenspeicher* aus dem Zentrum herausrücken und lediglich einen Knoten eines Gesamtnetzes des Ökosystems darstellen. So können sie bestehende *Datensilos* verbinden, ohne zusätzliche *Datensilos* zu erzeugen. Die ursprünglichen *Datenquellen* werden hierbei nicht verändert. Es handelt sich dabei um maßgeschneiderte, verteilte Ökosysteme, mit wiederverwendbaren Datendiensten (*engl.: data services*), zentralisierten *Data-Governance*-Richtlinien und dynamischen *Data Pipelines*. Dafür sind Funktionen zur *Datenaufnahme* und *-integration* erforderlich: sowohl zwischen den *Datenquellen* als auch zwischen Anwendungen innerhalb des Ökosystems. Dadurch wird es zu einem agilen und skalierbaren Zusammenschluss einzelner Technologien. In diesem Zusammenhang tauchen immer wieder die Begriffe *Data Mesh* und *Data Fabric* auf, die häufig auch irrtümlich synonym verwendet werden, aber eigentlich zwei unterschiedliche Herangehensweisen an ein solches verteiltes Ökosystem beschreiben.

*Data Mesh* bezeichnet eine dynamisch-organisatorische Sichtweise, bei der *Daten als Produkt* (*engl.: data product*) gesehen werden und ein Denken in Domänen angestrebt wird (Hecht, 2021, Abs. 1). Eine Domäne wird in diesem Zusammenhang als Anwendungsbereich oder übergeordneter Fachbereich verstanden (Hansen et al., 2015, S. 476). Daran zeigt sich auch die Besonderheit dieses Ansatzes, da die Herangehensweise herumgedreht und aus Anwendersicht gedacht wird. Daten werden losgelöst von den *Quellsystemen*, Fachbereichen (und dessen Eigentum an den Daten) und der Infrastruktur betrachtet. Vielmehr sollen durch „*Data Product Teams*“ entsprechende *Datenprodukte* selbstständig entwickelt und umgesetzt werden, die ein dezentrales Dateneigentum und eine dezentrale und dynamische Architektur voraussetzen – um eine gemeinschaftliche Verwaltung der Daten zu ermöglichen. Das komplexe Gesamtsystem soll in überschaubare Einheiten zerlegt werden, die dann einzeln abgearbeitet werden können. Das macht eine selbstbedienbare (*engl.: self service*) Dateninfrastruktur in Form einer übergeordneten Plattform erforderlich (Shankar, 2020, „Trend #1“). Somit handelt es sich hier mehr um eine neue organisatorische Sichtweise und weniger um eine technische Problemlösung. *Data*

*Mesh* bedient sich dabei der Methoden agiler Softwareentwicklung und des *Datenmanagements* (engl.: *data management*), um anhand einer zentralisierten „*self service*“-Plattform dezentralisierten Zugriff auf die unterschiedlichen *Datendomänen* zu ermöglichen (Dehghani, 2019, Abs. 21; Wider, 2020, „Data Mesh“). Was in der Beschreibung einfach und sinnvoll erscheint, erfordert in der Realität eine erhebliche Umstrukturierung der Organisation, da Verantwortungen von Fachbereichen aufgelöst werden müssen, die technische Infrastruktur grundlegend verändert werden muss und die Fähigkeiten in den *Data Product Teams* erweitert werden müssen. Dadurch wird auch die Umsetzbarkeit dieses Designkonzeptes erschwert, da ein (technisches) *Architekturkonzept* fehlt. Dieses muss erst gemeinsam mit Organisations- und Datenmanagementkonzepten entwickelt und in der Organisation etabliert werden.

*Data Fabric* befasst sich stärker mit der statisch-technischen Sichtweise verteilter Ökosysteme (Hecht, 2021, Abs. 2). Dabei handelt es sich um ein Architekturkonzept, bei dem eine integrierte Schicht ähnlich einem Gewebe (engl.: *fabric*) die *Datenquellen* einer Organisation über vorgefertigte *Konnektoren* und *Komponenten* zusammenfügt. Es handelt sich um eine Kombination aus *Datenintegration*, *Datenvirtualisierung* und *Datenmanagementtechnologien*. Sie sollen eine einheitliche semantische Datenschicht erzeugen, die zur Unterstützung der verschiedenen Fachbereiche im Unternehmen dient (Shankar, 2020, „Trend #1“; Shirude, 2017, S. 171–172; Thanaraj, Beyer, & Zaidi, 2021).

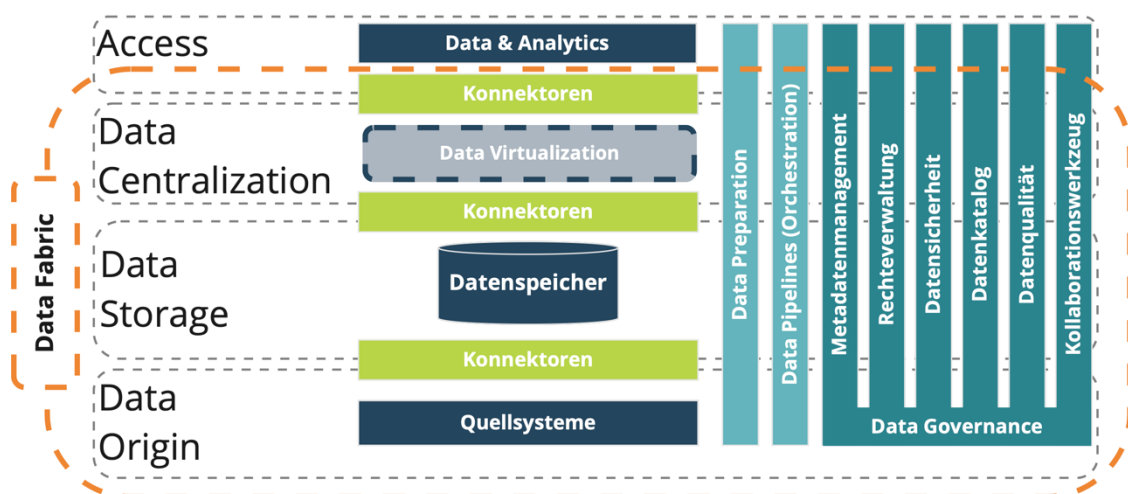


Abbildung 14. Entwurf einer Übersicht der *Data-Fabric*-Komponenten in den verschiedenen Architekturschichten.

Wie in Abbildung 14 dargestellt, setzt sich ein *Data Fabric* aus verschiedenen Komponenten zusammen. *Data Fabric* bietet integrierte *Datenmanagement*-Funktionen für *Datenqualität*, *Datenaufbereitung* und *Data Governance* (siehe Kapitel 3.4). Dabei

wird ein metadatengesteuerter Ansatz verfolgt, mit einer aktiven Metadatenerkennung und Semantikableitung (Thanaraj et al., 2021, „Metadata-Driven Approach“; Yuhanna et al., 2020, Abs. 2). Das Thema *Datenmanagement* mit seinen verschiedenen Teilbereichen wird in Kapitel 3.4 ausführlich behandelt.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass es sich bei *Data Mesh* und *Data Fabric* um zwei unterschiedliche Herangehensweisen an verteilte *Datenökosysteme* handelt. Somit ist dies nichts grundsätzlich Neues, sondern diese beiden Schlagwortkombinationen adressieren lediglich ein Bedürfnis, das aktuell von großer Bedeutung in Unternehmen zu sein scheint. Die beiden Konzepte sind dabei nicht synonym zu verwenden, vielmehr komplementär. *Data Mesh* kann als abstraktes *Designkonzept* gesehen werden, das einen Paradigmenwechsel im Aufbau eines *Informationssystems* hervorruft und den team- oder personenbezogenen Informationsbedarf in den Vordergrund und somit vor die technische Konzeption rückt. *Data Fabric* könnte dahingehend das notwendige technische *Architekturkonzept* liefern, um das *Data Mesh* technisch zu realisieren. Hierbei unterscheiden sich die beiden Begriffe auch nicht grundsätzlich in eine dynamische oder statische Struktur. *Data Mesh* kann nur begrenzt dynamisch sein, da die entsprechende technische Umsetzung realisiert und angepasst werden muss. Im Gegenzug kann *Data Fabric* nicht vollständig statisch sein, da sich eine technische Infrastruktur grundsätzlich dynamisch an neu entstehende Anforderungen in Organisationen anpassen muss.

### **3.3 Beeinflussende Organisationsprinzipien**

#### ***Geschäftsprozessmanagement***

Moderne Entwicklung von IT-Systemen sollte neben der technischen Perspektive auch die Abläufe (= Prozesse) und vorherrschenden Strukturen mit den involvierten Mitarbeitern:innen in den Unternehmen berücksichtigen. Entsprechend sollten diese Komponenten auch in der Entwicklung berücksichtigt werden, bzw. sollten diese vorab ermittelt werden, um ggf. eine technische Lösung entsprechend darauf anzupassen. Das *Geschäftsprozessmanagement* (engl.: *business process management*) befasst sich hierbei mit der Summe aller Aufgaben und Maßnahmen, die dazu dienen, die komplexen Arbeitsabläufe in Unternehmen zu erfassen und zu optimieren (Hansen et al., 2015, S. 64). Hierbei wurden verschiedene Methoden entwickelt, um Geschäftsprozesse zu identifizieren (Prozesse benennen, bewerten und strukturieren), zu gestalten (Prozesse erheben, analysieren und verbessern) und auszuführen (Prozesse einführen,

überwachen und analysieren) (Hansen et al., 2015, S. 70). Entsprechend können diese Modelle und Methoden angepasst und zur Erfassung, Strukturierung und Abbildung folgender Aufgaben herangezogen werden:

- Organisatorische Strukturen von Unternehmen
- Prozesse in Unternehmen
- Tätigkeitsbereiche und Verantwortungen der Mitarbeiter:innen
- Informationsbedarf der jeweiligen Mitarbeiter:innen
- Infrastruktur der Daten

Basierend darauf kann eine Daten- und Systemarchitektur entworfen werden, die sich auch an der jeweiligen Organisationsform und den Bedürfnissen der Mitarbeiter:innen orientiert. Wichtig ist hierbei auch, dass im Rahmen des *Geschäftsprozessmanagements* überlegt wird, welche Informationen für die jeweiligen Anwender:innen zur Erfüllung ihrer Tätigkeit wichtig sind. Dazu kann die *Data Pipeline* (siehe Abbildung 13) rückwärts durchlaufen werden, um zu ermitteln, welche Daten für die entsprechende Auswertung notwendig sind und wie diese erhoben werden können. Das wiederum ist entscheidend für die *Architektur des Informationssystems*.

### ***Datengetriebene Kultur (engl. data driven culture)***

Eine datengetriebene Unternehmenskultur bezeichnet die Entwicklung einer Organisation von der isolierten und projektorientierten Nutzung von Daten hin zur ganzheitlichen Nutzung, bei der möglichst viele Entscheidungen auf Daten basieren, bzw. durch Daten validiert werden. Dabei kann es sich um einfache Kennzahlen handeln, aber auch Ergebnisse komplexer Analysemodelle. Um eine *Datenkultur* umzusetzen, muss dies einerseits organisatorisch etabliert werden und andererseits die technische Infrastruktur bestehen oder geschaffen werden.

Dies erfordert einen Rahmen, der allen (relevanten) Mitgliedern in der Organisation hilft, Daten in den Mittelpunkt der Entscheidungsfindung zu rücken. Dazu ist es auch wichtig, verschiedene *Rollenmodelle* zu berücksichtigen, da der Bedarf an Informationen, und damit verbunden der Zugang zu den Daten, je nach Organisationsebene (operativ, taktisch oder strategisch) oder Aufgabenfeld unterschiedlich ist. Eine datengetriebene Unternehmenskultur ist dabei kein einmaliges Projekt, sondern ein fortwährend agiler Prozess.



Das Ziel einer datengetriebenen Unternehmenskultur sollte es sein, alle (relevanten) Mitarbeiter:innen dazu zu befähigen, Daten aktiv zu nutzen, um ihre Intuition mithilfe von Daten abzugleichen und Schlussfolgerungen daraus zu ziehen. Dazu gehört es, Fähigkeiten zur Dateninterpretation und kritischem Denken zu entwickeln, um Entscheidungen nicht nur auf Daten zu stützen, sondern diese vielmehr auch kritisch hinterfragen zu können. Um dies zu erreichen, ist der Zugang zu Daten entscheidend, die *Governance* (i.S.v. Steuerung/Führung) der *Datennutzung* und *-qualität*, methodisches Wissen über die Analyse der Daten (grundlegende und fortgeschrittene Statistikenkenntnisse) und geeignete Technologien zur Aufbereitung und Analyse der Daten (Baier et al., 2020, S. 21).

Das Business Application Research Center (BARC) hat Mitarbeiter:innen (n = 2259) von Unternehmen im Bereich von *Business Intelligence* und *Datenmanagement* befragt, welche 20 wichtigsten Trends im Jahr 2020 zu sehen waren. Daraus ging hervor, dass „*Data-driven culture*“ die Nummer drei der wichtigsten Trends im Jahr 2020 war. Somit hat die Bedeutung des Themas seit 2019 zugenommen (Baier et al., 2020, S. 11).

### **3.4 Datenmanagement**

Aufgrund der wachsenden Komplexität der vorhandenen Datenressourcen stehen Organisationen vor der Herausforderung, ihre Daten angemessen organisieren und verwalten zu können. Ohne ein effizientes *Datenmanagement* entstehen grundlegende Probleme in der IT-Landschaft von *Organisationen*. Entsprechend ist das *Datenmanagement* ein wesentlicher Bestandteil für die Planung, Entwicklung, Umsetzung und den Einsatz von *Informationssystemen* und hat sich als zentrales Themengebiet in der *Wirtschaftsinformatik* herausgebildet (Editorial Advisory Committee, DMBOK editors, Bradley, & Kring, 2017, S. 17; Kempster, 2017, S. 33; Otto et al., 2019, S. 13; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 46).

#### ***Definition Datenmanagement (DM)***

*Datenmanagement (DM)* beschreibt einen Ansatz, um Daten (in Organisationen) effektiv zu verwalten, um somit die Anforderungen an die Datennutzung aller Anwendungen und Geschäftsprozesse zu erfüllen. Das übergeordnete Ziel ist dabei, den Wert der Daten für die Organisation zu steigern und daraus Informationen für die Entscheidungen der Anwender:innen in der Organisation zu generieren. Dabei behandelt *Datenmanagement* das gesamte Spektrum der Datenbereiche, des Datenflusses von der Entstehung bis zur

Auswertung, sowie der darin beinhalteten Technologien (Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 17; Gartner, o. J.; Kempster, 2017, S. 33–34).

*Datenmanagement (DM)* umfasst die Praktiken, architektonischen Techniken und Werkzeuge für den konsistenten Zugriff auf und die Bereitstellung von Daten über das gesamte Spektrum der Datenbereiche und Datenstrukturtypen im Unternehmen hinweg, um die Datenverwendungsanforderungen aller Anwendungen und Geschäftsprozesse zu erfüllen.

Zum *Datenmanagement (DM)* gehören die grundlegende Entwicklung, Ausführung und Überwachung von Plänen, Richtlinien, Programmen und Praktiken wie architektonische Techniken und Werkzeuge (Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 17; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 117).

Darüber hinaus gehört es zum *Datenmanagement*, Prozesse und Systeme zu entwickeln und zu etablieren, um den konsistenten Zugriff zu ermöglichen, die Speicherung der Daten durchzuführen und die Bereitstellung (geschäftlich und technisch) der Daten über den gesamten Datenlebenszyklus hinweg zu planen, umzusetzen, zu steuern und zu überwachen (Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 17; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 117).

### **Data Governance**

Im Rahmen der *Data Governance* sollen verbindliche Handlungsanweisungen für den (verantwortungsvollen) Umgang mit Daten festgelegt und geeignete Strukturen in Organisationen geschaffen werden. Entsprechend bezeichnet *Data Governance* häufig die Spezifikation von Richtlinien und Vorgaben für das Management von Daten, damit diese über ihren gesamten *Datenlebenszyklus* hinweg in einer hohen *Datenqualität* in der Organisation genutzt werden können. Dabei umfasst sie die Entwicklung von *Prozessen*, die Benennung von *Verantwortlichkeiten* und den richtigen Einsatz von *Technologien*. Ziel ist es, die Grundlagen für die Bewertung, Erstellung, Nutzung und Kontrolle von Daten in der Organisation sicherzustellen. Somit können mithilfe der Analyse dieser Daten verlässliche Informationen für die Entscheidungsunterstützung in der Organisation gewonnen werden (European Commission, 2020, S. 6; Gluchowski, 2020, S. 4; Koltay, 2016, S. 1–2; Ladley, Cowan, & Shirude, 2017, S. 67–68; Otto et al., 2019, S. 14).

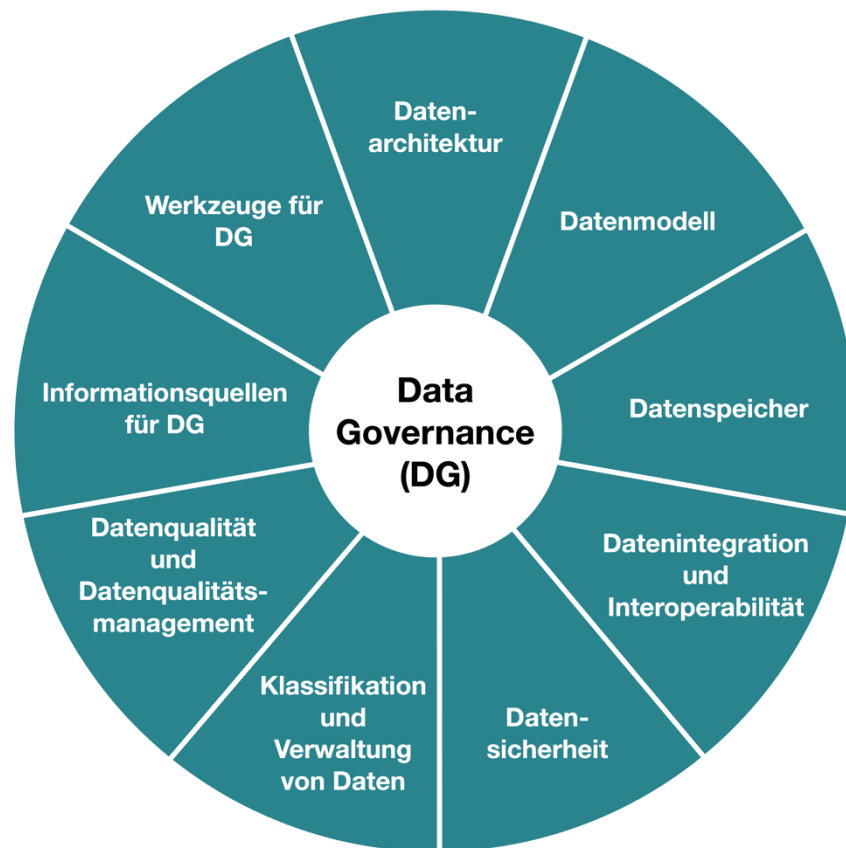


Abbildung 15. Darstellung der für diese Arbeit relevanten Bereiche der *Data Governance* (modifiziert von Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 36).

Abbildung 15 zeigt eine Übersicht der für diese Arbeit relevanten Bereiche des *Data Governance* als ausführender Teil des *Datenmanagements*. Die hier gewählte Einteilung wurde modifiziert, folgt dabei aber der Struktur der Data Management Association (DAMA) und soll nachfolgend beschrieben werden (Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 36).

### 3.4.1 Datenarchitektur (engl.: data architecture)

Die *Datenarchitektur* ist ein grundlegendes Konzept des Aufbaus der Daten in einem *IT-System*, der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen sowie der Prinzipien des Designs und der Entwicklung. Die *Datenarchitektur* definiert, wie Daten gespeichert, verwaltet und verwendet werden. Somit umfasst die *Datenarchitektur* gemeinsam mit dem *Datenmodell*, die umfassende Strukturierung und Definition der wichtigsten Datenobjekte (siehe hierzu auch Kapitel 3.4.9 *Datenkatalog*). Die *Datenarchitektur* beschreibt die logische Struktur der Daten. Auf dessen Basis beschreibt die *Systemarchitektur* (siehe Kapitel 3.1 und 3.2.2), welche *Daten(objekte)* in welchen *Systemkomponenten* eines *Informationssystems* gehalten werden (Edvinsson, 2017, S.

98; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 26; Lewis, Comella-Dorda, Place, Plakosh, & Seacord, 2001, S. 1; Otto & Weber, 2011, S. 288).

Als ein Teilbereich der *Datenarchitektur* wird in dieser Arbeit auch das *Data Warehouse (DW)* gesehen. In der Wirtschaftsinformatik werden DW-Systeme in den *Datenmanagement*-Modellen häufig als eigene Kategorie aufgeführt (siehe Editorial Advisory Committee et al., 2017, S. 36). Aber auch ein *DW*-System bezeichnet ein bestimmtes Architekturmodell zur systematischen Speicherung und Bereitstellung von Daten im Kontext des *Business Intelligence (BI)* und ist somit ein System zur *Datenspeicherung*. Aber gerade neue Herausforderungen an Data & Analytics in Unternehmen ließen zuletzt weitere Ansätze entstehen und DW-Systeme wurden vielmehr zu einem Architekturkonzept, unter anderen, um Daten zentral verfügbar zu machen. Entsprechend wird in dieser Arbeit auf eine eigenständige Kategorie des *DW* im Rahmen des *Datenmanagements* verzichtet.

### 3.4.2 Datenmodell (engl.: data model)

Ein *Datenmodell* ist eine abstrakte Beschreibung (grafisch und/oder textuell) bestehender oder künftig geplanter Daten einer Organisation, die deren Eigenschaften, Strukturen und Zusammenhänge spezifizieren. Das *Datenmodell* liefert die Grundlage für die Auswahl, bzw. Modellierung eines *Informationssystems* (Hobermann, 2017, S. 122; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 118; Kempster, 2017, S. 60; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 96). Dabei sind nach Kempster (2017, S. 60) folgende Komponenten strukturgebend:

- *Objekt- und Beziehungstypen* (definieren die statischen Eigenschaften)
- *Operationen* (definieren die dynamischen Eigenschaften)
- *Integritätsbedingungen* (definieren Regeln zu Erhaltung der Datenintegrität und Datenkonsistenz)

Zudem können je nach Entwurfsphase und Zielsetzung verschiedene Arten von *Datenmodellen* unterschieden werden, die sich in ihrer Abstraktion und technischen Beschreibung unterscheiden, aber als aufeinander aufbauende Stufen gesehen werden können. Das *konzeptionelle Datenmodell* ist die technisch abstrakteste Stufe und beschreibt die *Datenbankstrukturen* aus einer fachlichen Sicht der Organisation. Das *logische Datenmodell* basiert inhaltlich auf dem *konzeptionellen Datenmodell* und überträgt dies in die technische Sicht des *Datenbanksystems*. Das *physische Datenmodell* stellt das technisch konkreteste Modell dar und überträgt das *logische*

*Datenmodell* auf das eingesetzte *Datenbankmanagementsystem* wodurch das *Datenbankmodell* entsteht (Kempter, 2017, S. 60–61).

### **3.4.3 Datenspeicherung (engl.: data storage)**

Der Bereich der *Datenspeicherung* wird in dieser Arbeit weit gefasst und beinhaltet alles, was die strukturierte Speicherung von *Datenelementen* inklusive der Referenzen in einem *Datenspeicher* (engl. *data store*) und den Zugriff darauf betrifft. Der *Datenspeicher* wird häufig auch als *Data Repository* bezeichnet, im Sinne eines Objekts, das die Speicherfunktion bereitstellt (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 119). Zur *Datenspeicherung* kann eine *Datenbank* (engl.: *data base*) dienen, die entsprechend des *Datenmodells* umgesetzt wird und zentrales und dauerhaftes (physikalisches) Speichern großer Datenmengen ermöglicht (Hansen et al., 2015, S. 138; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 120; Kempter, 2017, S. 42–43; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 44–45). Die *Datenstruktur* beschreibt die Art und Weise, wie die *Datenelemente* angeordnet und verknüpft werden. Die *Datenbank* wird durch das *Datenbankverwaltungssystem* (engl.: *data base management system* (DBMS)) verwaltet und ermöglicht den gleichzeitigen und effizienten Zugriff mehrerer Nutzer:innen über entsprechende *Anwendungen* (Hansen et al., 2015, S. 441–443).

Häufig ist es unausweichlich, dass *Datenelemente* aufgrund der Struktur der Organisation dezentral vorliegen und eine rein zentrale *Datenspeicherung* auf einer *Datenbank* nicht möglich ist. In solchen Fällen sind verteilte *Datenbanksysteme* (engl.: *distributed data base systems*) erforderlich, um die *Datenelemente* für die Anwender:innen dezentraler Organisationsstrukturen zugänglich zu machen (Krcmar, 2015, S. 338; Shirude, 2017, S. 171).

### **3.4.4 Datenintegration und Interoperabilität**

Das Ziel des *Datenmanagements* ist eine gemeinsame Nutzung der *Datenbestände* in der Organisation. *Datenintegration* bezeichnet die Praktiken, Techniken und Werkzeuge, um allen Anwendungen einen einheitlichen und koordinierten Zugriff auf die Organisationsdaten zu ermöglichen. Dabei werden zwei Integrationsrichtungen unterschieden: Die *horizontale Integration* bezeichnet die Verbindung von Teilsystemen unterschiedlicher Funktionsbereiche innerhalb eines *Geschäftsprozesses* zu einem Gesamtsystem. Die *vertikale Integration* bezieht sich auf die Durchgängigkeit von der untersten Ebene der operativen Systeme bis hin zur obersten Ebene der Planungs- und

Entscheidungssysteme für eine optimale Datenversorgung der Organisationssteuerung (Kempster, 2017, S. 22; Reeve, 2017, S. 257; Schwarzer & Krcmar, 2014, S. 162).

*Interoperabilität* bezeichnet den Grad der Fähigkeit zum Zusammenspiel von zwei oder mehr heterogenen Systemen, um miteinander zu kommunizieren und Daten effizient auszutauschen und bereitzustellen, ohne von Anwendern:innen besondere Anpassungen zu erfordern (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 237; Reeve, 2017, S. 257; Sinsel, 2020, S. 22–23).

Die *Datenintegration* und die *Interoperabilität* sind zwei wichtige Bestandteile von *Informationssystemen* und spielen eine wichtige Rolle für die Qualität eines solchen.

### **3.4.5 Datensicherheit (engl.: data security)**

*Datensicherheit* bezeichnet den Schutz von Daten und Informationen um Datenverlust, Datendiebstahl und Datenverfälschung vorzubeugen. Dies beinhaltet die Planung, Entwicklung und Ausführung von Sicherheitsrichtlinien und -verfahren, um einen Zugriff auf die Daten durch unbefugte Personen oder Systeme zu verhindern (Hansen et al., 2015, S. 39; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 404–405; Schlesinger & CISSP, 2017, S. 209–211). Um entsprechende Daten in einem *Informationssystem* speichern zu dürfen, müssen sowohl formelle Bedingungen (gesetzlich und vertraglich) gewährleistet und technische Voraussetzungen sichergestellt werden. Gesetzliche Grundlagen sind beispielsweise die *Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)* (engl.: *General Data Protection Regulation (GDPR)*) der Europäischen Union (European Commission, 2020, S. 6). Technische Maßnahmen sind beispielsweise entsprechende Schutzbarrieren durch *Firewalls* oder aber die redundante Speicherung der Daten auf unterschiedlichen Medien als Backups. Die vorbeugenden Maßnahmen sollen die Korrektheit und Vollständigkeit der Daten zu jedem Zeitpunkt gewährleisten (Hansen et al., 2015, S. 39).

### **3.4.6 Klassifikation und Verwaltung von Daten**

Eine der wichtigsten Grundlagen für die Qualität der *Informationen* eines *Informationssystems*, sind die *Daten*, die darin gehalten und den unterschiedlichen Anwendern:innen bereitgestellt werden. Die Einteilung der Daten ist häufig nicht einheitlich und hängt sehr stark von der Perspektive der jeweiligen Fachbereiche ab. Obwohl ähnliche Begriffe verwendet werden, unterscheiden sich die Bedeutungen teilweise erheblich. Piro und Gebauer (2011, S. 145–148) verwenden hier sechs

grundsätzliche Kriterien für die Beschreibung von Daten: Format; Struktur; Inhalt; Stabilität; Verarbeitung; Zuordenbarkeit (zu Business Objects).

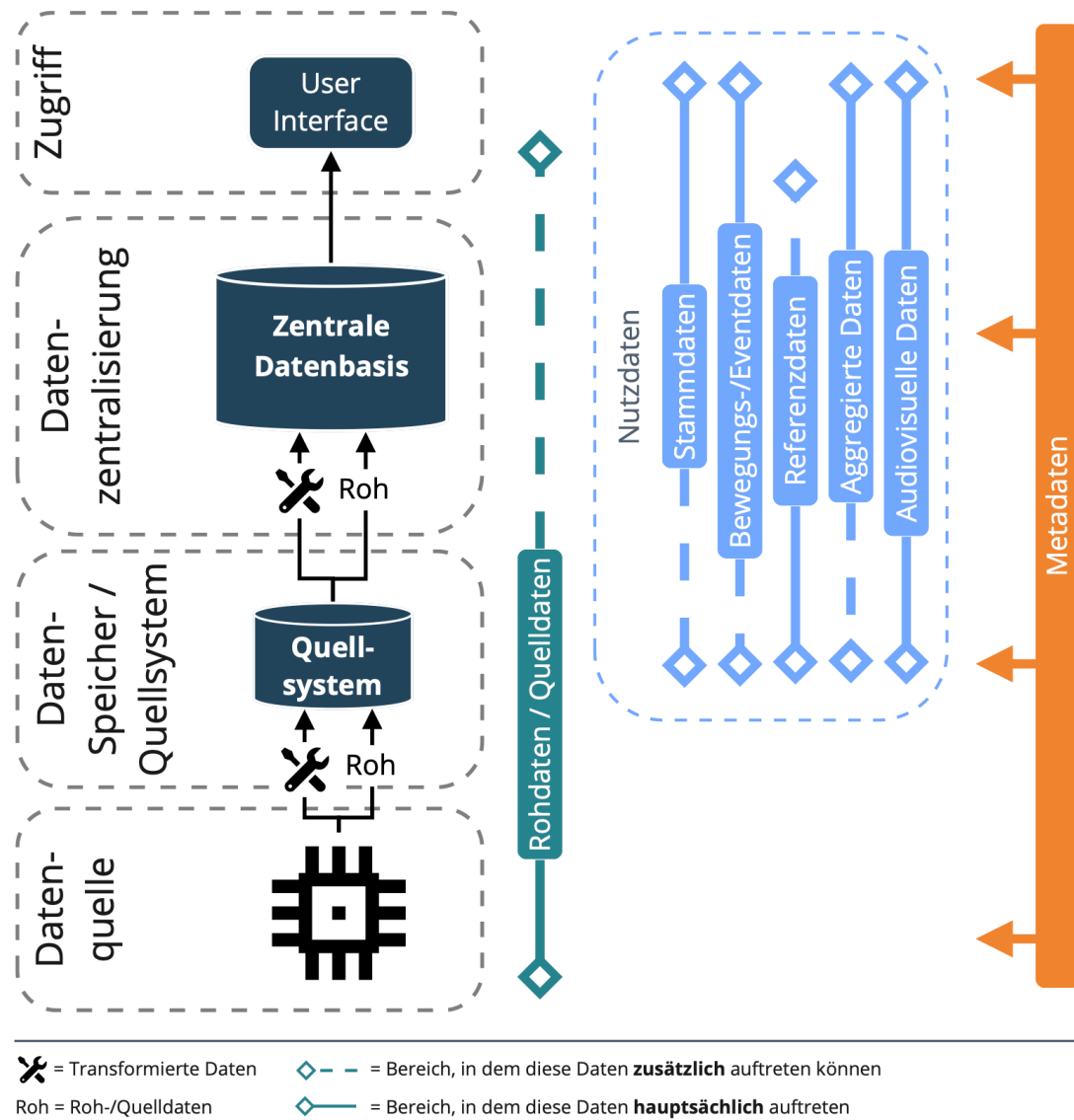


Abbildung 16. Vereinfachte und grundlegende Einteilung der Datenformen bezogen auf verschiedene für diese Arbeit festgelegte Ebenen (Abbildung 12) in Informationssystemen.

Abbildung 16 zeigt die vereinfachte und grundsätzliche Einteilung der Daten im Kontext dieser Arbeit und bezogen auf *Informationssysteme* und der bereits in Abbildung 12 vorgestellten vertikalen Ebene. Die Beschreibung der Daten baut auf Piro und Gebauer (2011, S. 145–148) auf, wurde aber entsprechend dieser Arbeit angepasst.

### **Rohdaten (engl.: raw data) / Quelldaten (engl.: source data)**

*Rohdaten/Quelldaten* sind Daten, die direkt in den *Quellsystemen*, bspw. mittels entsprechender Sensoren entstehen. Diese Daten bestehen noch in ihrer ursprünglichen

Form. Somit können es digitalisierte, ursprünglich analoge Signale sein, die noch gar nicht gefiltert oder aufbereitet wurden (Baca, 2015, S. 46–47). Häufig wird eine erste Filterung bereits in den Sensoren durchgeführt, weshalb es sich dann nicht mehr um Rohdaten im eigentlichen Sinne handelt. Daher wurde hier auch der ergänzende Begriff *Quelldaten* verwendet, um somit alle Daten einzubeziehen, die außerhalb des *Informationssystems* in den *Quellsystemen* entstanden und in das *Informationssystem* überführt werden müssen. Dabei ist allerdings eine *Transformation* der *Roh-/Quelldaten* nicht zwingend vorausgesetzt, da es für komplexere Analysen auch erforderlich sein kann, die *Daten* in ihrer ursprünglichen Form in das *Informationssystem* zu überführen. Daher muss ein *Datenmanagement* für *Informationssysteme* bereits die *Roh-/Quelldaten* berücksichtigen.

### ***Nutzdaten***

Bei *Nutzdaten* handelt es sich um einen Sammelbegriff für den Datenbestand, der grundlegend für die Prozesse in der Organisation notwendig ist.

*Stammdaten* (engl.: *master data*), auch als *fixe Daten* bezeichnet, sind dabei die für eine Organisation grundlegenden *Daten*, die Entitäten beschreiben, sich selten ändern und dauerhaft zentral gespeichert und prozessbedingt bereichsübergreifend verwendet werden (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 265). Dies können bspw. Spieler:innennamen oder Identifikationsschlüssel sein. Entsprechend ist es in einem *Informationssystem* wichtig, dass für diese Daten eine hohe Qualität sichergestellt wird, sie zentral gespeichert werden und bereichsübergreifend verfügbar sind (Boomer & Orun, 2017, S. 337; Kempster, 2017, S. 24; Piro & Gebauer, 2011, S. 147).

*Bewegungsdaten* (engl.: *transactional data*) / *Eventdaten* (engl.: *event data*), auch *variable Daten*, bezeichnen Daten, die im Organisationsprozess zu einem bestimmten Ereignis entstehen, nur für dieses gültig sind oder sich ändern. Diese Daten haben einen Zeitbezug und sind zeitlich veränderlich (Kempster, 2017, S. 24; Piro & Gebauer, 2011, S. 147). Hierbei kann es sich bspw. um *Trackingdaten* eines:r Spielers:in oder eines Spielgeräts während eines Wettkampfes handeln. Wichtig für diese Daten ist die Zuordnung zu anderen *Bewegungs-/Eventdaten*, bzw. zu den *Stammdaten*. *Bewegungs-/Eventdaten* erstrecken sich über die Ebenen der *Datenspeicher/Quellsysteme*, *Datenzentralisierung* und des *Datenzugriffs*.



*Referenzdaten* (engl.: *reference data*) können in interne und externe Referenzdaten unterschieden werden und bezeichnen Daten, die zur Charakterisierung oder Klassifizierung anderer Daten (meist Stammdaten) verwendet werden. Sie sind in der Regel statisch oder verändern sich nur langsam. Beispiele hierfür sind Maßeinheiten oder Ländercodes. Entsprechend werden diese Daten meist nicht im eigenen *Informationssystem* erzeugt, sondern extern aus anderen Systemen bezogen (Boomer & Orun, 2017, S. 332; Hildebrand, 2011, S. 309). Dabei kann es sich um Daten organisationsinterner Systeme handeln, wie bspw. die Personalverwaltung, oder aber organisationsexterner Systeme, wie bspw. eine *Athleten:innen-Datenbank* eines Verbandes oder Drittanbieters für die *Wettkampfdaten*. Diese Daten sind in den oberen drei Ebenen des *Informationssystems* verfügbar. Eine konsistente Zuordnung der Daten, bspw. beim *Mapping*, ist wichtig, um nicht verschiedene *Datenelemente* zu einer *Entität* zu erzeugen, die lediglich aufgrund einer unterschiedlichen Schreibweise mehrfach zugeordnet wurden.

*Aggregierte Daten* bezeichnen das Ergebnis einer Verdichtung bestehender *Datenelemente* zu einem neuen *Datenelement*. Dies kann durch eine Neuberechnung oder aber die Verknüpfung von Einzeldaten geschehen (Heinrich & Klier, 2011, S. 51; Kempster, 2017, S. 25). Ein solches aggregiertes Datenelement kann bspw. durch die Mittelwertberechnung des gleichen *Datenelements* über einen bestimmten Zeitraum hinweg entstehen. Ein weiteres Beispiel wäre die Kombination zweier unterschiedlicher *Datenelemente* zu einer neuen Kennzahl. Dies wäre bei der Berechnung des Body-Mass-Index (BMI) aus den beiden *Datenelementen* Körpergröße und Körpergewicht der Fall. Für *aggregierte Daten* ist es wichtig, eine vollständige Dokumentation der Zusammenführung zu erstellen, damit die Berechnungen für Anwender nachvollziehbar bleiben. *Aggregierte Daten* können bereits in den *Quellsystemen* entstehen, bei der *Datenzentralisierung* oder aber auf der *Zugriffsebene* eines *Informationssystems*.

*Audiovisuelle Daten* bezeichnen *Informationen*, die auditiv und visuell vermittelt und dargestellt werden. Entsprechend werden diese *Informationen* in *audiovisuellen Mediendateien* verarbeitet. Dabei kann es sich beispielsweise um Grafiken, Animationen, Sprachnachrichten oder Videosequenzen handeln (Kempster, 2017, S. 25). Ein Beispiel hierfür können Videoaufzeichnungen von Wettkämpfen mit einer entsprechenden Videoanalysesoftware sein, in denen zusätzlich entsprechende Aktionen mithilfe sogenannter *Tags* markiert wurden. Darin besteht die Herausforderung dieser Kategorie, da diese *Mediendateien* häufig in eigenen *Dateiformaten* vorliegen und viel Speicherplatz erfordern. Die automatische Auswertung und Verknüpfung mit

anderen Datenarten im *Informationssystem* ist somit schwierig. Entsprechend müssen zusätzlich beschreibende Daten (siehe *Metadaten*) erzeugt werden, um diese Dateien auswertbar und verknüpfbar zu machen. Das erfordert klare Standards in Form fester Kategorien und einheitlicher Begriffe, die im *Informationssystem* hinterlegt werden müssen. Diese *audiovisuellen Daten* können die oberen drei Ebenen eines *Informationssystems* betreffen (siehe Abbildung 16), wobei nicht nur die *Mediendateien* im jeweiligen *Dateiformat* verarbeitet werden müssen. Auch die *Metadaten*, falls vorhanden, müssen auf allen Ebenen verfügbar und zur richtigen *Mediendatei* zuordenbar sein.

### ***Metadaten und Metadatenmanagement***

Als *Metadaten* (engl.: *meta data*) werden Daten bezeichnet, die andere Daten beschreiben und einen zusätzlichen Kontext für die Organisation, bzw. die Anwender:innen in der Organisation schaffen (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 273). Diese sehr allgemeine Definition lässt viel Interpretationsspielraum zu und entsprechend können Missverständnisse auftreten, da es auch auf die jeweilige Perspektive ankommt, wann Daten beschreibend und wann sie der eigentliche Inhalt sind (Hansen et al., 2015, S. 476; Yacu, 2017, S. 393).

Im Rahmen der *Data Governance* beinhalten *Metadaten* Informationen über Geschäftsprozesse, Regeln für Daten, und logische und physische Datenstrukturen. *Metadaten* beschreiben Daten, Datenkonzepte und die Verbindungen zwischen Daten und Konzepten. Metadaten ziehen sich durch alle Ebenen eines *Informationssystems*. So kann ein *Zeitstempel* (engl.: *time stamp*) ein mitgeliefertes *Metadatum* zu einem Videofile sein. Zusätzlich ergänzte Informationen zu einem *Datum*, einer *Datei* oder einem *System* (bspw. Name des Erstellers oder Zugehörigkeit zu anderem System) können beschreibende *Metainformationen* sein. *Metadaten* sind entscheidend, damit Organisationen ihre Daten, Systeme und Workflows verstehen und nachvollziehen können.

*Metadatenmanagement* ist dementsprechend ein wichtiger Teilbereich des *Datenmanagements*. Wichtige Aufgaben des *Metadatenmanagements* sind die Planung, Steuerung und Überwachung von Plänen, Richtlinien, Programmen und Praktiken: wie architektonische Techniken und Werkzeuge zur Verarbeitung, Instandhaltung, Integration, Sicherung und Prüfung der Daten und Systeme einer Organisation. Ein wichtiges Hilfsmittel des *Metadatenmanagements* sind *Datenkataloge* (siehe Kapitel

3.4.9), die nachfolgend noch separat beschrieben werden (Kempter, 2017, S. 43; Weigel, 2011, S. 76; Yacu, 2017, S. 393–395).

Metadaten lassen sich grundsätzlich in zwei Klassen unterteilen: technische und betriebliche (fachliche) *Metadaten*. Technische *Metadaten* können meist automatisiert durch das *Informationssystem* generiert oder von den *Datenquellen* ausgelesen werden (bspw. aus Logfiles). Fachliche *Metadaten* liefern beschreibende Daten zu organisatorischen Sachverhalten und Prozessen, die von Fachanwendern festgelegt werden. Dadurch können sie nur teilweise automatisch generiert werden und erfordern einen hohen Pflegeaufwand durch *Anwender:innen* in der Organisation (Dippold, Meier, Schnider, & Schwinn, 2005, S. 99–101; Krcmar, 2015, S. 133; Yacu, 2017, S. 394–395). Entsprechend ist es wichtig, Verantwortungen für diese Pflegetätigkeit und feste Regeln und Standards zu definieren, um eine hohe *Datenqualität* der *Metadaten* sicherstellen zu können.

### **3.4.7 Datenqualität und Datenqualitätsmanagement**

Unter *Datenqualität* (engl.: *data quality*) werden die Summe und der Grad der Ausprägung bestimmter Eigenschaften eines Datenbestandes bezeichnet, bezogen auf dessen Eignung zur Erfüllung festgelegter und vorausgesetzter Anforderungen, wenn Daten unter bestimmten Bedingungen verwendet werden (Gebauer & Windheuser, 2011, S. 89; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 118).

Aufgabe des *Datenqualitätsmanagements* (engl.: *data quality management*) ist es, sicherzustellen, dass die Daten der Organisation zuverlässig und vertrauenswürdig sind. Dafür werden Standards definiert, in die Prozesse der Datenerzeugung, Datentransformation und Datenspeicherung integriert und kontrolliert (Tavares, 2017, S. 424).

### **3.4.8 Informationsquellen für Data Management / Data Governance**

Aus Sicht der *Data Governance* ist es wichtig, eine möglichst vollständige Sicht auf alle Daten und Systeme zur Datenhaltung in der Organisation zu haben. Entsprechend können Prozesse abgebildet und Speicherorte, Inhalte und Zuständigkeiten ermittelt werden.

Tabelle 2. Übersicht über verschiedenen Informationsquellen für *Data Governance* (nach Yacu, 2017, S. 401–405).

Kategorie	Informationsquelle	Beschreibung	Beispiele
Systemlandschaft/ Zusammenspiel	Systemarchitektur	liefert Informationen über die Systemlandschaft, deren Zusammenspiel und Standorte	Systemarchitekturmodelle
Systeminformationen/ Zusammenspiel	Systemkonfigurationen	liefert Daten zur Konfiguration von IT-Systemen und wie diese mit anderen Systemen interagieren	Configuration Management Tools
Datenlandschaft/ Zusammenspiel	Datenarchitektur	theoretische und praktische Modelle von Aufbau und Verknüpfung der Datenquellen/ Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierungssoftware</li> <li>• Datenmodelle</li> <li>• Dokumentation</li> </ul>
Datenbankinhalte/ Zusammenspiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glossare</li> <li>• Kartierung</li> <li>• Verknüpfungen</li> </ul>	beschreiben Begriffe/ Datenelemente und deren Zusammengehörigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Business Glossary</li> <li>• Mappingtabellen</li> <li>• Join-Methoden</li> </ul>
Datenbankinhalte/ Zusammenspiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenintegrationswerkzeuge</li> <li>• Datenflüsse</li> <li>• Service Register</li> <li>• Data Pipelines</li> <li>• Datenherkunft</li> </ul>	beschreiben die Datenflüsse und Datenherkunft, wie Daten aufbereitet, integriert und zwischen Systemen ausgetauscht werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Event Messaging Tools</li> <li>• Data Preparation</li> <li>• Data Pipelining</li> <li>• Information Product Map (IPM)</li> </ul>
Datenbankinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verzeichnisse</li> <li>• Kataloge</li> </ul>	beschreiben die Inhalte von Datenbanken, deren Tabellen und Datensätze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reference Data Repositories</li> <li>• Data Dictionaries</li> <li>• Data Catalogues</li> </ul>
Datenzugriff	Rechteverwaltung	Regelungen, welche Personen(gruppen) Daten sehen und/oder manipulieren dürfen	Rechteverwaltung in Datenbank/Anwendungssoftware
Datenqualität	Datenqualitätswerkzeuge	Analyse der Qualität der Daten in DB (Vollständigkeit, Fehler, Redundanzen ...)	Validierung der Daten
Analysen / verschiedene Funktionen	Datenanalysewerkzeuge	Werkzeuge, die eine Vielzahl an Metadaten für die Gestaltung des BI liefern und teilw. o.g. Funktionen mit integrieren	Business Intelligence (BI) Tools

In Tabelle 2 sind nach Yacu (2017, S. 401–405) verschiedene Quellen dargestellt, um relevante Informationen für die *Data Governance* zu ermitteln. Dabei müssen die relevanten Informationen aus den jeweiligen Informationsquellen ausgelesen und für die Bedürfnisse des *Data Governance* angepasst und zusammengeführt werden. Dadurch kann eine Gesamtübersicht über die *Daten-* und *Systemlandschaft* gewonnen werden. Zudem liefert es einen Einblick in die *Datenelemente* und den Aufbau der *Datenspeicher*. Des Weiteren können das Zusammenspiel und der *Datenfluss* zwischen Systemen illustriert werden und es wird nachvollziehbar, in welcher Qualität die Daten vorliegen und welche Personen darauf Zugriff haben.

### **3.4.9 Werkzeuge für Data Management / Data Governance**

Um die zuvor beschriebenen konzeptionellen und theoretischen Ansätze in der täglichen Arbeit auch umsetzen zu können, wurden Software-Werkzeuge entwickelt, die das *Data Management*, bzw. *Data Governance* unterstützen. Diese Werkzeuge sollen einerseits dabei helfen, Daten der in Tabelle 2 beschriebenen Informationsquellen auszulesen und für die Zwecke des *Data Governance* zusammenzuführen. Diese Werkzeuge können selbstständig rudimentär in Form von einfachen Tabellen erstellt werden, in anderen Systemen, wie bspw. einem *Datenbanksystem*, integriert sein oder in eigenständigen und umfangreichen *Data Governance / Datenmanagement*-Plattformen angeboten werden. Gerade solche Plattformen liefern noch weitere Funktionen, die das *Data Governance* in einer Organisation unterstützen. Da solche Softwarewerkzeuge einen unterschiedlichen Funktionsumfang bieten, sollen nachfolgend die wesentlichen Funktionen dargestellt werden.

#### ***Datenkatalog (engl.: data catalog / data dictionary)***

Ein Datenkatalog, alternativ auch als Informationskatalog bezeichnet, kann in seiner einfachsten Form Teil eines Datenbanksystems sein und liefert Metadaten über Inhalte, Formate, Benutzer:innen, Ereignisse und Auswertungsmöglichkeiten der Datenobjekte des Datenbanksystems (Hansen et al., 2015, S. 281–282; Kempster, 2017, S. 43; Otto & Weber, 2011, S. 288). Um diese Informationen nicht nur für ein Datenbanksystem zu erhalten, sondern für alle Datenhaltungssysteme einer Organisation, muss ein solcher Datenkatalog übergeordnet verfügbar sein und alle Metadaten der verschiedenen Systeme integrieren. Dies erfordert häufig ein separates Datenkatalog-Werkzeug. Zudem dient ein Datenkatalog oft dazu, einheitliche Terminologien für Datenelemente zu definieren und den technischen Bezeichnungen dieser Datenelemente in

Datenbanken anwenderfreundlichere und intuitivere Bezeichnungen für die Fachanwender:innen zuzuordnen.

***Datenintegration (engl.: data integration), Interoperabilität (engl.: interoperability) und Automatisierung (engl.: automation)***

Gerade weil zahlreiche verschiedene Quellen für Daten vorliegen, die sich zudem auch stetig verändern, ist es für ein *Data Governance* Werkzeug wichtig, diese Quellen möglichst automatisiert auslesen und die relevanten *Metadaten* einlesen zu können. Hierfür sind entsprechende (standardisierte) *Schnittstellen* und *Verbindungen (engl.: connector)* erforderlich, bzw. *Crawler*, die automatisch die Quellen durchsuchen, relevante *Metadaten* finden, in das *Data-Governance*-Werkzeug importieren und bestehende Daten aktualisieren. Darüber hinaus ist es wichtig, dass das Werkzeug entsprechende Schnittstellen zu anderen Systemen bereitstellt, um relevante *Metadaten* weitergeben zu können (siehe Kapitel 3.4.4).

***Rechtesteuering (engl.: user rights governance)***

Um den Zugriff auf *Datenhaltungssysteme* nachvollziehen zu können, sollte ein *Data-Governance*-Werkzeug in der Lage sein, die *Rechtesteuering* für die Nutzer:innen der *Quellsysteme* auszulesen und abzubilden (Weigel, 2011, S. 80).

***Data Discovery***

*Data Discovery* wird in der freien Wirtschaft unterschiedlich verstanden. Einerseits bezeichnet es die Möglichkeit, *Datenquellen* zu identifizieren, Inhalte und/oder *Metadaten* der Datensätze in der Organisation zu durchsuchen, zu bewerten und zu verifizieren (Reeve, 2017, S. 274). Andererseits wird es im Kontext der *Business Intelligence (BI)* als Teil der explorativen Analytik verstanden, um Muster und Auffälligkeiten in den Organisationsdaten selbst zu entdecken (Derwisch, Iffert, Stauffer, & Tischler, 2020, S. 7). Dieses Beispiel verdeutlicht erneut die ambivalente Sichtweise auf bestimmte Begriffe in der freien Wirtschaft. Wie schon im gesamten Kapitel soll für diese Arbeit die Betrachtungsweise der *Data Management Association (DAMA)* und somit von Reeve (2017, S. 274) verwendet werden.

Die Bewertung der *Datenqualität (engl.: data quality)* ist ein Bestandteil der *Data Discovery*. Hierfür werden verschiedene Analysen der Datenbestände einer Organisation durchgeführt, um die Qualität der Daten messen und bewerten zu können.

Dabei geht *Datenqualität* im Rahmen von *Data Governance* über die reine Bewertung hinaus und befasst sich auch mit der Auswirkung von schlechter *Datenqualität* auf die *Geschäftsprozesse* (Ladley et al., 2017, S. 80). Die Ermittlung der *Datenqualität* erfolgt anhand festgelegter *Datenqualitätsregeln* (bspw.: fehlende Daten; falsche Zuordnungen; Dubletten) und der Messung, wie stark die jeweiligen Daten davon abweichen (Weigel, 2011, S. 78). Anhand dieser Kennzahlen können anschließend die Ursachen für die fehlerhaften Datenbestände untersucht und behoben werden. Dadurch lässt sich eine Datenqualitätssteigerung in der Organisation erreichen (Zwirner, 2011, S. 102).

Mithilfe der *Datenherkunft* (engl.: *data lineage*), als Teil der *Data Discovery*, soll bestimmt werden wie der *Datenfluss* (engl.: *data flow*) innerhalb einer Organisation abläuft. Dabei wird der gesamte Prozess, von der *Datenentstehung* bis hin zur Darstellung einzelner Kennzahlen in Reports, untersucht und dargestellt. Somit lässt sich ermitteln, wo die (*Roh-*)*Daten* entstanden sind, wie diese bewegt und verändert wurden, welche Medienbrüche es gibt, welche Systeme, Stellen und Prozesse involviert sind und wie diese für Analysen und als Entscheidungsgrundlagen genutzt werden (Reeve, 2017, S. 274; Schwinn, 2011, S. 273).

Ein Ergebnis der *Datenherkunft* kann die Dokumentation von *Data Pipelines* (siehe Kapitel 3.2.2.2) in Form von *Datenflussdiagrammen* sein. Diese helfen die Zusammenhänge in der Organisation besser darzustellen und zu verstehen. Solche Diagramme können außerdem dabei unterstützen, die *Datenflüsse* zu optimieren oder aber Unterbrechungen dieser *Datenflüsse*, bspw. beim Wechsel von Systemen in der Systemlandschaft, zu verhindern. Zudem können ganze *Data Pipelines* in andere Systeme übertragen werden, bspw. bei der Erneuerung der Systemlandschaft (Weigel, 2011, S. 83).

### ***Möglichkeit einer Integrierten Entwicklungsumgebung (IDE)***

Aufgrund der unterschiedlichen Quellsysteme in Organisationen ist es schwierig, dass *Data-Governance*-Werkzeuge, wie bspw. ein *Data Catalog* (siehe Kapitel 3.4.9), Schnittstellen zu sämtlichen *Datenquellen* anbinden können, um die relevanten *Metadaten* auszulesen. Entsprechend kann eine *Integrierte Entwicklungsumgebung* (engl.: *Integrated Development Environment*) in einem solchen Werkzeug der Organisation ermöglichen, Schnittstellen und Anwendungen selbst zu programmieren. Zudem ergibt sich hierdurch die Möglichkeit, Methoden des *maschinellen Lernens* (engl. *machine learning (ML)*) zu integrieren, um bspw. das *Data Discovery* zu unterstützen.

### **Funktionen zur Zusammenarbeit**

Die Pflege der Inhalte eines *Data-Governance*-Werkzeugs ist häufig sehr aufwändig. Auch wenn es bereits Möglichkeiten gibt, *Datenquellen*, *Metadaten*, *Datenmodelle* und *Datenflüsse* automatisiert einzulesen und zu pflegen, so ist das nicht für alle Inhalte möglich. Bspw. kann eine fehlende Schnittstelle zu einer *Datenquelle* eine Automatisierung unmöglich und eine manuelle Eingabe der benötigten Informationen erforderlich machen. Technische Informationen zur *Datenlandschaft* der Organisation sind wichtig, zusätzlich können die Bewertung und Pflege der *Daten* durch die Nutzer:innen in der Organisation, ähnlich einer Informationsplattform wie Wikipedia, zusätzlich sehr nützlich sein. Hierfür sind entsprechende Funktionen zur *Zusammenarbeit* (engl.: *collaboration*) im *Data-Governance*-Werkzeug erforderlich (Sykora, Krishnan, Ladley, & Nelson, 2017, S. 379). Solche *Collaboration*-Funktionen unterstützen die Nutzer:innen bei der Zusammenarbeit an den Organisationsdaten. So können bspw. *Metadaten* angelegt, überprüft oder bewertet werden. Zudem unterstützen diese Werkzeuge die Freigabeprozesse zur Rechteverwaltung (Ahlheid, Graefe, Krebs, & Schuster, 2011, S. 217–222).

### **3.5 Rollenmodelle**

Neben des technischen Aufbaus und der Struktur von *Informationssystemen*, spielen die Nutzer:innen, die mit dem System arbeiten, eine wesentliche Rolle. Es gibt zwar verschiedene Rollenmodelle, die in der Unternehmenspraxis und auch in Publikationen zu finden sind, jedoch werden diese Rollenmodelle sehr unterschiedlich verwendet und dabei sowohl Aufgabengebiete als auch -bereiche vermischt. Die Ursache hierfür sind allerdings nicht nur fehlende Standards, sondern auch die Organisationsgröße und -struktur spielen eine wesentliche Rolle – da kleine Organisationen häufig nicht die Möglichkeit haben, alle Rollen zu besetzen und somit verschiedene Aufgaben in einem Stellenprofil vereint werden.



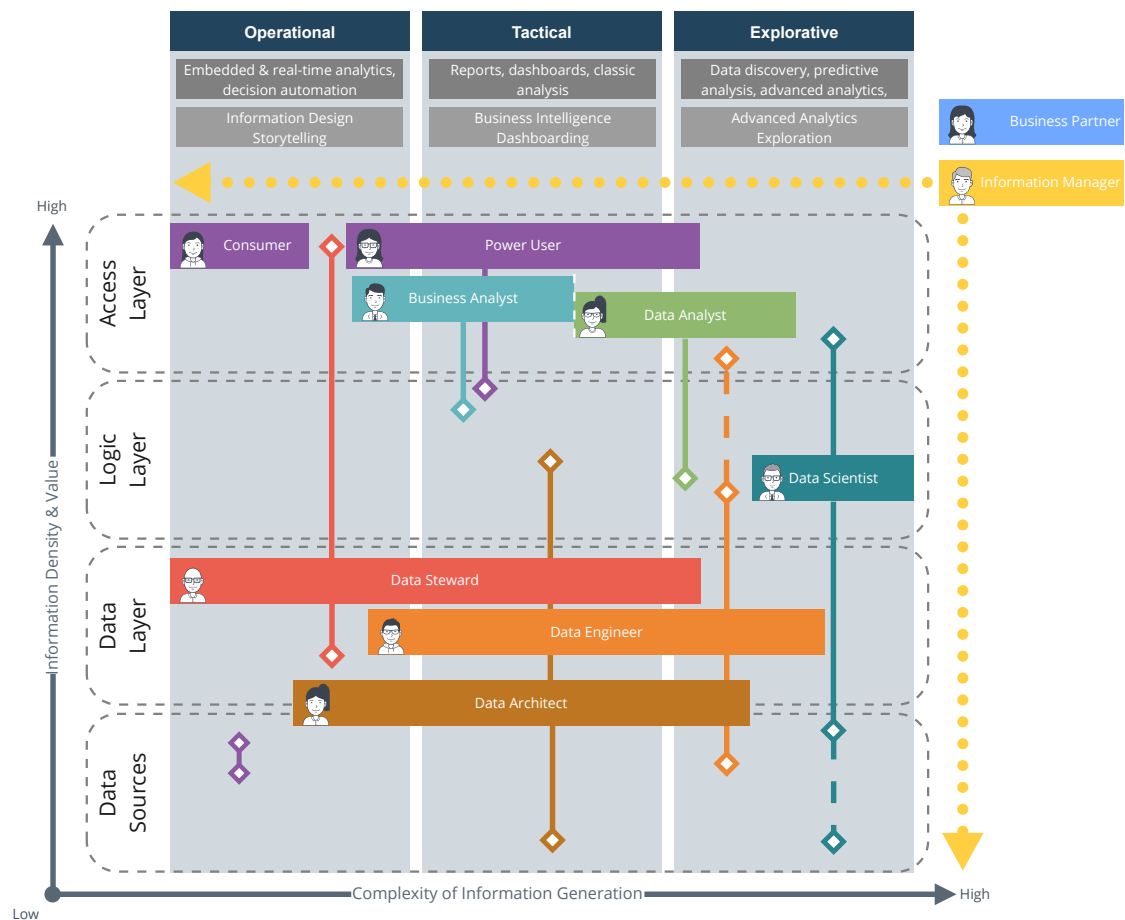


Abbildung 17. Verschiedene Rollenmodelle bezogen auf die Generierung von Informationen, aufgeteilt auf die Ebenen eines *Informationssystems* (vertikal) und die Level des Informationsbedarfs (horizontal).

Abbildung 17 zeigt den in dieser Arbeit entwickelten Versuch, die Rollenmodelle innerhalb eines *Informationssystems* abzugrenzen und deren Wirkungsbereich sowohl in den Systemebenen eines *Informationssystems* (vertikal) abzubilden, als auch die Level der *Informationskomplexität* (horizontal) darzustellen. Die Ebenen des *Informationssystems* sind hierbei wieder gleich der Einteilung der vorherigen Kapitel. Auf der untersten Ebene befinden sich die *Datenquellen* (engl.: *data sources*) in denen die *Roh-* oder *Quelldaten* entstehen. Dieser Ebene wird im Modell die geringste Informationsdichte und somit der geringste *Informationswert* (engl.: *information value*) zugeschrieben. Mit jeder weiteren Ebene werden die Daten bereinigt, gefiltert, aggregiert und mit Daten anderer *Datenquellen* kombiniert, wodurch sich die *Informationsdichte* und somit auch der *Informationswert* immer weiter erhöhen.

Vertikal sind drei verschiedene Level der *Informationserzeugung* (= *Informationslevel*) unterteilt. Zudem wurde ergänzt, welche analytischen Methoden dort hauptsächlich zum Einsatz kommen und welche Qualifikationen erforderlich sind (graue Boxen).

Im Level *Operational* werden meist (*Echtzeit-*)*Informationen* zur Überwachung und direkten Steuerung der operativen Prozesse benötigt. Dies kann bspw. die Darstellung der Herzfrequenzdaten von *Athleten:innen* als Kennzahl sein, um deren individuelle Trainingszone direkt am Trainingsplatz überwachen und steuern zu können.

Das *taktische* Level hingegen erfordert schon eine stärkere Aggregation verschiedener (meist historischer) Daten und die Kombination unterschiedlicher *Datenquellen*, um diese ins Verhältnis zu übergeordneten Zielen setzen zu können. Dies wäre bspw. der Fall, wenn der/die *Athletiktrainer:in* die Auswirkungen der Trainingsmaßnahmen in einem bestimmten Zeitraum auf die Belastung der Mannschaft oder einzelner Mannschaftsteile bestimmen möchte, um daraus Rückschlüsse für die *Trainingsplanung* ziehen zu können.

Das *explorative* Level beinhaltet den Versuch, (neue) Muster zu erkennen oder Vorhersagen für die Zukunft erstellen zu können, die für den Menschen nur schwer oder unmöglich wären. Hierfür sind häufig sehr große Mengen an historischen Daten (Big Data), meist unterschiedlicher Systeme, und komplexe analytische Modelle (Advanced Analytics) notwendig. Entsprechend wird diesem Level in Abbildung 17 die höchste *Komplexität* (*engl. complexity*) zugeschrieben. Ein Beispiel könnten Verletzungsprognosen sein, basierend auf leistungsdiagnostischen und medizinischen Daten der gesamten Mannschaft, über einen langen Zeitraum, in Verbindung mit Verletzungsstatistiken.

Die einzelnen farbigen horizontalen Balken der Rollenmodelle sind im Hauptaufgabenbereich der jeweiligen Rolle in den vertikalen Ebenen eines *Informationssystems* positioniert und erstrecken sich über die jeweils abgedeckten horizontalen *Informationslevel*. Die vertikalen Linien deuten an, auf welche Ebenen des *Informationssystems* sich die Rollen zusätzlich beziehen (durchgehende Linie), bzw. teilweise beziehen (gestrichelte Linie).

### ***Datenarchitekt (engl.: Data Architect)***

Im Kontext von IT-Systemen sind *Architekten* Personen, die für die *Systemarchitektur* verantwortlich sind (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 26). Entsprechend fokussieren sich *Data Architects* (manchmal auch *Information Architects*) auf den Entwurf, die Entwicklung, die Umsetzung und die Verwaltung der *Datenarchitektur* einer Organisation. Unter Berücksichtigung der IT-Systeme legen diese fest, wie Daten in einer Organisation möglichst effizient gespeichert, konsumiert,

integriert und verwaltet werden. Zudem legt der *Datenarchitekt* Standards für Geschäftsbegriffe, Daten und Komponenten fest (Edvinsson, 2017, S. 100–101; Saltz & Grady, 2017, S. 2358).

### ***Dateningenieur (engl.: Data Engineer)***

Im Kontext von IT-Systemen wird unter *Engineering* die Anwendung systematischer, geregelter und quantifizierbarer Ansätze auf Systeme und Prozesse bezeichnet (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 159). Während der *Datenarchitekt* primär konzeptionelle Modelle der gesamten *Datenlandschaft* modelliert, beschäftigt sich der *Dateningenieur*, häufig auch als *Informationsingenieur (engl.: information engineer)* bezeichnet, vielmehr mit der technischen Umsetzung dieser *Datenmodelle* und der täglichen *Datennutzung* im *Informationssystem*. Der *Dateningenieur* nimmt Anforderungen der Anwender:innen, wie bspw. der *Data Scientisten* entgegen und setzt diese im *Informationssystem* um, indem er die erforderlichen *Daten* in der benötigten Form und Qualität bereitstellt (Saltz & Grady, 2017, S. 2358).

### ***Datenverwalter (engl.: Data Steward)***

Der *Data Steward* ist Teil der Fachbereiche in Organisationen und dafür verantwortlich, dass *Data-Governance*-Prozesse eingehalten und Richtlinien umgesetzt werden. Zudem fällt es in sein Aufgabengebiet, dass die *Datenqualität* und die *Datennutzung* sichergestellt werden (Otto & Weber, 2011, S. 280). Häufig hat der *Data Steward* auch die Rolle des *Dateneigners (engl.: data owner)* und ist für bestimmte *Datensätze* verantwortlich. Je nach Organisationsgröße kann es unterschiedliche Rollen für *Data Stewards* geben (Gebauer & Mielke, 2011, S. 205; Ladley et al., 2017, S. 76–77; Otto, 2011, Kap. 4; Otto & Weber, 2011, S. 284–285).

### ***Data Scientist***

Die Arbeit des *Data Scientisten* ist häufig sehr explorativ, indem er *erweiterte Analysen (engl.: advanced analytics)* in speziellen Werkzeugen oder Programmiersprachen (bspw. Python oder R) selbstständig systematisch umsetzt. Der *Data Scientist* verfolgt das Ziel, neue Einsichten in die Daten zu bekommen, Muster zu erkennen und Vorhersagen treffen zu können. Hierzu wendet er praktische Methoden und theoretische Ansätze aus der Mathematik und der Informatik (bspw. *Machine Learning (ML)*) auf große strukturierte und unstrukturierte *Datenmengen* (Big Data) aus unterschiedlichen

*Datenquellen* an. Die dabei entstehenden Modelle besitzen häufig hohe Komplexität, sind oft abstrakt und speziell, weshalb sie für den Einsatz in den Geschäftsprozessen der Anwender:innen erst noch angepasst (bspw. durch den *Datenanalysten*) werden müssen (Abate & Sykora, 2017, S. 471–472; National Science Board, 2005, S. 27; Saltz & Grady, 2017, S. 2358–2359).

### ***Datenanalyst (engl.: Data Analyst)***

*Datenanalyse* bezeichnet die systematische Untersuchung der Daten und des *Datenflusses* in einem realen oder geplanten System (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 114). *Datenanalysten* betreiben klassische *Datenanalyse*, bspw. entwerfen sie diese, basierend auf Fragen der Fachanwender:innen und Führungskräfte in deren täglichen Geschäftsprozessen. *Datenanalysten* erläutern die gewonnenen Erkenntnisse und bereiten sie mithilfe von Visualisierungen und Reports für Fachanwender:innen auf. Hierbei verfolgt er/sie aber weniger einen explorativen-wissenschaftlichen Ansatz. *Datenanalysten* unterstützen *Data Scientists*, indem sie deren neu entwickelte Modelle in das *Informationssystem* integrieren (bspw. über *Business-Intelligence-Werkzeuge*) und für die *Datenanalyse* in den täglichen Geschäftsprozessen verfügbar machen (Saltz & Grady, 2017, S. 2359).

### ***Business Analyst***

*Business Analysts* führen Analysen mit dem Schwerpunkt auf Geschäftsmodellen und -prozessen durch und müssen diese sehr gut verstehen (= *Business Experts*). Dabei identifizieren sie die speziellen Bedürfnisse der Fachanwender:innen und Führungskräfte und helfen diesen, indem sie Informationen ermitteln, ordnen und analysieren, um entsprechende Lösungen bereitzustellen. Hierfür greifen sie auf eine Vielzahl von Quellen zurück und beschränken sich dabei nicht nur auf IT-Systeme (International Institute of Business Analysis (IIBA), 2017, S. 3; Saltz & Grady, 2017, S. 2359; Schreiner, 2007, S. 52).

### ***(Business) Information Manager***

*Information Manager (IM)* handeln aus einer übergeordneten Perspektive heraus, die den gesamten *Datenprozess überspannt*: von der *Datenentstehung* bis hin zur Informationsbereitstellung. Hierfür benötigen die *IM* ein grundlegendes technisches Verständnis der enthaltenen Komponenten eines *Informationssystems*, wie *Software- und Datenarchitektur, Datenmodellierung, Datenanalyse* und *Statistik*. Darüber hinaus

müssen sie die *Geschäftsprozesse* der Organisation verstehen und einen Überblick über deren *System-* und *Datenlandschaft* haben. Hierbei sind *IM* für alle Aufgaben und Aktivitäten verantwortlich, die darauf abzielen, die Nutzung von *Informationen* und den Einsatz eines *Informationssystems* in der Organisation umzusetzen (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 54).

### ***Business Partner / Sponsor***

*Business Partner*, in diesem Kontext auch häufig *Sponsor* genannt, tragen die organisatorische Verantwortung, das *Informationsmanagement* in seiner Gesamtheit innerhalb der Organisation zu initiieren, umzusetzen und voranzutreiben. Zu den Hauptaufgaben gehört es, die Unterstützung der Unternehmensleitung für das gesamte *Informationsmanagement* sicherzustellen, die strategische Ausrichtung vorzugeben, die Budgetverantwortung und wesentlichen Entscheidungen zu tragen (Otto & Weber, 2011, S. 284).

### ***Consumer / Operator / Key User***

Diese Bezeichnungen vereinen alle Personen, die zum Kerngeschäft der Organisation beitragen und dabei auf *Daten* und *Informationen* zugreifen, um ihre tägliche Arbeit durchzuführen. Zusätzlich können sie mit ihrer Arbeit *Daten* des operativen Geschäfts generieren, die Teil des *Datenprozesses* der Organisation sind und somit als *Datenquelle* für das *Informationssystem* dienen (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 303; Wolf, 2011, S. 248).

### ***Power User***

Diese *Mitarbeiter:innen* verfügen, verglichen mit anderen *Consumern*, über überdurchschnittliche Kenntnisse und Fähigkeiten in bestimmten Bereichen oder *IT-Systemen* der jeweiligen Fachabteilung, die über ihr eigentliches Aufgabengebiet hinaus gehen. Entsprechend können sie die *IT-Systeme* intensiver nutzen oder Aufgaben übernehmen, die eigentlich gar nicht in den Kompetenzbereich der jeweiligen Fachabteilung fallen. Ein Beispiel hierfür sind Fachanwender:innen, die über tiefere Kenntnisse des jeweiligen Analysewerkzeugs verfügen und somit eigene Analysen entwickeln können, was eigentlich die Aufgabe des *Data Analyst* wäre (Derwisch et al., 2020, S. 20–21).

## 4 Zusammenführung im Kontext der Sportinformatik

Die Messung von *sportlicher Leistung* zum Zweck des Vergleiches im *sportlichen Wettbewerb* und zur Informationsgewinnung für die *Sportpraxis* oder *Sportwissenschaft* hat eine lange Tradition. Mit der Entwicklung und dem Einsatz von Messsystemen im Sport entstand das Bedürfnis der computergestützten Datenverarbeitung und Informationsgenerierung. Entsprechend reichen die Ursprünge der *Sportinformatik* (*engl.: sports informatics / computer science in sports*) bis in die 1970er Jahre zurück. Als interdisziplinäre Teildisziplin der *Sportwissenschaft* wendet die *Sportinformatik* Konzepte, Methoden, Techniken und Werkzeuge der Informationsverarbeitung aus der Informatik auf die Probleme der *Sportwissenschaft* und *Sportpraxis* an (Baca, 2006, S. 26–27; Link & Lames, 2015, S. 1–6; Miethling & Perl, 1997, S. 17; Wiemeyer, 2006, S. 14).

### 4.1 Gegenstandsbereiche der Sportinformatik

Die wesentlichen Aufgaben der *Sportinformatik* sahen Perl und Lames (1995, S. 26–29) darin, methodisches Spezialwissen der *Informatik* auf Problemstellungen in der *Sportwissenschaft* und *Sportpraxis* anzuwenden und Anwendungen dafür zu entwickeln. Für die Modellierung sportwissenschaftlicher Systeme differenzieren sie verschiedene Modellarten, die jeweils eine unterschiedliche Perspektive liefern: Daten-, Struktur-, Prozess-, und Berechnungs-, Simulations- und Präsentationsmodelle. Diese Unterscheidung erscheint auf den ersten Blick für die Anwendung im Sport sehr detailliert, ist aber notwendig, um die unterschiedlichen Anforderungen in Sportorganisationen zu ermitteln und entsprechende passende informatische Anwendungen umsetzen zu können. Perl und Lames (1995, S. 27) sahen die *Datenerfassung*, *Datenhaltung*, *Datenverarbeitung* und *Ergebnis-/Datenpräsentation* als notwendige informatische Komponenten einer informatischen Anwendung.

Perl (1997, S. 9–11) folgend lassen sich wesentliche Gegenstands- und Einsatzbereiche der Sportinformatik für diese Arbeit festlegen: (1) Modellbildung und Simulation, (2) Methoden der Datenanalyse, (3) Datenbanken, (4) Expertensysteme (5) Präsentation und (6) Entwicklungstrends.

Link und Lames (2015, S. 10–12) rückten die Betrachtung noch stärker in den Kontext der *Informatik* (engl.: *computer science*), woraus sich vier wichtige Themenbereiche auf die *Sportinformatik* übertragen lassen: (1) Datenerfassung und -speicherung, (2) Modellierung, Analyse und Simulation, (3) Präsentation und Darstellung und (4) Kommunikation und Netzwerke. Zudem untergliedern Link und Lames die jeweiligen Themenbereiche entsprechend der Theorien, Methoden und Werkzeuge, die dort zugeordnet werden können. Diese Einteilung deckt sich auch mit dem in dieser Arbeit verfolgten Ziel der Untersuchung von Informationssystemen im Sport.

## **4.2 Modellierung im Kontext der Sportinformatik**

Vorbereitend für die Konzeption eines *Sportinformationssystems* (SIS) sollen in diesem Kapitel, basierend auf den vorhergehenden Kapiteln, zwei Modelle abgeleitet werden, um die Komplexität des Strukturmodells der *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaften* (Kapitel 2.1.1) zu reduzieren und die beteiligten Handelnden einer Sportorganisation und deren Aufgabenbereiche darzustellen.

### **4.2.1 Struktur- und Prozessmodell eines erweiterten Trainingssystems nach Schnabel et al. (2014, S. 399)**

Das bereits in Kapitel 2.2.2 eingeführte *Trainingssystem* soll hier als Grundlage verwendet und entsprechend an die Anforderungen dieser Arbeit angepasst und erweitert werden. Die *Trainingssysteme* in den Standardlehrbüchern der Trainingswissenschaften beziehen sich hauptsächlich auf die energetisch determinierten Sportarten wie Schwimmen und Leichtathletik. Mannschaftssportarten wie Fußball, mit ihrer komplexen Struktur, jeweiligen Taktik und der Vielzahl interagierender Elemente, bringen eine zusätzliche Dimension der Komplexität mit sich und machen *Trainingssysteme* noch sinnvoller. Die traditionelle Vorstellung von *Trainingssystemen* ist in erster Linie als abstrakte Systematik und keineswegs technologisch zur Unterstützung des Designs von Softwaresystemen gedacht. Diese Aspekte wurden erst in jüngster Zeit zur Unterstützung des *Trainings* eingeführt (Baca, 2015, S. 68–69). In Anbetracht der Teilnehmer:innen an modernen *Trainingssystemen* ist das Modell von Schnabel et al. (2014) zu aktualisieren. Heutzutage sind nicht nur viele Athleten:innen beteiligt, sondern auch die Anzahl der Trainer:innen ist gewachsen und eine Vielzahl zusätzlicher Experten:innen ist involviert (bspw.: Ernährungsberater:innen, Spielanalytiker:innen und Datenanalytiker:innen). Entsprechend ist die Notwendigkeit der Unterstützung durch SIS weiter gewachsen (Lames, 1997, S. 187).

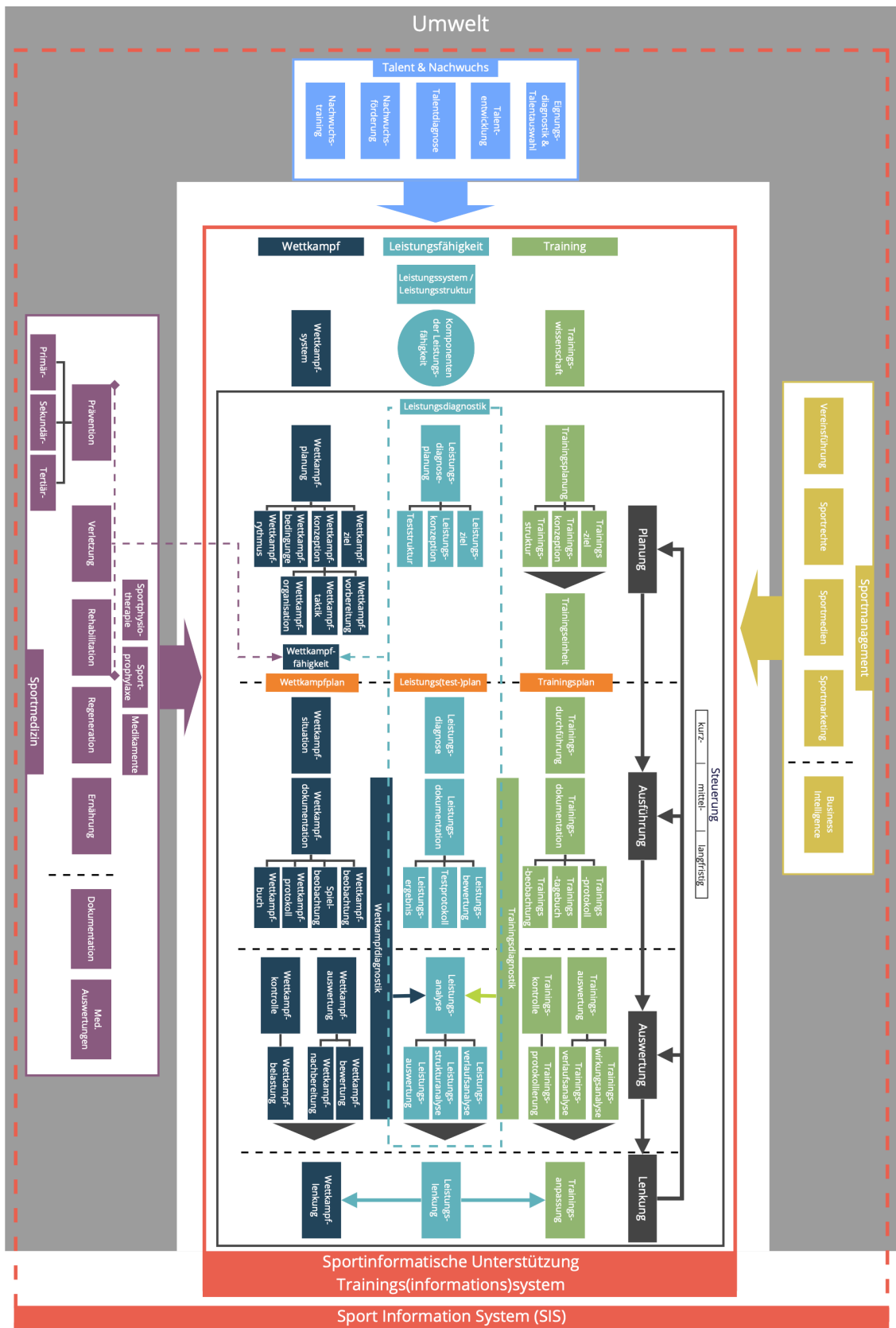


Abbildung 18. Entwurf eines Struktur- und Prozessmodells basierend auf einem Trainingssystem und erweitert um zusätzliche Bereiche und Komponenten.



Abbildung 18 zeigt den in dieser Arbeit entwickelten Entwurf eines Struktur- und Prozessmodells als Weiterentwicklung traditioneller *Trainingssysteme*, basierend auf dem komplexen Strukturmodell der *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft* (siehe Kapitel 2.1.1). Daraus wurden die wesentlichen Komponenten des *sportlichen Trainings* (Grün), der *sportlichen Leistungsfähigkeit* (Türkis) und des *sportlichen Wettkampfs* (Dunkelblau) abgeleitet, die somit die Komponenten des Struktur- und Prozessmodells bilden. Außerhalb des eigentlichen *Trainingssystems* (durchgezogene rote Linie) sind die allgemeinen Komponenten *Sportmanagement*, *Talent & Nachwuchs* und *Sportmedizin* abgebildet. Sie liefern notwendige Grundlagen und beeinflussen das *Trainingssystem*, sind aber nicht Teil der *Prozessphasen*. Die Pfeile verdeutlichen das Einwirken der daraus resultierenden wichtigen Inhalte oder Strukturen für ein solches *Trainingssystem*. Das eigentliche *Trainingssystem* (innerhalb der durchgezogenen roten Linie) beinhaltet die Komponenten des komplexen Strukturmodells der drei *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft*, die zudem den vier Prozessphasen (*Planung*, *Ausführung*, *Auswertung* und *Lenkung*) einer prozessualen *Steuerung* zugeordnet wurden (Abbildung 2).

Durch Verbindungslinien wird der Zusammenhang einer Komponente mit deren entsprechenden Unterkomponenten verdeutlicht, die dann gesammelt, dargestellt durch den dreieckigen Pfeil, in die nachfolgende Komponente einfließen. In Orange sind wieder die Komponenten dargestellt, die ein konkretes physisches Dokument symbolisieren.

Die Komponenten der *Trainings-* und *Wettkampfdiagnostik* ziehen sich über zwei Prozessphasen, vereinen mehrere Komponenten unter sich und wirken auf die *Leistungsanalyse* ein. Die *Leistungsdiagnostik* (hier durch die gestrichelte türkisfarbige Linie dargestellt) umfasst auch in diesem Modell zusätzlich die *Planung* mit den darin enthaltenen *Leistungskomponenten* und wirkt sich auf die Bestimmung der *Wettkampffähigkeit* aus.

Die Komponenten der *Lenkung* sind das Resultat der jeweiligen drei Prozessketten der *Gegenstandsbereiche* und wirken auf die vorhergehenden Prozessphasen *Planung*, *Ausführung* und *Auswertung* ein. Zudem wirkt sich die *Leistungslenkung* auf die Komponenten der *Wettkampflenkung* und *Trainingsanpassung* aus, indem resultierende Erkenntnisse daraus einen direkten Einfluss auf diese haben können.

Wird solch ein erweitertes *Trainingssystem* nun informatisch unterstützt, entsteht ein *Trainingsinformationssystem (TIS)*, hier durch die durchgezogene rote Linie abgegrenzt.

Werden zusätzlich die Komponenten der *Umwelt (Sportmanagement, Talent & Nachwuchs und Sportmedizin)* integriert, dann kann von einem *Sport-Informationssystem (SIS)* gesprochen werden, hier mit der gestrichelten roten Linie umfasst.

### ***Talent und Nachwuchs***

In Blau wird der Bereich für *Talent und Nachwuchs*, mit seinen Komponenten *Eignungsdiagnostik & Talentauswahl, Talentdiagnose* und *Nachwuchsförderung* dargestellt. Diese Komponenten wirken auf ein *Trainingssystem* ein, da dort entsprechende Eigenschaften abgebildet werden müssen, bzw. eine andere Umsetzung dieser Komponenten im *Trainingssystem* notwendig ist. So können beispielsweise *Komponenten der Leistungsfähigkeit* für die *Talentauswahl* herangezogen werden oder müssen für die *Talententwicklung* mit der *Talentförderung* aufgrund entsprechender altersabhängiger Besonderheiten angepasst werden (Hohmann et al., 2020, S. 288–291). Ebenso muss das *Nachwuchstraining* in den jeweiligen Jahrgängen anders gestaltet werden, aber es darf dennoch nicht der Übergang und Zusammenhang zwischen den Jahrgängen vernachlässigt werden (Hohmann et al., 2020, S. 282–285). Entsprechend muss in einem *Trainingssystem* für den Nachwuchsbereich viel stärker die Altersstufe der *Athleten:innen* und die zeitliche Veränderung in den Komponenten berücksichtigt und abgebildet werden.

### ***Sportmanagement***

Der Bereich des *Sportmanagements* (in Gelb), beinhaltet Komponenten, die zur organisatorischen und betriebswirtschaftlichen Abwicklung einer *Sportorganisation* gehören. Häufig wird dieser Bereich in *Informationssystemen* für den Sport vernachlässigt. Es gibt allerdings wichtige Überschneidungen, die das *Trainingssystem* beeinflussen. Beispielsweise gibt es eine direkte Verbindung der *Sportmedien* zur *Wettkampffähigkeit* der *Athleten:innen*, indem eine Verletzung eine interne Einstufung und eine nach außen zu kommunizierende erhält, um den tatsächlichen Zustand eines/einer *Athleten:in* nicht öffentlich zu machen. Ebenso kann sich die Komponente der *Sportrechte* auf die *Wettkampfsituation* auswirken, wenn *Athleten:innen* hohe Wettkampfprämien erhalten oder eine Kaufverpflichtung nach einer bestimmten Anzahl an Wettkämpfen automatisch greift und die *Athleten:innen* in einem unbedeutenden Spiel nicht eingesetzt werden soll. Darüber hinaus gibt es im Bereich *Sportmanagement*

zahlreiche *Daten* und *Datenquellen*, die ein *Informationssystem* benötigen. Somit könnte ein zentrales System einen zusätzlichen Mehrwert bringen.

Das zeigt sich auch in der Überschneidung der Komponente des *Business Intelligence* (siehe Kapitel 3.2.1). Diese BI-Systeme zur Aufbereitung und Auswertung von Daten beschränken sich nicht nur auf das *Sportmanagement*, sondern können auch für Daten im sportlichen Bereich eingesetzt werden, was schon heute häufig der Fall ist (bspw. Tableau, SAP Analytics Cloud oder Qlik). Entsprechend könnte ein zentrales *BI-System* zahlreiche Synergieeffekte mit sich bringen.

### **Sportmedizin**

Ein wesentlicher Bereich, der auch direkt auf und in das *Trainingssystem* einwirkt, ist die *Sportmedizin* (lilafarben). Die sportmedizinische Betreuung durch *Ärzte:innen* finden in allen Bereichen des Sports statt. Die Aufgabe der *Sportmedizin* ist es, unter Berücksichtigung der individuellen Beschaffenheit und Erfordernisse, die Gesundheit, Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit der *Athleten:innen* im *sportlichen Training* und *Wettkampf* sicherzustellen. Sie beinhaltet die Komponenten *Diagnostik*, *Therapie* und *Beratung*, und erfordert ausreichend Kenntnisse in der Medizin und der Sportwissenschaft (aus der Fünten et al., 2013, S. 172; Schnabel et al., 2014, S. 504).

Die Aufgaben der *Sportmedizin* gliedern sich in verschiedene Komponenten. Die *Prävention* gliedert sich wiederum in drei Stufen. Die *Primärprävention* dient der Erhaltung der Gesundheit und findet idealerweise im gesunden Zustand der *Athleten:innen* statt. Hierzu kann auch die *sportmedizinische Gesundheits- und Tauglichkeitsuntersuchung* gezählt werden – in vielen *Leistungssportarten* verpflichtend, muss sie häufig vor der *Wettkampfphase* durchgeführt werden. Die *Sekundärprävention* soll der frühzeitigen Erkennung von Erkrankungen dienen, um mithilfe einer korrekten Diagnose schwerwiegendere Folgen zu vermeiden, eine vollständige Behebung in kurzer Zeit zu ermöglichen und das Wiederauftreten zu verhindern. Die dritte Stufe, die *Tertiärprävention* behandelt die Vermeidung des Fortschreitens bereits eingetretener, bzw. bestehender chronischer Erkrankungen. Hierzu wird auch die *Rehabilitation* gezählt (Schnabel et al., 2014, S. 504–505).

Präventivuntersuchungen werden häufig durch *Sportmediziner:innen*, *sportmedizinisches Personal* oder aber *Sportwissenschaftler:innen* durchgeführt. Schnabel et al. (2014, S. 506–509) nennen folgende Präventivuntersuchungen:

- Anamnese
- Körperbaudaten
- allgemeine klinische Untersuchungen
- EKG, Herzfrequenz, Blutdruck
- Urinstatus, evtl. Blutbild
- klinisch-orthopädische Untersuchung

Eine weitere wichtige Komponente der *Sportmedizin* und der *Trainingssteuerung* sind die Maßnahmen zur *Regeneration*, womit die Wiederherstellung der physischen und psychischen *Leistungsfähigkeit* bezeichnet wird. Entsprechende Maßnahmen zur *Regeneration* sind die *Ernährung*, *Sportphysiotherapie* und *-prophylaxe* sowie *Medikamente*, die ebenfalls in einem *Sport-Informationssystem* abgebildet werden müssen (Hottenrott & Neumann, 2014, S. 48; Schnabel et al., 2014, S. 224–231; Weineck, 2019, S. 54). In diesem Modell werden *Sportphysiotherapie*, *-prophylaxe* und *Medikamente* als einzelne Subkomponenten behandelt, die den Komponenten *Prävention*, *Verletzung*, *Rehabilitation*, *Regeneration* und der *medizinischen Dokumentation* zugeordnet werden.

Auch wenn die *Ernährung* in der Literatur der *Regeneration* zugeordnet wurde, so wird die *Ernährung* in *Sportorganisationen* meist gesondert behandelt. Aufgrund dessen und der Bedeutung der *Ernährung* für die *Gesundheit*, *Leistungsfähigkeit* und *Belastbarkeit* der *Athleten:innen* und des Umfangs des Bereichs selbst, wird die *Ernährung* in diesem Modell als einzelne Komponente behandelt (Schnabel et al., 2014, S. 481–482; Weineck, 2019, S. 979).

Die Komponente der *Ernährung* im Sport beinhaltet nach Schnabel et al. (2014, S. 481–501) und Weineck (2019, S. 979–991) folgende Bereiche:

- Ernährungsbilanz: Anforderungen an die Energiezufuhr (Grundumsatz; thermische Effekte der Nahrung; Leistungszuschlag, Kalorienbilanz).
- Bilanz der Anteile der Makronährstoffe: Relationen zwischen den Hauptnährstoffen.
  - Umwandelbarkeit und Speicherung der Nährstoffe
  - Nutzbarkeit der Nährstoffe als Energielieferanten
  - bedarfsgerechte Kohlenhydratzufuhr
  - bedarfsgerechte Fettzufuhr
  - bedarfsgerechte Proteinzufuhr
- Vitaminbilanz: Anforderungen an die Zufuhr von Vitaminen

- Mineralstoffbilanz: Anforderungen an die Zufuhr von Mineralstoffen
- Flüssigkeitsbilanz: Anforderungen an die Flüssigkeitszufuhr
- allgemeine sportartspezifische Empfehlungen

#### 4.2.2 Strukturmodell der Handelnden in einer Sportorganisation

Neben der Darstellung der Komponenten einer Sportorganisation und deren Zusammenwirken, sind die handelnden Personen ein wesentlicher Bestandteil und müssen entsprechend in einem *Sport-Informationssystem* berücksichtigt werden, um deren Informationsbedarf erfassen und abdecken zu können.



Abbildung 19. Strukturmodell der handelnden Personen in einer *Sportorganisation*, aufgeteilt in die drei Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft und weiterer beeinflussender Bereiche.

Das Kreismodell in Abbildung 19 unterteilt sich in die drei *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft*: *sportliche Leistungsfähigkeit* (Türkis), *sportliches Training* (Grün) und *sportlicher Wettkampf* (Dunkelblau). Zudem wurden ausgewählte Komponenten aufgenommen, die als Teil der *Umwelt* (Hellgrau) eines *Trainingsystems* in Kapitel 4.2.1 ermittelt und ergänzt wurden. Für die jeweiligen Komponenten der Bereiche der *Umwelt* wurde der Versuch unternommen, diese thematisch passend anzuordnen. Aufgrund von mehrfachen Zusammenhängen war dies nicht vollständig möglich, folglich stehen sie exemplarisch im äußeren (hellgrauen) Kreis.

Zusätzlich wurden Komponenten der Tätigkeitsfelder eines/r *Leistungsdiagnostikers:in*, *Trainingsdiagnostikers:in* und *Wettkampfdiagnostikers:in* ergänzt. Diese Bereiche sind aktuell in *Sportorganisationen* häufig noch nicht als einzelnes, abgegrenztes Tätigkeitsfeld besetzt. Daher bestehen Überschneidungen zu anderen Tätigkeitsfeldern: bspw. übernimmt der/die *Trainingswissenschaftler:in* häufig die Aufgaben eines/r *Leistungsdiagnostikers:in*. Eine andere Möglichkeit ist, dass ein/e Diagnostiker:in mehrere *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaften* abdecken muss. Aber aufgrund der immer größer werdenden Bedeutung der Diagnostik und der wachsenden Anzahl an Experten:innen in einer *Sportorganisation*, wurden die Tätigkeitsprofile in dieses Modell bereits aufgenommen.

Das Kreismodell positioniert im Zentrum die Zielpersonen (*Chef-Trainer:innen* und die *Athleten:innen*), da sie in dieser Betrachtung die verbindende Komponente der Zusammenarbeit der verschiedenen Personen im Verein und der relevanten Komponenten sind. Entsprechend strukturiert sich das Kreismodell so, dass die Tätigkeitsfelder, die sich bezogen auf die Zusammenarbeit nah an den *Athleten:innen* und *Trainer:innen* befinden, auch nah am Zentrum positioniert sind.

Die verschiedenen *Pläne* (orange Komponenten) bilden neben dem persönlichen Gespräch die Dokumente, die von den jeweiligen Personen des Mitarbeiterstabs an die *Zielpersonen* herangetragen werden. Entsprechend ist es wichtig, die benötigten Informationen in der notwendigen Informationsdichte, den Informationsfluss und die Präsentationsform zu ermitteln, um diese Dokumente zu modellieren und in einem *Sport-Informationssystem* abbilden zu können.

Der innere Teil des *Kreismodells*, abgegrenzt durch die Komponenten der drei *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft* (Grün, Türkis und Dunkelblau) grenzt gleichzeitig die Tätigkeitsfelder ab, die einen Teil des direkten Mitarbeiter:innenstabs

einer Mannschaft darstellen. Außerhalb dieses Kreises befinden sich die *Tätigkeitsfelder*, die bereichs- oder mannschaftsübergreifend agieren können. Dies ist wiederum auch für die Modellierung eines *Sport-Informationssystems* wichtig, da somit die Abgrenzung und der Informationsfluss anders gestaltet werden können/müssen.

Die Tätigkeitsfelder selbst sind durch einen breiten dunkelgrauen Balken mit der jeweiligen Tätigkeitsbeschreibung dargestellt, der das Hauptaufgabenfeld des/r jeweiligen Mitarbeiters:in symbolisiert. Mit der gestrichelten Linie wird angedeutet, auf welche Bereiche sich dessen Arbeit insgesamt auswirken kann. Am Beispiel des/r *Mediziners:in* bedeutet dies, dass er/sie hauptsächlich in den Komponenten der *Wettkampfsituation* (auf der Bank) und in der *Leistungsanalyse, Leistungslenkung*, im *Trainingssystem* und in der *Trainingsplanung* tätig ist, aber je nach *Sportorganisation* und Verantwortung auch auf andere Komponenten einwirken kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das hier entwickelte Modell eines erweiterten *Trainingssystems* nach Schnabel et al. (2014, S. 399) die Grundlage dieser Arbeit zu *Sportinformationssystemen (SIS)* liefert. Dafür wurden relevante Komponenten der *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft* (siehe Kapitel 2.2) aus der trainingswissenschaftlichen Literatur abgeleitet und strukturiert. Zudem wurden die beeinflussenden Komponenten der *Umwelt* eines *Trainingssystems* in das *Strukturmodell* ergänzt und mithilfe der Darstellung einfacher prozessualer Abläufe zu einem *Struktur- und Prozessmodell* erweitert. Darüber hinaus wurden die in der *Sportorganisation* handelnden Personen in einem weiteren *Strukturmodell* dargestellt und deren Wirken auf die jeweiligen Bereiche exemplarisch skizziert. Dadurch wird die rein strukturelle und prozessuale Modellierung der Komponenten in Abbildung 18 durch ein weiteres Modell (Abbildung 19) mit den darin agierenden Personen vervollständigt. Beide Modelle sollen im Zusammenspiel als Grundlage für die durch *Informationstechnologie (IT)* unterstützte *sportinformatische* Umsetzung eines *Sport-Informationssystems (SIS)* dienen.

## 5 Einzelbeiträge/Veröffentlichungen

Dieses Kapitel stellt die für diese Dissertation maßgeblichen Studien vor, bestehend aus zwei Zeitschriftenartikeln und zwei Konferenzbeiträgen (peer reviewed) und deren spezifischen Beitrag auf Grundlage der in der Einleitung vorgestellten Ziele. Die in den Kapiteln 2 bis 4 ausgearbeiteten Methoden und Inhalte aus der *Trainingswissenschaft*, *Wirtschaftsinformatik* und *Sportinformatik* bildeten hierbei eine wichtige Grundlage für die jeweiligen Publikationen. Der erste Artikel adressiert das grundlegende Design solcher Sport-Informationssysteme (SIS). Um dieses Ziel zu erfüllen, wurde ein Architekturkonzept für solche SIS entwickelt, mit dem Fokus auf Fußballvereine. Um ein besseres Verständnis dafür zu entwickeln, wie solche SIS aussehen können, beschreiben die zweite und dritte Veröffentlichung praktische Umsetzungen, mithilfe eines Prototyps und anhand konkreter Anwendungsfälle. Abschließend wurde für die vierte Publikation eine Produktübersicht verschiedener kommerzieller SIS in Form eines Reviews durchgeführt.

Nachfolgend werden die einzelnen Veröffentlichungen vorgestellt; die vollständigen Artikel können im Appendix eingesehen werden.

### 5.1 Publikation 1 - A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics

#### **Quellenangabe**

Blobel, T., & Lames, M. (2020). A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 19(1), 102–122.

#### **Publikationsdetails**

Die Publikation wurde seit der Veröffentlichung bis zum 23. Januar 2022 bei ResearchGate 2587 mal aufgerufen und bisher einmal zitiert. Dabei handelte es sich um 544 Volltextzugriffe und 2043 andere Textzugriffe.

#### **Eigene Leistungsbeiträge**

Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit war der hauptsächlich Forschende und Verfasser des Artikels. Gemeinsam mit Martin Lames entwickelte er die Idee für die Veröffentlichung,



die Struktur und die verwendeten Methoden. Der Autor (TB) war teilnehmender Beobachter bei verschiedenen Fußballvereinen, entwickelte die Modelle und hat die Architektur für das *Club Information System (CIS)* entworfen. Martin Lames (ML) unterstützte die Entwicklung des Konzepts. Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit verfasste den Artikel, veröffentlicht im „International Journal of Computer Science in Sport“ und erhielt Unterstützung und Rückmeldung vom Co-Autor (ML).

### **Zusammenfassung**

Das hauptsächliche Ziel dieser Publikation war die Entwicklung eines allgemeinen Konzepts für ein *Club Information System (CIS)*, mit einem besonderen Fokus auf Fußballvereine, als Teilbereich von *Sport Informationssystemen (SIS)*. Verschiedene dafür relevante Fachbereiche wurden untersucht und wesentliche Methoden daraus herausgearbeitet und für die Anwendung in dieser Arbeit abgeleitet. Dabei war es nicht das Ziel, ein ideales Modell für einen spezifischen Anwendungsfall zu entwickeln, sondern vielmehr ein übergreifendes Konzept auszuarbeiten, dass die aktuellen Bedürfnisse von Sportorganisationen im Allgemeinen adressiert.

Softwareentwicklung beschreibt die systematische, wissenschaftliche und technologische Herangehensweise an das Design, das Implementieren, das Testen und das Dokumentieren von Software, sowie die Entwicklung der dahinterstehenden Methoden (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, S. 421). In diesem Beitrag werden die Software-Entwicklungsphasen von Foster (2014, S. 9) verwendet und an die Anforderungen eines CIS angepasst. Es wurde eine modellgetriebene Architektur (MDA) mit verschiedenen Abstraktionsebenen gewählt und zusätzlich in verschiedene hierarchische Schichten (= Layer) unterteilt (Garlan & Shaw, 1993, S. 9–10). Business Intelligence (BI) ist der Bereich der Wirtschaft, der sich mit der Informationsunterstützung und mit Datenanalysetools für das Management befasst. Das multi-layer Framework von (Baars & Kemper, 2008, S. 135–137) wurde als spezifische MDA für BI verwendet und auf die Bedingungen in Sportvereinen übertragen.

Trainingssysteme gehen von einer umfassenden und systematischen Betrachtung des sportlichen Trainings aus und berücksichtigen die darin enthaltenen grundlegenden und voneinander abhängigen Prozesse und Elemente (Schnabel et al., 2014, S. 399). Die Aufbauorganisation wurde anhand eines Praxisbeispiels des FC Liverpool illustriert. Die zunehmende Komplexität moderner fußballspezifischer Trainingssysteme zeigt den

Bedarf an *Informationssystemen* im Sport und an einer entsprechenden IT-Unterstützung.

Auf der Grundlage von teilnehmenden Beobachtungen und Interviews mit Vereinsmitarbeitern (n = 16) wurden 17 wesentliche organisatorische Anforderungen in einem Sportverein ermittelt. Darauf aufbauend entstand ein konzentrisches Strukturmodell in vier Abstraktionsebenen zur Ermittlung und Abbildung der speziellen Strukturen von Sportvereinen. Anhand dessen werden die Systemanforderungen abgeleitet und es wird ein Designkonzept für ein CIS entwickelt. Diese modellgetriebene Architektur (MDA) wird in drei hierarchischen Schichten mit unterschiedlichen Komponenten aufgeteilt, die auf den verschiedenen Quellsystemen aufsetzen. Dies ermöglicht es die Gesamtkomplexität eines solchen CIS aufzuteilen, separat zu planen und zu bearbeiten und die bestehenden Quellsysteme zu erhalten, anstatt sie zu ersetzen. Das CIS-Konzept beschreibt zudem die verschiedenen Benutzerrollen, die auf ein solches CIS zugreifen. Zusätzlich werden verschiedene CIS-Architekturprinzipien definiert.

Dieses CIS-Konzept behandelt auch spezifische Probleme im Kontext von Sportvereinen, die in strategische und organisatorische Probleme unterteilt sind, und verdeutlicht diese anhand von Beispielen.

Die vorliegende Arbeit liefert einen neuen Ansatz für die Gestaltung und Architektur von *Informationssystemen* in Sportvereinen. Dieser ist von einer interdisziplinären sportinformatischen Perspektive geprägt und kombiniert Methoden aus verschiedenen Fachbereichen wie der Softwareentwicklung, der Wirtschaftsinformatik und der Trainingswissenschaft, mit einem hohen Bezug zur Sportpraxis. Darüber hinaus werden aktuelle Trends in der Wirtschaftsinformatik diskutiert und mit Trends in der Sportwissenschaft verglichen. Damit soll gezeigt werden, dass Entwicklungen in der IT oft nicht auf einen bestimmten Bereich beschränkt sind, sondern auf andere Fachbereiche übertragen werden können.

## 5.2 Publikation 2 - Information Systems for Top Level Football

### **Quellenangabe**

Blobel, T., & Lames, M. (2016). Information Systems for Top Level Football. In P. Chung, A. Soltoggio, C. Dawson, M. Qinggang, & M. Pain (Hrsg.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS). Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 392, S. 51–58). Cham: Springer.

### **Publikationsdetails**

Die Publikation wurde seit der Veröffentlichung bis zum 23. Januar 2022 über 1300 mal auf der Website von Springer heruntergeladen und bisher einmal zitiert.

### **Eigene Leistungsbeiträge**

Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit war der hauptsächlich Forschende und Verfasser des peer reviewed und veröffentlichten Konferenzartikels. Er entwickelte die Idee für die Publikation und wählte die verwendeten Methoden. Zudem war er der teilnehmende Beobachter in einem Fußballverein, legte die leistungsdiagnostischen Tests fest, organisierte und überwachte deren Durchführung und die Aufzeichnung der Daten, und übernahm die Datenaufbereitung und -auswertung. Zusätzlich übernahm TB die Entwicklung der Modelle für die Softwareentwicklung und designte den Prototypen. Martin Lames unterstützte die Entwicklung und Struktur des Artikels. Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit verfasste den Artikel, veröffentlicht in den "Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS)", und erhielt dabei Rückmeldung und Unterstützung von seinem Co-Autor (ML).

### **Zusammenfassung**

Das zentrale Ziel dieser Publikation war die Entwicklung eines Anwendungsfalls für ein *Sportinformationssystem (SIS)* anhand leistungsdiagnostischer Daten in Fußballvereinen, basierend auf einem allgemeinen Konzept für ein *Club Information System (CIS)*. Wie die erste Veröffentlichung zeigt, sind *CIS* für eine gesamte Sportorganisation sehr komplex. Die Idee dieser Veröffentlichung war es daher, sich auf einen bestimmten Bereich zu konzentrieren, um die Softwaremodellierung einschließlich aller relevanten Datenquellen zu beschreiben, die Datenmodellierung zu erläutern und einen funktionsfähigen Prototyp einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) für die beteiligten Mitarbeiter:innen vorzustellen. Eine Forschungskoooperation mit zwei

Nachwuchsleistungszentren (NLZ) von Fußball-Bundesligisten lieferte die notwendigen leistungsdiagnostischen Daten. Für das Prototyping wurde eine bestehende Business Intelligence (BI) Software als Framework verwendet und an diesen speziellen Anwendungsfall angepasst.

Für diesen Anwendungsfall wurden Leistungsdaten gewählt, da diese Daten bei den meisten Vereinen bereits vorhanden sind, verschiedene Datenerfassungstechniken erfordern und der Prototyp sofort im NLZ eingesetzt werden konnte. Hierbei wurde eine Standard-Testbatterie für den Jugendfußball ausgewählt, angepasst, um zusätzliche Tests erweitert und mit 15 Spielern aus einer Jugendakademie durchgeführt. Für das Prototyping wurde eine bestehende BI-Software anhand verschiedener vordefinierter Kriterien ausgewählt und für die Anforderungen dieser Daten angepasst. Bestehende Vereinsdaten wurden gesammelt und mit den erhobenen Testdaten ergänzt, aufbereitet und normiert. Das daraus resultierende Datenmodell wurde illustriert.

Im Rahmen der Softwaremodellierung wurde zunächst der aktuelle Stand in den Nachwuchsleistungszentren analysiert, um den Bedürfnissen der Mitarbeiter:innen in einem Fußballverein gerecht zu werden. Dies geschah durch persönliche Interviews und eine teilnehmende Beobachtung und führte zu vier verschiedenen Entwicklungsschritten. Die Grundstruktur des CIS bildete den ersten Schritt der Softwareentwicklung und mündete in einen zyklischen und sich wiederholenden Entwicklungsprozess. Auf Grundlage des Datenmodells wurden Datenanalysen und ein allgemeines Designkonzept für die Benutzeroberfläche (UI) entwickelt. Mithilfe der BI-Software wurde ein funktionsfähiger Prototyp mit verschiedenen Darstellungsformen für Spielerprofile und Mannschaftsanalysen umgesetzt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Arbeit eine praktische Lösung für den informatischen Umgang mit Leistungsdaten im Fußball darstellt. Sie lieferte tiefere Einblicke in die Datenstruktur und die Darstellung sportartspezifischer Daten. Während die erste Veröffentlichung ein allgemeines und in erster Linie theoretisches Konzept für CIS vorstellte, liefert diese zweite Veröffentlichung einen praktischen Ansatz für einen Teilbereich eines allgemeinen CIS anhand eines konkreten Anwendungsfalls.

### **5.3 Publikation 3 - Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns**

#### **Quellenangabe**

Blobel, T., & Lames, M. (2018). Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns. In M. Lames, D. Saupe, & J. Wiemeyer (Hrsg.), *Proceedings of the 11th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS 2017). Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 663, S. 71–81). Cham: Springer.

#### **Publikationsdetails**

Die Publikation wurde seit der Veröffentlichung bis zum 23. Januar 2022 691 mal auf der Website von Springer heruntergeladen.

#### **Eigene Leistungsbeiträge**

Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit war der hauptsächlich Forschende und Verfasser des peer reviewed und veröffentlichten Konferenzartikels. Er entwickelte die Idee für die Publikation und wählte die verwendeten Methoden. Zudem war er teilnehmender Beobachter und Interviewer bei einem Fußballverein, definierte die *Healthy Reference Pattern (HRP)* Tests, organisierte und überwachte die Tests im Labor zur Datenerhebung. Darüber hinaus führte TB die Datenverarbeitung durch, entwickelte die Modelle für die Softwareentwicklung und entwarf den Prototyp. Martin Lames unterstützte die Entwicklung und Struktur der HRP sowie des Artikels. Der Autor (TB) dieser Dissertation schrieb den Artikel, der in den "Proceedings of the 11th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS 2017)" veröffentlicht wurde, und erhielt dabei Rückmeldung und Unterstützung von seinem Co-Autor (ML).

#### **Zusammenfassung**

Das zentrale Ziel dieser Publikation war die Entwicklung eines Anwendungsfalls für ein *Club Information System (CIS)* – in dieser Publikation als *Club Management Information System (CMIS)* bezeichnet – zur Leistungsanalyse und für die Verwendung medizinischer Daten in Fußballvereinen. Während die vorhergehende Publikation auf Daten zur Leistungsdiagnostik basiert, war das Ziel dieser Publikation, das

Softwaremodell um medizinische Daten zu erweitern und den Prototyp anzupassen. Dazu wurde die bestehende Forschungsk Kooperation mit einem Fußballverein der Bundesliga auf die erste Herrenmannschaft erweitert, um Tests zu *Healthy Reference Pattern (HRP)* erweitert und für diesen neuen Anwendungsfall angepasst. Somit bietet die dritte Publikation eine modifizierte praktische Anwendung für einen weiteren spezifischen Anwendungsfall, kombiniert Daten aus verschiedenen Abteilungen, veranschaulicht die Entwicklungsprozesse und stellt dem medizinischen Personal in der Sportorganisation einen Prototyp zur Verfügung.

Für das Konzept des CIS wurden vier Entwicklungsschritte abgeleitet und veranschaulicht. Die Entwicklung des CIS-Konzepts basiert auf der vorangegangenen Entwicklung aus der zweiten Publikation und der Prototyp wurde ergänzt, wodurch eine modulare Struktur entstand. Der allgemeine Entwicklungsprozess für diesen speziellen Anwendungsfall wurde dargestellt und beinhaltet neben den Komponenten des CIS auch die Schritte zur Datenerfassung und die Entwicklung der Analysen.

In diesem Anwendungsfall wurden die Bereiche medizinischer und leistungsdiagnostischer Daten abgedeckt, um zu demonstrieren, wie individuelle Anwendungen entwickelt und in das CIS integriert werden können. Die Auswahl entsprach den Anforderungen des kooperierenden Vereins und es gibt Überschneidungen zwischen dem medizinischen und athletischen Bereich – weswegen die Daten in verschiedenen Abteilungen genutzt werden können. Die Entwicklung von HRP soll die Menge an fehlenden medizinischen Langzeitinformationen über Fußballspieler für die Verletzungsprävention und/oder Rehabilitation verringern. Ein solches HRP-Modell sollte in das CIS integriert werden, um dem medizinischen Personal ein informatisches Werkzeug für die tägliche Arbeit zu liefern. Innerhalb der HRP-Diagnostik wurden Maximalkrafttests einbezogen und die gesammelten Daten für die komplexe Kraftdiagnostik verwendet. Die Idee dabei war, das derzeit verwendete Hamstring/Quadriceps-Verhältnis (HQR) durch aussagekräftigere Informationen zu ergänzen.

Die Daten wurden in der spezifischen Systemsoftware vorverarbeitet, und die aggregierten Daten und Schlüsselindikatoren (KPI) wurden für die Entwicklung des CIS-Prototyp verwendet, um eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) zu erstellen. Es wurden verschiedene benutzerspezifische Analysen und farblich abgestufte Schwellenwerte entwickelt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Arbeit eine weitere praktische informatische Lösung für Leistungsdaten und medizinische Daten in einem spezifischen Anwendungsfall vorstellt. Im Gegensatz zur zweiten Publikation konzentriert sich diese Arbeit weniger auf die Datenmodellierung und mehr auf den Gesamtprozess der Datenerfassung bis hin zur Präsentation für die Nutzer:innen. Diese Publikation liefert einen Anwendungsfall, um zu zeigen, wie Informationssysteme im Sport helfen können, Daten aus verschiedenen Bereichen zusammenzufassen und die Mitarbeiter:innen bei ihrer täglichen Arbeit mit den notwendigen Informationen zu unterstützen.

## **5.4 Publikation 4 – Sports Information Systems: A systematic review**

### **Quellenangabe**

Blobel, T., Rumo, M., & Lames, M. (2021). Sports Information Systems: A systematic review. *International Journal of Computer Science in Sport*, 20(1), 1-22.

### **Publikationsdetails**

Die Publikation wurde seit der Veröffentlichung bis zum 23. Januar 2022 bei ResearchGate 1759 aufgerufen und bisher einmal zitiert. Dabei handelte es sich um 691 Volltextzugriffe und 1068 andere Textzugriffe.

### **Eigene Leistungsbeiträge**

Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit war der hauptsächlich Forschende und Verfasser der peer reviewed und veröffentlichten Publikation. Er entwickelte die Idee für die Publikation und wählte die verwendeten Methoden. Gemeinsam mit Martin Lames (ML) entwickelte er die Idee für die Studie, das Studiendesign und die zu verwendenden Methoden. TB entwickelte die Liste der Untersuchungsgegenstände, kontaktierte die Unternehmen und führte alle Interviews durch. Außerdem leitete er die statistischen Verfahren und die Interpretation der Daten. Martin Rumo (MR) unterstützte die Identifikation der Unternehmen und Kontakte, nahm an mehreren Interviews teil und gab Feedback zu zwei Abschnitten des Artikels. Der Autor (TB) dieser Doktorarbeit verfasste den Artikel, der im "International Journal of Computer Science in Sport" angenommen wurde, und erhielt Feedback von seinen Co-Autoren (ML und MR).

## **Zusammenfassung**

Das zentrale Ziel dieser Publikation war eine systematische Untersuchung kommerziell verfügbarer Sportinformationssysteme (SIS), um einen Überblick über die relevanten Merkmale solcher SIS zu liefern und Systemkategorien zu charakterisieren. Aufgrund der vielen verschiedenen Begriffe und unterschiedlichen Anwendungsbereiche solcher SIS wurde in dieser Veröffentlichung eine allgemeine Definition von SIS festgelegt, die sich hauptsächlich auf Informationssysteme im allgemeinen und "Sportart-Informationssysteme" (Lames, 1997, S. 180–181) im speziellen bezieht und die grundlegenden Teilbereiche der Sportinformatik beschreibt. Darüber hinaus wurden drei Hauptkategorien und sechs Unterkategorien für SIS definiert und beschrieben.

In Anlehnung an die PRISMA-Leitlinien wurde eine systematische Suche nach relevanten Softwareanbietern über persönliche Kontakte, öffentliche Listen von SIS und Recherchen im Internet durchgeführt. Die systematische Recherche führte zu 36 geeigneten SIS aus zehn verschiedenen Ländern, von denen 21 untersucht und in die Bewertung einbezogen wurden.

Die Entwicklung einer standardisierten Bewertungsliste basierte auf den Systemanforderungen aus dem CIS-Konzept der ersten Publikation und wurde durch weitere relevante Anforderungen ergänzt. So entstand eine Bewertungsliste mit insgesamt 164 Elementen in zehn verschiedenen Kategorien. Diese Bewertungsliste wurde in eine Checkliste für persönliche Interviews überführt und jeder Punkt der Checkliste wurde mit einem Produktvertreter der 21 SIS-Anbieter linear durchlaufen.

Das Ergebnis liefert einen Überblick über die untersuchten SIS mit zusätzlichen Informationen und einer kurzen Beschreibung. Eine detaillierte Analyse der 164 Überprüfungselemente wurde in 19 Spinnendiagrammen visualisiert. Zudem wurden die Produktkategorien von SIS charakterisiert und eine Klassifizierung der untersuchten SIS vorgenommen. Es können zudem drei verschiedene Strategien für die Softwarearchitektur unterschieden werden, wobei eine hybride Architektur für die überprüften SIS-Produkte als die häufigste identifiziert wurde.

Insgesamt war dies die erste Studie, die eine systematische und umfassende Überprüfung der auf dem Markt verfügbaren SIS durchführte. Sie liefert auch eine modifizierte Definition von SIS, die sich auf bestehende Definitionen der involvierten Fachbereiche bezieht, und liefert verschiedene Produktkategorien von SIS, um diese und ihren Leistungsumfang besser zu differenzieren. Im Allgemeinen gibt es viele



Ähnlichkeiten zwischen den untersuchten Systemen. Ein Grund dafür ist, dass Sportorganisationen grundlegende Anforderungen an SIS stellen, die von dem jeweiligen SIS erfüllt werden müssen. Allerdings gibt es auch Unterschiede in bestimmten Bereichen, die auf die unterschiedlichen Strategien der SIS zurückgeführt werden können. Diese Studie hat gezeigt, dass verbindliche Definitionen und detailliertere Produktkategorien für solche SIS notwendig sind. Darüber hinaus fördert sie das Verständnis von SIS im Allgemeinen und liefert Schlussfolgerungen für die Sportinformatik, SIS-Unternehmen und Sportorganisationen.

## 6 Diskussion

Ziel dieses Kapitels ist es, die Einzelbeiträge und die Gesamtarbeit in einem größeren Kontext zu diskutieren. Zunächst sollen die einzelnen Themenbereiche der Arbeit diskutiert werden, um im Anschluss daran die Gesamtarbeit zu reflektieren und diese in einen größeren Kontext der Sportinformatik einzuordnen.

### 6.1 Themenspezifische Diskussion

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Gegenstandsbereiche der Sportinformatik geliefert. Anschließend thematisiert es ausführlicher den Forschungsstand bei *Sportinformationssystemen (SIS)*, als wesentlicher Bestandteil dieser Doktorarbeit, und liefert hierfür eine Arbeitsdefinition, basierend auf bestehenden Definitionen.

#### 6.1.1 Einbindung in den Kontext der Trainingswissenschaft

Ziel dieses Kapitels ist es, einen allgemeinen Überblick über die für diese Arbeit relevanten Themenbereiche der Trainingswissenschaft zu liefern und daraus die Grundlage für die Entwicklung von *Sportinformationssystemen (SIS)* zu bilden. Dabei entstanden auch Modifikationen bestehender Modelle, indem verschiedene Ansätze neu oder verändert dargestellt wurden. Hierbei wurde das Modell der drei Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaften von Hohmann et al. (2020, S. 31) durch eine zentrale und übergreifende Steuerungsebene ergänzt (in Anlehnung an Fröhlich & Ludwig, 2019, S. 5). Somit findet in diesem Modell auch der Ablauf der Prozessschritte *Planung, Ausführung, Diagnostik* und *Lenkung* eine Berücksichtigung.

#### ***Modell der Komponenten der Leistungsfähigkeit***

In der modifizierten Darstellung eines Strukturmodells (Abbildung 3) wurde der Versuch unternommen, verschiedene bestehende und leicht unterschiedliche Modelle zu den Komponenten der Leistungsfähigkeit aus der trainingswissenschaftlichen Literatur neu darzustellen. Hierbei wurde erstmals eine konzentrische Darstellungsform gewählt, wodurch die häufig kritisierte isolierte Darstellung einzelner Komponenten verringert werden konnte. Auch diese Darstellung unterliegt weiterhin der von Hohmann et al. (2020, S. 45) formulierten Kritik, lediglich eine primär grafische Auflistung der als relevant betrachteten Komponenten zu sein, die einer gewissen Beliebigkeit unterliegt und dass die Natur der Verbindungen unklar lässt. Dennoch ist es ein Versuch, die bisherige

isolierte und getrennte Darstellung der Komponenten zu verringern und durch die konzentrische Anordnung stärker das Zusammenspiel und die Gesamtheit dieser Komponenten im Rahmen der sportlichen Leistungsfähigkeit zu verdeutlichen. Der transparente Verlauf der konditionellen Leistungskomponenten hin zur koordinativen Leistungskomponente stellt zudem den Versuch dar, die Modelle von Bös (1987, S. 94) und Hohmann et al. (2020, S. 52) zu integrieren. Ebenso wird somit mehr über die Natur der Zusammenhänge vermittelt, indem sich der jeweils dominierende Einfluss der entsprechenden Hauptkomponente auf weiter entfernte Subkomponenten verringert – und indem die Wechselbezüge, in Form der Überschneidungen, bei den Subkomponenten *Kraft*, *Schnelligkeit* und *Beweglichkeit* berücksichtigt werden. Somit stellt dieses Modell einen Versuch dar, die Komplexität und die Zusammenhänge der *sportlichen Leistungsfähigkeit* in einem Modell darzustellen, wodurch es voraussichtlich einen sinnvollen Beitrag zur *Trainingswissenschaft* leisten kann.

### ***Strukturmodelle der Zusammenhänge und Einflussgrößen sportartspezifischer Leistungskomponenten***

In diesem Kapitel wurde der Versuch unternommen, konzeptionelle Deduktions- und Pyramidenmodelle auf zwei sportpraktische Anwendungsfälle im Fußball zu übertragen. Damit sollte der Zusammenhang von Komponenten der sportartspezifischen Wettkampfleistung und der speziellen Leistungsvoraussetzungen dargestellt werden. Dies ermöglicht in der Sportpraxis eine strukturierte Analyse bestimmter komplexer Wettkampfkomponten und ein Verständnis über deren Zusammenhang. Um eine entsprechende *Leistungsdiagnostik* auch umzusetzen zu können, wurden in einer zweiten Ebene leistungsdiagnostische Testverfahren für den jeweiligen Anwendungsfall dargestellt. Die beiden Beispiele aus dem Fußball zeigen, dass bestimmte *Leistungskomponenten* und die Diagnostik der sportlichen Leistung umfangreich ausfallen und die *Leistungsdiagnostik* eine strukturierte Planung erfordert. Dabei bildet eine solche *Leistungsdiagnostik* jedoch immer nur einen Teilbereich der für die *Wettkampfleistung* erforderlichen *Leistungskomponenten* ab. Eine umfassende *Leistungsdiagnostik* aller Komponenten ist demnach nicht praktikabel und die Mitarbeiter:innen im Verein müssen sich entscheiden, was gemessen werden soll und eine entsprechende Testbatterie entwickeln. Die in Abbildung 5 entwickelten Modelle können dazu beitragen, eine gezieltere *Leistungsdiagnostik* umzusetzen und daraus Trainingsinterventionen abzuleiten. Die hier gewählte Darstellung zeigt, dass es sinnvoll sein kann, zwei Modelle in einer Darstellung zu vereinen. Es ist zu erwähnen, dass diese

Modelle, verglichen mit der Beschreibung von Hohmann et al. (2020, S. 46–49), vereinfacht und abgewandelt wurden.

### ***Komplexes Strukturmodell der Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft***

Ein zentrales Ziel dieser Arbeit war es, die bestehenden Erkenntnisse aus der *Trainingswissenschaft* herauszuarbeiten, um daraus ein Konzept für *Sportinformationssysteme (SIS)* abzuleiten. Das *Komplexe Strukturmodell der Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft* (Kapitel 2.2) stellt den Versuch dar, die verschiedenen Begriffe aus den Publikationen der unterschiedlichen Gebiete der Trainingswissenschaft zu sammeln, zu strukturieren, Zusammenhänge herzustellen und in einheitlichen Phasen darzustellen.

Das Ergebnis war ein grafisches Strukturmodell mit den einzelnen Begriffen als Komponenten und ein Glossar, das diese Begriffe kurz beschreibt und auf die hierfür als relevant erachteten Quellen, mit genauer Quellenangabe, verweist. Hierbei wurden teilweise bestehende Definitionen verwendet, Definitionen zusammengeführt oder Begriffe neu definiert. Die Basis für die Inhalte dieses Modells war primär die etablierte deutschsprachige Literatur in der Trainingswissenschaft. Dies kann als zentraler Kritikpunkt an dieser Vorgehensweise gesehen werden, da Ansätze in anderen Sprachen vernachlässigt wurden. Jedoch kann ein möglichst vollständiges und internationales Modell aufgrund des Umfangs und der Komplexität der trainingswissenschaftlichen Forschung und ihrer langen Tradition nicht als Teilbereich einer kumulativen Doktorarbeit entwickelt werden. Daher hat es sich angeboten, aufgrund der langen Tradition und des Umfangs der Trainingswissenschaften in Deutschland, sich hierauf zu konzentrieren.

Ebenso sollte ein solches Strukturmodell als Hilfsmodell für das eigentliche Vorhaben dieser Dissertation – die Konzeption eines S/S – dienen und hatte nicht zum Ziel, ein vollständiges Strukturmodell darzustellen. Deshalb mussten in diesem neuen Strukturmodell zwar Begriffe zusammengeführt und teilweise vereinheitlicht werden, aber hauptsächlich wurde der gängige Forschungsstand übernommen. Daher wird dieses Strukturmodell nicht als abgeschlossen angesehen, sondern soll vielmehr ein lebendiges Modell darstellen, das künftig erweitert, angepasst und vervollständigt werden kann.

Abgesehen von diesen Limitationen, stellt dieses Strukturmodell der Trainingswissenschaften einen neuartigen Ansatz dar: um eine Übersicht der verschiedenen Bereiche, Komponenten und der Zusammenhänge dieser untereinander

darzustellen. Diese primär visuelle Darstellung kann somit als eine Landkarte der Trainingswissenschaft gesehen werden, die auch aus didaktischer Sicht einen Mehrwert für *Trainingslehre* in der deutschsprachigen Sportwissenschaft bieten kann. Das ergänzende Glossar mit den genauen Quellenangaben zu den etablierten trainingswissenschaftlichen Standardwerken liefert die jeweilige zugrundeliegende Fachliteratur zu den Inhalten des Strukturmodells, um gezielt nachzuschlagen zu können.

Neben einem trainingswissenschaftlichen Nutzen liefert dieses Strukturmodell zudem einen sportpraktischen Nutzen, in dem es dabei unterstützen kann, sportpraktische Maßnahmen zu strukturieren und gezielt zu planen. So liefert bspw. das Kreismodell zum *Leistungssystem/Leistungsstruktur* (Abbildung 7) eine Möglichkeit, die Komplexität der *Leistungsfähigkeit* von *Athleten:innen* zu strukturieren. Einerseits kann eine gezielte Planung vom Kern des Kreismodells über die vier Kreisebenen hin zu einzelnen *Leistungstests* und *Kennzahlen* vorgenommen werden. Andererseits bietet sich auch die Möglichkeit, basierend auf bestehenden *Kennzahlen* Rückschlüsse zu ziehen: auf *Leistungstests*, auf die zugrundeliegenden *Leistungsmerkmale* und *Leistungsfaktoren* und somit auf die jeweiligen *Leistungskomponenten*.

Das Strukturmodell hatte primär den Anspruch, bestehende Strukturen und Einteilungen darzustellen. Eine Neugliederung, beziehungsweise eine Zusammenfassung unterschiedlicher Komponenten wurde nur dann vorgenommen, wenn es die Vereinheitlichung für das Strukturmodell erforderte. Entsprechend wurden nicht alle Komponenten und Einteilungen neu erstellt. Dies könnte die Aufgabe künftiger Forschungsarbeiten sein, die auf diesem Strukturmodell aufbauen und Teilkomponenten und deren Einteilung kritisch hinterfragen und gegebenenfalls neu strukturieren. Somit könnte beispielsweise zur Zuordnung der *Handlungsschnelligkeit* untersucht werden, ob sie Teil der *konditionell-koordinativen Leistungskomponente Schnelligkeit* bleibt oder aber primär *kognitiv* geprägt ist und somit der *Leistungskomponente Psychologie* zuzuordnen wäre.

### **6.1.2 Thematische Einbindung in den Kontext der Wirtschaftsinformatik**

Dieses Kapitel stellt den Versuch dar, die für diese Arbeit relevanten Bereiche der *Wirtschaftsinformatik* herauszuarbeiten und zusammenzuführen, die als Grundlage für die Konzeption eines *Sportinformationssystems (SIS)* dienen können. In diesem sehr dynamischen Umfeld entstehen Trends zumeist in der Unternehmenspraxis. Während

der Recherche stellte sich allerdings heraus, dass häufig Unklarheiten bei Begriffsdefinitionen und Abgrenzungen von Technologien herrschen, wodurch Überschneidungen und redundante Beschreibungen vorliegen. Da diese Arbeit nicht den Anspruch hatte, diese Begriffe neu zu definieren, wurde der Versuch unternommen, die aktuellen Entwicklungen in der Praxis von *Informationssystemen* zu berücksichtigen und auf dem Stand der Literatur in der *Wirtschaftsinformatik* aufzubauen. Dementsprechend liegt darin auch die Limitation dieses Kapitels, da es sich primär um subjektive und für diese Arbeit spezifische Definitionen der Begriffe und Modelle handelt. Dabei wurde stets versucht, verschiedene Veröffentlichungen zu verwenden und auf Standards aufzubauen. Viele dieser Veröffentlichungen sind allerdings von Einzelpersonen verfasst, die bei entsprechenden Unternehmen arbeiten, und orientieren sich kaum an wissenschaftlichen Standards. Gerade deswegen war der Versuch wichtig, basierend auf verfügbaren Quellen, möglichst standardisierte Arbeitsdefinitionen für diese Arbeit zu entwickeln. Aufgrund der großen Heterogenität im *Datenmanagement* können diese Arbeitsdefinitionen nur eingeschränkt verallgemeinert werden und unterschiedliche Perspektiven aus anderen Bereichen der *Wirtschaftsinformatik* können zu kontroversen Sichtweisen führen.

Dennoch können die Ausarbeitungen dieses Kapitels in verschiedener Hinsicht als hilfreich erachtet werden. Erstens liefern sie eine Übersicht zu *Informationssystemen* in der *Wirtschaftsinformatik*, die für diese Arbeit herangezogen wurden. Darüber hinaus schaffen sie Vereinheitlichungen und Arbeitsdefinitionen, die für diese Arbeit gültig sind und somit ein einheitliches Verständnis schaffen sollen. Zuletzt können diese Definitionen eine Grundlage liefern, um moderne Trends in der *Wirtschaftsinformatik* zu diskutieren und so gegebenenfalls künftig einheitliche Standards zu entwickeln.

### **6.1.3 Zusammenführung im Kontext der Sportinformatik**

Dieses Kapitel stellt die Zusammenführung der vorhergehenden Kapitel in einem sportinformatischen Kontext dar. Zum Anfang wird ein kurzer Überblick über die *Gegenstandsbereiche der Sportinformatik* geliefert, die für die Modellierung eines solchen *Sportinformationssystems (SIS)* relevant sind.

#### ***Modellierung im Kontext der Sportinformatik***

Im ersten Teil dieses Kapitels wurde das Konzept eines *Trainingssystem* nach Schnabel et al. (2014, S. 399) aufgenommen und weiterentwickelt. Dafür wurden die in Kapitel 2.2 herausgearbeiteten Komponenten auf den vorliegenden Anwendungsfall eines

*Trainingssysteme* angepasst und in die verschiedenen Prozessphasen integriert. Darüber hinaus wurden in diesem Modell zusätzliche Bereiche, die in modernen *Trainingssystemen* berücksichtigt werden müssen, und eine Unterstützung durch *Informationstechnologie* ergänzt.

Das *Strukturmodell der Handelnden in Sportorganisationen* (Kapitel 4.2.2) orientiert sich an den Rollenmodellen aus Kapitel 3.5 und zeigt den Versuch, die unterschiedlichen Personengruppen in einer Sportorganisation und deren Tätigkeitsbereiche innerhalb der drei Gegenstandsbereiche *Leistung*, *Training* und *Wettkampf* darzustellen. Hierbei sei zu erwähnen, dass dieses Modell lediglich eine Andeutung der Positionen und Tätigkeitsfelder darstellt. In der Sportpraxis kann sich dies, abhängig von der jeweiligen Sportorganisation oder Sportart, unterschiedlich gestalten und muss im Modell entsprechend angepasst werden.

Einschränkend sei zu erwähnen, dass beide Modelle primär Sportorganisationen in Mannschaftssportarten adressieren. Dabei muss die in beiden Modellen gewählte allgemeine Darstellung für eine praktische Umsetzung an die jeweilige Sportorganisation angepasst werden. Aufgrund des großen Praxisbezuges liegt der größte Mehrwert dieser Modelle in der Anwendung in der Sportpraxis. Diese Modelle können dabei helfen, Sportorganisationen zu strukturieren, Verantwortungen der Mitarbeiter:innen zu regeln und eine wichtige Grundlage für die Umsetzung von *Sportinformationssystemen (SIS)* zu schaffen.

Dennoch liefern diese Modelle auch einen Beitrag für die *Trainingswissenschaft*, indem das bestehende *Trainingssystem* von Schnabel et al. (2014, S. 399) erweitert, auf die gegenwärtigen Bedingungen in Sportorganisationen angepasst und auf Mannschaftssportarten übertragen wurde.

#### **6.1.4 Diskussion der Einzelbeiträge**

Die Einzelbeiträge wurden bereits in der jeweiligen Publikation diskutiert. Ziel dieses Abschnitts ist es daher, die vier Publikationen in einem größeren Zusammenhang zu betrachten. Die vier Publikationen lassen sich in zwei Schwerpunkte unterteilen: Die ersten drei Publikationen liefern Konzepte zu *Sportinformationssystemen (SIS)*, mit einem allgemeinen Ansatz und zwei Anwendungsfällen. Die vierte Publikation versucht dann, die Erkenntnisse aus den theoretischen Konzepten mit den Funktionen von *Sportinformationssystemen (SIS)* in der Praxis zu vergleichen.

## **Softwarekonzepte für Sportinformationssysteme (SIS)**

Wie diese Arbeit zeigt, lassen sich etablierte Methoden aus der *Softwareentwicklung* und *Wirtschaftsinformatik* auch auf die Entwicklung von *SIS* übertragen. Dabei darf aber nicht die sportpraktische Sichtweise vernachlässigt werden, da in Sportorganisationen Besonderheiten herrschen, die sich von anderen Organisationen, bspw. Wirtschaftsunternehmen, unterscheiden. Deshalb liefert diese erste Publikation auch erst geeignete Modelle aus der *Softwareentwicklung* und der *Wirtschaftsinformatik* und passt diese dann auf die Bedürfnisse in Sportorganisationen an. Anhand des Liverpool FC wurde hierbei ein Beispiel geliefert, wie die Struktur eines solchen *Trainingssystems* in der Sportpraxis aussehen kann. Dabei kann dieses Beispiel aber nicht uneingeschränkt für alle Sportorganisationen stehen, da sich diese strukturell teilweise erheblich unterscheiden und eine individuelle Betrachtung erfordern.

Dennoch kann festgestellt werden, dass das in der ersten Publikation entwickelte Architekturkonzept eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung von *SIS* darstellen kann und aufgrund seiner Allgemeinheit auch auf verschiedene Sportorganisationen übertragbar ist. Darüber hinaus liefert die Publikation eine sportinformatische Vorgehensweise, wie solche *SIS* in der Sportpraxis umgesetzt werden können.

Die Publikationen zwei und drei zeigten dann den Versuch, solche *SIS* für bestimmte Anwendungsfälle in Sportorganisationen umzusetzen. Hierbei war es möglich, viel spezifischer auf einzelne Bereiche einer Sportorganisation einzugehen und auch konkrete Lösungen basierend auf bestehenden Anwendungsfällen und Daten zu konzipieren. Diese konnten dann wiederum in der Sportpraxis eingesetzt werden, um daraus weitere Erkenntnisse zu gewinnen.

Die teilnehmende Beobachtung liefert hierbei den Vorteil, die Konzepte nicht nur aus einer externen Position heraus zu entwickeln. Vielmehr konnten somit die unmittelbaren Bedürfnisse innerhalb der Sportorganisation gesehen und reale Daten für die Modellierung verwendet werden. Zusätzlich bestand dadurch die Möglichkeit, die Rückmeldung zum Einsatz der Prototypen in der Sportpraxis zu erhalten. In diesem Vorgehen liegt aber auch die Einschränkung, da sich die Eindrücke nur auf die wenigen beteiligten Sportorganisationen beschränken. Es liegt zwar nahe, dass die grundlegenden Bedürfnisse auch in anderen Sportorganisationen ähnlich sind, aber eine Verallgemeinerung kann nicht vorgenommen werden. Entsprechend würde es sich für künftige Forschungsarbeiten anbieten, basierend auf den Erkenntnissen dieser



Publikationen, eine grundlegende Untersuchung von Strukturen in Sportorganisationen durchzuführen.

### ***Sports Information Systems: A systematic review***

Die Ergebnisse des Reviews haben gezeigt, dass es eine hohe Übereinstimmung der Systemkomponenten des Architekturkonzeptes aus der ersten Publikation mit den Funktionen der kommerziellen *SIS* gibt. Daraus lässt sich schließen, dass das Architekturkonzept einen hohen Praxisbezug besitzt und dass es grundlegende Anforderungen in Sportorganisationen zu geben scheint, die auch auf andere Sportarten, auch in anderen Ländern, übertragbar sein können. Außerdem lieferte die Arbeit eine Einteilung verschiedener *SIS* und deren Unterkategorien mit entsprechenden Definitionen, sowie eine Übersicht der kommerziellen *SIS*. *Diese können* als Grundlage für die sportinformatische und die sportpraktische Arbeit mit *SIS* dienen. Hierbei wurde versucht, auf bestehende Standards und Definitionen, auch aus anderen Bereichen wie der *Wirtschaftsinformatik*, zurückzugreifen und daraus die für diese Doktorarbeit erforderlichen Definitionen abzuleiten. Wie am Beispiel des *Athlete Management Systems (AMS)* zu sehen, kann es aber dennoch sein, dass bestimmte Definitionen aus Sicht dieser Doktorarbeit zwar unzureichend erscheinen mögen, sich aber dennoch als Standard in der Sportpraxis durchsetzen.

Aus Sicht der *Sportinformatik* sollten Folgestudien einzelne Teilbereiche, bzw. Komponenten solcher *SIS* ausführlicher untersuchen, um detailliertere Erkenntnisse zu gewinnen und eine Aussage zur qualitativen Ausprägung der einzelnen Systemkomponenten zu treffen. Die in dieser Arbeit entwickelte Methodik könnte beispielsweise auf medizinische Anwendungen für Sportvereine und die dort vertretenen kommerziellen Anbieter adaptiert werden.

## **6.2 Themenübergreifende Diskussion und Zusammenfassung**

Das übergeordnete Ziel dieser Dissertation war es, Modelle und Architekturkonzepte für *Sportinformationssysteme (SIS)*, basierend auf bestehenden Entwicklungen und Erkenntnissen verschiedener Fachbereiche, und mit einem hohen sportpraktischen Bezug, zu entwickeln. Hierfür wurden Inhalte, Methoden und Erkenntnisse aus der *Trainingswissenschaft*, *Wirtschaftsinformatik* und der *Unternehmens-* sowie *Sportpraxis* aus einer sportinformatischen Perspektive aufbereitet und als Beitrag zur Forschung an *SIS* zusammengeführt.

Das in dieser Arbeit gewählte methodische Vorgehen zeigt auch die sportinformatische Besonderheit, als interdisziplinäre und häufig stark angewandte Teildisziplin der *Sportwissenschaft*. Dabei wurde auf bestehenden Modellen und Methoden aus unterschiedlichen Fachbereichen aufgebaut, relevante Inhalte daraus abgeleitet und auf die Bedürfnisse im Sport angewandt (Link & Lames, 2015, S. 6–10). Darin liegt auch die Herausforderung in der *Sportinformatik*, da sportinformatische Arbeiten häufig ein Zusammenführen und Anwenden von bestehenden Methoden aus anderen Bereichen darstellen. Innovationen und Neuerungen sind somit weniger grundlegend, sondern betreffen vielmehr einen bestimmten Anwendungsfall, wie das Beispiel der Entwicklung einer sportartspezifischen Analysesoftware für Beachvolleyball oder Goalball (paralympischer Ballsport) zeigt (Link & Ahmann, 2013, S. 1; Weber, 2016, S. 45). Dennoch haben die in der *Sportinformatik* gewonnenen Ergebnisse eine große Bedeutung. Einerseits für die Sportpraxis, da der Übertrag von den Basisdisziplinen für die Anwendung in der Sportpraxis ermöglicht wird und dazu beitragen kann, den Graben zwischen Theorie und Praxis zu überwinden (Hohmann et al., 2020, S. 22). Darüber hinaus können reale Anwendungsfälle entwickelt werden, um den Einsatz der theoretischen Modelle aus den Basiswissenschaften in der Praxis zu testen, zu überprüfen und wiederum Rückschlüsse auf diese Modelle ziehen zu können. Somit kann die *Sportinformatik* dabei helfen, diese Modelle zu überprüfen und weiterzuentwickeln.

Für die Trainingswissenschaft bedeutet das in dieser Arbeit, dass der Versuch unternommen wurde, aus den Inhalten der *Trainingswissenschaft* Komponenten und Prozesse für die Systemarchitektur eines *SIS* abzuleiten. Dazu wurden bestehende trainingswissenschaftliche Modelle (bspw. das *Trainingssystem*) erweitert und überarbeitet, was gegebenenfalls dabei helfen kann, bestehende Probleme alter Darstellungsformen zu überwinden. Zudem entstand mit dem komplexen Strukturmodell der *Gegenstandsbereiche der Trainingswissenschaft* (Kapitel 2.2) eine Gesamtübersicht dieser drei Gegenstandsbereiche, der darin enthaltenen Komponenten, Zusammenhänge und Prozesse. Außerdem bestand ein solches komplexes Strukturmodell zuvor noch nicht für die *Trainingswissenschaft*, weshalb es einen Beitrag für die wissenschaftliche Betrachtung und für die *Trainingslehre* liefern kann.

Die Einbindung der *Wirtschaftsinformatik* zeigt, wie ausgeprägt die Überschneidungen in verschiedenen Disziplinen sein können und dass dies keineswegs eine Einbahnstraße darstellt. Anforderungen mögen in ihrer Ausprägung zwar auf bestimmte disziplinspezifische Anwendungsfälle zugeschnitten sein, die Grundlagen können aber

übertragen werden. Gerade im Bereich der *Informationssysteme* wird dies deutlich. Hier erfordern wachsende Mengen an Daten und unterschiedliche, häufig isolierte Datenquellen eine sinnvolle Datenaufbereitung hin zu entscheidungsrelevanten Informationen in nahezu jedem Bereich. Wie diese Arbeit zeigt, ist die *Sportinformatik* hierbei keineswegs nur ein Verwerter der Methoden und Modelle der *Wirtschaftsinformatik*, sondern kann ihrerseits selbst Modelle liefern, die für die *Wirtschaftsinformatik* hilfreich sein können. Die häufig große Menge an Daten und IT-Systemen in den verhältnismäßig kleinen Sportorganisationen, mit ihren wenigen Mitarbeitern:innen, macht den Sport zu einem sehr interessanten Anwendungsfeld für die Entwicklung von Modellen in der *Informationstechnologie* und für *Informationssysteme*. Somit könnten Anwendungen im Sport als Testumgebungen für neue Modelle oder Technologien dienen, um die Erkenntnisse daraus auch in größere Wirtschaftsorganisationen zu übertragen.

Aus sportpraktischer Sicht liefern die verschiedenen Teile dieser Arbeit Modelle und Vorgehensweisen, die Sportorganisationen bei der Umsetzung unterstützen können. Die *trainingswissenschaftlichen* Modelle stellen Methoden für die *Sportpraxis* bereit, die gezielt auf deren Prozesse zugeschnitten werden können. Beispielsweise kann das hier entworfene kombinierte Pyramiden- und Deduktionskettenmodell (Abbildung 5) die Neuplanung oder Strukturierung der Leistungsdiagnostik unterstützen. Die für die *Sportpraxis* häufig zu abstrakten Modelle aus der *Wirtschaftsinformatik* wurden in dieser Arbeit auf die Bedürfnisse in *Sportorganisationen* angepasst. Auf der anderen Seite können Unternehmen, die *Sportinformationssysteme* oder Teilbereiche davon anbieten, die Erkenntnisse für die Anpassung und Weiterentwicklung verwenden. Somit wurde die *Sportinformatik* in dieser Arbeit entsprechend ihrer Rolle als angewandte Brückendisziplin aufgefasst. Dabei wurden nicht nur Inhalte aus anderen Bereichen, wie der *Trainingswissenschaft* und *Wirtschaftsinformatik* im Kontext der *Sportinformatik* aufbereitet. Vielmehr wurden in einem weiteren Schritt Modelle zur Anwendung entworfen, die diese Erkenntnisse für die *Sportpraxis* anwendbar machen und die Übertragbarkeit erhöhen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass diese Arbeit zahlreiche unterschiedliche Fachbereiche abdeckt und zusammenführt. Dies hatte nicht nur einen großen Umfang zur Folge, sondern es bestand die Herausforderung, einem roten Faden zu folgen und sich nicht in den einzelnen Teilbereichen zu verlieren. Das übergeordnete Ziel war die Untersuchung von *Sportinformationssystemen (SIS)* basierend auf bestehenden Modellen aus anderen relevanten Fachbereichen. Hierfür wurde die

*Trainingswissenschaft* untersucht, relevante Komponenten für ein *SIS* herausgearbeitet und in einem Gesamtmodell mit Wechselbeziehungen und in verschiedenen Ebenen und Prozessphasen dargestellt. Aus der *Wirtschaftsinformatik* wurden Modelle und aktuelle Trends zu *Informationssystemen* herausgearbeitet und für diese Arbeit zusammengefasst und teilweise neu strukturiert. Anschließend wurde das bestehende *Trainingssystem* von Schnabel et al. (2014, S. 399) überarbeitet, auf die Bedürfnisse in modernen Sportorganisationen angepasst und die Möglichkeiten der *Informationstechnologie* ergänzt. Die vier Publikationen bauten aufeinander auf, indem die erste ein allgemeines *Architekturmodell* für *SIS* entwarf basierend auf den Erkenntnissen des modifizierten *Trainingssystems*. Die zwei darauffolgenden Publikationen behandelten konkrete Anwendungsfälle für *SIS* und lieferten einsatzfähige Prototypen. In der vierten Publikation wurden die Inhalte der ersten drei Publikationen mit den Funktionen kommerzieller *SIS* verglichen. Damit konnte abschließend eine Aussage über die Praxistauglichkeit des *Architekturmodells* getroffen werden, sowie eine grundlegende Einteilung unterschiedlicher *SIS* vorgenommen werden.

Hervorzuheben sei noch der Versuch, eine konsequente Logik in den unterschiedlichen Modellen zu verfolgen, indem Farben und Prozessphasen übergreifend beibehalten wurden. Dies soll nicht nur die Einheitlichkeit garantieren, sondern die Nachvollziehbarkeit und Übertragbarkeit verbessern.

## 7 Schlussfolgerungen

Abschließend sollen Schlussfolgerungen für die jeweiligen Bereiche gezogen werden, aufbauend auf den Erkenntnissen dieser Arbeit. Drei Beispiele sollen zudem verdeutlichen, wie eine Kombination verschiedener Modelle und deren Integration in ein *Sportinformationssystem (SIS)* aussehen könnten.

### 7.1 Schlussfolgerungen für die einzelnen Teilbereiche dieser Arbeit

Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit zu *Sportinformationssystemen (SIS)* spiegeln ein zentrales Problem in der *Sportinformatik* wider. Obwohl der Einsatz von *Informationstechnologie (IT)* im Sport immer weiter zunimmt und *SIS* entwickelt werden, wird viel zu selten auf die *Sportinformatik* als Brückendisziplin zurückgegriffen. Aber gerade die *Sportinformatik* vereint die notwendigen Kenntnisse aus der *Sportwissenschaft*, *Sportpraxis* und *Informatik*, die für die Entwicklung, den Einsatz und den Betrieb von *SIS* notwendig wären. Häufig findet die Umsetzung solcher *SIS* in Unternehmen statt, denen die sportwissenschaftliche Kompetenz und das Transferverständnis zur Sportpraxis fehlen; außerdem in anderen sportwissenschaftlichen Disziplinen oder in der Sportpraxis – beide verfügen nur unzureichend über das notwendige informatische Verständnis. Viel zu häufig resultieren daraus technische Lösungen, die nicht die Bedürfnisse in der Sportpraxis decken, unzureichende sportwissenschaftliche Grundlagen integrieren oder für den Einsatz in der Sportpraxis nur einen geringen oder gar keinen Mehrwert liefern. Die *Sportinformatik* muss es schaffen, den eigenen Stellenwert stärker hervorzuheben. Gerade die Arbeit an *SIS* stellt einen klassischen Bereich der *Sportinformatik* dar, der dort auch stark verankert sein sollte. Doch nach den Arbeiten von Perl und Lames in den neunziger Jahren wurde dieses Thema kaum weitergeführt. Obwohl zahlreiche kommerzielle Anbieter *SIS* entwickeln, gibt es bis heute zu diesem Thema kaum universitäre Forschung.

Entsprechend sollten in der *Sportinformatik* wieder verstärkt Forschung und Veröffentlichungen zu *SIS* stattfinden. Zudem sollten *sportinformatische* Inhalte verstärkt in den Curricula der Universitäten verankert werden, damit kompetente Fachkräfte für den Arbeitsmarkt ausgebildet werden. Es ist aber auch dahingehend wichtig, damit Studierende nicht nur isoliert Daten erheben und auswerten, sondern sich vielmehr über

das Zusammenspiel und die Anwendbarkeit dieser Daten für die täglichen Abläufe in der Sportpraxis bewusst werden. Noch viel zu oft werden sportwissenschaftliche Daten abstrakt dargestellt, ohne sich darüber Gedanken zu machen, wie diese einen Mehrwert für die tägliche Arbeit mit Athleten:innen und deren Leistungsentwicklung liefern können. Hierbei könnten *SIS* hilfreich sein, da sie eben nicht nur, wie häufig missverständlich geglaubt, reine Datenspeicher sind. Vielmehr könnten *SIS* dazu dienen, neue Modelle und Methoden aus der (sportwissenschaftlichen) Forschung zu integrieren und somit für die Sportpraxis leichter zugänglich zu machen. Dies wäre eine Möglichkeit, den Theorie-Praxis-Graben besser überwinden zu können. Im Gegenzug profitieren die Forschenden davon, ihre neu entwickelten und validierten Modelle in bestehende *SIS* zu integrieren, um diese in einem viel größeren Datenbestand zu testen und ggf. mit anderen Modellen kombinieren zu können. Hierfür ist aber eine interdisziplinäre Arbeit notwendig, in der sowohl die *Sportpraxis*, kommerzielle Unternehmen und die *Sportwissenschaft* zusammenarbeiten. In der *Sportwissenschaft* arbeiten viel zu oft die einzelnen Bereiche isoliert, obwohl ein übergreifender Austausch nicht nur wünschenswert, sondern geradezu notwendig wäre. Eine solche interdisziplinäre Vorgehensweise erfordert aber Grundlagenwissen in den beteiligten Teilbereichen. Genau darin liegt einer der Ursprünge und die Kompetenz der *Sportinformatik*.

Die *Trainingswissenschaft* diene in dieser Arbeit dazu, Inhalte für die Konzeption eines *SIS* zu liefern. Dabei zeigte sich allerdings auch, dass viele der Theorien und Modelle seit Jahren, wenn nicht sogar Jahrzehnten, nahezu unverändert oder lediglich leicht angepasst verwendet werden. Auch neu entstandene Publikationen liefern primär Bestehendes und verändern dies nur leicht. Dies spricht natürlich für die hervorragende Grundlagenarbeit der *Trainingswissenschaftler:innen* aus den vergangenen Jahrzehnten, die bis heute Bestand hat. Aber wie das Beispiel des *Trainingssystems* zeigt, gibt es durchaus Gründe, diese Modelle zu überarbeiten und um aktuelle Bedürfnisse zu ergänzen. Die *Trainingswissenschaft* ist hierbei äußerst vielseitig und man darf sie nicht nur auf die Aufgabe als Zulieferer für die *Sportpraxis* beschränken. Aber der Transfer gewonnener *trainingswissenschaftlicher* Erkenntnisse in die *Sportpraxis* sollte eines der Ziele der *Trainingswissenschaft* sein. Hierbei können anwendbare Modelle, wie sie in dieser Arbeit entstanden sind, ein Beispiel sein. Zudem wäre es wichtig, Resultate abgeschlossener Forschungsarbeiten weniger isoliert zu betrachten, sondern sie anschließend interdisziplinär in einen größeren Zusammenhang einzuordnen, um somit die Anwendbarkeit für die *Sportpraxis* zu erhöhen.

Die *Wirtschaftsinformatik* wurde in diese Arbeit eingebunden, um daraus bestehende Modelle von *Informationssystemen* zu nutzen. Dennoch stellte sich heraus, dass diese Modelle und Entwicklungen häufig nicht von der wissenschaftlichen *Wirtschaftsinformatik*, sondern durch die freie Wirtschaft geprägt wurden. Dies hat zur Folge, dass meist keine klaren Standards oder Definitionen existieren und somit Unklarheiten und Missverständnisse hervorgerufen werden. Die *Wirtschaftsinformatik* als Wissenschaft sollte verstärkt versuchen, neue Trends frühzeitig zu erkennen, um diese mitgestalten und prägen zu können. Es sollte auch die Aufgabe der *Wirtschaftsinformatik* als Wissenschaft sein, Standards und Definitionen zu entwickeln und zu etablieren, damit auch international ein möglichst einheitliches Verständnis davon entsteht.

In dieser Arbeit wurden aus *sportpraktischer* Sicht primär professionelle Fußballvereine betrachtet. Hierbei lässt sich ein klarer Trend zum Einsatz von mehr Technologie, wachsenden Datenmengen und den Einzug von Methoden der Datenanalyse in die tägliche sportpraktische Arbeit erkennen. Diese steigende Bereitschaft zur Arbeit mit Daten hat auch dazu geführt, dass die Anzahl an Systemen zur *Datenerhebung*, *Datenhaltung*, *Datenauswertung* und *Datenbereitstellung* in den Sportorganisationen gestiegen ist. Entsprechend entstand das Bedürfnis nach einer zentralen Datenhaltung – *Informationssysteme* zum Einsatz in den Sportorganisationen wurden entwickelt und integriert.

Während der Recherchen für diese Arbeit wurden 36 zumeist sportartunabhängige *Sportinformationssysteme (SIS)* weltweit gefunden. Es zeigte sich aber, dass sich diese *SIS* erheblich in ihren Funktionen und Komponenten unterscheiden, weshalb manche nur einen Teilbereich von *SIS*, bspw. ein *Trainingsinformationssystem (TIS)* darstellen. Für Sportorganisationen ist es wichtig, die für sie beste Lösung zu finden und in die täglichen Prozesse zu integrieren. Hierbei kann die *Sportinformatik* wertvoll sein, da das entsprechende interdisziplinäre Wissen für die verschiedenen Teilbereiche vorhanden ist und auch eine informatische Methodenkompetenz besteht. So kann die *Sportinformatik* die verschiedenen Schritte bei der Auswahl eines geeigneten *SIS* unterstützen. Dies beginnt bei der Analyse der *Organisationsstruktur* der *Sportorganisationen*, um die notwendigen *Systemanforderungen* an ein *SIS* abzuleiten. Anschließend kann die *Sportinformatik* den Softwareauswahlprozess unterstützen. Er wird in der Sportpraxis häufig nicht umfassend genug durchgeführt, ist aber entscheidend. Hier sollten sich *Sportorganisationen* an den Auswahlprozessen in Wirtschaftsunternehmen orientieren, die in vielen Fällen durch externe IT-

Beratungsunternehmen mit der notwendigen Expertise unterstützt werden. Anschließend sollte der Prozess der Systemeinführung nicht unterschätzt werden, da die Quellsysteme integriert werden müssen, das *SIS* entsprechend an die Strukturen der *Sportorganisation* angepasst werden muss und im Gegenzug die *Mitarbeiter:innen* im Verein die Nutzung des *SIS* in ihre täglichen Prozesse integrieren müssen.

Diese Kompetenz in Form externer IT-Beratungshäuser, wie es sie für Wirtschaftsunternehmen gibt, besteht im Bereich von *SIS* noch nicht. An dieser Stelle sollten Vereine auf *sportinformatische* Beratung, beispielsweise durch Universitäten, zurückgreifen. Dort bestehen zum Teil entsprechende Kenntnisse, wie die Beispiele des Architekturmodells und Reviews dieser Arbeit zeigen. Diese Arbeit, mit ihren verschiedenen Teilen, liefert die möglichen Inhalte für einen Ablaufplan, inklusive eines Kriterienkataloges, der als Grundlage verwendet und entsprechend angepasst werden kann.

## **7.2 Beispiele für interdisziplinäre und übergreifende Modelle**

Im letzten Kapitel dieser Arbeit sollen drei Beispiele für die Kombination verschiedener Modelle für den Einsatz in der *Sportpraxis* vorgestellt werden.

### **7.2.1 Kombiniertes Modell aus Leistungskomponenten und Wettkampfphasen im Fußball**

Häufig werden Modelle in der *Trainingswissenschaft* sehr allgemein dargestellt, um eine Übertragbarkeit in die verschiedenen Sportarten zu ermöglichen. Dies hat wiederum zur Folge, dass diese Modelle für bestimmte Sportarten nicht spezifisch genug sind und einen entsprechenden Transfer erfordern. Zudem sind gerade Spielsportarten wie Fußball dynamisch und bestehen aus verschiedenen Spielphasen, die, je nach Phase, ein anderes Mannschafts- und Athleten:innen-Verhalten erfordern – was Auswirkungen auf die Ausprägung der einzelnen *Leistungskomponenten* in den jeweiligen Phasen hat.



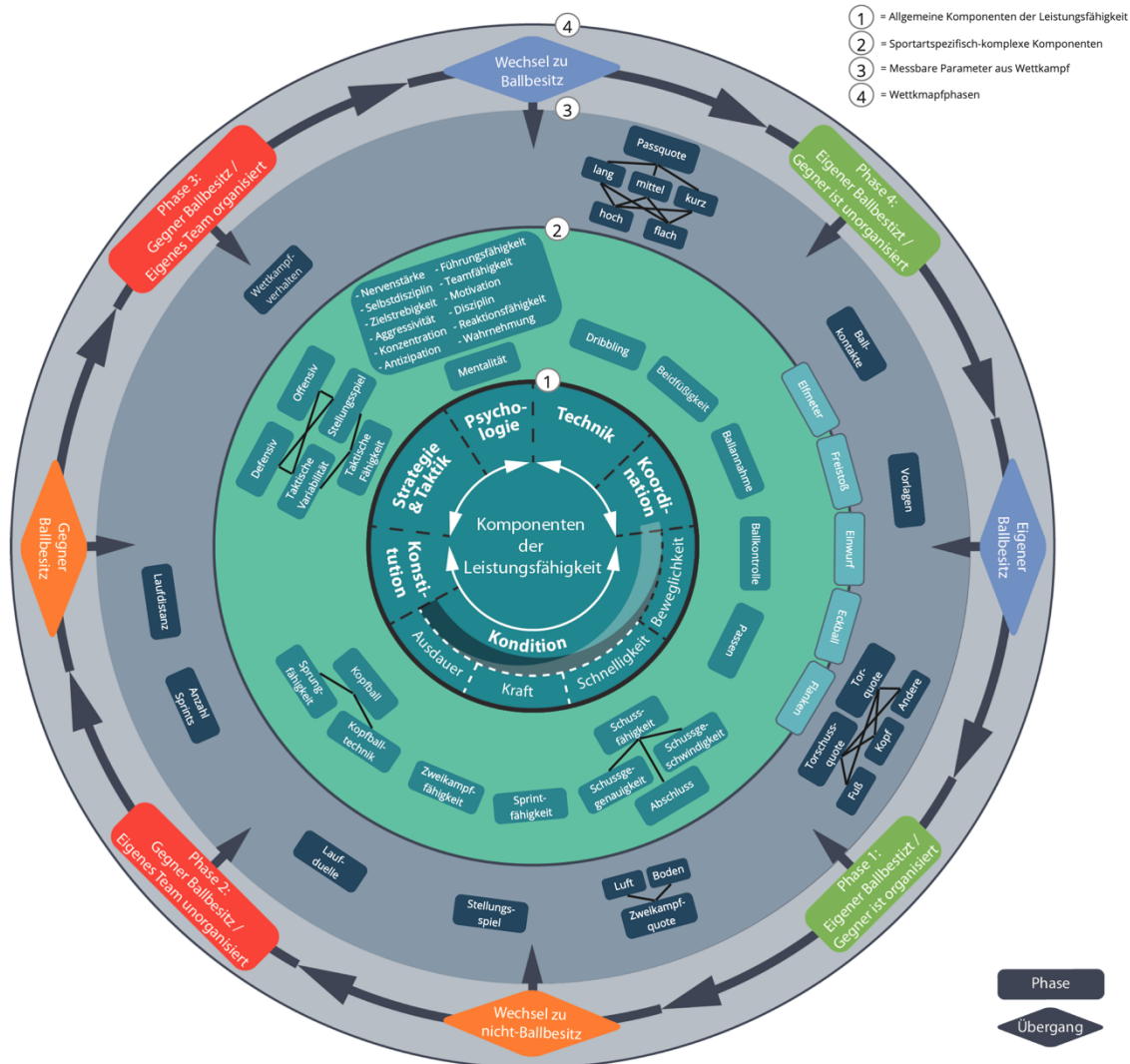


Abbildung 20. Kombiniertes Modell der Komponenten der Leistungsfähigkeit mit fußballspezifischen Leistungs- und Wettkampfkomponten und verschiedenen Spielphasen.

Abbildung 20 zeigt ein Beispiel für den Versuch einer Kombination verschiedener Modelle in vier Ebenen für die Bestimmung und Strukturierung der Leistungsfähigkeit im Fußball. Dabei handelt es sich lediglich um ein Beispiel und es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Die Basis bildet das Modell der *Komponenten der Leistungsfähigkeit* und wird mit dem Vier-Phasen-Modell nach Louis van Gaal (R., 2011, Abs. 4) kombiniert. Im Kern des Modells werden die *Komponenten der Leistungsfähigkeit* angeordnet. Auf der zweiten Ebene (Türkis) werden fußballspezifische Leistungskomponenten gelistet. Wenn möglich, werden auf dieser Ebene zusätzlich abhängige Sub-Komponenten dargestellt. Am Beispiel der Leistungskomponente *Kopfball* sind es die Determinanten *Sprungfähigkeit* und die *Kopfballtechnik*. Diese Komponenten sollen die charakteristische Leistungsfähigkeit einzelner Athleten:innen auf bestimmten Spielpositionen charakterisieren. Die Idee dahinter ist, die

Leistungsfähigkeit zu strukturieren und somit gezielt durch *leistungsdiagnostische* Methoden zu analysieren und trainieren zu können. Auf der dritten Ebene (Dunkelblau) sind *Wettkampfkomponten* dargestellt, die anhand der *Wettkampfdiagnostik* ermittelt werden können und somit Grundlage für die erforderlichen *Leistungskomponenten* und die *Belastungssteuerung* darstellen. Zwischen den Ebenen zwei und drei wurden Komponenten angeordnet, die Teil des Wettkampfes sind, aber auch gezielt trainiert werden können. Auf der vierten Ebene sind vier grundlegende Phasen im Spiel dargestellt (rechteckige Kästen), mit den Übergangssequenzen (Rauten). Die Idee dieses kombinierten Modells ist es, Wettkampfkomponten in die unterschiedlichen Phasen des Spiels einzuordnen, um das Teamverhalten besser strukturieren und analysieren zu können. Daraus kann anschließend auf die zugrundeliegenden *Leistungskomponenten* geschlossen werden, um diese gezielt zu analysieren und zu trainieren. Dieses Modell könnte wiederum in einem *Sportinformationssystem (SIS)* integriert werden, da dort häufig entsprechende *Trackingdaten* von *Wettkämpfen* und vom *Training* sowie *leistungsdiagnostische* Daten und Daten zu *Trainingsübungen* schon verfügbar sind. Entsprechend könnten für die *Trainer:innen* automatisiert *Athleten:innenprofile* erstellt und für die *Trainingsplanung* verfügbar gemacht werden, indem *Trainingsgruppen* mit individualisierten *Trainingsplänen* vorgeschlagen werden. Eine Idee für künftige *trainingswissenschaftliche* Arbeiten könnte es sein, die einzelnen Ebenen mit den jeweiligen Komponenten genauer zu bestimmen und Verbindungen zwischen den Komponenten auf einer Ebene und zwischen Ebenen herzustellen.

### **7.2.2 Kombination des Kreismodells des Leistungssystems / der Leistungsstruktur und einem Deduktionskettenmodell**

Das vorhergehende Modell könnte durch ein weiteres kombiniertes Modell ergänzt werden, dass sich stärker auf das *Leistungssystem* / die *Leistungsstruktur* fokussiert, wie in Abbildung 21 dargestellt.

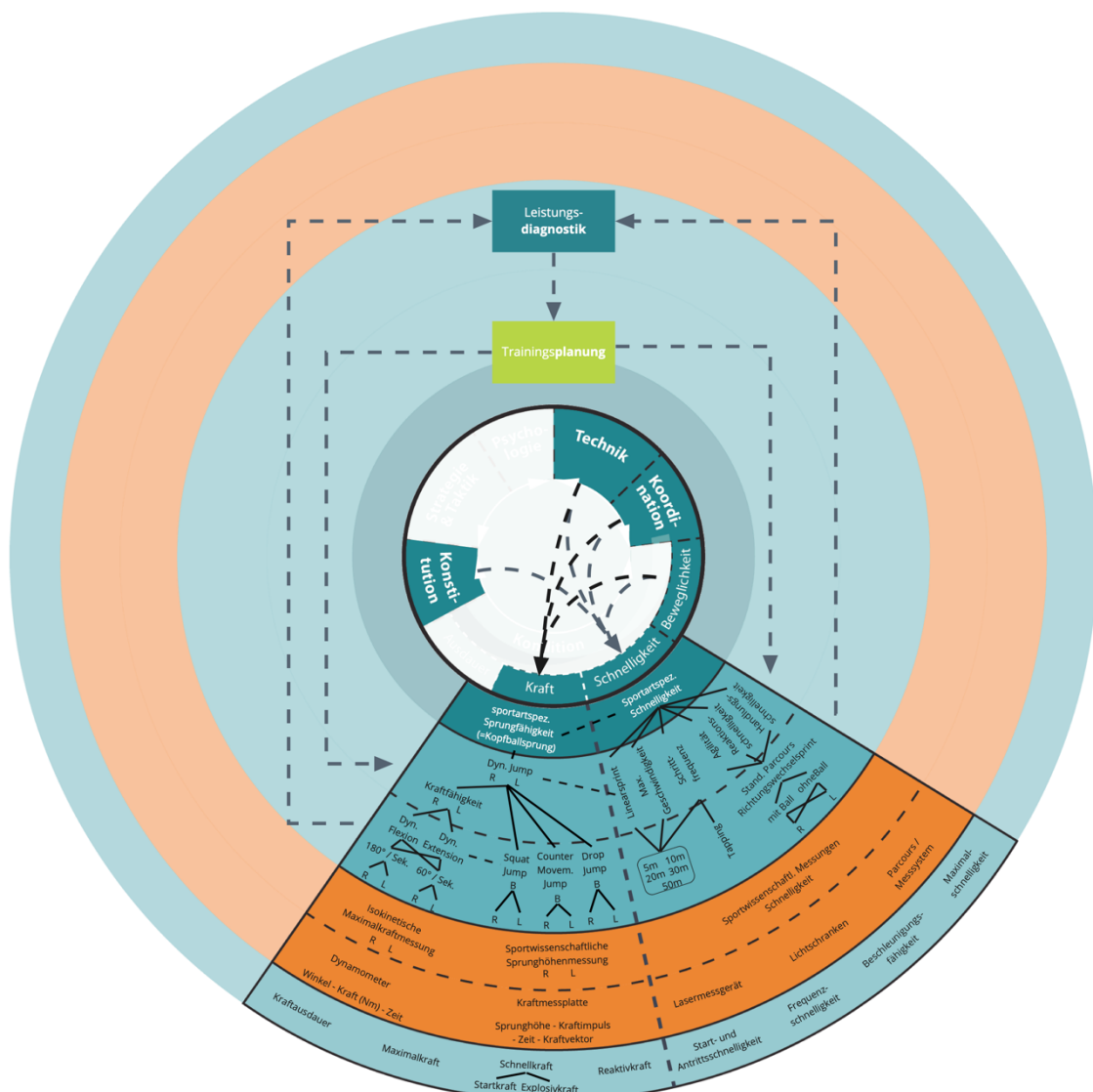


Abbildung 21. Kombination des Kreismodells zum Leistungssystem / zur Leistungsstruktur zweier Leistungskomponenten mit entsprechenden fußballspezifischen Testverfahren als Deduktionsketten.

Hierbei wurde das Kreismodell der *Leistungskomponenten* (Kapitel 2.2.1.1) mit dem vereinfachten *Pyramiden-Deduktionskettenmodell* (Kapitel 2.1.2.2) für die *Leistungskomponenten Kraft* und *Schnelligkeit* kombiniert, wobei die Wechselwirkung anderer *Leistungskomponenten* (bspw. *Beweglichkeit*) durch gestrichelte Linien angedeutet wurden, um diese nicht völlig außer Acht zu lassen. Ziel dieses Modells soll es sein, einzelne sportartspezifische *Leistungskomponenten* nach Messmethoden aufzugliedern, mögliche *Leistungstests* mit *Kennzahlen* zu liefern, Messsysteme vorzuschlagen und die in der *sportwissenschaftlichen* Literatur definierten Einteilungen zugrunde zu legen. Am Beispiel der *sportartspezifischen Schnelligkeit* sind auf der zweiten Ebene die einzelnen Messmethoden aufgelistet, mit denen die *Schnelligkeit* mithilfe der *Leistungsdiagnostik* bestimmt werden kann. Dies kann beispielsweise durch

den *Linearsprint* geschehen, der in Abständen von 5, 10, 20, 30 und 50 Metern durch eine Messung mit *Lichtschranken* gemessen wird. Daraus lässt sich die Zeit pro Streckenabschnitt ableiten, womit auf *Start- und Antrittsschnelligkeit* und die *Beschleunigungsfähigkeit* geschlossen werden kann. Die Ergebnisse der jeweiligen Tests können anschließend interpretiert werden und in die künftige *Trainingsplanung* einfließen.

Auch dieses kombinierte Modell könnte in einem *Sportinformationssystem (SIS)* abgebildet werden, um die Prozesse zu automatisieren und zu vereinfachen. Die Daten der *Leistungstests* müssten über bereitgestellte Schnittstellen importiert werden und anschließend könnten Analysen und Zusammenhänge, inkl. statistischer Modelle und Mustererkennungen, den jeweiligen Nutzern bereitgestellt werden.

### **7.2.3 Kombiniertes Modell für ein Expertensystem mit diagnostischen Methoden und der Abbildung in einem SIS**

Während die beiden vorhergehenden Modelle primär die Kombination von Modellen ohne Handlungsempfehlungen darstellten, soll das in Abbildung 22 vereinfacht dargestellte Modell noch ein Beispiel liefern, wie ein Entscheidungsbaum anhand der *sportartspezifischen Sprungfähigkeit* und der Umsetzung in einem *Sportinformationssystem (SIS)* aussehen könnte.

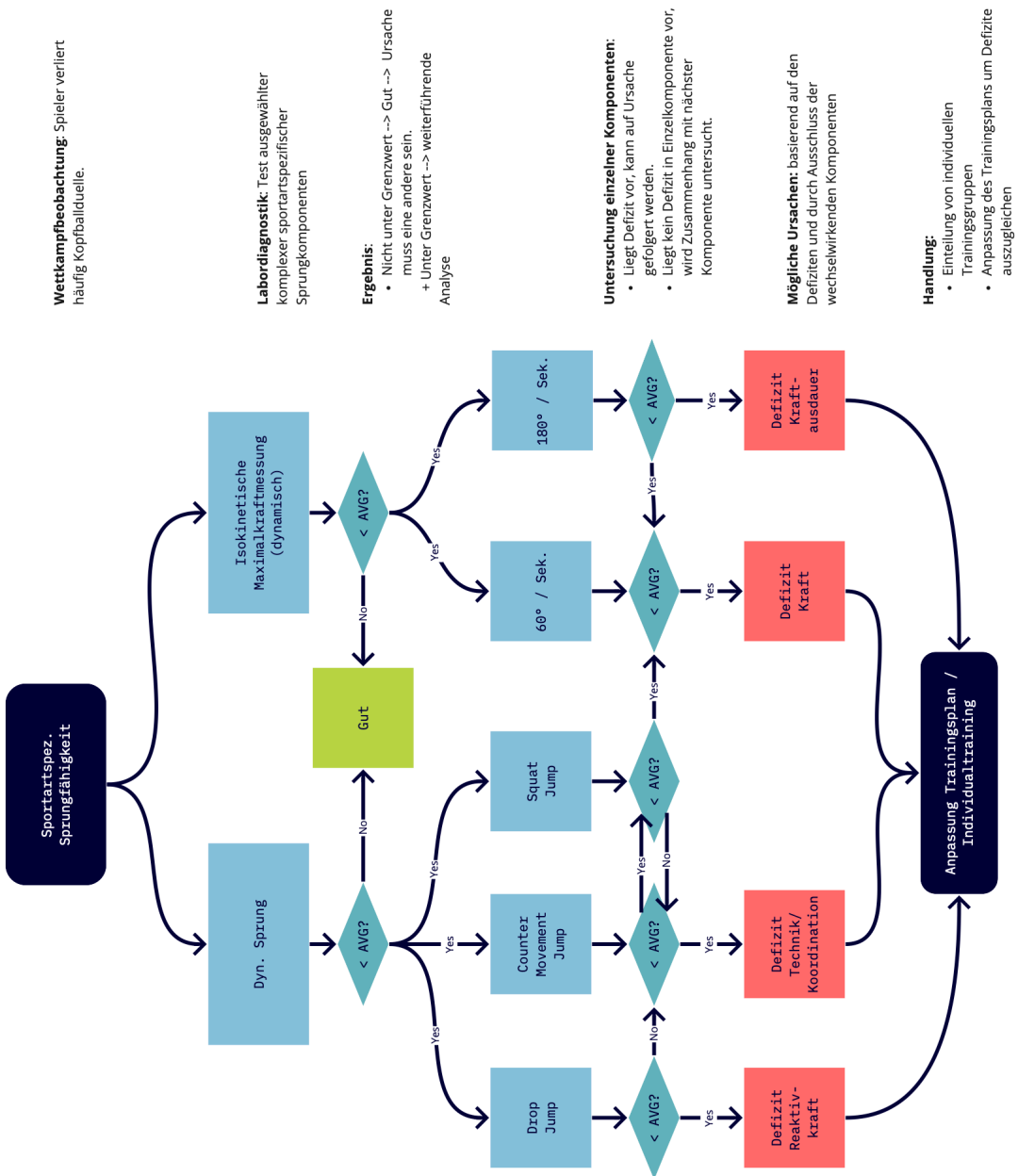
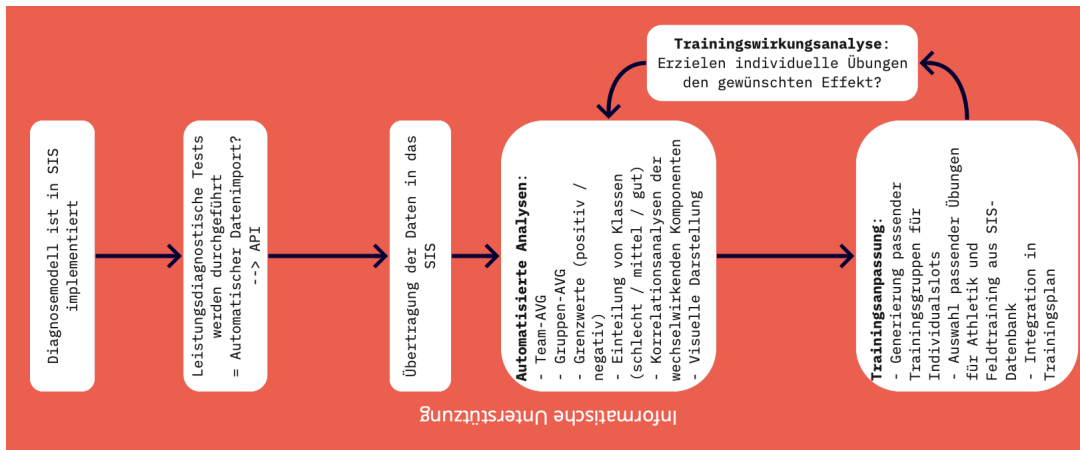


Abbildung 22. Kombiniertes Modell für ein Expertensystem mit diagnostischen Methoden und der Abbildung in einem SIS.

Dabei wird eine *sportartspezifische Leistungskomponente* (hier die *Sprungfähigkeit*) in messbare Determinanten untergliedert, die anhand der weiteren Aufteilung detailliertere Einzelergebnisse liefern, um somit ein bestimmtes *Leistungsdefizit* möglichst konkret bestimmen zu können. Mit jeder Messebene erfolgen eine statistische Auswertung des Einzelwerts (hier Vergleich mit dem Mannschaftsdurchschnitt) und eine entsprechende Einschätzung oder Folgetests. Ein solches Modell kann in einem *SIS* umgesetzt werden, um die Anwender zu unterstützen und den Test-Ablauf zu vereinfachen. In dem vorliegenden einfachen Beispiel werden im ersten Schritt Tests durchgeführt, um zu ermitteln, ob das in der *Wettkampfbeobachtung* festgestellte Defizit auf die *Sprungfähigkeit* oder primär auf ein *Kraftdefizit* zurückzuführen ist. Sind die Testergebnisse unter einem festgelegten Grenzwert (in diesem Fall der Teamdurchschnitt), folgen weitere sportwissenschaftliche Tests, die wiederum isoliert interpretiert werden können, um ein Defizit genauer zu bestimmen (= rote Kästen). Als Resultat kann am Ende eine Anpassung der *Trainingsplanung*, bzw. ein *Individualtraining* (dunkelblauer Kasten) folgen.

Auch in diesem Beispiel kann ein *SIS* unterstützen, indem die Ergebnisse der Tests in das *SIS* eingegeben und dort unmittelbar ausgewertet werden und automatisierte Empfehlungen erfolgen können. Im *SIS* können *Testprotokolle* hinterlegt werden und festgestellte Defizite könnten zu einer Empfehlung für die *Trainingsplanung* führen.

In der *Trainingswissenschaft* könnten verschiedene solcher Entscheidungsbäume entwickelt und in wissenschaftlichen Untersuchungen validiert werden, um diese für die Sportpraxis und zur Integration in *SIS* verfügbar zu machen. Dies ist ein konkretes Beispiel dafür, wie ein *SIS* dabei helfen kann, das zuvor beschriebene Zusammenspiel von *Trainingswissenschaften* und *Sportpraxis* zu unterstützen, Prozesse zu automatisieren und den „Theorie-Praxis-Graben“ zu verkleinern – basierend auf relevanten und spezifisch erhobenen Daten; und mittels Nutzung aktueller und neuer technischer und leistungsdiagnostischer Methoden.

## 8 Literaturverzeichnis

- Abate, R., & Sykora, M. (2017). Big Data and Data Science. In S. Henderson, Deborah Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 469–500). Baskin Ridge: Technics Publications.
- Ahlheid, S., Graefe, G., Krebs, A., & Schuster, D. (2011). Bewertung der Informationsqualität im Enterprise 2.0. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 214–225). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Aiswarya Raj, M., Bosch, J., Olsson, H. H., & Wang, T. J. (2020). Towards automated detection of data pipeline faults. *2020 27th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC), 2020-Decem*, 346–355. Singapore: IEEE Computer Society.
- Alamar, B. (2013). *Sports Analytics: A Guide for Coaches, Managers, and Other Decision Makers*. New York: Columbia University Press.
- aus der Fünten, K., Faude, O., Skorski, S., & Meyer, T. (2013). Sportmedizin. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 172–210). Heidelberg: Springer Spektrum.
- Baars, H., & Kemper, H.-G. (2008). Management Support with Structured and Unstructured Data - An Integrated Business Intelligence Framework. *Information Systems Management*, 25(2), 132–148.
- Baca, A. (2006). Computer science in sport: An overview of history, present fields and future applications (Part I). *International Journal of Computer Science in Sport*, 5, 25–35.
- Baca, A. (2015). Data acquisition and processing. In A. Baca (Hrsg.), *Computer Science in Sport. Research and Practice* (S. 46–81). London: Routledge.
- Baier, L., Bange, C., Baumhecker, A., Bloemen, J., Fuchs, C., Grosser, T., ... Tischler, R. (2020). *Data, BI & Analytics Trend Monitor 2021*. Abgerufen am 20. Mai 2021 von <https://barc.de/docs/bi-trend-monitor-2021>

- Barth, B. (1993a). Wettkampfsituation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 962–963). Berlin: Sportverlag.
- Barth, B. (1993b). Wettkampfverhalten. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 966–967). Berlin: Sportverlag.
- Bauersfeld, K.-H., & Schröter, G. (2016). *Grundlagen der Leichtathletik* (6. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Beane, L., Gillis, E., Alvarado, R., & Wylie, C. (2019). Developing a data pipeline to improve accessibility and utilization of Charlottesville's open data portal. *2019 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*. Charlottesville, VA, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Berger, J. (1993a). Belastungsintensität. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 133). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993b). Erwärmen. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 274). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993c). Periodisierung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 622–624). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993d). Trainingsart. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 872–873). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993e). Trainingszustand. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 891–892). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993f). Trainingszyklus. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 892). Berlin: Sportverlag.
- Bhardwaj, A., Karger, D., Subramanyam, H., Deshpande, A., Madden, S., Wu, E., ... Zhang, R. (2015). Collaborative Data Analytics with DataHub. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 8(12), 1916–1919. <https://doi.org/10.14778/2824032.2824100>
- Blobel, T. (2009). Konzeption für die Einbeziehung von Informationen und Wissen des professionellen Sports im operativen Management. Unveröffentlichte Diplomarbeit. FH Würzburg-Schweinfurt, Würzburg, Germany.



- Boomer, G., & Orun, M. (2017). Reference and Master Data. In D. Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 327–358). New Jersey: Technics Publications.
- Borde, A. (1993a). Leistungsaufbau, langfristiger. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 532). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993b). Leistungsbewertung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 532–533). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993c). Organisation des Trainings. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 614). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993d). Testprotokoll. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885). Berlin: Karl Hofmann.
- Borde, A. (1993e). Trainingsauswertung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 873). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993f). Trainingsdokumentation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 875). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993g). Trainingseinheit. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 875). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993h). Trainingskonzeption. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 878). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993i). Trainingsplan. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 882). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993j). Trainingsprotokoll. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993k). Trainingstagebuch. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 888). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A., & Köhler, L. (1993). Trainingssteuerung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 886–887). Berlin: Sportverlag.

- Borde, A., & Thieß, G. (1993). Leistungskontrolle. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 539). Berlin: Sportverlag.
- Bös, K. (1987). *Handbuch sportmotorischer Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Bös, K., Schlenker, L., Tittlbach, S., Krell-Rösch, J., & Schmidt, S. (2017). Testaufgaben zur Erfassung von Komponenten der motorischen Leistungsfähigkeit Klaus. In *Handbuch Motorische Tests* (3. Aufl., S. 59–81). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Bös, K., Tittlbauch, S., Schlenker, L., & Reichenbach C. (2017). Testbatterien und Testprofile zur Erfassung von Komponenten der motorischen Leistungsfähigkeit. In K. Bös (Hrsg.), *Handbuch Sportmotorische Tests* (3. Aufl., S. 113–327). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Carl, K. (2003a). Training. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 606–607). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003b). Trainingseinheit. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 609). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003c). Trainingslehre. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 611). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003d). Trainingsmethode. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 611–612). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003e). Trainingsmittel. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 612). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003f). Trainingsperiodisierung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 612–613). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003g). Trainingsplanung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 613–614). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Carl, K. (2003h). Trainingsprinzip. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 614). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003i). Trainingssteuerung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 614–615). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003j). Trainingszyklisierung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 618). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K., & Kayser, D. (2003a). Trainingsinhalt. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K., & Kayser, D. (2003b). Trainingsziel. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 617). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Chihoub, H., Madera, C., Quix, C., & Hai, R. (2020). Architecture of data lakes. In A. Laurent, D. Laurent, & C. Madera (Hrsg.), *Data Lakes* (2. Aufl., S. 21–39). Boston: Wiley-ISTE. <https://doi.org/10.1002/9781119720430.ch2>
- Conzelmann, A., Hänsel, F., & Höner, O. (2013). Individuum und Handeln - Sportpsychologie. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Dehghani, Z. (2019, 20. Mai). How to Move Beyond a Monolithic Data Lake to a Distributed Data Mesh. Abgerufen am 17. Mai 2021 von <https://martinfowler.com/articles/data-monolith-to-mesh.html>
- Derwisch, S., Iffert, L., Stauffer, H., & Tischler, R. (2020). *Data und Analytics Glossar 2020*. Würzburg: Business Application Research Center (BARC).
- Dippold, R., Meier, A., Schnider, W., & Schwinn, K. (2005). Metadatenmanagement. In S. Fedtke (Hrsg.), *Unternehmensweites Datenmanagement* (4. Aufl., S. 97–114). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-322-86870-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-322-86870-1_6)
- Döbel, I., Leis, M., Molina Vogelsang, M., Neustroev, D., Petzka, H., Riemer, A., ... Welz, J. (2018). Maschinelles Lernen. Eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung. München: Fraunhofer-Gesellschaft. Abgerufen am 21. Mai 2021 von <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-497408.html>

- Earley, S. (2016). Data Virtualization and Digital Agility. *IT Professional*, 18(5), 70–72.  
<https://doi.org/10.1109/MITP.2016.95>
- Editorial Advisory Committee, DMBOK editors, Bradley, C., & Kring, K. (2017). Data Management. In Debora Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 17–48). Baskin Ridge: Technics Publications.
- Edvinsson, H. (2017). Data Architecture. In Debora Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 97–120). Baskin Ridge: Technics Publications.
- European Commission. (2020). Data governance and data policies at the European Commission. Abgerufen am 21. Mai 2021 von [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/summary-data-governance-data-policies\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/summary-data-governance-data-policies_en.pdf)
- Ferrauti, A. (2020). Aufgaben und Inhalte der Trainingswissenschaft. In *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 1–19). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5_1)
- Ferrauti, A., Fett, J., Frytz, A., Götz, J.-K., Hanakam, F., Kittel, T., ... Remmert, H. (2020). Trainingswissenschaft in ausgewählten Sportarten. In *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 579–659). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5_12)
- Ferrauti, A., & Remmert, H. (2020). Grundlagenwissen zum sportlichen Training. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 21–65). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5_2)
- Ferrauti, A., Schneider, C., & Wiewelhove, T. (2020). Leistungssteuerung. In *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 67–186). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58227-5_3)
- Foster, E. C. (2014). *Software Engineering*. Berkeley, CA: Apress.
- Friedrich, W. (2016). *Optimales Sportwissen: Grundlagen der Sporttheorie und Sportpraxis* (3. Aufl.). Balingen: Spitta.

- Fröhlich, M. (2014). Krafttraining. In H.-D. Kempf (Hrsg.), *Funktionelles Training mit Hand und Kleingeräten* (1. Aufl., S. 3–12). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Fröhlich, M., & Ludwig, O. (2019). Trainingswissenschaft. In *Bewegung, Training, Leistung und Gesundheit* (S. 1–14). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Gabler, H. (2003). Leistungsmotivation. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 341–342). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Garlan, D., & Shaw, M. (1993). An Introduction to Software Architecture. In V. Ambriola & G. Tortora (Hrsg.), *Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering* (S. 1–39). Singapore: World Scientific.
- Gartner. (o. J.). Data Management (DM). Abgerufen am 23. Mai 2021 von <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/dmi-data-management-and-integration>
- Gebauer, M., & Mielke, M. (2011). Datenqualitäts-Audits in Projekten. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 198–213). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Gebauer, M., & Windheuser, U. (2011). Strukturierte Datenanalyse, Profiling und Geschäftsregeln. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 88–101). Wiesbaden: Springer Vieweg. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-09214-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-09214-6_5)
- Gluchowski, P. (2020). *Data Governance: Grundlagen, Konzepte und Anwendungen* (TDWI). Heidelberg: dpunkt.verlag.
- Goasduff, L. (2020, 17. Juni). The Best Ways to Organize Your Data Structures. Abgerufen am 14. Mai 2021 von <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-best-ways-to-organize-your-data-structures/>
- Güllich, A., & Krüger, M. (2013). Leistung und Wettkampf. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Heidelberg: Springer Spektrum.

- Gundlach, H. (1980). *Zu den Strukturmerkmalen der Leistungsfähigkeit, der Wettkampfleistung und den Trainingsinhalten in den Schnellkraft- und Ausdauersportarten*. Dissertation. Leipzig: Deutsche Hochschule für Körperkultur.
- Hackfort, D. (2003). Coaching. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 119). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Hansen, H. R., Mendling, J., & Neumann, G. (2015). *Wirtschaftsinformatik* (11. Aufl.). Oldenburg: De Gruyter.
- Harre, D. (1993). Kraftausdauer. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 485). Berlin: Sportverlag.
- Hecht, L. (2021, 18. Februar). Data Virtualization in the Context of the Data Mesh – The New Stack. Abgerufen am 17. Mai 2021 von <https://thenewstack.io/data-virtualization-in-the-context-of-the-data-mesh/>
- Heinemann, K. (2003). Führung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 207–208). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Heinrich, B., & Klier, M. (2011). Datenqualitätsmetriken für ein ökonomisch orientiertes Qualitätsmanagement. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 49–67). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Heuchert, R. (1993). Wettkampfphase. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.
- Heuchert, R., & Schnabel, G. (1993). Leistungsstabilität. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 541–542). Berlin: Sportverlag.
- Hildebrand, K. (2011). Master Data Life Cycle – Stammdatenprozesse am Beispiel Materialstamm in SAP ERP. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 309–318). Wiesbaden: Springer Vieweg. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-09214-6\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-658-09214-6_18)
- Hobermann, S. (2017). Data Modeling and Design. In Debora Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 121–164). Baskin Ridge: Technics Publications.

- Hohmann, A., & Brack, R. (1983). Theoretische Aspekte der Leistungsdiagnostik im Sportspiel. *Leistungssport*, 13(2), 5–10.
- Hohmann, A., Lames, M., Letzelter, M., & Pfeiffer, M. (2020). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (7. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Hottenrott, K., & Hoos, O. (2013). Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen – Trainingswissenschaft. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2014). *Trainingswissenschaft : Ein Lehrbuch in 14 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2020). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen* (4. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2017). ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering - Vocabulary [PDF]. Abrufbar von <https://www.iso.org/standard/71952.html>
- International Institute of Business Analysis (IIBA). (2017). In P. Stapleton (Hrsg.) *Leitfaden zur Business-Analyse BABOK Guide 3.0* (3. Aufl.). Gießen: Dr. Götz Schmidt.
- Kayser, D. (2003). Leistungsentwicklung, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 339). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Kemper, H.-G., Baars, H., & Mehanna, W. (2010). Business Intelligence – Begriffsabgrenzung und Ordnungsrahmen. In *Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen* (3. Aufl., S. 1–13). Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Kempter, H. (2017). *Betriebliche Informationssysteme: Datenmanagement und Datenanalyse*. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH.
- Kenntner, G. (2003). Konstitution. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 302–304). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Kim, J., Ha, H., Chun, B. G., Yoon, S., & Cha, S. K. (2016). Collaborative analytics for data silos. *2016 IEEE 32nd International Conference on Data Engineering (ICDE)*, 743–754. Helsinki: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.  
<https://doi.org/10.1109/ICDE.2016.7498286>
- Köhler, L. (1993a). Training, sportliches. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 867–868). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993b). Trainingsinhalt. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 877). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993c). Trainingsprozeß. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993d). Trainingsstruktur. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 888). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993e). Trainingswirkung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 889–890). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L., & Schnabel, G. (1993). Trainingsmittel. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 880–881). Berlin: Sportverlag.
- Koltay, T. (2016). Data governance, data literacy and the management of data quality. *IFLA Journal*, 42(4), 303–312. <https://doi.org/10.1177/0340035216672238>
- Krcmar, H. (2015). *Informationsmanagement* (6. Aufl.). Berlin: Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-45863-1>
- Krombholz, A. (2020). Techniktraining. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 406–454). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Krug, J. (2003). Leistungsdiagnose, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 337–339). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Krüger, M., & Emrich, E. (2013). Die Wissenschaft vom Sport. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 9–23). Heidelberg: Springer Spektrum.



- Ladley, J., Cowan, M., & Shirude, S. (2017). Data Governance. In D. Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 67–96). Baskin Ridge: Technics Publications.
- Lames, M. (1997). Unterstützung von Training und Wettkampf. In J. Perl, M. Lames, & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport: Ein Handbuch* (S. 170–187). Schorndorf: Hofmann.
- Lames, M. (2002). Verhaltenswissenschaftliche Modellbildung in der Sportwissenschaft. In J. Perl, M. Lames, & U. Glitsch (Hrsg.), *Modellbildung in der Sportwissenschaft* (Bd. 132, S. 179–253). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Lames, M., Pfeiffer, M., Hohmann, A., & Horn, A. (2013). Erklärung zur Lage der universitären Trainingswissenschaft. *Sportwissenschaft*, 43(2), 85–89.  
<https://doi.org/10.1007/s12662-013-0281-0>
- Lauer, C. (2021, 18. Januar). What is a Data Hub? Abgerufen am 16. Mai 2021 von <https://towardsdatascience.com/what-is-a-data-hub-41d2ac34c270>
- Lehnert, A., & Thieß, G. (1993). Wettkampfvorbereitung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 967–968). Berlin: Sportverlag.
- Lewis, G., Comella-Dorda, S., Place, P., Plakosh, D., & Seacord, R. (2001). An Enterprise Information System Data Architecture Guide. Pittsburg. Abgerufen am 24. Mai 2021 von <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=5679>
- Link, D., & Ahmann, J. (2013). Moderne Spielbeobachtung im Beach-Volleyball auf Basis von Positionsdaten. *Sportwissenschaft*, 43(1), 1–11.
- Link, D., & Lames, M. (2015). An introduction to sport informatics. In A. Baca (Hrsg.), *Computer Science in Sport. Research and Practice* (S. 1–17). London: Routledge.
- Linke, D., Link, D., & Lames, M. (2018). Validation of electronic performance and tracking systems EPTS under field conditions. *PLoS ONE*, 13(7), 1–19.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (2001). *Handbuch Trainingslehre* (3. Aufl.). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Mathesius, R. (1993a). Handlung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 372). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993b). Leistungsvorbereitung, psychische. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 544). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993c). Wettkampfkonzepktion. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 959). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993d). Wettkampfverlauf. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 967). Berlin: Sportverlag.
- Megdiche, I., Ravat, F., & Zhao, Y. (2020). A use case of data lake metadata management. In A. Laurent, D. Laurent, & C. Madera (Hrsg.), *Data Lakes* (2. Aufl., S. 97–122). Boton: Wiley-ISTE. <https://doi.org/10.1002/9781119720430.ch5>
- Mehmood, H., Gilman, E., Cortes, M., Kostakos, P., Byrne, A., Valta, K., ... Riekki, J. (2019). Implementing big data lake for heterogeneous data sources. *35th International Conference on Data Engineering Workshops, ICDEW 2019*, (S. 37–44). Macao: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICDEW.2019.00-37>
- Miethling, W.-D., & Perl, J. (1997). Sportinformatik: Entwicklung und Ziele. In J. Perl, M. Lames, & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport: Ein Handbuch* (S. 17–25). Schorndorf: Hofman Verlag.
- Miloslavskaya, N., & Tolstoy, A. (2016). Big Data, Fast Data and Data Lake Concepts. In A. V. Samsonovich & V. V. Klimov (Hrsg.), *Procedia Computer Science* (Bd. 88, S. 300–305). New York City: Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.439>
- Müller, S. (1993a). Leistungserwartung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 535–536). Berlin: Sportverlag.
- Müller, S. (1993b). Leistungsmotivation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 540). Berlin: Sportverlag.

- National Science Board. (2005). *Long-Lived Digital Data Collections: Enabling Research and Education in the 21st Century*. Arlington: National Science Foundation. Abgerufen am 24. Mai 2021 von <https://www.nsf.gov/geo/geo-data-policies/nsb-0540-1.pdf>
- Neumann, G. (1993). Leistungsgrenze. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 538). Berlin: Sportverlag.
- Object Management Group (OMG). (2014). MDA Guide rev. 2.0. Abgerufen am 9. April 2020 von <https://www.omg.org/cgi-bin/doc?ormsc/14-06-01.pdf>
- Otto, B. (2011). A Morphology of the Organisation of Data Governance. *ECIS 2011 Proceedings*, 272. Abgerufen am 24. Mai 2021 von <http://aisel.aisnet.org/ecis2011/272>
- Otto, B., Lis, D., Jürjens, J., Cirullies, J., Opiel, S., Howar, F., ... Möller, F. (2019). Data Ecosystems. Abgerufen am 17. Mai 2021 von <https://www.isst.fraunhofer.de/de/institut/datenoekosysteme.html>
- Otto, B., & Weber, K. (2011). Data Governance. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (S. 277–295). Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Perl, J. (1997). Einleitung. In J. Perl, M. Lames, & W.-D. Miethling (Hrsg.), *Informatik im Sport: Ein Handbuch* (1. Aufl., S. 9–14). Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J. (2003). Sportinformatik. In H. Haag & B. Strauß (Hrsg.), *Theoriefelder der Sportwissenschaft* (2. Aufl., S. 77–95). Schorndorf: Hofmann.
- Perl, J., & Lames, M. (1995). Sportinformatik - Gegenstandsbereich und Perspektiven einer sportwissenschaftlichen Teildisziplin. *Leistungssport*, 15(3), 26–30.
- Perl, J., Lames, M., & Glitsch, U. (2002). *Modellbildung in der Sportwissenschaft*. Schorndorf: Karl Hofmann.
- Pfeiffer, M. (2013). Trainingswissenschaft. In V. Burk & M. Fahrner (Hrsg.), *Einführung in die Sportwissenschaft* (2. Aufl., S. 182–210). Konstanz: UVK-Verl.-Ges.

- Piro, A., & Gebauer, M. (2011). Definition von Datenarten zur konsistenten Kommunikation im Unternehmen. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 156). Wiesbaden: Springer Vieweg. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-09214-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-658-09214-6_8)
- Prohl, R. (2003). Leistungsbewertung, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 337). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Quyang, C., Moura, M., Kreger, H., Indurkha, G., Kak, A., Chessell, M., ... Berardi, T. (2017). Cloud Customer Architecture for Big Data and Analytics V2.0 | Object Management Group. Milford, MA, USA: Cloud Standards Customer Council (CSCC). Abgerufen am 16. Mai 2021 von <https://www.omg.org/cloud/deliverables/cloud-customer-architecture-for-big-data-and-analytics.htm>
- R., T. (2011, 5. Juli). Louis van Gaal: Der Missverstandene. Abgerufen am 20. August 2021 von [spielverlagerung.de](http://spielverlagerung.de) website: <https://spielverlagerung.de/2011/07/05/louis-van-gaal-der-missverstandene/>
- Reeve, A. (2017). Data Integration and Interoperability. In Deborah Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 257–286). Baskin Ridge: Technics Publications.
- Rein, R., & Memmert, D. (2016). Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. *SpringerPlus*, 5(1410), S. 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3108-2>
- Remmert, H. (2020). Beweglichkeitstraining. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 323–404). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Roth, K. (2003). Strategie. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 567). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003a). konditionelle Fähigkeiten. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 300). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Röthig, P., & Prohl, R. (2003b). Leistungsbereitschaft. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 337). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003c). Leistungszustand. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (7. Aufl., S. 344). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003d). Trainingsintensität. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003e). Trainingszustand. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 617). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Sakac, B. (2008). Information technology at the Olympic Games. In P. Dabnicki & A. Baca (Hrsg.), *Computers in Sport* (S. 269-290). Southampton: Cambridge Printing.
- Saltz, J. S., & Grady, N. W. (2017). The ambiguity of data science team roles and the need for a data science workforce framework. *2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2355–2361. Boston: Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/BigData.2017.8258190>
- Schlesinger, D., & CISSP. (2017). Data Security. In Debora Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 209–255). Baskin Ridge: Technics Publications.
- Schmidt, R., & Möhring, M. (2013). Strategic alignment of cloud-based architectures for big data. *Proceedings - IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, EDOC*, (S. 136–143). Vancouver, BC, Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/EDOCW.2013.22>
- Schmidtbleicher, D. (2003a). Kraft. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 316–317). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Schnabel, G. (1993a). Kondition. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 461). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993b). Konstitution. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 464). Berlin: Sportverlag.

- Schnabel, G. (1993c). Leistungsentwicklung, sportliche. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 534–535). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993d). Leistungsergebnis. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 535). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993e). Leistungskomponente. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 538–539). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993f). Leistungsprognose. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 541). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993g). Trainingsleistung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 879). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993h). Trainingsübung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 888–889). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993i). Trainingsziel. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 891). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993j). Wettkampfleistung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 959). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993k). Leistungsmerkmal. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 540). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G., Harre, H.-D., & Krug, J. (2014). *Trainingslehre - Trainingswissenschaft: Leistung - Training - Wettkampf* (3. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer Sport.
- Schnabel, G., & Thieß, G. (1993). Leistungsdiagnostik. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 533–534). Berlin: Sportverlag.
- Schreiner, K. (2007). The Bridge and Beyond: Business Analysis Extends Its Role and Reach. *IT Professional*, 9(6). <https://doi.org/10.1109/MITP.2007.122>
- Schwarzer, B., & Krcmar, H. (2014). *Wirtschaftsinformatik: Grundlagen betrieblicher Informationssysteme* (5. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

- Schwinn, K. (2011). Informationsmanagementprozesse im Unternehmen. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 260–276). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Shah, F. A., Kretzer, M., & Mädche, A. (2015). Designing an Analytics Platform for Professional Sports Teams. In T. Carte, A. Heinzl & C. Urquhart (Hrsg.), *Proceedings of the International Conference on Information Systems - Exploring the Information Frontier, ICIS 2015, Fort Worth, Texas, USA, December 13-16, 2015*. Association for Information Systems.
- Shankar, R. (2020, 2. Januar). How to Get More from Your Data in 2020. Abgerufen am 17. Mai 2021 von <https://tdwi.org/articles/2020/01/02/data-all-how-to-get-more-from-your-data-in-2020.aspx>
- Shirude, S. (2017). Data Storage and Operations. In Debora Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 165–208). Baskin Ridge: Technics Publications.
- Sinsel, A. (2020). *Das Internet der Dinge in der Produktion*. Berlin-Heidelberg: Springer Vieweg.
- Sperling, W. (1993). Leistungskriterium. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 539–540). Berlin: Sportverlag.
- Starischka, S. (2003a). Aufwärmen. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 59–60). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003b). Trainingsbeobachtung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 608). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003c). Trainingsdokumentation. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 609). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003d). Trainingskontrolle. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610–611). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003e). Wettkampf. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 651–653). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Starischka, S. (2003f). Wettkampfbeobachtung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 653). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003g). Wettkampfvorbereitung, unmittelbare (UVV). In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 654). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Sykora, M., Krishnan, K., Ladley, J., & Nelson, L. (2017). Data Warehousing and Business Intelligence. In Deborah Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 359–391). New Jersey: Technics Publications.
- Tavares, R. (2017). Data Quality. In Deborah Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 423–467). New Jersey: Technics Publications.
- Thanaraj, R., Beyer, M., & Zaidi, E. (2021, 14. April). *What Is Data Fabric Design?* Abgerufen am 12. Mai 2021 von <https://www.gartner.com/en/documents/4000561/what-is-data-fabric-design>
- Thieß, G. (1993a). Leistungsanalyse. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 531–532). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993b). Leistungsdiagnose. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 533). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993c). Testbatterie. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 846). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993d). Trainingsanalyse. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 871–872). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993e). Trainingsbeobachtung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 874). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993f). Wettkampfbeobachtung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 954–955). Berlin: Sportverlag.
- Vogel, O., Arnold, I., Chughtai, A., Ihler, E., Kehrer, T., Mehlig, U., & Zdun, U. (2009). *Software-Architektur* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Spektrum.

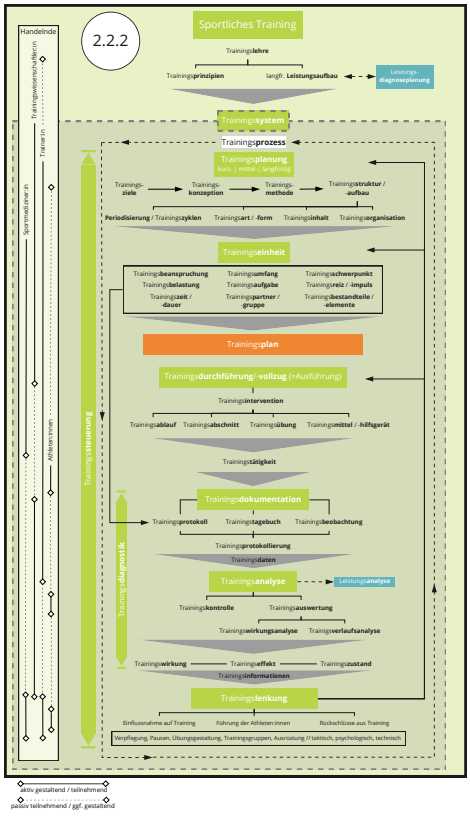
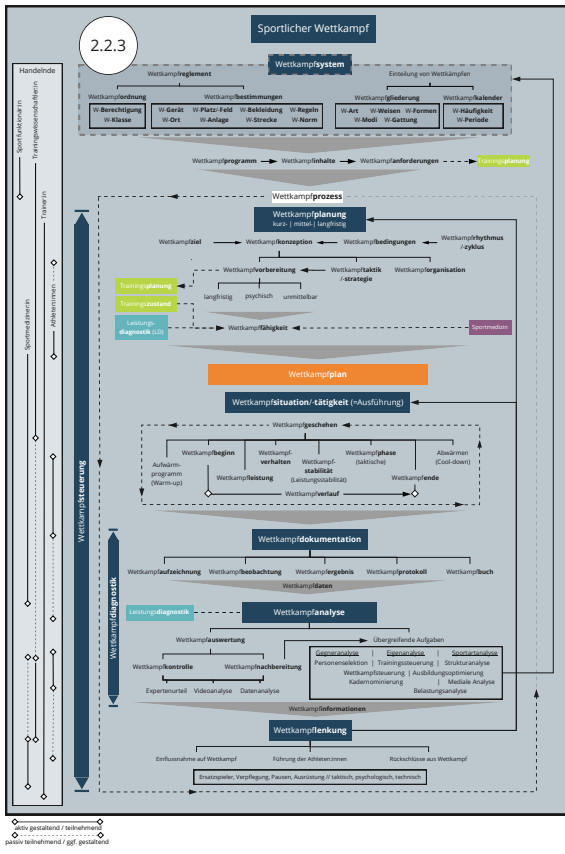
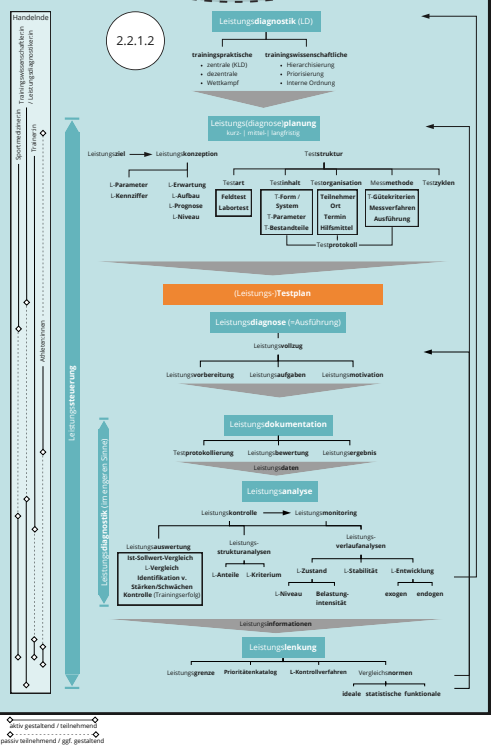
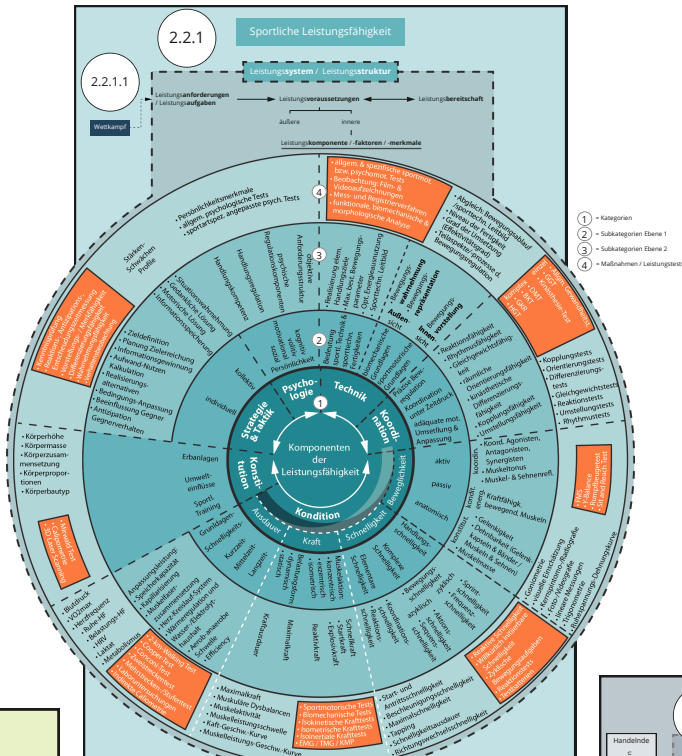


- Weber, C. (2016). *Theoretische und praktische Leistungsdiagnostik im Goalball*. Hellenthal: Sportverlag Strauß.
- Weigel, N. (2011). Datenqualitätsmanagement - Steigerung der Datenqualität mit Methode. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 68–87). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Weineck, J. (2004). *Optimales Fussballtraining* (4. Aufl.). Balingen: Spitta-Verl.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2019). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (17. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weng, L., Agrawal, G., Catalyurek, U., Kurc, T., Narayanan, S., & Saltz, J. (2004). An approach for automatic data virtualization. *IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing* (S. 24–33). Honolulu, HI, USA: IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/hpdc.2004.1323476>
- Wider, A. (2020, 11. September). Vom Data Lake zum Data Mesh. Abgerufen am 17. Mai 2021 von <https://www.bigdata-insider.de/vom-data-lake-zum-data-mesh-a-960160/>
- Wiemeyer, J. (2006). Sportinformatik - eine Standortbestimmung im Jahr der Informatik. In J. Edelmann-Nusser & K. Witte (Hrsg.), *Sport und Informatik: Bericht über den 1. Workshop über Sport & Informatik 26.-27.4.1989 in Hochheim* (S. 13–28). Aachen: Shaker Verlag.
- Wiewelhove, T. (2020). Schnelligkeitstraining. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 253–321). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Wille, U. (1993a). Wettkampfbeginn. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 953). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993b). Wettkampfbuch. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 955–956). Berlin: Sportverlag.

- Wille, U. (1993c). Wettkampfende. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 956). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993d). Wettkampfkalendar. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 958). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993e). Wettkampforganisation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 960). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993f). Wettkampfprogramm. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993g). Wettkampfprotokoll. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.
- Wolf, J. (2011). Organisatorische Maßnahmen für gute Datenqualität. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (3. Aufl., S. 241–259). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Yacu, S. (2017). Metadata Management. In Deborah Henderson & S. Earley (Hrsg.), *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge* (2. Aufl., S. 393–422). New Jersey: Technics Publications.
- Yuhanna, N., Leganza, G., Weber, D., & Dostie, P. (2020). Data Virtualization Or Data Fabric: Which Is Right For You? Abgerufen am 21. Mai 2021 von <https://www.forrester.com/report/Data+Virtualization+Or+Data+Fabric+Which+Is+Right+For+You/-/E-RES160343>
- Zgolli, A., Collet, C., & Madera, C. (2020). Metadata in data lake ecosystems. In A. Laurent, D. Laurent, & C. Madera (Hrsg.), *Data Lakes* (2. Aufl., S. 57–96). Boston: Wiley-ISTE. <https://doi.org/10.1002/9781119720430.ch4>
- Zwirner, M. (2011). Datenbereinigung zielgerichtet eingesetzt zur permanenten Datenqualitätssteigerung. In K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs, & M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität* (2. Aufl., S. 102–122). Wiesbaden: Springer Vieweg.

# Anhang

## A.1 Gesamtgrafik – Komplexes Strukturmodell der Trainingswissenschaft



## A.2 Publikation 1 - A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics

### A.2.1 Publikation 1 – Berechtigung zu Veröffentlichung



universität  
wien

**Zentrum für Sportwissenschaft und  
Universitätssport**

Institut für Sportwissenschaft  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca  
Auf der Schmelz 6A  
A- 1150 Wien

T +43 (1) 4277-488 82  
F +43 (1) 4277-848882  
arnold.baca@univie.ac.at  
<http://zsu-schmelz.univie.ac.at/>

Wien, am 14.12.2021

#### **Bestätigung**

Herr Thomas Blobel ist berechtigt, folgende im *International Journal of Computer Science in Sport* veröffentlichten Beiträge in seiner Dissertation als Anhang beizufügen:

**Blobel, T., & Lames, M. (2020). A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 19(1), 102–122.**

Blobel, T., Rumo, M., & Lames, M. (2021). Sports Information Systems: A systematic review. *International Journal of Computer Science in Sport*, 20(1), 1-22.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Arnold Baca'.

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca  
Editor-in-Chief, *International Journal of Computer Science in Sport*

## A.2.2 Publikation 1 – Originalartikel

International Journal of Computer Science in Sport		
Volume 19, Issue 1, 2020		
sciendo	Journal homepage: <a href="http://iacss.org/index.php?id=30">http://iacss.org/index.php?id=30</a>	
DOI: 10.2478/ijcss-2020-0006		

### **A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics**

*Thomas Blobel & Martin Lames*

*Technical University of Munich, Germany, Department of Sport and Health Science, Chair of  
Performance Analysis and Sports Informatics*

#### **Abstract**

In professional sports clubs, the growing number of individual IT-systems increases the need for central information systems. Various solutions from different suppliers lead to a fragmented situation in sports. Therefore, a standardized and independent general concept for a club information systems (CIS) is necessary. Due to the different areas involved, an interdisciplinary approach is required, which can be provided by sports informatics. The purpose of this paper is the development of a general and sports informatics driven concept for a CIS, using methods and models of existing areas, especially business intelligence (BI). Software engineering provides general methods and models. Business intelligence addresses similar problems in industry. Therefore, existing best practice models are examined and adapted for sport. From sports science, especially training systems and information systems in sports are considered. Practical relevance is illustrated by an example of Liverpool FC. Based on these areas, the requirements for a CIS are derived, and an architectural concept with its different components is designed and explained. To better understand the practical challenges, a participatory observation was conducted during years of working in sports clubs. This paper provides a new sports informatics approach to the general design and architecture of a CIS using best practice models from BI. It illustrates the complexity of this interdisciplinary topic and the relevance of a sports informatics approach. This paper is meant as a conceptional starting point and shows the need for further work in this field.

**KEYWORDS:** SPORTS INFORMATION SYSTEMS, CLUB INFORMATION SYSTEMS, BUSINESS INTELLIGENCE, SPORTS INFORMATICS, TEAM SPORTS

## Introduction

In professional sports clubs, the need for a central information system has grown in recent years due to the increasing number of different information technology (IT) systems in each department that generate huge amounts of decentralized data. A growing number of experts have complemented existing staff and need access to all relevant data. In industry, similar problems are addressed by the field of business intelligence (BI), a subsection of business informatics. BI has developed powerful systems for merging data from different sources and generating information for decision-makers. The idea of this paper is to develop a general concept for club information systems (CIS), by using methods and models of existing areas, e.g. BI. In this way, a concept is created that reflects the needs of sports practice and points out, which CIS design could be most appropriate for the setting. Moreover, the suggested design is also meant for providing a database to use methods of data science, e.g. advanced analytics, visual analytics or machine learning in the specific context of sport clubs. This could generate new insights and reveal patterns and correlations, especially within the joint data of previously unconnected systems.

Various suppliers have recognized this need for CIS and now offer their products to clubs or individual departments. The design of such CIS remains a challenge because many different areas are involved: Software engineering, business intelligence, training and exercise science, and sports practice. The problem in sports clubs, however, is that very traditional structures still predominate and especially in the sports department hardly any employee has a native IT background. Besides, there is a very reluctant attitude towards sharing and passing on information.

The approach of this paper is to involve sports informatics or computer science in sports (Link & Lames, 2014) to meet the interdisciplinary and the sport-specific demands posed by designing appropriate CIS. The need for such a novel approach becomes obvious as existing information systems for sports clubs are typically limited to a few fields in the clubs and were primarily developed from an IT perspective or existing software products were simply applied in sports clubs. No comprehensive and sports informatics driven approach was taken explicitly so far.

There is only very little literature on information systems in sports, which also follow very different approaches, e.g. providing specific concepts for a certain subsection like medical data, giving a very general framework but without a specific design concept or investigating the information needs of the staff. In sports informatics, Lames (1997) addressed the problem of different systems and isolated information in sports clubs and introduced the term information system in sports. In Schnabel, Harre, and Krug (2014) a theoretical draft of a training system was presented. For the first time, Blobel (2009) developed the basic idea of making data from various sources and areas centrally available to sports clubs with the help of business intelligence systems. Blobel and Lames (2015) then presented the idea of an information system for top-level clubs, with proposals for a structure and a prototype analysis software for performance diagnostics data, based on the BI software QlikView. They then further developed this concept into an information system focusing on medical data and healthy reference patterns (Blobel & Lames, 2018). Rein and Memmert (2016) presented the idea of combining various data sources for tactical analysis and refer to the medical health sector, which is facing similar problems. They also presented an architecture proposal for this specific case. A work by Shah, Kretzer, and Mädche (2015) presented the development of a game analytics system for professional sports teams, with a prototype, and in cooperation with three football teams in different competitions and a software manufacturer. They worked with interviews and questionnaires.

The overall objective of the present work is to design a general architectural concept for central CIS that focuses on sports practice and data analysis. Sports informatics, or computer science in

sports, forms the interdisciplinary approach to identify and include the relevant academic and practical fields to apply them to the specific context of sports clubs. Accordingly, the practical references to software engineering, business intelligence, and sports science fundamentals are established. Sports science provides fundamental theoretical models that are considered and adopted to this work and are additionally described by a practical example of Liverpool FC. The proposed architecture is based on existing technologies and legacy systems and integrates them into a comprehensive solution tailored for sports clubs. The architecture is generic and independent of certain providers to best meet the existing needs of sports clubs. A further characteristic of this work is the sports practical point of view addressing also organizational aspects and human factors (Avison & Elliot, 2006). To fully understand the practical challenges, practical experiences were collected in the form of participating observation by working in sports clubs.

The objectives of this study are threefold: Objective 1 is a brief presentation of the areas involved and a description of their major contributions for the development of a CIS. Objective 2 is the analysis of a typical club structure and the derivation of the key requirements for a CIS. Objective 3 is to provide a general architectural and design concept for a CIS and to give examples of its practical functioning.

Accordingly, this paper is structured as follows: First, an overview is given on software engineering, business intelligence, and training and information systems in sport with a practical example. The main section presents details of the developed design concept of a CIS. A final section depicts typical problems from practical experiences with introducing CIS in professional football clubs.

### **Methods of software engineering for system analysis**

Software engineering describes the systematic scientific and technological approach for designing, implementing, testing and documentation of software and the development of methods behind that (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017). The approach of this work is based on software-intensive systems, because its main character is largely defined by software (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017; Vogel, Arnold, Chughtai, & Kehrer, 2011). Software engineering focusses on the process of software development (Foster, 2014), and it covers the research on software systems (Taylor, 2019). Different development models and strategies for software development are known, but generally, they follow similar phases. In this paper, the development phases of Foster (2014) are used and adapted to the requirements of a CIS.

In the first phase, investigation and analysis, the necessary system requirements are deduced from the organizational requirements (Vogel et al., 2011). This demands an individual analysis of the organization with the background and characteristics of the specific sport discipline. Methods and knowledge of training and exercise science are adopted to investigate the particular situation at sports clubs (see Section 4). The second phase is design and architecture. Design is described as “process of defining the software architecture, components, modules, interfaces, and data for a software system to satisfy specified requirements” (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, p. 129). While the design of such a system is more general, the architecture, as a part of it determines “fundamental concepts or properties of a system in its environment embodied in its elements, relationships, and in the principles of its design and evolution” (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017, p. 26; Taylor, 2019). These are fundamental decisions that cannot be changed later, or only with great difficulty. The correct architecture is crucial when systems are constructed from many components (Garlan & Shaw, 1993). As a general CIS concept is pursued here, this work focuses primarily on these

first two phases. Subsequent phases, such as development and implementation and deployment and management, are only marginally addressed in this paper. Nevertheless, they have to be considered in the first two phases, where fundamental choices have to be made which have an impact on later phases and cannot be adapted, or can only be adapted with difficulty. CIS typically have high complexity due to the demand for integrating existing components and need high flexibility for adapting new components. For that reason, a model driven architecture (MDA) with different levels of abstraction was chosen. The computation independent model (CIM), as a domain model, provides a high level of abstraction and represents the organizational perspective within sports clubs, independent of the technical implementation. Based on this, the platform independent model (PIM) is a logical system model, which already takes into account the interaction of the system components and also has a technological reference (Object Management Group (OMG), 2014). This level of abstraction provides the basis for the CIS concept developed in this paper. Within this level, the PIM was additionally divided into different hierarchical layers (Garlan & Shaw, 1993), to structure the complex system into different components, and show, how they interact (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017; Vogel et al., 2011). A future step would be the transformation of the PIM into a platform specific model (PSM). Such an implementation model, based on a specific technology or platform, could be developed and described as a use case for a specific club. In the next section, this concept will be described in more detail in the context of business intelligence systems.

### **Business Intelligence**

Business intelligence (BI) is the field in business that concerns the information support and data analysis tools for the management. Already in the sixties, so-called decision support systems (DSS) came up, which should support managers by the use of computers and related IT (Power, 2008). In the 90s, the term business intelligence was developed within the practical business environment, but different definitions could be found (Devine, Srinivasan, & Zaman, 2004; Popovič, Hackney, Coelho, & Jaklič, 2012). Some definitions limit a BI system primarily on the support of the top management with relevant information for their decision making (Bucher, Gericke, & Sigg, 2009; Devine et al., 2004). Others understand it broader and involve the entire integrated management infrastructure (Kemper, Rausch, & Baars, 2013). In this work, BI is meant in its broader sense, not only focusing analysis and presentation of data, but also data processing and storage, including all components of integrated infrastructure to support the decision-makers (Kemper, Baars, & Mehanna, 2010).

Sports clubs are organizations that are very similar to business companies (Link, 2018) but do also have very specific organizational structures, internal functions, and data structures. In the following, concepts of BI will be used and transferred to the specific conditions at sports clubs. One specific MDA for BI systems on a higher level of abstraction has been developed by Baars & Kemper (2008). Their multi-layer framework separates the complex BI system into different layers organized in a hierarchy (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017). There is always just one layer at each level of the hierarchy and each layer only interacts with the superior/subordinate layer. These layers exchange data but interpret that data only partially identically (Garlan & Shaw, 1993; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017).



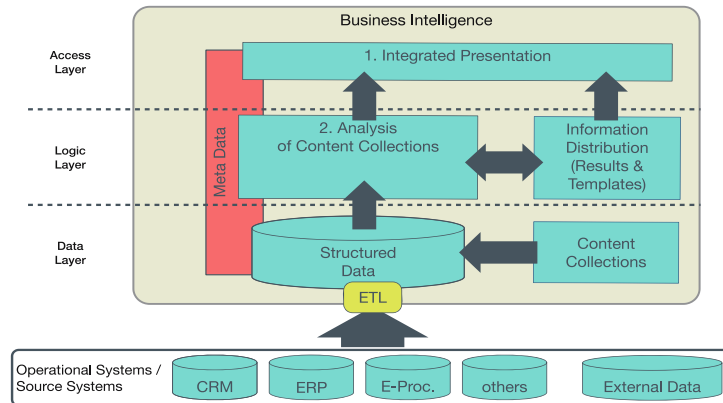


Figure 1. Three-layer architecture of a BI-system (modified from Baars & Kemper, 2008)

Figure 1 shows the BI system as three-layer architecture, set up on the operational/source systems. This highlights the benefit of such an architecture because the source systems persist independently of the BI system. The data of these systems are loaded into the BI system into the data layer. The extraction transformation load (ETL) transforms the data into the required format and quality. This also includes data filtering, which means not all data is transferred from the source systems into the BI system. An additional way to increase the automation of data exchange is the definition of fixed standards for the exchange of structured data between different systems in sports, such as electronic data interchange (EDI). This reduces the number of interfaces and the complexity of data manipulation (Häckelmann, Petzold, & Strahinger, 2000). This standard can be used in the application programming interface (API) of the different systems. The logic layer contains two components: Systems for data analysis and information distribution to analyze data from the data layer and generate and distribute relevant information. The access layer unifies all the relevant content and functions from the logic layer and provides them in a user-specific and easily accessible way (Baars & Kemper, 2008).

The following characteristics of the three-layer architecture are relevant for this work:

- (1) Accessing data from existing source systems without replacing them.
- (2) Import of all relevant data from the decentralized source systems into one central system.
- (3) Preparation of data by specific analyses using particularly up-to-date analytical methods.
- (4) User-specific provision of information to support users in a personalized and appropriate way.

In the past, the design of BI systems was primarily technologically driven, neglecting the business process perspective (Bucher & Dinter, 2008). Modern solutions focus the business models first and then transfer it into architecture (Meertens et al., 2012). This helps to identify the social and organizational challenges and integrate them into organizational structure (Baldassarre et al., 2020). These models can also be used for the development and successful implementation of a BI system because it is crucial to consider the existing organizational processes and implement them into the development. The IT must be adapted to the existing processes at the organization, but also provide and determine standardized (best practice) processes to the organization.

### Training Systems and Information Systems in Sport

In theoretical concepts of training and exercise science traditionally complexity and dynamics of sports training are accounted for (Hohmann, Lames, & Letzelter, 2014; Schnabel et al., 2014). Training systems take a comprehensive and systematic view of sports training and consider the fundamental and interdependent processes and elements involved. This includes a variety of interacting elements within the different training phases: Planning (training concept), execution (training performance) and evaluation (analysis and assessment) of training and competition. Training systems include athletes (acting) and coaches (leading) as participants as well as a variety of elements, such as medical and physiotherapeutic services. The constant interaction of the structure and function of a sports training process requires a profound knowledge of the training structure. The training structure defines the structure and inner context of the essential elements of the training process, their lawlike relationship with each other, their interaction (in the sense of a process structure) and their succession (phases). Thus, the training structure depends on the type of sport (Schnabel et al., 2014).

It must be mentioned though, that these models of training systems in standard textbooks of training and exercise science relate primarily to energetically determined sports such as track and field and swimming. Training systems in team sports such as football with their complex determination are even more useful. Moreover, football is a team sport in which the interaction of different players with the tactics involved brings an additional dimension of complexity.

The traditional notion of training systems is primarily meant as abstract systematics and by no means technologically as a design for supporting software systems. These aspects were only recently introduced to support training (Baca, 2015). Considering the participants involved in modern training systems the model of Schnabel et al. (2014) needs to be updated. Nowadays, not only many athletes are participating, but also the number of coaches has grown and a variety of additional experts are involved (psychologists, nutritionists, game analysts, ...).

Moreover, in all sub-areas involved scientific knowledge has increased in the past, giving further support to the necessity of an appropriate information system (Lames, 1997).

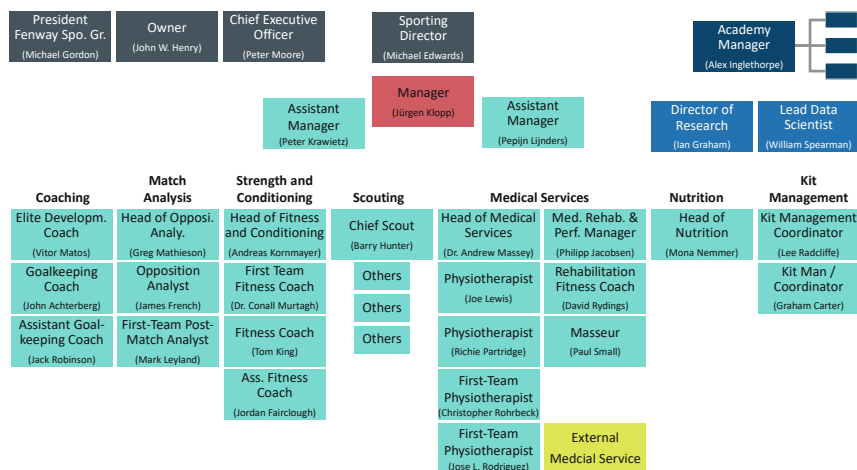


Figure 2. Structure of users in a training system at FC Liverpool (Liverpool FC, n.d.).

Due to the number of different participants in modern training systems with specific information, the head coach is increasingly confronted with the organization and integration of the experts. These demands result in the need for an information system that allows the head coach to effectively meet these demands.

As an example, Figure 2 shows the club structure of Liverpool FC staff at the end of the 2018/2019 season. In this structure, the manager (= head coach) has a central position where various (key-)information merges. Each department has different experts who use specific software systems, with their data and information. Depending on the size of the department, specific sub-flows of information exists. E.g. in scouting, scouts who work internally and externally, and also nationally and internationally, which requires an own information system. There is not only information flow within a department, but also the exchange with other departments. For example, the medical department has internal exchange with strength and conditioning, and nutrition, but also externally with external medical services. The youth academy with all its youth teams forms an organization within the club and is presented by the academy manager, who manages the exchange with the professional team. There is also an exchange and influence by management and data analysts who interact with the experts and the athletes. This shows the increased complexity of modern football-specific training systems and the need for IT support to accomplish this.

**Concept of club information systems (CIS)**

This section aims to use the different approaches described in the previous sections to develop a specific concept for a CIS in sports clubs. After determining the organizational requirements in order to derive the system requirements of a CIS, the CIS architecture is presented and explained.

**Organizational requirements and system requirements**

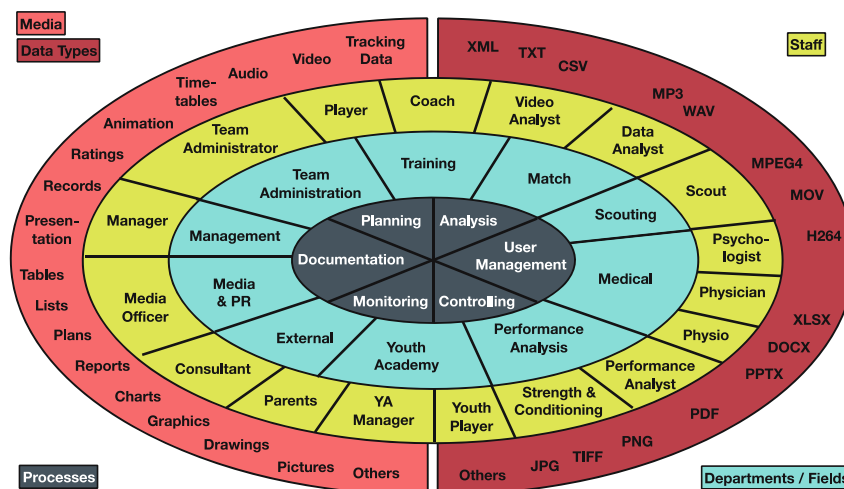


Figure 3. Structured concentric model in four level of abstraction for a football club.

As described in Section 2, at “investigation and analysis”, the organizational requirements have to be determined to illustrate the specific structures and processes within the club. For this purpose, a concentric structural model was developed as part of this work (Figure 3). This

computation independent model (CIM) helps to determine and illustrate the special structures of sports clubs. Based on that the system requirements can be deduced and the design concept for a CIS can be developed. At the center of the concentric model, the main characteristics of such a CIS are presented. Each other circle becomes more and more specific to the club structure until it lists the individual types of media and file formats. In this way, different perspectives can be taken, analyzed, and illustrated to design the CIS. The second circle shows the division of different fields in the club instead of over-arching departments. The reason for this is, that two departments (e.g. medical and strength and conditioning) could need data from the same source system (e.g. tracking system). By the division into fields, a data or system-specific perspective is taken and a clear differentiation is possible (e.g. tracking data are now part of the area performance analysis and the medical and strength & conditioning departments then access it). Departments also depend on club structure and could be different at each club. The third circle shows the different user profiles at a sports club, based on the role profiles within a training system shown in Figure 2. This is relevant for access, individual presentation, and data governance. The fourth circle is split into two parts. The right side lists the specific kind of data and on the left side the media. This is important for the technical structure of a CIS.

Table 1. Key organizational requirements of sports clubs lead to system requirements for the CIS.

<b>Organizational Requirements Football Club</b>	<b>System Requirements CIS</b>
Many different sources Data Import Individual data profiles Separated data	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combine data of different sources</li> <li>- Centralized data</li> <li>- Interface for data sources</li> </ul>
A lot of traveling Decentralized access	Ubiquitous access
Athletes in different groups (shifting) Different staff member Different departments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Right governance</li> <li>- Different user profiles</li> </ul>
Changing structures / needs Not every dep. is ready Existing systems at the club	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modular</li> <li>- License model</li> <li>- Flexible system / architecture</li> <li>- Adjustments</li> </ul>
User specific information	User specific / flex. customizable UI
Sport specific needs	Open for other systems
Better insights / understanding of data Deeper analysis	Data Science
Sensitive data	Security

This concentric model shown in Figure 3 supports the systematic investigation of the individual levels related to the processes within the club to determine the organizational requirements, listed in Table 1. The organizational requirements were determined based on practical experience working in clubs and questionnaire-based interviews with staff (n=16, see Section 6). From the

organizational requirements, the system requirements of the CIS are derived, shown in the right column of Table 1. A rather high level of abstraction was consciously chosen without mentioning technical solutions. For example, the need for decentralized access was named ubiquitous and not cloud-based services because this term is only a current technical solution and the CIS concept presented here should be more general.

**CIS Architecture**

A model driven architecture (MDA), with a higher level of abstraction at an organizational level, was chosen to develop a general design concept for a CIS (Object Management Group (OMG), 2014; Vogel et al., 2011). This can be applied to different club structures and then individually adapted. As described in Section 3 a layer-based architecture divides the overall complexity into individual hierarchical layers, which can then be edited separately (Garlan & Shaw, 1993). Figure 4 shows a suggestion for the MDA of a CIS based on the three-layer architecture for BI systems (see Figure 1) by Baars and Kemper (2008).

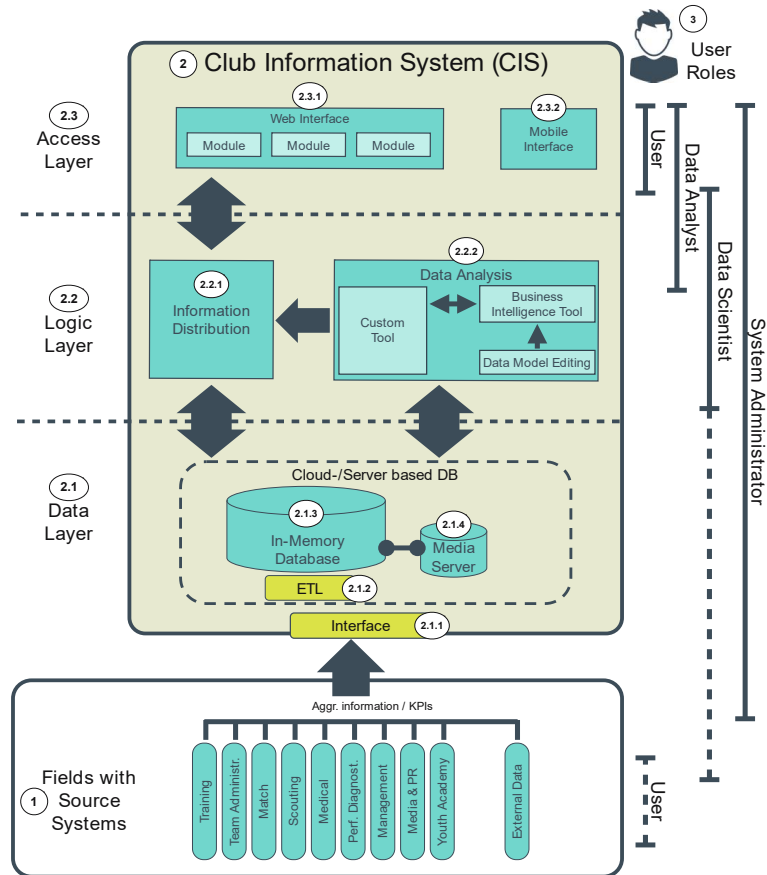


Figure 4. Three-layer architecture of CIS with different user perspectives.

Figure 4 shows the CIS architecture developed in this paper based on the general structure of football clubs (Figure 3) and the defined system requirements (Table 1). Three major parts are distinguished: The *source systems* (1), the actual *CIS* (2), and the *user roles* (3). These main areas consist of different components and are described in detail below. Finally, this section points out the modular structure as an essential feature of the CIS and recommends an open-source policy.

#### (1) Source Systems: Structure and integration

The aforementioned advantage (Section 3) of accessing the existing source systems instead of replacing them, and importing the data into a central superordinate data store, is also used here. Depending on which systems already exist in a club, these are not replaced but could be integrated into the CIS. Thus, the CIS remains flexible and can be built on an existing infrastructure, or the source systems can be replaced as better technology enters the market or contract terms end. This is described as a best of breed (BoB) approach, whereby the best standard software from different providers is integrated (Light, Holland, & Wills, 2001). It should not necessarily transfer all the data of the *source systems* (1) into the CIS since this form of granularity provides no added value for the respective user and the amount of raw data often is very large (Baca, 2015). Thus, it may be useful to reduce the amount of data and only aggregated data and *key performance indicators* (KPIs) to take over into the CIS (Dabnichki & Miyaji, 2015).

An example is positional data from tracking systems for match analysis. The head coach needs meaningful information in the form of KPIs and aggregated data on specific match events, which he defines in advance with the game analyst. However, the detailed high-frequency X/Y coordinates, which require a lot of resources (Linke, Link, & Lames, 2018), may not provide added value to the head coach. But to generate this specific information, the game analyst needs access to the detailed tracking data. This would mean, that only aggregated data and KPIs obtained from the detailed data are provided to the head coach (and other staff) and become elements of the CIS. The ‘raw data’ remain in the corresponding source system. For the medical department and the strength and conditioning coaches, these tracking data are important for the player load management. Therefore they require training data from their own tracking system and also match data, which are usually provided by a central provider. These are then combined with heart rate data from a heart rate monitor, the rate of perceived exertion (RPE) via smartphone, additional systems from the gym, and individual thresholds and laboratory data. In this case, there are already about seven different systems/sources that partly overlap with other departments (e.g. game analysis) but require a different granularity and view of data. Besides, individual systems are also replaced, eliminated, or added from time to time.

#### (2) CIS: Three-layer architecture

On top of the *source systems* (1), the *data layer* (2.1) of the actual *CIS* (2) is set up. The data are loaded from the different *source systems* (1) into the centralized *database* (2.1.3) via a specific *interface* (2.1.1). The *extraction transformation load (ETL)* process (2.1.2) ensures the standardized quality and format of the data, the data model and the data structure. As usual with modern BI systems, an in-memory database is recommended to increase the performance and flexibility of the queries. To avoid loading the centralized *database* (2.1.3) with memory-intensive media data and reduce its performance, it is recommended to store these data within a separate *media-server* (2.1.4), optimized for media data. For ubiquitous access, a server-based database is suggested, so that users can access it from outside the club area. These services provide modern and professional infrastructure, high security standards, are scalable, and offer optimized solutions, such as for media data. This provides high flexibility and the system can

grow with the needs of the club (Dashofy, 2019). There are also different problems of cloud services, that have to be considered and be discussed (Taherkordi, Zahid, Verginadis, & Horn, 2018). However, a disadvantage for clubs is that the servers and in this way also data are outside of the club area. In addition, the costs of cloud services can rise very quickly with extensive use. At this stage of a PIM, it is too early to determine a particular implementation technology or platform. However, a clear evaluation of a centralized architecture against a cloud-based architecture must be made when the architecture phase of a PSM is reached.

The *logic layer* (2.2) is divided into two components and placed above the data layer. The *information distribution* (2.2.1) collects and processes data from the *data layer* (2.1), converts them into information and forwards it to the next layer. The *data analysis* (2.2.2) component provides ways to do a more in-depth analysis (Baars & Kemper, 2008). Since very complex and advanced algorithms are required, the implementation of powerful external data analysis tools is recommended. *Custom tools* (2.2.2), for example, implemented in programming languages like Python, R or MatLab should be integrated to enable state-of-the-art capabilities for data science. Additionally or alternatively, *BI tools* (e.g. qlik.com, tableau.com or sapanalytics.cloud) can be integrated. Very often interfaces for at least one of the programming languages are already integrated in such BI tools. Again, knowledge of sports informatics is necessary to apply appropriate methods from data science, but also to adequately interpret the findings from a sports science and sports practical view (Rein & Memmert, 2016).

For the use of BI tools, very often a modification of the data model is needed because it differs from the data model of the central database. While the logic of a relational database tries to achieve a very low redundancy of data to increase performance and lower storage, BI systems often require a high level of redundancy to perform specific analyses. To bypass this discrepancy, the *data analysis* component (2.2.2) can provide a data editing tool, that extracts data from the *data layer* (2.1) and converts it into a suitable data model, to develop and perform analyses. The *data analysis* component (2.2.2) can provide *data model editing*, to bypass this discrepancy. This *data editing tool* extracts data from the *data layer* (2.1) and converts it into a suitable data model, to develop and perform analyses.

The results are implemented in the *information distribution* (2.2.1). The great need for meaningful analyses for the staff of the club is considered in the CIS architecture. This architecture enables powerful analysis for profound insights and makes them easily accessible to general users. Data of different systems are well prepared in a central database, where they can be adapted and modeled, but also be accessed with tools for data science, which represent the current state-of-the-art. This aspect is fundamental in this CIS architecture concept and is difficult or impossible to solve later in a final system.

The *access layer* (2.3) involves the *graphical user interface* (GUI) for providing users with the required information from various source systems and contains two components. The *web interface* (2.3.1) is the main *user interface* (UI) to the CIS and presents information from different source systems, depending on their individual job profile (see Figure 3). Because of the low technical background of general users, a user-specific UI and presentation of the required information are crucial (Jayal, McRobert, Oatley, & O'Donoghue, 2018). This reduces the complexity and lowers the access barriers. As described earlier (source systems), data from different source systems are required to monitor player load from a medical point of view. The following parameters are combined within one screen to the physicians: power load, acceleration, and heart rate from tracking system; inflammation markers from blood samples; RPE of the respective players, which they send via smartphone. Such a CIS enables decision-makers to quickly and independently access the information they need to make their decisions (Alamar, 2013).

The second component at the *access layer* will be the *mobile interface* (2.3.2), to access the CIS via mobile devices like smartphones and tablets. There are different technologies like *mobile web pages* or *mobile apps* to provide information optimized for mobile use. This can be the internal communication within the club and the central access to schedules or analyses. Besides, media files can be sent via messenger or questionnaires, which can then be watched or answered via smartphone. In general, there are two ways in which this can be done and the choice of technology depends on the requirements:

*Mobile App:* These software applications are designed for the use on mobile devices like tablets or smartphones. However, the development of these apps is complex and a separate application must be programmed for each (mobile) operating system. For this reason, the effort for development and maintenance is high. With mobile apps, it is easier to control what these applications contain. Data can also be stored in the app so that content can be accessed offline.

*Mobile Web Page:* These small websites present reduced content, optimized for mobile devices. Access happens via browser and depends on the supported browser and not on the operating system. A bookmark of the specific mobile webpage can be stored as an icon on the home screen and creates the impression of an app. Mobile web pages are easier to maintain and new functions are available after refreshing the browser. Content could be changed more easily than with mobile apps. However, the constant need for an internet connection can be problematic because the data is not stored, but workarounds exist. A preset building kit within the CIS could help the club's staff to independently create mobile web pages to provide content.

### (3) User roles: Activity and access

On the right side of Figure 4, the typical access areas and access permission of the individual user groups accessing the CIS are shown (3). The general club users (User) act primarily on the access layer. However, it may be necessary for these general users to continue working in the *source systems* (1) for their daily work. Thus, the strength and conditioning coach will continue to operate the tracking system directly on the training field. But for the following analysis, he only needs access via CIS.

The *data analyst* operates primarily on the *access layer* (2.3) and *logic layer* (2.2). This user develops specific analyses in cooperation with the general users and publishes it in the *access layer*. The data scientist acts primarily in the *logic layer* and develops elementary methods and algorithms, which the data analyst then uses for daily operations. This can also lead down to the *source systems* if he has to adjust the recorded or exported data for analyzes. For example, this can be a missing parameter in the tracking data that must also be included in the output so that the strength and conditioning coach can better analyze it (example in Section 6). All these specific activities of data analysts and data scientists may be named sports analytics (Link, 2018). There, methods of data science are applied especially for the requirements of sports science and sports practice. The *system administrator* has access at all layers, down to the *source systems*, to ensure the daily operation of the systems.

It should be mentioned, however, that these role profiles may look different in each club. Depending on individual resources and organizational approaches there may be overlaps of these roles with other roles in the club or even more specialized IT-roles involved.

### CIS Architecture principles

#### Modularity and Scalability

The CIS concept suggested does not consist of a large overall system, but different individual modules that could be integrated and purchased on demand. One recent trend in software design



is micro-services. This architectural pattern allows the design of applications as a collection of independent and loosely coupled services and could help to separate such a complex CIS into single modules (Jamshidi, Pahl, Mendonça, Lewis, & Tilkov, 2018; Zimmermann, 2017). With this approach, a club does not need to buy the complete system at once but can start with some specific modules. Later, they can add other modules and the system is growing to an overall system. This could also lead to a higher acceptance because existing solutions do not need to be replaced or double license fees must not be paid. For example, if the physicians at the club already use a system for medical documentation and analysis, but are not yet ready or able to switch to the CIS, the existing system can be used further at first. The medical module at the CIS will not be activated and charged. If the club then decides to use the medical module as well, the existing medical system is connected to the CIS at the *data layer* (2.1) via an *interface* (2.1.1). Here, the *ETL* (2.1.2) process is designed and relevant data are imported into the *central data storage* (2.1.3). The medical *module* will be activated in the *web interface* (2.3.1) of the *access layer* (2.3). For the physicians, this new function now appears in the familiar UI, and they are able to work with it.

#### Open Source

In general, the use of open-source software for the design and implementation of a CIS is recommended. This creates greater independence from the providers, as the source code is open, it is easier to access with other systems, there is a large community and license costs could be reduced. There is numerous open-source software for different needs that could provide the infrastructure described above (Raymond, 2001). Such a CIS could be fully implemented with open source software, as an example of an information system in geography shows (Kreuzer, Wilde, Terhorst, & Damm, 2017).

#### Security and Privacy

Security and privacy issues are also an important part of CIS architecture (Taherkordi et al., 2018). For example, medical data of the particular players are collected and therefore require the highest security standards. Sports clubs, especially football clubs, are very critical about that topic. This can already affect basic architectural decisions, for example, whether the CIS must be hosted on external or internal servers. The rights governance for individual users is very detailed and must be able to be adapted independently and at short notice. Official regulation on data protection and privacy (e.g. GDPR (The European Parliament and the Council of the European Union, 2016)) must be taken into account and followed in the system architecture. However, there is no uniform solution, it depends on the particular country and the individual club structures. The execution then also depends strongly on the technology used. Therefore, this topic must be considered in the CIS concept to make fundamental architecture decisions, but then becomes more relevant in the subsequent phase of the PSM.

In this section, basic methods of software engineering were used to determine the requirements for a CIS. Based on this and considering models from business intelligence and sports science, an architectural concept was developed specially for sports clubs. In the next section, the typical problems with practical implementations of CIS in sports clubs will be outlined addressing specific problems of the setting, and strategic as well as organizational problems.

#### Practical experience on problems during development and deployment of CIS

One of the authors had the opportunity, in cooperation with clubs (three clubs of 1st Bundesliga) and as an employee of a club (2nd Bundesliga), to gain many years of experience in the development and implementation of information systems in sports. Within a participating observation, the observer was employed as embedded scientist half-time at the university and

half-time at professional football clubs with frequent exchanges with the entire staff. This provided the opportunity to get an impression of the work processes of the club as a permanent part of the team and to document it. The following observations show some specific problems of developing the concept and the practical implementation of such CIS. These problems can be divided into a strategic and an organizational perspective. The purpose of this participating observation was not to present a quantitative description of the problems, but rather a qualitative summary of typical problems in the operational procedures of professional football clubs dealing with IT systems.

### ***Specific problems in the context of sports clubs***

A fundamental problem at football clubs is that the most relevant staff members are tied up in day-to-day business. Therefore, important staff members often do not devote much time and do not see any added value in getting involved in CIS development. Meetings are very difficult to organize because they are often planned at very short notice, e.g. when subordinated to the necessities of day-to-day training. In general, daily work is strongly influenced by match results. After a period of lost matches or the threat of relegation, the entire club is paralyzed and thinks only from day to day and strategic long-term decisions for the further development of the club are not made. In the case of sporting success, in contrast, even larger investments are decided spontaneously and without evaluation, but often without planning long-term integration of the new investments.

There is high fluctuation, especially among decisive staff members like head coaches. This makes long-term involvement difficult and following staff members then have different goals. As Figure 2 shows, the head coach takes a central position in the training system. However, despite their central importance, these positions are often changed short-term. In the time before the dismissal, usually not much happens anymore because the coaches only think from game to game. With the arrival of a new head coach, he/she has to become familiar with the club structures and acclimate to daily business. Because of his/her central position and great influence, the structures in the club can change fundamentally. Even long-term decisions are rejected if they are not supported by the leading management. This participation observation was aggravated by the fact that various employees in leading positions changed several times as a result of sporting development. Subsequently, structures were fundamentally changed and it took weeks until a first meeting for the presentation of the CIS was arranged. In two cases there was even another change of the head coach shortly after this first meeting.

### ***Strategic Problems***

A central finding is the general *underestimation of the demands* of the task of implementing a CIS. The task is hardly seen as strategic organization development, a project requiring persistent involvement and support by leading managers. For example, it is hardly considered in advance which questions of the specific users are to be answered with the help of the data. However, this is essential for data modeling to determine which data needs to be provided by the source systems and imported into the CIS to answer these questions.

Frequently, we see a strategic *communication problem*. With representatives of IT companies without practical sports experiences and sports practitioners without a necessary understanding of IT, two very different organizational cultures and methods meet, who often do not understand the other side. For example, it has become common practice for player load management to specify each training day in relation to the next match day (e.g. training one day before matchday = matchday-1). To monitor this information in CIS, it must be included in the export by the tracking system (= source system) to be imported into CIS. In this observation, it was not the case, and this interpretation was not available to the trainer or had to be laboriously solved by a

workaround. However, this is not a technical problem, but a system requirement that must be defined in advance between the users in the club, and the CIS and tracking system provider. Such a task requires interdisciplinary communication, which could be solved by sports informatics expertise.

This leads to the problem of a *lack of integrating sports informatics*. This is also a consequence of the two problems above, as often the need is not seen by club managers and IT companies. This may result in a variety of consequential problems that can run through the entire planning, design, integration, and deployment process. This could be, for example, the specification of interfaces between source systems and CIS. There is no routine answer because the options of the source systems have to be coordinated with the demands of the CIS users, where a sports informatics background can be helpful.

As mentioned above, system requirements are often insufficiently determined. The systematic analysis of the organizational structure and the training system is, however, a decisive project phase. Neglecting this can lead to a lack of proper specification of the organizational requirements, which in turn form the necessary basis for defining the system requirements for a CIS.

The missing system and organizational requirements make product analysis and selection more difficult. Without these determined requirements, it is almost impossible to create an individual CIS concept for the club to check the offered software products detailed for their applicability and to use this as a basis for an independent and structured product decision.

### **Organizational Problems**

Often prevailing management structures lead to isolated decisions without consulting the respective experts. The experiences show that many sports clubs are still managed in a very traditional manner and decisions are often made top-down by one or few individuals without involvement of the respective specialists. Rarely profound, independent, and structured product analysis forms the basis for product decisions, but rather personal contacts to or promising product presentations of companies. A consequence of this can be that employees do not accept this decision and do not support the introduction of the system. Experience has shown that this can lead to a delay in system integration and even result in the failure of the entire project (Charette, 2005).

Moreover, the organizational structure in the club is often not adapted to the new conditions with a CIS (Jayal et al., 2018). Such a system runs alongside instead of being actively integrated into the club and its processes. An expert with the necessary expertise and authority, supported by management, is often not employed. Someone, with a sports informatics background, who should be engaged before a decision is made to purchase a new CIS and who is clearly positioned in the club to supervise the project from the beginning. Instead, typically existing employees, without the appropriate knowledge, are delegated to do the task in addition to their existing work. This problem could be alleviated involving people with a background of sports informatics that could provide necessary knowledge for the development of a CIS tailored to the needs and existing structures of the club.

Another problem could be inadequate information management within the club. Such a CIS is often installed without clearly communicating responsibilities. All employees concerned should be forced to work with the CIS, to fulfill the preparatory tasks and to provide their existing data. In this case, the participating observer with a sports informatics background was installed. But this happened after the product decision and neither his activity nor the binding use of the CIS were clearly communicated in the club. Some staff members did not give insight into their specific data, did not share it, did not support the information needed, did not work with the new

CIS or did not fulfill the necessary tasks. This was due to their daily workload, concerns about loss of information or simply a lack of personal added value. Some staff used any missing features or different processes in the new system as an argument against the use of the new CIS.

In this participatory observation, the CIS was deployed very quickly, ready-to-use for the particular departments, and interfaces, where available, were set-up. But the integration into the club structure and the daily use of every department has been delayed considerably.

## Resume

This paper provides a new approach to the design and architecture of information systems in sports clubs. It is driven by an interdisciplinary sports informatics perspective and independent of manufacturers. Existing technologies are brought together and methods of different areas relevant for CIS are worked out and integrated (objective 1). From software engineering, theoretical basics were determined and existing models were used. Since similar challenges are dealt with in business intelligence, best practice models (e.g. three-layer model) were transferred to the present case and adapted. With training systems and information systems in sports, sports science provides a theoretical background for the demands for such a system that has been integrated into this concept. Since sports practice is a special case for the development of a CIS the needs of sports clubs were systematically identified using appropriate methods from software engineering and integrated into the development of the concept. Based on a participating observation, interviews, and questionnaires, the organizational requirements of the club were derived, key requirements determined, which in turn formed the basis for the system requirements (objective 2). On this foundation and considering design models from BI, a corresponding CIS architecture was designed on a higher level of abstraction (objective 3).

This systematic concept highlights the complexity of this topic, which can hardly be solved from only one perspective (sports practice or IT companies). Rather, interdisciplinary sports informatics is needed here to build a bridge and also to include other relevant disciplines and fields that provide fundamentals within the context of sports. The participating observation within a sports club was decisive for the system analysis and the design of the concept and differs from other work. The methodological decision to collect relevant information about the actual needs and the peculiarities of the setting proved to be very successful. Looking at previous works, these are more general (Blobel, 2009; Blobel & Lames, 2016), they only cover subareas (Blobel & Lames, 2018; Rein & Memmert, 2016; Shah et al., 2015; Stensland et al., 2014), or they just worked with questionnaires and interviews from an external position and focus one specific software provider (Shah et al., 2015).

This work provides methods and models to identify and illustrate the needs in sports clubs for a CIS. The architectural concept developed here is a general approach. Thus, it is flexible enough to adapt it to the individual club characteristics. On the other hand, due to the higher abstraction level of the CIS concept, no architecture is presented that can simply be transferred like a detailed blueprint to a particular club. Moreover, the concept was meant to be independent of a specific manufacturer, thus allowing an informed decision on the choice of the CIS environment. This means also not giving recommendations for any specific software products, programming languages, frameworks or hardware components. Finally, the chosen level of abstraction implies that the architectural concept suggested is not limited to football clubs but can also be transferred to other sports or sports organizations like federations or sports supporting institutions.

The requirements for a CIS defined in this work, which are shown in Figure 4, are concurrent with the current trends for BI systems, as Gartner's (Howson, Richardson, Sallam, & Kronz, 2019) and BARC (Business Application Research Center (BARC), 2019) BI trend reports show,

as well as two reports of the BI companies Qlik (QlikTech International AB, 2019) and Tableau (Tableau Software Inc., 2019). The keywords *cloud-based*, *process-driven*, *self-service*, *mobile*, *storytelling*, *machine learning*, and *contextual analysis*, correspond with the demands of a CIS. At the BI trend reports, two terms appear a little newer: *Natural language processing (NLP)* and *internet of things* (International Telecommunication Union (ITU), 2012) *analytics (IoT analytics)*. NLP focusses on user interaction with technology, accessing data, and interpreting evaluations by using natural language. IoT analytics is about handling information generated by different devices and generate useful outcomes by analyzing this data. This is one of the currently most discussed IT trends in general (Business Application Research Center (BARC), 2019).

Both topics are also interesting for a CIS and have long been present in sports science. The human-machine interaction using natural language as part of multimedia systems in sports was described by Mehler as early as 1997 (Mehler, 1997). For years, sports science has been working with different sensors to make the performance of athletes measurable. The complexity involved in creating meaningful analyses instead of simply forwarding sensor data has already been outlined (Kornfeind, Baca, Heller, & Dabnichki, 2009). Even though the terms NLP and IoT analytics have not been used in these early works, both describe the challenges and ideas behind. This shows that the CIS concept developed in this work can not only benefit from other areas, such as BI, but sports science can also provide approaches in return.

As a first practical application, the CIS concept presented here could be used by sports clubs in cooperation with a CIS expert to identify and illustrate their internal structures and processes. Based on this, they can adjust the CIS concept to their club structures with the existing IT infrastructure to address software providers more precisely. Software companies can use this CIS concept to compare it with their existing software architecture, to adjust it or use it for new developments. It could also be interesting for federations facing the challenge of using an information system for the consistent collection and analysis of players' data from different home clubs. In the best-case scenario, it will be used by both the club and the IT company during a system introduction to have a common basis and thus to make the introduction phase of the new CIS as efficient as possible and to be able to exploit the full potential as quickly as possible.

A final outlook must mention the necessity of a follow-up study that compares existing software solutions of IT companies for CIS with the system characteristics of the suggested CIS concept using evaluation research methods based on a market analysis. Another worthwhile source of information for sports practice would be to describe the implementation of such a CIS with appropriate scientific methods based on detailed use cases. This would make it possible to present the individual requirements in more detail. Due to the complexity of such a CIS for an entire club, it would be useful to focus departments, such as the medical department or strength and conditioning. Thus, the complete process from data collection to the user interface could be represented. This would allow a much more detailed understanding of the source systems, file formats, workflow, and the required user-specific information and presentation. Sports clubs can benefit from numerous advantages of such information systems. This opens up great opportunities for the future to centralize large numbers of isolated data sources in one system and get better insights. However, it requires an interdisciplinary view and help of sports informatics. This is achieved, for example, by specialists, with the necessary authorization, who are integrated into club structures. The sports informatics approach chosen here proves to be a starting point and also shows the need for further work in this field. This work also shows that such a CIS should not only be evaluated from a technical perspective but also from an organizational point of view. Purchasing a CIS is only one first step. Rather, the entire process, from data collection to analysis, must be considered to adjust it to the individual needs of the club. This requires great experience and appropriate knowledge of experts from sports informatics in dealing with data and systems involved.

## References

- Alamar, B. (2013). *Sports Analytics: A Guide for Coaches, Managers, and Other Decision Makers*. New York: Columbia University Press.
- Avison, D., & Elliot, S. (2006). Scoping the Discipline of Information Systems. In J. L. King & K. Lyytinen (Eds.), *Information Systems: The State of the Field* (pp. 3–18). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Baars, H., & Kemper, H.-G. (2008). Management Support with Structured and Unstructured Data - An Integrated Business Intelligence Framework. *Information Systems Management*, 25(2), 132–148.
- Baca, A. (2015). Data acquisition and processing. In A. Baca (Ed.), *Computer Science in Sport. Research and Practice* (pp. 46–81). London: Routledge.
- Baldassarre, B., Konietzko, J., Brown, P., Calabretta, G., Bocken, N., Karpen, I. O., & Hultink, E. J. (2020). Addressing the design-implementation gap of sustainable business models by prototyping: A tool for planning and executing small-scale pilots. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120295.
- Blobel, T. (2009). *Konzeption für die Einbeziehung von Informationen und Wissen des professionellen Sports im operativen Management [Conception for the integration of information and knowledge of professional sports in operational management]* (Unpublished diploma thesis). FH Würzburg-Schweinfurt, Würzburg, Germany.
- Blobel, T., & Lames, M. (2016). Information Systems for Top Level Football. In P. Chung, A. Soltoggio, C. Dawson, M. Qinggang, & M. Pain (Eds.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS). Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 392, pp. 51–58). Cham: Springer.
- Blobel, T., & Lames, M. (2018). Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns. In M. Lames, D. Saupe, & J. Wiemeyer (Eds.), *Proceedings of the 11th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS 2017). IACSS 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 71–81). Cham: Springer.
- Bucher, T., & Dinter, B. (2008). Process orientation of information logistics – an empirical analysis to assess benefits, design factors, and realization approaches. In R. H. Sprague (Ed.), *Proceedings of the 41th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 08)*. Los Alamitos: IEEE.
- Bucher, T., Gericke, A., & Sigg, S. (2009). Process-centric business intelligence. *Business Process Management Journal*, 15(3), 408–429.
- Business Application Research Center (BARC). (2019). BI Trend Monitor 2019 [PDF file]. Retrieved June 29, 2019, from <https://bi-survey.com/top-business-intelligence-trends>
- Charette, R. N. (2005). Why software fails [software failure]. *IEEE Spectrum*, 42(9), 42–49.
- Dabnichki, P., & Miyaji, C. (2015). Computers, informatics and sport. In A. Baca (Ed.), *Computer Science in Sport. Research and Practice* (pp. 19–32). London: Routledge.
- Dashofy, E. M. (2019). Software Engineering in the Cloud. In S. Cha, R. N. Taylor, & K. Kang (Eds.), *Handbook of Software Engineering* (pp. 491–516). Cham: Springer.
- Devine, P. W., Srinivasan, C. A., & Zaman, M. S. (2004). Importance of Data in Decision-Making. In A. Anandarajan, C. A. Srinivasan, & M. Anandarajan (Eds.), *Business*

- Intelligence Techniques* (pp. 21–39). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Foster, E. C. (2014). *Software Engineering*. Berkeley, CA: Apress.
- Garlan, D., & Shaw, M. (1993). An Introduction to Software Architecture. In V. Ambriola & G. Tortora (Eds.), *Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering* (pp. 1–39). Singapore: World Scientific.
- Häckelmann, H., Petzold, H., & Strahringer, S. (2000). *Kommunikationssysteme : Technik und Anwendungen [Communication Systems: Technology and Application]*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2014). *Einführung in die Trainingswissenschaft [Introduction in Training Science]* (6th ed.). Wiebelsheim: Limpert.
- Howson, A. C., Richardson, J., Sallam, R., & Kronz, A. (2019). Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms [PDF file]. Retrieved June 28, 2019, from <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-68720FP&ct=190213&st=sb>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2017). ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering - Vocabulary [PDF file]. Retrieved August 9, 2019, from <https://ieeexplore.ieee.org/document/8016712>
- International Telecommunication Union (ITU). (2012). Overview of the Internet of things [PDF file]. Retrieved September 20, 2019, from <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>
- Jamshidi, P., Pahl, C., Mendonça, N., Lewis, J., & Tilkov, S. (2018). Microservices: The Journey So Far and Challenges Ahead. *IEEE Software*, 35(3), 24–35.
- Jayal, A., McRobert, A., Oatley, G., & O'Donoghue, P. (2018). *Sports Analytics*. London: Routledge.
- Kemper, H.-G., Baars, H., & Mehanna, W. (2010). Business Intelligence – Begriffsabgrenzung und Ordnungsrahmen [Business Intelligence - Definition of Terms and Regulatory Framework]. In *Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen [Business Intelligence - Basics and practical applications]* (3rd ed., pp. 1–13). Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Kemper, H.-G., Rausch, P., & Baars, H. (2013). Business Intelligence and Performance Management: Introduction. In P. Rausch, A. Sheta, & A. Ayesh (Eds.), *Business Intelligence and Performance Management* (1st ed., pp. 3–10). London: Springer.
- Kornfeind, P., Baca, A., Heller, M., & Dabnichki, P. (2009). Ubiquitous Computing in Sports: A Review and Analysis. *Journal of Sports Sciences*, 27(12), 1335–1346.
- Kreuzer, T. M., Wilde, M., Terhorst, B., & Damm, B. (2017). A landslide inventory system as a base for automated process and risk analyses. *Earth Science Informatics*, 10(4), 507–515.
- Lames, M. (1997). Unterstützung von Training und Wettkampf [Support of Training and Competition]. In J. Perl, M. Lames, & W.-D. Miethling (Eds.), *Informatik im Sport: Ein Handbuch [Computer science in sports: a handbook]* (pp. 170–187). Schorndorf: Hofmann.
- Light, B., Holland, C. P., & Wills, K. (2001). ERP and best of breed: a comparative analysis. *Business Process Management Journal*, 7(3), 216–224.
- Link, D. (2018). *Data Analytics in Professional Soccer*. Wiesbaden: Springer Vieweg.


- Link, D., & Lames, M. (2014). An introduction to sport informatics. In A. Baca (Ed.), *Computer Science in Sport. Research and Practice* (pp. 1–17). London: Routledge.
- Linke, D., Link, D., & Lames, M. (2018). Validation of electronic performance and tracking systems EPTS under field conditions. *PLoS ONE*, *13*(7), 1–19.
- Liverpool FC. (n.d.). Liverpool FC - First Team Staff. Retrieved February 1, 2020, from <https://www.liverpoolfc.com/team/first-team>
- Meertens, L. O., Iacob, M. E., Nieuwenhuis, L. J. M., Van Sinderen, M. J., Jonkers, H., & Quartel, D. (2012). Mapping the business model canvas to ArchiMate. In S. Ossowski & P. Lecca (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1694–1701). New York: Association for Computing Machinery (ACM).
- Mehler, F. (1997). Multimedia. In J. Perl, M. Lames, & W.-D. Miethling (Eds.), *Informatik im Sport: Ein Handbuch [Computer science in sports: A handbook]* (pp. 151–158). Schorndorf: Hofmann.
- Object Management Group (OMG). (2014). MDA Guide rev. 2.0. Retrieved April 9, 2020, from <https://www.omg.org/cgi-bin/doc?ormsc/14-06-01.pdf>
- Popović, A., Hackney, R., Coelho, P. S., & Jaklič, J. (2012). Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making. *Decision Support Systems*, *54*(1), 729–739.
- Power, D. J. (2008). Decision Support Systems: A Historical Overview. In F. Burstein & C. W. Holsapple (Eds.), *Handbook on Decision Support Systems 1* (pp. 121–140). Berlin, Heidelberg: Springer.
- QlikTech International AB. (2019). Top BI Trends 2019: The Dawn of Postmodern Analytics [PDF file]. Retrieved June 29, 2019, from <https://www.qlik.com/us/resource-library>
- Raymond, E. S. (2001). *The cathedral and the bazaar : musings on Linux and Open Source by an accidental revolutionary* (Tim O'Reilly, Ed.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Rein, R., & Memmert, D. (2016). Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. *SpringerPlus*, *5*(1).
- Schnabel, G., Harre, H.-D., & Krug, J. (2014). *Trainingslehre - Trainingswissenschaft: Leistung - Training - Wettkampf [Training theory - training science: performance - training - competition]* (3rd ed.; J. Krug, Ed.). Aachen: Meyer & Meyer Sport.
- Shah, F. A., Kretzer, M., & Mädche, A. (2015). Designing an Analytics Platform for Professional Sports Teams. *ICIS 2015 Proceedings : 36th International Conference on Information Systems: Exploring the Information Frontier, Fort Worth, United States, December 13-16, 2015*, 1–20. Atlanta, GA, USA: Association for Information Systems.
- Stensland, H. K., Landsverk, Ø., Griwodz, C., Halvorsen, P., Stenhaus, M., Johansen, D., ... Ljødal, S. (2014). Bagadus: An Integrated Real-Time System for Soccer Analytics. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, *10*(1s), 1–21.
- Tableau Software Inc. (2019). Tableau Business-Intelligence-Trends 2019 [PDF file]. Retrieved July 10, 2019, from <https://www.tableau.com/reports/business-intelligence-trends>
- Taherkordi, A., Zahid, F., Verginadis, Y., & Horn, G. (2018). Future Cloud Systems Design: Challenges and Research Directions. *IEEE Access*, *6*, 74120–74150.



- Taylor, R. N. (2019). Software Architecture and Design. In S. Cha, R. N. Taylor, & K. Kang (Eds.), *Handbook of Software Engineering* (pp. 93–122). Cham: Springer.
- The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). , Pub. L. No. 95/46/EC, Official Journal of the European Union (2016).
- Vogel, O., Arnold, I., Chughtai, A., & Kehrer, T. (2011). *Software Architecture*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Zimmermann, O. (2017). Microservices tenets: Agile approach to service development and deployment. *Computer Science - Research and Development*, 32(3–4), 301–310.

## A.3 Publikation 2 – Information Systems for Top Level Football

### A.3.1 Publikation 2 – Berechtigung zu Veröffentlichung

**Von:** Journalpermissions journalpermissions@springernature.com   
**Betreff:** RE: Permission to use my paper for doctoral thesis  
**Datum:** 17. Dezember 2021 um 15:56  
**An:** thomasblobel@gmail.com

Dear Tom,

Thank you for your recent email. Springer Nature journal authors may reuse their article's Version of Record, in whole or in part, in their own thesis without any additional permission required, provided the original publication is properly cited and includes the following acknowledgement "Reproduced with permission from Springer Nature". This includes the right to make a copy of your thesis available in your academic institution's repository, or other repository required by your awarding institution. For more information please visit see our FAQs [here](#)

If your awarding institution requires formal permission, please locate your article on either nature.com or link.springer.com. At the end of the article page you will find the 'Reprints and Permissions' link; clicking on this will redirect you to our CCC RightsLink service where you may input the details of your request. Please ensure you select 'reuse in a thesis/dissertation' as your type of use, and to tick the box that asks whether you are the author.

During the process, you will need to set up an account with RightsLink. You will be able to use your RightsLink account in the future to request permissions from Springer Nature and from other participating publishers. RightsLink will also email you confirmation of your request with a link to your printable licence.

If you have any further questions, please do not hesitate to get in touch.

Best wishes,





(she/her/hers - [more information why](#))

Rights Executive

**SpringerNature**

The Campus, 4 Crinan Street, London N1 9XW, United Kingdom

E @springernature.com

<http://www.nature.com>

<http://www.springernature.com>

My Orders > Orders > All Orders

## License Details

This Agreement between Technical University Munich -- Thomas Blobel ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

[Print](#)   [Copy](#)

License Number	5227520357434
License date	Jan 14, 2022
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Springer eBook
Licensed Content Title	Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns
Licensed Content Author	Thomas Blobel, Martin Lames
Licensed Content Date	Jan 1, 2018
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	academic/university or research institute
Format	electronic
Portion	full article/chapter
Will you be translating?	no
Circulation/distribution	1 - 29
Author of this Springer Nature content	yes
Title	Sportinformationssysteme – Systemarchitektur, Anwendungsfälle und Marktanalyse
Institution name	Technical University Munich
Expected presentation date	Feb 2022
Requestor Location	Technical University Munich Georg-Brauchle Ring 60/62  Munich, 80992 Germany Attn: Technical University Munich
Total	<b>0.00 USD</b>

[BACK](#)

## A.3.2 Publikation 2 – Originalartikel (Reproduction with permission from Springer Nature)

### Information Systems for Top Level Football

Thomas Blobel & Martin Lames

Technische Universität München, Chair of Training Science and Sports Informatics,  
Munich, Germany

**Abstract.** In football clubs there are different isolated sources of information. The result is a fundamental need for a central club information system (CIS) for the management. The development of such a system is the purpose of this research. An analysis of the current situation at football clubs has to be done. Based on that, the structure and design for the software solution could be developed. A prototype and a field test will improve the understanding of the needs and habits of the employees at the club. This new information will run into the further development. That iterative process creates a software model that could fulfill the requirements of a central CIS.

**Keywords.** Soccer, information systems, performance analysis, software development

#### 1 Introduction

In top level football clubs, typically information is generated by many different sub-systems and sub-organisations. There are different sources of information (such as club-management, public relations, team-management, medical, athletics... etc.) and every field has its own systems to generate and store this information (Lames, 1997). In economy, there are very powerful systems that are developed to generate information out of data from different sources as fundament for decisions of the management. These systems are called management information systems (MIS). This paper presents the idea of developing a MIS for professional football clubs. That would mean that all employees in a club can have access to the data that are relevant for them. Because so little is known, a research cooperation with two youth academies of a first league football club of the German Bundesliga has been started. At the example of the structures in one special field in this youth academy a concept for such a system will be developed. Based on this concept, a prototype will be implemented and observed in a field test. A main target of this work will be the development of deeper analyses across different source systems. That should help to provide the employees at the youth academy with the relevant information independent of the source.

Currently there are already existing systems for data collection in football clubs, but they are limited to one or only few fields. A system, that comprehends potential fields of relevance and is able to examine cross-connection between these data, is at the moment not available. The authors are not aware of other approaches at this level of abstraction combining knowledge from sports science and computer science.

## **2 Problem definition**

At present, most of the times different data of several sub-systems are stored decentralised at the computers of each employee. Even if there are already some information systems implemented, they are in general limited to their special field and couldn't be used for the whole club. The consequence is, that there is no central data storage existing, which provides all club internal data. Caused by this, analyses could only be done in the particular field and sub-system. A cross connection between data of different sources is difficult, which means, that an already existing resource couldn't be fully used. Additionally, barriers exists to access for other employees, because these data are bounded to a special computer or sub-system. Most of this sub-systems follow a strict proprietary logic and need a technical background to understand it. But in football clubs there are many employees without much previous technical knowledge. This increases the barrier additionally. Even the user interface (UI) of these systems doesn't help to reduce that barrier. Most of that are purely functional and too technical orientated. But the design of the UI could be the key to arouse interest at laymen, help them to understand the logic and make it easier to work with the program.

The aims of this study are to conceptualize a Club Information System (CIS) containing all relevant sources of information, to allow retrievals between them, and meets the demands of the different users in a football club.

## **3 Concept for software modelling**

The complete new development of an entire club information system (CIS) would be far too extensive and isn't the purpose of our project. The primary objective is the conception of a software model with the implementation of a prototype. Therefore it is important to define a sector at a youth academy, for that the software model should be exemplary developed and implemented.

### **3.1 Complex performance diagnostics (CPD)**

CPD (Tenga, 2013) has been chosen as the component, where the software model should be developed for first. This is appropriate because there are existing data, the component comprehends different data collection techniques and data can be used immediately at the academy.

Currently there are already existing systems for data collection in football clubs, but they are limited to one or only few fields. A system, that comprehends potential fields of relevance and is able to examine cross-connection between these data, is at the moment not available. The authors are not aware of other approaches at this level of abstraction combining knowledge from sports science and computer science.

## **2 Problem definition**

At present, most of the times different data of several sub-systems are stored decentralised at the computers of each employee. Even if there are already some information systems implemented, they are in general limited to their special field and couldn't be used for the whole club. The consequence is, that there is no central data storage existing, which provides all club internal data. Caused by this, analyses could only be done in the particular field and sub-system. A cross connection between data of different sources is difficult, which means, that an already existing resource couldn't be fully used. Additionally, barriers exists to access for other employees, because these data are bounded to a special computer or sub-system. Most of this sub-systems follow a strict proprietary logic and need a technical background to understand it. But in football clubs there are many employees without much previous technical knowledge. This increases the barrier additionally. Even the user interface (UI) of these systems doesn't help to reduce that barrier. Most of that are purely functional and too technical orientated. But the design of the UI could be the key to arouse interest at laymen, help them to understand the logic and make it easier to work with the program.

The aims of this study are to conceptualize a Club Information System (CIS) containing all relevant sources of information, to allow retrievals between them, and meets the demands of the different users in a football club.

## **3 Concept for software modelling**

The complete new development of an entire club information system (CIS) would be far too extensive and isn't the purpose of our project. The primary objective is the conception of a software model with the implementation of a prototype. Therefore it is important to define a sector at a youth academy, for that the software model should be exemplary developed and implemented.

### **3.1 Complex performance diagnostics (CPD)**

CPD (Tenga, 2013) has been chosen as the component, where the software model should be developed for first. This is appropriate because there are existing data, the component comprehends different data collection techniques and data can be used immediately at the academy.

A) Standard Tests		
No.	Test	Sub-test
1	linear Sprint	10m 20m 30m
2	Explosive strength	CMJ
3	Agility run	right left
4	Functional movement screen	7 tests
5	300-Yard Shuttle Run	
6	lactate test	
7	Body fat	Caliper method

B) Additional tests		
No.	Test	Sub-test
1	linear sprint	5m
2	Sprungkraft	SJ left SJ right SJ both CMJ left CMJ right Drop Jump left Drop Jump right Drop Jump both Dyn. jump left Dyn. jump right Dyn. jump both
3	maximum power	Strength diagnostics
4	Body fat II	infrared
5	Centre of mass	Posturomed

C) Explorative Tests		
No.	Test	Sub-test
1	3D movement profile	3D motion capture
2	Perception	Eye tracking
3	Body fat III	Bio impedance anal.

**Table 1.** Different performance diagnostic tests to generate data for the system.

Standard data in table 1 are already existing. This could be data that are collected at the youth academies at football clubs, like the obligatory DFB performance diagnostic tests (Höner et al., 2013). The additional tests in table 1 focus explosive strength and differential diagnostics of left and right foot. The aim is to find dysbalances between both feet and how this effects total jump height. These additional data are available from 15 players at different age groups. These tests are supplemented by exploratory tests. The sample is limited to three to five players. It's purpose is to check whether innovative procedures reveal additional relevant information.

### 3.2 Software selection

First, a software was chosen, that served as basic for the development of a prototype (Perl et al., 2002). At the sector of Business Intelligence (BI) in economy there are various software solutions with different specifications available. The following criteria were important for the software selection: Fast and flexible analyses (in memory technology), quick response, flexible user interface (UI) design, quick changes in

design and analyses, online applications available and compatible to different data formats. The software that solves these requirements best, turned out to be QlikView. In the companies education program the software is free of charge for universities.

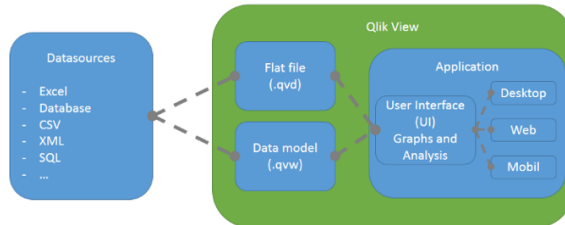


Fig. 1. Different steps of data import and software developing with QlikView.

The software can handle major database formats. The loading process uses a database language that is very similar to SQL. After loading the data two data models can be chosen. A flat file or an ER model. This model is saved in QlikView format. That file will be imported into QlikView again and the application can be developed. This separated structure between data model and application provides a very flexible model and the application could be reused again at other clubs.

### 3.3 Data collection

For the software design, data are the most important part. Therefore it was relevant to collect the already existing data from the employees at the academy. After that, these data were edited and normalised. Furthermore they will be added by data of the new performance diagnostic tests and personal data of the players.

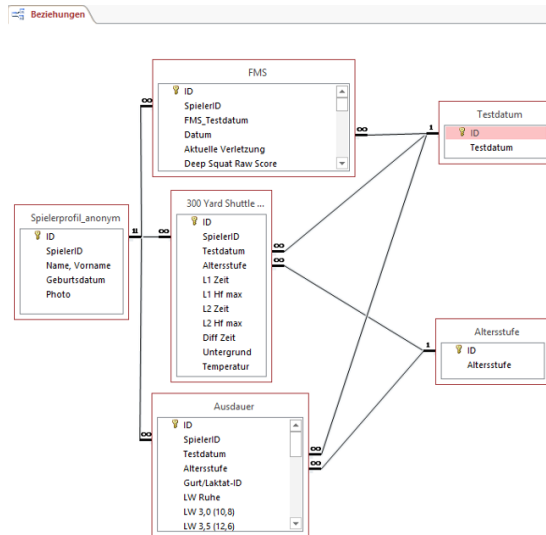


Fig. 2. The current data model for the performance diagnostic.



## 4 Software modelling

### 4.1 Status quo at the youth academies

The chief objective at the development is, that the software model should meet the needs of the employees in a football club. Therefore it's important, to detect, how they work, which data are relevant for them and in which data form is needed. This could be found out by personal interviews and a participating observation at the youth academy.

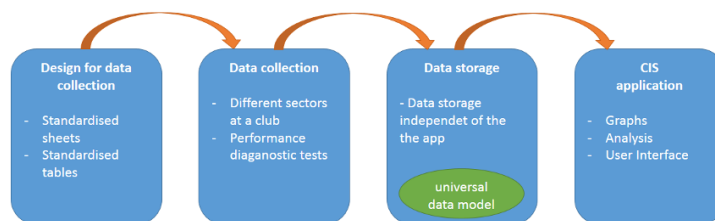


Fig. 3. Different steps to develop the software considering the special needs in a football club.

### 4.2 Software development

First, there has been a basic structure for the CIS developed. The system is segmented in different sectors. These sectors are: Homescreen, dashboard, single player, team, complex performance diagnostic (CPD), training, match, video, scouting and medical. At the moment, only the basic structure and the CPD is worked out (see Figure 4). Other parts will follow, to get step by step a complete CPD.

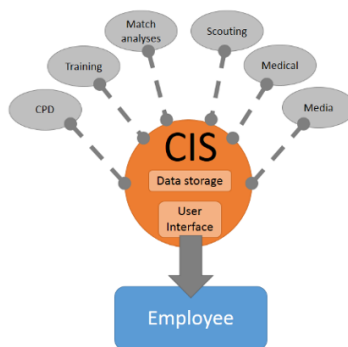
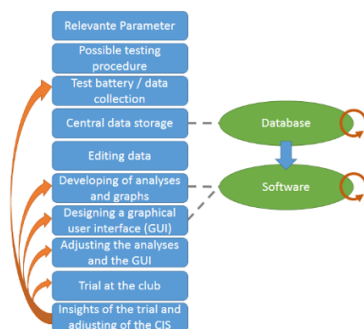


Fig. 4. A central information system for the different fields in a football club with the current focus on CIS design and CPD.



**Fig. 5.** Different steps to develop the CIS with a reachback to the preceding steps. A cycled development at the database and software.

The software development follows an iterative process (Perl & Uthmann, 1997). It makes no sense, to develop the whole software in one step (see Figure 5). So it is important, to develop a prototype, to make a field test, get more information about the habits and wants of the employees and include this into a new prototype.

#### 4.3 Developing analyses

For each of these sectors special analyses will be developed. This is one of the most important parts of the software model. Data should be transformed to information and data of different source systems are combined to get more information and relationships between these. This is the part, which delivers new information and a benefit for the employees and the whole youth academy.

#### 4.4 User interface (UI)

The UI is not only the screen that shows the information to the users. It is a main part of an intuitive user guidance. For that, it was important, to develop a design, that is attractive to the user, generates interest and helps also to understand the analyses and get through the information (Few, 2006). For the success of such a software tool in the practical environment, the design of the UI and it's consistency is very important (Lames & Perl, 1997). First there was an overall design concept that is the basis for the whole software model. After that, buttons, boxes and different screens for each topic were developed.

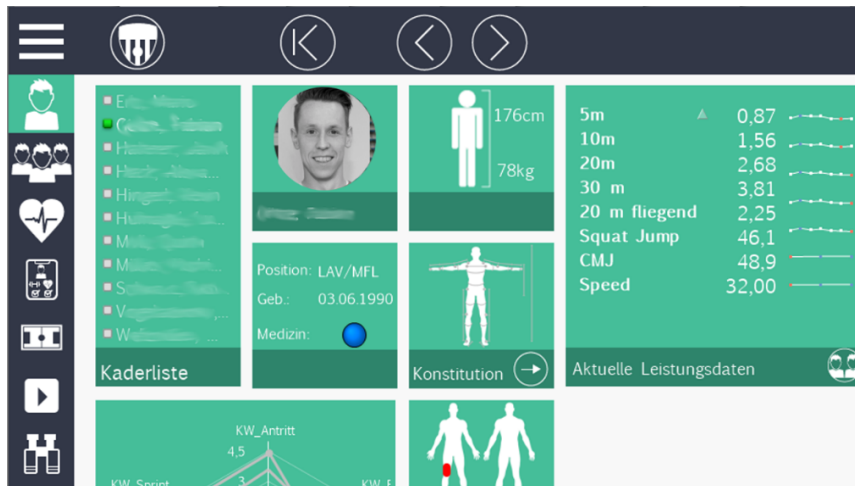


Fig. 6. Screen with all summarised data of one player. Additional data and functions could be extended by clicking on the button. By selecting one tile, the user can drill down into data.



Fig. 7. Performance diagnostic of the whole team (currently there are only five datasets available). The user can analyse different players or datasets by selecting them directly in the graphs.

## 5 Conclusions

A CIS can help employees in a football club to get easier access to their relevant data and provides support for their work. Therefore, it is important to have one central system that delivers all information.

However, the success of such a system depends on three factors. Most important are the collected data. They provide the basis for the whole system. The second factor is the CIS by itself. The usability and the scope of performance are the key factors that determine whether the system will be used by the users successfully. At this point it is important to get feedback from the users and adjust and expand the system. The last factor is the user who works with the system. It is necessary that they accept the system and use it for their daily work. If they use these data to get feedback for their work and draw conclusions, a reciprocal relationship between their work, the CIS and the data arises. With the amount of data, the operating time and the experience of the user, it could become a more and more powerful tool for the club.

## References

1. Few, S. (2006). *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data*. Sebastopol: O'Reilly Media Inc.
2. Höner, O., Votteler, A., Schmid, M., Schultz, F. & Roth, K. (2015). Psychometric properties of the motor diagnostics in the German football talent identification and development programme. *Journal of Sports Sciences*, 33(2), 145-159.
3. Lames, M. (1997). Training und Wettkampf. In *Informatik im Sport*. Perl, J., Lames, M. & Miethling, W. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
4. Lames, M. & Perl, J. (1997). Konzepte für Entwicklung und Einsatz sportinformatischer Werkzeuge. In *Informatik im Sport*. Perl, J., Lames, M. & Miethling, W. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
5. Perl, J. & Uthmann, T. (1997) Modellbildung. In *Informatik im Sport*. Perl, J., Lames, M. & Miethling, W. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
6. Perl, J., Lames, M. & Glitsch, U. (2002). *Modellbildung in der Sportwissenschaft*. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
7. Schumaker, P., Solieman, O. & Hsinchun, C. (2010). *Sports Data Mining*. Heidelberg: Springer.
8. Tenga, A. (2013). Soccer. In *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis*. McGarry, T., O'Donoghue, P. & Sampaio, J. Oxfordshire: Routledge.
9. Wiltshire, H. (2013). Sports performance analysis for high performance managers. In *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis*. McGarry, T., O'Donoghue, P. & Sampaio, J. Oxfordshire: Routledge.

## A.4 Publikation 3 – Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns.

### A.4.1 Publikation 3 – Berechtigung zu Veröffentlichung



My Orders   My Library   My Profile
Welcome thomas.blobel@tum.de   [Log out](#) | [Help](#) | [FAQ](#)

My Orders > Orders > All Orders

### License Details

This Agreement between Technical University Munich – Thomas Blobel ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

Print
Copy

License Number	5227511403709
License date	Jan 14, 2022
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Springer eBook
Licensed Content Title	Information Systems for Top Level Football
Licensed Content Author	Thomas Blobel, Martin Lames
Licensed Content Date	Jan 1, 2016
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	academic/university or research institute
Format	electronic
Portion	full article/chapter
Will you be translating?	no
Circulation/distribution	1 - 29
Author of this Springer Nature content	yes
Title	Sportinformationssysteme – Systemarchitektur, Anwendungsfälle und Marktanalyse
Institution name	Technical University Munich
Expected presentation date	Feb 2022
Requestor Location	Technical University Munich Georg-Brauchle Ring 60/62
	Munich, 80992 Germany Attn: Technical University Munich
Billing Type	Invoice
Billing address	Technical University Munich Georg-Brauchle Ring 60/62
	Munich, Germany 80992 Attn: Technical University Munich
Total	<b>0.00 EUR</b>

BACK

Copyright © 2022 Copyright Clearance Center, Inc. All Rights Reserved. [Privacy statement](#) . [Terms and Conditions](#) . Comments? We would like to hear from you. E-mail us at [customercare@copyright.com](mailto:customercare@copyright.com)

192

## A.4.2 Publikation 3 – Originalartikel (Reproduction with permission from Springer Nature)

### Information Systems for Top-Level Football with Focus on Performance Analysis and Healthy Reference Patterns

Thomas Blobel<sup>(✉)</sup> and Martin Lames

Technical University of Munich, Georg-Brauchle-Ring 60/62, 80992 Munich, Germany  
thomas.blobel@tum.de

**Abstract.** In professional football clubs, information from many different sources has to be joined for informed decisions on team management. A central club management information system (CMIS) could help to support the employees at the club with information that they need for their daily decisions. This paper analyses the information demand and lists requirements for an optimal solution for the problem. With a beta version of a CMIS-software, field tests are conducted to improve the understanding of the needs and habits of employees at the club. This information will run into the development of the next version of this software. This iterative process aims at a final solution that meets the needs of football clubs.

**Keywords:** Soccer · Management information systems · Healthy reference pattern · Complex strength diagnostics · Software development

## 1 Introduction

In top-level football, clubs are made up of many individual sub-organisations with different sub-systems. There are many sources of information (such as club management, public relations, team management, medical, athletics... etc.), and every field has its own IT-systems to generate and store this information. Although there are many products promising solutions for these problems offered in the field (SAP Sports One, Easy2Coach...), practical experience shows that efficient use of computerised aids in this area is scarce. On the other hand, in the economic field of Business Intelligence (BI), there are powerful systems available that could be a model for football clubs. Subareas of BI are management information systems (MIS). This paper presents the idea of developing a MIS for professional football clubs allowing all employees in a club to access data relevant for them. Research cooperations with three clubs of the German Bundesliga have been started. Based on experiences with these clubs, a concept for such a system will be developed. The main target of this work will be the development of deeper analyses across different sub-systems of the clubs information bases. The above mentioned scarcity of usage despite the existence of systems promising the functionality of a CMIS gave rise to the idea to combine knowledge from sports science, sports practice and computer science. At a first stage, this paper deals with the potential and a solution of combining data from performance analysis and medical data.

© Springer International Publishing AG 2018  
M. Lames et al. (eds.), *Proceedings of the 11th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS 2017)*, Advances in Intelligent Systems and Computing 663, DOI 10.1007/978-3-319-67846-7\_7

thomas.blobel@tum.de

## 2 Problems with CMIS in Football Clubs

Within the last years, many different systems for football clubs have been developed and offered. From the perspective of computer technology, developing a CMIS is no longer a problem. But still, practical experiences with - an admittedly low number of - three first league football clubs show that most of the times different data of several sub-systems are stored decentralized at the computers of each employee. Most of these sub-systems follow a strict proprietary logic and need a technical background to understand it. There are no interfaces to get the data of a subsystem into a central system automatically. As a consequence, drawing cross connection between data of different sources is hardly possible, which means, that existing information cannot unfold its full benefit.

Another big problem we detected is not technical, but more organizational. Each department at a football club is more or less working on its own. There is no efficient central administration of all systems and data of all departments. The same holds for a IT-management capable to implement something like a CMIS. Staff turnover leads to sudden changes in procedures and sometimes to a partial or complete shutdown of already existing systems.

Only in some instances, commercial CMIS are already implemented. But in general, they are still limited to special fields and cannot be used in the whole club. To make matters worse, individual suppliers sell their systems to the clubs, without knowing the specific needs and meeting the needs of the employees. They ignore the fact that practice needs to be a part of the development process. As a consequence, the club has then invested into an expensive system and is frequently prohibited by contract to work with other partners. This is of course counteracting against any progress and prevents IT from unfolding its benefits.

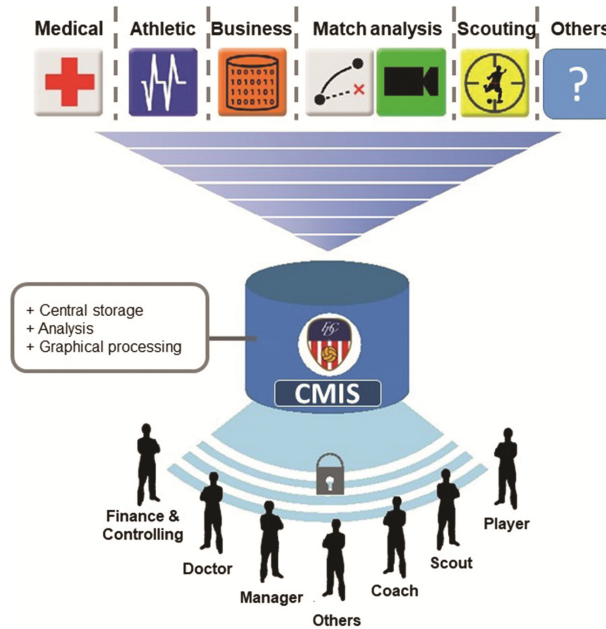
As a result of our experiences one may claim that the challenge of building a CMIS is still to find out how such a system should look like, which data should be included and how to convince and teach a club to implement and work with such a system.

## 3 Concept of a CMIS and Its Implementation in a Club

Figure 1 shows the idea of a CMIS. Different data of different departments and their sub-systems should be stored in a central system. Within this system, the staff members have access to their data or data of other departments that are relevant to their work.

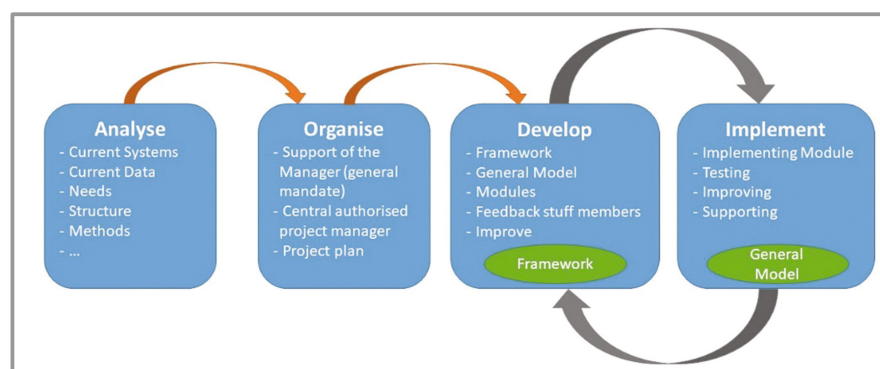
Digital right management secures the unauthorized access to data. Cross-connections are possible and the barriers of data access are lowered. A uniform but user specific User Interface (UI) supports the users in conducting new and deeper analyses of all relevant data available in the club.

The concept of a CMIS should focus on different criteria (see Fig. 2). First, there should be an analyzing and consulting process. During this process, the different systems and data should be documented. In personal interviews, the needs of the employees should be found out and a general concept could be developed. Fundamental for the success of such a CMIS is the support and authority of the management. An authorized and responsible project manager with a mandate of the management should be chosen.



**Fig. 1.** The concept of a CMIS: A central system collects all data of sub-systems and provides it to the staff members.

This person must be well skilled in understanding the processes in football clubs, data collection, software development and project management to implement all the tools of software development into the very special field of football clubs. The development of a completely new system may not be recommended because each club is different and the requirements are uncertain in advance. As a consequence, a modular development



**Fig. 2.** Steps in developing and implementing a CMIS



is recommended. Based on a general template, modules for each department should be developed, that could be put together at the end.

Existing tools could be used as a starting point and adapted to the special needs of football clubs. First, with the help of these tools a demonstration model is developed, that is used to show the functionality of such a system to staff members and get their feedback. It should be as close as possible to the future system. This framework should be very flexible to change design and analysis very quickly and develop iteratively a system, that fits the needs of the employees and is very likely to be used by them in the future CMIS. Based on the refined demonstration model, the implementation of the module can be realized. This process is repeated for each module of each department.

## 4 Concept for Developing a CMIS

The complete development of an entire club management information system (CMIS) is an extensive task and not realized at the current stage of this project. What can be presented as a result of our work and experiences so far, is a concept of a specific software development model and the exemplary implementation of some sub-systems as prototypes. This corresponds to the concept of a modular development, that helps to develop step by step specific solutions considering the needs of the departments. After finishing each module, a usable solution could be integrated into the CMIS. For each individual module this general procedure should be followed to make sure to arrive at an integrated system.

### 4.1 General Model for Development

Figure 3 shows the general development process for individual applications. The first step is to select different tests and to choose the most appropriate measurements to obtain the desired information. After that, the system design starts containing two steps. The data

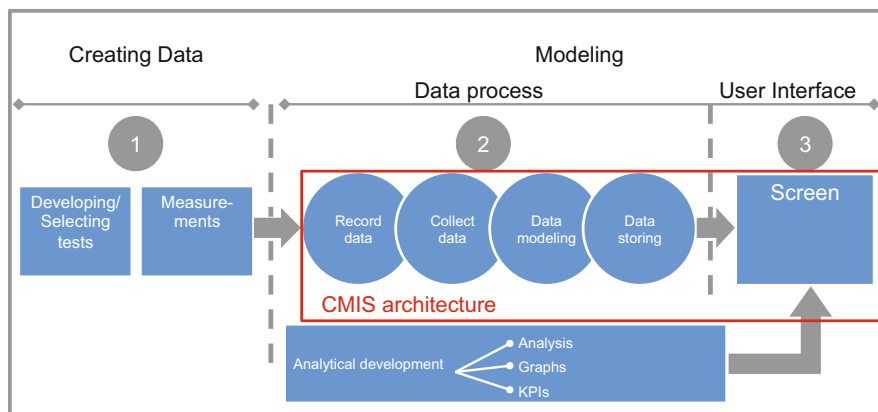


Fig. 3. Model of the general developing process.

process covers the chain from data recording to storing it in a database. At this point, it is important to adhere to the general architecture of the CMIS, because at the end, each individual application should fit into the whole system.

As shown in Fig. 4, two separate data storages are recommended. Media data typically require large storage, which might affect the performance of the system. Since media data are not needed in each use case working with two separated storages is expected to be beneficial for data handling and performance. These measures of internal organization are transparent for the user.

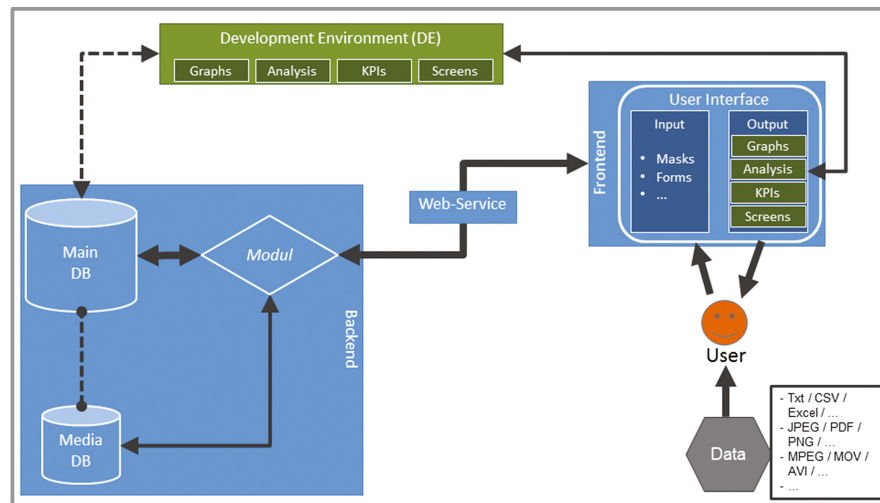


Fig. 4. The structure of the Software as Web Application.

Separately from data management the development of the analytical procedures is done (see Figs. 3 and 4). Based on the stored data, individual and user specific presentations, analyses, graphs and key performance indicators (KPIs) are designed typically with a close cooperation with the responsible employees. Feedback obtained by the employees after a test phase shows, whether these analyses are helpful, should be more sophisticated or skipped. The design of the user interface adheres to general principles of the CMIS as well. This is not contradictory to giving space for the user to create his individually designed screen meeting all information requirements desired.

#### 4.2 Analysing the Information Demands of a Club

The first step of the development process must be the analysis of the current situation, structure and needs of a football club and its employees. Three different methods are used. Individual and personal contacts are important for that. With interviews, questionnaires and participant observations, the relevant information is acquired. With this information, different concepts and individual profiles are generated. One method is a “persona” (Cooper 2003). These are fictional profiles based on the job profile and work

flow of different future users to consider the needs and requirements of different users. Based on these persona so-called scenarios could be determined, to visualise the work of the users and understand their workflow better.

### 4.3 Software Selection

First, a software was chosen, that served as the basis for the development of a prototype (Perl et al. 2002). At the sector of Business Intelligence (BI) in economy, there are various software solutions with different specifications available. The following criteria were important for the software selection: Fast and flexible analyses (in memory technology), quick response, flexible user interface (UI) design, quick changes in design and analyses, online applications available and compatible with different data formats. One software that solves these requirements, was QlikView.

### 4.4 User Interface (UI)

The UI is the main part of an intuitive user guidance and important for the success of such a system. For that, it is important, to develop a design that is attractive to the user, generates interest and helps also to understand the analyses leading through the information (Few 2006). For the success of such a software tool in the practical environment, the design of the UI and its consistency is very important (Lames and Perl 1997). First, there was an overall design concept that is the basis for the whole software model. After that, buttons, boxes and different screens for each topic were developed.

At the UI, there are two different views for data presentation. First, the single player view: It depicts all relevant data of one player, depending on the department. Second, the team view: The whole team (or specific groups) may be analyzed and a single player could be compared against the average or against another player(s).

## 5 Focusing Healthy Reference Pattern (HRP) and Complex Strength Diagnostics (CSD)

According to the concept developed above, practical implementation started with two approaches to show how individual applications could be developed and integrated into a CMIS. The process of software development, described earlier, has been applied to each field to develop a model that will fit the needs of each department and could also be integrated into the whole CMIS. The selection was done because it meets the demands of the cooperating clubs and data were already existing or the club supported the collection of the relevant data. As mentioned in chapter 2, it is not sufficient to show the clubs an abstract concept containing just dummy data. Instead the chosen procedure made sure that the clubs were provided with data, they really needed. Performance diagnostics, injury prevention and rehabilitation are of great importance for clubs. Because of this, the two areas of Healthy Reference Patterns and Complex Strength Diagnostics have been chosen to start with the realization of two modules within the general concept of a CMIS.

### 5.1 Healthy Reference Pattern (HRP)

In general, there is a lack of long-term medical information about football players. This is not only due to a weak IT organization but must acknowledge that players and staff are typically employed on a short-term base in the clubs. This frequently leads to a situation where, after an injury, the exact health status of the player before the injury is unknown and being so, an essential information for medical treatment is missing. It is widely acknowledged that duration and quality of rehabilitation processes are of outstanding relevance in top level sports.

The issue is to develop a model for HRP that makes it possible to analyze the health status of each player at one specific point to determine the medical status. Different tests have been chosen to describe relevant aspects of the health status of players. This information could be used for injury prevention and additionally for rehabilitation after injuries have happened. The CMIS should provide a tool that can help to analyse the data and to provide access to crucial information for the relevant employees in their daily work. A similar approach has been followed by pre-injury screening (Chaitow et al. 2006, p. 329).

Interviews with the employees of the medical department of one German Bundesliga club had been done, leading to a test battery: 3D motion capturing for gait analysis (VICON) and electromyography (Myon), maximum strength of Quadriceps and Hamstring (IsoMed 2000), drop jump (Contemplas), 3D body scanning (VITUS 3D) and pressure sensor insoles (Moticon).

**Sample and procedure** 22 professional football players of a team of the German Bundesliga were tested at one day. For the gait analysis a walkway with a force plate, a Vicon 3D motion capturing system with 12 cameras (“Plug-in Gait” model for the lower body with 16 markers) and electromyography (4 sensors each leg) have been used. The test persons had to walk/run at two speed levels. For each side and each speed level, six trials were measured. At IsoMed maximum strength measurement, they had done isokinetic concentric knee extension and flexion of each leg in two speeds (60°/sec with 6 repetitions or 180°/sec with 20 repetitions). The range of motion of the knee was from 10° to 100°. For drop jumps (20 cm height, one-legged, three trials per leg) a force plate was used to measure the ground contact time. For the body scan, a Vitus 3D Body Scanner (300 dots per cm<sup>2</sup>) was used. With the pressure sensor soles, different tests had been done. At the soles, 16 sensors could measure pressure, the center of pressure and ground contact time on the pitch. For each player, a report was produced with all HRP information.

**Example** The software development is still in progress. Not all HRP data are already integrated. Figure 5 shows the status quo. All HRP data of one player (single player view) are presented within one screen. The user can select or deselect additional information. Coloured numbers show whether the player is above or below team average or whether values are critical. The depth of analysis is the choice of the user. Within the software only aggregated information on the tests will be presented. All details may be assessed by opening the report via link.

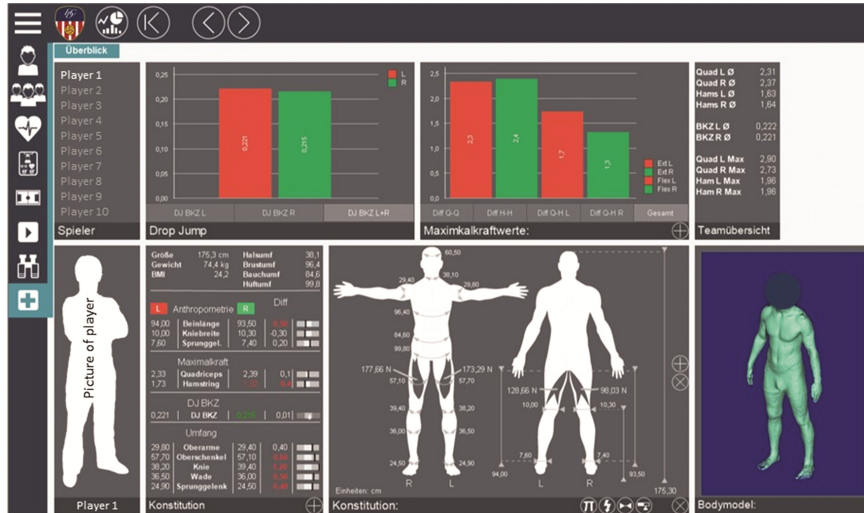


Fig. 5. Screenshot of the current status of the HRP UI with all additional information selected.

### 5.2 Complex Strength Diagnostics (CSD)

Within the HRP diagnostics, maximum strength tests are included to see the hamstring-quadriceps ratio (HQR). These tests are commonly used as injury risk prediction. But the maximum values of strength ratio appear to be poor predictors of non-contact injury (Pinto et al. 2017). So the first step of development was to use the data of the central database and visualize them in graphs, tables and charts for the needs of this specific field. After that, further analyses will be developed, to get better insights and use these data as predictors for injuries and add these to the application.

**Data Sources** In addition to the isokinetic strength measurement of the HRP conducted as cross-section with a professional squad, longitudinal data of youth academies were analysed (see Table 1). Over a period of five years (2011 to 2015) and five age classes (U14 to U19) were available. Whereas data for the youth academy only contain as

Table 1. Overview of the two data sets.

	Set 1: Professional Squad (n = 22)			Set 2: Youth academy (n = 280)	
<b>Year</b>	2016			2011, 2012, 2013, 2014, 2015	
<b>Age class</b>	Adult			U14, U15, U16, U17, U19	
<b>Extension</b>	Left and right			Left and right	
<b>Speed</b>	60°/sec	180°/sec		60°/sec	240°/sec
<b>Repetitions</b>	6		20	N/A	N/A
<b>Available data</b>	Torque	Degree value	Sample rate	Torque	

summative information the maximum strength values (extension and flexion) left and right, the data set of the professional team contains the raw data of the isokinetic strength testing recorded in ProEMG.

**Example** For software modeling, the two data sets complement each other. Set 1 gives a lot more opportunities to analyze each trial deeper and set 2 allows to present longitudinal data. Based on this, different analyses have been developed.

Maximum strength diagnostics with hamstring-quadiceps ratio (QHR) are already standard. Figure 6 shows a first UI for these data. The presentation is still simple. All data can be selected dynamically, e.g. different years, periods, age classes or player positions. The colour coding (e.g. red presents the left quadriceps) goes through the entire software. Each selection affects every chart. Within the table, colored numbers show, which player is 10% above or below the team average. Even at this simple presentation can be seen, that there are great imbalances at the QHR. Only one value is below 10% (green) and another two are below 20% (orange) of the QHR.

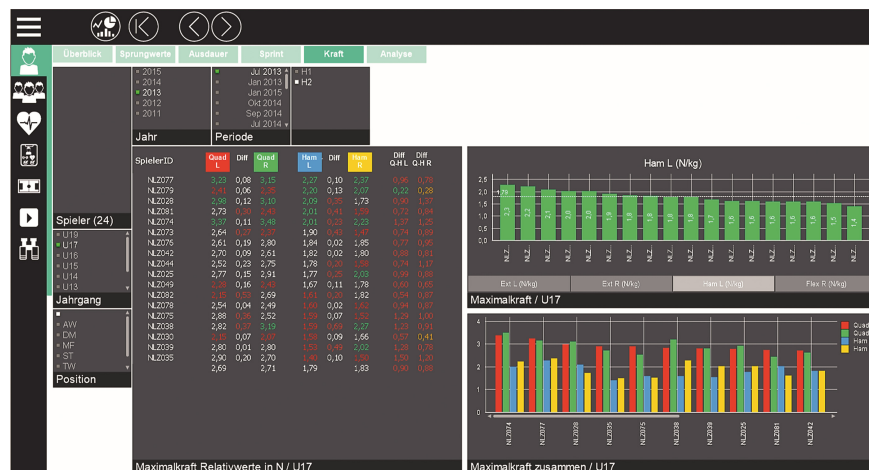


Fig. 6. Simple UI for the maximum strength data with different charts.

The main way of presenting information within the UI of the CMIS is using graphs and KPIs. Figure 7 shows four different statuses of the representation of the transverse section of the thigh. Each colour is connected to a muscle group. KPIs and slider give a quick overview of the QHR of a player. These simple graphics are an example, how graphics should look like and how it could work at a CMIS.

The long-term analysis (Fig. 8) should help to monitor the development of different groups. Strongly aggregated information should help, to get a first impression. Afterward, the software provides more detailed information. It has to be found out which levels of aggregation is needed. At this point, the feedback from the users is indispensable.

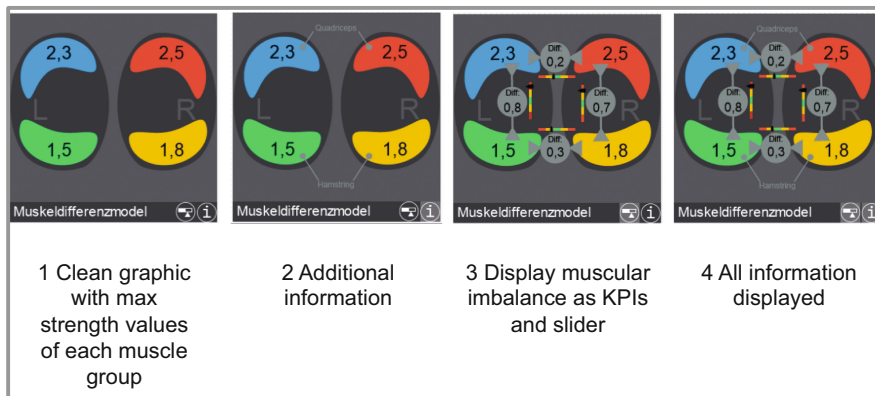


Fig. 7. Muscle differential model as part of the CSD.

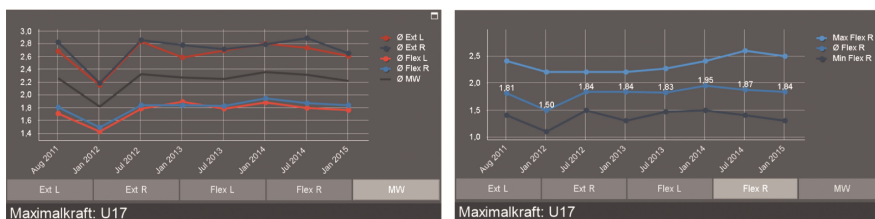


Fig. 8. Line charts of the maximum strength over several years with different aggregations.

The shown examples are just the beginning of analyzing maximum strength values. The next steps should develop deeper analysis to get better predictors of injuries. More data will be included and other views on this data should be done.

## 6 Outlook

The current system is a first step using management information systems within a football club, which is at present under-developed. Next steps after implementing the software will be that a comprehensive strategy of data collection together with the necessary organizational measures is realized. The ultimate criterion, though, will be the active use of the system and improvements in daily operations attributed to it.

Once established in this way, an increasing database accumulating historical data will allow for new types of analyses, e.g. data mining technologies for discovering even more systematic cross-connections between the data from different sources and machine learning technologies for describing typical developmental paths of athletes.

## References

- Chaitow, L., Crenshaw, K., Fritz, S., Fryer, G., Liebenson, C., Porterfield, R., Wilson, E.: *Muscle Energy Techniques* (3. edn.). Churchill Livingstone/Elsevier, Edinburgh, New York (2006)
- Cooper, A.: *About Face 2.0: The Essentials Of Interaction Design*. Wiley, Indianapolis (2003)
- Few, S.: *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication Of Data*. O'Reilly, Beijing, Cambridge (2006)
- Lames, M., Perl, J.: Einsatzbereiche der Sportinformatik. Konzepte für Entwicklung und Einsatz sportinformatischer Werkzeuge. In: Perl, J., Lames, M., Miethling, W.-D. (Hrsg.) *Informatik im Sport: ein Handbuch*. Hofmann, Schorndorf (1997)
- Perl, J., Lames, M., Glitsch, U. (Hrsg.): *Modellbildung in der Sportwissenschaft*. Hofmann, Schorndorf (2002)
- Pinto, M. D., Blazeovich, A. J., Andersen, L. L., Mil-Homens, P., Pinto, R. S.: Hamstring-to-quadriceps fatigue ratio offers new and different muscle function information than the conventional non-fatigued ratio. *Scand. J. Med. and Sci. Sports.* (2017). <https://doi.org/10.1111/sms.12891>



## A.5 Publikation 4 – Sports Information Systems: A systematic review

### A.5.1 Publikation 4 – Berechtigung zu Veröffentlichung



#### Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätsport

Institut für Sportwissenschaft  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca  
Auf der Schmelz 6A  
A- 1150 Wien

T +43 (1) 4277-488 82  
F +43 (1) 4277-848882  
arnold.baca@univie.ac.at  
<http://zsu-schmelz.univie.ac.at/>

Wien, am 14.12.2021

#### Bestätigung

Herr Thomas Blobel ist berechtigt, folgende im *International Journal of Computer Science in Sport* veröffentlichten Beiträge in seiner Dissertation als Anhang beizufügen:

Blobel, T., & Lames, M. (2020). A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 19(1), 102–122.

Blobel, T., Rumo, M., & Lames, M. (2021). Sports Information Systems: A systematic review. *International Journal of Computer Science in Sport*, 20(1), 1-22.

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca  
Editor-in-Chief, *International Journal of Computer Science in Sport*

## A.5.2 Publikation 4 – Originalartikel



### Sports Information Systems: A systematic review

Thomas Blobel<sup>1</sup>, Martin Rumo<sup>2</sup> & Martin Lames<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technical University of Munich, Germany, Department of Sport and Health Science, Chair of Performance Analysis and Sports Informatics

<sup>2</sup>Swiss Federal Institute of Sport Magglingen, Switzerland

#### Abstract

Many professional sport organizations are currently in the process of finding or already using *sports information systems (SIS)* to integrate data from different information and measurement systems. The problem is that requirements are very heterogeneous. That is why no consistent definition of *SIS* and their categories exist, and it is often not clear which fields and functions *SIS* must cover. This work aims to provide a structured comparison of commercial *SIS* available on the market to provide an overview of the relevant features and characterize categories. Following PRISMA guidelines, a systematic search for relevant *SIS* providers was conducted. A catalog of 164 review items was created to define relevant features of *SIS* and to conduct semi-standardized interviews with product representatives. Overall 36 eligible *SIS* from 11 countries were identified and 21 of them were interviewed. The analysis of the interviews has shown that there are features that are present in all *SIS*, whereas others differ or are generally less represented. As a result, different *SIS* categories have been defined. The study suggests a more differentiated categorization of *SIS* is necessary and terms need to be defined more precisely. This review should be considered when companies designing *SIS* or sport organizations select *SIS*.

KEYWORDS: INFORMATION SYSTEMS IN SPORTS, SPORTS INFORMATION SYSTEMS, ATHLETE MANAGEMENT SYSTEMS, REVIEW, SPORTS INFORMATICS

## Introduction

In competitive sports, several specialized providers offer *information systems (IS)* dedicated to handle data from different sources and make this data available to the different users in the sport organization. Many clubs and associations are currently in the process of installing *sports information systems (SIS)* in their organizations and are challenged to find an appropriate solution for their requirements. Until now, no catalog of criteria approved by sports science and/or sports informatics is available concerning general requirements of these systems. Neither a systematic review of existing systems has been done. Therefore, the aim of this work is to provide a structured comparison of the different commercial *SIS* on the market.

There is a variety of terms for *sports information systems (SIS)* and as well as high variability in the scope of the available *SIS*-products. No binding definition exists of what exactly is meant by *SIS*. For that reason, it is not clear which fields such *SIS* have to cover and which features they must provide. Some of the *SIS* products offered were developed starting from a specific application (e.g. medical data), which was then extended to other areas in the sport organizations, or complex information systems from industry were applied to sports. As a result, we find largely different products involving different software architectures. These circumstances make it difficult to clearly compare these systems, to define their scope of performance, and to classify them precisely. In practice, this also led to the frequent use of the term *athlete management systems (AMS)* without a clear definition of the term and the features or areas such a system has to cover. Due to the novelty and diversity of *SIS*, which have only emerged in recent years, there is also no systematic overview of the various products, their foci and features. Despite the diversity of *SIS*, first of all, a systematic review requires a conceptual framework.

*Sport science* shows the need for sport organizations to merge information from different units to provide specific information to individual users and developed the concept of “*Sportart-Informationssystem*” (Lames, 1997). In the context of this work, all organizations related to sport are considered as sport organizations (e.g. sports clubs, sports associations and federations, and sports institutes). The related problem of different units and data sources involved in *training systems* (Schnabel, Harre, & Krug, 2014) was addressed by *sports informatics* already years ago (Baca, 2006).

Due to the many different terms and different scopes of the systems (Table 1), a working definition of *SIS* has to be defined, which mainly refers to *information systems* (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017) and “*Sportart-Informationssystem*” (Lames, 1997), and relates to the basic subjects of *sports informatics* (Baca, 2006):

*Sports Information Systems (SIS)* are information processing systems based on *Information Technology (IT)* which, together with the associated sports-organizational resources, serve to handle data from various sources in sport organizations within one system and to make this information available user-specific and location-independent via *user interface (UI)*. *SIS* should cover all areas of sport organizations, focus sport-specific processes, be scalable, and integrate methods of data science.

*AIS/FIS* and *CIS* are very similar and mainly differ in the structure of the sport organization. *Specialized information systems* present data from different sources and generate information with advanced analyses, typically highly specialized in a field of expertise. For example, a *training information system (TIS)* can cover the planning and analysis of training sessions and, for this purpose, contain a training exercise database and import and merge data from tracking systems or other sensors.

Table 1. Categories and short descriptions of information systems in sport.

Category	Description
<b>Sports Information Systems (SIS)</b>	The overarching term for all information systems used in sport, to handle data of different sources and generate information.
<b>Association / Federation Information Systems (AIS/FIS)</b>	SIS with a high focus of merging data from different decentralized locations and sources, for one sport (e.g. national football federation) or for different sports (e.g. Olympic sports federation).
<b>Club Information Systems (CIS)</b>	SIS used in sport organizations that are mainly located in one place in terms of facilities and staff (e.g. clubs).
<b>Specialized Information Systems:</b>	Specialized SIS to merge and present data from different sources, but with high focus and expertise on a specific field.
• Match Information Systems (MaIS)	Specialized in different sources for match data.
• Medical Information Systems (MIS)	Specialized in data of the medical department. The system does not necessarily have to be sport-specific, as the same requirements often exist in other medical facilities.
• Load Information Systems (LIS)	Specialized in data from different sources of load assessment, mostly analyzed by the fitness coaches or the medical department.
• Training Information Systems (TIS)	These systems support the coaches in the planning, implementation, and evaluation of training units.
• Scouting Information Systems (ScIS)	These systems integrate large player databases (player scouting) or match databases (match scouting) and support the scouts in planning events, centralizing reports and analyzing scouting data.
<b>Athlete Management Systems (AMS)</b>	IT-based systems, primarily used to manage individual athletes and groups, documenting and storing related data of different fields, and control objectives, with little focus on information generation and distribution.

There is considerable overlap between *SIS* and *AMS*, the latter term being quite common in the practical field. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (2017) defines *management systems* as a “set of interrelated or interacting elements to establish policy and objectives and to achieve those objectives”. Referring to the notion that *AMS* could be defined as IT-based systems, primarily used to manage individual athletes and groups, documenting and storing related data of different fields, and control objectives, not covering the whole sport organization and with little focus on information generation and distribution. For this paper, *SIS* are considered as the overarching category, which includes various subcategories, and *AMS* are one of these subcategories.

In a recent paper, Blobel and Lames (2020) present a general concept of *club information systems (CIS)* based on models of *software engineering*, *training science*, and *business intelligence (BI)* from the perspective of an application in sports. It provides a *CIS*-architecture and lists different features of *CIS*. This *CIS*-concept was supplemented and generalized to *SIS*. The listed features of *CIS* provided a starting point for a criteria-based catalog with different *SIS* items in different categories. This catalog then may serve as a template for a comparison of the *SIS* products.

The general objective of this study is a structured and standardized analysis of the *SIS* products available on the market. Additionally, it seeks for a basic understanding of *SIS* and determines and defines relevant features for an *SIS*. The single products then are scrutinized with respect to whether they dispose of these features. The results should provide valuable information to *SIS* users or organizations in sports practice that intend to introduce an *SIS*.

The detailed objectives of this paper are as follows: Objective 1 is to give a systematic overview of *SIS* products at the market and to provide general information about the products (type, domain). Objective 2 is to list the detailed features of the *SIS* and to assess whether the examined products dispose of them. Objective 3 is to characterize product categories of *SIS* and the classification of the reviewed *SIS*.

## Methods

### **Systematic Search Strategy**

According to the PRISMA (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis) guidelines, a systematic search of relevant software providers was conducted (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009). PRISMA guidelines have already been used in the field of sports, for example, in reviews on investigation trends and match analysis in football (Sarmiento et al., 2014; 2018).

Due to the unclear definitions and terms of *SIS* described above, complementary methods of identifying relevant software products were chosen: the initial approach was identification through personal contacts with experts in the field. Additionally, various lists on *SIS* were included, which were found during the research (a market analysis of a company, a product comparison of an *SIS* provider, and an *AMS* buyers guide (Glaeser, 2017), published in public domain). Finally, a web search was performed. In contrast to literature reviews that rely on literature databases like PubMed, IEEE Explore, or Science Citation Index, this is a product review. As commercial products are offered presumably without exception on the internet on product websites they may be found with major search engines. Therefore, the web search was conducted on Google as the largest provider with the most comprehensive search index. The web search via Google was done between 5<sup>th</sup> of May 2020 and 12<sup>th</sup> of May 2020 for relevant results updated within the last 24 months, using the keyword combinations shown in Table 2. Due to the large number of unspecific results, additional keywords were added as filter criteria.

As the number of hits per keyword combination showed high variability, below 100 hits, all results were examined, and above 100 hits, only results classified as most relevant by Google, were selected. This Google classification is based on an internal ranking system of Google using different algorithms, which are applied to the search string entered (Google LLC, 2020).

Table 2. Keyword combinations with additional terms to specify results at web search.

<b>Keyword Combination</b>	<b>Additional terms to include (+) or exclude (-) results</b>
sports information systems / information systems in sports	+software; -management
club information systems	+software
'athlete management systems'	-site:google.com; -site:youtube.com; -site:facebook.com; -site:twitter.com; -site:reddit.com; -site:linkedin.com

The inclusion criteria for the companies were: (1) providers of sport specific software products; (2) commercially available products; (3) functionality for team/athlete management; (4) at least two different areas in the club must be covered; (5) merging different data sources; (6) language English or German.

Hits were excluded from this review if they (1) did not offer their own software, only used software from another provider or offered consulting services; (2) were custom made solutions; (3) applied unspecific software to sports data for a use case; (4) offered only software for private use and hobby athletes; (5) covered only one field within a sports club.

First, uniform resource locator (URL), title, and short description of the suggested hits were checked for exclusion criteria. Mismatches and duplicates were sorted out. Then, the website of the remaining hits was visited to get more details about the company and its product. The final hits were either existing software products that met the inclusion criteria, existing software that was just developing an extension to meet these criteria, or software in development that met these criteria with the first product version.

#### ***Development of the Review Item List***

Due to the great differences between the *SIS*, their large scope, and the various features, it was important to create a standardized basis for the review. The requirements of such *SIS* led to a list of different required items for the review. This review item list allowed an independent and equal analysis of the different *SIS*. To define the requirements for *SIS*, the *CIS*-concept of Blobel and Lames (2020) was used as a starting point, where some system requirements are already mentioned.



No.	Item	Count	No.	Item	Count	No.	Item	Count
<b>A. Features and Departments (n = 21)</b>			<b>B.VI Video Analysis (n = 20)</b>			<b>E. Mobile Access (n = 21)</b>		
1	A1 Team management	21	59	B45 Cloud video storage	17	116	E1 Ubiquitous access	21
2	A2 Medical	19	60	B46 Cutting tool	9	117	E2 Responsive design	21
3	A3 Strength & Conditioning	21	61	B47 Video drawing tool	12	118	E3 Mobile web page	13
4	A4 Scouting	14	62	B48 Tagging	13	119	E4 Mobile app	17
5	A5 Match analysis	16	63	B49 Live tagging	7	120	E5 General smartphones	20
6	A6 Video analysis	20	64	B50 Import external tags	12	121	E6 General tablet	19
7	A7 Training management	19	<b>B.VII Training Management (n = 21)</b>			122	E7 Mobile questionnaires	20
8	A8 Youth academy	14	65	B51 Training exercise catalogue	18	<b>F. User Interface (UI) (n = 21)</b>		
9	A9 Performance analysis	21	66	B52 Creating exercises	18	123	F1 Customizing UI	16
10	A10 Data analysis	21	67	B53 Exercise DB	17	124	F2 Multilingual	17
11	A11 System administration	21	68	B54 Training planning	19	125	F4 User specific user interface	19
12	A12 Education	14	69	B55 Training drawing tool	8	126	F5 User specific dashboards	20
13	A13 Club management	12	70	B56 Player availability	19	127	F6 User specific content	20
14	A14 Business	6	71	B57 Documentation	21	128	F7 User specific analysis	17
<b>B. Features (n = 21)</b>			<b>B.VIII Sport Science (n = 21)</b>			<b>G.I Company (n = 21)</b>		
<b>B.I General Features &amp; Team-Management</b>			72	B58 Request whole DB	21	129	G1 Location	-
15	B1 Calendar	21	73	B59 Cross-correlation different sources	19	130	G2 Supported countries	-
16	B2 Communication	20	74	B60 Questionnaires	21	131	G3 Main sports	-
17	B3 Access to (whole) database	18	75	B61 Psychology	19	132	G4 Experience	-
18	B4 Manipulation of data model	10	76	B62 Individual player development	19	133	G5 Customers	-
19	B5 Unique/customize catalogues	19	77	B63 Planning	20	<b>G.II Support (n = 21)</b>		
20	B6 Ratings	18	78	B64 Cross correlation	19	134	G6 Handbook (digital)	18
21	B7 General info	16	<b>B.IX Athlete (n = 21)</b>			135	G7 Online Help	20
22	B8 Player	21	79	B65 Personal details	21	136	G8 Teaching	19
23	B9 Staff	20	80	B66 Personal data	19	137	G9 Tutorials	20
<b>B.II Medical (n = 18)</b>			81	B67 Athlete (cloud) storage	18	138	G10 Consulting	20
24	B10 Medical files	17	82	B68 Special attributes	15	139	G11 Demo access	19
25	B11 Medical history	18	83	B69 Match statistics	19	140	G12 Updates frequently	15
26	B12 Visual UI (body model)	15	84	B70 Match preparation	19	141	G13 Updates on demand	14
27	B13 Different incidents	18	<b>C.I Technology and Licensing (n = 21)</b>			142	G14 Updates irregularly	15
28	B14 Attachments	15	85	C1 Cloud version	21	<b>H. Security (n = 21)</b>		
29	B15 Player & staff	12	86	C2 Desktop version	8	143	H1 Backup	21
30	B16 Reporting	16	87	C3 Server version	14	144	H2 Data security	21
31	B17 Medical catalogues	18	88	C4 No general operating sys. limitation	18	145	H3 GDPR	19
32	B18 Medical cloud storage	15	89	C5 No general browser limitation	19	<b>I. Interfaces (n = 21)</b>		
<b>B.III Strength &amp; Conditioning (n = 21)</b>			90	C6 License fee	21	146	I1 Import different file formats	21
33	B19 Performance data	21	91	C7 License fix price	8	147	I2 Import data of different sources	19
34	B20 Planning tool	20	92	C8 Licence hybride (fee & fix)	9	148	I3 Export different file formats	21
35	B21 Tracking data	20	93	C9 Open accessible prices/fees	12	149	I4 Export of full database	19
36	B22 Interface other tools	21	<b>C.II Softw. Archit. (SWA) &amp; Adjustm. (n = 21)</b>			150	I5 Interfaces available	21
<b>B.IV Scouting (n = 14)</b>			94	C10 SW Mouldles	20	151	I6 Auto feed possible	16
37	B23 Free text	13	95	C11 SWA fix	17	152	I7 Partnerships other	15
38	B24 Player reports	14	96	C12 SWA fix basis customizing	17	153	I8 General API available	16
39	B25 Match reports	12	97	C13 SWA building kit	6	<b>J. Data Analytics and Reporting (n = 21)</b>		
40	B26 Shortlists	12	98	C14 Adjustments consulting	16	154	J1 Data analysis are possible	20
41	B27 Player filtering	13	99	C15 Adjustments included	17	155	J2 Methods mach. learn. available	18
42	B28 Scouts activity overview	12	100	C16 Adjustments collecting demands	18	156	J3 Graphs / Charts / Calculations	21
43	B29 Scheduling	13	<b>D. Right Governance (n = 21)</b>			157	J4 Integr. programming languages	14
44	B30 Ticketing scouts	6	101	D1 Detailed right governance	15	158	J5 Predictive analysis	17
45	B31 DB other player/leagues	11	102	D2 Creating user profiles	17	159	J6 Access whole DB	19
46	B32 Mobile access	13	103	D3 User management	20	160	J7 Implementation Analysis into UI	16
47	B33 Reports	13	104	D4 Preset user profile	15	161	J8 Reporting available	21
48	B34 Video storage	13	105	D4.1 Business	4	162	J9 Team lists	20
49	B35 Ratings	13	106	D4.2 Scouting	9	163	J10 Player details	20
<b>B.V Match &amp; Match Preparation (n = 16)</b>			107	D4.3 Coaches	13	164	J11 Different reports / report. tool	20
50	B36 Analysis	15	108	D4.4 Player	15	<b>Frequency:</b>		
51	B37 Reports	16	109	D4.5 Team-Organizer	9	4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21		
52	B38 Custom preparation	14	110	D4.6 Medical	11			
53	B39 Statistics	15	111	D4.7 Analyst	10			
54	B40 League data	16	112	D4.8 External	9			
55	B41 Strating lineup	16	113	D4.9 Youth academy	8			
56	B42 Different lineups	14	114	D4.10 Admin	14			
57	B43 Animation tool	7	115	D4.11 Management	11			
58	B44 Videofiles & data	16						

Figure 2. List of 164 review items and the number of products with the respective item as count and color coded.

Figure 2 shows the final item list. It contains 164 items that were checked for presence in each product. To avoid a second large table, the frequencies of each item among the 21 examined systems are given here numerically and color-coded as a leap ahead to the results section.



### **Assessing SIS-items**

In principle, the required information on the items of comparison could have been obtained by a detailed study of the web pages of the provider. Some arguments speak against this method. First, given the large number of 164 items, it is more than likely that some items are not mentioned on the website although being present in the product. Second, as product descriptions on the web site of the provider try to draw a positive image of the product, it is necessary for a valid comparison to confirm the content expressed by an item. Finally, denomination and meaning of the items on the web site and in our catalog may differ, so that a common understanding is desirable. These reasons led to the conduction of semi-standardized interviews with product representatives (Berekoven, Eckert, & Ellenrieder, 2009).

The low number of available products made it necessary to ensure a high response rate, which is increased by personal contact. This also prevents companies' fears that the information might be requested from competitors. The required information was collected according to the review item list (Figure 2), which was transformed into a checklist for the interview questionnaire.

The interview procedure was semi-standardized and all interviews were conducted by the same interviewer (TB). When appointments had been arranged, the general conditions were explained. The interview was scheduled for one hour and was held in English or German, with the help of video conferencing tools. Interviews were prepared by prior transfer of information from the product website to the questionnaire. Each item of the checklist was gone through linearly via screen sharing, and answered by using the options 1 = Yes, product disposes of item; 2 = No, product does not dispose of item; and 0 = No Answer (NA). The answers were entered directly into the checklist. In case of uncertainties, the interviewer re-phrased the question, and the interviewed expert could explain the item further, which was taken note of. If needed, the interviewer could explain the questions further or, in case of doubt, ask for details. The product representative also had the opportunity to make additional comments (Meffert, Burmann, Kirchgeorg, & Eisenbeiß, 2019).

After the interviews, the companies were given the opportunity for debriefing. The general information and short description of the product, as well as the checklist reviewed by the interviewer, were sent to the company representative for review, and a deadline for response was defined. Any proposed changes were worked out with representatives of the company until they were accepted. Only after this the product was marked completed. The results on each product were entered in a spreadsheet and presented as tables and radar charts. Since the products are very different, a comparison can only be made on the number of criteria a particular product has.

## **Results**

### **Systematic search**

The identification through personal contacts and suggestions led to 29 products. The third-party lists delivered 27 products. Web search delivered a total of 139 results for the particular term combinations with the additional keywords for the selected period. After a more extensive analysis of the websites, this number decreased to 27 (Figure 3). After merging the results of these three sources and eliminating duplicates, a total of 47 products was remaining.

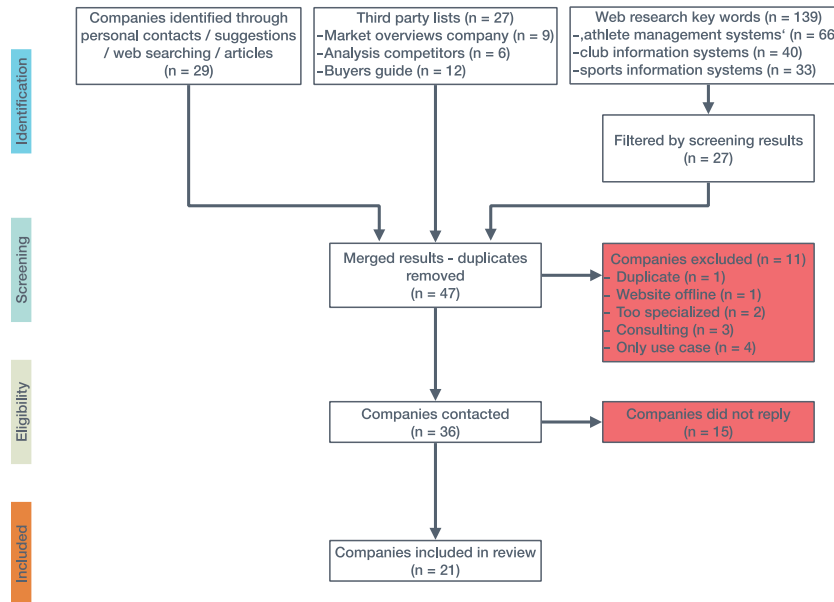


Figure 3. PRISMA flow chart of the different phases of the systematic review.

In a detailed analysis of each company website of the combined results, the inclusion and exclusion criteria were applied to all products, reducing the number to 36 for interviews. The reasons for the exclusions were: the same company distributed the software through two channels with a different focus ( $n = 1$ ); the website was offline ( $n = 1$ ); product was only a smartphone app for individual athletes ( $n = 2$ ); product was offered by a consulting company ( $n = 2$ ); product was a use case of business software by using sports data ( $n = 4$ ).

The companies were contacted through different channels, depending on availability. Existing personal contacts were used to find an appropriate interview partner. Otherwise, the website was searched for contact details and a mail to a specified contact person was sent. If this was not possible, the contact form was used. The contact persons were approached in each case by e-mail with a predefined and personalized text explaining the context of the survey, offering an initial talk, and giving a deadline for response. If no answer came before the deadline, a second mail was sent and another deadline set. The response rate was quite high (100 %) for personal or direct contacts, but much lower for contacts through a web form (25 %). After a positive answer, an appointment for an interview via video conference was scheduled. At the end of the PRISMA process, 21 companies were interviewed and included in the review.

### **Overview of the different reviewed SIS provider and general information**

Table 3 shows a list of all interviewed companies with general information and a short description of product-specific characteristics. 18 companies operate worldwide, three are restricted to regions (Europe/USA, Europe, or Germany). For companies with two locations, only the main location was included. 16 companies stated that they supply all sports. Three cover team sports, one individual sports, and one only football. The mean experience of the companies in the field of SIS is  $9.8 (\pm 5.5)$  years.

Table 3. Overview of the reviewed *SIS* with additional information and short description.

No.	Company	Country	Supported Countries	Main Sports	Founded in	Short description and characteristics of the sport information systems (SIS) based on review
1	ApolloV2	GBR/ USA	Worldwide	Teamsport	2006	Focusing on team sports, this IS covers 13 out of 14 defined fields for CIS. Their key features are: Integration of different sources via API; flexibility because of the framework approach; focus on data science; using powerful tools for data analysis (e.g. Python).
2	Athlete Monitoring	CAN	Worldwide	All sports	2000	The focus of this CIS (and also AIS/FIS) are: load monitoring and controlling; medicine; training planning, testing and assessment. Interfaces connect different data sources. They have a strong relation to research (illness/injury prevention) and are located in many different sports and types of organizations.
3	Athlete Readiness Solution	CAN	Worldwide	All sports	2018	A platform for measuring athlete readiness, fatigue, and injury risks in real-time. This start-up addresses player load control and monitoring, injury prevention, and focuses on data analysis.
4	Athlyzer	GER	Worldwide	All sports	2018	This startup has developed a platform-independent video analysis software for various individual and team sports. Their focus is on sports with low to high budgets (modular structure). Based on this, further areas such as tracking and an AMS are now being developed, which is to be extended to a CIS.
5	Boom Stats Analysis	AUS/ GBR	Worldwide	All sports	2016	The focus of this platform is performance analysis, with great relation to (automated) video analysis. This IS also enables to capture wellness, training, and fitness data. Their focus is on team sports, but other sports are also addressed.
6	Bridge Athletic	USA	Worldwide	All sports	2012	Strengths and conditioning software for professional and elite athletes, focusing coaches, personal trainers, and physicians. The software allows customized training plans, planning in different cycles, and tracking the athletes' performance for controlling and monitoring the development.
7	Catapult	AUS	Worldwide	All sports	2006	Primarily known for its tracking system, they also offer video analysis and an IS. The AMS covers the fields of performance, medical, and wellness. A big advantage will be the interaction of their three products within one sport organization.
8	Datico	GER	Worldwide	All sports	2019	The main characteristic of this startup is the platform based and general framework, focusing integration of different sources for data centralization. This could be adapted to the specific structures of the sport organizations. Different modules and the detailed license structure allows scalability.
9	DokuMe	GER	Worldwide	Individual Sports	2012	This IS is primarily designed for individual sports and offers users a high degree of flexibility, as many settings can be adjusted very precisely. But still, this IS covers all fields for a CIS and additionally, it considers the specific demands of sports federations (FIS).
10	Firstbeat	FIN	Worldwide	Teamsport	2002	Primarily known for analytics (i.e. heart rate), there is also a specialized IS that covers different fields of AMS, to create player profiles and groups, document, monitor, and control their data. There are also interfaces to other tools to combine athletes' data.
11	Force8	SUI	EU	All sports	2008	A modular and platform-based SIS that provides the relevant core functions and puts a strong focus on the integration of different data sources via interfaces. This keeps the system lean, uses the functions of powerful source systems instead of replicating them, and provides the central distribution of club data.
12	ForzaSys	NOR	Worldwide	Football	2011	This specialized IS was spun out from a research project and is mainly represented in the Scandinavian region. It covers two fields, a video system, and player load monitoring and is focusing football.
13	Fusionsport	AUS	Worldwide	All sports	2003	This central SIS covers all fields of CIS (and also AIS/FIS) with an extended infrastructure and single sign-on (SSO). It prefers configuration over customization, using native tools to change the behavior and features of the platform. Many interfaces to data providers allow them to integrate and centralize different data sources. For data analysis, they follow an open strategy and connect different BI tools.
14	IDA	GER	GER	All sports	2015	This IS is developed for the German federal institute for sport science (BISp) and focuses mainly on German Olympic sports (AIS). It is a platform for documentation of training and performance data of different sources. Due to the different requirements of the different sports, it offers a modular structure and puts great emphasis on detailed customization.
15	Kinduct	CAN	Worldwide	All sports	2010	A platform-based system that covers most of the fields of CIS (and also AIS/FIS) and could be used for teams and single athletes. It provides an open API for data integration of different systems. To visualize data they use Tableau. One key feature is the interaction and integration of training and rehabilitation programs for planning, communicating, monitoring, and controlling training plans and progress.
16	Kitman Labs	IRL	Worldwide	All sports	2011	IS for performance and health data, focussing on sports performance analytics to generate information out of sports data. They promote their ability to adapt the system strongly to the processes of the sport organizations. At the beginning of the year, Kitman Labs acquired 'The Sports Office'. The merger of the two individual systems could result in CIS.
17	MetriFit	IRL	Worldwide	All sports	2010	This system is specialized on health and well being and provides advanced methods for data analysis and presenting. They emphasize simplicity for better user experience, provide athlete lifestyle profiling analysis, are represented in various sport organizations, and have a strong connection to research.
18	MyCoach	FRA	Worldwide	All sports	2016	A modular and platform-based IS that covers most of the fields of CIS. It was developed for football but is now offered for all sports and also offers individual solutions for federations (FIS). Different source systems are integrated via interfaces and provide the data centralized within this platform.
19	Rockdaisy	USA	Europe/ USA	Teamsport	2014	This system has a strong focus on the analysis, visualization, and presentation of sports data. Their business intelligence driven approach allows accessing and integrating different data sources. Therefore, it is not limited to any particular field if already accessible data sources exist.
20	SAP SportsOne	GER	Worldwide	All sports	2014	By using the infrastructure of different SAP business tools, this IS was developed for football (now also provided for other sports) and covers all fields of CIS. Some fields are already included (e.g. video analysis), but they also provide interfaces to source systems for centralizing club data. For data analysis they use SAP Analytics Cloud.
21	Soccer Lab	BEL	Worldwide	All sports	2004	Central IS that covers all defined fields for CIS to centralize different data sources of football clubs. The modular structure, combined with the licensing model, allows scalability. Besides the different fields, a central feature is their advanced video module.

Table 4 shows the 15 companies that were identified as eligible *SIS* but did not participate in the review as they did not respond to the request (Figure 3). Since no information could be requested directly, information available on the internet was used. Therefore, the categories

supported countries and main sports were not included, as this information was incomplete on the websites. The mean experience of the excluded companies in the field of *S/S* is 10.0 ( $\pm$  6.4) years. The founding date of the companies was mainly taken from the online database Crunchbase ([www.crunchbase.com](http://www.crunchbase.com), accessed: 14<sup>th</sup> of November 2020).

Table 4. Overview of the excluded SIS with additional information and short description based on information available on the internet.

No.	Company	Country	Founded in	Short description and characteristics based on information available on the internet
1	Athletic Lodgic	AUS	2005*	This IS covers most areas of sports clubs and could therefore be categorized as CIS. They list sport clubs, sports institutes and organizations as clients. The information on the website is very limited.
2	SportsOffice	GBR	2006*	Now part of Kitman Labs (see review), this IS covers most areas of sports clubs and could be categorized as CIS. They also have sport organizations as customers, so they could maybe also be AIS/FIS.
3	AMP-recover	USA	2016*	This IS is focussing the medical area and could be classified as MIS. It was created for US olympic athletes and for that reason, they have experience in working with elite athletes.
4	CoachMe Plus	USA	2013*	Focussing coaches and athletes in strength and conditioning, this IS could be mainly seen as TIS/LIS. But it also integrates league data. Depending on their mentioned customization, it may cover other areas.
5	TeamBuildr	USA	2011*	Online strength and conditioning platform for coaches and athletes. It could be mainly seen as TIS/LIS. Their customers are sports clubs, sports institutes, schools and colleges and sports facilities.
6	TrainHeroic	USA	2012*	Online strength and conditioning platform for coaches and athletes. It could be categorized as TIS.
7	PLT4M	USA	2013*	Online strength and conditioning platform for coaches and athletes. It could be categorized as TIS. They have a strong focus on educational organizations, but have also (professional) teams as customers.
8	MaxOne	USA	2014*	Online strength and conditioning platform for coaches and athletes. It could be categorized as TIS.
9	Coacha	GBR	2018	This cloud based platform is a sports club management software focussing on administration of clubs, managing memberships, groups and payments.
10	Fair Play Athlete	AUS	1994	They call themselves AMS, covering performance, training, medical and personal details. For these covered fields, it could also be considered as CIS. The website provides very little information.
11	Edge10	GBR	2009*	This IS offers an performance and analytics solution, electronic medical records (EMR) and physical testing. Their customers are elite athletes, teams and leagues in more than 40 different sports.
12	Benchmark 54	GBR	-	Described as a multi-sport and multi user AMS, it covers the medical area and training management. Also providing data visualization and analysis it could be categorized as CIS.
13	Orreco	IRL	2010*	This software platform uses biomarkers and data science to identify athletes individual thresholds for player load management. It is offered for different sports and countries and could be categorized as LIS.
14	Easy2Coach	GER	2009	This cloud based software covers the areas of team and athlete management, training management, match analysis, and video analysis for football clubs (amateurs and professionals). It covers different areas of football clubs and could therefore be categorized as CIS.
15	Microsoft	USA	-	A sports performance platform for performance and fitness data, using Microsoft products. Different professional sport teams are listed. No product website is available, information are difficult to get and articles are older then two years. It seems to be customized solutions and no standard product.

\* [www.crunchbase.com](http://www.crunchbase.com), access: 14.11.2020

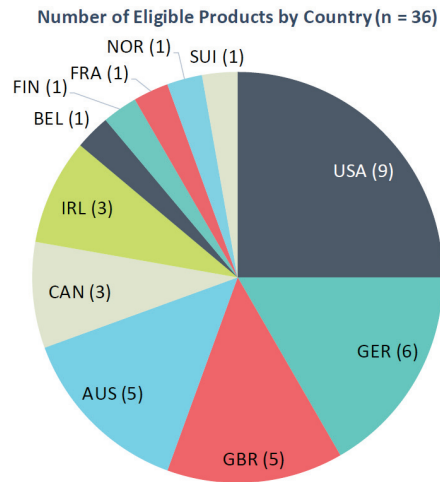


Figure 4. Number of all eligible SIS systems (n = 36) and the country of the product company.

A total of 36 products from ten different countries were identified as eligible SIS (Figure 4). The majority (n = 19) came from Europe; the country with the most systems was the USA.

**Results for SIS Items**

The following section presents the detailed analysis of the interview items. The single data points show the summarized answers of the interviewed experts for each item (maximum = 21).

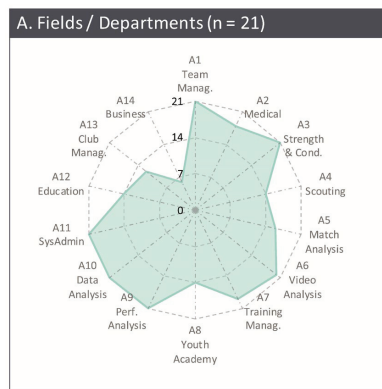


Figure 5. Number of SIS covering different fields within clubs.

Figure 5 provides an overview of the different fields/departments the SIS cover. Five fields were included in all SIS in the review (team management; strength & conditioning; performance analysis; data analysis; system administration). Only six SIS include the business area (e.g. marketing, ticketing, or accounting). The coverage of the other areas is quite different in the various systems. This is revealed by an item-based look on the particular fields.



Figure 6. Detailed analysis of different fields within SIS.

Figure 6 provides a more detailed view of the different fields of SIS. It is notable, that less than half of the SIS allow changes in the data model (B4). Strength and conditioning (B.III), training management (B.VII), sport science (B.VIII), and athlete (IX) seem to be standard fields for SIS because they are provided at every reviewed product. Except for the training drawing tool (B55) and special attributes (B68), the specific features within these fields are balanced at a high appearance and have been named in at least 17 of the products.

The situation is different with video analysis (B.VI). Although 20 providers noted that they covered this field, the distribution of the included features was different. Except for cloud video storage (B45), all other features in this area were mentioned less than 14 times. The opportunity to live tagging (B49) was mentioned least often (n = 7). Most SIS that cover the medical field (n = 18) are balanced in terms of features and eight of the nine features are presented in at least 15 products. In scouting (B.IV), the ticketing for scouts (B30) stands out, which less than half of the products stated. For match and match preparation (B.V), eight of nine features were named in at least 14 of the 16 products. Only the animation tool (B43) is less represented.

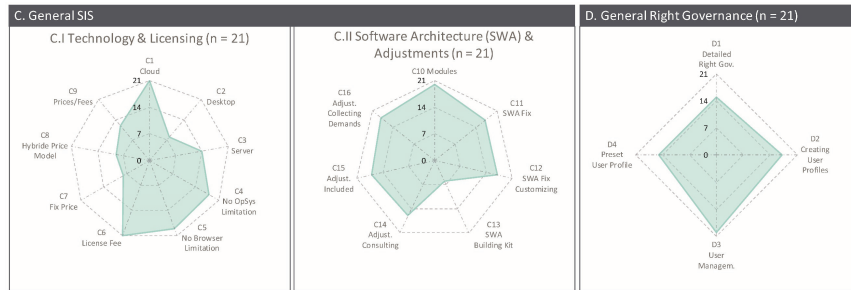


Figure 7. General of an SIS and general right governance for user.



Figure 8. Charts of different fields of SIS.

As can be seen in Figure 7 at *technology and licensing (C.I)*, all 21 companies offer their *SIS* as a *cloud-based (C1)* solution and charge a *license fee (C6)*. The other features here are quite diverse. At *software architecture (SWA) and adjustments (C.II)*, 20 of the products offer *modular (C10)* architecture, and six provide an architecture in the form of a *building kit (C13)*. For *detailed right governance (D)*, 15 of the products offer *detailed right governance (D1)* and/or also 15 offer *preset user profiles (D4)*.

Figure 8 shows for *mobile access (E)* that all of the systems provide *ubiquitous access (E1)* and *responsive design (E2)*. For *user interface (F)*, all features are named by at least 16 of the products. At *support (G)*, six of the nine features (*G6 – G11*) are named by at least 16 products or more. It was slightly different for the *update policy (G12 – G14)*. For *security (H)*, the answers are highly balanced. Within the field of *interfaces (I)*, nearly all products ( $\geq 19$ ) provide features to *import and export data (I1 – I5)*. For *data analytics and reporting*, only the features of *integration of programming languages (J4)* and *implementation of analysis into the UI (J7)* were represented by less than 17 of the products. At *reporting (J.II)*, all features were named for at least 20 products.

### Product Categories of SIS and Classification of the Reviewed Products

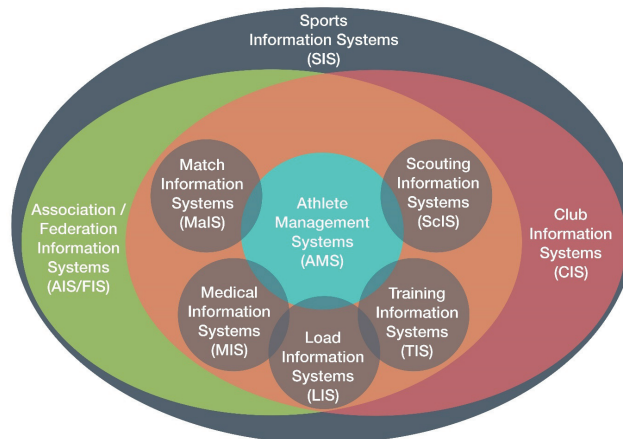


Figure 9. Taxonomy of sports information systems to show different categories, their relations and dependencies.

Based on the definitions of Table 1, a model of the various systems and their relations to each other has been developed (Figure 9). The overarching category is *SIS*, as defined in the introduction. Within this *SIS*, there are two categories: *AIS/FIS* and *CIS*. There is a big overlap between these two categories. Both categories cover all or at least most of the fields within a sport organization and also have a strong focus on information generation and distribution. The main difference is the structure of the location of the sport organization, i.e. centralized for *CIS* and decentralized for *AIS/FIS*, which requires different system architectures. In the intersection between these two categories, *specialized information systems* are placed that may have a similar structure like systems on a higher level, but which are limited to a specific field of expertise. For this reason, they can exist independently or act as a part of the higher-level systems. *AMS* play a special role in this scheme because they could also contain *specialized information systems*, but with a focus on management instead of information generation.



The result of the classification of the reviewed products in product categories was as follows: four products have been classified as *AIS/FIS*. *CIS* represented the largest group with nine products. Three products have been classified as *AMS*. Within the category of *specialized information systems*, there are two sub-categories: *MaIS* (n = 2) and *TIS* (n = 1). As none of the reviewed products was a classic *MIS* or *LIS*, because in each case a system for player load monitoring was included in the *MIS*, both system categories were combined in this review, and two *SIS* fell into this combined category. No stand-alone *ScIS* participated in this study, instead the scouting field was typically part of the higher system categories of *AIS/FIS* or *CIS* (n = 14).

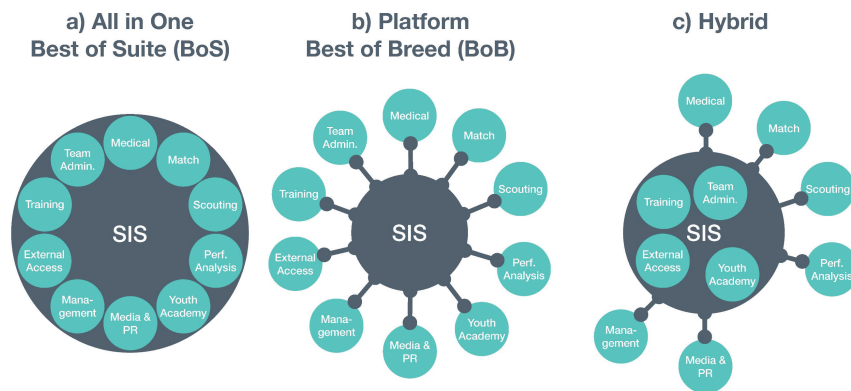


Figure 10. Different strategies for *SIS* software architectures.

Two basic strategies can be distinguished in software architecture of *SIS* (Figure 10). On the one hand, there is an all-in-one approach of a large software provider with many components offered either as a whole or as different modules. Within this strategy, almost no suite can cover all areas, and very often, additional third-party add-ons are required. In this case, one selects the suite that best meets the requirements (= best-of-suite (*BoS*)). That strategy means that the processes within the organization will be determined strongly by the process and functions of the specific software architecture and must perhaps be adopted. The advantage is a well synchronized all-in-one solution. The disadvantage is that probably not all areas are covered and one cannot use the best individual systems on the market. With the best-of-breed (*BoB*), on the other hand, specialized standard software components from different providers, as well as custom software, are integrated. The organization selects the software for each area, or even specific process, that best addresses their needs. This strategy focuses on internal processes and searches for the best software solutions, but neglects cohesion between departments, limiting overall perspective. That leads to fragmented and isolated data silos that could be overcome and merged by a central platform that combines the data of the specific software and provides it to all users. But therefore, another software platform is needed that interfaces each single software solution used within the organization. The advantage is that the platform can grow and systems can also be replaced. As a disadvantage, there could be problems in the interaction of the systems (Light, Holland, & Wills, 2001). For the reviewed *SIS*, a third approach is the most common. It can be described as a hybrid approach of *BoS* and *BoB*. The *SIS* has basic integrated components as well as connections to other special software serving just as platform. The number of integrated and externally connected components varies considerably between the products examined.

## Discussion

The aim of this paper was to systematically review available *SIS* on the market and to provide an overview of the relevant features, based on the *CIS*-concept of Blobel and Lames (2020).

### Systematic Search

Within this work, 36 products were identified as eligible *SIS* based on the PRISMA Guidelines. Despite this systematic approach, it cannot be guaranteed that all systems on the market were detected which raises the issue of representativity. The problem lies in the missing binding standardized (= retrievable) product definitions but even more in the dynamics of the market. New products continuously enter the market, existing products disappear, providers are taken over by other companies with or without continuing to offer the product under the same or a different name, or specialized systems become *SIS* by adding functionalities.

The decision to do an interview-based instead of a web-based review has reduced the number of *SIS* products included in this review to only 21 of the 36 detected products. This is regrettable, but in this case quantity was sacrificed to completeness and validity. As website entries are meant for advertising the product, information on specific items may be biased. Also, it would have remained unclear whether an item is not detected because it is not part of the product or just not listed. Moreover, items could be described in a way making it difficult to attribute unambiguously a certain category and thus make sure comparability between products. For these reasons, interviews with product representatives were conducted accepting a reduced number of reviewed products.

### Overview of Different Reviewed *SIS* Products and General Information

The objects of this review are quite diverse, as it included established *SIS* as well as start-ups, complete solutions, and special solutions. The major objective was not to conduct a detailed qualitative comparison per item, but to give an overview on the *SIS* market and the prevalence of a list of potentially relevant features based on a catalog of criteria. For this purpose, it was sufficient to cover a large number of existing systems and to take a detailed view only on presence and absence of the respective fields at each *SIS*.

An examination of the countries of origin shows that all products included here come from Western countries (Figure 4). One reason for this is the limitation to English and German. It may be assumed that countries, such as China or Russia, with their highly structured sports programs, also have systems to manage athletes and their data. Moreover, it is also possible that national and customized solutions have been developed for own purposes but are not available on the open market. The comparatively high number of systems from Germany is most likely a result of the search strategy relying besides a web search also on personal contacts of the authors. Nevertheless, 36 systems from 11 different countries in a comparatively small market document a high degree of diversity and shows that this topic is of relevance in many countries, both justifying a systematic review.

### Detailed Fields and Features of the Reviewed *SIS*

The following section focuses on selected *SIS* items, discussing them in detail, and explaining their general impact and their importance for sport organizations.

When looking at the different fields at sport organizations, it is obvious that certain standard fields are part of all or most of the *SIS*. It is notable that the *business area (A14)* is covered by very few *SIS* (Figure 5). This shows that *SIS* were primarily designed for the sports area at the clubs. One reason may be the strong separation between sports and business within most sport organizations, even though there is a strong overlap here as well. For example, an official

diagnosis of an injury is important for the public relations department or a player's playing time affects the bonuses that are defined in his contract and are therefore relevant for accounting and controlling. Thus, many reasons speak in favor of integrating a business component.

Less than half of the *SIS* allow the *manipulation of the data model* (B4). Especially for data analysis, this could be important, because a predefined data model often does not provide the necessary data structure for specific analyzes, making it impossible or complicated workarounds are necessary. The *medical field* (B.II) as a standard in sport organizations is not covered by all of the systems. On the one hand, this may have to do with the special characteristics of this area or, on the other hand, with the fact that special legal requirements and certificates are necessary in some cases. The features at *scouting* (B.VI) are covered quite similar. Only the *ticketing for scouts* (B30) is an outlier, but as part of the planning and organization of many scouts at different events and locations, this is a very important requirement in sports practice. For *league data* (B31 & B40), there is an overlap to *match preparation* (B.V), because both fields use match data, but in a different way. Well-structured and effective access to these data for both areas can create synergies and thus enhance the added value of such *SIS*. The structure of *video analysis* (B.VI) is very diverse at the reviewed *SIS* products. The reason could be the complexity of these tools. There are specialized software products, and it is difficult to reproduce the full functionality, which some *SIS* providers have learned the hard way. Here, we find *BoS* and *BoB* (Figure 10) solutions as well. While the former may have the advantage of being an all in one solution, the latter offers greater independence by replacing or adding video analysis tools. For storage, various *SIS* offer *video cloud storage* (B45) for media files, others integrate external cloud storage optimized for video files into their *SIS* or linking streaming platforms. Practice shows that *live tagging* (B49) is a priority demand of coaches, especially in the youth sector, to set their pre-defined tags directly during the match. If there is no separate video analyst this can be helpful to reduce the work for post-processing. Surprisingly, not all *SIS* include the management of *training exercises* (B51 – B53). A closer look shows that these features are not included in the actual system but could be integrated by a third-party tool. One positive finding is that *sports science* (B.VIII) aspects are strongly represented in the reviewed products. This creates a sport-specific focus, to become more than just a general information system. *Accessing the whole database* (B58) is an important feature of it to develop analyses in other data analysis tools, especially if they are more advanced and not included in the *SIS* standard analysis.

All systems offer *cloud services* (C1), and only a few still offer *desktop* (C2) solutions, mostly for special applications like video analysis to have better performance. The possibility of hosting the *SIS* on club *servers* (C3) is still important for some sport organizations, as they do not trust cloud solutions. However, these concerns are now disappearing more and more. Most *SIS* support common *browsers* (C5) and therefore have no limitation on the *operating system* (C4). The difference between C4 and C5 is explained by the fact that one *SIS* only supports one operating system for its desktop application for video analysis. Because cloud services generate regular costs for running and maintenance server and update the software, *SIS* providers follow modern standards of regular *license fees* (C6). Most *SIS* providers have recognized the need for scalability due to different initial situations and sporting developments and offer different *modules* (C10). *Software architecture* (SWA) is usually fixed. Open architecture could pose a threat to the stability of the system, and sport organizations typically do not have the capabilities to develop their own software to be integrated.

Not all *SIS* offer *detailed right governance (D1)*, but instead only *preset user profiles (D4)*. Sport organizations are structured very differently in terms of size, departments, and responsibilities. Inflexible user profiles can, therefore, become a challenge in terms of access governance.

For *mobile access (E)*, the *SIS* are very similar. Only *mobile web pages (E3)* do not seem to be so common ( $n = 13$ ). This technology is maybe not very popular, or companies prefer to invest the resources in developing and maintaining *mobile apps (E4)* to provide more regulated applications. *Mobile web pages* could be an interesting opportunity, to provide more flexible, device independent and easier to maintain solutions for mobile access. Especially in the diverse and fast changing environment of sport organizations. However, this must be decided depending on the specific requirements.

A *user-specific presentation (F4 – F6)* of content seems to be important for *user interfaces (F)*. But if it becomes more specific, there are differences between the *SIS* that have to be considered.

In principle, all typical *support (G)* services are offered for the selection and implementation of *SIS*. The update policy is slightly different and must then be checked more closely when selecting the *SIS*.

All *SIS* provide general *security (H)* standards. Only *GDPR (H3)*, as a European regulation, was not covered by two non-European providers.

Since *SIS* should help to centralize different data sources, the products in general offer corresponding *interfaces (I)* for importing and exporting data. Because these questions have not been further specified, problems may occur with unusual formats and interfaces and must be checked before. In the case of common source systems, *auto feeds (I6)* and *partnerships (I7)* can be relevant to simplify data import. Especially for unusual source systems, a *general API (I8)* of the *SIS* could be useful to import the data.

At first glance, the area of *data analytics and reporting (J)* seems to be well covered. It appears that the topic of *machine learning (J2)* is also relevant here, but the results do not provide any insights on how it is implemented in each case. It is important to make the results of the data analyses directly accessible to the users in the organization to increase the acceptance and use of these methods. But not all *SIS* allow the *integration of the analyses into the user interface (J7)* or *integrate programming languages (J4)* in the architecture of the *SIS*. This means that access to the analyses and the workflow for the analyses differ enormously between different *SIS*. It can range from direct integration of the developed analyses in the *SIS* user interface to intricate access via external tools and extensive import and export processes. One consequence of this may even be that analyses demanded by staff cannot be realized at all. However, this does not hold in general but requires a qualitative inspection of the specific *SIS* with precise use cases.

### **Product Categories**

The categorization (Table 1 and Figure 9) was made only for the 21 reviewed *SIS* since there was not enough information available for all eligible *SIS* to also classify and include them. However, it also illustrates the diversity of the *SIS*, which requires a more detailed classification, even if it is difficult to make a strict distinction between the different categories. This often depends on the areas covered in sport organizations and the focus of the particular *SIS*. In general, each system requires athlete management and the integration of different data sources. For this reason and referring to the results of the classification it appears, that very few systems can be classified as real *AMS*. The majority are information systems with different

foci. Nevertheless, for a better understanding, it is important to define different categories and to assign the systems according to their characteristics and scope.

The classification of the *SIS* cannot be strictly separated into *BoS*, *BoB*, or *hybrid* system architecture (Figure 10). In sports, there are too many different fields and source systems for one provider to cover all of them. Therefore, it is rather a wide range of different hybrid models, which tended either more strongly to *BoS* or *BoB*. Each *SIS* must offer interfaces to different source systems, sometimes even to other *SIS*. However, such a classification is important for the strategy of the software providers, but also for the selection of *SIS* at the clubs.

### **Limitations of this work**

In some cases, there are quite large time differences between the different interviews, as the identification of the product and the execution of the interview lasted long. Therefore, and due to the dynamics of the *SIS* market, this study can only provide a snapshot. However, this is only partially relevant for this study, since the main objective is to provide a general overview of existing *SIS* and the representation of the different features from a *CIS* concept. It would be worthwhile to build up and continuously update an *SIS* product database.

Although the questionnaire already contained 164 items, the results were too general in several fields. For some questions, not only further details but also the specification of the features would have been of interest. The interview was consciously kept at this level, as each interview already lasted about one hour, and a more detailed interview would have considerably reduced the participation of the companies. Besides, more detailed questions in the individual fields would probably have required several experts from the company. This study intended to provide a more general overview, but not the entire range of *SIS*. More detailed follow-up studies of individual fields of such *SIS* can then be based on this.

The categories were developed based on *SIS* definitions. The term *athlete management systems (AMS)*, which is commonly used in practice, was restricted. This can lead to controversies, as definitions in other studies on this topic may be different. *SIS* and its subcategories in the context of this study are IT-based systems, and therefore a corresponding definition from the field of information technology has been used. The standards of IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), IEC (International Electrotechnical Commission), and ISO (International Organization for Standardization), which can be regarded as valid and widely used, were chosen for this work.

### **Conclusion**

As this study shows, the term *AMS* applies to only a few available systems or may be misleading, as it does not include the essential component of information generation. It is therefore recommended to refer to the systems in general as *SIS* or then more specifically as *AIS/FIS* or *CIS*. The study entails conclusions for at least three different areas addressed below.

### **Conclusions for Sports Informatics**

A large number of different IT systems in sport, with different data and informatics methods, requires an interdisciplinary approach, which sports informatics should address as a linking discipline. Sports informatics disposes of the necessary interdisciplinary knowledge from computer science, sports science, and sports practice that is required for the development and implementation of such *SIS* (Perl, 2003).

Sports informatics must demonstrate more strongly that it has the necessary domain know-how that is relevant for the development of such SIS. To this end, sports informatics should be more aware of its potential as an applied science in order to combine specific theoretical knowledge of the disciplines involved and transfer it into SIS development and sports practice. In practice, theoretical models from the field of sports science should guide the design of SIS.

### **Conclusions for SIS Companies**

The review provides a market overview for *SIS* companies to position their product. For example, missing features can be identified to adapt their product and close gaps to other providers. On the other hand, it can also be used to cover a niche if necessary, if the company is not big enough to develop a complete *CIS/FIS/AIS*.

Central findings from the review and the *CIS* concept of Blobel and Lames (2020) can also be used to adapt the respective product. For example, the modularity, integrated analyses, user-specific content, and usability of the systems are very relevant.

The review also shows that the providers offer opportunities for using the SIS from a sports science perspective. This indicates that sports science is primarily seen from the user perspective of SIS, which requires access to such systems but has less influence on the basic architecture. Therefore, it is recommended to include domain know-how from sports science in the development of such SIS. Especially the integration of sports informatics is suggested, which can build an interdisciplinary bridge between SIS providers, sport practice and sport science.

### **Conclusions for Sport Organizations**

This study provides a product overview to sport organizations and also lists the various features they should consider for a precise product selection. Besides, this work can be used to carry out the requirements analysis of the sport organization in advance. This must be done independently of the possible products and requires the determination and documentation of the internal source systems, data structures, processes, stakeholders, and fields of application of such *SIS*. It is important to be able to map essential internal processes in *SIS*. For example, major problems could arise if the software architecture of the *SIS* is not suitable. Furthermore, the analysis of short, medium, and long-term goals is necessary to select a product that not only fits the current needs but also future demands.

The selection of a suitable *SIS* is only one step and requires the integration of the *SIS* into the internal processes and the adaptation of these processes. Clear communication within the sport organization is important, which explain the investment and commits to the use of the system. It also requires the employment of a qualified staff, who is acknowledged by the other departments, is given sufficient time resources and a clear mandate to implement the *SIS* in the sport organization as a continuous task in collaboration with all users. These fundamental steps are necessary not only to buy suitable and powerful *SIS* but also to fully exploit its potential for advancing the entire organization.

## References

- Baca, A. (2006). Computer science in sport: An overview of history, present fields and future applications (Part I). *International Journal of Computer Science in Sport*, 5, 25–35.
- Berekoven, L., Eckert, W., & Ellenrieder, P. (2009). *Marktforschung: methodische Grundlagen und praktische Anwendung [Market research: methodological principles and practical application]* (12th ed.). Wiesbaden: Gabler.
- Blobel, T., & Lames, M. (2020). A Concept for Club Information Systems (CIS) - An Example for Applied Sports Informatics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 19(1), 102–122.
- Glaeser, C. (2017). A Buyer's Guide for Athlete Management System Software. Retrieved May 28, 2020, from <https://simplifaster.com/articles/buyers-guide-athlete-management-system-software/>
- Google LLC. (2020). Google Search - Discover How Google Search Works. Retrieved July 27, 2020, from <https://www.google.com/intl/de/search/howsearchworks/algorithms/>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2017). ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering - Vocabulary [PDF file].
- Lames, M. (1997). Unterstützung von Training und Wettkampf [Support of Training and Competition]. In J. Perl, M. Lames, & W.-D. Miethling (Eds.), *Informatik im Sport: Ein Handbuch [Computer science in sports: A handbook]* (pp. 170–187). Schorndorf: Hofmann.
- Light, B., Holland, C. P., & Wills, K. (2001). ERP and best of breed: a comparative analysis. *Business Process Management Journal*, 7(3), 216–224.
- Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M., & Eisenbeiß, M. (2019). *Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung: Konzepte, Instrumente, Praxisbeispiele [Marketing: Basics of market-oriented corporate management: Concepts, instruments, practical examples]* (13th ed.). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ (Online)*, 339(7716), 332–336.
- Perl, J. (2003). Sportinformatik [Sports Informatics]. In H. Haag & B. Strauß (Eds.), *TW4.5 Theoriefelder der Sportwissenschaft [Theoretical Fields of Sports Science]* (2nd ed., pp. 77–95). Schorndorf: Hofmann.
- Sarmento, H., Clemente, F. M., Araújo, D., Davids, K., McRobert, A., & Figueiredo, A. (2018). What Performance Analysts Need to Know About Research Trends in Association Football (2012–2016): A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(4), 799–836.
- Sarmento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831–1843.
- Schnabel, G., Harre, H.-D., & Krug, J. (2014). *TW2 Trainingslehre - Trainingswissenschaft: Leistung - Training - Wettkampf [Training theory - training science: performance - training - competition]* (3rd ed.; J. Krug, Ed.). Aachen: Meyer & Meyer Sport.

## A.6 Glossar – Begriffe des komplexen Strukturmodells

### Glossar

#### Sportliche Leistungsfähigkeit

Begriff	Quelle(n)	Definition
(Leistungs-) <b>Anforderung</b>	(Schnabel, 1993a, S. 54–55) <u>Weitere:</u> (Schnabel, Harre, & Krug, 2014, S. 36–38)	„Objektives Erfordernis in der Tätigkeit des Menschen, um eine bestimmte Aufgabe erfolgreich zu erfüllen.“
(Leistungs-) <b>Aufgabe</b>	(Schnabel, 1993b, S. 75) <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 36–38)	„Anforderung zur Ausführung einer Tätigkeit, oft verbunden mit der Überwindung von Widerständen und dem Lösen von Problemen.“
<b>Ausdauer</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Harre, 1993a, S. 83–84; Hohmann, Lames, Letzelter, & Pfeiffer, 2020, S. 55; Kayser, 2003a, S. 60–62; Kent & Rost, 1996a, S. 42–43; Schnabel et al., 2014, S. 180)	Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung um die (gewählte) Intensität möglichst lange aufrecht zu erhalten, Verluste zu minimieren, Technik und Taktik über lange Zeit zu stabilisieren und schnell regenerieren zu können.
<b>Belastungsintensität</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993b, S. 133; Röthig & Prohl, 2003f, S. 610; Schnabel et al., 2014, S. 222–224)	(≈ Trainingsintensität) Belastungsfaktor der den Umfang der Belastung pro Zeit/Anzahl in einer bestimmten Periode (bspw. Trainingseinheit) definiert. Komponente der Trainingsbelastung.
<b>Beweglichkeit</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 117; Remmert, 2020, S. 324; Schnabel, 1993c, S. 147–148; Schnabel et al., 2014, S. 146; Starischka, 2003b, S. 78–80)	Motorische Fähigkeit; Erreichbarer Bewegungsspielraum der Gelenke bzw. Gelenksysteme, der bei der Ausführung von Bewegungen oder der Einnahme bestimmter Haltungen in Erscheinung tritt.
<b>Handelnde</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Personen, die in der Organisation für die einzelnen Tätigkeiten verantwortlich sind / diese durchführen.
<b>Handlungskompetenz</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Mathesius, 1993d, S. 374; Schnabel et al., 2014, S. 70)	Ist die Fähigkeit, Handlungen (in Verbindung mit physischen und motorischen Regulationssystemen) entwickeln, trainieren und ausführen zu können.



<b>Handlungsregulation</b>	(Mathesius, 1993e, S. 377–378)  <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 79)	"Komplexer psychischer Prozeß, in dessen Verlauf ein Handlungsziel durch aktives, eigenständiges Handeln (Antriebsregulation, Ausführungsregulation) realisiert und der dafür notwendige, den jeweiligen Anforderungen entsprechende Zustand (Zustandsregulation) hergestellt wird."
<b>individuelle Handlungsfähigkeit</b>	(Mathesius, 1993c, S. 373)  <u>Weitere:</u> (Kurz, 2003, S. 247–248; Schnabel et al., 2014, S. 70)	„Möglichkeiten eines Menschen, u.a. eines Sportlers, auf der Grundlage seiner handlungsregulatorischen Voraussetzungen (Handlungsregulation) und durch Handlungsfehler eigene Aktivität den Handlungsspielraum in Anforderungssituationen voll auszuschöpfen und zu erweitern.“
<b>Kognition</b>	(Kratzer, 1993, S. 454)  <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 86)	„Sammelbegriff für alle psychischen Prozesse und Abbilder, die die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Informationen realisieren.“
<b>kognitive Fähigkeit</b>	(Mathesius, 1993a, S. 280)	„Relativ verfestigte, unterschiedlich generalisierte, individuelle Verlaufsbesonderheit kognitiver Prozesse, die einen Menschen für bestimmte (sportliche) Tätigkeiten mehr oder weniger geeignet macht.“
<b>Kondition</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Bös, Tittlbach, Schlenker, & Reichenbach, 2017, S. 114–155; Hohmann et al., 2020, S. 51–53; Röthig & Prohl, 2003a, S. 300; Schnabel, 1993d, S. 461; Schnabel et al., 2014, S. 156)	Die <b>Kondition</b> repräsentiert die primär energetischen Komponenten ( <b>Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit</b> und teilw. <b>Beweglichkeit</b> ) der sportlichen <b>Leistungsfähigkeit</b> und bestimmt maßgeblich den muskulären Antrieb.
<b>Konstitution</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Kennner, 2003, S. 302–304; Schnabel, 1993e, S. 464; Schnabel et al., 2014, S. 194)	Die <b>Konstitution</b> bezeichnet die weitgehend konstanten Merkmale des Körpers, die vor allem beim Körperbau in Erscheinung treten und primär genetisch determiniert werden, aber auch durch Umwelteinflüsse mitgeprägt werden können, wodurch sie durch sportliches <b>Training</b> beeinflussbar sind.
<b>(Leistungs-) Kontrollverfahren</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 182)	Festlegung von Methoden und Maßnahmen, mit denen die <b>Leistungsfähigkeit</b> der Athleten:innen diagnostiziert werden kann.
<b>Koordination</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Bös & Mechling, 1983, S. 160–162; Friedrich, 2016, S. 21; Hirtz, 1993, S. 281–282; Hohmann et al., 2020, S. 123; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 483–484; Krombholz, 2020, S. 408; Mechling, 2003, S. 307; Schnabel et al., 2014, S. 137)	Sammelbezeichnung motorischer Fähigkeiten; Vorrangig durch die Prozesse der Bewegungsregulation und Handlungsregulation bedingt. Dazu gehören: (1) Reaktionsfähigkeit (2) Rhythmusfähigkeit (3) Gleichgewichtsfähigkeit (4) Orientierungsfähigkeit (5) Differenzierungsfähigkeit (6) Kopplungsfähigkeit (7) Umstellungsfähigkeit

<b>Kraft</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 76; Hottenrott & Neumann, 2014, S. 156; Möser, 1993, S. 484; Schmidtbleicher, 2003a, S. 316–317; Schnabel et al., 2014, S. 157)	Motorische (konditionelle) <b>Leistungsfähigkeit</b> eines:r Athleten:in, die es ermöglicht, durch Muskeltätigkeit Widerstände zu überwinden (konzentrisch), ihnen nachzugeben (exzentrisch) oder sie zu halten (isometrisch). Ausprägungsformen: Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer.
<b>Kraftausdauer</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Harre, 1993b, S. 485; Hohmann et al., 2020, S. 95; Schmidtbleicher, 2003b, S. 317)	Konditionelle Fähigkeit, einen Bewegungswiderstand mit einem Kräfteinsatz von min. 30 % der <b>Maximalkraft</b> andauernd oder wiederholt bewältigen zu können.
<b>Leistung, sportliche</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 36)  <u>Weitere:</u> (Carl, 2003a, S. 334–335; Kent & Rost, 1996b, S. 235–236; Schnabel, 1993f, S. 530–531)	„Einheit von Vollzug und Ergebnis einer sportlichen Handlung bzw. einer komplexen Handlungsfolge, gemessen bzw. bewertet an bestimmten sozial determinierten Normen.“
<b>Leistungs(diagnose)planung</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 443)  Eigene Spezifikation	„Im allgemeinen Sinn ist Planung das systematische Vorbestimmen zukünftigen menschlichen Handelns bzw. Verhaltens.“  In Kontext dieser Arbeit beinhaltet die Leistungs( <b>diagnose</b> ) <b>planung</b> alle Maßnahmen, die einer Vorausbestimmung der Entwicklung der <b>Leistung</b> eines:r Athleten:in und die Diagnostik dessen, innerhalb einer Sportorganisation.
<b>Leistungsanalyse</b>	(Thieß, 1993a, S. 531–532)	„Analyse, in der sportliche <b>Leistung</b> in ihren strukturellen Komponenten untersucht wird, um die bestimmenden Faktoren, Kenngrößen, Kennwerte u.a. Leistungsvoraussetzungen zu ermitteln.“
<b>Leistungsanteile</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 224)	1. Individuelle Leistungs <b>anteile</b> von Einzelspielern:innen in Mannschaftssportarten 2. oder aber der Zusammenhang der Anteile einzelner Leistungs <b>faktoren</b> und <b>-merkmale</b> einer komplexen Leistungs <b>komponente</b> am Leistungsergebnis.
<b>Leistungsaufbau, langfristiger</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993b, S. 532; Hohmann et al., 2020, S. 216; Schnabel et al., 2014, S. 251)	Der in verschiedene Entwicklungsetappen und -phasen strukturierte langfristige Leistung <b>aufbau</b> , bezeichnet einen systematischen und zielorientierten Entwicklungsprozess der sportlichen Leistung <b>fähigkeit</b> . Ziel einer jeden Etappe ist es, die Leistung <b>voraussetzungen</b> für die darauffolgende Etappe vorzubereiten. —> Im Modell der sport. Leistung <b>fähigkeit</b> wird der Leistung <b>aufbau</b> als eine Planungskomponente für die Leistung <b>konzeption</b> gesehen.
<b>Leistungsauswertung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 182 sowie S. 235-236)	Durchführung von <i>Ist-Sollwert-Vergleichen</i> (Einzelathleten:innen und Gruppen), Leistungs <b>vergleichen</b> (von und mit Athleten:innengruppen, Normwerten o.ä.), der <i>Identifikation von Stärken/Schwächen</i> und der <i>Kontrolle</i> anderer Bereiche, wie bspw. des Trainingserfolges anhand der Trainings <b>wirkungsanalyse</b> .

Leistungs- <b>bereitschaft</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Röthig & Prohl, 2003b, S. 337; Schnabel, 1993g, S. 532; Schnabel et al., 2014, S. 43)	Leistungs <b>voraussetzungen</b> für die Leistungsfähigkeit, die sich auf die <b>Handlungsantriebe</b> (Einstellung (Motivation), Emotionalität, Volition) beziehen = psychische Einstellung, <b>Leistung</b> zu erbringen.
Leistungs- <b>bewertung</b>	(Borde, 1993c, S. 532–533)  <u>Weitere:</u> (Prohl, 2003, S. 337)	„ <i>Begutachtung und pädagogische Bewertung ermittelter Leistungsresultate; Bestandteil der Leistungskontrolle in Training und Wettkampf.</i> “
Leistungs <b>daten</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Zeichen (Buchstaben, Zahlen oder Sonderzeichen) in einer syntaktisch vordefinierten Form, die während der Leistungs <b>dokumentation</b> entstehen und der (maschinellen) Erfassung und Speicherung dienen. Dies können bspw. Zeitwerte eines Sprinttests sein. Diese einfache Zusammensetzung verfügt allerdings noch über keinerlei Kontext oder Verwendungszweck und muss erst zu Leistungs <b>informationen</b> aufbereitet werden.
Leistungs- <b>diagnose</b>	(Thieß, 1993b, S. 533)  <u>Weiter:</u> (Krug, 2003, S. 337–339; Schnabel et al., 2014, S. 437)	„ <i>Diagnose der <b>Leistung</b> im allgemeinen und der sportlichen <b>Leistungen</b> im besonderen. Im Rahmen der L. werden unterschieden: Die Erfassung und Bewertung von Komponenten der sportlichen <b>Leistung</b> und die Erfassung und Bewertung der <b>Leistungsvoraussetzungen</b> (u.a. Fähigkeiten und Fertigkeiten).</i> “
Leistungs- <b>diagnostik</b> (allgemein) → Leistungs- <b>diagnose</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Ferrauti, Schneider, & Wiewelhove, 2020, S. 98; Hohmann et al., 2020, S. 177–178; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 451; Schnabel et al., 2014, S. 447–448; Schnabel & Thieß, 1993, S. 533–534; Weineck, 2004, S. 75)	Trainingswissenschaftliches und trainingspraktisches Verfahren, welches die Gesamtheit der Maßnahmen zur Erfassung und Beurteilung der sportlichen Leistungsfähigkeit und des aktuellen Leistungszustandes von Athleten:innen betreffen. Dies beinhaltet entsprechende Messungen, daraus gewonnenen Kennzahlen und deren Verhältnis zueinander. Es dient dem grundlegenden Verständnis der sportlichen <b>Leistung</b> in einer Sportart (= trainingswissenschaftlich) oder zur Identifikation von Stärken und Schwäche von (einzelnen) Athleten:innen und der Kontrolle des Trainingserfolgs (= trainingspraktisch).
Leistungs- <b>diagnostik</b> (im engeren Sinne)	Eigene Arbeitsdefinition	Umfasst die Bereiche der Leistungs <b>dokumentation</b> und Leistungs <b>analyse</b> und wird hier i.S.d. tatsächlichen Ausführung der Diagnostik verstanden.
Leistungs- <b>diagnostiker:in</b>	Eigene Arbeitsdefinition	<b>Handelnde</b> Person, die für die Leistungs <b>diagnostik</b> in der Sportorganisation verantwortlich ist. Häufig Personen mit sportwissenschaftlicher Ausbildung. Häufig gibt es Überschneidungen zu den anderen Diagnostikern.
Leistungs- <b>dokumentation</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Aufzeichnungen der vom/von Athleten:innen vollbrachten sportlichen <b>Leistung</b> während der Leistungs <b>diagnose</b> .
Leistungs- <b>entwicklung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Kayser, 2003b, S. 339; Schnabel, 1993h, S. 534–535; Schnabel et al., 2014, S. 56)	Entwicklungsprozess der Leistungsfähigkeit und der zugrunde liegenden Leistung <b>voraussetzungen</b> . - Endogen = Veränderung des Körperbaus und der inneren Organe (Wachstum, Alter, Geschlecht) - Exogen = Veränderungen durch äußere Einflüsse ( <b>Training</b> )

Leistungs- <b>ergebnis</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel, 1993i, S. 535; Schnabel et al., 2014, S. 41)	Das Resultat einer sportlichen vollzogenen Leistung (→ Leistungsvollzug), häufig in Form von quantitativen Werten (Spielergebnis, Sprunghöhe, Zeit pro Strecke...).
Leistungs- <b>erwartung</b>	(Müller, 1993a, S. 535–536)	„ <i>Persönliche Zielstellung für <b>Wettkämpfe</b>, Trainings-<b>tests</b> und andere Formen der <b>Leistungskontrolle</b>. Die L. bildet für den Sportler gleichzeitig eine Basisgröße für die Bewertung der erzielten Resultate, aus der erst Erfolgs- oder Misserfolgsergebnisse entstehen. Der Aufbau realer und anspruchsvoller L. ist ein wichtiges Anliegen der psychologischen Wettkampfvorbereitung.</i> “
Leistungs- <b>fähigkeit</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Röthig & Prohl, 2003c, S. 339; Schnabel, 1993j, S. 536; Schnabel et al., 2014, S. 41-44 sowie S. 48-51)	Potenzielle Grundlage und Gesamtheit der personalen Leistungsvoraussetzungen zur Bewältigung der Leistungsanforderungen. Bestimmt in Wechselbeziehung mit der Leistungsbereitschaft, vorherrschenden Umweltbedingungen und der Aufgabenspezifität die mögliche Leistung.
Leistungs <b>faktor</b> Voraussetzungs- komplexe	(Schnabel et al., 2014, S. 585)  <u>Weitere:</u> (Schnabel, 1993k, S. 537–538)	„Komplex [ein geschlossenes Ganzes] von Leistungsvoraussetzungen, der mit weiteren Leistungsfaktoren als Wirkungsgröße die sportliche Leistung bestimmt“
Leistungs <b>grenze</b>	(Neumann, 1993, S. 538)	„ <i>Maximal erreichbare sportliche Leistung des trainierten Athleten. Individuelle L. ist maßgeblich abhängig vom Trainings- bzw. Belastungsniveau und ist daher individuell sehr unterschiedlich. Internationale L. Werden durch sportliche Bestleistungen (Weltrekorde) repräsentiert.</i> “
Leistungs- <b>information</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Erhalten Leistungsdaten einen Kontext und somit einen Zweckbezug, dann entstehen daraus Trainingsinformationen. Ziel der Leistungsdiagnostik sollte die Generierung von aussagekräftigen Leistungsinformationen sein und nicht die reine Erhebung von Leistungsdaten.
Leistungs- <b>kennziffer</b>	(Borde & Sust, 1993, S. 538)  Ergänzung für diese Arbeit	„ <i>Größe, deren Wert die sportlichen Leistungen, Teilleistungen oder Leistungsvoraussetzungen angibt.</i> “  Für jede leistungsbestimmende konditionelle Fähigkeit muss eine konkrete Leistungskennziffer festgelegt werden.
Leistungs- <b>komponente</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 52–53; Schnabel, 1993l, S. 538–539; Schnabel et al., 2014, S. 44–45)	Bestandteil/Element/Teilleistung einer größeren Einheit / eines Ganzen, der sportlichen Leistung. So sind Kondition und Koordination bspw. Leistungskomponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit.
Leistungs- <b>kontrolle</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde & Thieß, 1993, S. 539; Hohmann et al., 2020, S. 238)	Bei der Leistungskontrolle werden (statistische) Verfahren entwickelt und angewandt, um den aktuellen Leistungszustand, basierend auf den ermittelten Ist-Daten, zu bestimmen. Diese Ist-Daten werden mit den in der Leistungskonzeption ursprünglich geplanten Leistungserwartungen und -prognosen verglichen (Ist-Sollwert-Vergleich).

Leistungs- <b>konzeption</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Umfassende Sammlung der (Leistungs) <b>Ziele</b> und Entwicklung entsprechender Strategien und Maßnahmen zur Realisierung dieser.
Leistungs- <b>kriterium</b>	(Sperling, 1993, S. 539–540)  <u>Weitere:</u> (Hohmann et al., 2020, S. 178–179)	Ein Ent- oder Unterscheidungsmerkmal für die „ <i>Bewertung und Beurteilung von körperlichen, motorischen, psychischen und sozial-moralischen <b>Leistungen</b> in der Persönlichkeitsentwicklung.</i> “ —> Element der <b>Leistungskontrolle</b>
Leistungs- <b>lenkung</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen aus der Leistungs <b>analyse</b> wird auf die vorhergehenden Prozessschritte (Planung, Umsetzung und Analyse) eingewirkt, um die <b>Leistungssteuerung</b> zu optimieren oder aber um Gefahren zu verringern.
Leistungs- <b>merkmal</b>	(Schnabel, 1993m, S. 540)	„ <i>Merkmal, das wesentliche Aspekte einer <b>Leistung</b> in Vollzug und/oder Ergebnis kennzeichnet.</i> “
Leistungs- <b>monitoring</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Ferrauti, Fett, et al., 2020, S. 604–606; Hohmann et al., 2020, S. 200)	Ausgewählte Methoden der <b>Leistungskontrolle</b> , die primär zur unmittelbaren Überwachung der Athleten:innenleistung genutzt werden, um steuernd und präventiv eingreifen zu können (bspw. Player Load Monitoring).
Leistungs- <b>motivation</b>	(Müller, 1993b, S. 540)  <u>Weitere:</u> (Gabler, 2003, S. 341–342)	„ <i>In verschiedenen psychologischen Handlungskonzeptionen und Motivationstheorien gesondert gekennzeichnete Antriebsstruktur, die die Bereitschaft des Individuums umfaßt, bestimmte <b>Leistungen</b> zu erzielen.</i> “
Leistungs <b>niveau</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 34; Schnabel et al., 2014, S. 41)	Gruppierung in unterschiedliche Leistungs <b>niveaustufen</b> zur besseren Strukturierung, mit dem Ziel der Stabilisierung eines Leistungs <b>niveaus</b> oder des Erreichens höherer Niveaustufen.
Leistungs- <b>parameter</b>	(Schnabel, 1993n, S. 541)	„ <i>Kenngroße für einzelne Komponenten, Aspekte, Teilvorgänge sportlicher <b>Leistungen</b>.</i> “
Leistungs- <b>prognose</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 266; Schnabel, 1993o, S. 541; Schnabel et al., 2014, S. 563 sowie S. 568)	Formulierung objektiver Anforderungsbedingungen zu erwartender Qualifikations-/Siegleistungen bei zukünftigen <b>Wettkämpfen</b> .
Leistungs- <b>stabilität</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Heuchert & Schnabel, 1993, S. 541–542)	Konstante sportlichen <b>Leistung</b> über einen längeren Zeitraum hinweg.
Leistungs- <b>steuerung</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 437)  <u>Weitere:</u> (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 69)	„ <i>Die zielorientierte, systematische Einflussnahme auf den Prozess der Leistungs<b>entwicklung</b> durch die organisierte (lang-, mittel- und kurzfristige) Abstimmung aller im Trainings<b>prozess</b> erforderlichen Prognose-, Planungs-, Durchführungs-, Diagnose- und Lenkungsmaßnahmen im Hinblick auf das Erreichen des sportlichen Erfolgs.</i> “
Leistungs- <b>struktur</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 45)  <u>Weitere:</u> (Schnabel, 1993p, S. 542)	(≈ Leistungs <b>system</b> ) „ <i>Der innere Aufbau, das Gefüge und die Wechselbeziehungen der Komponenten (Faktoren) des Leistungs<b>systems</b>.</i> “

Leistungs- strukturanalyse	(Hohmann et al., 2020, S. 265)	„Feststellung gesetzmäßiger Zusammenhänge innerhalb und zwischen der Wettkampfleistung, Wettkampfteilleistung und Leistungsvoraussetzungen. ... die Resultate entfalten ihre praktische Relevanz im Sinne der Bereitstellung von Hintergrundwissen für die Zielplanung des Trainings.“
Leistungs- system	(Schnabel et al., 2014, S. 585)	„Die (sportliche) <b>Leistung</b> als komplexe Einheit miteinander verbundener Elemente - Faktoren - und ihren Wechselbeziehungen (Kopplungen).“
Leistungs- vergleich	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 182 sowie S. 244)	1. Vergleich der <b>Leistung</b> (basierend auf Leistungs-kontrolle und -auswertung) von Athleten:innen mit Gruppenleistungen, Normwerten, o.ä. 2. Vergleich der <b>Leistungen</b> einzelner Sportler:innen/Mannschaften im sportlichen <b>Wettkampf</b> nach festgelegten Regeln.
Leistungs- verlaufsanalyse	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 239)	Bei der Leistungs <b>verlaufsanalyse</b> werden die erhobenen Leistungs <b>daten</b> über einen bestimmten Zeitraum hinweg (min. zwei Messzeitpunkte) untersucht. Mit geeigneten Verfahren wird kontrolliert, ob die geplante Leistungs <b>entwicklung</b> tatsächlich vollzogen wurde. → In Anlehnung an Trainings <b>verlaufsanalyse</b> .
Leistungs- vollzug	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 45; Schnabel et al., 2014, S. 36)	Ausführung der sportlichen <b>Handlung</b> die zum → Leistung <b>sergebnis</b> führt.
Leistungs- voraussetzung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel, 1993q, S. 543; Schnabel et al., 2014, S. 41–43)	Notwendige personale (innere) und äußere Bedingungen, die für die Bewältigung bestimmter Leistungs <b>anforderungen</b> erforderlich sind. Grundlegend für die Leistung <b>fähigkeit</b> .
Leistungs- vorbereitung (psychische)	(Mathesius, 1993f, S. 544)	„Bewusstes Herstellen eines leistungsgünstigen, ziel- und anforderungsbezogenen inneren Zustandes in <b>Training und Wettkampf</b> .“
Leistungsziel	Eigene Arbeitsdefinition	Als Leistungs <b>ziel</b> wird ein möglichst konkretes Resultat der Leistungs <b>planung</b> gesehen, wodurch ein Ende einer Phase der Leistungs <b>entwicklung</b> und eine Bewertung dieser ermöglicht wird.
Leistungs- zustand	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Röthig & Prohl, 2003d, S. 344; Schnabel et al., 2014, S. 43–44)	Die Ausprägung der sportlichen Leistung <b>fähigkeit</b> und Leistungs <b>bereitschaft</b> zu einem bestimmten Zeitpunkt.
Lenkungs- maßnahme	Eigene Arbeitsdefinition	Beeinflussende Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von Gefahren, bzw. die Einflussnahme auf Phasen/Komponenten innerhalb eines Prozesses. Grundlage ist die Auflistung aller potenziellen Gefahren, die mit einer bestimmten Prozessstufe verbunden sind. Diese Auflistung ist das Ergebnis einer internen Gefahrenanalyse. Ergänzend ist eine Auflistung der Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von Gefahr notwendig.

<b>Motorik</b>	(Blaser, Hirtz, & Schnabel, 1993, S. 590)  <u>Weitere:</u> (Bös & Mechling, 2003, S. 379–382)	„Gesamtheit der Strukturen und Funktionen des Bewegungssystems. Die M. beruht in erster Linie auf den Funktionen des sensorischen und neuromuskulären Systems. Die hierarchisch geordneten Strukturen des Zentralnervensystems sind im Zusammenspiel mit den aktiven und passiven Elementen des Bewegungsapparates für die Sicherung von Körperhaltung und Bewegung verantwortlich; denn Bewegung setzt zuerst Haltung voraus. In der menschlichen Tätigkeit ist die Motorik universelles Mittel zur Auseinandersetzung und Kommunikation mit der Umwelt.“
<b>Prioritätenkatalog</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 177 sowie S. 182)	Aufflistung und Gewichtung der für die sportlichen Leistung relevanten <b>Fähigkeiten</b> und <b>Fertigkeiten</b> . Ergänzend auch für die <b>Leistungskonzeption</b> und <b>Trainingsplanung</b> .
<b>Psychologische Eigenschaften</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 174; Schnabel et al., 2014, S. 63–67)	Die <b>Leistungskomponente Psychologie</b> bezeichnet in diesem Modell die <b>psychischen Leistungsvoraussetzungen</b> eines:r Athleten:in im Sport. Diese umfassen kognitive, motivationalale, volitive und soziale Fähigkeiten.
<b>Schnelligkeit</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Heß, 1993, S. 696–697; Hohmann, 2003, S. 462–464; Hohmann et al., 2020, S. 101; Schnabel et al., 2014, S. 169)	[koordinativ-konditionelle] <b>Leistungskomponente</b> , die es ermöglicht, in kürzester Zeit auf Reize zu reagieren / Informationen zu verarbeiten sowie elementare Bewegungen und komplexe motorische Handlungen unter ermüdungsfreien Bedingungen auszuführen.
<b>Strategie</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 149; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 248; Roth, 2003a, S. 567; Schnabel et al., 2014, S. 96)	(≈ <b>Taktik</b> ) <b>Strategie</b> (& <b>Taktik</b> ) bezeichnet die Gesamtheit an <i>individuellen</i> und <i>kollektiven Handlungsplänen</i> und Entscheidungsregeln deren optimale Nutzung einen sportlichen Erfolg ermöglicht. <b>Strategie</b> bezieht sich in diesem Modell auf die (taktischen) Planungen und Absprachen, die <u>vorbereitend</u> und mittel-/langfristig orientiert auf den <b>Wettkampf</b> behandelt werden. Bspw. die generelle „Spielphilosophie“.
<b>Taktik</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 149; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 247; Roth, 2003b, S. 577–578; Schnabel et al., 2014, S. 96–97)	(≈ <b>Strategie</b> ) <b>Taktik</b> (& <b>Strategie</b> ) bezeichnet die Gesamtheit an <i>individuellen</i> und <i>kollektiven Handlungsplänen</i> und Entscheidungsregeln deren optimale Nutzung einen sportlichen Erfolg ermöglicht. <b>Taktik</b> bezieht sich in diesem Modell vielmehr auf das kurzfristig orientierte Verhalten der Beteiligten <u>während</u> des <b>Wettkampfes</b> .
<b>Technik</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 130; Mechling & Carl, 2003, S. 588–590; Schnabel et al., 2014, S. 121)	Sammelbezeichnung einer Reihe technischer Fertigkeiten eines:r Sportlers:in oder einer Sportart, die in Form einer Bewegungsabfolge zur Lösung bestimmter Bewegungsaufgaben innerhalb einer sportlichen Handlung wichtig sind.
<b>Testart</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Überkategorie für die Elemente Labortest oder Feldtest.
<b>Testbatterie</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 189; Thieß, 1993c, S. 846)	Eine <b>Testbatterie</b> (gewichtet und ungewichtet) ist eine Form des <b>Testsystems</b> bei dem Einzeltests als Prädiktoren zu einem Wert kombiniert werden und dadurch ihre Eigenständigkeit verlieren.

Test- <b>bestandteile</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Die <b>Testbestandteile</b> legen, basierend auf den Komponenten des jeweiligen Leistungskomplexes, fest, welche konkreten Einzeltests Teil des <b>Testsystem</b> sein müssen, um die erforderlichen <b>Testparameter</b> bestimmen zu können.
Testform/Test- <b>system</b>  Einzeltest / Testprofil	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an:  Testform (Thieß, 1993d, S. 847)  Testsystem (Thieß, 1993e, S. 850)	Mit der <b>Testform</b> wird festgelegt, ob ein Einzeltest oder eine Kombination von Einzeltests (dann ein <b>Testsystem</b> ) zur Diagnose durchgeführt wird/werden. Beim <b>Testsystem</b> können die kombinierten Einzeltests in ihrer Eigenständigkeit bestehen bleiben ( <b>Testprofile</b> ) oder in einem Wert kombiniert (—> <b>Testbatterie</b> ) werden.
Test- <b>gütekriterien</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 177)	Merkmale von Tests, die dazu dienen, die Qualität dieser einzuschätzen: Objektivität, Reliabilität, Validität.
Testinhalt	Eigene Arbeitsdefinition	<b>Testinhalt</b> bildet die Überkategorie für die festgelegten <b>Testparameter</b> , <b>Testbestandteile</b> und das <b>Testsystem</b> .
Test- <b>organisation</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Ist die Vorbereitung und feste Planung der für die Leistungstests relevanten <i>Teilnehmer, Örtlichkeiten, Termine</i> (Datum und Uhrzeit) und <i>Hilfsmittel</i> .
Test <b>parameter</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Charakteristische Größen, bzw. deren quantitativen oder qualitativen Ausprägung, um entsprechende Messwerte/Kennzahlen/Bewertungen mithilfe von <i>Messverfahren</i> ermitteln zu können.
(Leistungs-) Test <b>plan</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Detailliert ausgearbeitetes Dokument aller für die Organisation, Umsetzung und standardisierte Ausführung der Leistungs <b>diagnostik</b> relevanten Elemente der Leistungs(diagnose) <b>planung</b> .
Test <b>protokoll</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993e, S. 885)	Festlegung und Aufzeichnung der Ziele, Inhalte, methodischen Lösungen und des organisatorischen Vorgehens bei Leistungstests.
Test- <b>protokollierung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 235)	Dokumentation (auf Datenträgern) von Leistungs <b>ergebnissen</b> , Leistungs <b>bewertungen</b> und relevanter Rahmenbedingungen auf Grundlage definierter Kriterien ( <b>Testprotokoll</b> ).
Test <b>struktur</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Der innere Aufbau der Leistungstests und der Überbegriff für die praktisch konkreten Elemente zur Umsetzung der zuvor im Leistungs <b>konzept</b> festgelegten Inhalte.
Test <b>zyklen</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Abhängig von den <b>Wettkampf-</b> und <b>Trainingszyklen</b> und ein wichtiger Bestandteil zur regelmäßigen Leistungs <b>diagnostik</b> und um den optimalen Zeitpunkt zur Leistungs <b>bewertung</b> des Leistungs <b>zustandes</b> eines:r Athleten:in zu treffen.



<b>Vergleichsnormen</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 182–183)	Vergleichswerte, um Stärken und Schwächen klassifizieren zu können. Zu subjektiven Normen (Einschätzung eines:r Trainers:in) sollten wissenschaftlich fundierte Vergleichsnormen herangezogen werden. <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Ideale</u> Normen (weltbeste Sportler oder aus theoretischen Modellen abgeleitet)</li> <li>- <u>Statistische</u> Normen (Mittelwerte und Streuungsangaben an Stichproben)</li> <li>- <u>Funktionale</u> Normen (Mindestanforderungen für die Erfüllung einer gewissen Leistung)</li> </ul>
-------------------------	---	--

## Sportliches Training

Begriff	Quelle	Definition
<b>Belastungsfaktor</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993a, S. 131; Schnabel et al., 2014, S. 221)	Einzelne komplexe Einfluss-/Beschreibungsgrößen der Trainings <b>belastung</b> . Können zur Steuerung, Planung und Analyse dienen. Unterscheidung von: <b>Belastungsintensität</b> , <b>Belastungsumfang</b> und <b>Belastungsdichte</b> .
<b>Belastungsintensität</b>		(≈ Trainingsintensität) —> siehe Glossar zum <i>Modell der Leistungsfähigkeit</i> .
<b>Einflussnahme auf das Training / Coaching</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hackfort, 2003, S. 119; Hohmann et al., 2020, S. 261–262; Schnabel et al., 2014, S. 556–557; Weineck, 2010, S. 29–32)	Veränderung der (Trainings-)Rahmenbedingungen durch die <b>Lenkenden</b> , wodurch Veränderungen der <b>Trainingstätigkeit</b> herbeigeführt werden (bspw. Auswahl der Trainingsgruppen).
<b>Führung der Sportler (im Training) / Coaching</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Heinemann, 2003, S. 207–208; Hohmann et al., 2020, S. 261–262; Schnabel et al., 2014, S. 556; Weineck, 2010, S. 29–32)	Direktes Einwirken der <b>Lenkenden</b> während der <b>Trainingstätigkeit</b> auf die Teilnehmenden, bspw. durch persönliche Ansprache.
<b>Leistungsaufbau, langfristiger</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993b, S. 532; Hohmann et al., 2020, S. 216; Schnabel et al., 2014, S. 251 sowie S. 401 sowie S. 585)	Der in verschiedene Entwicklungsetappen und -phasen strukturierte <b>langfristige Leistungsaufbau</b> , bezeichnet einen systematischen und zielorientierten Entwicklungsprozess der <b>sportlichen Leistungsfähigkeit</b> . Ziel einer jeden Etappe ist es, die <b>Leistungsvoraussetzungen</b> für die darauffolgende Etappe vorzubereiten. —> Im <i>Modell des sportlichen Trainings</i> bezieht es sich auf die wissenschaftlichen Grundlagen für einen langfristigen <b>Leistungsaufbau</b> , speziell für die Komponente <b>Trainingsstruktur-/aufbau</b> .
<b>Lenkende</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Personen (Betreuer:innen und/oder Athleten:innen) die Maßnahmen zur <b>Trainingslenkung</b> durchführen.

<b>Periodisierung</b>	(Berger, 1993e, S. 622–624)  <u>Weitere:</u> (Carl, 2003k, S. 612–613; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 456; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 279–281; Schnabel et al., 2014, S. 586)	„Einteilung des Trainingsjahres in Trainingsperioden sowie differenzierte <b>inhaltliche</b> Planung und Gestaltung dieser aufeinanderfolgenden Perioden mit dem Ziel der <b>Herausbildung [und Stabilisierung] der sportlichen Leistungsfähigkeit</b> bzw. der sportlichen Form.“
<b>Rückschlüsse aus Training</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Gewonnene Erkenntnisse das <b>Trainings</b> und die Trainingsteilnehmer:innen betreffend, anhand derer lenkend (steuernd) auf Phasen des <b>Trainingsprozesses</b> eingewirkt wird.
<b>Training, sportliches</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl, 2003b, S. 606–607; Hohmann et al., 2020, S. 16; Köhler, 1993a, S. 867–868; Schnabel et al., 2014, S. 203)	Komplexer Handlungsprozess und Realisation von Maßnahmen zur planmäßigen, systematischen und zielorientierten Einwirkung auf die sportliche <b>Leistungsfähigkeit</b> des:der Sportlers:in.
<b>Trainings- etappe / Trainings- periode</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an:  <u>Trainingsperiode:</u> (Berger, 1993h, S. 882)  <u>Trainingsetappe:</u> (Borde, 1993i, S. 875; Carl, 2003f, S. 609–610)	Inhaltlich determinierter und zeitlich festgelegter Abschnitt eines Periodenzyklus des langfristigen <b>Leistungsaufbaus</b> .
<b>Trainingsablauf</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Schrittweise Durchführung der im <b>Trainingsplan</b> festgelegten <b>Trainingsabschnitte</b> und <b>Trainingsübungen</b> .
<b>Trainings- abschnitt</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Bestimmter Teil einer <b>Trainingseinheit</b> (Aufwärmen/Erwärmen, Hauptteil, Individualteil, Cool-down).
<b>Trainings- analyse</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 291; Thieß, 1993f, S. 871–872)	Möglichst objektive Auswertung und Beurteilung leistungsbestimmender <b>Trainingsinhalte</b> und <b>-strukturen</b> anhand von, in der <b>Trainingsdokumentation</b> gewonnenen, Daten.
<b>Trainingsart</b>	(Berger, 1993f, S. 872–873)	(≈ <b>Trainingsform</b> ) „Begriff für die Kennzeichnung der Differenzierungserfordernisse des sportlichen <b>Trainings</b> hinsichtlich unterschiedlicher <b>Ziele, Inhalte, Methoden, Mittel</b> , organisationsmethodischer <b>Formen, Beanspruchungsschwerpunkte, Spezialisierungsgrade</b> , Sportarten und Trainierender.“
<b>Trainings- aufbau</b>		(≈ <b>T-Struktur</b> )
<b>Trainings- aufgabe</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel, 1993r, S. 873; Schnabel et al., 2014, S. 207)	Aus den <b>Trainingszielen</b> abgeleitete an den:die Sportler:in gestellte konkrete Anforderung, die er:sie durch die <b>Trainingstätigkeit</b> erfüllen muss.

Trainingsauswertung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993f, S. 873; Hohmann et al., 2020, S. 235–236)	Bezeichnet den verstärkt analytischen Ansatz zur Auswertung und Beurteilung der Wirksamkeit des <b>Trainings</b> anhand von Leistungs-, Trainings- und Wettkampfanalysen über einen (definierten) Zeitraum hinweg. Entwickelte und etablierte Methoden der <b>Trainingsauswertung</b> dienen dann der <b>Trainingskontrolle</b> .
Trainingsbeanspruchung	(Carl, 2003c, S. 607)	„... unmittelbare Auswirkung einer <b>Trainingsbelastung</b> auf den Sportler...“
Trainingsbelastung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl, 2003d, S. 608; Schnabel et al., 2014, S. 220–221)	(≈ <b>Trainingsbeanspruchung</b> ) Gesamtheit der im sportlichen <b>Training</b> auf den:die Sportler:in einwirkenden Belastungsfaktoren.
Trainingsbeobachtung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Starischka, 2003c, S. 608; Thieß, 1993g, S. 874)	Methodisches Verfahren der Selbst- oder Fremdbeobachtung um objektive und subjektive Informationen (und der Abgleich dieser) über die Inhalte, Methoden und Wirksamkeit des sportlichen Trainings zu gewinnen.
Trainingsbestandteil	Eigene Arbeitsdefinition	(≈ <b>Trainingselement</b> ) Einzelne(r) Teil(e) einer <b>Trainingseinheit</b> . Ergeben sich aus den <b>Trainingsinhalten</b> und den Zwischenphasen (bspw. Pausen).
Trainingsdaten	Eigene Arbeitsdefinition	Zeichen (Buchstaben, Zahlen oder Sonderzeichen) in einer syntaktisch vordefinierten Form, die während der <b>Trainingsprotokollierung</b> entstehen und der (maschinellen) Erfassung und Speicherung dienen. Dies können bspw. Positionsdaten eines Trackingsystems sein. Diese einfache Zusammensetzung verfügt allerdings noch über keinerlei Kontext oder Verwendungszweck und muss erst zu <b>Trainingsinformationen</b> aufbereitet werden.
Trainingsdauer	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993j, S. 891; Röthig & Prohl, 2003e, S. 608–609)	(≈ <b>Trainingszeit</b> ) Gesamte Zeit die zur Entwicklung der sportlichen <b>Leistung</b> in einem begrenzten <b>Trainingsabschnitt</b> aufgewendet wird. Komponente der <b>Trainingsbelastung</b> .
Trainingsdiagnostik	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 235–236; Schnabel et al., 2014, S. 451–453)	Umfasst die <b>Trainingsdokumentation</b> anhand trainingspraktischer Ist-Werte mithilfe der <b>Trainingsprotokollierung</b> ( <b>T-protokoll</b> ; <b>T-tagebuch</b> ; <b>T-beobachtung</b> ) und die darauf aufbauende <b>Trainingsanalyse</b> , mit der <b>Trainingskontrolle</b> und der <b>Trainingsauswertung</b> .
Trainingsdokumentation	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993g, S. 875; Schnabel et al., 2014, S. 451; Starischka, 2003d, S. 609; Weineck, 2010, S. 68)	Gesamtheit der systematischen Aufzeichnungen der wesentlichen Informationen des absolvierten <b>Trainings</b> und der Bedingungen während des <b>Trainingsvollzugs</b> . Bildet die wesentliche Grundlage für die Auswertung des <b>Trainings</b> .
Trainingsdurchführung / Trainingsvollzug	(Hohmann et al., 2020, S. 208)	„Die eigentlich praktische <b>Trainingsdurchführung</b> besteht im systematischen Vollzug der im Planmodell begründeten <b>Trainingsintervention</b> .“

Trainingseffekt / Trainingsanpassung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 208; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 31)	Nachweisbare Auswirkung einer Trainingsintervention (= Anpassungsleistung).
Trainings-einheit	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993h, S. 875; Carl, 2003e, S. 609; Hohmann et al., 2020, S. 229–230; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Schnabel et al., 2014, S. 418)	Kleinster (in sich geschlossener) und wiederkehrender Abschnitt im Trainingsprozess, der die Zusammenführung und optimale Anordnung der Elemente der Trainingsplanung für die sportpraktische Anwendung beinhaltet.
Trainings-element	Eigene Arbeitsdefinition	(≈ Trainingsbestandteil)
Trainingsform(en)	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl & Kayser, 2003a, S. 610)	(≈ Trainingsart) Art und Weise des Trainings.
Trainingshilfsgerät	(Fiedler & Schmidt, 1993, S. 867–877)	„Gerät oder Gerätesystem, das geeignet ist, die athletische, technische oder taktische Ausbildung zu unterstützen und verbessern zu helfen.“ (→ Trainingsmittel)
Trainingsimpuls		(≈ Trainingsreiz)
Trainingsinformation	Eigene Arbeitsdefinition	Erhalten Trainingsdaten einen Kontext und somit einen Zweckbezug, dann entstehen daraus Trainingsinformationen. Ziel der Trainingsdiagnostik sollte die Generierung von aussagekräftigen Trainingsinformationen sein und nicht die reine Erhebung von Trainingsdaten.
Trainingsinhalt	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl & Kayser, 2003b, S. 610; Hohmann et al., 2020, S. 17; Köhler, 1993b, S. 877; Schnabel et al., 2014, S. 211 sowie S. 590)	Alle sportpraktischen Maßnahmen, die zur Verwirklichung der Trainingsziele beitragen.
Trainingsintensität		(≈ Belastungsintensität) → siehe Glossar zum Modell der Leistungsfähigkeit
Trainingsintervention	(Hohmann et al., 2020, S. 208)	„... systematisch geplantes und seriell wiederholtes Verfahren das zu sportlichen (Teil-) Leistungen führt, die bislang noch nicht im sportlichen Leistungszustand“ des:r Athleten:in angelegt waren.
Trainingskontrolle	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 235–236; Starischka, 2003e, S. 610–611)	Bezeichnet den verstärkt kontrollierenden Ansatz, die Häufigkeit des absolvierten Trainings und dessen Wirksamkeit auf den Leistungszustand der Trainierenden anhand festgelegter Methoden und Kennzahlen zu erfassen und den Trainingszustand und die Trainingsleistung unmittelbar zu überprüfen.

Trainings- <b>konzeption</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993j, S. 878; Schnabel et al., 2014, S. 590)	Ausführende Handlung zur Erstellung des Trainings <b>konzepts</b> . Die Trainingskonzeption ist der theoretische Entwurf zur Realisierung der Trainings <b>ziele</b> . Dies beinhaltet grundlegende Entscheidungen zu den wesentlichen Entwicklungsaspekten der <b>Leistungsfähigkeit</b> der Athleten:innen und der Trainingsgestaltung in einem festgelegten Zeitraum.
Trainings <b>lehre</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl, 2003g, S. 611; Hohmann et al., 2020, S. 27; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 14; Schnabel et al., 2014, S. 878–879; Weineck, 2019, S. 17)	Systematische Sammlung und handlungsorientierter Teil der Trainings <b>wissenschaft</b> (der sich aus (sport-)wissenschaftlichen und sportpraktischen Quellen speist) im Hinblick auf die Anwendung in der Sport <b>praxis</b> .
Trainings- <b>leistung</b>	(Schnabel, 1993s, S. 879)	„Sportliche <b>Leistung</b> , die im Rahmen der Training <b>stätigkeit</b> , nicht in einem offiziellen sportlichen <b>Wettkampf</b> , erzielt wird.“
Trainings- <b>lenkung</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen aus der Trainings <b>analyse</b> wird lenkend auf die vorhergehenden Prozessschritte (Planung, Ausführung und Analyse) eingewirkt, um den Trainings <b>prozess</b> anzupassen.
Trainings- <b>methoden</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl, 2003h, S. 611–612; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 105; Schnabel et al., 2014, S. 216)	Die Trainings <b>methoden</b> bezeichnen zielgerichtet (basierend auf Trainings <b>zielen</b> ) eingesetzte Vorgehensweisen, um Trainings <b>inhalte</b> zu gestalten und zu vermitteln, die in Form von Trainings <b>übungen</b> bestimmte Trainings <b>wirkungen</b> erzielen sollen.
Trainings- <b>methodik</b>	(Carl, 2003i, S. 612)	„Gesamtheit der Aussagen der —> Trainings <b>methoden</b> .“
Trainings <b>mittel</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl, 2003j, S. 612; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 447; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 105; Köhler & Schnabel, 1993, S. 880–881; Schnabel et al., 2014, S. 212–213; Weineck, 2010, S. 38)	Als Trainings <b>mittel</b> werden sämtliche organisatorischen (z. B. Spielfelder, Sportstätten), materiellen (z. B. Trainings <b>geräte</b> und methodische Hilfen) und informellen (z. B. audiovisuelle Unterrichtsmedien wie Videos und Bildtafeln) Maßnahmen zur Unterstützung des Trainings <b>prozesses</b> bezeichnet.
Trainings- <b>organisation</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993d, S. 614; Schnabel et al., 2014, S. 447)	Steht in sehr enger Beziehung zu den Trainings <b>methoden</b> und legt den Trainings <b>ablauf</b> der Trainings <b>übungen</b> mitsamt der konkreten Ordnungsformen der Athleten:innen und Hilfsmittel fest.
Trainings- <b>partner /-gruppe</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Kirchgässner, 1993, S. 881–882)	Eine:r oder mehrere Sportler:innen die bei Trainings <b>übungen</b> zur Realisierung von Trainings <b>zielen</b> oder <b>-aufgaben</b> zusammenwirken.
Trainings <b>pause</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993g, S. 620–621)	Unterbrechung einer Training <b>stätigkeit</b> zum Zwecke der Erholung- bzw. der Wiederherstellung der <b>Leistungsfähigkeit</b> .

Trainingsplan	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993k, S. 882; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 275–276)	Ausgearbeitete Arbeitsrichtlinie die alle relevanten Komponenten zur Gestaltung und Umsetzung des sportlichen <b>Trainings</b> innerhalb einer Trainingsperiode beinhaltet. Trainingspläne können über einen langen Zeitraum oder einzelne Trainingseinheiten, für Individuen oder Gruppen ausgearbeitet werden. → Ist ein Resultat der Trainingsplanung.
Trainingsplanung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993k, S. 882; Carl, 2003l, S. 613–614; Hohmann et al., 2020, S. 214; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 454; Schnabel et al., 2014, S. 443; Weineck, 2010, S. 71)	Ausgangspunkt und gedanklich-konzeptionelles Vorbestimmen aller gesteuerten Trainingshandlungen, mit dessen Zielen, Aufgaben, Inhalten und Organisation in einem festgelegten Zeitraum und innerhalb der Prozessphasen zur Veränderung des Leistungszustandes.
Trainingsprinzipien	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl, 2003m, S. 614; Hohmann et al., 2020, S. 24–25; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 101; Schnabel et al., 2014, S. 257)	Allgemeine und übergeordnete Planungs- oder Handlungsgrundsätze für Sportler:innen, Trainer:innen und Sportorganisationen die den methodischen Aufbau und Leitlinien für die Trainingsplanung und -durchführung festlegen.
Trainingsprotokoll	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993l, S. 885; Hohmann et al., 2020, S. 236–237; Schnabel et al., 2014, S. 451)	Grundlage und Vorlage für die Trainingsdokumentation um quantitative (und qualitative) Ausprägungen verschiedener Kategorien des absolvierten Trainings in der Trainingseinheit zu erfassen. → Trainingsprotokollierung
Trainingsprotokollierung	(Hohmann et al., 2020, S. 236)  <u>Weitere:</u> (Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458)	„... <i>trainingswissenschaftliche Variante der Verhaltensbeobachtung. Zunächst werden Kategorien (Trainingsbelastungen bzw. -beanspruchungen, Trainingsformen bzw. Trainingsinhalte und -methoden) festgelegt, in denen Trainingsinterventionen wirksam sind. Im Trainingsprotokoll werden die quantitativen Ausprägungen der Kategorien erfasst.</i> “
Trainingsprozess	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Köhler, 1993c, S. 885; Schnabel et al., 2014, S. 399)	Komplexer und strukturierte Ablauf der Prozessphasen, mit den jeweils enthaltenen Komponenten eines Trainingsystems, zum planmäßigen und zielgerichteten Einwirken auf die Leistungsentwicklung.
Trainingsreiz	(Berger, 1993i, S. 885–886)	(≈ Trainingsimpuls) „Durch Training und Trainingsbelastung verursachte und eine Reaktion hervorrufende Einwirkung auf den Organismus.“
Trainings-schwerpunkt(e)	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993a, S. 41)	(≈ Akzentuierung) Betonte, verstärkte oder schwerpunktmäßige Ausbildung einzelner Leistungsfaktoren bzw. Leistungsvoraussetzungen.

Trainings- <b>steuerung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde & Köhler, 1993, S. 886–887; Carl, 2003n, S. 614–615; Hohmann et al., 2020, S. 207; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 453; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 261–262; Schnabel et al., 2014, S. 437; Weineck, 2010, S. 71–74)	Die zielorientierte, systematische (kurz-, mittel- und langfristige) Abstimmung, Ausführung und Beeinflussung aller im Trainings <b>prozess</b> erforderlichen Phasen (Planung, Ausführung, Diagnostik und Lenkung), der darin enthaltenen Komponenten und deren Wechselwirkung. Darin enthaltene Prozessphasen: Trainings <b>planung</b> , Trainings <b>durchführung/-vollzug</b> , Trainings <b>diagnostik</b> und Trainings <b>lenkung</b> .
Trainings- <b>struktur</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 216–229; Köhler, 1993d, S. 888; Schnabel et al., 2014, S. 399)	(≈ Trainings <b>aufbau</b> ) Beschreibt den (inneren) Aufbau des sportlichen <b>Trainings</b> und das Verhältnis, die Reihenfolge und zeitliche Beziehung der wesentlichen Trainings <b>bestandteile/-elemente</b> zueinander, sowie die erforderlichen Belastungen.
Trainings- <b>system</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 399)	Das Trainings <b>system</b> bezeichnet den gesamten inneren Aufbau des <b>sportlichen Trainings</b> , mit seiner Vielzahl voneinander abhängiger und wechselwirkender Komponenten und Prozesse.
Trainings- <b>tagebuch</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Borde, 1993m, S. 888; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458; Schnabel et al., 2014, S. 451)	Ergänzend zur Trainings <b>dokumentation</b> werden von Sportler:innen und Trainier:innen Informationen zu subjektiven Empfindungen der Trainings <b>inhalte</b> , sowie zur Beanspruchung und Schlafqualität (heute meist digital) dokumentiert.
Trainings- <b>tätigkeit/-handlung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Mathesius, 1993b, S. 372)	Die aktive und auf ein (Trainings-)Ziel gerichtet Trainings <b>handlung</b> zum Erreichen einer Trainings <b>leistung</b> , die nicht in einem offiziellen sportlichen Wettkampf erzielt wird.
Trainings <b>übung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel, 1993t, S. 888–889; Schnabel et al., 2014, S. 214–215)	Eine (wiederholte) Erfüllung/Lösung festgelegter Trainings <b>aufgaben</b> , zur Erreichung festgelegter Trainings- und Leistungs <b>ziele</b> .
Trainings- <b>umfang</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993c, S. 137; Röthig & Prohl, 2003g, S. 616; Schnabel et al., 2014, S. 222–224)	(≈ Belastungs <b>umfang</b> ) Gesamtheit aller (durch den Trainierenden) ausgeführten Trainings <b>inhalte</b> in einer bestimmten Periode (bspw. Trainings <b>seinheit</b> ). = Faktor der Trainings <b>belastung</b> .
Trainings- <b>unterbrechungen</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Unterbrechung einer Trainings <b>tätigkeit</b> zum Zwecke der Intervention, bzw. Erholung.
Trainings- <b>verlaufs-analyse</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 239; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458)	Beschreibt den Trainings <b>prozess</b> über einen Zeitraum hinweg (min. zwei Messzeitpunkte). Wird zusätzlich ein Bezug zur Leistungs <b>verlaufsanalyse</b> hergestellt, können Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Trainings <b>struktur</b> hergestellt werden und ob die geplante Leistungs <b>entwicklung</b> wirklich vollzogen wurde.

Trainings- <b>wirkung</b>	(Köhler, 1993e, S. 889–890)	„Trainingsbedingte Veränderungen der Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft.“
Trainings- <b>wirkungs-analyse</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 240; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458)	Bei der Trainings <b>wirkungsanalyse</b> werden (computergestützt) Zusammenhänge zwischen Trainings <b>daten</b> (= Trainings <b>input</b> ) und <b>Leistungsdaten</b> (= Leistungs <b>output</b> ) untersucht.
Trainings- <b>wissenschaft</b>	(Hohmann et al., 2020, S. 19)  Weitere: (Carl, 2003o, S. 616–617; Ferrauti, 2020, S. 4; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 14; Schnabel et al., 2014, S. 25; Weineck, 2019, S. 17)	„... sportwissenschaftliche Disziplin, die sich aus ganzheitlicher und angewandter Perspektive mit der wissenschaftlichen Fundierung von <b>Training</b> und <b>Wettkampf</b> auf den Anwendungsfeldern des Sports beschäftigt.“
Trainings- <b>wissenschaftler</b>	Eigene Arbeitsdefinition	<b>Handelnde</b> Person, die für die Trainings <b>diagnostik</b> in der Sportorganisation verantwortlich ist. Häufig Personen mit sportwissenschaftlicher Ausbildung. Gibt es i.d.R. nicht als separate Position, sondern fällt in das Aufgabengebiet des Leistungs <b>diagnostikers</b> .
Trainings <b>zeit</b>	(Berger, 1993j, S. 891)	(≈ Trainings <b>dauer</b> )
Trainings <b>ziel</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Carl & Kayser, 2003c, S. 617; Hohmann et al., 2020, S. 16–17; Schnabel, 1993u, S. 891; Schnabel et al., 2014, S. 206 sowie S. 591)	Trainings <b>ziele</b> sollten klar definierte, messbare, kommunizierte und zeitlich bestimmte Vorgaben oder Zustände (für Individuen oder Gruppen) sportlicher Leistungs <b>komponenten</b> sein, die (durch Trainings <b>tätigkeit</b> ) erreicht werden sollen. Es können Haupt- und Teilziele unterschieden werden.
Trainings- <b>zustand</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993k, S. 891–892; Röthig & Prohl, 2003h, S. 617)	Stand der sportlichen <b>Leistungsfähigkeit</b> eines/r Athleten:in zu einem bestimmten Zeitpunkt des Trainings <b>prozesses</b> (overreaching / overtraining). —> Leistungs <b>zustand</b>
Trainings <b>zyklus</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993l, S. 892; Carl, 2003p, S. 618; Hohmann et al., 2020, S. 227–228; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 283–284; Schnabel et al., 2014, S. 416)	Best. wiederkehrende Zeitperiode (Trainings <b>abschnitte</b> ) im Rahmen des Trainings <b>prozesses</b> , in der bestimmte Trainings <b>inhalte</b> mit einer bestimmten Trainings <b>intensität</b> in Trainings <b>einheiten</b> geplant und umgesetzt werden. Grundlage für die optimale Leistungs <b>entwicklung</b> in bestimmten Zeiträumen und zusammen mit der Trainings <b>einheit</b> ein wesentliches Element des Trainings <b>prozesses</b> .
Wettkampf- <b>methode</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Fiedler, 1993, S. 959–960; Hohmann et al., 2020, S. 75; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 466)	Orientierung des <b>Trainings</b> an den physischen und psychischen (technisch-taktischen) Belastungsanforderungen des <b>Wettkampfs</b> zur Überprüfung der Wettkampf <b>fähigkeit</b> der Athleten:innen.



## Sportlicher Wettkampf

Begriff	Quelle	Defintion
<b>Abwärmen/ Cool-down</b>	(Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458)	„Ein Cool-down ... mit geringer Intensität dient in erster Linie der Beschleunigung der Regeneration ...“
<b>Aufwärmprogramm/ Erwärmen (Aufwärmen)/ Warm-up</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993d, S. 274; Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 90; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 200; Schnabel et al., 2014, S. 318; Starischka, 2003a, S. 59–60)	Gezieltes Programm mit Übungen zur Vorbereitung auf die Belastungen und Beanspruchungen im <b>Training/Wettkampf</b> . Zudem erforderlich, um Verletzungen zu vermeiden und die mögliche <b>Leistungsfähigkeit</b> auszuschöpfen.
<b>Datenanalyse</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 266)	Computergestützte statistische Verfahren zur Auswertung und Aufbereitung der <b>Wettkampfdaten</b> , wird aber auch auf <b>Leistungsdaten</b> und <b>Trainingsdaten</b> angewandt.
<b>Einflussnahme auf den Wettkampf (Coaching)</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 261; Schnabel et al., 2014, S. 557–558; Weineck, 2010, S. 29–32)	Einwirken der Betreuer:innen auf die <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> . Bspw. taktische Anpassungen. → Abhängig von Sportart.
<b>Einteilung von Wettkämpfen</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Übergeordnete Kategorie, worin die Komponenten <b>Wettkampfgliederung</b> und <b>Wettkampfkalender</b> enthalten sind.
<b>Expertenurteil</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 266)	Subjektive Beurteilung der <b>Wettkampfleistung</b> anhand qualitativer und/oder quantitativer Aussagen.
<b>Führung der Athleten:innen im Wettkampf (Coaching)</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 261; Schnabel et al., 2014, S. 557–558; Weineck, 2010, S. 29–32)	Einwirken der Betreuer:innen auf Individuen/Mannschaft während der <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> . Bspw. direkte individuelle Anweisungen/Ansprachen. → Abhängig von Sportart.
<b>Rückschlüsse aus Wettkampf</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 261; Schnabel et al., 2014, S. 557–558)	Kann der:die Trainer:in/Coach unmittelbar ziehen und direkt lenkend auf die <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> (bspw. <b>taktische</b> Anpassungen) einwirken oder aber nachgelagert, für die nächste <b>Wettkampf-/Trainingsplanung</b> .
<b>Wettkampf, sportlicher</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Güllich & Krüger, 2013, S. 535; Hohmann et al., 2020, S. 244; Schnabel et al., 2014, S. 515; Starischka, 2003f, S. 651–653)	<b>Leistungsvergleich</b> von einzelnen Sportlern:innen oder Mannschaften, basierend auf sportartspezifischen <b>Wettkampfregelein</b> , mit dem Ziel, eine:n Sieger:in (einer Rangfolge) zu ermitteln.

<b>Übergreifenden Aufgaben der Wettkampfdiagnostik</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 264–265)	Aufgaben, die nicht unmittelbar einen speziellen <b>Wettkampf</b> betreffen, sondern übergeordnet und langfristig(er) betrachtet werden. Sie beinhalten drei unterschiedliche Kategorien: die <i>Gegneranalyse</i> , die <i>Eigenanalyse</i> und die <i>Sportartanalyse</i> . Ergebnisse der <b>Wettkampfnachbereitung</b> können hier einfließen.
<b>Videoanalyse</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 266)	(Standardisierte) Auswertung der (eigenen oder gegnerischen) <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> anhand von „bewegten Bildern“.
<b>Wettkampfanalyse</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 72; Hohmann et al., 2020, S. 262; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 458–459; Hottenrott & Neumann, 2020, S. 292; Schnabel et al., 2014, S. 592)	Differenzierte Ermittlung und Beurteilung der <b>Leistungen</b> von Sportler:innen und Mannschaften im Verlaufe eines <b>Wettkampfes</b> oder einer Wettkampfserie sowie zur Feststellung von Entwicklungstendenzen in der Vervollkommnung der Struktur der <b>Wettkampfleistung</b> .
<b>Wettkampfanforderungen</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 525)	Grundlegende Anforderungen eines <b>Wettkampfes</b> an die Athleten:innen; ergibt sich aus dem <b>Wettkampfprogramm</b> und den <b>Wettkampfinhalten</b> und wirkt sich auf die <b>Trainingsplanung</b> aus.
<b>Wettkampffarten</b>	(Wille, 1993a, S. 952)  <u>Sowie Ergänzung in Anlehnung an:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 521)	„Klassifizierung der Wettkämpfe nach Ziel und Inhalt.“  Unterscheidung von Meisterschaften, Pokalwettkämpfen und Freundschaftswettkämpfen.
<b>Wettkampfaufzeichnung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 266)	Alle technischen Möglichkeiten, um die <b>Wettkampftätigkeit</b> in Form von Daten zu erfassen (bspw. Videoaufzeichnung oder sensorbasierte Datenerfassung).
<b>Wettkampfauswertung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 537)	Übergeordnete Komponente beinhaltet die Sub-Komponenten der <b>Wettkampfkontrolle</b> und <b>Wettkampfnachbereitung</b> und bezeichnet den Verarbeitungsprozess der in der Datenerfassung generierten <b>Wettkampfdaten</b> zur Gewinnung von <b>Wettkampfinformationen</b> .
<b>Wettkampfbedingungen</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Lehner & Thieß, 1993a, S. 953; Schnabel et al., 2014, S. 553–556)	Alle Einflussfaktoren des auszutragenden <b>Wettkampfes</b> (bspw. Gegner, klimatische Bedingungen, Zeit oder Ort). —> Wichtig für die <b>Wettkampfvorbereitung</b> .
<b>Wettkampfbeginn</b>	(Wille, 1993b, S. 953)  <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 533)	„Gemäß <b>Wettkampfbestimmung</b> vollzogener Beginn der Durchführung eines <b>Wettkampfes</b> .“
<b>Wettkampfbelastung</b>	(Berger, 1993m, S. 954)  <u>Weitere:</u> (Hohmann et al., 2020, S. 265)	„Art und Größe der Belastung, die sich aus dem Absolvieren eines <b>Wettkampfes</b> bzw. einer bestimmten Anzahl von <b>Wettkämpfen</b> ergibt und eine körperliche und psychische Beanspruchung hervorruft.“

Wettkampf- <b>beobachtung / Spielbeobach- tung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 75; Hohmann et al., 2020, S. 267 sowie S. 270; Starischka, 2003g, S. 653; Thieß, 1993h, S. 954–955)	Subjektives und meist qualitatives (technisch unter- stütztes) Verfahren zur systematischen und standardisierten Untersuchung (Eindrucksana- lyse/Spielbeobachtung) des <b>Wettkampfes</b> durch entsprechendes (geschultes) Personal. Grundlage für die <b>Wettkampfanalyse</b> . Die <i>Spielbeobachtung</i> stellt ein Verfahren der <b>Wettkampfbeobachtung</b> dar.
Wettkampf- <b>bestimmung</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 520)  <u>Weitere:</u> (Güllich & Krüger, 2013, S. 537) + eigene Ergänzung	„... <i>Zusammenstellung von Festlegungen zur Durchfüh- rung von Wettkämpfen</i> “ (= vergleichbare Bedingungen für alle Teilnehmer). Beinhaltet: Sportgeräte, Beklei- dung, Normen, Maße (—> Wirkt sich unmittelbar auf <b>Training</b> aus). —> wirkt zudem <u>direkt</u> auf den Wettkampf ein.
Wettkampfbuch	(Wille, 1993c, S. 955–956)	„ <i>Schriftstück für Sportler/Sportlerinnen, die am Wett- kampfbetrieb in den einzelnen Verbänden teilnehmen.</i> “
Wettkampfdaten	Eigene Arbeitsdefinition	Zeichen (Buchstaben, Zahlen oder Sonderzeichen) in einer syntaktisch vordefinierten Form, die während der Wettkampfdokumentation entstehen und der (maschi- nellen) Erfassung und Speicherung dienen. Dies können bspw. Positionsdaten eines Trackingsys- tems sein. Diese einfache Zusammensetzung verfügt allerdings noch über keinerlei Kontext oder Verwen- dungszweck und muss erst zu Wettkampfinformationen aufbereitet werden.
Wettkampf- <b>diagnostik</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 245 sowie S. 264; Schnabel et al., 2014, S. 559)	(Standardisierte) Erfassung, Auswertung und (mög- lichst objektive) Bewertung des <b>Wettkampfgeschehens</b> und dessen Ausprägung, um die <b>Wettkampfinformatio- nen</b> unmittelbar (im <b>Wettkampf</b> ) oder nachträglich (im <b>Training</b> ) lenkend einzusetzen.
Wettkampf- <b>diagnostiker:in</b>	Eigene Arbeitsdefinition	<b>Handelnde</b> Person, die für die <b>Wettkampfdiagnostik</b> in der Sportorganisation verantwortlich ist. Häufig Perso- nen mit sportwissenschaftlicher Ausbildung. Bspw. Spieleranalytiker. Häufig gibt es Überschneidungen zu anderen Diagnostikern:innen.
Wettkampf- <b>dokumentation</b>	Eigene Arbeitsdefinition	Methoden zur Aufzeichnung der von Athleten:in- nen/Mannschaften vollbrachten sportlichen <b>Leistung</b> und des <b>Wettkampfgeschehens</b> während der Wett- kampfsituation/-tätigkeit.
Wettkampfebene		(≈ <b>Wettkampfformen</b> )
Wettkampfbende	(Wille, 1993d, S. 956)	„ <i>Gemäß <b>Wettkampfbestimmungen</b> vollzogene Beendi- gung eines durchgeführten <b>Wettkampfes</b> mit dem Ergebnis einer Ermittlung des Siegers und der Platzier- ten [sic].</i> “
Wettkampf- <b>ergebnis</b> (—> Leistungs- <b>ergebnis</b> )	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 264; Schnabel, 1993i, S. 535; Schnabel et al., 2014, S. 41)	Das Resultat einer sportlichen vollzogenen <b>Leistung</b> während der <b>Wettkampftätigkeit/-situation</b> , häufig in Form von quantitativen Werten (Spielergebnis, Sprung- höhe, Zeit pro Strecke...).

Wettkampffähigkeit	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Lühnenschloß & Thieß, 1993, S. 956–957)	Aus der Wettkampfvorbereitung resultierende notwendige Voraussetzungen (Trainingszustand, Leistungsvoraussetzungen, sportmedizinische und organisatorische Berechtigung) eines:r Athleten:in deren Erfüllung notwendig sind, um am <b>Wettkampf</b> teilnehmen zu können.
Wettkampfformen	(Wille, 1993e, S. 957)  Weitere: (Schnabel et al., 2014, S. 521)	„Teil des Wettkampfsystems, das durch seine Durchführungsvorschriften bestimmt wird.“  Unterscheidung: Stufenwettkampf (Stadt-Land-Bund), Runden-Wettkampf (nur eine Austragungsebene bspw. Landesliga).
Wettkampffunktion	Eigene Arbeitsdefinition	Aufgabe und Wirkungsweise, die der <b>Wettkampf</b> zu erfüllen hat. → Mehr allgemeine Funktionen, weniger wettkampfspezifisch.
Wettkampfgattung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 521; Wille, 1993f, S. 958)	Teil der Wettkampfgliederung mit der grundlegenden Unterteilung in Einzelwettkampf und Mannschaftswettkampf und Teil des Wettkampfsystems.
Wettkampfgeschehen	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 243)	Alle Ereignisse während des <b>Wettkampfes</b> , die von den Athleten:innen oder Mannschaften ausgehen oder (von außen) auf diese einwirken. Beinhaltet auch die geschlossene (komplexe, strukturierte) Aufeinanderfolge, den Ablauf und die Wechselwirkung der verschiedenen Phasen innerhalb der <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> .
Wettkampfgliederung	Eigene Arbeitsdefinition	Überbegriff für die Unterscheidung der <b>Wettkämpfe</b> (W-art, W-weisen, W-form, W-modi, W-gattung).
Wettkampfhäufigkeit (= Wettkampfdichte)	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 533)	Anzahl an <b>Wettkämpfen</b> in einem bestimmten Zeitintervall (= sportartabhängig).
Wettkampfinformation	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 264)	Erhalten <b>Wettkampfdaten</b> einen Kontext und somit einen Zweckbezug, dann entstehen daraus <b>Wettkampfinformationen</b> . Ziel der <b>Wettkampfdiagnostik</b> sollte die Generierung von aussagekräftigen <b>Wettkampfinformationen</b> sein und nicht die reine Erhebung von <b>Wettkampfdaten</b> .
Wettkampfinhalte	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 525)	Genauere Angaben zu einzelnen Teilen des gesamten <b>Wettkampfprogramms</b> .
Wettkampfkalender	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 520; Wille, 1993g, S. 958)	Gesamtheit der <b>Wettkämpfe</b> eines jeweiligen Verbandes/Territoriums.
Wettkampfkontrolle	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 261)	Anwendung von (vordefinierten) Auswertungen (bspw. anhand von Grenzwerten) um unmittelbare Rückschlüsse auf die <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> zu ziehen und möglichst direkt in Form der <b>Wettkampflenkung</b> intervenieren zu können.

Wettkampf- <b>konzeption</b>	(Mathesius, 1993g, S. 959)  <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 550)	„1. Im engeren Sinne Handlungsplan zur Realisierung des vorgenommenen <b>Wettkampziels</b> unter Berücksichtigung der sportlichen Gegner und der <b>Wettkampfbedingungen</b> (strategisch-taktische Konzeption). 2. In erweiterter Bedeutung Handlungsplan zur unmittelbaren Vorbereitung auf die <b>Wettkampfhandlung</b> (z.B. Erwärmung, Vorbereitung von Sportgeräten, Ernährung u.ä.) sowie deren genaue zeitliche Planung.“
Wettkampf- <b>leistung</b>	(Schnabel, 1993v, S. 959)  <u>Weitere:</u> (Hohmann et al., 2020, S. 262–263; Schnabel et al., 2014, S. 515)	„Sportliche <b>Leistung</b> , die in einem W. in einer offiziellen <b>Wettkampfdisziplin</b> einer Sportart erzielt wird.“
Wettkampf- <b>lenkung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 87; Hohmann et al., 2020, S. 261)	Alle Steuerungsmaßnahmen zur unmittelbaren Intervention auf die <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> , sowie zur Einflussnahme auf die <b>Wettkampfplanung</b> .
Wettkampfmodi <b>/-modus</b>	(Wille, 1993h, S. 960)  <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 521)	„Teil des <b>Wettkampfsystems</b> , der durch die Ergebnissfeststellung determiniert wird. ... Platzsystem, K.-o.-System, Punktsystem, Rangsystem.“
Wettkampf- <b>nachbereitung</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 262–263; Schnabel et al., 2014, S. 537)	Rückwirkender Blick auf die <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> , um diese ausführlich analysieren und bewerten zu können. Hier ergibt sich die Möglichkeit zu komplexeren und aufwändigeren Analysen, deren Ergebnisse trainingssteuernd oder zu Weiterentwicklung der <b>Strategie/Taktik</b> verwendet werden können.
Wettkampf- <b>ordnung</b>	(Schnabel et al., 2014, S. 520)  + eigene Ergänzung	„... legt die Vorbereitung und Durchführung von <b>Wettkämpfen</b> fest. Sie enthält alle organisatorischen Maßnahmen des <b>Wettkampfbetriebes</b> .“  (Altersklassen, Meldungen, Start- und Spielberechtigung, Einteilung und Wertung von Wettkampf) —> wirkt <b>indirekt</b> auf Wettkampf ein.
Wettkampf- <b>organisation</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Wille, 1993i, S. 960)	Alle Aktivitäten (von Sportvereinen, -verbänden, Mannschaften oder Athleten:innen) die zur Planung der Abwicklung der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von <b>Wettkämpfen</b> dienen.
Wettkampf- <b>periode</b>	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Berger, 1993n, S. 960; Ferrauti & Remmert, 2020, S. 44; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 456–457; Schnabel et al., 2014, S. 592; Weineck, 2010, S. 92)	Einteilung des <b>Wettkampfjahres</b> in Abschnitte sowie differenzierte inhaltliche Planung und Gestaltung dieser Abschnitte mit dem Ziel der Herausbildung der maximal möglichen sportlichen <b>Leistungsfähigkeit</b> bzw. der sportlichen Form zum <b>Wettkampfhöhepunkt</b> , bzw. zur Stabilisierung bei mehreren <b>Wettkampfhöhepunkten</b> oder längeren <b>Wettkampfphasen</b> .

Wettkampfphase (taktische)	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Heuchert, 1993, S. 961)  <u>Weitere:</u> (Hohmann et al., 2020, S. 164)	Einzelne charakteristische Abschnitte im Wettkampfverlauf, die häufig durch qualitative Merkmale beschrieben werden können, aber fließend ineinander übergehen (bspw.: Angriffsphase/Abwehrphase). Wird primär Sportarten zugeordnet.
Wettkampfplan	Eigene Arbeitsdefinition	Detailliert ausgearbeitetes Dokument aller für die Umsetzung in der Wettkampfsituation relevanten Elemente der Wettkampfplanung.  Häufig wird auch ein Jahresplan aller (geplanten) Wettkämpfe, i. S. e. Wettkampfübersicht als Wettkampfplan bezeichnet.
Wettkampfplanung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 540)	Alle Maßnahmen zur systematischen Vorbestimmung und der trainingsmethodischen und organisatorischen Vorbereitung eines/r Athleten:in / einer Mannschaft, basierend auf dem Wettkampfprogramm.
Wettkampfprogramm	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Wille, 1993j, S. 961)	Aus dem Wettkampfsystem abgeleitete Übersicht mit Festlegungen und Hinweisen zur Durchführung aller Sportarten/Disziplinen eines Wettkampfes.
Wettkampfprotokoll	(Wille, 1993k, S. 961)	„Niederschrift der Ergebnisse aller Teilnehmer eines Wettkampfes.  Das Wettkampfprotokoll enthält außerdem Angaben über erzielte Rekorde, die vorherrschenden Bedingungen wie Beschaffenheit der Sportstätten, -anlagen und -geräte, Windgeschwindigkeit, Luft- und Wassertemperatur. Es dient der Information und Auswertung.“
Wettkampfprozess	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 537)	Geschlossene (komplexe, strukturierte) Aufeinanderfolge und Durchlauf der verschiedenen Prozessphasen (W-planung; W-ausführung; W-diagnostik; W-lenkung) der Wettkampfsteuerung.
Wettkampfregeln	(Wille, 1993l, S. 961)  <u>Weitere:</u> (Güllich & Krüger, 2013, S. 530; Hohmann et al., 2020, S. 164; Schnabel et al., 2014, S. 518)	„Teil des Regelwerkes, das allgemein einen Abschnitt der Wettkampfbestimmungen darstellt.“
Wettkampfreglement	(Schnabel et al., 2014, S. 520)  + eigene Ergänzung	„... besitzt Verbindlichkeit zur organisatorischen Vorbereitung und Durchführung sowie zur Bewertung der Wettkampfleistung.“  (bspw.: Altersgruppen, Gewichtsklassen, Kampfrichter, Dokumentation der Teilnahme, W-protokoll, W-programm, W-bestimmungen und W-ordnung)
Wettkampfrhythmus/-zyklus	(Lehnert & Thieß, 1993b, S. 962)  <u>Weitere:</u> (Schnabel et al., 2014, S. 555)  + eigene Ergänzung	„Wiederkehr, Aufeinanderfolge bzw. Zyklischer Ablauf von sportlichen Wettkämpfen.“  <u>Ergänzend für diese Arbeit:</u>  Wettkampfrhythmus/-zyklus (resultiert aus dem Wettkampfkalender): Entscheidende Einflussfaktoren auf die Wettkampfbedingungen (bspw. Jahreszeit).

Wettkampfsituation	(Barth, 1993a, S. 962–963)	„Momentane, sich fortlaufend verändernde Konstellation von Situationsmerkmalen in einem <b>Wettkampf</b> .“
Wettkampfstabilität	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Heuchert & Schnabel, 1993, S. 541–542; Hohmann et al., 2020, S. 146)	[≈ Leistungsstabilität] Konstante sportliche <b>Leistung</b> während eines <b>Wettkampfes</b> .
Wettkampfsteuerung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Ferrauti, Schneider, et al., 2020, S. 86–87; Hohmann et al., 2020, S. 254; Schnabel et al., 2014, S. 537)	Die zielorientierte, systematische (kurz-, mittel- und langfristige) Abstimmung, Ausführung und Beeinflussung aller erforderlichen Prozessphasen ( <b>W-planung</b> ; <b>W-ausführung</b> ; <b>W-diagnostik</b> ; <b>W-lenkung</b> ), der darin enthaltenen Komponenten und deren Wechselwirkung.
Wettkampfstrategie	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an die Definition für <b>Strategie</b> (s. Glossar Leistungsfähigkeit) sowie: (Hohmann et al., 2020, S. 261–263)	Bezieht sich in diesem Modell auf die (taktischen) Planungen und Absprachen, die <u>vorbereitend</u> und mittel-/langfristig orientiert den Erfolg des gesamten <b>Wettkampfes</b> behandeln. Dabei werden auch verstärkt der <b>Wettkampfplan</b> und die zeitliche Anordnung der Einzelwettkämpfe berücksichtigt. Die <b>Wettkampfstrategie</b> hängt auch stark von der <b>Wettkampfdiagnostik</b> ab, um aufgrund absolvierter Wettkämpfe und beeinflussender Ereignisse, die <b>Wettkampfstrategie</b> anzupassen.
Wettkampfsystem	(Schnabel et al., 2014, S. 518)  <u>Weiter:</u> (Döbler & Wille, 1993, S. 965; Hottenrott & Hoos, 2013, S. 456)	„Gesamtheit der Wettkämpfe in einer Sportart, mit festgelegten Austragungsformen und <b>Wettkampfrege</b> ln“.
Wettkampftaktik	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an die Definition für <b>Taktik</b> (s. Glossar Leistungsfähigkeit) sowie: (Hohmann et al., 2020, S. 164)	Bezieht sich in diesem Modell auf das <u>kurzfristig</u> orientierte Verhalten der Beteiligten <u>während</u> des <b>Wettkampfes</b> und (vorbereitend) unter Berücksichtigung der gegnerischen <b>Wettkampftaktik</b> .
Wettkampftätigkeit	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 515)	Die tatsächliche Ausführung/Umsetzung sportlicher Tätigkeit während des <b>Wettkampfes</b> .
Wettkampferhalten	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Barth, 1993b, S. 966–967; Hohmann et al., 2020, S. 250; Schnabel et al., 2014, S. 116)	Gesamtheit der wettkampfbezogenen Handlungen von Athleten:innen/Mannschaften während der <b>Wettkampfsituation/-tätigkeit</b> und beeinflusst durch das <b>Wettkampfgeschehen</b> .
Wettkampferverlauf	(Mathesius, 1993h, S. 967)  <u>Weitere:</u> (Hohmann et al., 2020, S. 261–264)	„Leistungsentscheidende Phasen im <b>Wettkampf</b> , auf die sich der Sportler/die Mannschaft besonders konzentrieren muß und die u. a. eine spezielle Motivation und Mobilisation, eine entsprechende Lockerheit und schnelles Entscheiden sowie entsprechendes Reagieren bzw. Agieren verlangen.“

Wettkampf- vorbereitung	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Hohmann et al., 2020, S. 255–259; Lehnert & Thieß, 1993c, S. 967–968; Schnabel et al., 2014, S. 546–551; Starischka, 2003h, S. 654; Weineck, 2010, S. 104–106)	Strategiebildende und im <b>Training</b> umzusetzende Maßnahmen zur Befähigung des:der Sportlers:in / der Mannschaft, den anstehenden <b>Wettkampf</b> bestmöglich absolvieren zu können. Es werden grundsätzlich eine langfristige, psychische und unmittelbare Wettkampf- <b>vorbereitung</b> unterschieden.
Wettkampfweise	Eigene Arbeitsdefinition in Anlehnung an: (Schnabel et al., 2014, S. 521)	Hauptsächliche Unterscheidung anhand der Häufigkeit und Dauer der <b>Wettkämpfe</b> . Unterscheidung: Turnier oder Saisonwettkampf.
Wettkampfziel	Eigene Arbeitsdefinition	Wettkampf <b>ziele</b> sollten klar definierte, messbare, kommunizierte und zeitlich bestimmte Vorgaben oder Zustände (für Individuen oder Gruppen) von Wettkamp <b>fergebnissen</b> sein, die (durch Wettkamp <b>fähigkeit</b> ) erreicht werden sollen. Es können Haupt- und Teilziele unterschieden werden. Ermöglichen eine planmäßige und systematische Ableitung von Maßnahmen und eine zielgerichtete Arbeit.

#### Literaturverzeichnis Glossar

- Barth, B. (1993a). Wettkampfsituation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 962–963). Berlin: Sportverlag.
- Barth, B. (1993b). Wettkampfverhalten. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 966–967). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993a). Belastungsfaktor. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 131). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993b). Belastungsintensität. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 133). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993c). Belastungsumfang. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 137). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993d). Erwärmen. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 274). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993e). Periodisierung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 622–624). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993f). Trainingsart. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 872–873). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993g). Trainingspause. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 620–621). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993h). Trainingsperiode. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 882). Berlin: Sportverlag.



- Berger, J. (1993i). Trainingsreiz. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885–886). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993j). Trainingszeit. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 891). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993k). Trainingszustand. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 891–892). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993l). Trainingszyklus. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 892). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993m). Wettkampfbelastung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 954). Berlin: Sportverlag.
- Berger, J. (1993n). Wettkampfperiode. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 960). Berlin: Sportverlag.
- Blaser, P., Hirtz, P., & Schnabel, G. (1993). Motorik. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 590). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993a). Akzentuierung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 41). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993b). Leistungsaufbau, langfristiger. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 532). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993c). Leistungsbewertung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 532–533). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993d). Organisation des Trainings. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 614). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993e). Testprotokoll. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885). Berlin: Karl Hofmann.
- Borde, A. (1993f). Trainingsauswertung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 873). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993g). Trainingsdokumentation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 875). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993h). Trainingseinheit. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 875). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993i). Trainingsetappe. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 875). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993j). Trainingskonzeption. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 878). Berlin: Sportverlag.

- Borde, A. (1993k). Trainingsplan. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 882). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993l). Trainingsprotokoll. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A. (1993m). Trainingstagebuch. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 888). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A., & Köhler, L. (1993). Trainingssteuerung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 886–887). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A., & Sust, M. (1993). Leistungskennziffer. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 538). Berlin: Sportverlag.
- Borde, A., & Thieß, G. (1993). Leistungskontrolle. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 539). Berlin: Sportverlag.
- Bös, K., Tittlbach, S., Schlenker, L., & Reichenbach C. (2017). Testbatterien und Testprofile zur Erfassung von Komponenten der motorischen Leistungsfähigkeit. In K. Bös (Hrsg.), *Handbuch Sportmotorische Tests* (3. Aufl., S. 113–327). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Bös, K., & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen* (1. Aufl., Bd. 17; O. Graupe, K. Heinemann, H. Lenk, F. Lotz, & H. Weicher, Hrsg.). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Bös, K., & Mechling, H. (2003). Motorik. In P. Prohl & R. Röthig (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 379–382). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003a). Leistung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 334–335). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003b). Training. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 606–607). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003c). Trainingsbeanspruchung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 607). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003d). Trainingsbelastung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., Bd. 7, S. 608). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003e). Trainingseinheit. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 609). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003f). Trainingsetappe. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.),

- Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 609–610). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003g). Trainingslehre. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 611). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003h). Trainingsmethode. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 611–612). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003i). Trainingsmethodik. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 612). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003j). Trainingsmittel. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 612). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003k). Trainingsperiodisierung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 612–613). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003l). Trainingsplanung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 613–614). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003m). Trainingsprinzip. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 614). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003n). Trainingssteuerung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 614–615). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003o). Trainingswissenschaft. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 616–617). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K. (2003p). Trainingszyklisierung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 618). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K., & Kayser, D. (2003a). Trainingsform. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K., & Kayser, D. (2003b). Trainingsinhalt. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Carl, K., & Kayser, D. (2003c). Trainingsziel. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 617). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Döbler, H., & Wille, U. (1993). Wettkampfsystem. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.),

- Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 965). Berlin: Sportverlag.
- Ferrauti, A. (2020). Aufgaben und Inhalte der Trainingswissenschaft. In *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 1–19). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Ferrauti, A., Fett, J., Frytz, A., Götz, J.-K., Hanakam, F., Kittel, T., ... Remmert, H. (2020). Trainingswissenschaft in ausgewählten Sportarten. In *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 579–659). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Ferrauti, A., & Remmert, H. (2020). Grundlagenwissen zum sportlichen Training. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 21–65). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Ferrauti, A., Schneider, C., & Wiewelhove, T. (2020). Leistungssteuerung. In *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 67–186). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Fiedler, M. (1993). Wettkampfmethode. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 959–960). Berlin: Sportverlag.
- Fiedler, M., & Schmidt, D. (1993). Trainingshilfsgerät. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 876–877). Berlin: Sportverlag.
- Friedrich, W. (2016). *Optimales Sportwissen: Grundlagen der Sporttheorie und Sportpraxis* (3. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Gabler, H. (2003). Leistungsmotivation. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 341–342). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Güllich, A., & Krüger, M. (2013). Leistung und Wettkampf. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Hackfort, D. (2003). Coaching. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 119). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Harre, D. (1993a). Ausdauer. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 83–84). Berlin: Sportverlag.
- Harre, D. (1993b). Kraftausdauer. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 485). Berlin: Sportverlag.
- Heinemann, K. (2003). Führung. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 207–208). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Heß, W.-D. (1993). Schnelligkeit. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (S. 696–697). Berlin: Sportverlag.
- Heuchert, R. (1993). Wettkampfphase. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.
- Heuchert, R., & Schnabel, G. (1993). Leistungsstabilität. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 541–542). Berlin: Sportverlag.
- Hirtz, P. (1993). Fähigkeit, koordinative. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 281–282). Berlin: Sportverlag.
- Hohmann, A. (2003). Schnelligkeit. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 462–464). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Hohmann, A., Lames, M., Letzelter, M., & Pfeiffer, M. (2020). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (7. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Hottenrott, K., & Hoos, O. (2013). Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen – Trainingswissenschaft. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport - Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2014). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2020). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen* (4. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Kayser, D. (2003a). Ausdauer. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 60–62). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Kayser, D. (2003b). Leistungsentwicklung, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 339). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Kenntner, G. (2003). Konstitution. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 302–304). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Kent, M., & Rost, K. (1996a). Ausdauer. In M. Kent (Hrsg.), *Wörterbuch Sport und Sportmedizin* (S. 42–43). Wiesbaden: Limpert.
- Kent, M., & Rost, K. (1996b). Leistung. In M. Kent (Hrsg.), *Wörterbuch Sport und Sportmedizin* (S. 235–236). Wiesbaden: Limpert.
- Kirchgässner, H. (1993). Trainingspartner. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 881–882). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993a). Training, sportliches. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon*

- Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 867–868). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993b). Trainingsinhalt. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 877). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993c). Trainingsprozeß. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 885). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993d). Trainingsstruktur. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 888). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L. (1993e). Trainingswirkung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 889–890). Berlin: Sportverlag.
- Köhler, L., & Schnabel, G. (1993). Trainingsmittel. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 880–881). Berlin: Sportverlag.
- Kratzer, H. (1993). Kognition. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 454). Berlin: Sportverlag.
- Krombholz, A. (2020). Techniktraining. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 406–454). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Krug, J. (2003). Leistungsdiagnose, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 337–339). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Kurz, D. (2003). Handlungsfähigkeit. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 247–248). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Lehnert, A., & Thieß, G. (1993a). Wettkampfbedingung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 953). Berlin: Sportverlag.
- Lehnert, A., & Thieß, G. (1993b). Wettkampfrhythmus. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961–962). Berlin: Sportverlag.
- Lehnert, A., & Thieß, G. (1993c). Wettkampfvorbereitung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 967–968). Berlin: Sportverlag.
- Lühenschloß, D., & Thieß, G. (1993). Wettkampffähigkeit. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 956–957). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993a). Fähigkeit, kognitive. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 280). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993b). Handlung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 372). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993c). Handlungsfähigkeit, individuelle. In G. Schnabel & G. Thieß

- (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 373). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993d). Handlungskompetenz. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 374). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993e). Handlungsregulation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 377–378). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993f). Leistungsvorbereitung, psychische. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 544). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993g). Wettkampfkonzepktion. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 959). Berlin: Sportverlag.
- Mathesius, R. (1993h). Wettkampfverlauf. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 967). Berlin: Sportverlag.
- Mechling, H. (2003). Koordination. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 307–308). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Mechling, H., & Carl, K. (2003). Technik, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 588–590). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Möser, G. (1993). Kraft. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 484). Berlin: Sportverlag.
- Müller, S. (1993a). Leistungserwartung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 535–536). Berlin: Sportverlag.
- Müller, S. (1993b). Leistungsmotivation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 540). Berlin: Sportverlag.
- Neumann, G. (1993). Leistungsgrenze. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 538). Berlin: Sportverlag.
- Prohl, R. (2003). Leistungsbewertung, sportliche. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 337). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Remmert, H. (2020). Beweglichkeitstraining. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft für die Sportpraxis* (S. 323–404). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Roth, K. (2003a). Strategie. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 567). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Roth, K. (2003b). Taktik. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 577–578). Schorndorf: Karl Hofmann.

- Röthig, P., & Prohl, R. (2003a). konditionelle Fähigkeiten. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 300). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003b). Leistungsbereitschaft. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 337). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003c). Leistungsfähigkeit. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 339). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003d). Leistungszustand. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (7. Aufl., S. 344). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003e). Trainingsdauer. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 608–609). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003f). Trainingsintensität. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003g). Trainingsumfang. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 616). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Röthig, P., & Prohl, R. (2003h). Trainingszustand. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 617). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Schmidtbleicher, D. (2003a). Kraft. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 316–317). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Schmidtbleicher, D. (2003b). Kraftausdauer. In P. Röthig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 317). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Schnabel, G. (1993a). Anforderung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 1, S. 54–55). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993b). Aufgabe. In *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 75). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993c). Beweglichkeit. In G. Schnabel & G. Schnabel (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 147–148). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993d). Kondition. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 461). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993e). Konstitution. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 464). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993f). Leistung, sportliche. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon*



- Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 530–531). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993g). Leistungsbereitschaft. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 532). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993h). Leistungsentwicklung, sportliche. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 534–535). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993i). Leistungsergebnis. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 535). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993j). Leistungsfähigkeit. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 536). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993k). Leistungsfaktor. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 537–538). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993l). Leistungskomponente. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 538–539). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993m). Leistungsmerkmal. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 540). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993n). Leistungsparameter. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 541). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993o). Leistungsprognose. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 541). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993p). Leistungsstruktur. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 542). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993q). Leistungsvoraussetzung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 543). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993r). Trainingsaufgabe. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 873). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993s). Trainingsleistung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 879). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993t). Trainingsübung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 888–889). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993u). Trainingsziel. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 891). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G. (1993v). Wettkampfleistung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 959). Berlin: Sportverlag.
- Schnabel, G., Harre, H.-D., & Krug, J. (2014). *Trainingslehre - Trainingswissenschaft*:

- Leistung - Training - Wettkampf* (3. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer Sport.
- Schnabel, G., & Thieß, G. (1993). Leistungsdiagnostik. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 533–534). Berlin: Sportverlag.
- Sperling, W. (1993). Leistungskriterium. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 539–540). Berlin: Sportverlag.
- Starischka, S. (2003a). Aufwärmen. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (S. 59–60). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003b). Beweglichkeit. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., Bd. 1, S. 78–80). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003c). Trainingsbeobachtung. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 608). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003d). Trainingsdokumentation. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 609). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003e). Trainingskontrolle. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 610–611). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003f). Wettkampf. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 651–653). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003g). Wettkampfbeobachtung. In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 653). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Starischka, S. (2003h). Wettkampfvorbereitung, unmittelbare (UVV). In P. Röhlig & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7. Aufl., S. 654). Schorndorf: Karl Hofmann.
- Thieß, G. (1993a). Leistungsanalyse. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 531–532). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993b). Leistungsdiagnose. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 533). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993c). Testbatterie. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 846). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993d). Testform. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 847). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993e). Testsystem. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon*

- Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 850). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993f). Trainingsanalyse. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 871–872). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993g). Trainingsbeobachtung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 874). Berlin: Sportverlag.
- Thieß, G. (1993h). Wettkampfbeobachtung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 954–955). Berlin: Sportverlag.
- Weineck, J. (2004). *Optimales Fussballtraining* (4. Aufl.). Balingen: Spitta-Verl.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2019). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (17. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Wille, U. (1993a). Wettkampfarm. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 952). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993b). Wettkampfbeginn. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 953). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993c). Wettkampfbuch. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 955–956). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993d). Wettkampffende. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 956). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993e). Wettkampfform. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 957). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993f). Wettkampfgattung. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 958). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993g). Wettkampfkalender. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 958). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993h). Wettkampfmodus. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 960). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993i). Wettkampforganisation. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 960). Berlin: Sportverlag.
- Wille, U. (1993j). Wettkampfprogramm. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.

Wille, U. (1993k). Wettkampfprotokoll. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.

Wille, U. (1993l). Wettkampfbregeln. In G. Schnabel & G. Thieß (Hrsg.), *Lexikon Sportwissenschaft* (Bd. 2, S. 961). Berlin: Sportverlag.