



Technische Universität München  
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt  
Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation  
Prof. Dr.-Ing. André Borrmann

# Analyse der Datenaustauschprozesse zwischen BIM-fähigen Modellierungs- und Fußgängersimulationswerkzeugen am Beispiel von Nemetschek Allplan und PTV Viswalk

**Manfred Portz**

Bachelor's Thesis

im Studiengang Bauingenieurwesen  
zur Erlangung des akademischen Grads eines  
Bachelor of Science (B. Sc.)

Autor: Manfred Portz  
Matrikelnummer: 03631508  
1. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. André Borrmann  
2. Betreuer: Cornelius Preidel M. Sc.  
3. Betreuer: Dipl.-Ing. Lorenz Lachauer, Allplan GmbH  
Ausgabedatum: 12. Juni 2015  
Abgabedatum: 11. November 2015

## **Abstract**

Building Information Modeling (BIM) means that all information of a building, which are needed for subsequent processes, are available in a central building model. In recent decades, not only the computer technology has developed rapidly, but also the different ways of application. Allplan is one of the leading systems in the BIM sector and provides with its models already all the relevant information, which are necessary for creating a pedestrian simulation. One of the substantial challenges represents the transfer of the model in the pedestrian simulation software and following the repatriation of the results obtained to the planner. The object of this bachelor thesis is to show the current possibilities of BIM software, in particular the transfer of a BIM model from Allplan into the pedestrian simulation software VISWALK by PTV and the communication possibilities to transmit the obtained data as consistent as possible back to the planner.

## **Zusammenfassung**

Building Information Modeling (BIM) bedeutet, dass alle Informationen eines Gebäudes, die für nachfolgende Prozesse benötigt werden, in einem zentralen Gebäudemodell bereitgestellt werden. In den letzten Jahrzehnten hat sich nicht nur die Computertechnik rasant weiterentwickelt, sondern auch die verschiedenen Möglichkeiten der Anwendung. Allplan ist eines der führenden Systeme im BIM Bereich und stellt mit seinen Modellen bereits alle relevanten Informationen, die zur Erstellung einer Fußgängersimulation notwendig sind, zur Verfügung. Eine der wesentlichen Herausforderungen stellt dabei die Überführung des Modells in die Fußgängersimulationssoftware dar und im Anschluss die Rückführung der gewonnenen Ergebnisse an den Planer. Ziel dieser Arbeit ist es die aktuellen Möglichkeiten der BIM-Software, sowie im speziellen der Modellübertragung eines BIM-Modells aus Allplan in die Fußgängersimulationssoftware VISWALK von PTV und den Kommunikationsmöglichkeiten, mit denen die gewonnenen Daten möglichst konsistent an den Planer zurück übermittelt werden, aufzuzeigen.

# Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	2
Zusammenfassung.....	2
1 Einleitung.....	5
1.1 Motivation .....	5
1.2 Zielsetzung .....	6
2 Stand der Technik .....	7
2.1 BIM.....	7
2.1.1 Definition .....	7
2.1.2 Softwarelösungen.....	8
2.1.2 Allplan.....	11
2.2 Fußgängersimulationssoftware VISWALK von PTV.....	16
3 Modellierung .....	19
3.1 Pandion Gardens .....	19
3.2 BIM–Modellierung in Allplan.....	19
3.2.1 Rendering in Maxon's Cinema 4D .....	21
3.3 Schnittstellen zwischen Allplan und VISWALK .....	22
3.4 Modelanpassung in VISWALK .....	25
3.5 Workflow .....	27
3.5.1 Analoge Rückführung.....	27
3.5.2 Zweidimensionale Rückführung (dwg).....	28
3.5.3 Dreidimensionale Rückführung (BCF) .....	28
4 Szenarien .....	29
4.1 Brandschutz .....	29
4.2 Parameterbeschreibung.....	29
4.3 Standardsituation .....	29
4.3.1 Parameter.....	29
4.3.2 Ergebnisse .....	31
4.4 Extremsituation .....	32
4.4.1 Parameter.....	32
4.4.2 Ergebnisse .....	32
4.5 Feedback .....	34
4.5.1 Beispiel der analoge Rückführung.....	35

4.5.2 Beispiel der zweidimensionale Rückführung (dwg) .....	35
4.5.3 Beispiel der dreidimensionale Rückführung (BCF) .....	35
5. Fazit.....	37
Anhang .....	38
A1 Allplan Funktionsübersicht.....	38
A2 Parameterbeschreibung .....	39
A3 Systemvoraussetzungen .....	39
A4 Beschreibung VISWALK Rohdaten .....	40
A5 Pläne .....	41
A6 Ansichten.....	46
A7 Renderings .....	48
A8 Ergebnisse der Simulationsläufe .....	50
A9 Digital Versatile Disc.....	67
Literaturverzeichnis .....	68

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Die Weltbevölkerung erreicht im Jahr 2015 7,32 Milliarden Menschen, bei einer jährlichen Wachstumsrate von ca. 0,4 Milliarden Menschen (Statista, 2015). Außerdem steigt das Bedürfnis der Menschen räumliche Entfernungen möglichst komfortabel, günstig und vor allem schnell zu überwinden. Die Gründe hierfür sind vielfältig, hauptsächlich beruflich Verpflichtungen geschuldet, aber auch soziale oder kulturelle Bedürfnisse nehmen einen zunehmenden Stellenwert ein. Mit dem Wohlstand steigt auch das Verlangen nach Luxusgütern, wie exotischen Früchten aus Afrika, Fisch aus der Nordsee und Fleisch aus Argentinien. Um all diese Güter möglichst frisch und in jedem Supermarkt zur Verfügung zu stellen, bedarf es eines enormen logistischen Aufwandes. Diese Aspekte und der damit verbundene Bedarf an Rohstoffen und Platz macht es unerlässlich Verkehrswege und damit einhergehende Gebäude und logistische Abläufe zu optimieren und den Ressourcenverbrauch zu minimieren.

Zeit ist in der heutigen Gesellschaft eines der wichtigsten Güter geworden. Jedoch sollte das Bestreben, die Einteilung dieser zu verbessern, nicht auf Kosten der Sicherheit gehen. Eine der schlimmsten, auf mangelnde Organisation zurückzuführende, Tragödien ist die 'Love Parade 2010'. Bei dieser kamen im Gedränge 21 Besucher ums Leben und 541 weitere wurden verletzt (Deutsche Presse-Agentur GmbH, 2012). Da die meisten Menschen in Panik mehr ihrem Instinkt als ihrem Verstand folgen, ist es umso wichtiger im Vorfeld so viele Komplikationspunkte wie möglich auszuschalten. Neben Großveranstaltungen bergen auch noch andere Orte, wie Sportstadien, Konzertsäle, Flughäfen und Bahnhöfe, wo viele Menschen aufeinander treffen ein großes Gefahrenpotential.

Lange Zeit waren Vorhersagemodelle von Fußgängern ein großes Problem. Diese halten sich bezüglich ihres Verhaltens scheinbar an keine festen Regeln. Der Mensch ist ein Individuum und dies zeigt sich auch in seinem Verhalten. Im Bereich des motorisierten Individualverkehrs lässt sich dieses noch relativ zuverlässig vorhersagen, da durch Regelungen und Vorschriften die Reaktionen eingeschränkt sind. Solche Beschränkungen gibt es im Fußgängerbereich nicht, dort sind die Menschen neben dem lokal räumlichen Umfeld, hauptsächlich einer gewissen Gruppendynamik unterworfen. Wie stark wir uns von anderen Personen beeinflussen lassen, hängt sehr stark von der uns umgebenden Personenzahl ab. In der Regel verfolgt der Mensch immer ein bestimmtes Ziel, das er auf dem kürzesten Weg erreichen will. Dies ist nur dann möglich, wenn wir nicht durch andere Passanten oder Hindernisse gestört werden. Dabei haben sowohl unsere, als auch die Geschwindigkeit der anderen Personen und die jeweilige Laufrichtung einen sehr großen Einfluss. Eine Extremsituation stellt volle bzw. überfüllte Zonen dar, in welchen von jedem Anwesenden ein anderes Ziel verfolgt wird. In einer vollen Bahnhofshalle verhält sich der Mensch mehr wie ein Molekül. Jeder möchte sein Ziel erreichen, was jedoch durch die Einschränkung der Menschenmasse sehr stark behindert wird.

Wirklich kompliziert wird es für die Verhaltensvorhersage bei der Ansammlung von vielen Menschen, die gegensätzliche Ziele verfolgen. Das ist gut in Verbindungsgängen von Bahnhöfen zu beobachten. Hier verlassen viele Menschen zeitgleich den Zug und müssen auf einen anderen Bahnsteig während wiederrum der Gegenverkehr in den Zug einsteigen möchte. Sobald eine Person gut vorwärts kommt hängen sich viele andere an diese Person an. So entsteht eine Art Fußgängerfluss der entgegenlaufenden Ströme. Dieses Verhalten zuverlässig

vorherzusagen ist dank immer neuer Algorithmen und leistungsstarken Computern heutzutage mit einer guten Annäherung an die Realität möglich.

Mit Hilfe moderner Simulationssoftware lässt sich das Verhalten von Menschen realitätsnah darstellen. Modelle, die mit einer BIM-Software modelliert werden, können bereits während der Planungsphase, Material-, Zeit- und Kostenaufwand berechnen. Ein Zusammenschluss dieser beiden Verfahren, könnte dafür sorgen, kostengünstig und unter minimalem Einsatz von Ressourcen, die Sicherheit der Menschen zu erhöhen und so - das kostbare Gut - Zeit, für viele Menschen effektiv besser nutzbar zu machen.

## 1.2 Zielsetzung

Allplan ist eines der führenden Systeme, wenn es um die Modellierung von BIM-Modellen geht. Ebenso gehört VISWALK zu den gängigsten Programmen bei der Fußgängersimulation. Ziel dieser Arbeit ist es, ein Gebäude in Allplan zu modellieren und anschließend im dwg-Format zu exportieren. Diese dwg-Datei wird im Folgenden in VISWALK importieren und nachdem die Analyse der Fußgängersimulation erfolgt ist, werden die gewonnenen Daten zu Allplan zurückgeführt, um alle Schwachstellen schon während der Planung zu beseitigen.

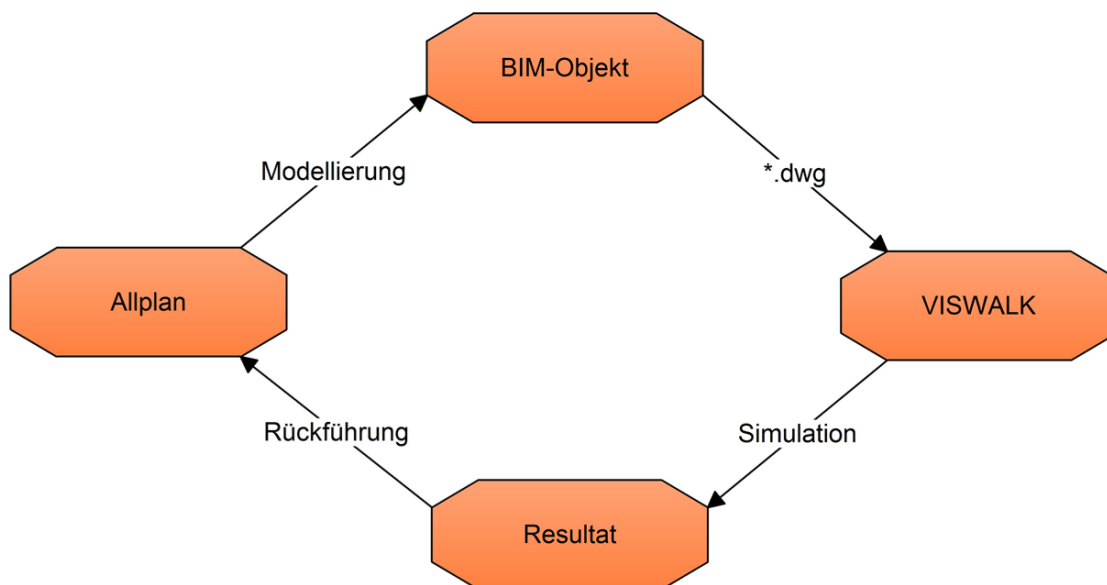


Abbildung 1: Prozessdiagramm

## 2 Stand der Technik

### 2.1 BIM

#### 2.1.1 Definition

Der Begriff Building Information Modeling (BIM) bezeichnet eine Methode zur durchgängigen Gebäudeplanung, -ausführung und -bewirtschaftung, über den gesamten Lebenszyklus. Die Methode beruht auf Grundlage eines digitalen Gebäudemodells. BIM ermöglicht die Vernetzung aller für das Gebäude relevanten Daten. Beginnend mit der Gestaltung in Form und Farbe für die Architekten, über Schalungs- und Bewehrungspläne für die Ingenieure, bis hin zur Elektrik-, Lüftungs- und Wasserversorgung für die Haustechnik (Borrmann, 2015).

Mit Hilfe von BIM können alle beteiligten Gewerke auf ein Modell und die sich daraus ergebenden Pläne zugreifen. Verändert sich ein Faktor, werden automatisch alle daraus resultierenden Umwandlungen, in Plänen, Stücklisten und Kalkulationen, aktualisiert. Die Verwaltung und der Kommunikationsaufwand wird somit erheblich gemindert, was zu einer Kostenreduktion führt und Fehler aufgrund sich überschneidender Informationen verringert.

Dies funktioniert vor allem dadurch, dass in den einzelnen Objekten alle, für den Prozess benötigten Informationen hinterlegt werden. So zeichnet zum Beispiel der Benutzer nur ein Trägerprofil mit Hilfe eines vorgefertigten Bauteilvorlagen und das Programm „weiß“ anhand der zugrunde gelegten Informationen, dass es sich um einen Stahlträger handelt, welcher beispielsweise aus einem H-Profil mit den Abmessungen xy besteht, bei dieser Stahlart eine entsprechende Trägheitsmoment aufweist und pro Tonne x Euro kostet. Außerdem kann bereits die Oberfläche für spätere Renderings hinterlegt werden.

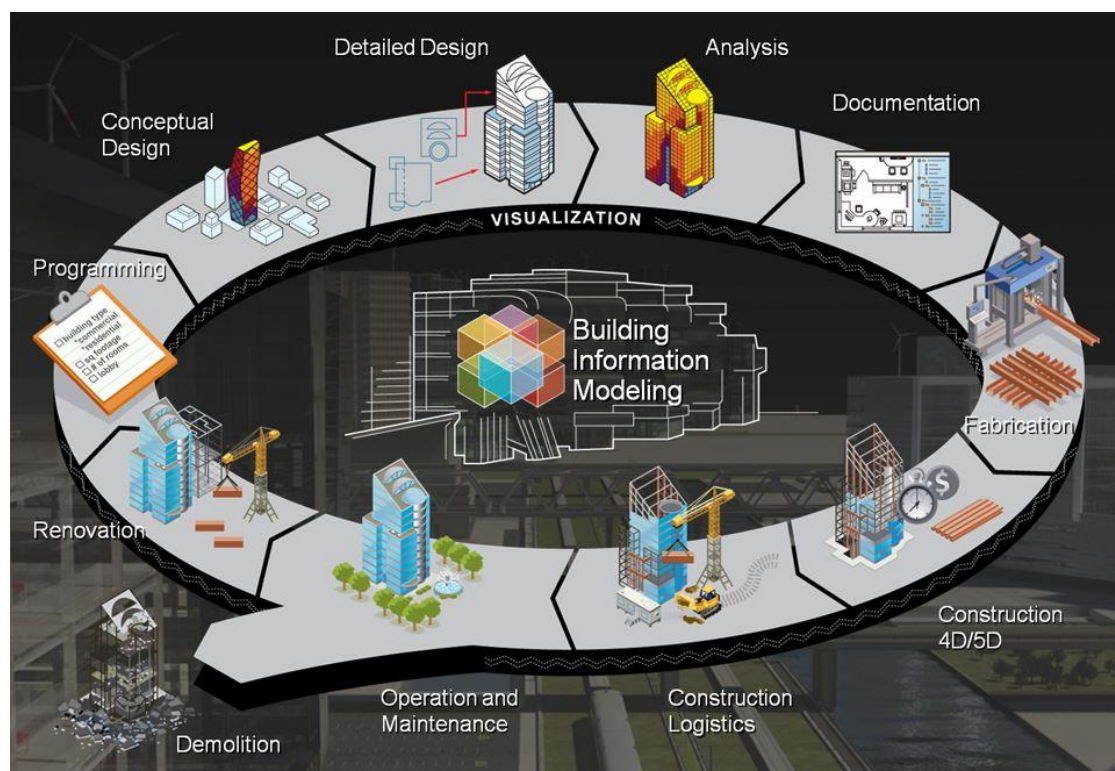


Abbildung 2: BIM Kreislauf (www.Buildipedia.com)

Ein BIM Modell wird für die Nutzung über den gesamten Existenzzeitraum bis zur Demontage des Objektes erstellt und kann somit auch in den Bereichen des Facility- oder Änderungsmanagements eingesetzt werden.

Das Prinzip der durchgängigen Koordination von Objekten ist ein völlig anderes im Vergleich zu traditionellen Planungsmethode. Das Konzept BIM ist nicht neu, denn die Idee existiert bereits seit den siebziger Jahren. Früher bezeichnete der Begriff BIM hauptsächlich „Building Information Modell“, also im Modell hinterlegte Informationen, heute primär „Building Information Modeling“, also nicht nur das reine Modell, sondern auch die damit verbunden Prozesse. Dank moderner Softwarelösungen und der Globalisierung lässt sich das Prinzip BIM heute ökonomisch umsetzen.

Was die Integration von BIM in die Bauprozesse angeht, schneidet Deutschland im internationalen Vergleich eher ungünstig ab. Andere Länder haben das Konzept bereits wesentlich umfangreicher integriert. In den folgenden Ländern stellt sich die Situation wie folgt dar (NAX, 2014):

- Dänemark: BIM ist bei öffentlichen Projekten über 2,7 Mio. Euro Auftragsvolumen verpflichtend. Bei Gebäuden der öffentlichen Hand bereits ab einem Volumen von 670.000 Euro.
- Finnland: Seit 2007 wird vom staatseigenen Unternehmen „Senate Properties“ ein Modell mit IFC-Standard gefordert.
- Großbritannien: Alle öffentlichen Hochbauten sollen ab 2016 auf BIM Grundlage erfolgen.
- Niederlande: Bei öffentlichen Bauten mit einem Auftragsvolumen von über 10 Mio. Euro ist die Erstellung auf BIM Basis vorgeschrieben.
- Norwegen: BIM ist bei allen städtischen Bauvorhaben vorgeschrieben.
- Österreich: Es wird aktuell eine ÖNORM zum BIM Standard eingerichtet.
- Singapur: Seit 2015 ist bei allen Projekten der Einsatz BIM vorgeschrieben.
- USA: Die General Service Administration, der US Army Corp of Engineers, der Bundesstaat Wisconsin, sowie der Bundesstaat Texas, schreiben die Verwendung BIM vor.

In Deutschland wird die Anwendbarkeit von BIM insbesondere, durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit geprüft. Die Ergebnisse hierzu wurden 2013 im Forschungsgutachten „BIM-Leitfaden für Deutschland“ veröffentlicht. Außerdem soll anhand eines Beispielprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, der Einsatz von BIM demonstriert werden.

### **2.1.2 Softwarelösungen**

Auf dem Markt gibt es zahlreiche Anbieter von Softwarelösungen im Bereich von BIM. Im Folgenden werden die verbreitetsten kurz vorgestellt.



## Bentley Systems



Abbildung 3: Logo – Bentley Systems ([www.bentley.com](http://www.bentley.com))

Bentley Systems wurde 1984 von den Gebrüdern Bentley gegründet und hat seinen Hauptsitz in Pennsylvania, USA. Als die Rechnerleistungen ausreichend gegeben waren, führte Bentley Systems 1986, das stand-alone PC-basierte Computer-aided Design (CAD)-System MicroStation Version 1 auf dem Markt ein. Durch das Aufkaufen anderer Firmen versucht Bentley seine Werkzeugpalette in allen Richtungen des Architektur-, Bauingenieur-, Maschinenbau- und Elektrotechnikbereichs zu erweitern (Bentley Systems, 2015). Weltweit sind 300.000 Lizenzen, vorwiegend in den USA, im Einsatz.

## Graphisoft – ArchiCAD



Abbildung 4: Logo – Graphisoft ArchiCAD ([www.graphisoft.com](http://www.graphisoft.com))

ArchiCAD wurde 1982 für Apple's Macintosh entwickelt und ist somit eines der ältesten CAD-Programme. Ab 1987 war es möglich mit ArchiCAD sowohl 2D als auch 3D- Geometrien zu erstellen. Graphisoft ist seit 2006 eine Tochtergesellschaft der Nemetschek Group (Graphisoft, 2015). Das Programm wurde speziell für den Einsatz durch Architekten ausgerichtet und hat heute weltweit mehr als 120.000 Benutzer.

## Autodesk – Revit



Abbildung 5: Logo – Autodesk Revit ([www.autodesk.de](http://www.autodesk.de))

Revit wurde 1997 von der Charles River Software gegründet und im April 2002 von Autodesk übernommen (Conant, 2015). Im Gegensatz zu AutoCAD ist Revit eine optimierte BIM Software und arbeitet mit einem neuen Grafikern. Das Programm spezialisiert sich auf Architekten mit *Revit Architecture*, Ingenieure und Tragwerksplaner mit *Revit Structure* und auf die Gebäudetechnik mit *Revit MEP*. Revit bietet eine umfangreiche Lösung für die projektorientierte Arbeit und leitet sich aus den Kürzeln der Wörter „Revise Instandly“ ab. Das

heißt, dass alle Arbeitsstationen an demselben Modell arbeiten. Wird eine Änderung vorgenommen, wird diese sofort allen Mitarbeitern angezeigt und sowohl in den Ansichten als auch in Schnitten aktualisiert.

### Tekla



A T R I M B L E C O M P A N Y

Abbildung 6: Logo – Tekla ([www.tekla.com](http://www.tekla.com))

Tekla wurde 1966 in Finnland gegründet und war ursprünglich ein Konstruktionsprogramm für den Stahlbau. Im Jahr 2004 wurde *Tekla Structures* veröffentlicht und bot umfangreiche Modellierungsmöglichkeiten im Ingenieursbau, sowie zahlreiche Funktionen des Baumanagements, unabhängig von Komplexität, Material oder Größe an (Tekla, 2015). 2009 schließen Nemetschek und Tekla einen Kooperationsvertrag um den Austausch von Projektdaten zwischen ihren Produkten zu optimieren (Nemetschek AG, 2009).

Weltweit sind ca. 30.000 Lizenzen im Einsatz, davon in Deutschland ca. 1.000 ohne die Viewer-Lizenzen.

### Nemetschek – Vectorworks



Abbildung 7: Logo – Nemetschek Vectorworks ([www.vectorworks2015.net](http://www.vectorworks2015.net))

Vectorworks wurde 1985 unter dem Namen MiniCAD für Apples Macintosh entwickelt und bekam seine jetzige Bezeichnung im Jahr 1999. Seit 1996 wird das Programm auch für Windows angeboten und bietet zahlreiche Funktionen wie die 2D- und 3D Modellierung, sowie Präsentations- und Konstruktionswerkzeuge. Es werden verschiedene Versionen für Basis-CAD-Anwendungen, Architekten, Landschaftsdesign und für den Innenausbau angeboten (Computerworks, 2007). Da die Präsentation der Produkte nicht nur im Bau-, sondern auch im Handwerksbereich wichtiger wird, bietet Vectorworks als Ergänzung seiner Produktpalette das Visualisierungstool *Spotlight* an.



Abbildung 8: Ein in Vectorworks erstelltes und gerendertes Bett



Abbildung 9: Ein in Vectorworks erstelltes und gerendertes Treppenhaus

### 2.1.2 Allplan

Allplan ist eine Tochterfirma der Nemetschek AG und wurde 1984 gegründet. Das Programm ist in 2 Versionen erhältlich, welche auf den Anwendungsbereich für Architekten und Ingenieure abgestimmt sind.

Allplan bietet dem Benutzer eine große Anzahl an Funktionen (Anhang A 1). Neben den Standards der 2D bzw. 3D-Modellierung, sind vor allem Makros und die sogenannten „SmartParts“ eine Möglichkeit mit relativ geringem Zeitaufwand, komplexe Objekte zu erstellen. Bauliche Vorlagen wie Türen, Fenster, Treppen, Wände und Decken sind nur ein Teil der umfangreichen Bibliothek. Diese reicht vom einfachen Stuhl bis zum Brückenspannglied.

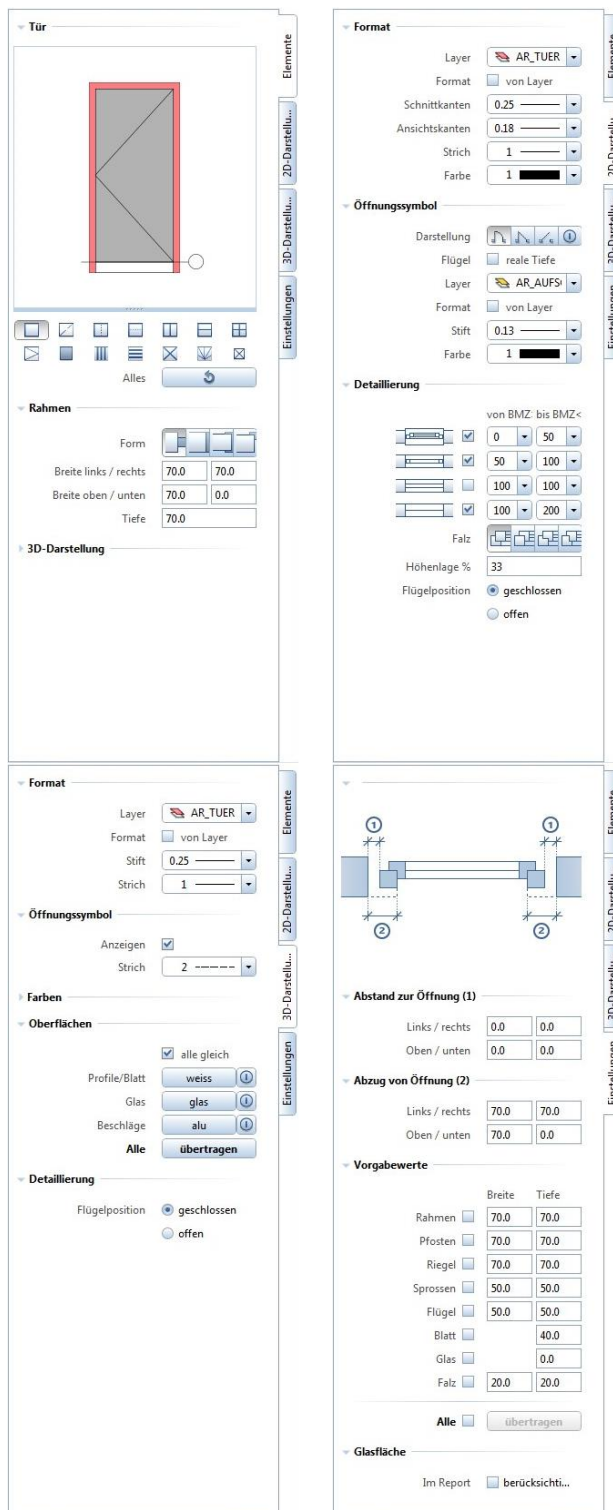


Abbildung 10: Eigenschaftenfenster des SmartPart Tür

Beispiel an Hand einer Tür:

Nach der Auswahl der gewünschten Tür, welche sich in ihrer Auswahl grob durch das Dekor, die Zargenart und das Türblattart unterscheiden, öffnet sich der Einstellungsassistent. Dieser bietet diverse Einstellungsmöglichkeiten im 2D- und 3D-Bereich. Dazu zählen die generelle Struktur, Rahmenstärken, Spaltmaße, Falzausbildung, aber auch Liniendarstellung und Oberflächendekor.

Auch sehr sinnvoll für die gestalterische Darstellung und eventuelle Kundenpräsentationen ist die Möglichkeit, das 3D-Objekt im geöffneten Zustand darzustellen. Bei Sonnenschutzgegenständen, ist dies sogar in prozentualer Angabe möglich.

Sind alle Einstellungen getroffen, reicht eine grobe Platzierung an der gewünschten Stelle. Die Programmassistenten erkennen das Mauerwerk und deren Öffnungen automatisch und passen die restlichen Parameter wie Wandstärke, Höhe und Breite an.

Neben dem allgemein bekannten Menüstrip, lässt sich die Vielzahl der Funktionen über diverse Reiter-Fenster in mehreren Ebenen aufrufen. Dies bringt den Vorteil eines deutlich übersichtlicheren und nicht mit Shortcuts überladenen Arbeitsfensters mit sich.

Außerdem ist es möglich mehrere Ansichten des Objektes parallel aufzurufen. Dazu zählen unter anderem perspektivische Ansichten, Schnitt- und Renderansichten.

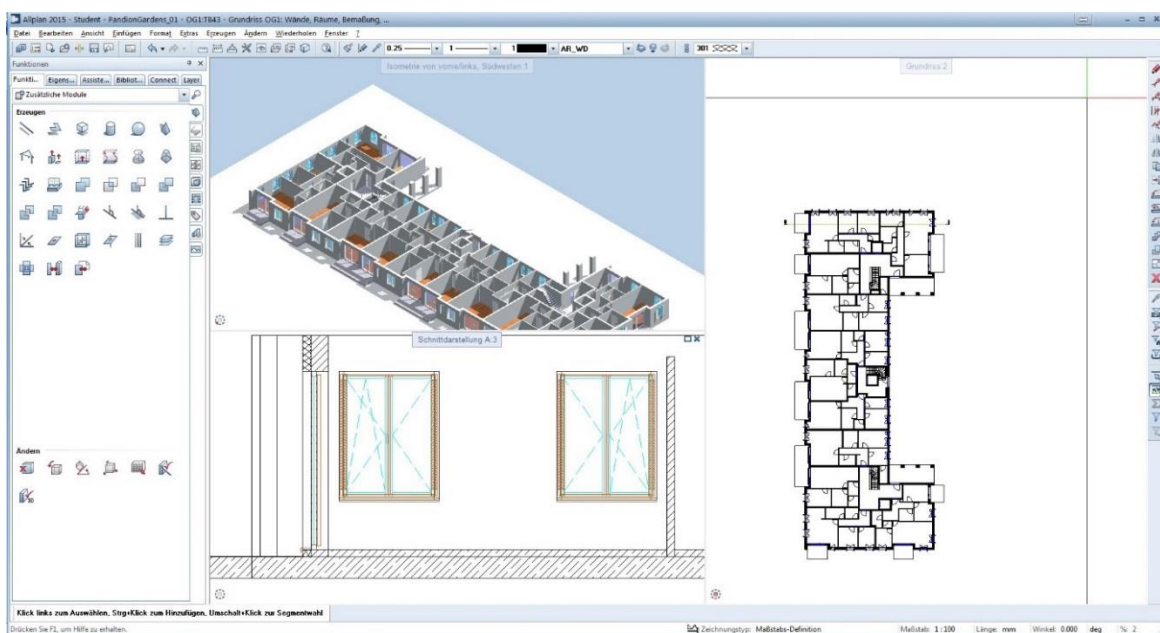


Abbildung 11: Ansichtsübersicht in Allplan

Wie die meisten CAD-Programme arbeitet auch Allplan mit Layern, die eine Zuordnung verschiedener Attribute, wie Linienfarbe, -stärke und -art ermöglichen. Des Weiteren bietet Allplan die Möglichkeit eine Bauwerksstruktur mit Hilfe von Teilbildern zu erstellen. Dessen Struktur kann frei gewählt werden und wurde in diesem Beispiel durch eine geschossweise Einteilung in Wände, Einrichtung, Decke und Estrich definiert. Das Layersystem stellt eine Ergänzung der Teilbilder dar. Vor allem bei Großprojekten, wenn viele Mitarbeiter an verschiedenen Bauteilgruppen eines Objekt arbeiten, spart das unsichtbar schalten von Layern den häufigen Teilbildwechsel.

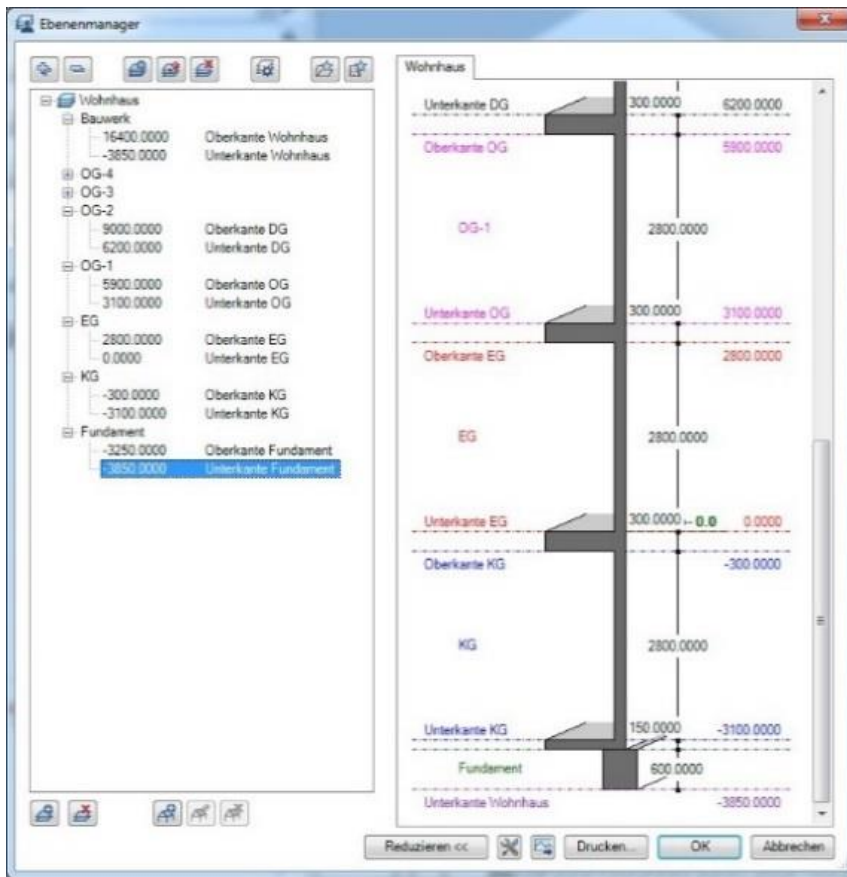


Abbildung 12: Ebenenmanager in Allplan

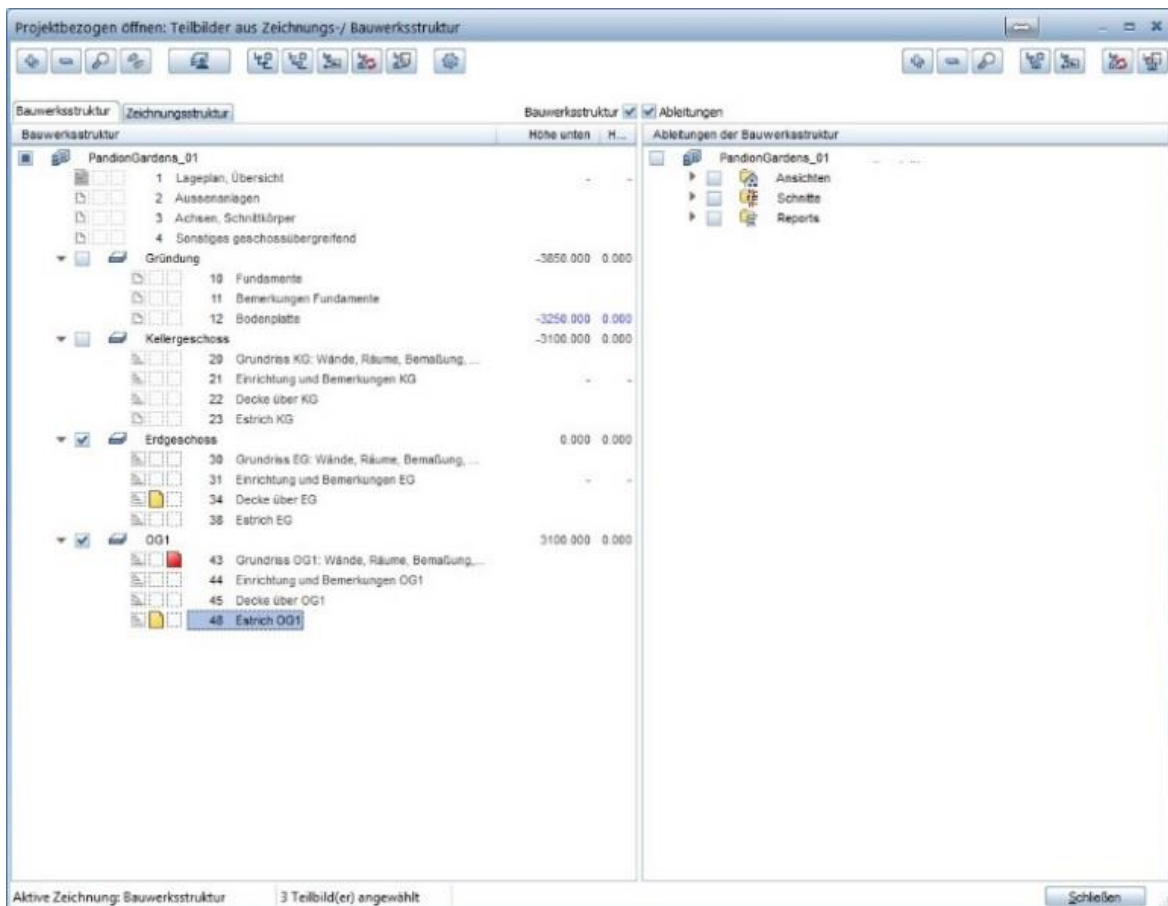


Abbildung 13: Teilbildmanager in Allplan

Im Ebenenmanager können die einzelnen Geschosse mit Höhenlage definiert werden. Nach der Teilbildzuordnung an eine Ebene werden die Geschosshöhen automatisch für Höhenkoten der Wände übernommen. Auf diese Weise lassen sich in kürzester Zeit durch Kopieren einzelner Teilbilder ganze Geschosse einfügen.

Um zu zeigen wie das zukünftige Objekt sich in die Umgebung einfügt, hat Allplan die CINEMA 4D-Rendering-Engine integriert.

Seit dem Jahr 2000 hält die Nemetschek Group 70% der Aktienanteile an Maxon. Früher auf die Produktion von Computer-Fachzeitschriften und die Entwicklung von Hard- und Software spezialisiert, ist das Hauptprodukt von Maxon heutzutage die Software Cinema 4D. Diese kommt bei Unternehmen wie BMW AG, Henkel KgaA, mobilcom AG, Siemens VDO, Sony Pictures, Imageworks, Vitra, sowie vielen anderen Firmen zum Einsatz.

Bei Allplan besteht die Möglichkeit Videos oder Einzelbilder direkt an den Cine-Renderer zu übergeben. Dies kann je nach Komplexität der Licht- und Schattenwirkung, sowie der verbauten Spiegelflächen und in Abhängigkeit der Hardware einige Minuten bis hin zu mehreren Tagen in Anspruch nehmen. Um eine schnelle Vorab Darstellung zu bekommen kann im Ansichtsmenü der sogenannten R(eal)T(ime)-Renderer ausgewählt werden. Dieser ermöglicht ein Fotorealistisches Rendering in Echtzeit. Egal ob die Perspektive, Beleuchtung oder Struktur geändert wird, beginnt das Rendering ohne Verzögerung und gibt somit bereits innerhalb weniger Sekunden ein Feedback. Die Dauer, bis der gewünschte Detailierungsgrad erreicht ist, hängt stark von den Rechnerleistungen ab, ermöglicht jedoch eine schnelle und einfache Lösung einer möglichst wirklichkeitsnahen und interaktiven Darstellung.

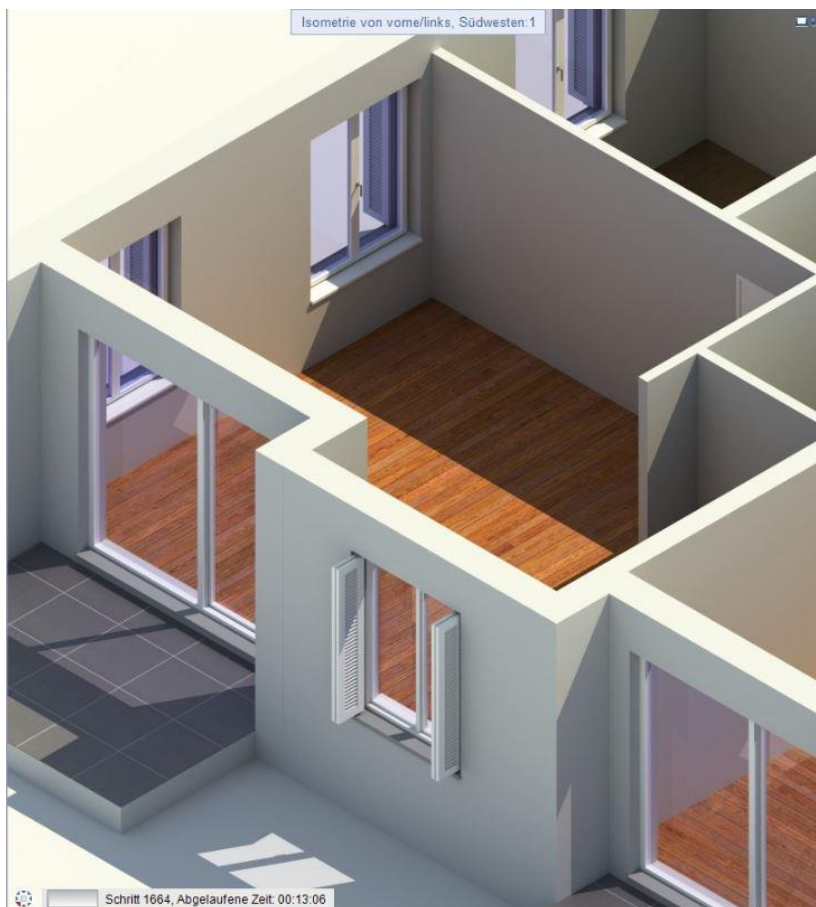


Abbildung 14: Ansicht des RT-Renderers

Um die Rechnerkapazität nicht zu sehr zu belasten, bietet Allplan neben dem RT-Renderer weitere Ansichtsarten, wie Animation und Sketch, die eine ansprechende Visualisierung während der Modellierung ermöglichen. Eine realistische Darstellung hängt unter anderem von Licht und Schatten ab. Sonnenstand, Nordausrichtung, Jahreszeit, physikalischer Himmel und die genaue kartographische Lage, zeigen die Ausleuchtung einzelner Räume oder des ganzen Objektes (Nemetschek Allplan Systems GmbH, 2014).

## 2.2 Fußgängersimulationssoftware VISWALK von PTV

Die PTV-Group ist eine der weltweit führenden Firmen im Bereich Verkehrssoftware, mit Hauptsitz in Karlsruhe. Ihre Schwerpunkte sind dabei Verkehrsplanung, -simulation, -technik und -prognosen. Diverse Softwareprodukte können Verkehrssituationen und die Auswirkungen verschiedener Parameter, im Bereich des motorisierten Individualverkehrs, Schienenverkehr, öffentlicher Verkehr, Fahrradverkehr und Fußgängerverkehr darstellen (PTV Group, 2015).

Im Zusammenhang mit dieser Arbeit, wird die Softwarelösung von PTV im Bereich der Fußgängersimulation eingesetzt. Diese nennt sich VISWALK und bietet eine simple Möglichkeit Hindernisse und Laufzonen sogar über mehrere Ebenen darzustellen. Dabei können Messungen über die Aufenthaltsdauer, sowie Reisezeit und –geschwindigkeit ermittelt werden.

Die Berechnung der Fußgänger erfolgt auf Grundlage des Social Force-Modell. Das Modell beruht auf Grundlage der Newtonschen Mechanik. Bei diesem Modell wird der rein physikalische Parameter Beschleunigung durch die resultierende Gesamtkraft aus sozialer, psychologischer und physikalischer Einzelkraft gebildet. Beeinflusst werden die Kräfte durch die Umgebungsparameter wie andere Fußgänger, Hindernisse und das Ziel.

Das Fußgängerverhalten gliedert sich hierarchisch in drei Ebenen auf (PTV AG, 2015):

- Strategische Ebene: Hier plant der Fußgänger seine Route indem er eine Liste von Zielen erstellt. Diese Planung erfolgt im Bereich von Minuten bis Stunden.
- Taktische Ebene: Hier plant der Fußgänger die Route zwischen den Zielen und berücksichtigt dabei das Netz. Diese Planung erfolgt im Bereich von Sekunden bis Minuten.
- Operative Ebene: Hier führt der Fußgänger die eigentliche Bewegung aus und berücksichtigt dabei seine Umgebung. Diese Planung erfolgt im Bereich von Millisekunden bis Sekunden.

Die strategische Ebene wird vom Benutzer festgelegt, die taktische sowie die operative Ebene werden durch das Programm kontrolliert.



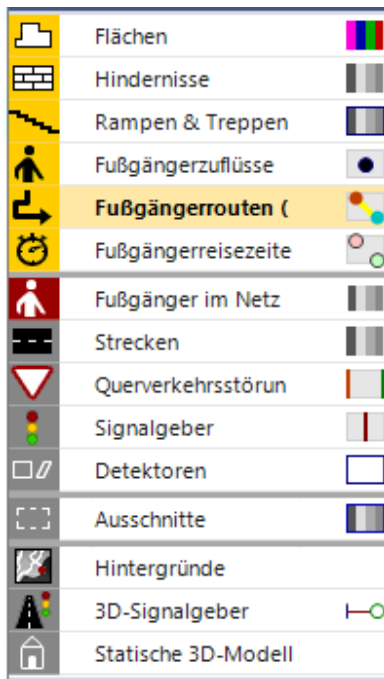


Abbildung 15: Modellierungsmenü in VISWALK

Die Benutzeroberfläche ist sehr simpel gehalten, bietet jedoch alle benötigten Tools zur Erstellung eines Modells.

Zunächst legt man alle benötigten Flächen fest. Darunter befinden sich Quell-, Weg- und Zielflächen. Anschließend können Hindernisse auf den Flächen modelliert werden. Je nach Bedarf bietet VISWALK die Möglichkeit, die Fußgängerzusammensetzung festzulegen. Die Basis für die Zusammensetzung sind Fußgängertypen, darunter Standards wie Mann, Frau, Frau mit Kind und Rollstuhlfahrer. Diese werden definiert durch Ihre Abmessungen, deren Varianzen, der Farbverteilung der Darstellung und dem Laufverhalten. Es besteht auch die Möglichkeit eine Quell- und Zielmatrix zu erstellen, in der das Verhältnis zwischen den einzelnen Quell- und Zielaufkommen festgelegt werden kann.

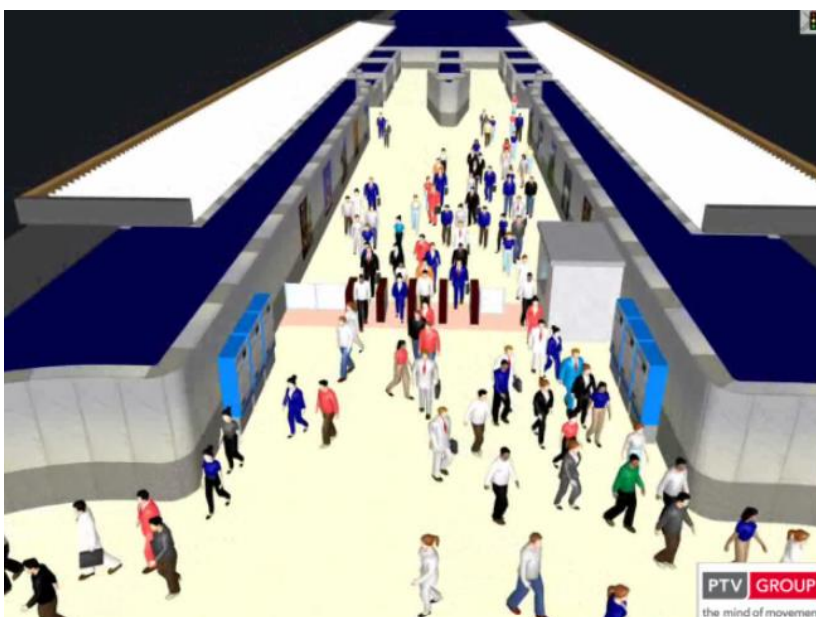


Abbildung 16: 3D-Simulationsansicht (VISWALK-Hilfe)

Nicht nur im Bauwesen wird Wert auf eine anschauliche Präsentation gelegt, deshalb bietet VISWALK ebenfalls einige Funktionen an, um dem Kunden ein ansprechendes und illustratives Design zu präsentieren. Zu diesem Zweck ist es möglich, Hintergrundgrafiken einzubinden und Kamerapositionen in der 3D-Ansicht festzulegen und aufzuzeichnen.

In Abbildung 17 wird der Aufbau eines simplen Modells dargestellt. Die Quellfläche ist grün markiert die Zielflächen rot. Die Senkrechte Graue Fläche stellt eine Treppe dar, da die obere Rote Fläche 3 Meter erhöht liegt. Anschließend wird eine Quellbelastung von 10.000 Fußgängern pro Stunde (Fg/h) eingegeben. Aufgrund der zwei vorgegebenen Ziele, entsteht eine gleichmäßige Aufteilung der Fußgänger. Man erkennt jedoch deutlich, dass an der Ecke zum Treppenaufstieg ein Rückstau entsteht. Wie in der Realität versuchen auch hier die Fußgänger den kürzesten Weg zu wählen und behindern sich dadurch gegenseitig.

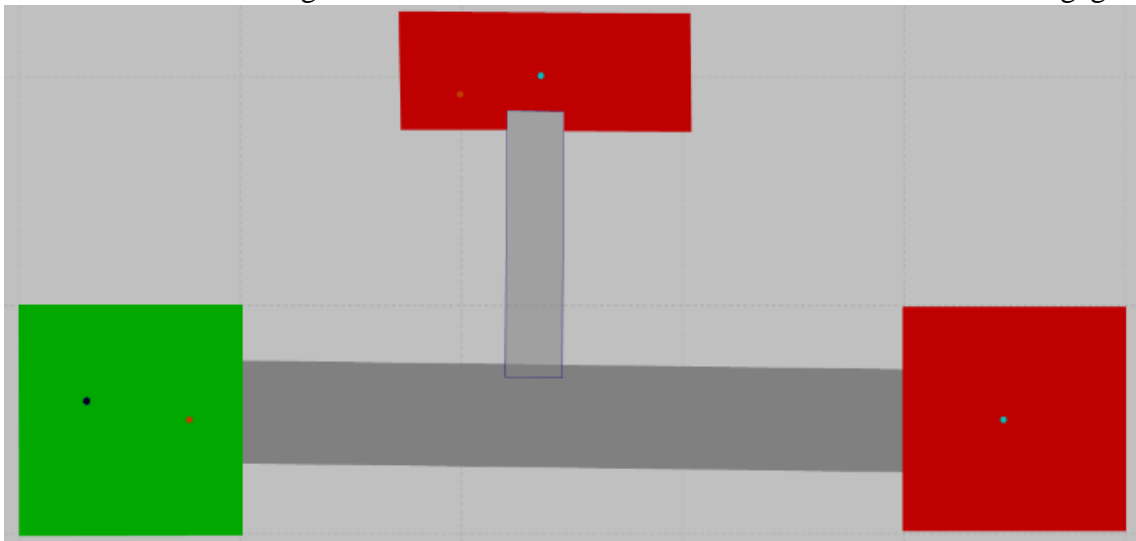


Abbildung 17: Modelaufbau in VISWALK

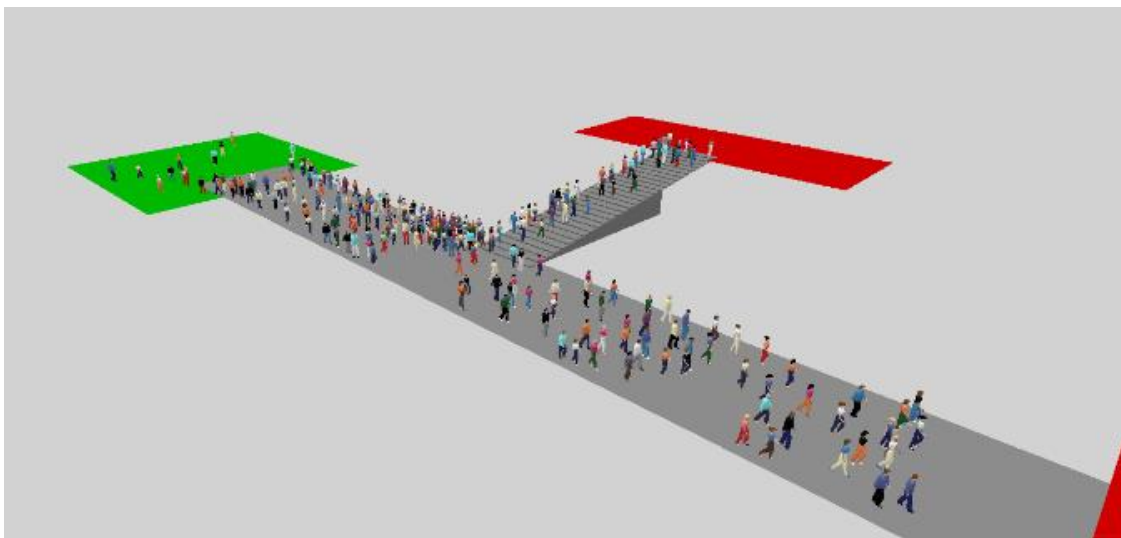


Abbildung 18: 3D-Ansicht der Simulation

## 3 Modellierung

### 3.1 Pandion Gardens

Die Pandion AG gehört zu den TopTen der Wohnprojektentwickler in Deutschland und erwartet im Jahr 2015 einen Umsatz von 160 Mio. Euro (Finanzwelt, 2015). Eine der geplanten Wohnanlagen ist Pandion Gardens im Stadtteil Neuhausen-Nymphenburg in München. Die Anlage besteht aus Eigentumswohnungen mit zwei bis vier Zimmern und besteht aus 148 Einheiten. Die Größe der einzelnen Wohnungen liegt zwischen 37 und 154 m<sup>2</sup> und bietet somit sowohl für Singles als auch für Familien ein passendes Wohnraumangebot. Das ausführende Architekturbüro (Römer Partner Architektur) setzt eine Mischung aus modernem Design, Nähe zur Natur und der zentraler Lage in der Metropole München um. Fertigstellungstermin ist voraussichtlich im November 2015 (Pandion, 2015).

Im Zuge dieser Arbeit wird eine Modellierung der Gebäudeteile 2 bis 4 vorgenommen. Dabei handelt es sich um ein vier Geschossiges Gebäude mit Flachdach und 48 Wohneinheiten.

### 3.2 BIM–Modellierung in Allplan

Grundlage der Modellierung sind Pläne im PDF-Format, welche sich in Allplan in einen beliebigen Maßstab einfügen lassen. Da sich der Maßstab bei allen Quelldateien als unterschiedlich herausgestellt hat, musste zur Lösung des Problems ein Referenzmaßstab aus einer der Detailzeichnungen ermittelt werden. Um sicherzustellen, dass sich alle Abbilder im gleichen Maßstab befinden, wird nach dem Einfügen der Pläne in Allplan die Länge, Breite und Höhe des Bauwerks auf allen eingefügten Plänen kontrolliert.

Da es sich bei den zur Verfügung gestellten PDF-Dateien um Pixel- und nicht um Vektordateien handelt, ist eine direkte Übernahme der Abmessungen mithilfe der Fangfunktion nicht möglich, was eine gewisse Ungenauigkeit bei der Modellierung zur Folge hat. Bei den diversen Mauerwerken lässt sich das Problem dahingehend reduzieren, dass diese in Ihren Abmessungen Normen unterliegen und somit eine gute Näherung erreicht werden konnte. Bei Tür- und Fensteröffnungen wurde sofern möglich ein logischer Wert angenommen. Alle übrigen Abmessungen wurden mit der Linearmessfunktion ermittelt.

Im Gegensatz zu den ersten drei Etagen weisen die Etagen 3 und 4 eine andere Raumaufteilung auf. Deshalb mussten im nächsten Schritt die Grundrisse der einzelnen Stockwerke an einem Bezugspunkt ausgerichtet werden. Als Fixpunkt wurden die Fahrstuhlschächte verwendet, da diese auf allen Ebenen identisch sein müssen. Anschließend wurden die Höhenkoten des Gebäudes im Ebenenmanger festgelegt.

Die Modellierung der Wände wurde mit Hilfe der automatischen Polygonzuanpassung fertiggestellt. Auch das Einfügen der Fenster und Türen, verlief dank der bereits beschriebenen „SmartParts“ ohne weitere Schwierigkeiten. Sobald das einzufügende Objekt vordefiniert ist, lässt sich unter Zuhilfenahme der Übernahme-Funktion eine exakte Kopie mit allen Eigenschaften wie beispielsweise Abmessungen, Ansichtsparametern und Layerzuweisung übernehmen.

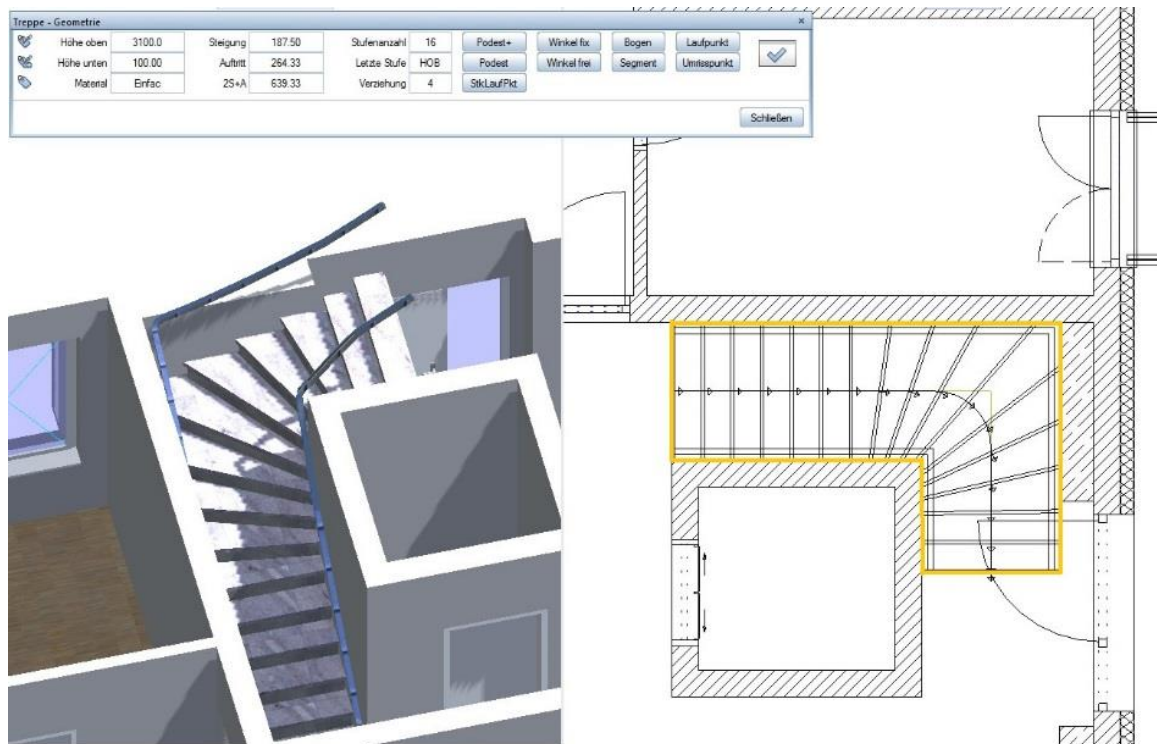


Abbildung 19: 3D-Ansicht und Draufsicht einer Treppe

Der Treppenassistent ermöglicht nach dem Festlegen der Außenkontur (in Abbildung 19 in orange dargestellt), eine Vielzahl an Einstellungen. Nach der Eingabe der Unter- und Oberkante, ermittelt Allplan unter Zugrundelegung der optimalen Schrittmaßregel ( $2 \times S + A$ ) die restlichen Parameter. Bei manueller Änderung eines Faktors wie beispielsweise der Stufenzahl, erfolgt eine automatische Neuberechnung. Treppenbauteile werden durch einfaches setzen eine Hackens angefügt oder entfernt.

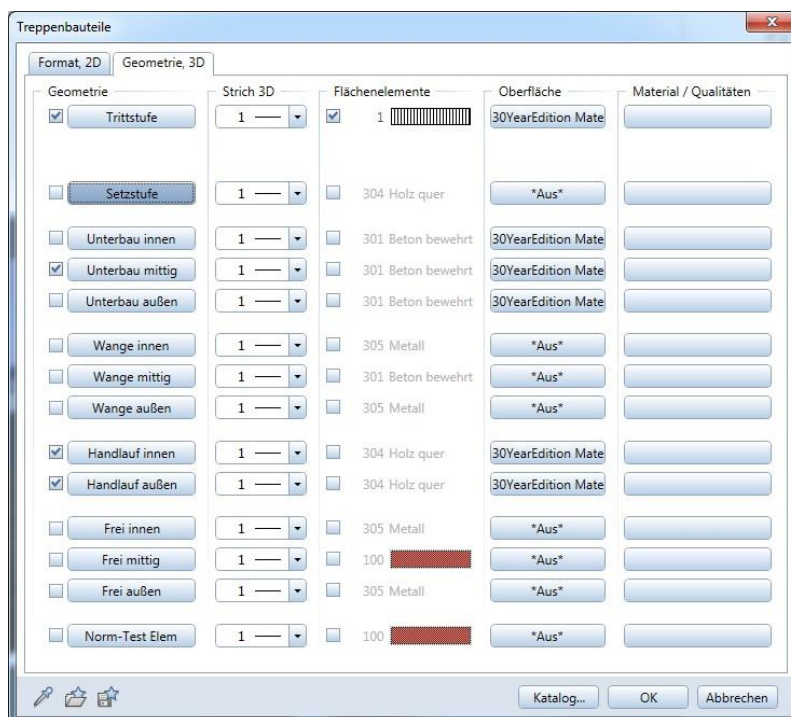


Abbildung 20: Bauteileigenschaften einer Treppe

Nachdem das Erdgeschoss vollständig erzeugt wurde, konnten im Bauwerksstrukturmanager alle dem Stockwerk zugewiesenen Teilbilder durch Kopieren ein zweites Mal eingefügt werden. Anschließend erfolgte im Ebenenmanager die Zuordnung der eben kopierten Teilbilder an das erste Obergeschoss. Das Programm nimmt daraufhin eine automatische Anpassung der Höhenkoten vor, was die Erzeugung der ersten 3 Etagen mit nur wenigen Klicks ermöglicht. Ebenso verhält es sich bei den beiden oberen Stockwerken, welche nach demselben Prinzip erstellt wurden (Erstellte Pläne und Ansichten in Anhang A5/6).

VISWALK ermöglicht den Import von dwg-Dateien, jedoch können von dem selbigen nur Polygonzüge erkannt werden. Bei dem verwendeten VISWALK Build werden nur dwg-Dateien der Version 2010 erkannt. Wird die Datei korrekt erkannt, stehen alle in der Zeichnung verwendeten Layer zur Verfügung.

### 3.2.1 Rendering in Maxon's Cinema 4D

Im BIM Bereich geht es nicht nur darum, viele Informationen, möglichst konsistent für alle beteiligten zur Verfügung zu stellen, sondern auch Dreidimensionale Modelle zu generieren. Diese sollen sowohl den Entwicklern als auch den Kunden, im Vorfeld schon möglichst plastisch veranschaulichen wie ihr Objekt einmal aussehen wird. Zu diesem Zweck bietet fast jede Software eine Möglichkeit der 3D Aufbereitung. Bei Allplan, wird dies durch den Cinema 4D Renderer realisiert. Hier sind sowohl Einzelaufnahmen als auch Videos umsetzbar (Renderings in Anhang A7).

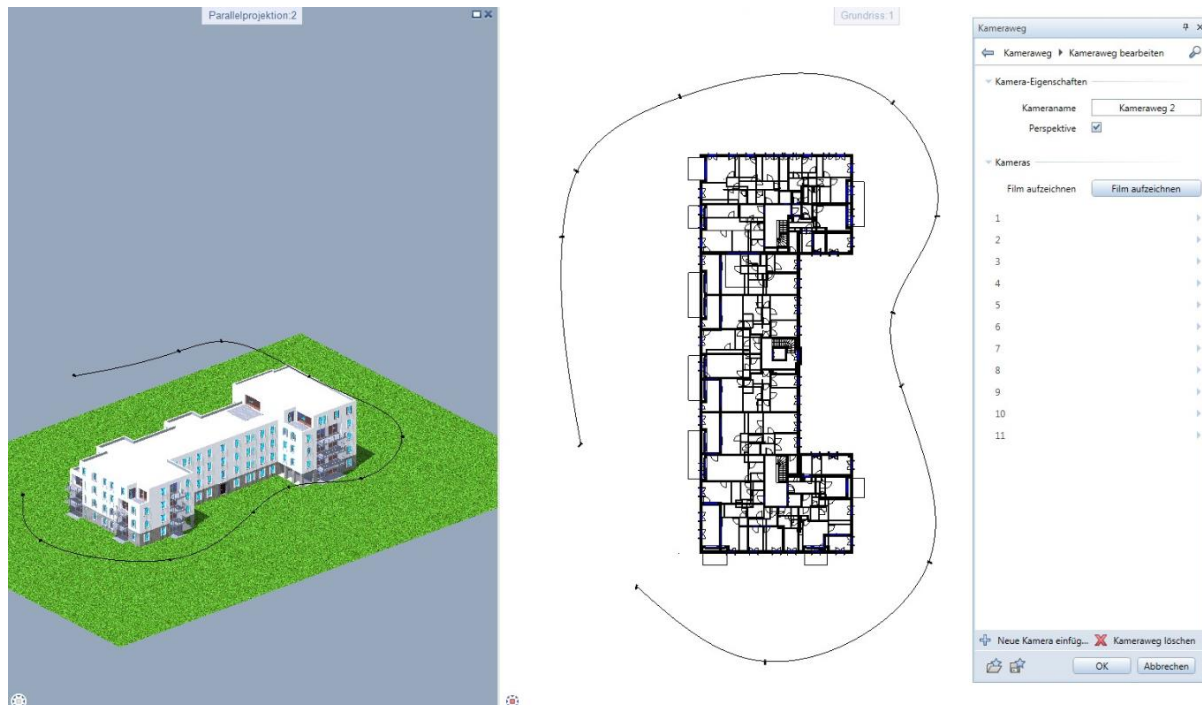


Abbildung 3.3: Kameraweg um das Model

Zum Erstellen eines Videos, wird zunächst der Kamerapfad angelegt. Hier kann für jede Kamera die Position des Aug- und des Zielpunkts, sowie die Brenn- und Sichtweite festgelegt

werden. Außerdem kann vor dem Rendern über die Weg-Zeitleiste die Abfahrgeschwindigkeit zwischen den einzelnen Kamerapositionen und des Kameraweges definiert werden. Weitere Einstellungsmöglichkeiten sind das Komprimierungsformat, die Zielgröße der Auflösung, die Gesamtzeit des Videos und die Bilder pro Sekunde. Diese wurden im in diesem Fall auf folgende Werte festgelegt (Systemvoraussetzungen in Anhang A3):

- Komprimierung: Microsoft Video 1
- Auflösung: 1280x720
- Zeitdauer: 50 Sekunden
- Bilder/Sekunde: 25

Daraus ergab sich eine Bildanzahl von 1.251 was unter den gegebenen Systemvoraussetzungen eine Renderzeit von 24 Stunden in Anspruch genommen hat.

Das Rendern eines Einzelbildes nimmt je nach Spiegelungsflächen, Schattenberechnung und Detailierungsgrad zwischen 2 Minuten und 2 Stunden in Anspruch.

### 3.3 Schnittstellen zwischen Allplan und VISWALK

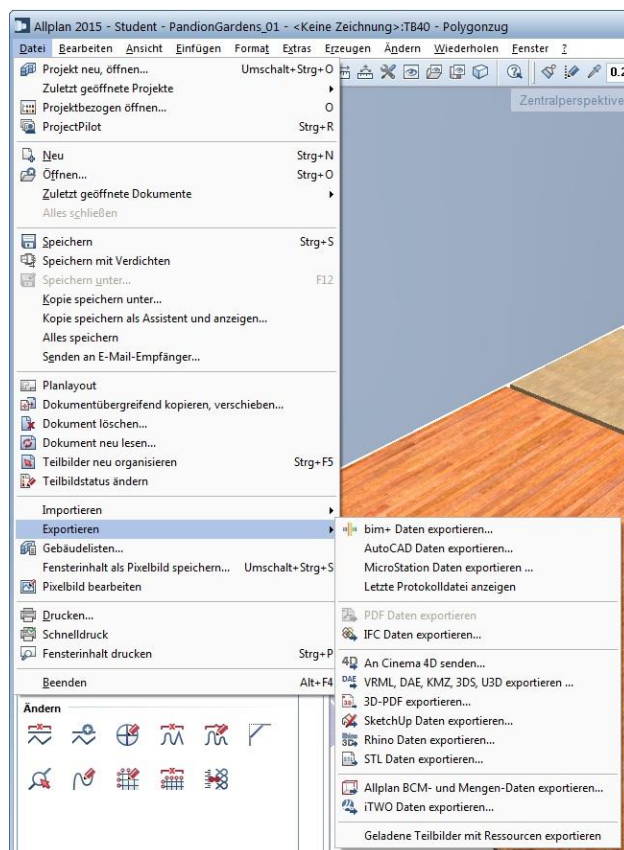


Abbildung 21: Exportmöglichkeiten in Allplan

Die gemeinsame Schnittstelle zwischen Allplan und VISWALK ist das dwg-Dateiformat. Das dwg-Format wurde 1982 im Zusammenhang mit der ersten AutoCAD Version entwickelt und ist bis heute eines der meist genutzten Formate, wenn es um Entwürfe, geometrische Daten, Karten und Fotos geht (Autodesk, 2015). Nachdem das dwg-Format mit jeder neuen AutoCAD-Version ebenfalls Neuerungen erfährt und somit nicht abwärts

kompatibel ist, hat Autodesk die dxf-Schnittstelle eingeführt. Diese unterliegt keinem neutralen Normungsausschuss und ist somit eine quelloffene Schnittstelle, die frei zur Verfügung steht. Dabei wird die binäre dwg-Datei im ASCII Zeichenformat abgespeichert und kann somit durch viele Programme wie den Texteditor oder Excel erzeugt und manipuliert werden. Aus einer dwg-Datei lassen sich lediglich die ersten 6 Bytes, die Informationen über die Version enthalten, mit dem Texteditor lesen. Wegen der simplen Struktur der dwg-Schnittstelle wird diese von sehr vielen Herstellern im CAD- und Computer-aided manufacturing (CAM)-Bereich übernommen, jedoch nicht immer optimal integriert, was zu Datenverlusten führen kann (Pülz, 2002).

Der Datenexport aus Allplan gestaltet sich einfach: Unter dem Reiter Datei / Exportieren werden alle Möglichkeiten aufgelistet. Nachdem die Auswahl des Menüpunktes „AutoCAD Daten exportieren“ erfolgt ist, werden alle als sichtbar markierten Teilbilder in einer Datei exportiert. Bevor die Konvertierung startet, können Quell- und Zielparameter festgelegt werden. Diese beinhalten Farben, Linien, Schraffuren, Stifte, Muster, Texte und Layer. Alle Dreidimensionalen Bauteile werden nun in ein Vielflächennetz konvertiert. Sie enthalten also keine Informationen mehr, sondern sind nur noch ein geometrischer Zusammenschluss von Flächen.

In VISWALK steht zwar der Import von dwg-Dateien zur Verfügung, jedoch werden nur zweidimensionale Polygonzüge erkannt. Nachdem alle vorhanden Daten dreidimensional sind ist ein direkter Import nicht möglich. Die Lösung bietet eine Modellanpassung in Allplan. Zu diesem Zweck wird pro Stockwerk ein neues Teilbild eingefügt, in dem die zweidimensionalen Polygonzüge erstellt werden. Als Grundlage der Erstellung dient das bereits modellierte Teilbild „Estrich“, in welchem alle Räume abgebildet sind. Auch hier besteht noch das Problem, dass der „Estrich“ dreidimensional ist. Mit Hilfe der Flächen-Erkennungs-Funktion lässt sich ohne großen Aufwand die gesamte Gebäudestruktur auf Basis von Polygonzügen nachmodellieren. Es genügt zwei Kanten der gewünschten Fläche anzuklicken und das erkannte Areal zu bestätigen. Die Nachmodellierungsarbeit hat für das gesamte Objekt etwa 45 Minuten in Anspruch genommen. Dies ist auf die große Anzahl an Räumen zurückzuführen, da jeder Raum einzeln erfasst werden muss. Alternativ bestünde die Möglichkeit, das Modell mit einem Polygonrahmen zu umfassen und somit die Flächen zwischen den Räumen, also die zusammenhängenden Wände, als Areal zu erkennen. Bei der ersten Methode werden die importierten Flächen in VISWALK als Laufflächen deklariert, bei der zweiten hingegen als Hindernis.

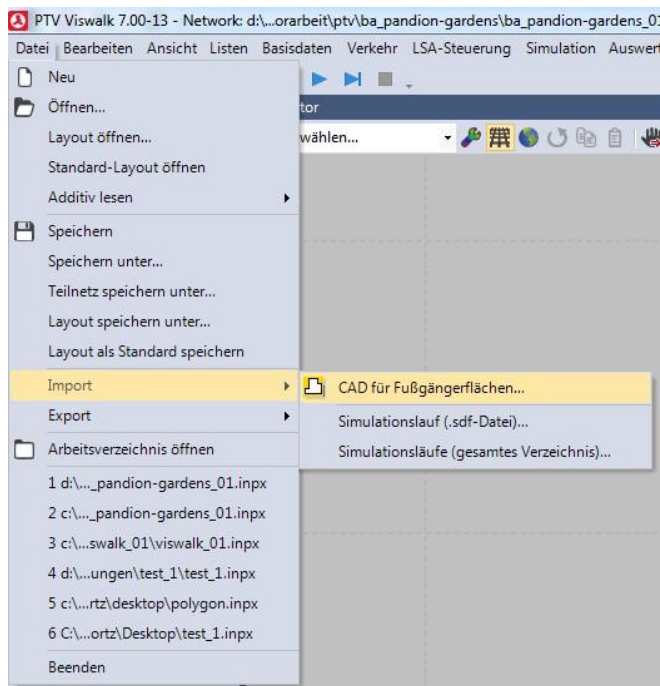


Abbildung 22: Importmöglichkeiten in VISWALK

Der Datenimport gestaltet sich ähnlich simpel wie in Allplan der Export. Hier wird ebenfalls über den Reiter Datei / Import die entsprechende Funktion aufgerufen. Im Anschluss ruft man das gewünschte Teilbild auf. Hier ist es wichtig bereits beim Export darauf zu achten, jedes Stockwerk in einem extra Teilbild zu exportieren, um keine überlagerten Flächen zu erzeugen. Nach der Auswahl kann eine Reihe an Einstellungen vorgenommen werden:

- Auswahl der Layer
- Art der Fläche (Hindernis oder Lauffläche)
- Darstellungstyp
- Die Ebene in der die Polygone eingefügt werden sollen
- Ein Versatz zu dieser Ebene
- Die Flächendicke

Der Darstellungstyp muss zwingend einem der hinterlegten Flächentypen zugewiesen werden (Abbildung 23), da sonst der Import fehlschlägt. Der Vorgang wird so oft wiederholt bis alle Ebenen eingefügt wurden.

Importieren	Layer	Importieren als	Darstellungstyp	Ebene	Versatz unten/oben [m]	Dicke/Höhe [m]
<input type="checkbox"/>	0	Fläche	10	10: EG	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	STANDARD	Fläche	10	10: EG	0	0

- 21: Fußgängerfläche grau
- 22: Hindernis
- 31: Fahrtreppe Stufen
- 32: Fahrtreppe Antritt
- 33: Fahrtreppe Handlauf
- 34: Fahrtreppe Balustrade
- 35: Fahrtreppe Sockel
- 51: Ausschnitt

Abbildung 23: Darstellungstyp Importeinstellungen in VISWALK



Importieren	Layer	Importieren als	Darstellungstyp	Ebene	Versatz unten/oben [m]	Dicke/Höhe [m]
<input type="checkbox"/>	0	Fläche	10	10: EG	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	STANDARD	Fläche	10	10: EG	0	0

10: EG

11: EG-OG1

20: OG1

21: OG1-OG2

30: OG2

31: OG2-OG3

40: OG3

41: OG3-OG4

Abbildung 24: Ebenen Importeinstellungen in VISWALK

### 3.4 Modelanpassung in VISWALK

Ebenen			
Layout wählen...			
Anzahl:	Nr	Name	Höhe
9	1	10 EG	0,0
	2	11 EG-OG1	2,6
	3	20 OG1	3,1
	4	21 OG1-OG2	5,7
	5	30 OG2	6,2
	6	31 OG2-OG3	8,8
	7	40 OG3	9,3

Abbildung 25: Ebenenmanager in VISWALK

Um die Teilbilder beim Import den passenden Ebenen zuweisen zu können, müssen diese im Vorfeld definiert werden. Hier genügen eine frei wählbare Nummer, der Name und die Höhenkote der Ebene.

Der importierte Plan zeigt nun alle modellierten Räume. Um eine korrekte Simulation ausführen zu können, müssen alle Laufflächen verbunden sein. Hier sind die Türbereiche besonders kritisch, da an diesen Punkten die Polygonzüge zusammenschließen. Die einzelnen Polygone lassen sich zwar nachbearbeiten, jedoch gibt es keine Hilfsfunktionen wie den Punktfang. Bei dem vorliegenden Modell wurden noch Hilfsflächen für den Balkonzugang angelegt, da hier aufgrund des Mauerwerks keine direkte Verbindung durch den Estrich vorliegt.



Abbildung 26: Importierter Plan in VISWALK

Im nächsten Schritt muss eine Verbindung zwischen den Stockwerken hergestellt werden. Hier bietet VISWALK eine Auswahl aus Rampe, Treppe, Fahrtreppe und Fahrsteig an. Dabei werden die Start- und Endebene sowie die Stufenzahl definiert. Die restlichen Parameter sind logisch hinterlegt, können jedoch bei Bedarf auch angepasst werden.

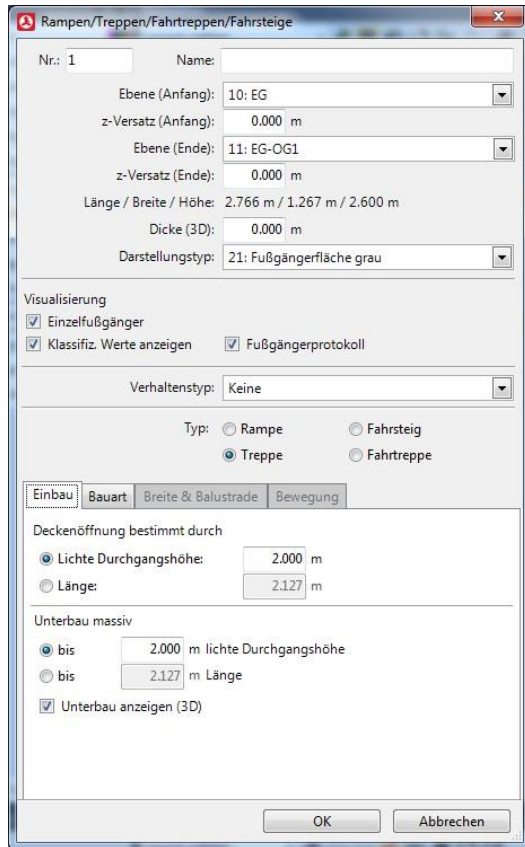


Abbildung 27: Treppeneinstellungen

Leider lassen sich Treppen ausschließlich als rechteckige Objekte erzeugen, was keine exakt identische Modellierung zulässt, da die Treppen im Originalmodell, eine einläufige, viertelgewendelte Treppe ist. Um die Simulation trotzdem durchführen zu können, wurde an dieser Stelle eine weitere Zwischenebene in jedem Stockwerk und eine kleine Eckfläche eingefügt. Die Stufenzahl wurde entsprechend angepasst, der Hauptkonfliktpunkt in der inneren Ecke der Treppe ist jedoch weiterhin gegeben.

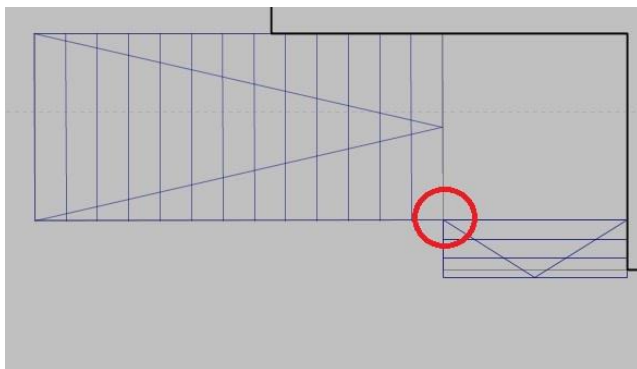


Abbildung 28: Treppendetail

Diese Lösung ermöglicht es, ohne große Beeinträchtigungen ein zielführendes Ergebnis zu bekommen. Im öffentlichen Bereich werden größtenteils gerade Treppen verwendet, um eben diese Eckkonfliktpunkte zu vermeiden. Deshalb können die meisten Modellierungen ohne Probleme erstellt werden.

Als letzter Schritt wird die Terrasse auf dem Flachdach im vierten Stockwerk als Quellfläche und eine außerhalb des Gebäudes liegende Zielfläche definiert. Auf dieser werden auch die Messpunkte für die Reisezeit eingefügt, die sowohl die Lauf- als auch die Wartezeiten ermittelt.

### 3.5 Workflow

Im Anschluss an die Simulation gilt es, die gewonnenen Daten über Laufzeiten und eventuell vorliegende kritische Punkte an den Planer zurück zu übermitteln. Damit kann dieser die nötigen Änderungen am Objekt vornehmen und hierdurch die Gefahrenpunkte minimieren. Im Folgenden werden 3 Ansatzpunkte der Kommunikation dargestellt.

VISWALK bietet die Möglichkeit Auswertungen in Datenbanken bzw. Textdateien auszugeben. Die Ergebnisse über einen einzelnen Simulationslauf, werden als Rohdaten in einer \*.rsrp-Datei ausgegeben und können zum Beispiel mit dem Texteditor gelesen werden. Die Datei gibt folgende Werte wieder (Beschreibung in Anhang A2):

- Zeitpunkt des Betretens der Zielfläche (Simulationssekunden)
- Nummer der Reisezeitmessung
- Nummer des Fußgängers
- Fußgängertyp
- Zurückgelegte Wegstrecke von Start- bis Zielfläche [m]
- Reisezeit von Start- bis Zielfläche [s]
- Zeitverlust [s] von Start- bis Zielfläche
- Die Abweichung [km/h] der Geschwindigkeitsdifferenz

Die Auswertung über alle Simulationsläufe wird in einer Datenbank hinterlegt und kann direkt im VISWALK oder beispielsweise mit Microsoft Access ausgewertet werden. Hierbei werden folgende Werte angegeben:

- Nummer der Simulation
- der betrachtete Zeitintervall
- die Nummer der Reisezeitmessung
- die durchschnittliche Reisezeit aller Fußgänger in diesem Simulationslauf
- die Anzahl der Fußgänger in diesem Simulationslauf

Außerdem werden in der Auswertung Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung aller Messungen ermittelt.

#### 3.5.1 Analoge Rückführung

Eine rein analoge Rückführung der gewonnenen Daten könnte über eine Mail oder eine Telefonkorrespondenz erfolgen. Dabei wird vom Analysten während der Simulation festgestellt wo die Schwachpunkte des Objektes liegen bzw. wie stark die vorgegebenen Reisezeiten überschritten werden. Seine Erkenntnisse gibt er dann direkt auf einem der genannten Wege an den zuständigen Planer weiter. Die Koordinierung müsste an dieser Stelle mit Bauteil- oder

Raumnummern erfolgen. Hier besteht natürlich eine gewisse Ungenauigkeit, da das Problem nur näherungsweise dargestellt werden kann.

### 3.5.2 Zweidimensionale Rückführung (dwg)

Da das Modell bereits als dwg-Datei vorliegt, wäre es sehr sinnvoll hier mit einem Textvermerk über aufgetretene Probleme, direkt in der Zeichnung die Konfliktstelle zu markieren. So bekommt der Planer über jede Ebene des Objekts spezifische Angaben mit den Mängeln, die an den einzelnen Punkten auftreten.

### 3.5.3 Dreidimensionale Rückführung (BCF)

Das BIM Collaboration Format (BFC) dient zur Weitergabe einzelner Informationen bei Gebäudemodellen. Statt der Übertragung vollständiger Modelle, können gezielt Punkte diskutiert, gelöscht oder erstellt werden. So lassen sich konkrete Konflikte direkt im dreidimensionalen Modell verlinken und zwischen verschiedenen Parteien ohne Missverständnisse diskutieren (Data Design System GmbH, 2015).

### bim+

bim+ bietet eine offene webbasierte Cloudlösung für BIM. Dabei werden verschiedene Modelle für Tragwerksplaner, Haustechniker und Architekten auf einem BIM-Server miteinander verknüpft und verwaltet. Alle gängigen Schnittstellen wie IFC oder BCF werden unterstützt, was den Einsatz vom bim+ sehr flexibel und attraktiv macht. So wird eine einfache und schnelle Zusammenarbeit der Parteien ermöglicht. Ein BIM Objekt lässt sich in Allplan ohne großen Aufwand auf den Cloudserver hochladen (Allplan, 2014).

Von diesem Prinzip könnten sowohl der Analyst als auch der Planer profitieren. Der Analyst hätte ein komplett visualisiertes 3D-Modell des Objektes vorliegen und könnte somit flexibel auf Änderungen reagieren, während der Planer die Konfliktpunkte direkt mit Notizen am 3D-Modell beheben kann. Diese Lösung wäre besonders sinnvoll da nicht nur eine 1:1 Kommunikation herrscht, sondern alle an dem Projekt beteiligten Personen dieselben Informationen als Grundlage hätten. Außerdem würde der Workflow mit einer gewissen Kontinuität ablaufen, da behobene Mängel in „Echtzeit“ auf das Modell übertragen werden.



Abbildung 29: Modellansicht in BIM+

## 4 Szenarien

### 4.1 Brandschutz

Bei einer Größe von Mehrfamilienhäusern wie Pandion Gardens wird VISWALK sicherlich nicht optimal eingesetzt. Sinnvoller ist der Einsatz bei Großprojekten, bei denen viele Menschen aufeinander treffen (z.B. Bahnhöfen, Flughäfen oder eben Großveranstaltungen). Im Zuge dieser Arbeit werden jedoch die möglichen Schnittstellen untersucht, welche unabhängig vom Projekt immer gleich sind. Für das hier modellierte Objekt wird eine Laufzeitanalyse im Brandfall vorgenommen.

### 4.2 Parameterbeschreibung

Die Simulationsparameter setzen sich wie folgt zusammen (Beschreibung in Anhang A4):

- Kennung
- Simulationsdauer
- Startuhrzeit
- Startdatum
- Berechnungsfrequenz
- Startzufallszahl
- Anzahl der Läufe
- Zufallszahl-Schrittweite
- Ablaufgeschwindigkeit
- Rückwirkende Synchronisierung
- Unterbrechung nach
- Anzahl Kerne

### 4.3 Standardsituation

#### 4.3.1 Parameter

Als Grundlage der Simulation wird Wohnung 4.4.2 herangezogen.

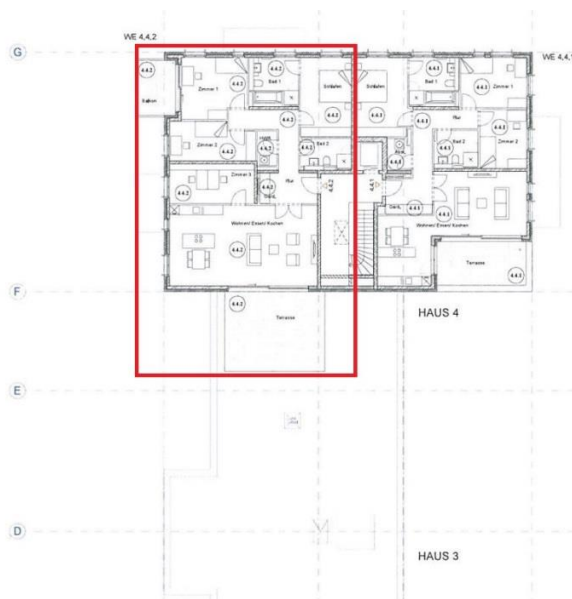
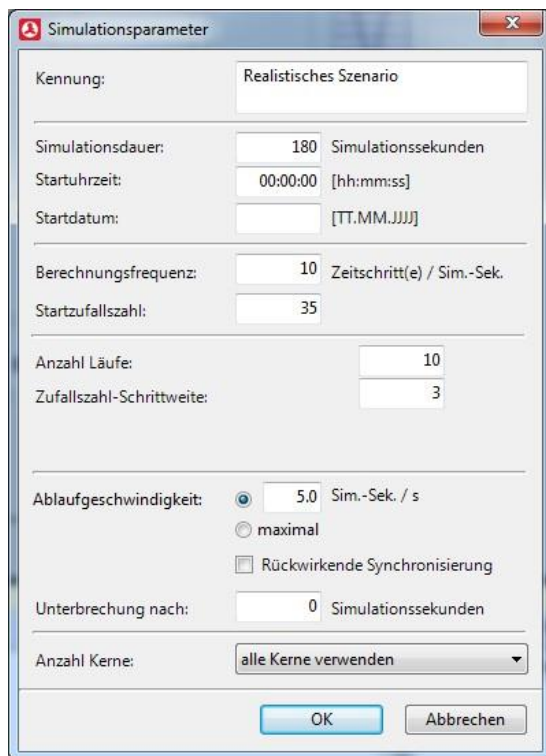


Abbildung 30: Wohnung 4.4.2

Diese befindet sich im vierten Stock und bietet Schlafmöglichkeiten für 4 Personen, also eine durchschnittliche Familie mit 2 Kindern. Da das Programm nur eine Definition von Fußgängern pro Stunde zulässt und es bei diesem Szenario in erster Linie darum geht, wie lange eine Flucht aus dem vierten Stock ins Freie dauern würde, ohne durch andere Fußgänger behindert zu werden. Es wird einen Wert von 500 Fg/h aus der Quellfläche eingestellt. Das bedeutet einen Zufluss von 8,33 Personen pro Minute was in etwa der gegebenen Situation entsprechen würde. Als Fußgängertyp wird eine 1:1 Mischung aus Typ 100 (Mann) und Typ 200 (Frau) gewählt.

Die weiteren Simulationsparameter lauten wie folgt:



The screenshot shows a dialog box titled 'Simulationsparameter' with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following fields and options:

- Kennung:** Realistisches Szenario
- Simulationsdauer:** 180 Simulationssekunden
- Startuhrzeit:** 00:00:00 [hh:mm:ss]
- Startdatum:** [TT.MM.JJJJ]
- Berechnungsfrequenz:** 10 Zeitschritt(e) / Sim.-Sek.
- Startzufallszahl:** 35
- Anzahl Läufe:** 10
- Zufallszahl-Schrittweite:** 3
- Ablaufgeschwindigkeit:**  5.0 Sim.-Sek. / s,  maximal,  Rückwirkende Synchronisierung
- Unterbrechung nach:** 0 Simulationssekunden
- Anzahl Kerne:** alle Kerne verwenden

At the bottom of the dialog are two buttons: 'OK' and 'Abbrechen'.

Abbildung 31: Simulationsparameter (Szenario 1)

### 4.3.2 Ergebnisse

Als Ergebnis erhalten wir nur 10 Textdateien mit den Rohdaten (Rohdaten in Anhang A8). In Abbildung 32 das Ergebnis aus der ersten Simulation.

Fußgänger-Reisezeitauswertung (Rohdaten)

Datei: d:\studium\bachelorarbeit\ptv\ba\_pandion-gardens\ba\_pandion-gardens\_01.inpx  
 Kennung: Realistisches Szenario  
 Datum: Sonntag, 27. September 2015 14:41:50  
 PTV viswalk 7.00-13 [56176]

t : Zeitpunkt des Betretens der Zielfläche der Reisezeitmessung [Simulationssekunde]  
 Nr. : Nummer der Reisezeitmessung  
 FgNr : Nummer des Fußgängers  
 FgTyp : Fußgängertyp  
 wegstrecke : zurückgelegte wegstrecke von Start- bis Zielfläche [m]  
 Reisezeit : Reisezeit von Start- bis Zielfläche [s]  
 Zeitverlust : Zeitverlust [s] von Start- bis Zielfläche  
 Zeitgewinn : Zeitgewinn [s] von Start- bis Zielfläche  
 AbwGeschw : Abweichung [km/h] der Geschwindigkeitsdifferenzen (tatsächliche Geschw. vgl. mit Wunschgeschw.)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
68.3;	1;	1;	200;	51.8;	54.4;	10.4;	0.0;	0.81;
69.1;	1;	3;	100;	52.8;	51.2;	14.7;	0.0;	1.49;
69.9;	1;	4;	100;	53.7;	45.4;	12.3;	0.0;	1.58;
85.1;	1;	2;	200;	51.4;	70.4;	12.1;	0.6;	0.56;
104.6;	1;	5;	100;	54.2;	48.5;	10.5;	0.0;	1.11;
125.2;	1;	6;	100;	50.4;	41.3;	9.1;	0.0;	1.23;
151.4;	1;	7;	100;	53.0;	47.5;	10.2;	0.0;	1.09;
166.2;	1;	8;	100;	53.1;	46.0;	9.8;	0.0;	1.11;

Abbildung 32: Rohdaten, Szenario 1, Lauf 1

Man erkennt, dass in den 180 Sekunden in der die Simulation lief 8 Fußgänger die Zielfläche erreicht haben, die eine erhebliche Streuung der Reisezeit aufweisen. Diese liegt zwischen 41,3 und 70,4 Sekunden.

In Abbildung 33 wird das Ergebnis aller 10 Simulationsläufe dargestellt. Diese wurden in einer Microsoft Access Datenbank gespeichert und ausgewertet.

SIMRUN	TIMEINT	PEDESTRIAN	TRAVTM(AL	PEDS(ALL)
1	0-180	1	50,587501526	8
2	0-180	1	63,356250763	16
3	0-180	1	58,099998474	10
4	0-180	1	59,025001526	12
5	0-180	1	62,131580353	19
6	0-180	1	52,092308044	13
7	0-180	1	63,738887787	18
8	0-180	1	58,371429443	14
9	0-180	1	59,831249237	16
10	0-180	1	66,084617615	26
AVG	0-180	1	59,331882477	15
STDDEV	0-180	1	4,9521506375	5
MIN	0-180	1	50,587501526	8
MAX	0-180	1	66,084617615	26
*				

Abbildung 33: Auswertung Szenario 1

Man erkennt deutlich welche starken Veränderungen der wechselnde Startwert der Simulation hat. Waren es in der ersten Simulationsrunde nur 8 Personen, die die Zielfläche erreicht haben, stehen dem im zehnten Simulationslauf 26 gegenüber. Die Auswertung ergibt außerdem, dass für das Verlassen des Gebäudes die minimal benötigte Zeit 50,58 und die maximale Zeit 66,08 Sekunden beträgt. Dies ergibt eine Standardabweichung von 4,95 Sekunden.

## 4.4 Extremsituation

### 4.4.1 Parameter

Hier wird ebenfalls als Grundlage der Simulation wird Wohnung 4.4.2 herangezogen. In diesem Fall jedoch unter der Annahme, dass eine Party auf dem Hausdach veranstaltet wird und sich die Personenzahl erheblich erhöht. Der Zufluss Faktor wird in diesem Szenario um den Faktor 10, auf 5.000 Fg/h erhöht.

Die weiteren Simulationsparameter bleiben bis auf die Kennung unverändert.

### 4.4.2 Ergebnisse

Fußgänger-Reisezeitauswertung (Rohdaten)

Datei: d:\studium\bachelorarbeit\ptv\ba\_pandion-gardens\ba\_pandion-gardens\_01.inpx  
 Kennung: Realistisches Szenario  
 Datum: Sonntag, 27. September 2015 15:25:41  
 PTV viswalk 7.00-13 [56176]

t : Zeitpunkt des Betretens der Zielfläche der Reisezeitmessung [Simulationssekunde]  
 Nr. : Nummer der Reisezeitmessung  
 FgNr : Nummer des Fußgängers  
 FgTyp : Fußgängertyp  
 wegstrecke : zurückgelegte wegstrecke von start- bis Zielfläche [m]  
 Reisezeit : Reisezeit von start- bis Zielfläche [s]  
 Zeitverlust : Zeitverlust [s] von start- bis Zielfläche  
 Zeitgewinn : Zeitgewinn [s] von start- bis Zielfläche  
 AbwGeschw : Abweichung [km/h] der Geschwindigkeitsdifferenzen (tatsächliche Geschw. vgl. mit wunschgeschw.)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
44.8;	1;	4;	100;	54.1;	42.3;	9.0;	0.0;	1.25;
55.6;	1;	1;	200;	51.5;	54.2;	10.5;	0.0;	0.81;
56.5;	1;	3;	100;	54.3;	54.7;	17.2;	0.0;	1.63;
60.8;	1;	6;	100;	50.0;	52.4;	20.4;	0.0;	2.18;
63.6;	1;	5;	100;	56.2;	57.9;	18.5;	0.0;	1.63;
64.9;	1;	8;	100;	53.3;	52.8;	16.4;	0.0;	1.63;
67.1;	1;	7;	100;	55.1;	56.7;	17.9;	0.0;	1.61;
68.3;	1;	9;	100;	54.3;	54.2;	18.4;	0.0;	1.84;
76.0;	1;	2;	200;	55.3;	74.5;	11.9;	0.9;	0.54;
76.9;	1;	12;	100;	52.1;	60.9;	20.0;	0.0;	1.50;
77.8;	1;	14;	100;	54.1;	60.4;	23.4;	0.0;	2.03;
78.9;	1;	13;	200;	52.4;	61.6;	13.8;	0.1;	0.88;
79.9;	1;	16;	100;	53.2;	60.6;	20.0;	0.0;	1.55;
81.2;	1;	10;	100;	54.4;	66.5;	19.9;	0.0;	1.26;
82.7;	1;	18;	200;	50.8;	61.9;	15.7;	0.0;	1.00;
83.7;	1;	17;	100;	53.6;	63.5;	23.2;	0.0;	1.75;
86.0;	1;	11;	200;	53.6;	70.3;	17.3;	0.1;	0.89;
86.9;	1;	27;	100;	51.7;	62.3;	26.4;	0.0;	2.18;
92.7;	1;	20;	200;	50.0;	70.0;	9.9;	0.7;	0.45;
93.6;	1;	21;	200;	50.7;	70.5;	24.6;	0.0;	1.38;
96.2;	1;	15;	200;	51.8;	77.4;	19.6;	0.1;	0.82;
97.5;	1;	28;	200;	50.5;	72.2;	23.3;	0.0;	1.20;
102.9;	1;	25;	200;	51.0;	78.7;	17.1;	0.0;	0.65;
103.9;	1;	26;	200;	55.2;	79.4;	25.5;	0.0;	1.18;
105.1;	1;	30;	100;	55.6;	79.0;	23.9;	0.0;	1.10;
105.8;	1;	50;	100;	57.5;	66.4;	30.7;	0.0;	2.66;
107.1;	1;	42;	100;	53.9;	73.6;	39.4;	0.0;	3.03;
108.0;	1;	38;	200;	52.9;	75.1;	26.7;	0.0;	1.40;
109.3;	1;	24;	200;	57.2;	85.4;	33.4;	0.0;	1.55;
113.0;	1;	22;	200;	53.1;	89.4;	25.2;	0.4;	0.85;
113.9;	1;	53;	100;	52.4;	71.8;	33.0;	0.0;	2.22;
114.6;	1;	45;	100;	54.0;	78.2;	39.1;	0.1;	2.48;
115.5;	1;	63;	100;	53.7;	67.7;	31.8;	0.0;	2.52;
116.9;	1;	31;	100;	57.8;	89.4;	38.1;	0.0;	1.72;
119.2;	1;	19;	100;	56.1;	98.1;	42.1;	0.0;	1.54;
120.3;	1;	48;	100;	57.1;	82.2;	35.8;	0.1;	1.93;
121.2;	1;	44;	100;	54.8;	85.6;	40.4;	0.0;	2.05;
122.0;	1;	51;	100;	53.5;	81.1;	45.8;	0.0;	3.07;
124.5;	1;	23;	200;	57.1;	100.9;	36.8;	0.1;	1.17;
125.4;	1;	36;	100;	59.2;	93.9;	47.3;	0.0;	2.30;
127.9;	1;	34;	200;	55.3;	97.0;	31.2;	0.1;	0.97;
128.8;	1;	55;	100;	58.1;	85.7;	38.7;	0.0;	2.00;
129.6;	1;	72;	100;	57.8;	75.6;	37.3;	0.0;	2.67;
130.7;	1;	49;	100;	56.5;	92.0;	53.6;	0.0;	3.08;
131.6;	1;	61;	200;	53.3;	84.6;	36.1;	0.0;	1.68;
132.5;	1;	46;	200;	53.1;	95.0;	47.1;	0.0;	1.97;
133.3;	1;	66;	100;	57.7;	82.9;	45.0;	0.0;	2.97;
134.3;	1;	70;	100;	54.6;	81.0;	42.2;	0.0;	2.62;
135.9;	1;	52;	200;	54.0;	94.1;	39.4;	0.0;	1.49;
136.8;	1;	64;	200;	56.9;	87.3;	38.0;	0.0;	1.80;
138.2;	1;	32;	200;	55.2;	107.7;	51.8;	0.0;	1.70;
139.3;	1;	79;	100;	56.0;	82.2;	39.5;	0.0;	2.27;
142.8;	1;	35;	200;	56.7;	111.5;	36.5;	0.5;	0.90;
143.8;	1;	85;	100;	55.4;	82.7;	43.2;	0.1;	2.63;
144.9;	1;	57;	200;	57.4;	100.3;	43.4;	0.0;	1.57;



145.9;	1;	33;	200;	60.0;	115.3;	58.4;	0.0;	1.92;
146.9;	1;	65;	100;	58.0;	97.1;	54.7;	0.0;	2.76;
147.7;	1;	81;	100;	55.5;	89.2;	51.8;	0.0;	3.08;
149.2;	1;	37;	200;	55.7;	116.5;	54.2;	0.1;	1.49;
150.3;	1;	58;	100;	56.5;	105.3;	51.7;	0.0;	1.86;
151.1;	1;	103;	100;	54.1;	81.1;	45.0;	0.0;	2.98;
152.0;	1;	98;	100;	58.5;	86.0;	45.7;	0.0;	2.77;
153.2;	1;	84;	100;	60.4;	92.8;	44.2;	0.0;	2.12;
154.2;	1;	39;	200;	55.9;	121.1;	71.1;	0.1;	2.36;
156.1;	1;	60;	200;	62.3;	109.3;	45.2;	0.0;	1.45;
157.6;	1;	69;	200;	61.4;	104.7;	43.3;	0.1;	1.48;
158.5;	1;	92;	100;	57.0;	94.9;	49.2;	0.0;	2.32;
159.5;	1;	107;	100;	56.6;	86.2;	47.9;	0.0;	2.95;
160.6;	1;	75;	200;	56.8;	105.3;	55.8;	0.0;	2.18;
162.4;	1;	74;	200;	59.5;	107.1;	52.3;	0.1;	1.90;
163.6;	1;	71;	200;	61.3;	109.8;	52.2;	0.0;	1.82;
164.4;	1;	99;	100;	58.4;	97.1;	60.0;	0.0;	3.48;
165.6;	1;	88;	200;	56.6;	103.3;	47.3;	0.0;	1.66;
166.4;	1;	119;	100;	58.1;	84.9;	48.5;	0.0;	3.27;
167.3;	1;	83;	100;	54.9;	107.7;	63.8;	0.0;	2.66;
168.0;	1;	121;	100;	55.4;	83.9;	47.3;	0.0;	3.06;
168.9;	1;	104;	100;	56.6;	98.1;	56.6;	0.0;	2.83;
169.7;	1;	90;	100;	55.3;	107.1;	69.3;	0.0;	3.39;
170.7;	1;	109;	100;	60.6;	95.3;	51.9;	0.0;	2.73;
171.8;	1;	67;	100;	63.1;	120.6;	62.5;	0.1;	2.02;
173.0;	1;	97;	100;	59.0;	107.6;	63.5;	0.0;	2.83;
174.2;	1;	43;	200;	61.9;	138.9;	77.2;	0.1;	2.00;
175.1;	1;	116;	200;	51.6;	94.4;	47.8;	0.0;	2.01;
176.7;	1;	89;	200;	55.7;	114.4;	61.4;	0.0;	2.02;
178.3;	1;	62;	200;	63.5;	131.0;	66.6;	0.0;	1.80;
179.9;	1;	78;	100;	62.6;	123.7;	66.0;	0.0;	2.08;

Abbildung 34: Rohdaten, Szenario 2, Lauf 1

Bei den Rohdaten des ersten Simulationslaufs erkennt man sofort, dass - wie nicht anders zu erwarten - deutlich mehr Fußgänger die Zielfläche erreicht haben. Es waren 86 Personen mit einer Reisezeitstreuung von 42,3 bis 138,9 Sekunden. Außerdem lässt sich deutlich erkennen, dass die Reisezeit mit fortschreitender Simulationsdauer zunimmt. Dies liegt daran, dass sich immer mehr Fußgänger im Treppenhaus aufhalten und sich gegenseitig blockieren.



Abbildung 35: 3D-Ansicht, Szenario 2, Lauf 1, Sec. 15



Abbildung 36: 3D-Ansicht, Szenario 2, Lauf 1, Sec. 120

SIMRUN	TIMEINT	PEDESTRIAN	TRAVTM(AL	PEDS(ALL)
1	0-180	1	86,313957214	86
2	0-180	1	93,019515991	82
3	0-180	1	85,440002441	85
4	0-180	1	86,556182861	89
5	0-180	1	90,892631531	95
6	0-180	1	79,699996948	90
7	0-180	1	92,740966797	83
8	0-180	1	83,781929016	83
9	0-180	1	86,047729492	88
10	0-180	1	89,867073059	82
AVG	0-180	1	87,435998535	86
STDDEV	0-180	1	4,1941636531	4
MIN	0-180	1	79,699996948	82
MAX	0-180	1	93,019515991	95
*				

Abbildung 37: Auswertung, Szenario 2

Die Auswertung über alle 10 Läufe zeigt, dass sich zwar die minimale Zeit auf 79,7 Sekunden und die maximale Zeit auf 93,02 Sekunden erhöht hat, die Standardabweichung jedoch keine große Änderung erfahren hat.

#### 4.5 Feedback

Das erste Simulationsszenario hat keine Konfliktpunkte ergeben, weshalb hier auch kein negatives Feedback übermittelt werden muss.

Da bei Szenario 2 die Aufstauung offensichtlich im Treppenhaus stattfindet, wäre als Lösung eine Flucht über die beiden anderen Treppenhäuser sinnvoll.

#### 4.5.1 Beispiel der analoge Rückführung

Die analoge Rückführung könnte mittels eines Protokolls in tabellarischer Form erfolgen.

Tabelle 1: Beispiel der analogen Rückführung

Konfliktpunkt	Konflikt	Lösungsansatz
Treppenabgang Gebäude 3 (OG 4)	Abgangsbreite unzureichend	Treppe aus Gebäude 2 bis auf die Dachterrasse erweitern, um einen zweiten Fluchtweg zu schaffen

#### 4.5.2 Beispiel der zweidimensionale Rückführung (dwg)

Bei der Rückführung mittels dwg wird direkt in der Datei ein Vermerk am Konfliktpunkt eingetragen.

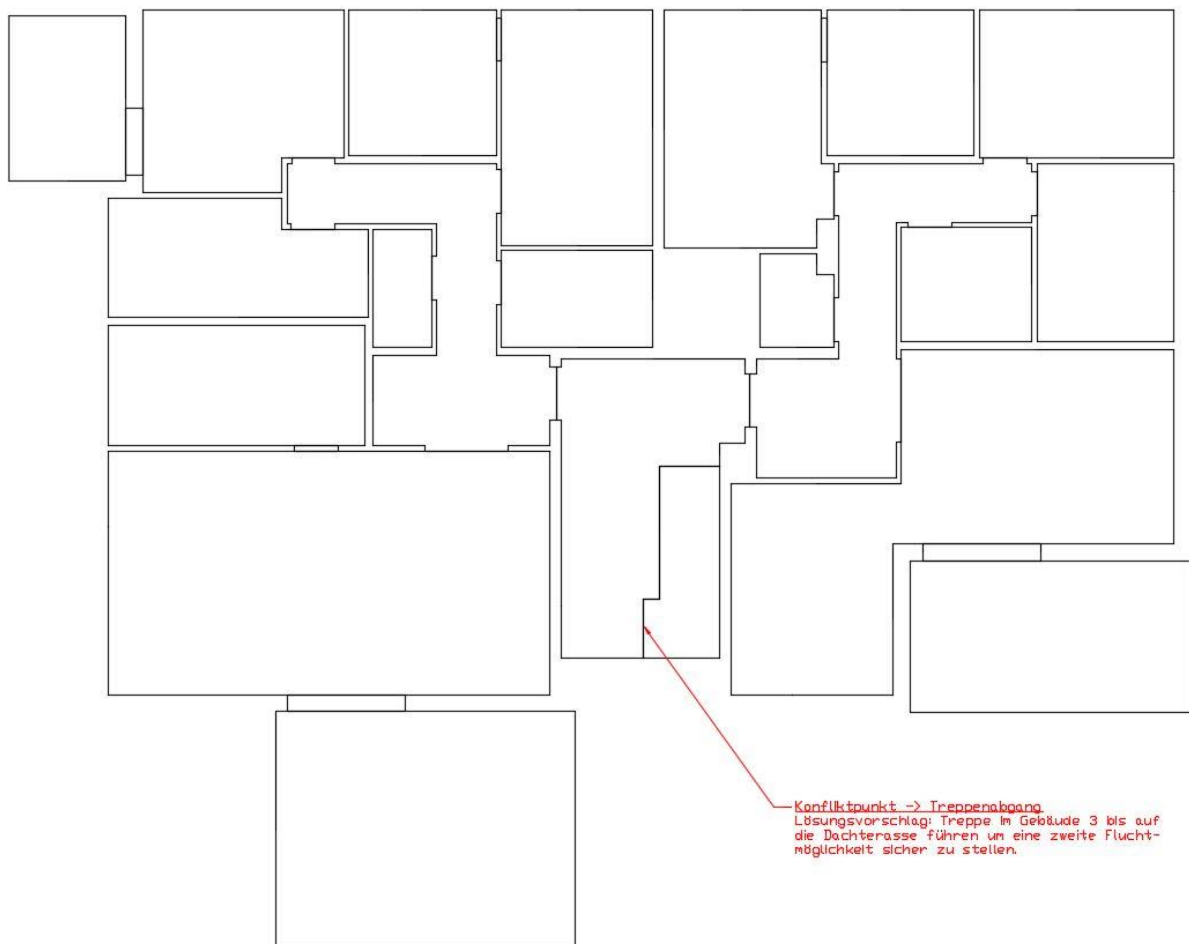


Abbildung 38: Beispiel der zweidimensionalen Rückführung

#### 4.5.3 Beispiel der dreidimensionale Rückführung (BCF)

Für die dreidimensionale Rückführung wird ein Vermerk in bim+ angelegt. Ein Marker wird dabei auf den Konfliktpunkt in Gebäude 4 gesetzt. Bei diesem wird das Problem des zu gering dimensionierten Treppenabgangs geschildert und der Verweis auf den Marker mit dem dazu passenden Lösungsvorschlag eingetragen. Dieser wird im Treppenhaus in Gebäudeteil 3 gesetzt, mit dem Vorschlag die Treppe bis auf die Dachterrasse weiter zu führen. Des Weiteren

werden noch die Zuständigkeit und das Fälligkeitsdatum, sowie die Dringlichkeit definiert. Die Aktualisierung wird sofort übernommen und steht dem Planer zur Verfügung.

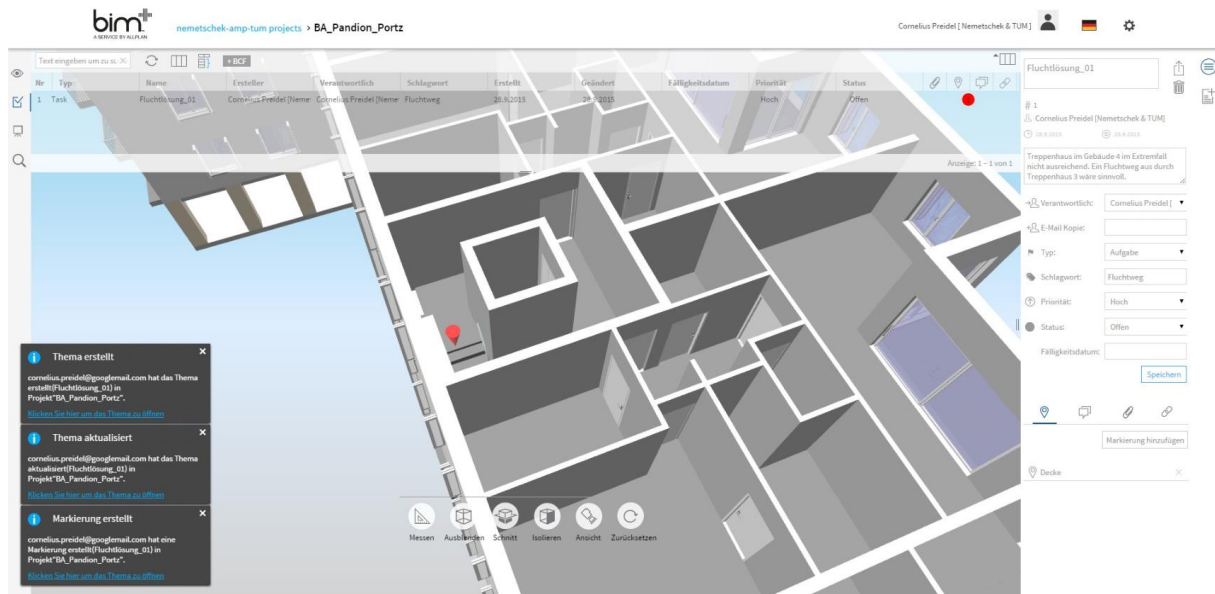


Abbildung 39: BIM+ Model mit Lösungsansatz

## 5 Fazit

Allplan ist ein extrem umfangreiches Programm und erfordert eine lange Einarbeitungszeit. Dies trifft vor allem dann zu, wenn man den vollen Funktionsumfang ausnutzen will. Ist die Funktionsweise der einzelnen Tools verstanden, lassen sich jedoch in kürzester Zeit auch sehr komplexe Modelle erstellen. Man merkt vor allem an den ganzen detaillierten Einstellungsmöglichkeiten, dass hier eine lange Entwicklungszeit und viel Erfahrung eingebracht wurde, um alle Bedürfnisse der Planer abzudecken.

In VISWALK lassen sich mit einfachen Mitteln bereits komplexe Modelle nachbilden. Es zeigt sich jedoch, dass das Programm eher für Großprojekte im öffentlichen Bereich ausgelegt ist. Größter Nachteil im Bereich dieser Arbeit war die Modellierung der Treppe, die sich nur gerade-einläufig und nicht gewandelt ausführen lässt.

Dank der automatischen Flächenerkennung in Allplan war die Nachmodellierung für den Export nur mit einem geringen Mehraufwand verbunden. Hier wäre eine Art Polygonzugererkennung der kompletten Ansicht sehr hilfreich. Auf der anderen Seite wäre von VISWALK eine 3D-Modell-Erkennung sehr vorteilhaft, da die komplette Raumaufteilung bereits durch den modellierten Estrich gegeben war. Mit bim+ ist Allplan auf einem guten Weg eine offene cloudbasierte Lösung für alle Bereiche rund um die Gebäudeplanung, -ausführung und -bewirtschaftung zur Verfügung zu stellen. Hier wäre wohl der beste Ansatzpunkt eine Fußgängersimulation zu implementieren.

Die Rückführung der gewonnenen Daten stellt einen der wichtigsten Punkte dieser Arbeit dar. Hier wäre eine Anpassung von bim+ der beste Ansatzpunkt. Momentan können nur einzelne Spots gesetzt werden. Anschaulicher wäre die Darstellung der Fluchtwege im Ganzen mit einer detaillierten Hervorhebung der kritischen Stellen. Optimaler Weise würde dies geschehen, indem die Routen der simulierten Fußgänger direkt aus VISWALK in das BIM+ Modell übertragen werden können. Durch eine Farbcodierung (grün=Fließend, gelb=Aufstau, rot=Stau) könnte die Auslastung des Streckenabschnitts dargestellt werden. Auf diese Weise würde eine graphisch anschauliche und Missverständnis vermeidende Lösung geschaffen werden.

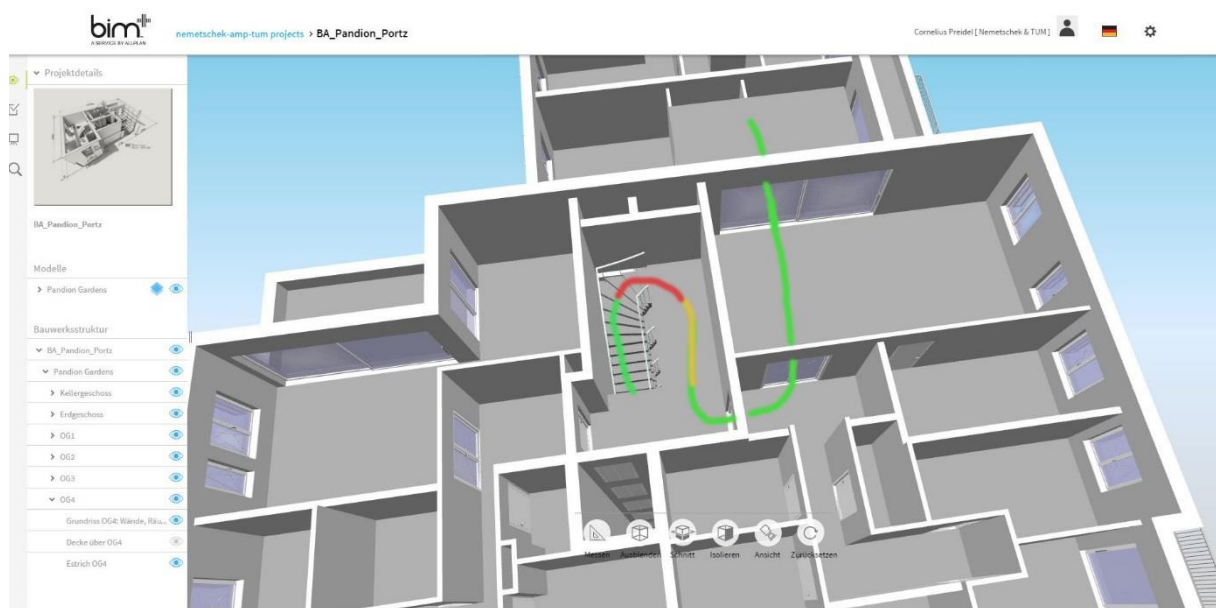


Abbildung 40: Optimierter Lösungsansatz

## Anhang

### A1 Allplan Funktionsübersicht

Tabelle A1: Funktionsübersicht der letzten Jahre (Allplan, 2015)

<b>Funktion</b>	<b>2016</b>	<b>2015</b>	<b>2014</b>	<b>2013</b>
Extrudierfunktion im 3D-Modellierer	x	x	x	
Parametrische Spanngliedmodellierung	x	x		
Siemens Parasolid Modellierkern	x			
Objektnavigator	x			
Verdecktberechnung mit Schatten	x	x	x	x
CineRender von Maxon	x	x		
Real Time Renderer	x	x		
Ambient Occlusion (CineRender)	x			
Flexible und hierarchische Gliederung von Plänen	x	x	x	x
Bearbeitung von Planattributen und -index	x	x	x	x
Multi-Export für Pläne	x	x	x	x
Neue Seiteneinrichtung und Drucken im Planmodus	x	x	x	
Import und Export von Rhino- und VRML-Dateien	x	x	x	x
IFC-Schnittstelle für Bewehrung	x	x	x	
IFC-Schnittstelle mit Zertifizierung für den Import und Export	x	x		
Allplan als Viewer installierbar (ohne Lizenz)	x	x	x	x
Automatische Updatefunktion	x	x	x	x
Allplan 64-Bit-Version	x	x	x	x
Unterstützung von Unicode	x	x	x	
Chinesisch als Sprache verfügbar	x			
Eigenschaften über Paletten modifizierbar	x	x	x	x
Umfassende Lokalisierung (Sprachvielfalt)	x	x	x	x
Assoziative Ansichten mit neuen Darstellungsoptionen	x	x	x	x
Neue Benutzeroberfläche	x	x	x	x
Überarbeitete Griffe	x	x	x	
Layerpalette	x	x	x	
Bibliothekspalette	x	x	x	
Direktmodifikation	x	x	x	
Schnitte entlang beliebiger Kurven	x	x		
Multi-Display-Support	x			
Imperial Units	x			
Assoziativität d. Schnittes entlang beliebiger Kurve	x			
Direktmodifikation von Schnittkörpern	x			
Ergonomische Bewehrungsplanung (Eigenschaftenpalette)	x	x	x	x
SmartParts mit Bewehrung	x	x	x	x
Kollisionskontrolle	x	x	x	x
Farbkodierung Bewehrungsdarstellung	x	x	x	x
Überarbeitete Eigenschaftenpalette für Stab-/Mattenform	x	x	x	
Direktmodifikation in der Bewehrung	x			
Bewehrung mit freien Attributen	x			
Anbindung zum webbasierten Facility Management (Allfa Web)	x	x	x	x

Allplan Connect-Palette	X	X	X	X
Allplan Exchange	X	X	X	X
Workgroup Online	X	X	X	
Umfangreiche Reports	X	X	X	X
IBM Planungsdaten Basic	X	X		

## A2 Parameterbeschreibung

Die Simulationsparameter setzen sich wie folgt zusammen:

- Kennung: Gibt den Name für die Beschriftung der Dateien an.
- Simulationsdauer in Sekunden
- Startuhrzeit: Entspricht der Simulationssekunde 0.
- Startdatum: Spielt in erster Linie für LSA-Steuerverfahren eine Rolle.
- Berechnungsfrequenz: Anzahl der Zeitschritte je Simulationssekunde. Gibt an, wie häufig Fußgänger in einer Simulationssekunde bewegt werden.
- Startzufallszahl: Gibt den Startwert des Zufallszahlengenerators an. Bei zwei Simulationen mit demselben Wert, laufen diese identisch ab.
- Anzahl der Läufe: Gibt die Anzahl der Simulationsläufe an, je nach Abhängigkeit des Anwendungsfalles zwischen 5 und 20.
- Zufallszahl-Schrittweite: Gibt die Differenz zwischen der Startzufallszahl und den einzelnen Simulationsläufe an. Die Größe spielt dabei für die stochastische Streuung keine Rolle.
- Ablaufgeschwindigkeit: Entspricht dem Faktor des Zeitraffers.
- Rückwirkende Synchronisierung: Stellt eine Synchronisation mit externer Steuerungshardware sicher.
- Unterbrechung nach: Gibt die Simulationssekunde an, bei welcher die Umschaltung in den Einzelschrittmodus zur besseren Analyse erfolgt.
- Anzahl Kerne: Gibt die Anzahl der verwendeten Prozessorkerne an. Diese ist hardwareabhängig.

## A3 Systemvoraussetzungen

Die empfohlenen Systemvoraussetzungen werden von Allplan wie folgt angegeben:

- Intel Core i7 oder i5 Prozessor oder kompatibel
- 8 GB RAM
- Display- Auflösung bis 2560x1600
- OpenGL 4.2 kompatible Grafikkarte mit 2 GB RAM

Die vorhandenen Systemvoraussetzungen waren folgende:

- Intel Core i7 mit 3,2 GHz
- 16 GB RAM
- Display- Auflösung bis 1920x1080
- AMD Radeon HD 6900 mit 2GB RAM

#### A4 Beschreibung VISWALK Rohdaten

- Zeitverlust [s] von Start- bis Zielfläche (dieser ist definiert als „Die Summe Zeitverlust beim Zurücklegen dieser Distanz ergibt sich aus der verlorenen Zeit je Zeitschritt. Diese wird aus der Differenz zwischen tatsächlicher Gehgeschwindigkeit und  $v_{\text{Wunsch}}$  ermittelt, wenn der Fußgänger langsamer ist als gewünscht. Ein Fußgänger kann langsamer sein als gewünscht, wenn er von anderen Fußgängern so beeinflusst wird, dass er langsamer läuft, beispielsweise bei zunehmender Dichte. Zeitverluste aus der Benutzung eines Umwegs werden im Zeitverlust nicht berücksichtigt.“) (PTV AG, 2015)
- Zeitgewinn [s] von Start- bis Zielfläche (dieser ist definiert als „Die Summe Zeitgewinn beim Zurücklegen dieser Distanz wird entsprechend wie der Zeitverlust ermittelt. Die Summe Zeitgewinn wird nur ermittelt, falls der Fußgänger schneller ist als gewünscht. Ein Fußgänger kann schneller sein als gewünscht, wenn er von anderen Fußgängern so beeinflusst wird, dass er schneller läuft.“) (PTV AG, 2015)
- Die Abweichung [km/h] der Geschwindigkeitsdifferenz (diese ist definiert als „Differenz in [km/h] zwischen der tatsächlichen Geschwindigkeit und  $v_{\text{Wunsch}}$  während des Gehens vom Start zum Ende der Messung.“) (PTV AG, 2015)



A5 Pläne

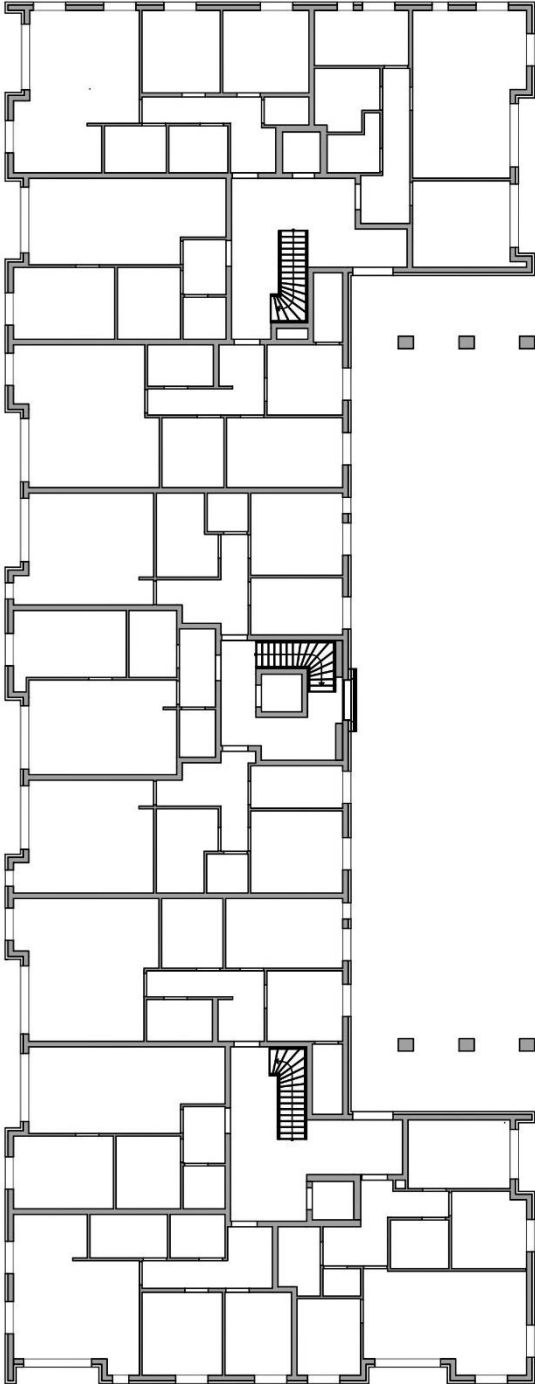


Abbildung A 1:Plan Erdgeschoss

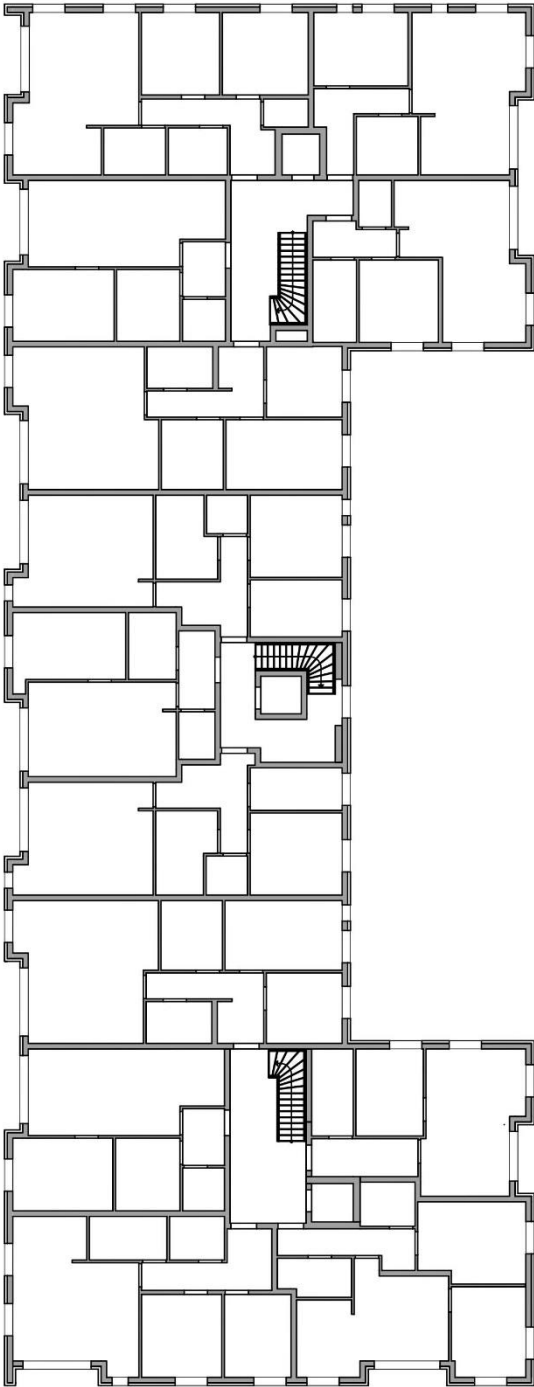


Abbildung A 2: Plan Obergeschoss 1

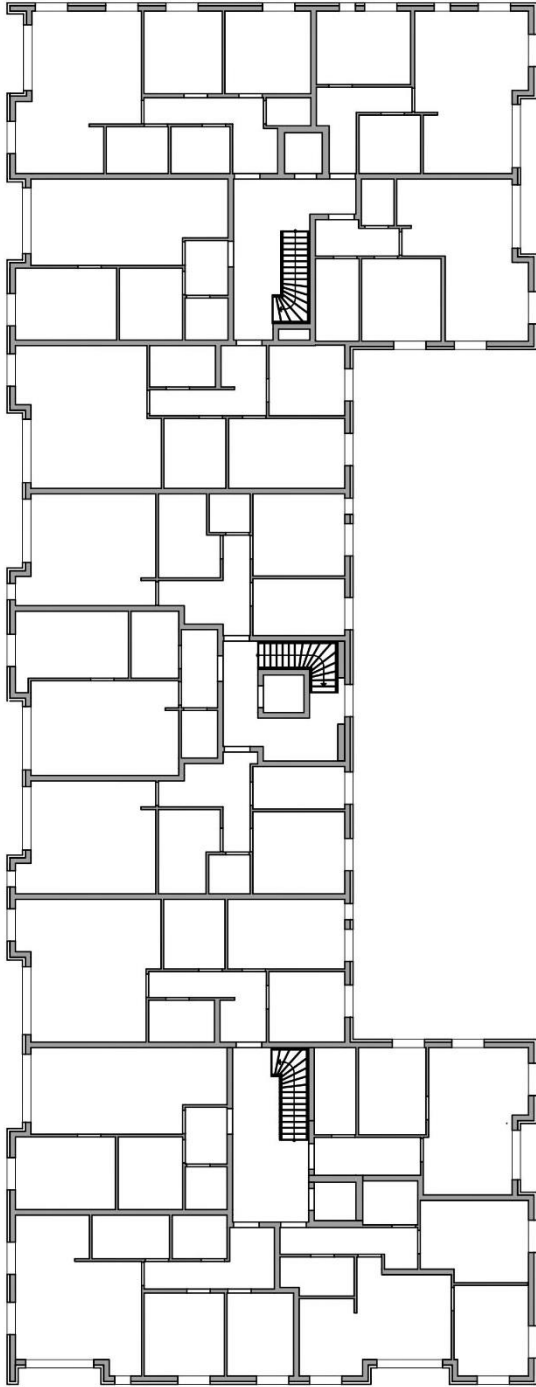


Abbildung A 3: Plan Obergeschoss 2

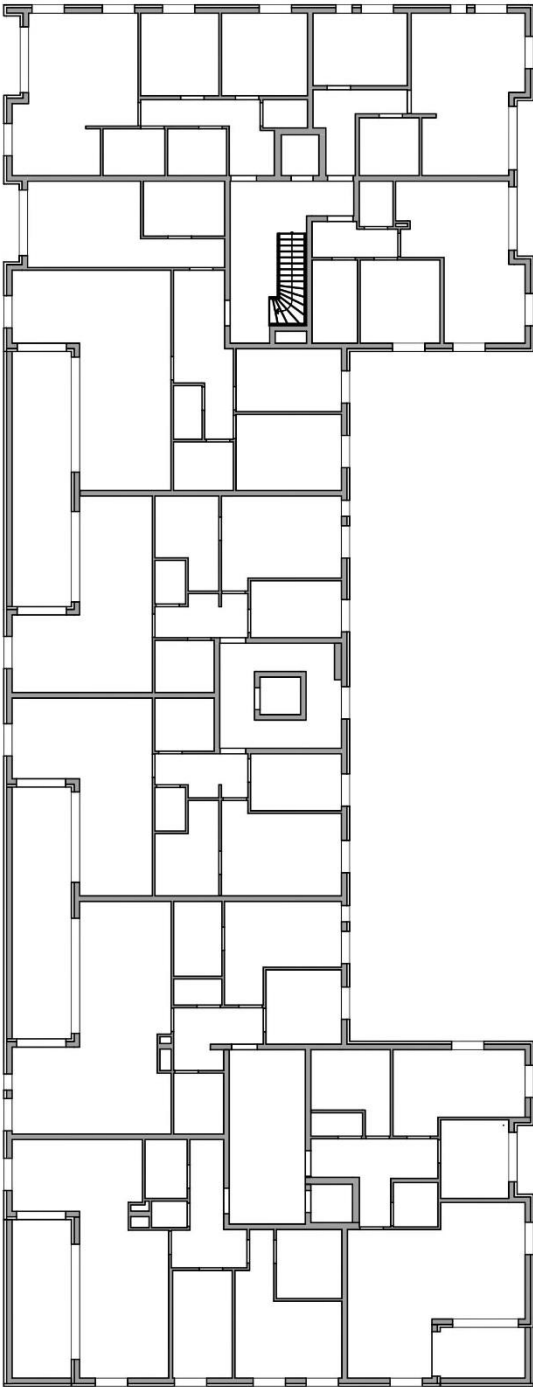


Abbildung A 4: Plan Obergeschoss 3

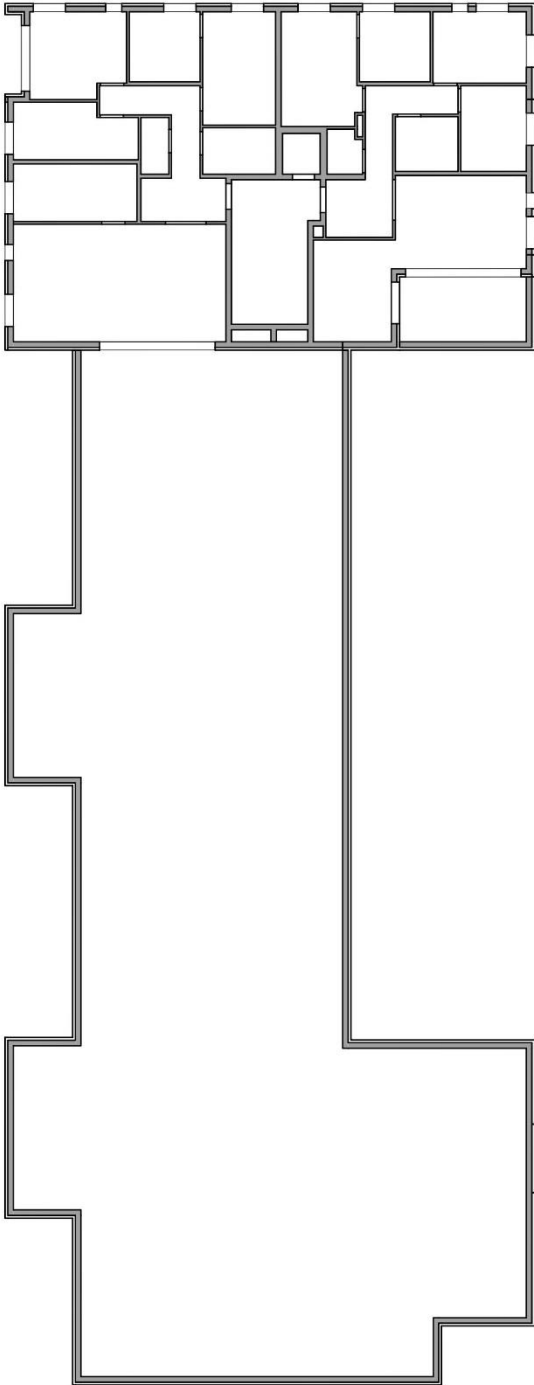


Abbildung A 5: Plan Obergeschoss 4

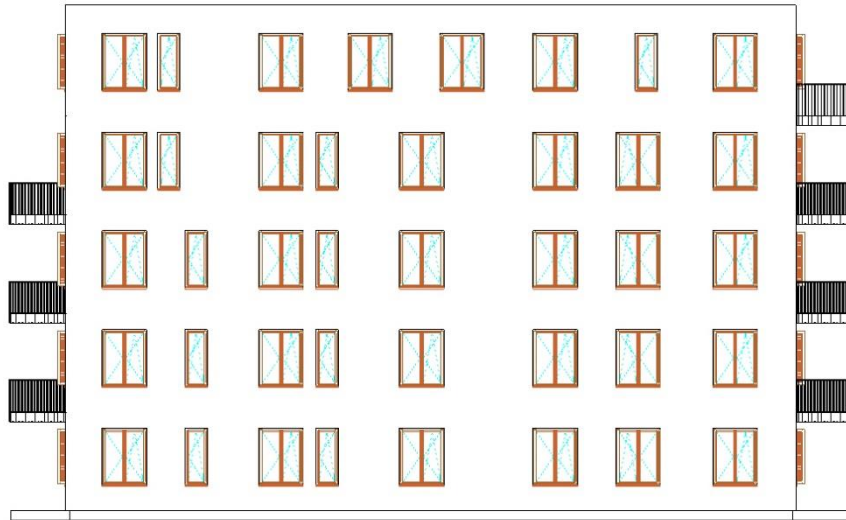
**A6 Ansichten**

Abbildung A 6: Ansicht Nord

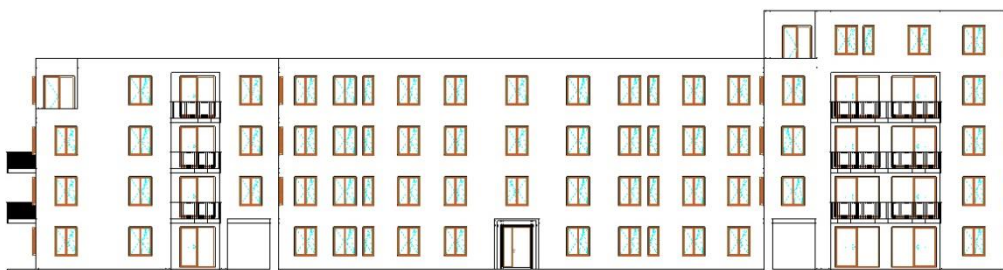


Abbildung A 7: Ansicht Ost



Abbildung A 8: Ansicht Süd



Abbildung A 9: Ansicht West

## A7 Renderings



Abbildung A 10: Rendering (Ansicht Süd-West)



Abbildung A 11: Rendering (Ansicht Süd-Ost)





Abbildung A 12: Rendering (Ansicht OG-3 offen)

## A8 Ergebnisse der Simulationsläufe

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
68.3;	1;	1;	200;	51.8;	54.4;	10.4;	0.0;	0.81;
69.1;	1;	3;	100;	52.8;	51.2;	14.7;	0.0;	1.49;
69.9;	1;	4;	100;	53.7;	45.4;	12.3;	0.0;	1.58;
85.1;	1;	2;	200;	51.4;	70.4;	12.1;	0.6;	0.56;
104.6;	1;	5;	100;	54.2;	48.5;	10.5;	0.0;	1.11;
125.2;	1;	6;	100;	50.4;	41.3;	9.1;	0.0;	1.23;
151.4;	1;	7;	100;	53.0;	47.5;	10.2;	0.0;	1.09;
166.2;	1;	8;	100;	53.1;	46.0;	9.8;	0.0;	1.11;

Abbildung A 13: Standard (Lauf 1)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
55.9;	1;	2;	100;	51.6;	55.4;	10.9;	0.1;	0.83;
59.6;	1;	1;	200;	49.9;	59.1;	12.9;	0.0;	0.85;
69.9;	1;	3;	100;	49.6;	55.7;	10.8;	0.0;	0.77;
84.8;	1;	5;	100;	51.7;	62.5;	11.8;	0.0;	0.70;
91.3;	1;	4;	200;	50.0;	69.5;	13.7;	0.1;	0.64;
105.9;	1;	6;	200;	48.5;	62.5;	11.1;	0.1;	0.60;
107.0;	1;	7;	200;	52.6;	59.2;	12.9;	0.0;	0.89;
108.0;	1;	8;	200;	52.1;	58.1;	14.1;	0.0;	1.03;
120.1;	1;	13;	100;	50.3;	47.7;	15.6;	0.0;	1.83;
137.3;	1;	9;	200;	51.9;	83.3;	12.4;	0.4;	0.40;
138.8;	1;	11;	100;	51.9;	78.2;	26.4;	0.0;	1.21;
141.2;	1;	10;	200;	52.5;	85.5;	18.8;	0.1;	0.63;
142.5;	1;	12;	200;	53.6;	74.4;	25.6;	0.2;	1.36;
144.7;	1;	14;	200;	49.1;	56.8;	10.6;	0.0;	0.71;
146.5;	1;	15;	100;	51.1;	56.4;	11.8;	0.0;	0.86;
159.5;	1;	17;	100;	54.2;	49.4;	10.1;	0.0;	1.02;

Abbildung A 14: Standard (Lauf 2)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
52.3;	1;	1;	100;	53.3;	50.1;	10.4;	0.0;	1.00;
74.1;	1;	3;	100;	53.1;	51.3;	13.9;	0.0;	1.38;
92.6;	1;	2;	200;	50.6;	72.8;	12.2;	0.7;	0.52;
93.5;	1;	4;	200;	52.0;	62.0;	13.7;	0.0;	0.86;
94.4;	1;	5;	100;	54.6;	61.7;	18.6;	0.0;	1.37;
111.9;	1;	6;	100;	50.6;	61.6;	11.1;	0.0;	0.65;
139.5;	1;	7;	100;	51.0;	61.5;	11.7;	0.0;	0.70;
141.4;	1;	8;	100;	49.7;	56.4;	11.5;	0.0;	0.81;
158.1;	1;	9;	100;	49.0;	54.1;	10.5;	0.0;	0.78;
168.0;	1;	11;	100;	50.4;	49.5;	10.2;	0.0;	0.94;

Abbildung A 15: Standard (Lauf 3)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
58.4;	1;	1;	100;	52.2;	54.0;	11.0;	0.0;	0.89;
73.9;	1;	2;	100;	50.7;	57.0;	10.6;	0.0;	0.73;
86.2;	1;	3;	100;	49.3;	56.6;	11.0;	0.0;	0.75;
87.0;	1;	5;	100;	51.6;	45.5;	11.4;	0.0;	1.36;
114.4;	1;	4;	200;	48.4;	74.8;	13.0;	0.3;	0.50;
120.7;	1;	6;	200;	53.0;	63.9;	11.4;	0.0;	0.65;
122.2;	1;	7;	100;	54.6;	60.4;	13.0;	0.0;	0.89;
157.0;	1;	8;	200;	50.9;	64.3;	9.5;	0.6;	0.52;
158.1;	1;	10;	100;	52.4;	57.2;	23.0;	0.0;	2.21;
163.1;	1;	9;	200;	49.8;	66.5;	12.6;	0.2;	0.63;
176.4;	1;	11;	200;	50.3;	54.5;	10.5;	0.0;	0.79;
177.8;	1;	12;	100;	52.0;	53.6;	12.9;	0.0;	1.10;

Abbildung A 16: Standard (Lauf 4)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
65.8;	1;	1;	100;	50.4;	58.1;	11.6;	0.0;	0.78;
74.5;	1;	3;	100;	54.0;	54.6;	15.9;	0.0;	1.45;
95.4;	1;	2;	200;	51.4;	78.3;	12.8;	0.9;	0.49;
96.5;	1;	4;	200;	50.1;	65.0;	12.9;	0.0;	0.68;
97.7;	1;	5;	100;	50.9;	63.5;	17.6;	0.0;	1.10;
120.4;	1;	6;	200;	51.4;	72.6;	9.5;	0.9;	0.41;
121.4;	1;	8;	100;	51.9;	70.4;	33.3;	0.0;	2.38;
122.9;	1;	7;	200;	52.7;	75.0;	18.8;	0.0;	0.85;
123.8;	1;	10;	100;	53.5;	54.1;	16.8;	0.0;	1.60;
131.7;	1;	9;	200;	51.8;	62.5;	11.5;	0.0;	0.67;
133.9;	1;	11;	100;	53.3;	56.1;	11.1;	0.0;	0.84;
139.3;	1;	12;	200;	49.5;	55.2;	10.2;	0.0;	0.73;
148.6;	1;	14;	200;	50.0;	58.8;	10.2;	0.1;	0.65;
149.5;	1;	17;	100;	50.0;	51.9;	19.3;	0.0;	2.04;
152.7;	1;	15;	200;	50.9;	58.8;	14.7;	0.0;	1.03;
158.0;	1;	18;	100;	51.8;	47.2;	14.4;	0.0;	1.73;
163.2;	1;	13;	200;	53.0;	76.4;	13.5;	0.9;	0.56;
165.0;	1;	16;	200;	52.7;	69.5;	13.5;	0.1;	0.66;
169.2;	1;	19;	200;	50.3;	52.5;	10.2;	0.0;	0.83;

Abbildung A 17: Standard (Lauf 5)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
54.8;	1;	1;	100;	51.1;	41.0;	9.2;	0.0;	1.29;
80.5;	1;	2;	100;	50.0;	59.3;	10.5;	0.1;	0.65;
91.4;	1;	3;	100;	49.3;	58.4;	11.6;	0.0;	0.75;
100.2;	1;	4;	200;	49.5;	53.5;	10.3;	0.0;	0.79;
101.3;	1;	5;	100;	54.2;	51.0;	11.0;	0.0;	1.05;
107.6;	1;	6;	100;	52.3;	45.1;	9.5;	0.0;	1.10;
113.8;	1;	7;	100;	50.1;	45.7;	10.1;	0.0;	1.11;
130.5;	1;	8;	200;	50.1;	53.4;	9.3;	0.0;	0.71;
131.3;	1;	9;	100;	54.0;	50.4;	14.8;	0.0;	1.59;
140.9;	1;	11;	100;	52.9;	47.9;	11.8;	0.0;	1.29;
153.5;	1;	10;	200;	51.6;	64.2;	11.9;	0.1;	0.66;
169.8;	1;	12;	100;	52.6;	60.4;	11.0;	0.0;	0.70;
177.3;	1;	14;	100;	50.7;	46.9;	10.2;	0.0;	1.08;

Abbildung A 18: Standard (Lauf 6)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
46.3;	1;	1;	100;	53.0;	45.9;	10.0;	0.0;	1.15;
62.3;	1;	3;	100;	52.5;	53.6;	15.2;	0.0;	1.39;
79.4;	1;	5;	100;	53.5;	49.4;	16.0;	0.0;	1.86;
86.3;	1;	2;	200;	50.0;	80.1;	12.6;	1.2;	0.45;
99.7;	1;	4;	200;	53.5;	74.3;	12.3;	1.1;	0.55;
101.1;	1;	8;	100;	49.7;	59.1;	11.4;	0.0;	0.72;
102.0;	1;	7;	200;	51.7;	60.5;	14.6;	0.0;	0.97;
111.5;	1;	6;	200;	50.0;	70.5;	13.0;	0.0;	0.58;
137.3;	1;	9;	200;	48.0;	77.8;	12.4;	0.6;	0.44;
138.6;	1;	12;	100;	50.5;	73.8;	34.5;	0.0;	2.15;
140.2;	1;	10;	200;	54.2;	78.1;	19.0;	0.4;	0.81;
142.6;	1;	11;	200;	52.2;	79.5;	14.5;	0.4;	0.53;
143.7;	1;	13;	100;	54.5;	73.0;	30.4;	0.0;	1.91;
144.6;	1;	16;	100;	51.4;	45.4;	13.2;	0.0;	1.66;
156.7;	1;	14;	200;	49.9;	59.7;	10.4;	0.5;	0.65;
158.8;	1;	15;	200;	50.2;	60.0;	11.9;	0.0;	0.74;
168.3;	1;	17;	100;	51.0;	63.8;	11.8;	0.1;	0.65;
179.7;	1;	19;	100;	54.5;	42.8;	8.9;	0.0;	1.19;

Abbildung A 19: Standard (Lauf 7)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
47.9;	1;	2;	100;	50.5;	41.4;	10.1;	0.0;	1.40;
62.9;	1;	1;	200;	49.2;	60.8;	11.0;	0.1;	0.65;
78.6;	1;	3;	100;	50.2;	61.0;	12.1;	0.0;	0.73;
86.6;	1;	4;	100;	51.7;	47.2;	10.4;	0.0;	1.11;
99.3;	1;	5;	100;	51.6;	54.0;	11.0;	0.0;	0.87;
100.1;	1;	6;	100;	52.7;	44.8;	11.0;	0.0;	1.37;
143.8;	1;	7;	200;	52.5;	82.3;	11.8;	0.4;	0.39;
145.0;	1;	9;	100;	54.4;	75.5;	27.0;	0.0;	1.44;
146.9;	1;	8;	200;	51.2;	81.2;	22.5;	0.0;	0.87;
148.1;	1;	10;	100;	53.3;	59.6;	13.2;	0.0;	0.92;
151.0;	1;	11;	100;	52.1;	48.5;	10.4;	0.0;	1.05;
163.6;	1;	12;	200;	51.7;	55.8;	9.1;	0.1;	0.66;
164.5;	1;	13;	100;	52.2;	55.3;	16.7;	0.0;	1.46;
170.3;	1;	14;	100;	53.5;	49.8;	10.3;	0.0;	1.00;

Abbildung A 20: Standard (Lauf 8)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
72.9;	1;	1;	200;	51.1;	68.5;	11.3;	0.1;	0.53;
73.8;	1;	2;	200;	52.2;	66.2;	21.1;	0.0;	1.32;
75.9;	1;	4;	100;	51.8;	66.0;	14.2;	0.1;	0.78;
76.9;	1;	5;	100;	53.6;	59.6;	22.5;	0.0;	1.95;
78.6;	1;	3;	200;	53.0;	68.7;	14.9;	0.1;	0.77;
89.0;	1;	6;	200;	48.5;	62.6;	10.8;	0.0;	0.58;
90.1;	1;	7;	100;	53.0;	62.9;	16.3;	0.0;	1.06;
91.0;	1;	8;	100;	52.5;	52.1;	12.7;	0.0;	1.17;
107.9;	1;	9;	100;	52.3;	52.2;	10.5;	0.0;	0.90;
120.8;	1;	10;	100;	50.9;	59.4;	11.1;	0.0;	0.70;
131.3;	1;	11;	100;	51.2;	63.6;	12.1;	0.1;	0.68;
137.2;	1;	12;	100;	49.2;	56.7;	10.8;	0.0;	0.73;
138.1;	1;	13;	100;	50.2;	46.0;	10.8;	0.0;	1.20;
158.8;	1;	14;	200;	49.6;	59.9;	9.3;	0.1;	0.55;
159.8;	1;	15;	100;	54.2;	60.9;	18.3;	0.0;	1.38;
168.3;	1;	16;	100;	52.4;	52.0;	10.2;	0.0;	0.89;

Abbildung A 21: Standard (Lauf 9)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	zeitverlust;	zeitgewinn;	AbwGeschw;
58.5;	1;	2;	100;	55.2;	48.6;	12.9;	0.0;	1.47;
80.9;	1;	1;	200;	49.2;	73.3;	12.1;	0.7;	0.50;
81.9;	1;	4;	100;	53.1;	61.3;	18.7;	0.0;	1.37;
98.8;	1;	3;	200;	48.1;	78.6;	13.2;	0.3;	0.45;
100.1;	1;	5;	100;	53.1;	70.3;	19.2;	0.0;	1.02;
101.5;	1;	6;	100;	49.4;	63.4;	13.9;	0.1;	0.79;
110.5;	1;	7;	200;	50.6;	65.4;	10.9;	0.1;	0.56;
111.7;	1;	8;	200;	52.3;	65.3;	17.2;	0.0;	1.02;
113.6;	1;	9;	200;	50.9;	63.5;	13.4;	0.0;	0.77;
114.7;	1;	10;	200;	52.9;	63.3;	18.5;	0.0;	1.23;
119.8;	1;	11;	200;	50.3;	65.7;	11.7;	0.0;	0.60;
122.2;	1;	12;	200;	51.0;	67.0;	13.2;	0.0;	0.67;
123.6;	1;	13;	200;	50.4;	64.4;	18.6;	0.0;	1.14;
134.9;	1;	15;	200;	49.7;	68.1;	11.7;	0.1;	0.55;
136.8;	1;	14;	200;	53.5;	73.6;	18.4;	0.0;	0.87;
144.0;	1;	17;	200;	47.8;	70.3;	12.7;	0.0;	0.54;
146.9;	1;	16;	200;	52.9;	77.1;	11.1;	0.4;	0.43;
148.0;	1;	18;	100;	54.1;	72.7;	27.3;	0.0;	1.61;
148.9;	1;	19;	200;	51.2;	67.3;	23.1;	0.0;	1.43;
151.1;	1;	20;	100;	51.5;	66.4;	14.1;	0.0;	0.75;
161.0;	1;	24;	100;	52.6;	52.9;	20.4;	0.0;	2.24;
164.9;	1;	21;	200;	51.5;	73.9;	11.1;	0.7;	0.47;
166.0;	1;	23;	100;	55.4;	66.0;	25.3;	0.0;	1.88;
168.8;	1;	26;	100;	50.8;	47.0;	15.3;	0.0;	1.88;
170.5;	1;	22;	200;	52.9;	75.3;	9.8;	1.5;	0.43;
171.5;	1;	25;	100;	53.0;	57.5;	17.1;	0.0;	1.40;

Abbildung A 22: Standard (Lauf 10)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
44.8;	1;	4;	100;	54.1;	42.3;	9.0;	0.0;	1.25;
55.6;	1;	1;	200;	51.5;	54.2;	10.5;	0.0;	0.81;
56.5;	1;	3;	100;	54.3;	54.7;	17.2;	0.0;	1.63;
60.8;	1;	6;	100;	50.0;	52.4;	20.4;	0.0;	2.18;
63.6;	1;	5;	100;	56.2;	57.9;	18.5;	0.0;	1.63;
64.9;	1;	8;	100;	53.3;	52.8;	16.4;	0.0;	1.63;
67.1;	1;	7;	100;	55.1;	56.7;	17.9;	0.0;	1.61;
68.3;	1;	9;	100;	54.3;	54.2;	18.4;	0.0;	1.84;
76.0;	1;	2;	200;	55.3;	74.5;	11.9;	0.9;	0.54;
76.9;	1;	12;	100;	52.1;	60.9;	20.0;	0.0;	1.50;
77.8;	1;	14;	100;	54.1;	60.4;	23.4;	0.0;	2.03;
78.9;	1;	13;	200;	52.4;	61.6;	13.8;	0.1;	0.88;
79.9;	1;	16;	100;	53.2;	60.6;	20.0;	0.0;	1.55;
81.2;	1;	10;	100;	54.4;	66.5;	19.9;	0.0;	1.26;
82.7;	1;	18;	200;	50.8;	61.9;	15.7;	0.0;	1.00;
83.7;	1;	17;	100;	53.6;	63.5;	23.2;	0.0;	1.75;
86.0;	1;	11;	200;	53.6;	70.3;	17.3;	0.1;	0.89;
86.9;	1;	27;	100;	51.7;	62.3;	26.4;	0.0;	2.18;
92.7;	1;	20;	200;	50.0;	70.0;	9.9;	0.7;	0.45;
93.6;	1;	21;	200;	50.7;	70.5;	24.6;	0.0;	1.38;
96.2;	1;	15;	200;	51.8;	77.4;	19.6;	0.1;	0.82;
97.5;	1;	28;	200;	50.5;	72.2;	23.3;	0.0;	1.20;
102.9;	1;	25;	200;	51.0;	78.7;	17.1;	0.0;	0.65;
103.9;	1;	26;	200;	55.2;	79.4;	25.5;	0.0;	1.18;
105.1;	1;	30;	100;	55.6;	79.0;	23.9;	0.0;	1.10;
105.8;	1;	50;	100;	57.5;	66.4;	30.7;	0.0;	2.66;
107.1;	1;	42;	100;	53.9;	73.6;	39.4;	0.0;	3.03;
108.0;	1;	38;	200;	52.9;	75.1;	26.7;	0.0;	1.40;
109.3;	1;	24;	200;	57.2;	85.4;	33.4;	0.0;	1.55;
113.0;	1;	22;	200;	53.1;	89.4;	25.2;	0.4;	0.85;
113.9;	1;	53;	100;	52.4;	71.8;	33.0;	0.0;	2.22;
114.6;	1;	45;	100;	54.0;	78.2;	39.1;	0.1;	2.48;
115.5;	1;	63;	100;	53.7;	67.7;	31.8;	0.0;	2.52;
116.9;	1;	31;	100;	57.8;	89.4;	38.1;	0.0;	1.72;
119.2;	1;	19;	100;	56.1;	98.1;	42.1;	0.0;	1.54;
120.3;	1;	48;	100;	57.1;	82.2;	35.8;	0.1;	1.93;
121.2;	1;	44;	100;	54.8;	85.6;	40.4;	0.0;	2.05;
122.0;	1;	51;	100;	53.5;	81.1;	45.8;	0.0;	3.07;
124.5;	1;	23;	200;	57.1;	100.9;	36.8;	0.1;	1.17;
125.4;	1;	36;	100;	59.2;	93.9;	47.3;	0.0;	2.30;
127.9;	1;	34;	200;	55.3;	97.0;	31.2;	0.1;	0.97;
128.8;	1;	55;	100;	58.1;	85.7;	38.7;	0.0;	2.00;
129.6;	1;	72;	100;	57.8;	75.6;	37.3;	0.0;	2.67;
130.7;	1;	49;	100;	56.5;	92.0;	53.6;	0.0;	3.08;
131.6;	1;	61;	200;	53.3;	84.6;	36.1;	0.0;	1.68;
132.5;	1;	46;	200;	53.1;	95.0;	47.1;	0.0;	1.97;
133.3;	1;	66;	100;	57.7;	82.9;	45.0;	0.0;	2.97;
134.3;	1;	70;	100;	54.6;	81.0;	42.2;	0.0;	2.62;
135.9;	1;	52;	200;	54.0;	94.1;	39.4;	0.0;	1.49;
136.8;	1;	64;	200;	56.9;	87.3;	38.0;	0.0;	1.80;
138.2;	1;	32;	200;	55.2;	107.7;	51.8;	0.0;	1.70;
139.3;	1;	79;	100;	56.0;	82.2;	39.5;	0.0;	2.27;
142.8;	1;	35;	200;	56.7;	111.5;	36.5;	0.5;	0.90;
143.8;	1;	85;	100;	55.4;	82.7;	43.2;	0.1;	2.63;
144.9;	1;	57;	200;	57.4;	100.3;	43.4;	0.0;	1.57;
145.9;	1;	33;	200;	60.0;	115.3;	58.4;	0.0;	1.92;
146.9;	1;	65;	100;	58.0;	97.1;	54.7;	0.0;	2.76;
147.7;	1;	81;	100;	55.5;	89.2;	51.8;	0.0;	3.08;
149.2;	1;	37;	200;	55.7;	116.5;	54.2;	0.1;	1.49;
150.3;	1;	58;	100;	56.5;	105.3;	51.7;	0.0;	1.86;
151.1;	1;	103;	100;	54.1;	81.1;	45.0;	0.0;	2.98;
152.0;	1;	98;	100;	58.5;	86.0;	45.7;	0.0;	2.77;
153.2;	1;	84;	100;	60.4;	92.8;	44.2;	0.0;	2.12;
154.2;	1;	39;	200;	55.9;	121.1;	71.1;	0.1;	2.36;
156.1;	1;	60;	200;	62.3;	109.3;	45.2;	0.0;	1.45;
157.6;	1;	69;	200;	61.4;	104.7;	43.3;	0.1;	1.48;
158.5;	1;	92;	100;	57.0;	94.9;	49.2;	0.0;	2.32;
159.5;	1;	107;	100;	56.6;	86.2;	47.9;	0.0;	2.95;
160.6;	1;	75;	200;	56.8;	105.3;	55.8;	0.0;	2.18;
162.4;	1;	74;	200;	59.5;	107.1;	52.3;	0.1;	1.90;
163.6;	1;	71;	200;	61.3;	109.8;	52.2;	0.0;	1.82;
164.4;	1;	99;	100;	58.4;	97.1;	60.0;	0.0;	3.48;
165.6;	1;	88;	200;	56.6;	103.3;	47.3;	0.0;	1.66;
166.4;	1;	119;	100;	58.1;	84.9;	48.5;	0.0;	3.27;
167.3;	1;	83;	100;	54.9;	107.7;	63.8;	0.0;	2.66;
168.0;	1;	121;	100;	55.4;	83.9;	47.3;	0.0;	3.06;
168.9;	1;	104;	100;	56.6;	98.1;	56.6;	0.0;	2.83;
169.7;	1;	90;	100;	55.3;	107.1;	69.3;	0.0;	3.39;
170.7;	1;	109;	100;	60.6;	95.3;	51.9;	0.0;	2.73;
171.8;	1;	67;	100;	63.1;	120.6;	62.5;	0.1;	2.02;
173.0;	1;	97;	100;	59.0;	107.6;	63.5;	0.0;	2.83;
174.2;	1;	43;	200;	61.9;	138.9;	77.2;	0.1;	2.00;
175.1;	1;	116;	200;	51.6;	94.4;	47.8;	0.0;	2.01;
176.7;	1;	89;	200;	55.7;	114.4;	61.4;	0.0;	2.02;

Abbildung A 23: Extrem (Lauf 1)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
56.8;	1;	3;	100;	49.6;	55.3;	10.5;	0.1;	0.76;
58.6;	1;	2;	100;	52.2;	58.5;	13.4;	0.0;	0.95;
60.2;	1;	1;	200;	50.8;	60.1;	13.1;	0.0;	0.85;
61.1;	1;	13;	100;	50.6;	53.8;	21.5;	0.0;	2.24;
66.2;	1;	5;	100;	52.8;	63.9;	12.2;	0.0;	0.70;
68.4;	1;	6;	200;	49.4;	64.0;	11.9;	0.3;	0.65;
69.3;	1;	25;	100;	50.8;	55.9;	22.3;	0.0;	2.16;
71.9;	1;	11;	100;	52.3;	65.8;	13.6;	0.0;	0.75;
72.9;	1;	8;	200;	53.6;	67.9;	22.5;	0.0;	1.41;
73.8;	1;	17;	100;	52.5;	62.7;	24.7;	0.1;	1.95;
75.6;	1;	15;	100;	53.4;	66.5;	19.9;	0.0;	1.23;
79.0;	1;	4;	200;	52.9;	76.8;	18.1;	0.4;	0.77;
80.0;	1;	28;	100;	50.0;	64.2;	30.0;	0.0;	2.44;
81.1;	1;	7;	200;	55.3;	76.3;	27.5;	0.0;	1.47;
83.2;	1;	14;	200;	50.6;	74.4;	26.7;	0.0;	1.37;
85.5;	1;	19;	100;	53.0;	73.6;	20.3;	0.1;	0.99;
86.6;	1;	12;	200;	53.1;	79.7;	31.2;	0.0;	1.54;
87.6;	1;	27;	100;	58.3;	73.0;	31.7;	0.0;	2.20;
89.3;	1;	24;	200;	53.7;	76.0;	25.1;	0.0;	1.25;
90.4;	1;	31;	200;	54.1;	73.2;	27.6;	0.0;	1.60;
98.6;	1;	9;	200;	53.4;	93.2;	20.6;	0.8;	0.60;
99.5;	1;	33;	100;	56.1;	81.5;	39.3;	0.0;	2.30;
100.8;	1;	29;	200;	55.1;	84.2;	33.1;	0.0;	1.52;
101.8;	1;	36;	100;	52.9;	79.3;	42.7;	0.0;	2.80;
103.7;	1;	44;	100;	57.7;	76.6;	37.1;	0.0;	2.54;
106.3;	1;	22;	200;	53.4;	93.3;	24.1;	0.6;	0.73;
107.4;	1;	55;	100;	53.1;	74.7;	35.2;	0.0;	2.28;
109.5;	1;	16;	200;	56.4;	98.8;	31.3;	0.0;	0.95;
110.5;	1;	43;	100;	57.5;	84.5;	34.4;	0.0;	1.68;
111.7;	1;	47;	100;	56.3;	83.8;	36.5;	0.0;	1.86;
113.7;	1;	21;	200;	56.4;	100.9;	42.5;	0.0;	1.46;
115.5;	1;	20;	200;	52.4;	103.1;	49.1;	0.0;	1.66;
117.2;	1;	23;	200;	56.3;	104.0;	41.5;	0.1;	1.29;
118.1;	1;	71;	100;	56.9;	76.3;	38.1;	0.0;	2.67;
119.0;	1;	66;	100;	56.0;	80.8;	42.1;	0.0;	2.71;
119.7;	1;	60;	100;	58.6;	82.8;	41.4;	0.0;	2.54;
120.8;	1;	37;	100;	57.9;	97.4;	56.5;	0.0;	2.95;
121.4;	1;	86;	100;	52.1;	72.4;	40.3;	0.0;	3.24;
123.5;	1;	30;	200;	56.1;	106.7;	43.0;	0.0;	1.28;
124.7;	1;	40;	200;	56.8;	99.4;	42.8;	0.0;	1.55;
128.4;	1;	32;	200;	55.3;	110.9;	36.3;	0.2;	0.87;
130.4;	1;	35;	200;	56.9;	108.1;	39.6;	0.0;	1.09;
131.5;	1;	46;	200;	54.8;	103.8;	47.8;	0.0;	1.62;
133.1;	1;	34;	200;	53.3;	110.9;	51.5;	0.1;	1.50;
134.3;	1;	68;	100;	60.0;	95.0;	44.5;	0.0;	2.00;
135.2;	1;	83;	200;	52.7;	88.0;	40.2;	0.0;	1.81;
136.0;	1;	101;	100;	53.1;	77.6;	42.7;	0.0;	3.00;
137.0;	1;	87;	100;	56.8;	87.1;	50.1;	0.0;	3.16;
138.1;	1;	39;	200;	54.9;	113.1;	63.8;	0.0;	2.26;
139.1;	1;	93;	100;	58.9;	85.5;	45.0;	0.0;	2.75;
140.5;	1;	48;	100;	60.5;	111.9;	52.5;	0.0;	1.72;
141.5;	1;	58;	100;	56.4;	107.1;	57.9;	0.0;	2.22;
142.3;	1;	69;	100;	58.4;	101.4;	61.5;	0.0;	3.18;
143.3;	1;	94;	100;	59.1;	88.9;	45.2;	0.0;	2.46;
144.9;	1;	75;	200;	53.6;	100.7;	49.1;	0.0;	1.82;
146.5;	1;	50;	200;	59.1;	115.8;	58.7;	0.0;	1.88;
147.8;	1;	51;	200;	58.1;	116.8;	59.5;	0.0;	1.85;
149.0;	1;	53;	100;	58.4;	117.5;	65.8;	0.0;	2.27;
150.2;	1;	84;	100;	52.2;	102.8;	57.4;	0.0;	2.31;
151.3;	1;	98;	200;	52.2;	93.9;	47.3;	0.0;	2.03;
152.3;	1;	90;	100;	57.9;	100.7;	54.1;	0.0;	2.40;
153.5;	1;	61;	200;	64.9;	115.9;	57.6;	0.0;	1.99;
154.7;	1;	67;	200;	57.7;	115.7;	64.3;	0.0;	2.24;
158.3;	1;	10;	200;	66.2;	152.7;	68.5;	0.0;	1.27;
159.4;	1;	97;	100;	57.7;	102.6;	52.5;	0.0;	2.11;
160.6;	1;	57;	200;	56.3;	126.3;	66.9;	0.0;	1.80;
161.5;	1;	121;	100;	60.3;	79.2;	40.0;	0.0;	2.79;
164.5;	1;	18;	200;	60.7;	152.7;	72.3;	0.1;	1.29;
165.6;	1;	56;	200;	56.2;	131.4;	71.5;	0.0;	1.83;
166.4;	1;	106;	100;	57.8;	103.0;	63.9;	0.0;	3.29;
167.4;	1;	104;	100;	57.1;	107.1;	57.5;	0.0;	2.22;
168.4;	1;	99;	200;	58.3;	110.7;	59.8;	0.0;	2.22;
168.9;	1;	120;	100;	58.6;	87.3;	51.0;	0.0;	3.38;
169.9;	1;	128;	100;	59.4;	82.1;	44.9;	0.0;	3.13;
171.0;	1;	89;	200;	55.1;	119.8;	69.4;	0.0;	2.28;
171.9;	1;	105;	200;	54.0;	108.8;	52.3;	0.2;	1.65;
173.1;	1;	116;	100;	55.8;	95.1;	57.1;	0.0;	3.16;
174.1;	1;	64;	200;	64.2;	136.1;	68.2;	0.0;	1.70;
174.9;	1;	118;	100;	56.1;	94.2;	53.5;	0.0;	2.81;
175.9;	1;	96;	100;	58.0;	119.7;	73.0;	0.0;	2.73;
176.7;	1;	122;	100;	58.1;	92.9;	55.1;	0.0;	3.28;
179.5;	1;	63;	200;	61.6;	141.5;	57.2;	0.4;	1.06;

Abbildung A 24: Extrem (Lauf 2)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
50.8;	1;	1;	100;	53.5;	50.5;	10.7;	0.0;	1.02;
52.2;	1;	3;	100;	53.1;	49.9;	12.5;	0.0;	1.27;
73.4;	1;	2;	200;	50.8;	71.4;	10.3;	0.6;	0.45;
74.2;	1;	5;	100;	54.3;	70.9;	28.1;	0.0;	1.80;
75.1;	1;	16;	100;	49.6;	58.9;	28.3;	0.0;	2.80;
76.2;	1;	4;	200;	54.1;	73.0;	22.8;	0.0;	1.20;
78.1;	1;	6;	100;	51.8;	73.0;	21.3;	0.0;	1.05;
79.3;	1;	9;	100;	50.5;	68.9;	23.9;	0.0;	1.40;
80.6;	1;	8;	100;	52.8;	72.1;	24.4;	0.0;	1.34;
81.5;	1;	14;	100;	53.6;	66.3;	28.8;	0.0;	2.23;
82.5;	1;	11;	100;	56.2;	70.6;	26.7;	0.0;	1.74;
84.2;	1;	7;	100;	52.9;	76.4;	24.7;	0.1;	1.19;
85.2;	1;	22;	100;	54.2;	62.2;	28.7;	0.0;	2.68;
88.7;	1;	12;	200;	48.7;	74.4;	12.8;	1.2;	0.53;
89.6;	1;	17;	100;	55.4;	70.2;	31.5;	0.0;	2.30;
91.5;	1;	13;	100;	53.4;	77.2;	23.0;	0.0;	1.06;
94.5;	1;	15;	200;	51.2;	78.6;	14.4;	1.2;	0.56;
95.5;	1;	24;	100;	52.9;	71.0;	32.7;	0.0;	2.28;
96.5;	1;	23;	100;	55.4;	72.9;	28.4;	0.0;	1.74;
97.6;	1;	18;	100;	56.2;	77.3;	31.0;	0.0;	1.75;
102.3;	1;	10;	200;	52.3;	90.6;	19.0;	1.5;	0.58;
103.4;	1;	27;	100;	53.7;	76.0;	37.3;	0.0;	2.44;
104.7;	1;	30;	100;	55.5;	75.1;	35.3;	0.0;	2.35;
107.4;	1;	37;	100;	52.5;	68.4;	35.9;	0.0;	3.04;
108.6;	1;	31;	100;	58.9;	74.3;	33.9;	0.0;	2.38;
110.3;	1;	19;	200;	51.8;	87.8;	18.0;	1.8;	0.58;
111.0;	1;	32;	100;	53.6;	75.9;	35.3;	0.0;	2.21;
112.9;	1;	21;	200;	53.0;	89.9;	25.8;	0.1;	0.86;
113.8;	1;	20;	200;	55.1;	91.3;	42.1;	0.0;	1.85;
114.9;	1;	33;	100;	56.4;	78.8;	32.5;	0.0;	1.80;
115.9;	1;	28;	200;	56.9;	86.4;	35.1;	0.0;	1.62;
117.2;	1;	53;	100;	56.2;	71.2;	35.3;	0.0;	2.78;
118.5;	1;	29;	200;	56.9;	89.0;	29.6;	0.0;	1.14;
119.5;	1;	41;	100;	54.5;	78.8;	35.3;	0.0;	2.02;
121.5;	1;	26;	200;	56.9;	94.6;	31.2;	0.0;	1.07;
122.5;	1;	39;	200;	59.1;	82.8;	29.6;	0.0;	1.43;
123.5;	1;	52;	100;	60.0;	78.7;	36.9;	0.0;	2.42;
125.2;	1;	25;	200;	52.2;	98.4;	41.4;	0.3;	1.39;
126.1;	1;	34;	100;	59.0;	89.2;	43.8;	0.1;	2.29;
127.5;	1;	40;	100;	54.3;	87.5;	38.3;	0.0;	1.74;
128.3;	1;	45;	200;	59.9;	85.7;	33.8;	0.0;	1.64;
129.2;	1;	60;	100;	57.1;	78.8;	40.9;	0.0;	2.80;
130.3;	1;	57;	100;	57.0;	82.2;	35.0;	0.0;	1.84;
131.3;	1;	65;	100;	55.4;	76.1;	33.9;	0.0;	2.09;
132.2;	1;	50;	100;	54.7;	88.6;	43.6;	0.0;	2.14;
133.0;	1;	69;	100;	55.0;	74.1;	39.0;	0.0;	2.96;
135.2;	1;	36;	100;	56.4;	96.8;	38.8;	0.1;	1.40;
136.0;	1;	55;	200;	57.9;	88.6;	34.3;	0.0;	1.48;
136.9;	1;	67;	100;	58.1;	79.7;	35.8;	0.0;	2.14;
137.8;	1;	71;	100;	60.4;	78.1;	38.6;	0.0;	2.71;
139.7;	1;	35;	200;	54.9;	101.5;	41.2;	0.1;	1.33;
140.4;	1;	89;	100;	52.0;	65.7;	32.1;	0.0;	2.72;
141.4;	1;	86;	100;	55.0;	69.7;	33.0;	0.0;	2.54;
143.1;	1;	42;	200;	57.2;	101.1;	37.6;	0.2;	1.20;
143.9;	1;	66;	100;	57.7;	87.4;	45.3;	0.0;	2.55;
145.0;	1;	48;	200;	58.2;	102.0;	47.6;	0.0;	1.79;
146.3;	1;	54;	200;	56.3;	99.3;	47.0;	0.0;	1.83;
147.1;	1;	61;	200;	57.9;	95.2;	44.0;	0.0;	1.88;
148.0;	1;	56;	100;	58.9;	100.4;	56.5;	0.0;	2.71;
148.7;	1;	91;	100;	54.4;	73.3;	37.2;	0.0;	2.74;
149.9;	1;	43;	200;	53.1;	107.8;	62.1;	0.0;	2.41;
152.5;	1;	44;	200;	54.2;	110.3;	40.8;	0.2;	1.04;
153.6;	1;	72;	100;	57.2;	93.4;	46.3;	0.0;	2.16;
154.8;	1;	76;	100;	57.4;	90.7;	39.3;	0.1;	1.74;
156.4;	1;	62;	100;	56.4;	104.2;	47.4;	0.0;	1.62;
157.3;	1;	98;	100;	54.1;	75.6;	41.8;	0.0;	3.18;
158.7;	1;	73;	100;	61.7;	97.8;	50.1;	0.0;	2.38;
159.4;	1;	97;	100;	59.5;	78.3;	41.5;	0.0;	3.07;
160.9;	1;	46;	200;	61.9;	118.1;	45.3;	0.1;	1.17;
161.9;	1;	77;	200;	60.9;	97.0;	44.6;	0.0;	1.92;
163.0;	1;	74;	100;	58.1;	100.6;	52.9;	0.0;	2.30;
165.1;	1;	49;	200;	60.9;	121.7;	49.8;	0.1;	1.25;
165.9;	1;	75;	100;	66.3;	102.8;	50.5;	0.0;	2.24;
166.5;	1;	96;	100;	55.1;	86.4;	45.6;	0.0;	2.56;
167.4;	1;	95;	100;	58.2;	88.1;	49.3;	0.0;	3.01;
168.4;	1;	94;	100;	58.7;	89.6;	43.4;	0.0;	2.21;
169.3;	1;	107;	100;	57.6;	83.1;	43.6;	0.0;	2.75;
170.3;	1;	101;	100;	56.0;	85.8;	44.6;	0.0;	2.53;
171.9;	1;	59;	100;	53.7;	122.3;	67.7;	0.0;	1.96;
173.2;	1;	68;	100;	61.2;	115.1;	59.1;	0.0;	2.02;
174.4;	1;	88;	100;	57.3;	100.2;	45.6;	0.0;	1.72;
175.4;	1;	113;	100;	53.8;	82.5;	43.8;	0.0;	2.64;
177.2;	1;	58;	200;	52.6;	127.7;	69.7;	0.0;	1.78;
178.0;	1;	99;	200;	54.6;	94.2;	46.1;	0.0;	1.99;
179.8;	1;	78;	100;	61.4;	114.4;	52.3;	0.0;	1.62;

Abbildung A 25: Extrem (Lauf 3)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
50.0;	1;	5;	100;	50.4;	45.8;	12.5;	0.0;	1.48;
59.6;	1;	2;	100;	51.9;	57.9;	10.5;	0.2;	0.72;
61.7;	1;	3;	100;	50.1;	58.7;	12.3;	0.0;	0.81;
62.7;	1;	1;	100;	53.2;	62.2;	18.4;	0.0;	1.29;
63.6;	1;	10;	100;	54.4;	53.5;	18.0;	0.0;	1.85;
80.1;	1;	4;	200;	50.1;	76.1;	12.4;	0.7;	0.48;
81.1;	1;	17;	100;	52.8;	65.5;	29.9;	0.0;	2.42;
82.2;	1;	6;	200;	54.9;	76.5;	22.1;	0.1;	1.05;
82.9;	1;	12;	100;	56.4;	70.4;	26.3;	0.0;	1.71;
83.8;	1;	16;	100;	52.7;	68.9;	32.6;	0.0;	2.47;
84.3;	1;	21;	100;	57.7;	65.3;	29.0;	0.0;	2.53;
85.2;	1;	18;	100;	53.8;	68.5;	30.0;	0.0;	2.19;
86.0;	1;	22;	100;	55.9;	65.8;	29.6;	0.0;	2.49;
89.0;	1;	9;	200;	53.3;	79.3;	21.9;	0.6;	0.94;
89.9;	1;	30;	100;	57.7;	64.0;	27.6;	0.0;	2.46;
91.3;	1;	7;	100;	59.0;	85.1;	33.8;	0.0;	1.64;
92.6;	1;	24;	100;	54.9;	70.7;	29.1;	0.0;	1.95;
93.7;	1;	8;	200;	53.1;	84.4;	26.7;	0.2;	1.05;
94.6;	1;	40;	100;	51.5;	66.0;	31.4;	0.0;	2.55;
95.4;	1;	11;	200;	50.4;	83.2;	39.2;	0.0;	1.93;
96.5;	1;	34;	100;	53.6;	69.7;	30.7;	0.0;	2.17;
97.9;	1;	14;	200;	57.1;	84.1;	29.1;	0.0;	1.29;
99.7;	1;	15;	100;	58.1;	85.8;	27.4;	0.0;	1.14;
100.8;	1;	13;	100;	56.7;	87.5;	34.0;	0.0;	1.48;
101.8;	1;	26;	100;	57.1;	78.4;	39.4;	0.0;	2.64;
102.9;	1;	29;	100;	56.3;	78.2;	28.7;	0.0;	1.50;
103.8;	1;	28;	200;	55.1;	79.4;	31.3;	0.0;	1.62;
106.0;	1;	31;	200;	50.2;	79.5;	26.6;	0.0;	1.14;
108.0;	1;	19;	100;	57.0;	90.3;	31.9;	0.0;	1.24;
110.6;	1;	20;	200;	54.5;	92.0;	23.5;	0.5;	0.74;
111.5;	1;	45;	100;	54.2;	79.6;	39.3;	0.0;	2.38;
113.1;	1;	41;	200;	50.6;	82.4;	31.8;	0.0;	1.38;
113.8;	1;	55;	100;	57.0;	73.1;	36.7;	0.0;	2.82;
115.3;	1;	38;	200;	55.5;	87.1;	33.7;	0.0;	1.44;
116.2;	1;	53;	100;	52.2;	77.4;	38.6;	0.0;	2.41;
117.6;	1;	27;	200;	54.5;	93.3;	38.8;	0.0;	1.49;
118.5;	1;	49;	100;	55.2;	82.4;	40.6;	0.0;	2.34;
119.4;	1;	62;	100;	52.3;	74.0;	38.4;	0.0;	2.74;
120.4;	1;	61;	200;	52.3;	75.3;	29.7;	0.0;	1.62;
121.7;	1;	42;	200;	56.6;	90.9;	34.7;	0.0;	1.38;
122.7;	1;	43;	100;	57.8;	91.7;	49.4;	0.0;	2.64;
123.7;	1;	39;	200;	60.7;	95.4;	40.7;	0.0;	1.70;
124.3;	1;	59;	100;	57.1;	80.1;	43.3;	0.0;	3.00;
125.1;	1;	56;	100;	56.6;	83.9;	43.6;	0.0;	2.62;
126.1;	1;	64;	100;	60.4;	79.8;	35.9;	0.0;	2.22;
127.1;	1;	52;	100;	58.2;	88.9;	38.4;	0.0;	1.79;
128.1;	1;	77;	100;	54.5;	72.4;	35.7;	0.0;	2.62;
129.3;	1;	23;	200;	55.9;	107.8;	47.5;	0.2;	1.47;
130.1;	1;	78;	100;	56.3;	73.9;	38.5;	0.0;	2.98;
131.0;	1;	47;	100;	54.8;	95.9;	54.1;	0.0;	2.65;
132.9;	1;	35;	200;	59.5;	105.5;	45.2;	0.0;	1.52;
133.7;	1;	65;	200;	57.4;	86.8;	38.2;	0.0;	1.86;
134.7;	1;	82;	100;	55.7;	73.1;	38.0;	0.0;	2.96;
135.5;	1;	73;	200;	51.1;	84.7;	40.3;	0.0;	1.97;
137.1;	1;	51;	100;	59.1;	100.4;	47.4;	0.0;	1.89;
137.9;	1;	60;	200;	55.5;	92.9;	45.6;	0.0;	2.06;
138.8;	1;	88;	100;	56.2;	74.5;	38.0;	0.0;	2.81;
140.9;	1;	46;	100;	61.8;	108.4;	45.7;	0.0;	1.49;
143.0;	1;	58;	200;	54.3;	99.1;	43.5;	0.1;	1.54;
144.7;	1;	63;	200;	54.6;	98.6;	41.1;	0.0;	1.42;
147.4;	1;	33;	200;	61.9;	120.9;	44.9;	0.2;	1.09;
148.4;	1;	57;	100;	60.7;	105.0;	50.9;	0.0;	1.96;
149.4;	1;	79;	200;	56.1;	92.0;	43.7;	0.0;	1.98;
151.1;	1;	48;	200;	57.2;	115.4;	53.0;	0.1;	1.51;
152.4;	1;	54;	200;	56.6;	112.2;	51.4;	0.0;	1.53;
153.4;	1;	92;	100;	59.1;	85.7;	48.7;	0.0;	3.25;
154.4;	1;	74;	100;	54.8;	103.4;	53.1;	0.0;	2.01;
155.0;	1;	96;	100;	54.8;	82.7;	45.2;	0.0;	2.86;
155.9;	1;	89;	100;	59.3;	90.6;	53.7;	0.0;	3.42;
156.9;	1;	97;	100;	58.8;	82.9;	41.7;	0.0;	2.58;
157.8;	1;	72;	200;	60.3;	107.1;	48.1;	0.0;	1.65;
158.6;	1;	85;	100;	58.2;	95.3;	57.8;	0.0;	3.38;
159.7;	1;	71;	200;	58.8;	109.1;	57.9;	0.0;	2.19;
160.7;	1;	93;	100;	58.7;	91.3;	51.3;	0.0;	2.96;
162.1;	1;	83;	200;	54.4;	99.2;	44.6;	0.0;	1.61;
163.0;	1;	95;	100;	55.8;	92.5;	46.0;	0.0;	2.14;
165.0;	1;	44;	200;	57.9;	133.3;	73.2;	0.0;	1.90;
165.9;	1;	84;	200;	59.1;	102.9;	53.1;	0.0;	2.20;
167.0;	1;	99;	200;	52.0;	91.9;	45.7;	0.0;	2.01;
168.2;	1;	80;	100;	60.1;	110.6;	52.6;	0.1;	1.77;
169.1;	1;	113;	100;	57.3;	88.2;	52.4;	0.0;	3.41;
170.3;	1;	101;	100;	62.2;	94.5;	42.4;	0.0;	1.92;
172.4;	1;	69;	100;	60.6;	123.9;	64.2;	0.0;	1.89;
173.6;	1;	90;	200;	60.6;	107.4;	50.9;	0.0;	1.82;



174.5;	1;	112;	100;	57.9;	94.2;	47.6;	0.0;	2.26;
175.3;	1;	123;	100;	57.8;	87.9;	50.6;	0.0;	3.21;
176.1;	1;	111;	200;	54.5;	96.2;	50.1;	0.0;	2.21;
177.1;	1;	130;	100;	55.1;	85.4;	44.9;	0.0;	2.56;
179.2;	1;	109;	200;	51.1;	99.8;	51.2;	0.0;	1.93;

Abbildung A 26: Extrem (Lauf 4)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
57.9;	1;	1;	100;	50.6;	57.1;	10.3;	0.0;	0.70;
59.8;	1;	5;	100;	51.1;	56.3;	10.3;	0.1;	0.73;
60.7;	1;	3;	100;	54.8;	58.7;	19.4;	0.0;	1.65;
61.6;	1;	8;	100;	52.3;	56.5;	19.2;	0.0;	1.70;
62.9;	1;	17;	100;	51.6;	53.1;	19.4;	0.0;	2.01;
75.0;	1;	18;	100;	51.1;	63.9;	31.6;	0.0;	2.80;
79.0;	1;	12;	200;	50.8;	70.5;	24.2;	0.0;	1.35;
80.6;	1;	21;	100;	56.9;	68.1;	27.4;	0.0;	2.02;
82.6;	1;	10;	100;	57.7;	75.6;	35.4;	0.0;	2.41;
84.1;	1;	2;	200;	53.3;	82.3;	14.8;	1.3;	0.54;
84.7;	1;	28;	100;	54.6;	67.5;	33.7;	0.0;	2.89;
86.1;	1;	4;	200;	52.7;	82.9;	28.1;	0.0;	1.17;
86.9;	1;	9;	200;	55.2;	79.9;	25.5;	0.0;	1.16;
87.9;	1;	15;	200;	52.0;	78.5;	33.5;	0.0;	1.77;
90.4;	1;	6;	200;	53.5;	85.6;	19.1;	0.2;	0.65;
91.4;	1;	24;	100;	52.9;	78.1;	36.2;	0.0;	2.10;
92.9;	1;	14;	200;	55.2;	83.9;	30.1;	0.0;	1.32;
93.8;	1;	25;	100;	56.2;	79.9;	38.5;	0.0;	2.34;
95.2;	1;	19;	200;	51.9;	83.5;	39.9;	0.0;	2.04;
96.7;	1;	7;	200;	55.6;	91.9;	32.6;	0.1;	1.20;
97.9;	1;	37;	100;	56.2;	74.6;	33.2;	0.0;	2.17;
99.4;	1;	16;	200;	56.4;	89.8;	29.9;	0.1;	1.13;
101.0;	1;	23;	200;	57.7;	87.8;	26.2;	0.0;	1.01;
102.1;	1;	39;	200;	52.6;	77.6;	30.1;	0.0;	1.54;
103.4;	1;	33;	100;	55.5;	84.0;	28.5;	0.0;	1.22;
104.4;	1;	49;	100;	56.9;	75.6;	37.4;	0.0;	2.64;
105.4;	1;	11;	100;	56.8;	97.6;	49.7;	0.0;	2.16;
106.4;	1;	50;	100;	57.4;	76.3;	37.3;	0.0;	2.58;
108.5;	1;	20;	200;	57.9;	96.5;	34.7;	0.0;	1.21;
109.4;	1;	44;	200;	56.8;	83.4;	33.9;	0.0;	1.67;
111.4;	1;	32;	200;	53.0;	92.3;	36.6;	0.0;	1.35;
112.1;	1;	59;	100;	54.3;	74.9;	37.8;	0.0;	2.65;
112.9;	1;	71;	100;	56.9;	70.1;	34.8;	0.1;	2.86;
113.7;	1;	78;	100;	53.7;	67.4;	32.6;	0.0;	2.68;
115.0;	1;	27;	200;	54.2;	98.0;	42.7;	0.0;	1.54;
115.9;	1;	22;	200;	57.5;	102.8;	49.2;	0.0;	1.85;
116.6;	1;	67;	100;	56.9;	76.3;	39.9;	0.0;	2.93;
118.2;	1;	47;	200;	55.5;	89.7;	34.7;	0.1;	1.40;
119.0;	1;	70;	100;	56.9;	76.7;	38.6;	0.0;	2.70;
120.5;	1;	45;	100;	60.4;	94.5;	40.3;	0.0;	1.71;
121.5;	1;	38;	200;	60.0;	97.0;	46.1;	0.0;	2.01;
123.3;	1;	34;	200;	58.2;	100.8;	46.1;	0.0;	1.75;
126.2;	1;	30;	200;	52.8;	107.6;	44.1;	0.3;	1.23;
126.9;	1;	46;	100;	57.3;	99.5;	60.3;	0.0;	3.18;
127.9;	1;	84;	100;	56.0;	77.7;	41.0;	0.0;	2.89;
129.4;	1;	26;	100;	59.7;	114.2;	57.5;	0.0;	1.90;
130.3;	1;	61;	200;	57.9;	91.9;	42.1;	0.0;	1.91;
131.0;	1;	87;	100;	55.9;	79.5;	45.0;	0.0;	3.28;
132.1;	1;	35;	200;	58.4;	109.3;	54.5;	0.0;	1.90;
132.9;	1;	83;	100;	56.5;	83.4;	48.3;	0.0;	3.35;
134.0;	1;	58;	200;	55.7;	97.3;	43.9;	0.0;	1.69;
134.8;	1;	82;	100;	59.5;	86.0;	47.0;	0.0;	2.99;
135.9;	1;	42;	200;	57.7;	110.3;	58.6;	0.0;	2.13;
136.7;	1;	68;	200;	58.3;	95.9;	44.7;	0.0;	1.91;
138.1;	1;	53;	100;	61.6;	106.4;	51.7;	0.0;	1.97;
139.1;	1;	88;	100;	59.8;	86.1;	42.5;	0.0;	2.43;
140.2;	1;	63;	200;	60.6;	101.3;	44.1;	0.0;	1.66;
141.0;	1;	79;	100;	60.0;	93.3;	52.2;	0.0;	2.93;
142.2;	1;	72;	200;	52.2;	98.3;	53.1;	0.0;	2.23;
143.4;	1;	77;	100;	61.3;	97.8;	53.4;	0.0;	2.71;
145.2;	1;	29;	100;	58.7;	127.2;	66.9;	0.0;	1.84;
146.3;	1;	52;	200;	58.3;	114.8;	62.8;	0.0;	2.20;
147.3;	1;	56;	200;	59.5;	111.1;	55.9;	0.0;	1.95;
148.5;	1;	69;	100;	60.6;	107.5;	53.3;	0.0;	1.99;
149.5;	1;	41;	200;	55.6;	124.4;	72.9;	0.1;	2.27;
150.3;	1;	105;	100;	59.9;	81.6;	41.3;	0.0;	2.69;
151.5;	1;	80;	200;	54.4;	103.1;	55.5;	0.0;	2.21;
152.4;	1;	100;	100;	62.0;	89.7;	50.1;	0.0;	3.13;
153.5;	1;	73;	100;	64.0;	109.1;	55.4;	0.0;	2.18;
154.4;	1;	74;	200;	61.5;	109.2;	57.3;	0.0;	2.23;
155.1;	1;	91;	100;	51.7;	97.1;	52.6;	0.0;	2.26;
156.0;	1;	106;	100;	57.7;	86.7;	48.1;	0.0;	2.97;
157.2;	1;	103;	100;	58.1;	91.1;	54.7;	0.0;	3.43;
158.5;	1;	65;	200;	59.8;	118.9;	53.9;	0.1;	1.50;
159.3;	1;	99;	200;	60.6;	96.6;	42.3;	0.0;	1.75;
160.3;	1;	107;	100;	60.1;	88.9;	47.2;	0.0;	2.74;
161.6;	1;	81;	200;	53.7;	113.0;	60.0;	0.0;	1.93;
162.6;	1;	66;	100;	63.6;	122.9;	70.7;	0.0;	2.52;
163.9;	1;	85;	200;	57.3;	113.0;	56.6;	0.0;	1.83;
164.8;	1;	96;	200;	56.8;	102.9;	53.5;	0.0;	2.15;
165.9;	1;	97;	100;	61.3;	103.9;	54.5;	0.0;	2.34;
166.8;	1;	92;	100;	60.7;	108.0;	67.4;	0.0;	3.35;
167.7;	1;	102;	100;	56.2;	104.0;	57.5;	0.0;	2.39;
168.5;	1;	122;	100;	56.5;	82.5;	46.7;	0.0;	3.20;

169.7;	1;	95;	200;	61.6;	107.9;	53.7;	0.0;	2.03;
170.4;	1;	108;	100;	62.7;	96.7;	54.1;	0.0;	2.96;
171.6;	1;	111;	200;	51.6;	95.1;	51.0;	0.1;	2.25;
172.3;	1;	117;	100;	56.8;	90.8;	52.8;	0.0;	3.12;
173.3;	1;	119;	100;	58.2;	89.8;	46.1;	0.0;	2.45;
174.4;	1;	109;	100;	54.6;	99.3;	54.8;	0.0;	2.43;
175.4;	1;	110;	100;	60.3;	99.5;	54.7;	0.0;	2.66;
176.4;	1;	116;	100;	59.6;	95.6;	51.1;	0.0;	2.57;
177.2;	1;	139;	100;	57.9;	85.4;	48.9;	0.0;	3.27;
178.3;	1;	104;	100;	63.1;	110.3;	55.9;	0.0;	2.11;
179.1;	1;	145;	100;	54.4;	83.9;	49.1;	0.0;	3.28;

Abbildung A 27: Extrem (Lauf 5)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
42.2;	1;	1;	100;	51.1;	40.8;	9.0;	0.0;	1.26;
61.8;	1;	2;	100;	50.0;	59.6;	10.8;	0.1;	0.67;
63.7;	1;	3;	100;	50.3;	60.4;	12.7;	0.0;	0.80;
64.6;	1;	7;	100;	50.4;	57.7;	21.8;	0.0;	1.91;
65.5;	1;	5;	100;	53.9;	60.4;	20.7;	0.0;	1.66;
66.4;	1;	11;	100;	53.1;	57.1;	20.8;	0.0;	1.91;
67.3;	1;	6;	100;	54.0;	61.0;	24.2;	0.0;	2.08;
68.2;	1;	9;	100;	54.9;	60.1;	23.8;	0.0;	2.15;
70.4;	1;	4;	200;	54.5;	65.7;	18.1;	0.0;	1.13;
72.0;	1;	8;	200;	50.2;	64.2;	19.9;	0.0;	1.27;
72.7;	1;	15;	100;	52.4;	58.3;	23.3;	0.0;	2.15;
73.5;	1;	17;	100;	52.6;	56.9;	23.7;	0.0;	2.36;
74.8;	1;	19;	100;	52.3;	56.1;	23.7;	0.0;	2.44;
77.0;	1;	10;	200;	53.6;	68.0;	13.8;	0.3;	0.73;
77.8;	1;	14;	100;	54.8;	64.7;	25.1;	0.0;	1.92;
79.6;	1;	12;	100;	55.9;	68.6;	16.2;	0.1;	0.90;
80.4;	1;	20;	100;	54.1;	59.8;	23.3;	0.0;	2.07;
81.9;	1;	16;	100;	52.3;	66.8;	19.8;	0.0;	1.19;
82.8;	1;	31;	100;	52.1;	55.1;	23.0;	0.0;	2.43;
85.9;	1;	13;	200;	51.9;	72.9;	14.9;	0.8;	0.68;
86.8;	1;	33;	100;	50.8;	57.4;	24.5;	0.0;	2.36;
87.7;	1;	23;	100;	54.2;	66.0;	24.1;	0.0;	1.70;
88.5;	1;	32;	100;	55.1;	59.9;	25.7;	0.0;	2.47;
89.3;	1;	41;	100;	53.8;	55.1;	21.1;	0.0;	2.17;
90.2;	1;	30;	100;	52.4;	63.4;	23.8;	0.0;	1.78;
91.1;	1;	34;	100;	52.8;	61.0;	26.4;	0.0;	2.37;
95.1;	1;	24;	200;	51.2;	72.0;	14.2;	0.2;	0.63;
96.7;	1;	22;	200;	58.0;	75.3;	18.3;	0.0;	0.89;
101.7;	1;	18;	200;	54.3;	83.3;	17.5;	0.9;	0.64;
102.5;	1;	40;	100;	55.2;	68.9;	34.7;	0.0;	2.91;
104.4;	1;	28;	100;	55.9;	80.3;	25.1;	0.0;	1.13;
106.6;	1;	27;	200;	54.9;	82.9;	25.8;	0.0;	1.08;
108.7;	1;	21;	200;	56.8;	87.6;	23.9;	0.2;	0.88;
109.8;	1;	47;	100;	55.4;	70.6;	32.0;	0.0;	2.33;
111.3;	1;	26;	200;	52.3;	87.7;	32.6;	0.0;	1.27;
112.2;	1;	37;	200;	55.1;	79.4;	31.2;	0.0;	1.61;
112.9;	1;	29;	200;	56.3;	86.5;	34.1;	0.1;	1.52;
113.8;	1;	56;	100;	59.1;	69.6;	31.0;	0.0;	2.45;
114.7;	1;	39;	200;	51.1;	81.4;	35.2;	0.0;	1.71;
115.6;	1;	43;	200;	58.1;	79.6;	29.7;	0.0;	1.55;
116.4;	1;	63;	100;	55.5;	66.4;	31.7;	0.0;	2.73;
117.3;	1;	65;	100;	54.9;	66.7;	31.4;	0.0;	2.62;
118.0;	1;	36;	200;	52.7;	85.4;	37.6;	0.0;	1.74;
118.8;	1;	57;	100;	55.5;	73.5;	39.0;	0.0;	3.06;
119.9;	1;	48;	200;	55.8;	80.2;	28.7;	0.0;	1.39;
121.1;	1;	52;	100;	56.1;	80.8;	35.7;	0.0;	1.97;
123.9;	1;	25;	200;	58.8;	100.5;	27.4;	0.7;	0.80;
124.9;	1;	46;	100;	61.0;	86.4;	39.0;	0.0;	2.08;
125.9;	1;	44;	100;	55.2;	89.4;	41.9;	0.0;	1.96;
127.0;	1;	58;	100;	57.3;	79.8;	41.9;	0.0;	2.85;
127.9;	1;	35;	200;	56.6;	95.5;	46.1;	0.1;	1.98;
129.1;	1;	51;	200;	56.2;	89.0;	38.0;	0.0;	1.68;
131.3;	1;	50;	200;	56.7;	91.3;	30.9;	0.2;	1.14;
132.2;	1;	67;	100;	56.9;	80.2;	38.3;	0.1;	2.33;
132.9;	1;	53;	200;	56.6;	89.4;	40.1;	0.0;	1.84;
133.7;	1;	78;	100;	53.7;	73.0;	37.1;	0.0;	2.72;
135.0;	1;	45;	200;	58.8;	96.6;	44.5;	0.0;	1.87;
136.6;	1;	72;	100;	55.4;	80.2;	29.8;	0.0;	1.46;
139.8;	1;	38;	200;	56.4;	106.6;	39.7;	0.1;	1.13;
140.7;	1;	54;	200;	50.8;	97.1;	51.8;	0.0;	2.14;
141.6;	1;	69;	100;	57.7;	87.7;	40.4;	0.0;	2.01;
142.5;	1;	74;	100;	60.6;	84.4;	43.6;	0.0;	2.75;
143.2;	1;	61;	200;	53.3;	93.5;	48.3;	0.0;	2.18;
144.1;	1;	80;	100;	53.4;	81.8;	44.3;	0.0;	2.77;
145.1;	1;	84;	100;	58.8;	81.5;	40.4;	0.0;	2.55;
146.2;	1;	66;	100;	65.3;	94.8;	37.6;	0.0;	1.63;
147.1;	1;	93;	100;	56.3;	76.5;	38.5;	0.0;	2.68;
148.6;	1;	104;	100;	53.7;	68.9;	35.4;	0.0;	2.95;
149.6;	1;	99;	100;	57.7;	75.4;	37.2;	0.0;	2.67;
151.2;	1;	75;	100;	56.7;	92.4;	54.1;	0.0;	3.10;
152.6;	1;	64;	200;	55.5;	102.1;	50.3;	0.0;	1.90;
153.3;	1;	82;	200;	54.1;	90.1;	39.7;	0.0;	1.70;
154.0;	1;	59;	100;	60.7;	106.0;	61.9;	0.0;	2.88;
155.4;	1;	102;	100;	55.5;	77.8;	38.9;	0.0;	2.56;
156.4;	1;	60;	100;	61.9;	107.7;	52.7;	0.0;	1.97;
158.4;	1;	77;	100;	62.9;	98.5;	49.4;	0.0;	2.31;
160.4;	1;	108;	100;	56.6;	78.4;	42.2;	0.0;	3.02;
162.0;	1;	68;	200;	63.0;	108.1;	49.2;	0.0;	1.75;
165.1;	1;	87;	100;	56.1;	99.4;	53.1;	0.0;	2.32;
166.6;	1;	70;	200;	61.6;	110.8;	48.8;	0.1;	1.57;
168.1;	1;	111;	100;	56.3;	81.8;	46.0;	0.0;	3.17;
169.7;	1;	120;	100;	58.3;	76.2;	38.9;	0.0;	2.86;
171.4;	1;	79;	200;	56.1;	109.1;	51.7;	0.0;	1.66;
172.1;	1;	73;	200;	56.8;	114.1;	61.4;	0.0;	2.08;

174.8;	1;	49;	200;	59.4;	134.9;	54.2;	0.2;	1.06;
175.7;	1;	92;	200;	60.7;	105.4;	46.1;	0.0;	1.61;
176.5;	1;	103;	100;	63.2;	97.7;	54.3;	0.0;	2.90;
177.5;	1;	114;	100;	60.0;	88.2;	47.1;	0.0;	2.79;
178.3;	1;	128;	100;	52.8;	80.0;	47.4;	0.0;	3.43;
179.1;	1;	130;	100;	57.3;	79.7;	42.0;	0.0;	2.86;

Abbildung A 28: Extrem (Lauf 6)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
45.3;	1;	1;	100;	53.1;	45.2;	9.3;	0.0;	1.09;
48.8;	1;	3;	100;	52.4;	47.9;	9.5;	0.0;	0.97;
49.7;	1;	5;	100;	54.5;	46.7;	12.7;	0.0;	1.57;
61.2;	1;	16;	100;	52.8;	51.2;	18.1;	0.0;	2.02;
78.8;	1;	2;	200;	50.0;	78.1;	10.7;	1.4;	0.40;
79.7;	1;	12;	100;	52.5;	73.2;	32.3;	0.0;	2.03;
80.7;	1;	7;	200;	50.7;	76.5;	31.5;	0.0;	1.66;
82.0;	1;	8;	100;	53.7;	77.8;	26.2;	0.0;	1.26;
82.9;	1;	19;	100;	53.6;	69.2;	35.8;	0.0;	2.97;
83.9;	1;	23;	100;	51.5;	68.2;	28.9;	0.0;	1.99;
86.5;	1;	6;	200;	53.3;	82.4;	21.2;	0.1;	0.81;
88.0;	1;	34;	100;	56.3;	67.0;	31.9;	0.0;	2.74;
89.2;	1;	4;	200;	57.0;	86.6;	19.6;	0.3;	0.70;
90.2;	1;	13;	100;	56.0;	83.1;	39.3;	0.0;	2.17;
91.5;	1;	15;	200;	55.3;	81.6;	28.7;	0.0;	1.32;
94.6;	1;	11;	200;	55.1;	88.2;	19.6;	0.4;	0.65;
95.6;	1;	22;	100;	57.1;	80.7;	37.1;	0.0;	2.16;
96.6;	1;	27;	100;	56.3;	79.3;	35.6;	0.0;	2.07;
97.8;	1;	32;	100;	53.4;	79.3;	37.2;	0.0;	2.14;
99.1;	1;	14;	200;	54.7;	89.4;	34.9;	0.0;	1.41;
100.1;	1;	40;	100;	55.6;	77.5;	36.3;	0.1;	2.27;
101.2;	1;	30;	200;	57.7;	83.0;	31.0;	0.0;	1.49;
103.3;	1;	10;	200;	59.6;	97.0;	31.8;	0.1;	1.07;
104.0;	1;	43;	100;	52.9;	79.1;	40.5;	0.0;	2.51;
104.8;	1;	62;	100;	52.2;	66.7;	34.0;	0.0;	2.92;
105.4;	1;	52;	100;	58.2;	72.7;	36.7;	0.0;	2.92;
106.4;	1;	26;	200;	54.7;	89.4;	40.8;	0.0;	1.85;
107.2;	1;	25;	100;	54.0;	90.8;	54.0;	0.0;	3.14;
108.3;	1;	44;	100;	57.9;	81.8;	40.8;	0.0;	2.53;
110.2;	1;	18;	200;	57.0;	96.6;	36.6;	0.0;	1.29;
114.4;	1;	9;	200;	52.2;	108.4;	37.0;	0.3;	0.90;
115.2;	1;	58;	100;	55.3;	79.6;	45.1;	0.0;	3.26;
116.7;	1;	20;	100;	61.7;	102.4;	42.6;	0.0;	1.54;
118.1;	1;	45;	200;	52.5;	90.5;	35.9;	0.0;	1.37;
119.2;	1;	39;	200;	54.5;	97.0;	47.5;	0.0;	1.94;
120.8;	1;	29;	200;	57.8;	102.7;	41.9;	0.0;	1.39;
121.8;	1;	38;	200;	60.9;	99.6;	37.6;	0.0;	1.33;
122.5;	1;	57;	100;	57.3;	87.5;	49.9;	0.0;	3.12;
123.2;	1;	59;	100;	61.4;	86.1;	38.5;	0.0;	2.07;
123.9;	1;	76;	100;	57.0;	77.2;	41.7;	0.0;	3.11;
124.7;	1;	47;	100;	60.4;	96.3;	55.9;	0.0;	3.12;
125.7;	1;	54;	100;	59.6;	91.9;	47.1;	0.0;	2.44;
127.9;	1;	48;	200;	51.5;	96.3;	40.9;	0.2;	1.42;
128.7;	1;	31;	200;	60.7;	110.2;	53.6;	0.0;	1.87;
129.5;	1;	83;	100;	53.8;	75.6;	38.8;	0.0;	2.69;
130.6;	1;	64;	100;	53.9;	90.8;	45.1;	0.0;	2.10;
131.6;	1;	55;	100;	62.8;	97.3;	46.7;	0.0;	2.14;
132.6;	1;	78;	100;	58.8;	84.2;	43.6;	0.0;	2.69;
133.5;	1;	56;	200;	53.5;	98.7;	53.0;	0.0;	2.26;
134.4;	1;	80;	100;	54.1;	83.6;	41.7;	0.0;	2.31;
135.7;	1;	66;	100;	57.9;	94.1;	39.8;	0.0;	1.62;
136.6;	1;	74;	100;	61.0;	92.1;	47.1;	0.0;	2.49;
137.6;	1;	68;	100;	53.8;	95.2;	55.7;	0.0;	2.85;
139.1;	1;	51;	200;	61.3;	106.4;	45.3;	0.0;	1.53;
140.0;	1;	95;	100;	56.2;	81.8;	46.7;	0.0;	3.27;
143.8;	1;	21;	200;	58.8;	129.0;	51.0;	0.5;	1.07;
144.8;	1;	53;	200;	58.7;	111.2;	51.7;	0.0;	1.65;
146.0;	1;	69;	200;	52.7;	102.4;	48.0;	0.0;	1.63;
147.3;	1;	33;	200;	57.6;	126.5;	71.7;	0.0;	2.14;
148.0;	1;	97;	100;	54.2;	88.7;	53.1;	0.0;	3.26;
148.7;	1;	113;	100;	52.4;	80.4;	47.4;	0.0;	3.35;
149.8;	1;	46;	200;	54.6;	121.9;	55.1;	0.2;	1.33;
150.8;	1;	99;	100;	58.8;	90.6;	51.2;	0.0;	3.03;
152.0;	1;	77;	100;	55.7;	104.5;	57.3;	0.0;	2.33;
155.0;	1;	65;	200;	57.2;	113.7;	48.7;	0.2;	1.36;
156.1;	1;	107;	100;	59.2;	91.5;	49.8;	0.0;	2.77;
158.4;	1;	24;	200;	63.3;	142.1;	66.9;	0.2;	1.42;
159.4;	1;	94;	200;	57.9;	101.5;	52.5;	0.0;	2.19;
160.5;	1;	73;	100;	62.2;	116.6;	59.8;	0.0;	2.01;
161.7;	1;	87;	200;	54.0;	105.1;	54.6;	0.0;	1.99;
162.6;	1;	114;	100;	55.5;	93.6;	50.5;	0.0;	2.49;
166.7;	1;	41;	200;	59.6;	142.6;	64.6;	0.4;	1.24;
167.6;	1;	109;	200;	52.5;	100.4;	51.7;	0.0;	1.99;
168.5;	1;	105;	200;	55.9;	104.6;	49.8;	0.0;	1.75;
169.4;	1;	111;	100;	53.7;	101.8;	67.2;	0.0;	3.67;
170.6;	1;	91;	200;	57.4;	113.2;	59.9;	0.0;	2.04;
172.0;	1;	84;	200;	60.0;	117.6;	56.6;	0.0;	1.70;
173.0;	1;	63;	100;	57.9;	133.9;	80.9;	0.0;	2.37;
173.9;	1;	103;	100;	57.0;	110.6;	67.3;	0.0;	2.87;
174.8;	1;	118;	100;	54.5;	100.6;	59.8;	0.1;	2.84;
175.8;	1;	116;	100;	61.3;	103.6;	54.7;	0.0;	2.37;
177.7;	1;	70;	200;	62.5;	134.1;	64.0;	0.2;	1.53;
178.5;	1;	119;	100;	55.1;	103.5;	67.3;	0.0;	3.56;

Abbildung A 29: Extrem (Lauf 7)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
42.8;	1;	2;	100;	51.3;	42.1;	10.3;	0.0;	1.41;
60.5;	1;	1;	200;	48.6;	60.2;	11.1;	0.1;	0.66;
62.5;	1;	3;	100;	51.7;	60.7;	10.6;	0.2;	0.66;
63.4;	1;	4;	100;	53.1;	59.4;	21.6;	0.0;	1.83;
64.4;	1;	6;	100;	50.5;	58.8;	26.4;	0.0;	2.51;
65.8;	1;	5;	100;	53.0;	61.2;	16.9;	0.0;	1.19;
67.5;	1;	9;	100;	52.3;	60.5;	13.9;	0.0;	0.92;
68.4;	1;	13;	100;	52.8;	57.4;	18.4;	0.0;	1.56;
76.1;	1;	8;	200;	51.5;	69.5;	10.8;	0.5;	0.51;
77.1;	1;	11;	100;	52.6;	66.8;	28.3;	0.0;	2.08;
77.9;	1;	21;	100;	53.6;	61.2;	25.1;	0.0;	2.18;
79.2;	1;	10;	100;	56.1;	70.3;	21.4;	0.0;	1.26;
80.1;	1;	14;	100;	54.2;	68.0;	27.9;	0.0;	1.99;
81.4;	1;	12;	200;	53.9;	70.6;	21.8;	0.0;	1.22;
82.3;	1;	18;	100;	53.1;	68.9;	33.0;	0.0;	2.53;
84.5;	1;	15;	200;	52.8;	71.7;	18.3;	0.0;	0.91;
85.6;	1;	19;	200;	55.0;	69.6;	22.6;	0.0;	1.37;
86.7;	1;	20;	100;	55.2;	70.6;	25.8;	0.0;	1.62;
88.7;	1;	16;	200;	52.6;	75.5;	25.4;	0.2;	1.27;
98.8;	1;	7;	200;	54.0;	92.6;	19.9;	0.3;	0.58;
100.1;	1;	24;	100;	52.5;	79.6;	31.2;	0.0;	1.53;
102.9;	1;	17;	200;	53.9;	89.5;	18.9;	0.8;	0.60;
104.3;	1;	25;	100;	54.7;	81.4;	35.8;	0.0;	1.89;
105.5;	1;	23;	200;	56.8;	85.2;	26.9;	0.0;	1.10;
106.5;	1;	22;	100;	53.0;	88.2;	45.2;	0.0;	2.27;
107.5;	1;	27;	100;	58.5;	82.1;	35.7;	0.0;	1.97;
108.3;	1;	33;	100;	54.4;	77.3;	36.2;	0.0;	2.22;
109.2;	1;	38;	100;	58.8;	73.9;	35.5;	0.0;	2.64;
110.8;	1;	30;	100;	52.9;	81.8;	31.6;	0.0;	1.46;
111.8;	1;	37;	100;	57.7;	77.5;	33.1;	0.0;	1.99;
112.9;	1;	50;	100;	55.3;	68.2;	32.2;	0.0;	2.60;
113.9;	1;	29;	100;	57.7;	87.0;	36.0;	0.0;	1.68;
114.9;	1;	42;	100;	56.8;	74.7;	31.7;	0.0;	2.01;
116.1;	1;	39;	200;	53.3;	77.0;	28.5;	0.0;	1.46;
116.9;	1;	32;	200;	50.4;	86.1;	42.7;	0.0;	2.07;
117.8;	1;	55;	100;	51.2;	68.8;	30.9;	0.0;	2.18;
119.3;	1;	26;	100;	60.3;	94.5;	40.8;	0.0;	1.74;
120.4;	1;	28;	100;	55.6;	94.1;	44.3;	0.0;	1.88;
121.2;	1;	46;	200;	54.2;	78.4;	32.0;	0.0;	1.71;
122.0;	1;	64;	100;	56.3;	67.9;	31.5;	0.0;	2.58;
123.2;	1;	47;	200;	51.1;	80.1;	35.4;	0.0;	1.81;
124.3;	1;	51;	100;	56.3;	77.5;	31.9;	0.0;	1.82;
125.2;	1;	65;	100;	54.8;	70.4;	33.8;	0.0;	2.57;
127.0;	1;	31;	200;	58.1;	96.6;	35.7;	0.1;	1.27;
127.9;	1;	49;	100;	59.4;	84.3;	39.8;	0.0;	2.26;
129.2;	1;	41;	100;	56.4;	89.5;	40.3;	0.0;	1.85;
130.5;	1;	54;	100;	56.5;	82.0;	32.1;	0.0;	1.59;
132.6;	1;	67;	100;	56.1;	75.4;	40.3;	0.0;	3.06;
133.5;	1;	76;	100;	55.7;	67.5;	31.9;	0.0;	2.65;
134.8;	1;	40;	200;	55.4;	95.2;	25.8;	0.6;	0.79;
135.8;	1;	45;	100;	55.8;	93.7;	42.0;	0.0;	1.74;
138.4;	1;	72;	100;	58.8;	77.5;	37.1;	0.0;	2.50;
139.6;	1;	34;	200;	50.3;	105.8;	39.5;	0.4;	1.02;
142.5;	1;	63;	100;	58.5;	89.4;	42.4;	0.0;	2.12;
143.7;	1;	73;	100;	54.8;	81.9;	41.9;	0.0;	2.51;
145.3;	1;	44;	100;	60.7;	103.9;	43.9;	0.0;	1.54;
147.3;	1;	59;	100;	58.0;	95.9;	47.7;	0.0;	2.15;
148.3;	1;	62;	200;	57.8;	95.6;	40.2;	0.0;	1.57;
149.4;	1;	35;	200;	55.8;	115.3;	47.3;	0.1;	1.21;
150.3;	1;	57;	200;	54.2;	99.2;	47.9;	0.0;	1.83;
151.5;	1;	75;	100;	54.6;	87.2;	41.1;	0.0;	2.00;
152.8;	1;	70;	100;	52.4;	93.9;	44.9;	0.0;	1.84;
155.0;	1;	53;	200;	57.0;	106.7;	37.9;	0.2;	1.06;
156.0;	1;	52;	200;	54.5;	108.2;	52.5;	0.0;	1.70;
156.9;	1;	78;	100;	55.3;	87.9;	48.4;	0.0;	2.76;
157.8;	1;	82;	100;	55.0;	84.2;	43.1;	0.0;	2.46;
158.5;	1;	88;	100;	57.3;	74.1;	36.7;	0.0;	2.72;
160.1;	1;	36;	200;	57.0;	125.8;	61.1;	0.1;	1.54;
161.2;	1;	69;	200;	58.3;	102.4;	46.6;	0.0;	1.71;
162.5;	1;	71;	100;	54.5;	102.4;	51.2;	0.0;	1.91;
163.4;	1;	86;	200;	53.7;	83.3;	35.4;	0.0;	1.71;
164.6;	1;	79;	100;	60.2;	93.1;	37.4;	0.1;	1.56;
165.5;	1;	68;	100;	60.4;	107.3;	59.5;	0.0;	2.52;
166.4;	1;	93;	100;	57.4;	79.7;	41.3;	0.0;	2.78;
168.6;	1;	43;	200;	57.0;	127.5;	60.0;	0.1;	1.43;
170.2;	1;	60;	200;	58.0;	118.2;	57.6;	0.0;	1.67;
171.8;	1;	84;	200;	54.2;	92.4;	33.3;	0.1;	1.19;
174.6;	1;	58;	200;	54.2;	123.3;	52.6;	0.2;	1.17;
175.4;	1;	96;	100;	59.2;	86.0;	38.2;	0.0;	1.97;
176.3;	1;	99;	100;	56.8;	84.6;	46.3;	0.0;	2.91;
177.4;	1;	83;	100;	59.0;	101.3;	45.7;	0.0;	1.72;
178.2;	1;	95;	100;	60.2;	90.4;	44.0;	0.0;	2.27;
179.2;	1;	98;	100;	61.7;	88.5;	42.0;	0.0;	2.26;

Abbildung A 30: Extrem (Lauf 8)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
54.4;	1;	2;	200;	51.2;	53.6;	9.5;	0.1;	0.74;
55.3;	1;	5;	100;	53.2;	53.5;	16.6;	0.0;	1.61;
63.8;	1;	4;	100;	52.6;	62.8;	10.3;	0.2;	0.60;
64.7;	1;	8;	100;	53.3;	60.8;	20.9;	0.0;	1.64;
65.7;	1;	13;	100;	49.7;	56.4;	21.6;	0.0;	1.96;
73.7;	1;	1;	200;	52.5;	73.2;	14.3;	0.1;	0.63;
75.6;	1;	3;	200;	53.6;	74.6;	20.0;	0.0;	0.95;
76.7;	1;	10;	100;	52.2;	70.5;	20.8;	0.0;	1.11;
77.6;	1;	19;	100;	53.2;	63.6;	30.1;	0.0;	2.69;
79.2;	1;	12;	100;	53.8;	71.1;	21.0;	0.1;	1.14;
81.3;	1;	14;	200;	52.7;	71.4;	17.7;	0.0;	0.87;
83.4;	1;	6;	200;	49.6;	80.7;	27.8;	0.1;	1.16;
84.3;	1;	15;	100;	57.2;	74.4;	29.4;	0.0;	1.81;
85.2;	1;	9;	100;	53.1;	79.6;	37.2;	0.0;	2.10;
86.1;	1;	16;	100;	57.2;	74.4;	28.8;	0.0;	1.74;
86.8;	1;	29;	100;	51.8;	62.4;	30.4;	0.0;	2.82;
88.1;	1;	7;	100;	54.8;	85.3;	37.1;	0.0;	1.77;
88.9;	1;	20;	100;	56.6;	74.0;	34.6;	0.0;	2.40;
94.4;	1;	17;	200;	53.9;	81.6;	14.3;	0.7;	0.52;
95.4;	1;	23;	100;	55.4;	78.9;	37.7;	0.0;	2.31;
96.5;	1;	27;	100;	55.0;	75.1;	30.6;	0.0;	1.81;
98.4;	1;	18;	100;	59.0;	85.5;	27.0;	0.0;	1.15;
99.3;	1;	25;	200;	59.6;	79.3;	28.0;	0.0;	1.47;
100.1;	1;	26;	100;	55.8;	79.8;	38.9;	0.0;	2.38;
101.3;	1;	21;	100;	53.4;	85.8;	44.6;	0.0;	2.41;
103.0;	1;	24;	100;	56.7;	84.0;	28.9;	0.2;	1.27;
103.5;	1;	45;	100;	53.7;	65.8;	30.1;	0.0;	2.47;
104.3;	1;	43;	100;	54.4;	68.0;	33.7;	0.0;	2.82;
105.0;	1;	47;	100;	55.4;	65.6;	31.4;	0.0;	2.78;
105.9;	1;	36;	100;	55.2;	77.6;	37.5;	0.0;	2.39;
108.3;	1;	11;	100;	57.9;	101.5;	43.0;	0.0;	1.51;
110.2;	1;	30;	200;	56.1;	84.9;	23.8;	0.2;	0.93;
111.1;	1;	42;	100;	56.3;	76.1;	37.8;	0.0;	2.62;
112.1;	1;	37;	200;	55.4;	82.1;	31.7;	0.0;	1.52;
113.4;	1;	28;	100;	57.0;	90.7;	41.9;	0.0;	1.93;
114.5;	1;	31;	100;	59.6;	88.8;	36.4;	0.0;	1.68;
115.5;	1;	39;	200;	53.7;	82.8;	33.8;	0.0;	1.61;
116.6;	1;	41;	100;	52.8;	83.0;	41.0;	0.0;	2.22;
117.7;	1;	33;	100;	54.8;	90.4;	45.2;	0.0;	2.18;
119.6;	1;	35;	200;	55.4;	91.5;	30.0;	0.1;	1.06;
120.4;	1;	48;	100;	57.4;	78.9;	40.5;	0.0;	2.75;
121.4;	1;	54;	100;	55.2;	74.9;	40.1;	0.0;	3.05;
122.9;	1;	38;	100;	60.7;	92.5;	35.9;	0.0;	1.49;
124.1;	1;	46;	200;	50.5;	84.8;	36.1;	0.0;	1.58;
125.2;	1;	40;	200;	59.8;	92.1;	36.5;	0.0;	1.53;
126.0;	1;	60;	100;	57.8;	73.7;	32.3;	0.0;	2.20;
126.6;	1;	70;	100;	53.7;	69.8;	35.9;	0.0;	2.91;
127.4;	1;	53;	200;	54.3;	81.2;	33.8;	0.0;	1.71;
128.4;	1;	57;	100;	60.7;	81.2;	36.5;	0.0;	2.19;
130.9;	1;	44;	200;	55.7;	93.6;	33.6;	0.1;	1.20;
132.1;	1;	49;	200;	55.4;	86.9;	36.6;	0.0;	1.67;
134.2;	1;	50;	200;	55.3;	89.0;	32.7;	0.1;	1.30;
135.3;	1;	69;	200;	54.0;	78.6;	30.4;	0.0;	1.55;
138.4;	1;	22;	200;	53.3;	122.1;	59.2;	0.1;	1.48;
139.4;	1;	66;	200;	56.5;	83.6;	34.4;	0.0;	1.70;
140.7;	1;	59;	100;	55.0;	89.1;	39.8;	0.0;	1.79;
142.3;	1;	55;	200;	54.7;	95.2;	44.1;	0.0;	1.78;
143.6;	1;	65;	100;	56.1;	88.4;	39.2;	0.0;	1.82;
146.5;	1;	51;	200;	56.3;	100.9;	31.4;	0.3;	0.91;
147.4;	1;	81;	100;	58.2;	85.5;	40.0;	0.0;	2.15;
148.4;	1;	88;	100;	53.6;	81.3;	42.0;	0.0;	2.53;
149.4;	1;	79;	200;	56.7;	88.6;	40.5;	0.1;	1.94;
151.8;	1;	58;	200;	53.0;	100.4;	36.8;	0.3;	1.10;
152.8;	1;	84;	100;	54.5;	87.5;	40.3;	0.0;	1.91;
153.8;	1;	104;	100;	53.8;	75.5;	42.1;	0.0;	3.22;
154.9;	1;	67;	200;	58.5;	98.7;	41.3;	0.0;	1.53;
155.8;	1;	87;	100;	61.0;	89.6;	42.5;	0.0;	2.21;
156.6;	1;	99;	100;	57.2;	80.6;	41.7;	0.0;	2.73;
157.5;	1;	32;	100;	63.4;	130.7;	79.7;	0.0;	2.72;
158.6;	1;	94;	100;	57.5;	85.7;	46.1;	0.0;	2.81;
160.0;	1;	63;	100;	60.9;	106.6;	63.0;	0.0;	2.96;
161.8;	1;	34;	200;	60.0;	133.7;	60.0;	0.3;	1.31;
162.8;	1;	76;	200;	55.4;	103.5;	53.9;	0.0;	2.09;
164.3;	1;	77;	100;	56.0;	104.9;	47.7;	0.0;	1.60;
165.2;	1;	86;	200;	58.5;	99.2;	42.4;	0.0;	1.58;
166.1;	1;	114;	100;	55.7;	79.8;	45.0;	0.0;	3.23;
167.2;	1;	78;	200;	57.3;	106.4;	48.5;	0.0;	1.62;
167.8;	1;	96;	100;	54.8;	93.8;	53.1;	0.0;	2.73;
168.8;	1;	82;	100;	59.3;	105.0;	58.6;	0.0;	2.56;
169.3;	1;	111;	100;	62.6;	85.8;	44.4;	0.0;	2.80;
170.3;	1;	100;	100;	60.3;	93.6;	48.5;	0.0;	2.49;
171.4;	1;	85;	200;	61.1;	105.4;	44.5;	0.0;	1.52;
172.9;	1;	62;	200;	51.5;	119.6;	63.3;	0.0;	1.74;
173.8;	1;	107;	100;	57.1;	94.4;	53.6;	0.0;	2.85;



175.7;	1;	83;	200;	51.9;	110.9;	57.1;	0.1;	1.79;
177.6;	1;	91;	100;	62.0;	107.6;	52.3;	0.1;	1.96;
179.0;	1;	64;	200;	60.7;	124.2;	58.8;	0.0;	1.58;
179.6;	1;	110;	200;	55.0;	96.1;	48.8;	0.0;	2.12;

Abbildung A 31: Extrem (Lauf 9)

t;	Nr.;	FgNr;	FgTyp;	Wegstrecke;	Reisezeit;	Zeitverlust;	Zeitgewinn;	AbwGeschw;
58.2;	1;	2;	100;	54.2;	57.2;	22.2;	0.0;	2.15;
73.4;	1;	1;	200;	49.7;	72.6;	11.0;	0.8;	0.46;
74.7;	1;	6;	100;	52.4;	70.8;	18.3;	0.0;	0.93;
75.6;	1;	13;	200;	49.6;	69.6;	24.5;	0.0;	1.39;
76.5;	1;	26;	100;	50.8;	64.3;	32.6;	0.0;	2.92;
79.3;	1;	4;	100;	54.8;	77.2;	33.3;	0.0;	1.93;
82.8;	1;	3;	200;	50.3;	80.7;	13.4;	1.3;	0.48;
83.9;	1;	7;	200;	53.5;	79.3;	21.7;	0.1;	0.91;
84.8;	1;	8;	200;	53.8;	80.1;	30.6;	0.0;	1.49;
85.6;	1;	32;	100;	53.1;	66.2;	32.1;	0.0;	2.71;
86.6;	1;	19;	200;	54.4;	78.4;	31.5;	0.0;	1.67;
87.6;	1;	23;	100;	58.6;	77.6;	34.5;	0.0;	2.17;
89.1;	1;	12;	200;	54.6;	83.5;	25.9;	0.0;	1.05;
91.4;	1;	15;	200;	51.9;	84.7;	25.7;	0.1;	0.96;
92.4;	1;	18;	100;	57.4;	84.8;	36.7;	0.0;	1.85;
94.1;	1;	20;	100;	56.0;	85.6;	28.7;	0.0;	1.19;
94.9;	1;	36;	100;	56.3;	72.6;	36.4;	0.0;	2.79;
95.9;	1;	27;	100;	56.8;	80.0;	33.1;	0.0;	1.80;
96.9;	1;	24;	100;	58.0;	86.0;	50.2;	0.0;	3.39;
98.0;	1;	9;	200;	55.3;	92.9;	38.5;	0.1;	1.51;
98.9;	1;	25;	100;	57.5;	87.5;	43.7;	0.0;	2.35;
99.6;	1;	29;	100;	57.1;	80.8;	41.5;	0.0;	2.68;
100.5;	1;	42;	100;	56.1;	73.4;	38.8;	0.0;	3.07;
101.6;	1;	34;	100;	56.3;	80.6;	33.0;	0.0;	1.73;
102.7;	1;	38;	100;	55.6;	79.2;	35.3;	0.0;	2.02;
104.4;	1;	5;	100;	58.8;	101.4;	44.8;	0.0;	1.65;
105.6;	1;	40;	100;	57.5;	79.8;	31.9;	0.0;	1.72;
106.7;	1;	39;	200;	52.6;	81.4;	33.4;	0.0;	1.61;
107.5;	1;	52;	100;	57.3;	70.4;	30.2;	0.0;	2.19;
112.6;	1;	17;	200;	52.7;	105.2;	41.9;	0.2;	1.19;
113.5;	1;	14;	200;	59.2;	107.1;	46.0;	0.0;	1.49;
114.3;	1;	60;	100;	53.7;	71.7;	35.5;	0.0;	2.64;
115.4;	1;	44;	200;	56.8;	86.0;	34.9;	0.0;	1.62;
116.2;	1;	46;	100;	60.2;	86.4;	37.8;	0.0;	1.94;
117.1;	1;	54;	100;	57.9;	77.9;	36.2;	0.0;	2.32;
118.3;	1;	30;	200;	56.1;	99.0;	45.9;	0.0;	1.76;
119.1;	1;	63;	100;	51.6;	73.0;	39.6;	0.0;	3.00;
120.2;	1;	57;	100;	56.3;	79.5;	35.3;	0.0;	2.03;
121.2;	1;	55;	200;	54.3;	81.5;	34.5;	0.0;	1.75;
122.1;	1;	53;	100;	57.7;	83.4;	40.4;	0.0;	2.33;
125.4;	1;	22;	200;	58.9;	115.8;	41.7;	0.4;	1.03;
126.2;	1;	51;	200;	56.9;	89.3;	41.5;	0.0;	1.98;
127.1;	1;	74;	100;	56.1;	72.7;	38.2;	0.0;	3.06;
128.3;	1;	41;	200;	57.8;	101.3;	43.6;	0.0;	1.55;
129.7;	1;	35;	200;	58.6;	107.5;	47.5;	0.0;	1.55;
131.1;	1;	59;	100;	55.7;	89.2;	35.1;	0.0;	1.46;
132.6;	1;	43;	200;	57.2;	103.3;	46.3;	0.0;	1.61;
133.5;	1;	10;	200;	57.6;	128.3;	79.4;	0.0;	2.62;
134.3;	1;	79;	100;	53.4;	75.8;	39.7;	0.0;	2.78;
135.8;	1;	11;	200;	57.6;	130.3;	68.6;	0.1;	1.76;
136.3;	1;	77;	100;	54.7;	79.7;	43.9;	0.0;	3.03;
137.3;	1;	83;	100;	55.2;	73.3;	38.1;	0.0;	2.92;
138.2;	1;	80;	100;	55.6;	78.5;	42.6;	0.0;	3.01;
139.9;	1;	28;	200;	59.0;	121.3;	55.2;	0.0;	1.46;
140.9;	1;	48;	100;	62.3;	107.4;	58.8;	0.0;	2.52;
142.0;	1;	50;	100;	59.1;	106.3;	54.4;	0.0;	2.09;
143.5;	1;	62;	100;	60.4;	98.9;	42.4;	0.0;	1.65;
144.6;	1;	71;	100;	59.9;	93.8;	41.3;	0.0;	1.80;
145.6;	1;	67;	100;	57.1;	96.0;	47.7;	0.0;	2.11;
146.4;	1;	90;	100;	54.7;	76.5;	39.0;	0.0;	2.67;
147.4;	1;	73;	100;	57.6;	94.1;	48.7;	0.0;	2.36;
151.4;	1;	47;	200;	58.4;	118.3;	41.1;	0.4;	0.95;
152.6;	1;	82;	100;	54.9;	89.1;	44.1;	0.2;	2.16;
157.1;	1;	21;	200;	58.1;	148.0;	76.5;	0.1;	1.51;
158.4;	1;	66;	200;	58.7;	109.3;	55.7;	0.0;	2.00;
159.5;	1;	97;	100;	55.4;	83.4;	49.0;	0.0;	3.39;
160.4;	1;	93;	100;	58.8;	88.0;	49.0;	0.0;	3.02;
163.0;	1;	87;	200;	57.6;	94.0;	43.2;	0.0;	1.87;
164.2;	1;	81;	100;	59.8;	102.1;	59.9;	0.0;	2.98;
165.8;	1;	75;	200;	54.6;	109.7;	61.4;	0.0;	2.27;
166.7;	1;	76;	200;	64.8;	110.5;	50.9;	0.0;	1.80;
167.8;	1;	85;	100;	60.7;	100.3;	49.8;	0.0;	2.14;
169.0;	1;	91;	100;	63.4;	97.8;	48.0;	0.0;	2.25;
170.5;	1;	78;	200;	55.4;	112.0;	54.0;	0.1;	1.65;
171.2;	1;	96;	100;	61.4;	96.8;	54.6;	0.0;	2.94;
172.4;	1;	104;	100;	59.4;	89.4;	46.9;	0.0;	2.63;
173.7;	1;	100;	100;	56.4;	94.9;	55.8;	0.0;	3.05;
175.0;	1;	98;	100;	55.2;	98.2;	60.9;	0.0;	3.29;
175.7;	1;	101;	100;	52.5;	95.6;	61.0;	0.0;	3.47;
176.3;	1;	109;	100;	60.1;	90.8;	50.9;	0.0;	3.02;
178.1;	1;	126;	100;	56.6;	80.1;	45.2;	0.0;	3.28;
179.5;	1;	111;	100;	59.8;	92.2;	52.1;	0.0;	3.02;

Abbildung A 32: Extrem (Lauf 10)

**A9 Digital Versatile Disc**

Auf der beigefügten Compact Disc sind folgende Datenenthalten:

- Der schriftliche Teil der Arbeit als Worddokument
- Das in Allplan erstellte Modell
- Das in VISWALK erstellte Modell mit den zugehörigen Daten
- Die gerenderten 3D-Ansichten

## Literaturverzeichnis

Allplan, 2014. *Nemetschek\_Presse*. [Online]

Available at: <http://www.nemetschek.com/presse/pressemitteilungen/detail/nemetschek-allplan-und-bim-buendeln-ihre-kraefte-cloud-technologie-als-basis-kuenftiger-entwicklun/>  
[Zugriff am 26 September 2015].

Allplan, 2015. *Allplan\_Versionsübersicht*. [Online]

Available at: <http://www.allplan.com/de/allplan-versionen-engineering-de.html>  
[Zugriff am 15 September 2015].

Autodesk, 2015. *autodesk\_dwg*. [Online]

Available at: <http://www.autodesk.de/products/dwg>  
[Zugriff am 24 September 2015].

Bentley Systems, 2015. *Bentley Systems*. [Online]

Available at: <https://www.bentley.com>  
[Zugriff am 7 September 2015].

Borrmann, 2015. Building Information Modeling. In: *Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. s.l.:Springer, pp. 1-21.

Computerworks, 2007. *Computerworks*. [Online]

Available at: <http://www.computerworks.de/ueber-uns/das-unternehmen.html>  
[Zugriff am 22 September 2015].

Conant, D., 2015. *Augi*. [Online]

Available at: [http://forums.augi.com/showthread.php?20803-Revit-Timeline-\(W-I-P-\)](http://forums.augi.com/showthread.php?20803-Revit-Timeline-(W-I-P-))  
[Zugriff am 21 September 2015].

Data Design System GmbH, 2015. *Data Design System*. [Online]

Available at: <http://www.dds-cad.de/produkte/ihr-mehrwert/open-bim-und-ifc/>  
[Zugriff am 25 Oktober 2015].

Deutsche Presse-Agentur GmbH, 2012. *Handelsblatt*. [Online]

Available at: <http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/loveparade-katastrophe-kein-ende-der-ermittlungen-in-sicht/6194648.html>  
[Zugriff am 22 August 2015].

Finanzwelt, 2015. *finanzwelt*. [Online]

Available at: <http://www.finanzwelt.de/online/immobilien/item/pandion-unter-den-top-ten>  
[Zugriff am 22 September 2015].

Graphisoft, 2015. *Graphisoft*. [Online]

Available at: <http://www.graphisoft.de/>  
[Zugriff am 17 September 2015].

NAX, 2014. *nax.bak*. [Online]

Available at: <http://www.nax.bak.de/service/newsletter/archiv/newsletter-lang/ausgabe-dezember-2014/nax-report-04-14-einige-fakten-zu-bim-building-information-modeling/>  
[Zugriff am 7 September 2015].

Nemetschek AG, 2009. *Nemetschek\_Presse*. [Online]

Available at: <http://www.nemetschek.com/presse/pressemitteilungen/detail/nemetschek-und-tekla-schliessen-kooperationsvertrag/>

[Zugriff am 21 September 2015].

Nemetschek Allplan Systems GmbH, 2014. *gerhardt-datentechnik*. [Online]

Available at: [http://gerhardt-datentechnik.de/media/Neues\\_in\\_Allplan\\_2015.pdf](http://gerhardt-datentechnik.de/media/Neues_in_Allplan_2015.pdf)

[Zugriff am 17 August 2015].

Pandion, 2015. *Pandion Gardens*. [Online]

Available at: <http://www.gardens.pandion.de/>

[Zugriff am 15 Juli 2015].

PTV AG, 2015. *PTV-Hilfe*, Karlsruhe: s.n.

PTV Group, 2015. *Vision Traffic*. [Online]

Available at: <http://www.vision-traffic.ptvgroup.com/de/produkte/ptv-viswalk/>

[Zugriff am 22 August 2015].

Pülz, G., 2002. *puelz*. [Online]

Available at: <http://puelz.net/dxf.pdf>

[Zugriff am 24 September 2015].

Statista, 2015. *Statista*. [Online]

Available at: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1716/umfrage/entwicklung-der-weltbevoelkerung/>

[Zugriff am 15 August 2015].

Tekla, 2015. *Tekla*. [Online]

Available at: <http://www.tekla.com/de/unternehmen/uber-Tekla>

[Zugriff am 21 September 2015].

## Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelor-Thesis selbstständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ich versichere außerdem, dass die vorliegende Arbeit noch nicht einem anderen Prüfungsverfahren zugrunde gelegen hat.

München, 13. November 2015

---

Manfred Portz

Manfred Portz  
Dr.-Chrastny-Str.11  
D-85643 Steinhöring  
Mail@Manfred-Portz.de