

# TCO-Berechnung von Leasingkonzepten in der Intralogistik

Studie

Dr.-Ing. Andreas Rücker,  
Laura Grohs, M. Sc.,  
Mathias Laile, M. Sc.

Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner (Hrsg.)



## Impressum

---

**Autoren:**

Dr.-Ing. Andreas Rücker

Laura Grohs, M. Sc.

Mathias Laile, M. Sc.

**fml** – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

TUM School of Engineering and Design

Technische Universität München

**Herausgeber:**

Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner

**fml** – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

TUM School of Engineering and Design

Technische Universität München

**Gestaltung:**

Susanne Höcht

**fml** – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München

**ISBN:** 978-3-948514-29-7

**Copyright 2024**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Die urheberrechtlichen Verwertungsrechte liegen beim Herausgeber.

Für Satz- und Druckfehler, für unrichtige Angaben der Unternehmen sowie für Marken- oder Urheberrechte wird jeglicher Schadensersatz ausgeschlossen.

## Herausgegeben von

---

### **Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner**

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik  
Technische Universität München

Professor Dr.-Ing. Johannes Fottner ist seit 2016 Ordinarius des Lehrstuhls fml der Technischen Universität München. Nach seiner Promotion im Maschinenwesen im Jahr 2002 arbeitete er bis 2008 in verschiedenen Managementfunktionen bei der Schweizer Swisslog Gruppe. 2008 übernahm er die Geschäftsführung der MIAS Group. Im Verein Deutscher Ingenieure (VDI) ist er seit 2015 Landesverbandsvorsitzender Bayern und stellvertretender Vorsitzender der Fachgesellschaft Produktion und Logistik.



## Die Autoren

### **Dr.-Ing. Andreas Rücker**

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik  
Technische Universität München

Andreas Rücker studierte Maschinenwesen an der Technischen Universität München. Seit Mai 2016 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl fml und promovierte 2022 mit seiner Dissertation im Bereich der Energieeffizienz von Regalbediengeräten in automatischen Hochregallagern.



### **Laura Grohs, M. Sc.**

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik  
Technische Universität München

Laura Grohs studierte Technische Informatik und Steuerung von Geschäftsprozessen in Kooperation mit der Firma Ferrero MSC GmbH & Co. KG an der Technischen Hochschule Mittelhessen und arbeitete anschließend als IT Solution Architectin Material Flow. Seit Juli 2022 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl fml. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Inbound Supply Chain.



### **Mathias Laile, M. Sc.**

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik  
Technische Universität München

Mathias Laile studierte Wirtschaftsingenieurwesen in Erlangen an der Friedrich-Alexander-Universität und arbeitete anschließend als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl fml im Bereich der Auslegung von Rad-Schiene-Kontakten bei Regalbediengeräten.



## Inhalt

---

Management Summary .....	6
1. Hintergrund, Zielsetzung und Studiendesign .....	7
2. Strukturelle Daten.....	10
3. TCO Berechnung.....	12
4. Einsatzszenarien.....	14
5. Zusammenfassung und Ausblick .....	26
Literaturverzeichnis .....	28

## Management Summary

---

### Key Facts

- Fokus: Leasingkonzepte in der Intralogistik und der Vergleich Leasing vs. Kauf
- Prämisse: Die Gesamtlebenszykluskosten (TCO) ist die relevante Kennzahl, um Anschaffungskonzepte miteinander zu vergleichen.
- Zielgruppe: Betreiber, Planer und Hersteller von Intralogistiksystemen
- Branchen: Automotive und Fahrzeugbau, Elektrotechnik und Mechanik, Maschinen- und Anlagenbau, Konsumgüter und weitere
- Untersuchungsmethode: Vergleich verschiedener Szenarien mit Hilfe einer TCO-Berechnung

## 1. Hintergrund, Zielsetzung und Studiendesign

### Hintergrund

Im Rahmen der Intralogistik stehen Betreiber von Fahrzeugen und Anlagen immer wieder vor der Entscheidung über die Investition in ihr bestehendes System oder ein neues System. Bei dieser Entscheidung spielen Leasingkonzepte in Kombination mit dem Flottenmanagement eine wichtige Rolle. Diese werden von Herstellern und Spezialvermietungsfirmen angeboten.

In der Intralogistik häufig gewählte Investitionsobjekte sind Flurförderzeuge, nachfolgend FFZ genannt, oder fahrerlosen Transportfahrzeuge, nachfolgend AGV genannt. Bei der Erstellung des Leasing-/Flottenkonzeptes erfolgt zunächst eine Analyse der bestehenden Flotte des Kunden, sofern vorhanden. Dabei werden die FFZs hinsichtlich ihrer technischen Ausstattung, ihres Alters und ihrer Betriebsstunden analysiert und ein Flottenkonzept erstellt.

Im Rahmen eines Austausches kann eine komplette bestehende Flotte vom Flotten-/Leasinganbieter aufgekauft, verwertet und durch neue Geräte ersetzt werden. Im Anschluss an das Ende des Leasingvertrags stehen dem Kunden vier Optionen zur Verfügung:

- Er kann entweder ein Neugerät in Austausch nehmen,
- den Vertrag verlängern,
- das Gerät käuflich erwerben oder
- das Gerät zurückgeben und den Vertrag beenden.

Für Unternehmen kann es sinnvoll sein, intralogistische Geräte, wie FFZs und AGVs, zu leasen, um die Kosten im Zusammenhang mit der Instandhaltung zu minimieren. Technologisch spezialisierte Leasinganbieter,

empfehlen die Geräte nach einer bestimmten Nutzungsdauer auszutauschen, da die Servicekosten erfahrungsgemäß mit zunehmender Nutzungsdauer steigen. Die Leasingrate wird anhand der Herstellerangebote des betrachteten Fahrzeugs für den Kunden. Ein entsprechender Restwert wird ebenfalls bei der Berechnung der Leasingrate berücksichtigt. Nach der primären Nutzungsdauer werden die Geräte vom Leasinganbieter am Zweitmarkt verkauft oder einer zweiten Nutzung zugeführt, um den Restwert zu erlösen. Der Einsatz von Leasingmodellen für intralogistische Geräte kann somit zu einer höheren Planungssicherheit und einer Reduktion der Gesamtkosten führen.

Leasingkonzepte für intralogistische Geräte bieten den Vorteil flexibler und individueller Laufzeiten sowie Nutzungsmodelle. Dadurch können die Kunden ihre Kosten besser kalkulieren und an die jeweiligen Bedürfnisse anpassen. Ein weiterer Faktor, der für Leasing spricht, ist die Möglichkeit, auf aktuelle technische Entwicklungen und Anforderungen zu reagieren. Im Vergleich zum Kauf von Geräten können Leasingkonzepte bei optimaler Nutzung der Geräte zu niedrigeren Gesamtlebenszykluskosten führen. Zusätzlich bringt ein Leasing noch den Vorteil der Optimierung der Bilanzkennzahlen mit sich. Je nach Art der Bilanzierung (Deutsche Bilanzierung (HGB) oder Internationale (IFRS /US GAAP)) fallen diese unterschiedlich hoch aus.

Für Unternehmen, die nach deutschem HGB bilanzieren, können Leasingverträge dazu beitragen, das Anlagevermögen und die Abschreibungskosten zu reduzieren, was sich positiv auf die Bilanzkennzahlen auswirkt. Darüber hinaus können steuerliche Effekte wie eine Vorsteuerabzugsbere

chtigung und die Möglichkeit zur Nutzung von Sonderabschreibungen dazu beitragen, dass sich das Leasing von intralogistischen Geräten für Unternehmen lohnt. Neben dem Leasing einzelner Logistikfahrzeuge bzw. von Fahrzeugflotten ist das Outsourcing der kompletten Logistikprozesse eines Unternehmens möglich. Dabei übernimmt ein Dienstleister sämtliche Logistik- und Transportaufgaben.

Häufig haben Unternehmen, die Flotten von FFZs oder AGVs betreiben, aufgrund fehlender Markt- und Technologiekenntnisse Schwierigkeiten Nutzungszyklen und Austauschzeiten festzulegen. Zudem fehlt häufig das Know-How die TCO zu erfassen und zu bewerten.

Deshalb bieten spezialisierte Leasingfirmen mit entsprechendem Markt-Know-How Flottenmanagement Services für Ihre Kunden an. Diese umfassen:

### **Überblick**

Der Kunde erhält einen umfassenden Überblick über die gesamte Flotte. Die Daten zu den Fahrzeugen werden zentral erfasst, was eine effiziente und transparente Verwaltung ermöglicht.

### **Austauschplan**

Das Flottenmanagement bietet einen gut durchdachten Austauschplan für die Fahrzeuge. Dadurch wird sichergestellt, dass die Flotte immer mit modernen und effizienten Fahrzeugen ausgestattet ist, was zu einer optimierten Leistung und Kostenersparnis führt.

### **Anpassungen**

Bei Bedarf können Anpassungen an der Flotte vorgenommen werden, um sich verändernden Anforderungen gerecht zu wer-

den. Das Fleet Management ermöglicht eine flexible Skalierung der Flotte je nach den aktuellen Unternehmensbedürfnissen.

### **Rückgabeflexibilität**

Die Kunden haben die Möglichkeit, die Fahrzeuge nach Ablauf der Leasingdauer flexibel zurückzugeben oder zu verlängern. Dies bietet eine hohe Flexibilität und Planungssicherheit.

### **Kosteneffizienz**

Durch das effektive Flottenmanagement können Unternehmen Kosten reduzieren und die Gesamteffizienz steigern. Eine optimierte Flotte mit geringeren Ausfallzeiten und geringeren Instandhaltungskosten führt zu einer verbesserten Kostenbilanz.

## **Zielsetzung**

Ziel der vorliegenden Studie ist der Vergleich verschiedener Nutzungsmodelle und -zyklen häufig genutzter FFZ- und AGV-Typen. Somit soll sie Betreibern von Intralogistikanlagen eine universelle Hilfestellung zur Bewertung und Auswahl verschiedener Einsatzszenarien bieten. Neben der Betrachtung von FFZs und AGVs soll die Studie einen Ausblick auf Outsourcing-Möglichkeiten kompletter Intralogistikanlagen als weitere Möglichkeit aufzeigen.

Im Rahmen dieser Untersuchung werden drei unterschiedliche Szenarien betrachtet.

- Szenario I beschreibt den Vergleich der TCO von FFZs im Fall eines Kaufs mit Leasingmodellen.
- Szenario II betrachtet den Einsatz von AGVs als Alternative zu manuellen FFZs für die gleiche Transportaufgabe. Dabei



- wird ebenfalls jeweils Kauf und Leasing dargestellt.
- Szenario III zeigt Möglichkeiten für das Outsourcing kompletter Intralogistikanlagen auf.

Die Auswertung der ersten beiden Szenarien erfolgt auf Basis einer TCO-Berechnung mithilfe eines Simulationsmodells. Darauf aufbauend soll ermittelt werden, unter welchen Randbedingungen sich das Leasing von Geräten in der Intralogistik lohnt. Dabei werden die Einflüsse einzelner Faktoren auf die TCO aufgezeigt. Die Vorteile und Rahmenbedingungen von Szenario III werden anhand eines Fallbeispiels erläutert.

Der Fokus der vorliegenden Studie liegt ausschließlich auf dem operate Leasing. Bei dieser Form des Leasings nutzt der Leasing-

nehmer die FFZs oder AGVs für einen festgelegten Zeitraum, ohne dabei eine langfristige Verpflichtung bezüglich des Eigentums oder der Instandhaltung einzugehen.

### **Aufbau der Studie**

Nach der Beschreibung der Ausgangslage und der Zielsetzung in Kapitel 1 werden zunächst die strukturellen Daten, die der Studie zugrunde liegen, in Kapitel 2 erläutert. Im Anschluss danach wird in Kapitel 3 das verwendete Berechnungsmodell beschrieben. Dabei wird insbesondere auf die Annahmen in der Berechnung und wissensbasierten Faktoren eingegangen. Die einzelnen Szenarien werden in Kapitel 4 dargestellt. Kapitel 5 fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick.

## 2. Strukturelle Daten

Um die verschiedenen Szenarien der Studie betrachten zu können, ist es notwendig, die strukturellen Daten des Simulationsmodells im Detail zu analysieren. Hierbei werden insbesondere die relevanten Parameter untersucht, die einen maßgeblichen Einfluss auf die TCO-Berechnung haben. Nur durch eine gründliche Analyse der strukturellen Daten können aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden, die zeigen, ab wann sich das Leasing von intralogistischen Geräten, wie FFZs oder AGVs, im Vergleich zum Kauf lohnt.

### Welche Daten liegen der Studie zugrunde?

Die Daten, die in der vorliegenden Studie zur Berechnung der TCO von FFZs und AGVs herangezogen wurden, basieren unter anderem auf realen Praxisdaten, die von Unternehmen aus verschiedenen Branchen und Regionen herangezogen wurden.

Die Daten wurden von der CHG-MERIDIAN Industrial Solutions GmbH in Zusammenarbeit mit den Studienautoren erhoben und ausgewertet. Darüber hinaus wurden für die Erstellung des Berechnungsmodells TCO-Berechnungen von anderen Anbietern analysiert.

Für bestimmte Parameter, wie beispielsweise die Investitionen für FFZs oder ihre Betriebskosten, wurden Annahmen über zukünftige Entwicklungen und Trends in der Industrie getroffen. Diese Annahmen basieren auf einer Analyse von Marktdaten, Erfahrungswerten und Prognosen von Experten aus der Branche. Die Ergebnisse der TCO-Berechnungen sind daher als realitätsnah und aussagekräftig für die Praxis zu bewerten.

Generell wurden sowohl allgemeine Parameter wie die gewünschte Nutzungsdauer in Jahren, die Batterie- und Ladetechnik, als auch spezifische Kostenfaktoren wie notwendige Investitionen, betriebsabhängige Kosten, Kapitalkosten, administrative Kosten und Rollout/Rollback & Entsorgungskosten berücksichtigt. Die Daten wurden generalisiert, d. h. nicht herstellerabhängig betrachtet.

Hinsichtlich der Wartungs- und Instandhaltungskosten werden in der Studie die Modelle Service&Repair und Full-Service betrachtet. Bei einem Full-Service sind alle Leistungen in einer monatlichen fixierten Rate für eine festgelegte Laufzeit enthalten, einschließlich regelmäßiger Wartung, Reparaturen, Ersatzteile und gegebenenfalls Austausch des Fahrzeugs. Bei Service&Repair hingegen findet die Berechnung aller Kosten jeweils nach Aufwand statt. Die Wahl zwischen den Modellen hängt von den individuellen Anforderungen und Präferenzen des Kunden ab. Das Full-Service-Modell bietet eine umfassende Betreuung und Kostenkontrolle. Demgegenüber geht das Service&Repair-Modell mit einer höheren Flexibilität einher und kann für Szenarien mit geringer Nutzung zu Kostenvorteilen führen.

### Welche notwendigen Kenntnisse sind zur Bewertung von Leasingkonzepten erforderlich?

Zur Bewertung von Leasingkonzepten sind auf Kundenseite Kenntnisse in den folgenden Bereichen notwendig:

#### Technische Kenntnisse

Ein technisches Verständnis der verschiedenen Fahrzeugtypen ist wichtig, um die Eig-

nung der Geräte für die jeweilige Aufgabe und die Einsatzanforderungen zu beurteilen.

#### **Finanz- und Buchhaltungskompetenz**

Um die Gesamtkosten eines FFZs oder AGVs über seine gesamte Nutzungsdauer zu bewerten, müssen verschiedene Finanz- und Buchhaltungsaspekte berücksichtigt werden, einschließlich der Leasingkosten, Abschreibungen, Steuern und Finanzierungskosten.

#### **Logistik- und Betriebskenntnisse**

Die Auswirkungen der FFZs oder AGVs auf die Logistikprozesse und die betrieblichen Abläufe müssen bewertet werden, um die Effizienz und Rentabilität des Einsatzes von Gabelstaplern zu optimieren.

### 3. TCO-Berechnung

Das in der Studie verwendete Berechnungsmodell dient zur Bewertung der TCO von manuellen FFZs und AGVs im Fall eines Kaufs und im Fall von Leasing.

#### Berechnung für manuelle FFZs

##### Datengrundlage

Die Datengrundlage zur TCO-Berechnung berücksichtigt folgende Parameter: Daten zu Investitionen, zur Einsatzdauer und -art, zu betriebsabhängigen Kosten, zu administrativen Kosten, zu kalkulatorischen Zinsen, zu den Modalitäten des Leasings sowie zur Verwertung.

Die Investitionen umfassen die Anschaffungskosten der FFZs sowie der Batterien und des Ladegeräts. Die Einsatzdauer richtet sich nach der Anzahl der Betriebsstunden und den jährlichen Einsatztagen sowie der gewünschten Nutzungsdauer in Jahren. Die Einsatzart hängt von den definierten Kategorien nach VDI 2695 ab [VDI-2010]. Die Daten zu betriebsabhängigen Kosten bestehen aus mehreren Komponenten. Um die Energiekosten zu ermitteln, müssen sowohl die Stromkosten als auch die Batterie- und Ladedaten berücksichtigt werden. Zudem sind für dieselbetriebene FFZs die Herstellerangaben zum Verbrauch relevant. Die Instandhaltungskosten beinhalten die Kosten für Service, Prüfarbeiten sowie Reparaturen aufgrund von Verschleiß. Diese steigen jährlich aufgrund des zunehmenden Alters und der Gesamtbetriebsstunden an. Die administrativen Kosten beinhalten im Wesentlichen Lohn- und in Ausnahmefällen noch zusätzlich Lizenzkosten. Hinsichtlich der Modalitäten des Leasings sind die Leasingdauer sowie mögliche Verlängerungsoptionen relevant.

##### TCO-Berechnung: Kauf

Ein Bestandteil der TCO im Fall Kauf bestehen sind Abschreibungen. Dabei werden sämtlich Investitionen i.d.R. innerhalb von acht Jahren abgeschrieben. Zusätzlich können eventuell Sonderabschreibungen, Investitionsabzugsbeträge oder erhöhte Absetzungen für bestimmte Anschaffungen in Betracht gezogen werden. Des Weiteren werden die jährlichen Instandhaltungskosten und deren individuellen Verläufe bewertet. Hierbei werden ebenfalls bestimmte Ereignisse, wie der notwendige Austausch der Batterien, einbezogen. Ein weiterer Bestandteil der TCO sind die administrativen Kosten, welche sich aus den definierten Lohnkosten, der Flottengröße, Lizenzkosten, und dem Schichtmodell zusammensetzen. Die Kapitalkosten werden individuell anhand des kalkulatorischen Zinssatzes und der Finanzierungsstruktur festgelegt. Zudem wird ein möglicher Restwerterlös zum Ende der Nutzungsdauer berücksichtigt.

##### TCO-Berechnung: Leasing

Die Berechnung der TCO im Fall von Leasing ist ähnlich aufgebaut wie im Fall von Kauf. Anstelle von Abschreibungen werden Leasingraten anhand des Fahrzeugmodells und der Einsatzdauer berechnet. Die Berechnung der Instandhaltungskosten erfolgt analog zu den berechneten Kosten im Fall Kauf. Ein Unterschied ist der Tausch der Flotte nach der Hälfte der Einsatzdauer. Hierdurch sinken die Instandhaltungskosten im ersten Jahr nach dem Tausch und steigen anschließend wieder an. Ebenfalls sinken die Energiekosten nach dem Tausch der FFZs. Dem liegt die Annahme einer steigenden Energieeffizienz der FFZs und der Batterietechnologien zugrunde. Letztlich entfällt durch die kürzere Nutzungszeit der einzelnen FFZs ein eventuell notwendiger Tausch der Batterie.

### Berechnung der TCO für AGVs

Die Berechnung für AGVs orientiert sich an der für manuelle FFZs. Sie beinhaltet einige Änderungen und Erweiterungen zur Anpassung hinsichtlich AGVs.

Eine wesentliche Erweiterung ist die Berücksichtigung von Projektkosten, welche beispielsweise für die Einführung eines Softwaresystems zur Steuerung der AGVs und deren Aufträge anfallen. Diese werden als Investitionen bewertet und in der Kaufsituation analog zu den übrigen Investitionen abgeschrieben. Im Fall von Leasing werden sie in der Rate berücksichtigt.

Eine weitere Änderung ist die Berechnung der betriebsabhängigen Kosten. Diese steigen lediglich entsprechend einer angenommenen realistischen jährlichen Preissteigerung. Ausfallzeiten werden nicht berücksichtigt, da angenommen wird, dass bei AGVs keine Ausfälle auftreten.

Des Weiteren wird bei AGVs ein umfassendes Refurbishment im sechsten Jahr in Höhe von 10 Prozent der Anschaffungskosten angenommen. Ein Wechsel der Lithium Batterie im Fall Kauf wird im zehnten Jahr berücksichtigt [Eat-o.J.]. Im Fall von Leasing wird ein Austausch der Flotte im achten Jahr eingeplant.

## 4. Einsatzszenarien

Die Einsatzszenarien von FFZs und AGVs mit Hubfunktion sind in der Logistikbranche weit verbreitet. Beide Systeme können in einem Lager oder einer Produktionsstätte eingesetzt werden, um den Warentransport und -prozesse zu automatisieren und zu optimieren. Die Kombination von AGVs mit Hub ermöglicht es, dass das System autonom Waren von einem Lagerplatz aufnehmen und zu einem anderen transportieren kann, indem es den Hub verwendet, um die Waren auf die gewünschte Höhe zu heben oder abzusenken.

### Manuelle Flurförderfahrzeuge

In diesem Unterkapitel der Studie wird der Fokus auf den Vergleich von FFZs im Kauf oder Leasing gelegt. Dabei sollen insbesondere die strukturellen Daten des Simulationsmodells der Firma CHG-MERIDIAN Industrial Solutions GmbH zur TCO-Berechnung berücksichtigt werden. Es soll aufgezeigt werden, unter welchen Bedingungen das Leasing von FFZs in der Intralogistik vorteilhaft ist und welche Faktoren hierbei eine entscheidende Rolle spielen.

### Beschreibung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde ein Vergleich verschiedener Staplertypen durchgeführt. Dies umfasste Dieselgabelstapler (Diesel-GS), Elektro-Hochschubwagen (Elektro-HHW), Elektrogabelstapler (Elektro-GS) und Schubmaststapler (Elektro-SMS) mit Traglasten von 1,6 t, 3,0 t und 5,0 t für die Ein- und Zwei-Schichtnutzung mit einer Nutzungsdauer von jeweils acht, zehn, und zwölf Jahren. Eine Nutzungsdauer von zwölf Jahre wurde aufgrund der nicht gegebenen Praxisrelevanz im Zwei-Schichtbetrieb nicht betrachtet. Diese Entscheidung basiert auf der Annahme, dass die intensive

Nutzung zu höherem Verschleiß und potenziell höheren Instandhaltungskosten führt. Dieses Szenario ist daher für den Kunden von geringerer Relevanz.

Das Szenario dient dazu, eine vergleichende Analyse der TCO von verschiedenen FFZ-Typen durchzuführen und somit eine Entscheidungshilfe für Unternehmen bei der Wahl zwischen Kauf- oder Leasing-Modellen zu bieten. Durch die Berücksichtigung verschiedener Traglasten und Fahrzeugtypen wird die Relevanz und Anwendbarkeit der Ergebnisse auf eine Vielzahl von Unternehmen und Branchen erhöht.

Für die verschiedenen Fahrzeugtypen wurden die Kosten für das Service&Repair-Modell berücksichtigt. Zusätzlich wurde für einen Elektro-GS mit einer Nennlast von 1,6 t, Zwei-Schichtbetrieb und einer Nutzungsdauer von acht Jahren das Full-Service-Modell betrachtet.

### Szenario I a

In dem vorliegenden Szenario I a wurde eine Untersuchung zur Rentabilität des Leasings durchgeführt. Dabei wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- FFZ-Typen: Diesel-GS und Elektro-GS
- Nennlast: 1,6 t, 3 t, 5 t
- Unterschiedliche Nutzungsdauern von acht, zehn, und zwölf Jahren
- Berücksichtigung von Schichtbetrieb (Ein-Schicht und Zwei-Schicht)
- Verwendung des Service-Modells Service&Repair

Diese Faktoren wurden analysiert, um festzustellen, ab welchem Punkt das Leasing von Staplern wirtschaftlich vorteilhaft ist.

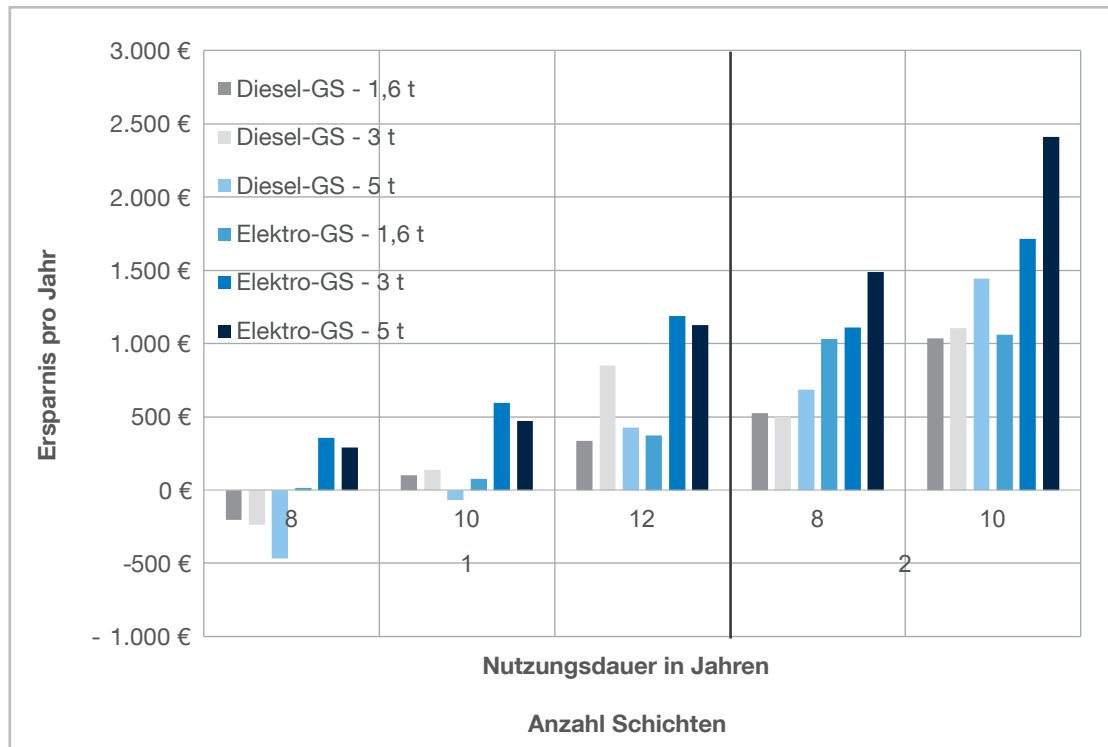


Abbildung 1: Kostenersparnis durch das Leasing von Diesel- und Elektro-GS gegenüber einem Kauf.

Abbildung 1 basiert auf der in Kapitel 3 beschriebenen TCO-Berechnung. Anhand des gegebenen Szenarios Ia lässt sich feststellen, dass das Leasing für bestimmte Diesel-GS in den Nennlasten 1,6 t, 3 t und 5 t bei einer Nutzungsdauer von acht Jahren im Ein-Schichtbetrieb wirtschaftlich nicht vorteilhaft ist. Ebenso zeigt sich, dass ein Diesel-GS mit einer Nennlast von 5 t bei einer Nutzungsdauer von zehn Jahren im Ein-Schichtbetrieb keine Einsparungen ermöglicht. Hingegen lassen sich bei Elektro-GS in jedem Jahr Einsparungen erzielen.

Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass die genannten Szenarien nicht dem jeweils optimalen Nutzungszyklus entsprechen. Dieser ist beispielhaft in Abbildung 2 dargestellt. Er hängt von dem jeweiligen Fahrzeugtyp und dem Schichtmodell ab. Für diese Kombinationen ergeben sich unterschiedliche Verläufe

des Restwerts und der Instandhaltungskosten, welche den optimalen Nutzungszyklus definieren.

Unter Verwendung des jeweils optimalen Zyklus ergeben sich für alle betrachteten FFZ-Typen im Fall von Leasing Einsparungen gegenüber einem Kauf. Diese sind in Abbildung 3 dargestellt.

Die empfohlene Nutzungsdauer maximiert die Vorteile des Leasings und verbessert die betriebliche Effizienz. Eine gründliche Analyse der spezifischen Anforderungen und Rahmenbedingungen ist jedoch entscheidend für die Auswahl des optimalen Nutzungszyklus.

Die vorliegenden Ergebnisse betonen die Bedeutung einer sorgfältigen Planung und Abstimmung der Leasingdauer auf die spe-

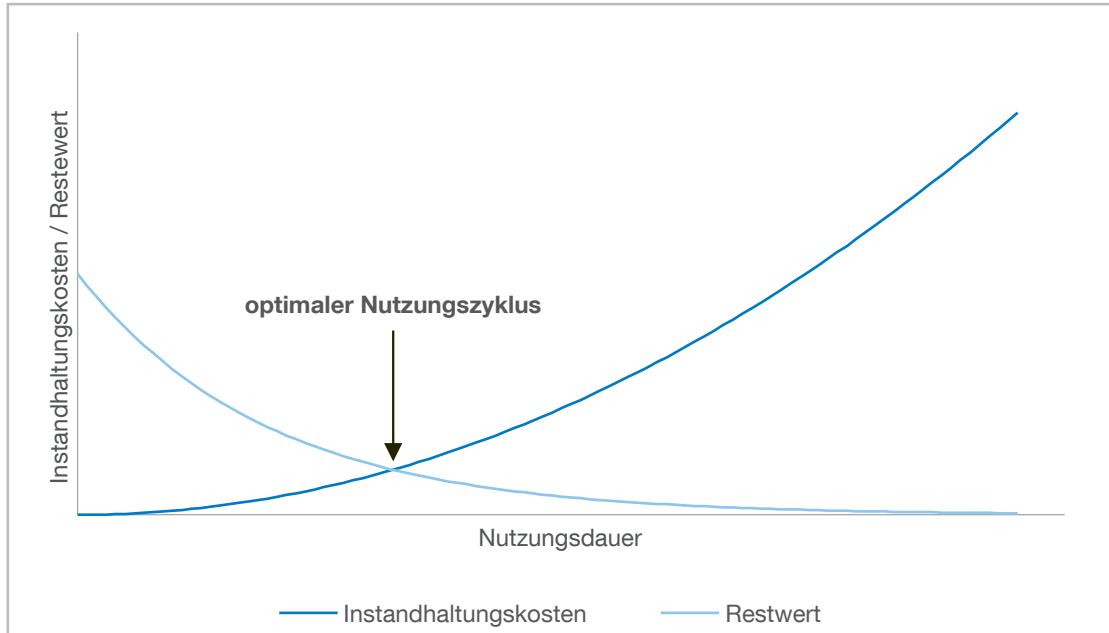


Abbildung 2: Beispielhafter optimaler Nutzungszyklus.

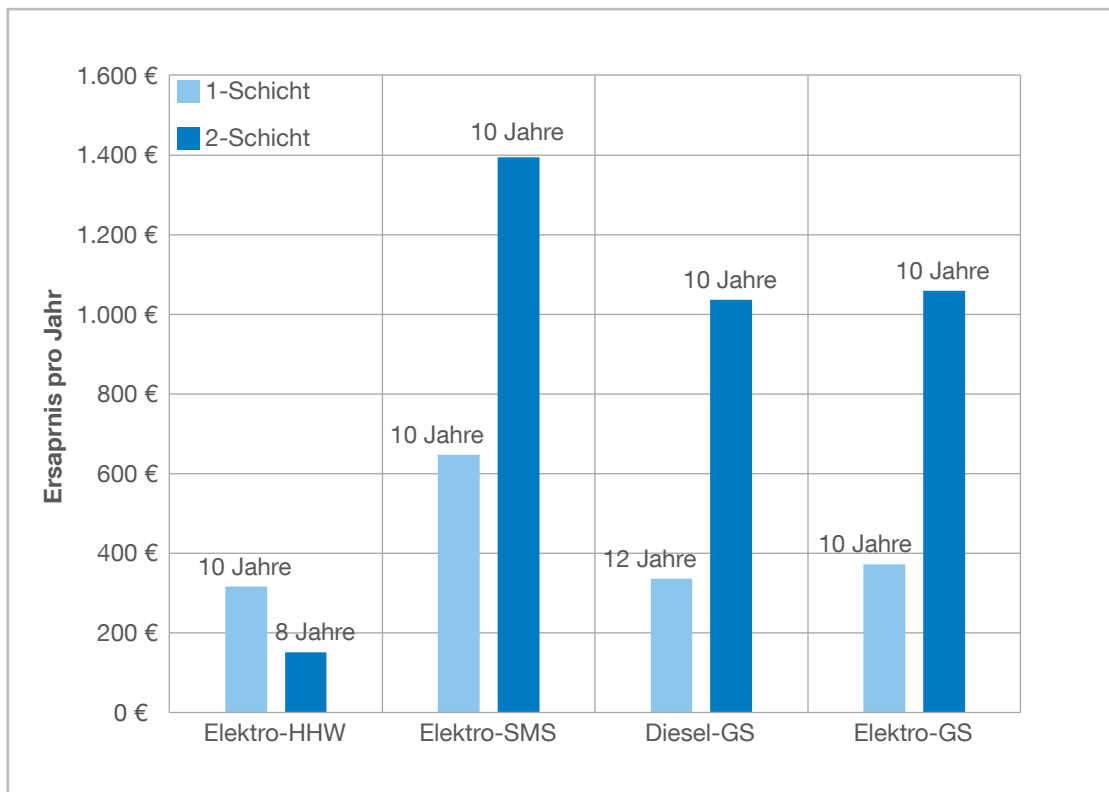


Abbildung 3: Kostenersparnis durch Leasing für 1,6 t Fahrzeuge im optimaler Nutzungszyklus .



zifischen Anforderungen eines FFZs. Es wird empfohlen, dass Unternehmen bei der Auswahl von FFZs eine fundierte Analyse durchführen, um die optimale Nutzungsdauer zu ermitteln und eine wirtschaftlich sinnvolle Entscheidung zu treffen. Eine effektive Nutzungsdauer, die mit den betrieblichen Erfordernissen und den technischen Eigenschaften der Fahrzeuge übereinstimmt, kann zu Kosteneinsparungen und einer verbesserten betrieblichen Effizienz führen.

### Szenario Ib

Im Rahmen des Szenarios Ib wird die bisherige Praxis des Kaufs von FFZs mit dem Service-Modell „Service&Repair“ mit dem Leasing von FFZs unter Verwendung des

Service-Modells „Full-Service“ verglichen. Dabei wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- FFZ-Typ: Elektro-GS
- Nennlast: 1,6 t
- Nutzungsdauer: acht Jahre
- Schichtbetrieb: Zwei-Schicht
- Verwendung der Service-Modelle Service&Repair und Full-Service

Zusammenfassend ergeben sich bei der Gegenüberstellung des Kaufs von Elektro-GS mit dem Service-Modell Service&Repair und der Kombination Leasing und Full-Service-Modell die folgenden Erkenntnisse:

Für den Elektro-GS in Abbildung 4 mit dem Service-Modell Service&Repair betragen

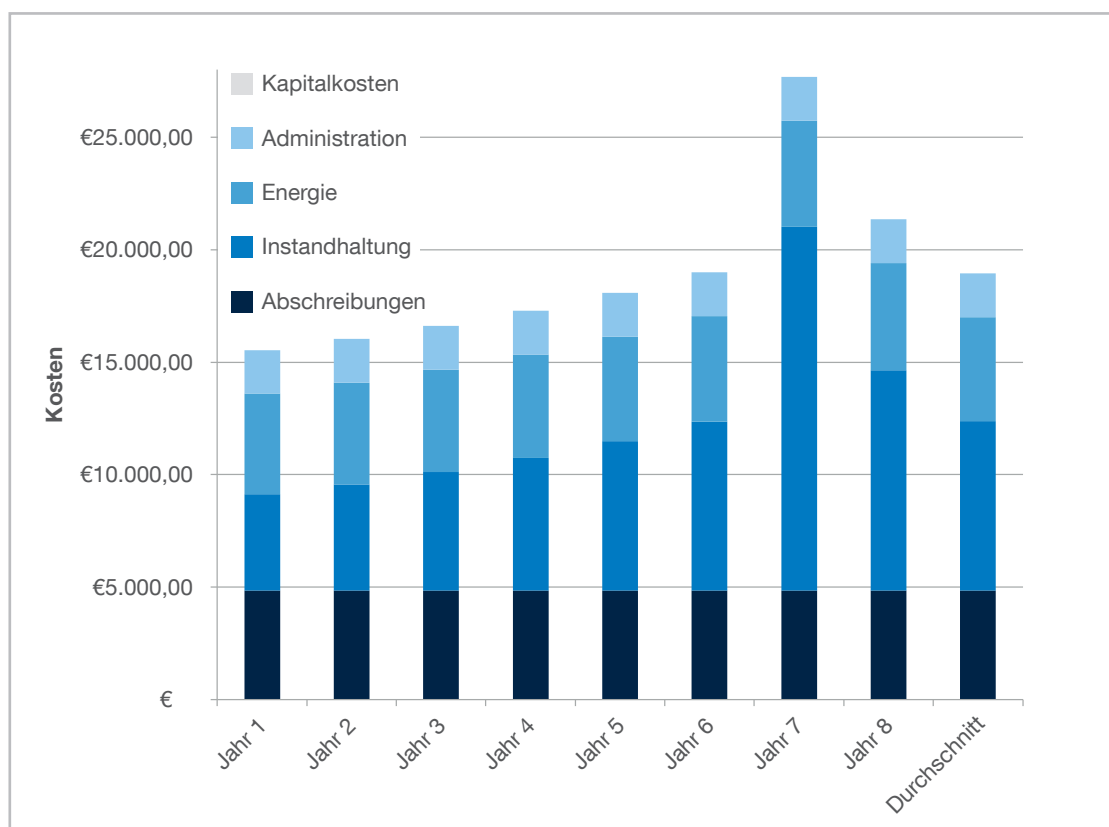


Abbildung 4: Jährliche Kosten des untersuchten Elektro-GS im Fall Kauf - Service&Repair

die Gesamtkosten über die Nutzungsdauer von acht Jahren 151.550,18 €, mit durchschnittlichen Kosten von 18.943,77 € pro Jahr. In Jahr 7 ist der notwendige Austausch der Batterie in den Instandhaltungskosten enthalten.

Im Vergleich dazu belaufen sich die Gesamtkosten wie in Abbildung 5 dargestellt für den Elektro-GS im Fall Leasing mit dem Full-Service-Modell auf 142.423,46 € über acht Jahre, mit durchschnittlichen Kosten von 17.802,93 € pro Jahr. Durch den Austausch des FFZs nach vier Jahren entfällt der kostenintensive Austausch der Batterie.

Die Kostenvorteile der Variante Leasing in Verbindung mit einem Full-Service-Modells zeigen sich in diesem Beispiel deutlich:

#### Kosteneinsparungen

Durch das Leasing mit einem Full-Service-Modell ergeben sich insgesamt geringere Gesamtkosten über die Nutzungsdauer. Kunden profitieren von einem besseren Kosten-Nutzen-Verhältnis und können ihre Budgetplanung stabiler gestalten.

#### Kostenstabilität

Durch die vertraglich vereinbarte Preisstruktur bietet das Full-Service-Modell eine gewisse Preisabsicherung gegenüber exter-

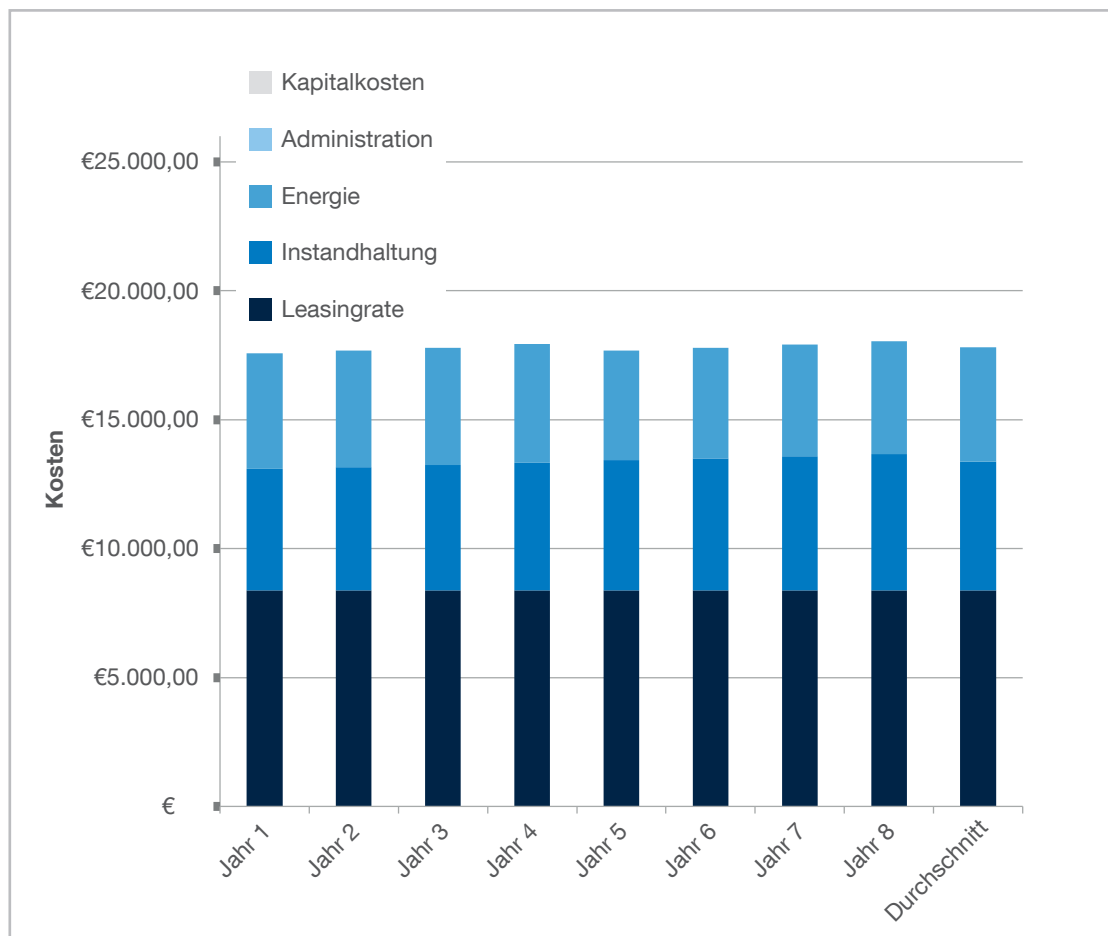


Abbildung 5: Jährliche Kosten des untersuchten Elektro-GS im Fall Leasing - Full-Service

nen Einflüssen wie Inflation. Kunden können langfristig stabile Preise nutzen und potenzielle Kostensteigerungen umgehen. Zudem entfällt durch den Austausch der Flotte nach vier Jahren im Fall von Leasing der zusätzliche Kostenblock der Austauschbatterie in Jahr 7. Insgesamt sind die jährlichen Kosten über die Nutzungsdauer deutlich konstanter und planbarer.

Darüber hinaus ergeben sich bei dieser Variante weitere Vorteile:

#### **Betreuung**

Das Full-Service-Modell bietet eine Betreuung, die über die reine Wartung und Reparaturen hinausgeht. Es umfasst den Austausch defekter Teile und die Unterstützung bei unvorhergesehenen Ereignissen. Dadurch wird die Produktivität des Lagerbetriebs gesteigert und Ausfallzeiten werden minimiert. Bei größeren Reparaturen erhält der Kunde zudem ein Ersatzfahrzeug für die Dauer der Reparatur.

#### **Absicherung**

Das Full-Service-Modell kann auch als Absicherung betrachtet werden. Kunden haben die Gewissheit, dass ihre Flotte stets betriebsbereit ist und eventuelle unvorhergesehene Kosten abgedeckt sind. Die Verfügbarkeit der FFZs wird maximiert, was die Effizienz des Lagerbetriebs erhöht.

Insgesamt sprechen die genannten Vorteile für das Leasing mit dem Full-Service-Modell. Es bietet eine umfassende Betreuung, Kosteneinsparungen, Absicherung und Preisstabilität. Kunden können sich somit auf ihr Kerngeschäft konzentrieren und gleichzeitig von den Vorteilen eines professionellen Flottenmanagements profitieren.

#### **Zwischenfazit**

Die vorliegende Studie liefert Erkenntnisse bezüglich der Einsparungen, die durch das Leasing von FFZs erzielt werden können. Insbesondere die Servicekosten stellen den Haupttreiber für diese Einsparungen dar. Durch die Analyse des Einflusses des Verschleißes auf Maschinen und die damit verbundenen Servicekosten wird deutlich, dass eine gezielte Auswahl des optimalen Nutzungszyklus für die jeweilige Kombination aus FFZ-Typ und Schichtmodell und ein regelmäßiger Austausch der Fahrzeuge erhebliche Kosteneinsparungen ermöglichen.

Ein Aspekt ist die Vermeidung von Reparaturen aufgrund des geringen Fahrzeugalters. Durch den frühzeitigen Austausch der Fahrzeuge im Leasing wird sichergestellt, dass die Fahrzeuge in einem guten Zustand sind und somit weniger Reparaturen erforderlich sind. Zudem ergeben sich Unterschiede in Bezug auf den Restwert und den Marktwert beim Kauf im Vergleich zum Leasing. Die Studie betont daher die Bedeutung einer sorgfältigen Analyse dieser finanziellen Aspekte bei der Auswahl des passenden Nutzungsmodells.

Ein weiterer relevanter Faktor ist die optimierte Nutzungsdauer der FFZs. Es wird empfohlen, alte Fahrzeuge frühzeitig abzustoßen und die optimale Nutzungsdauer zu berücksichtigen (siehe Abbildung 2). Durch die systematische Planung und den gezielten Einsatz von FFZs gemäß ihrer optimalen Nutzungsdauer können Kosten reduziert werden.

Darüber hinaus zeigt die Studie, dass das Leasing von FFZs auch im Hinblick auf die TCO zu Einsparungen führen kann. Neben den direkten Einsparungen bei den Servicekosten und den Reparaturen sind auch die

indirekten Einsparungen durch eine effizientere Nutzung und den Einsatz neuerer, energieeffizienter Technologien zu berücksichtigen. Insbesondere die Energiekosten können durch das Leasing reduziert werden. Durch den schnellen Wechsel zu effizienteren Technologien, beispielsweise bei der Verwendung von Elektro-GS anstelle von Diesel-GS, können Einsparungen bei den Energiekosten, wie beispielsweise den Dieselskosten, erzielt werden.

Insgesamt verdeutlicht die Studie die vielfältigen Einsparpotenziale, die das Leasing von FFZs bietet. Von der Optimierung der Servicekosten über die gezielte Nutzungsdauer bis hin zur Reduzierung der Gesamtkosten und Energiekosten können Unternehmen durch das Leasingmodell Vorteile erzielen. Es ist jedoch zu betonen, dass bei der Entscheidung für das Leasing von FFZs eine sorgfältige Analyse der spezifischen Anforderungen und Rahmenbedingungen jedes Unternehmens von Bedeutung ist.

### AGVs mit Hubfunktion

#### Voraussetzungen für die Implementierung

AGVs werden zunehmend in der Logistikbranche eingesetzt, um manuelle Prozesse zu automatisieren und die Effizienz und Sicherheit zu verbessern [Ehr-o.J.; BÄR-o.J.; Lei-2019]. Um eine erfolgreiche Einführung von AGVs zu gewährleisten, müssen jedoch verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. Nachstehend werden die wichtigsten Aspekte bei der Einführung von AGVs in der Logistik dargelegt.

#### Infrastruktur

Es ist wichtig, dass die Infrastruktur des

Unternehmens auf die AGVs abgestimmt ist, um eine reibungslose Integration zu gewährleisten. Dazu gehört die Installation von speziellen Sensoren und Markierungen auf dem Boden, um die AGVs zu navigieren [JBT-o.J.]. Darüber hinaus müssen Übergabepunkten zwischen manueller und automatisierter Technologie festgelegt sowie bei Bedarf das Lagerlayout angepasst werden.

#### Flexibilität

AGVs müssen in der Lage sein, sich an verschiedene Anforderungen anzupassen und verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Eine detaillierte Analyse der Anforderungen und möglicher Szenarien kann dabei helfen, die notwendige Flexibilität der AGVs zu bestimmen [Jes-2020; Mes-o.J.].

**Sicherheit:** Die Sicherheit bei der Verwendung von AGVs ist von großer Bedeutung, um Mitarbeiter, andere Maschinen und Materialien zu schützen. Geeignete Sicherheitsvorkehrungen müssen getroffen werden und Schulungen für das Betriebs- und Wartungspersonal sind erforderlich [Lei-2019].

#### Integration

Die Integration von AGVs in IT-Systeme und betriebliche Abläufe ist ein wichtiger Aspekt bei der Einführung von AGVs. Eine sorgfältige Integration der Systeme ist notwendig, um eine effektive Nutzung der AGVs zu ermöglichen [SEP-o.J.; SIE-2022; agv-2021].

#### Kosten

Die Investition in AGVs ist meist höher als bei der Verwendung von manuellen FFZs. Eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse ist notwendig, um die Ausgaben für die Einführung von AGVs gegen die erwarteten Vorteile abzuwägen [Sha-2019].

### Beschreibung

Aufbauend auf den Szenarien hinsichtlich verschiedener manueller FFZ-Typen wurde im Rahmen der Studie ein Vergleich der TCO von AGVs mit FFZs durchgeführt. Dieser basiert auf einem Referenzszenario. Dabei wurden ein exemplarischer FFZ-Typ und ein AGV-Typ verglichen. In beiden Fällen wurden die TCO für den Fall Leasing berechnet.

Als Referenz-FFZ wurde ein 1,6 t Elektro-HHW ausgewählt. Dieser wird einem vergleichbaren 1,6 t AGV gegenübergestellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass sechs Elektro-HHW zur Ein- und Auslagerung von Gitterboxen durch zwölf AGVs ersetzt werden, wobei diese Annahme aus einem Expertengespräch stammt. Das betrachtete Szenario befasst sich darüber hinaus mit einer Zwei-Schichtnutzung und einer Nutzungsdauer von zehn Jahren. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Nutzung von Elektro-HHWs und AGVs ist der Personaleinsatz. Bei manuellen FFZs sind hier die Bediener zu berücksichtigen, also eine

Person pro FFZ und Schicht. Hierfür werden pro Person Kosten in Höhe von 55.000 € inklusive Lohnnebenkosten zugrunde gelegt [Kun-2023; Qon-2022]. Für alle zwölf AGVs sind 0,5 Mitarbeiter pro Schicht zur Bedienung des Leitstands und zur Überwachung notwendig. Die Personalkosten betragen hierbei 60.000 € inklusive Lohnnebenkosten.

Das Szenario dient dazu, eine vergleichende Analyse der TCO von manuellen FFZs und AGVs im Leasing-Fall durchzuführen. Ziel ist festzustellen, ob sich eine Automatisierung des beschriebenen Logistikprozesses lohnt.

### Ergebnisse

Abbildung 6 zeigt den Vergleich der kumulierten Gesamtkosten unter Verwendung von sechs Elektro-HHWs und zwölf AGVs. Die Abbildung zeigt, dass für den Prozess im untersuchten Szenario ab dem ersten Jahr der Einsatz von AGVs gegenüber manuellen FFZs vorteilhaft ist. Dieser Vorteil nimmt im Laufe der Nutzungsdauer weiter zu. Insgesamt

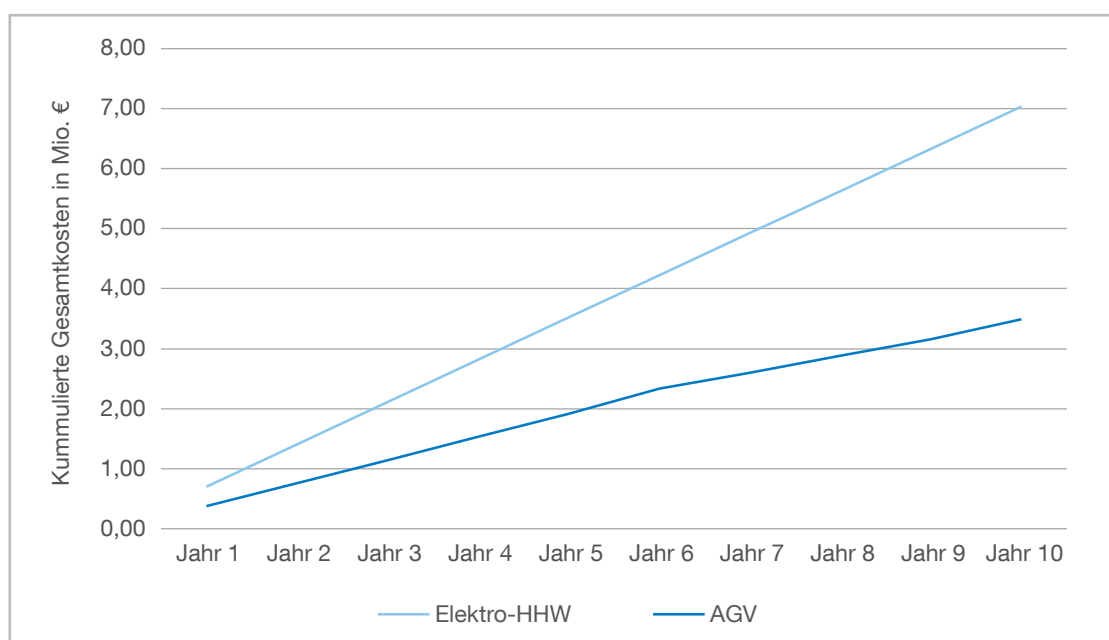


Abbildung 6: Vergleich der kumulierten Kosten

Tabelle 1: Durchschnittliche Kosten über eine Nutzungsdauer von 10 Jahren in Szenario II in €.

	Leasingrate	Instandhaltungskosten	Refurbishment	Energiekosten	Personalkosten
Elektro-HHW	20.596	15.054	0	8.008	660.000
AGV	173.719	83.878	14.440	14.440	60.000

samt ergibt sich im untersuchten Szenario eine Einsparung von etwa 3,6 Mio. € bzw. von 50 Prozent.

Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Kosten für den Vergleich untergliedert in Kostentypen. Haupttreiber der Einsparung sind die Personalkosten. Für die manuellen FFZs betragen diese 660.000 € pro Jahr. Demgegenüber stehen Personalkosten in Höhe von 60.000 € bei der Verwendung von AGVs. Über die Nutzungsdauer wirken sich die Einsparungen hinsichtlich der Personalkosten zunehmend stärker aus. Daher steigt die kumulative Einsparung fortlaufend an. Hinsichtlich der Personalkosten ist anzumerken, dass diese stark vom gewählten Schichtmodell abhängen. Bei einem 3-Schicht-Modell fällt der Unterschied der TCO zwischen manuellen FFZs und AGVs stärker aus als in dem untersuchten Szenario. Ein Ein-Schicht-Modell hingegen führt zu einem geringeren Unterschied.

Die weiteren Kostenarten fallen für AGVs höher aus. Die höhere Leasingrate folgt aus den höheren Anschaffungskosten und den Projektkosten für die Einführung der AGVs. Die höheren Instandhaltungskosten folgen aus der größeren Anzahl von Fahrzeugen und höheren angenommenen Instandhaltungskosten pro Fahrzeug. Im Fall von AGVs sind die Energiekosten in etwa doppelt so hoch. Dies folgt aus der vereinfachenden Annahme, dass ein AGV die gleiche Fahrstrecke pro Jahr zurücklegt wie ein manuel-

les FFZ, aber die doppelte Fahrzeuganzahl für die Transportaufgabe benötigt wird. In der Realität ist jedoch aufgrund der größeren Anzahl davon auszugehen, dass ein einzelnes AGV geringere Fahrstrecken als ein manuelles FFZ zurücklegt. Daher können in der Realität die Energiekosten der AGVs geringer ausfallen.

### Zwischenfazit

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Szenarioanalyse, dass sich für den untersuchten Logistikprozess eine Automatisierung durch den Einsatz von AGVs lohnt. Die höheren Leasingraten im Vergleich zu manuellen FFZ-Fahrzeugen werden durch die Einsparungen bei den Personalkosten ausgeglichen. Für das untersuchte Szenario gilt dies ab dem ersten Jahr. Dem betrachteten Szenario liegen zudem zwei Vereinfachungen zugrunde, die sich in der Berechnung der TCO für AGVs negativ gegenüber der Berechnung für manuelle FFZs auswirken. Diese betreffen zum einen die Energiekosten, die im betrachteten Vergleich für AGVs in etwa doppelt so hoch ausfallen. In der Realität ist davon auszugehen, dass der Unterschied im Energieverbrauch zwischen manuellen FFZs und AGVs geringer ist. Darüber hinaus wird bei der Berechnung der TCO für manuelle FFZ ein Mitarbeiter je FFZ und Schicht zugrunde gelegt. In der Realität fällt dieser Faktor durch Urlaub und Krankheitsausfälle höher aus.

Gegenüber einem Kauf der AGV-Flotte bie-

tet zudem das Leasing eine höhere Flexibilität. Anstelle von hohen Anschaffungs- und Projektkosten, die direkt im ersten Jahr realisiert werden müssen, fallen gleichmäßige Leasingraten über die Nutzungsdauer an. Ein Vergleich der TCO ergibt des Weiteren eine Einsparung von etwa 215.000 € bzw. von 5,8 Prozent, bei der Nutzung eines Leasings gegenüber dem Kauf der AGVs.

Die Ergebnisse des untersuchten Szenarios lassen sich allerdings nicht uneingeschränkt auf jeden Logistikprozess übertragen. Es sind ebenfalls Szenarien möglich, für welche sich eine Automatisierung nicht lohnt. Die Vorteile des Einsatzes von AGVs hängen stark von der Aufgabenstellung ab. Daher ist in jedem Fall eine Einzelfallprüfung ratsam. Die Ergebnisse zeigen aber, dass der Einsatz von AGVs gegenüber dem von manuellen FFZs das Potenzial enormer Kosteneinsparungen birgt. Daher ist eine Berechnung der TCO in jedem Fall ratsam. Basierend darauf lassen sich fundierte Entscheidung hinsichtlich der Automatisierung des jeweiligen Logistikprozesses treffen.

### **Effizientes Intralogistik-Outsourcing: Kontrakt-Logistik**

Neben dem Leasing einzelner Fahrzeuge in der Intralogistik ist darüber hinaus das Outsourcing der kompletten Logistik möglich. Dabei übernimmt ein Dienstleister die Stellung der Fahrzeugflotte oder die komplette Abwicklung der Intralogistik eines Unternehmens inklusive Lagerhaltung und Transport. Im Rahmen der vorliegenden Studie werden die Vorteile und nötigen Rahmenbedingungen des Outsourcings anhand eines Fallbeispiels dargelegt.

Betrachtet wird ein international tätiges Unternehmen in der Lebensmittelbranche, das sich auf die Produktion von Süßwaren und anderen Lebensmittelprodukten spezialisiert hat. Um seine Produkte effizient auf den Markt zu bringen, verfügt es über umfangreiche Lager- und Logistikressourcen.

Im Hinblick auf das Lagermanagement bietet das Outsourcing für derartige Unternehmen eine Reihe von Vorteilen:

#### **Kosteneffizienz**

Durch das Outsourcing des Lagermanagements können Unternehmen wie das betrachtete ihre betrieblichen Kosten optimieren. Externe Dienstleister verfügen über spezialisierte Fachkenntnisse und Infrastrukturen, um effiziente Lagerprozesse zu gewährleisten. Dies ermöglicht es dem Unternehmen, Skaleneffekte zu nutzen und Kosten zu senken, indem die Lagerressourcen mit anderen Unternehmen geteilt werden.

#### **Expertise und Ressourcen**

Externe Dienstleister im Lagermanagement verfügen über umfangreiche Erfahrung und Fachkenntnisse in Bezug auf Lagerorganisation, Bestandsverwaltung und Logistikprozesse. Durch das Outsourcing können Unternehmen von dieser Expertise profitieren und auf einen breiten Pool an Ressourcen zurückgreifen, um ihre Lageraktivitäten effektiv zu optimieren.

#### **Fokus auf Kernkompetenzen**

Indem das Lagermanagement an einen externen Dienstleister ausgelagert wird, kann das Unternehmen sich auf seine Kernkompetenzen konzentrieren, nämlich die Produktion hochwertiger Süßwaren. Durch die Übertragung des Lagermanagements an Spezialisten kann es seine Ressourcen und

Aufmerksamkeit verstärkt auf seine Produktinnovationen und den Kundenservice lenken.

#### **Skalierbarkeit und Flexibilität**

Outsourcing im Lagermanagement bietet die Möglichkeit, seine Lagerkapazitäten flexibel an den aktuellen Bedarf anzupassen. Bei saisonalen Schwankungen oder sich ändernden Marktbedingungen kann das Lagerangebot schnell erweitert oder reduziert werden, um eine optimale Nutzung der Ressourcen zu gewährleisten. Dies ermöglicht eine höhere Flexibilität und Agilität in der Lagerverwaltung.

#### **Technologische Fortschritte**

Externe Lagerdienstleister sind oft auf dem neuesten Stand der Technik und verfügen über fortschrittliche Lagerverwaltungssysteme und Automatisierungstechnologien. Durch das Outsourcing kann das Unternehmen von diesen technologischen Fortschritten profitieren und die Effizienz seiner Lagerprozesse weiter verbessern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Outsourcing des Lagermanagements für Unternehmen wie dem betrachteten eine Reihe von Vorteilen bietet. Durch die Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern können Kosten gesenkt, Fachkenntnisse genutzt, Ressourcen optimiert und die Flexibilität erhöht werden. Dies ermöglicht es dem Unternehmen, sich auf seine Kernkompetenzen zu konzentrieren und gleichzeitig effiziente Lagerprozesse sicherzustellen, um seine hochwertigen Süßwarenprodukte erfolgreich auf den Markt zu bringen.

Beim Outsourcing des Lagermanagements sollten jedoch bestimmte Rahmenbedingungen berücksichtigt werden, um den Erfolg und die Effizienz des Prozesses sicher-

zustellen. Diese umfassen:

#### **Klare Kommunikation**

Eine klare und transparente Kommunikation zwischen dem Unternehmen und dem externen Dienstleister ist entscheidend. Es müssen klare Erwartungen, Anforderungen und Ziele definiert werden, um Missverständnisse zu vermeiden und eine reibungslose Zusammenarbeit zu gewährleisten.

#### **Vertragliche Vereinbarungen**

Es ist wichtig, dass alle Vereinbarungen und Verantwortlichkeiten vertraglich festgehalten werden. Dies umfasst Aspekte wie Leistungsumfang, Service-Level-Agreements, Vertraulichkeit, Haftung und Kündigungsklauseln. Ein sorgfältig ausgearbeiteter Vertrag schafft Klarheit und Sicherheit für beide Parteien.

#### **Datenschutz und Sicherheit**

Da das Lagermanagement sensible Unternehmensdaten beinhaltet, ist ein angemessener Datenschutz und die Sicherheit der Lagerinfrastruktur von großer Bedeutung. Der externe Dienstleister sollte entsprechende Maßnahmen ergreifen, um die Vertraulichkeit und Integrität der Daten zu gewährleisten und die Lagerstandorte angemessen zu sichern.

#### **Flexibilität und Skalierbarkeit**

Die Lagerlösung sollte flexibel und skalierbar sein, um den sich ändernden Anforderungen des Unternehmens gerecht zu werden. Dies umfasst die Möglichkeit, Lagerkapazitäten zu erweitern oder zu reduzieren, je nach Bedarf, sowie die Bereitstellung von Technologien und Systemen, die zukünftige Anpassungen ermöglichen.

#### **Monitoring und Reporting**

Ein effektives Monitoring- und Repor-



ting-System ist wichtig, um die Leistung des externen Dienstleisters zu überwachen und zu bewerten. Es sollten regelmäßige Berichte über Leistungsindikatoren wie Bestandsverfügbarkeit, Durchlaufzeiten, Fehlerquoten und Kundenzufriedenheit erstellt werden, um die Qualität und Effizienz des Lagermanagements zu gewährleisten.

#### **Kontinuierliche Zusammenarbeit und Verbesserung**

Das Lagermanagement sollte als partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen dem

Unternehmen und dem externen Dienstleister betrachtet werden. Regelmäßige Meetings, Feedback-Schleifen und kontinuierliche Verbesserungsmaßnahmen sind erforderlich, um eine optimale Leistung und Effizienz zu erreichen.

Durch die Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen kann das Outsourcing des Lagermanagements erfolgreich umgesetzt werden und Unternehmen wie im Fallbeispiel können von den Vorteilen dieser strategischen Entscheidung profitieren.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie richtet den Fokus auf die Untersuchung der Vorteile und Nachteile von Flotten- und Leasingkonzepten für Intralogistikgeräte, insbesondere FFZs und AGVs. Durch Leasing und die Auswahl des richtigen Nutzungszyklus können Kosten eingespart werden. Der optimale Nutzungszyklus variiert in Abhängigkeit von Fahrzeugtyp und Schichtmodell. Nach Ablauf des Leasingvertrags können Kunden aus vier Optionen wählen: Austausch gegen ein neuen Fahrzeug, Vertragsverlängerung, käufliche Übernahme des geleasteten Fahrzeugs oder Rückgabe und Beendigung des Vertrags. Zudem bieten spezialisierte Leasinggeber weitere Flottenmanagement-Services an, die mit weiteren Vorteilen einher gehen. In der Studie wurden verschiedene Nutzungsmodelle und -zyklen häufig genutzter FFZ- und AGV-Typen gegenübergestellt, um Kostenvorteile zu analysieren.

Drei verschiedene Szenarien wurden analysiert:

- I Kauf- oder Leasingmodell von FFZs
- II Einsatz von FFZs gegenüber dem Einsatz von AGVs
- III Leasing einer kompletten Intralogistikanlage

In Szenario I zeigte sich, dass Leasing bei einer optimalen Nutzungsdauer der Fahrzeuge erhebliches Potenzial zur Kosteneinsparung gegenüber einem Kauf birgt. Für alle untersuchten Fahrzeuge in der Studie lohnt sich das Leasing, sofern die optimale Nutzungsdauer des jeweiligen Fahrzeugtyps in Abhängigkeit des Schichtmodells betrachtet wird. Darüber hinaus zeigte eine beispielhafte Berechnung eines typischen Elektro-GS weitere Potenziale zur Kosteneinsparung bei der Kombination von Leasing mit einem Full-Service Ansatz.

In Szenario II wurde für eine typische Logistikaufgabe der Einsatz manueller FFZs mit dem von AGVs verglichen. Dabei zeigte sich ein signifikantes Potenzial zur Kosteneinsparung durch die Automatisierung von Logistikprozessen mithilfe von AGVs.

Szenario III wurde anhand eines Fallbeispiels erläutert, um Möglichkeiten des Outsourcings der Lagerlogistik aufzuzeigen.

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen die Vorteile des Leasings von Intralogistikfahrzeugen, das Einsparpotenzial von AGVs in der Intralogistik und die Vorteile des Outsourcings von Lagermanagement. Es zeigt sich, dass Unternehmen durch die Nutzung von Leasingkonzepten sowie das Outsourcing des Lagermanagements ihre Logistikprozesse optimieren und sich auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können. Dabei ist jedoch zu beachten, dass individuelle Analysen und Anpassungen notwendig sind, um die spezifischen Anforderungen jedes Unternehmens zu berücksichtigen. Eine pauschale Empfehlung kann daher nicht ausgesprochen werden.

Zukünftige Studien können sich darauf konzentrieren, die variierenden Ergebnisse je nach Anwendungsfall und Branche weiter zu analysieren und die optimalen Nutzungs- und Leasingzyklen für verschiedene Geräte und Anforderungen zu identifizieren. Es wäre ebenfalls wertvoll, die finanziellen Auswirkungen des Wechsels zu effizienteren Geräten über die Zeit hinweg zu untersuchen, sowie die direkten und indirekten Einsparungspotenziale von Leasing versus Kauf in verschiedenen Branchen und Anwendungsfällen zu analysieren.

Insbesondere die Nutzung von AGVs in Kombination mit dem zunehmenden tech-

nologischen Fortschritt bietet vielversprechende Potenziale für die Zukunft. Dabei sind insbesondere die Auswirkungen von zunehmender Automatisierung und technologischer Innovation auf die Rentabilität von Leasing- gegenüber Kaufmodellen von

Interesse. Weiterhin sollte der zunehmende Trend zum Outsourcing von Lagermanagement und die damit verbundenen Herausforderungen und Chancen weiter erforscht werden.

## Literaturverzeichnis

- [agv-2021] agvs-upsa.ch: Alternative Antriebssysteme werden integriert. <https://www.agvs-upsa.ch/de/news/news-archiv/alternative-antriebssysteme-werden-integriert>, Aufruf am 05.05.2023.
- [BÄR-o.J.] BÄR Automation GmbH: AGV Systeme – für mehr Effizienz und Wirtschaftlichkeit. <https://www.baer-automation.de/de/agv>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Eat-o.J.] Eaton: Lithium-ion battery FAQ. <https://www.eaton.com/br/en-us/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/lithium-ion-batteries-/lithium-ion-ups-faq.html>, Aufruf am 24.08.2023.
- [Ehr-o.J.] Ehrhardt + Partner GmbH & Co. KG: AGV (Automated Guided Vehicle). <https://www.epg.com/logistik-know-how/lexikon/agv-automated-guided-vehicle>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Flo-o.J.] Florian Berger GmbH: Gabelstapler. <https://www.stapler.info/staplerarten/gabelstapler/>, Aufruf am 05.05.2023.
- [JBT-o.J.] JBT: Spezielle Anwendung Automated Guided Vehicles (AGVs). <https://www.jbtc.com/automated-systems/de/products-and-applications/products/special-application-agvs/>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Jes-2020] Jessica Dolan: 3 Gründe, warum Sie eine Implementierung von AGVs in Betracht ziehen sollten. <https://www.rokin.tech/post/3-gr%C3%BCnde-warum-sie-eine-implementierung-von-agvs-in-betracht-ziehen-sollten>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Kun-2023] Kununu: Gehalt für Gabelstaplerfahrer:in. <https://www.kununu.com/de/gehalt/gabelstaplerfahrer-in-28116>, Aufruf am 24.08.2023.
- [Lei-2019] Leif Jacobsen: 5 Herausforderungen bei der Implementierung von FTS und wie man sie überwindet. <https://www.flexqube.com/de-de/news/5-herausforderungen-bei-der-implementierung-von-fts-und-wie-man-sie-ueberwindet/>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Mes-o.J.] Messe München GmbH: Wie sich fahrerlose Transportsysteme in die Produktion integrieren lassen. <https://automatica-munich.com/de/entdecken/themen-news/automatica-news/digitale-transformation/autonome-produktion-fahrerlose-transportsysteme/>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Qon-2022] Qonto: Lohnnebenkosten als Arbeitgeber richtig berechnen. <https://qonto.com/de/blog/business/einstellen/lohnnebenkosten>, Aufruf am 24.08.2023.

- [SEP-o.J.] SEP Logistik AG: AGV-STEUERUNG. <https://www.sepag.de/relag-system/agv-steuerung/>, Aufruf am 05.05.2023.
- [Sha-2019] Shawn Lynch: The 5 Challenges to AGV Implementation and How to Overcome Them. <https://www.epg.com/logistik-know-how/lexikon/agv-automated-guided-vehicle>, Aufruf am 05.05.2023.
- [SIE-2022] SIEMENS DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE: Intelligentes Materialmanagement in der FabrikIntegration – Integration des FTS-Managements in die Intra-logistiksysteme zur Steigerung der Effizienz, 2022.
- [VDI-2010] Verein Deutscher Ingenieure e.V.: Ermittlung der Betriebskosten für Diesel- und Elektro-Gabelstapler. Beuth Verlag GmbH, Düsseldorf, 2010.

fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik  
TUM School of Engineering and Design  
Technische Universität München

ISBN-Nummer: 978-3-948514-29-7