

# Hochregallager

Simulation und Optimierung

Berner Fachhochschule - Technik und Informatik

Marc Schärer [scham36@bfh.ch](mailto:scham36@bfh.ch)  
Arthur van Ommen [vanoa1@bfh.ch](mailto:vanoa1@bfh.ch)  
Fabian Affolter [affof1@bfh.ch](mailto:affof1@bfh.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Rahmenbedingungen . . . . .	1
1.2	Abgrenzung . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>1</b>
2.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	1
2.1.1	Koordinaten . . . . .	1
2.1.2	Klappung . . . . .	2
2.2	Mathematische Grundlagen . . . . .	2
2.3	Simulationstechnische Grundlagen . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Modellierung</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Simulation</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Visualisierung</b>	<b>3</b>
5.1	Trennung . . . . .	3
<b>6</b>	<b>Resultate</b>	<b>3</b>
<b>A</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>B</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>C</b>	<b>Projekt-Beteiligte</b>	<b>8</b>
<b>D</b>	<b>Anforderungs-Dokumentation</b>	<b>9</b>
<b>E</b>	<b>Sonstiges</b>	<b>10</b>

## **Zusammenfassung**

Das Hochregallager ist ein Lagerungssystem, welche sich mit einer hohen Lagerdichte und Wirtschaftlichkeit von anderen Konzepten abhebt...

Tabelle 1: Farbzuordnung Lagerplätze

grün	leer
gelb	belegt
rot	reserviert/defekt/spezial

## 1 Einleitung

Ein Hochregallager (HRL) beschreibt ein Lagersystem mit Plätzen in sogenannten Regalen. Hochregallager gibt es in den unterschiedlichsten Ausprägungen. Die grössten Ausführungen besitzen Höhen bis etwa 50 m und können mehreren hunderttausend Plätze besitzen. Oftmals werden direkt Euro-Paletten als Träger für das Lagergut verwendet, ist das Lagergut zu klein, werden häufig spezielle Kunststoff-Behälter benutzt.

Grobgesagt besteht ein Hochregallager aus einer bestimmten Anzahl von Gassen. Eine Gasse wiederum hat links und rechts Lagerplätze und im Freiraum bewegt sich ein Bediengerät. In einem manuellen Hochregallager ist dieser Raum so gross, dass mit einem Gabelstapler zwischen den Regalwänden manövriert werden kann. Bei automatischen Lagern fährt ein Bediengerät, welches von einem Lagerverwaltungssystem seine Befehle bekommt, ohne manuelle Interventionen in der Gasse und liefert das Lagergut zur Entnahmestelle.

Die Hochregallager haben eine hohe Raumnutzung und bei der Erstellung sind hohe Investitionen nötig, da bei kleineren Ausführungen eine Halle um das Hochregallager gebaut werden muss. Bei grossen Varianten wird das Hochregal als Tragstruktur für das Gebäude mitbenutzt.

### 1.1 Rahmenbedingungen

### 1.2 Abgrenzung

## 2 Grundlagen

Im Sinne eines Hochregallager besteht eine Gasse aus einer rechten und einer linken Regalwand während sich in der Mitte der beiden Wände ein Korridor für das Regalbediengerät befindet. Die Regalwände sind in Lagerplätze unterteilt, die von Regalbediengerät be- und entladen werden. Hochregallager können aus einer beliebigen Anzahl Gassen bestehen. Im Normalfall befindet sich an einer Stirnseite der Gassen die sogenannte Vorzone, welche die Aufgabe hat, die Lagergüter auf die zugewiesenen Gassen zu verteilen.

### 2.1 Allgemeine Grundlagen

#### 2.1.1 Koordinaten

Der Koordinatenursprung befindet sich in der linken unteren Ecke der Regalwand. Es wird xz-Koordinatensystem aufgespannt und die Koordinaten der Lagerplätze (Bins) in die linke untere Ecke gesetzt. Das Regalbediengerät kann sich auf der x- und der z-Achse bewegen. Der Übergabebereich befindet sich ausserhalb des Koordinatensystems auf der negativen Seite der x-Achse. In Abbildung 2 sind ebenfalls die verwendete Farbzuordnung für die Lagerplätze (Bins) ersichtlich.

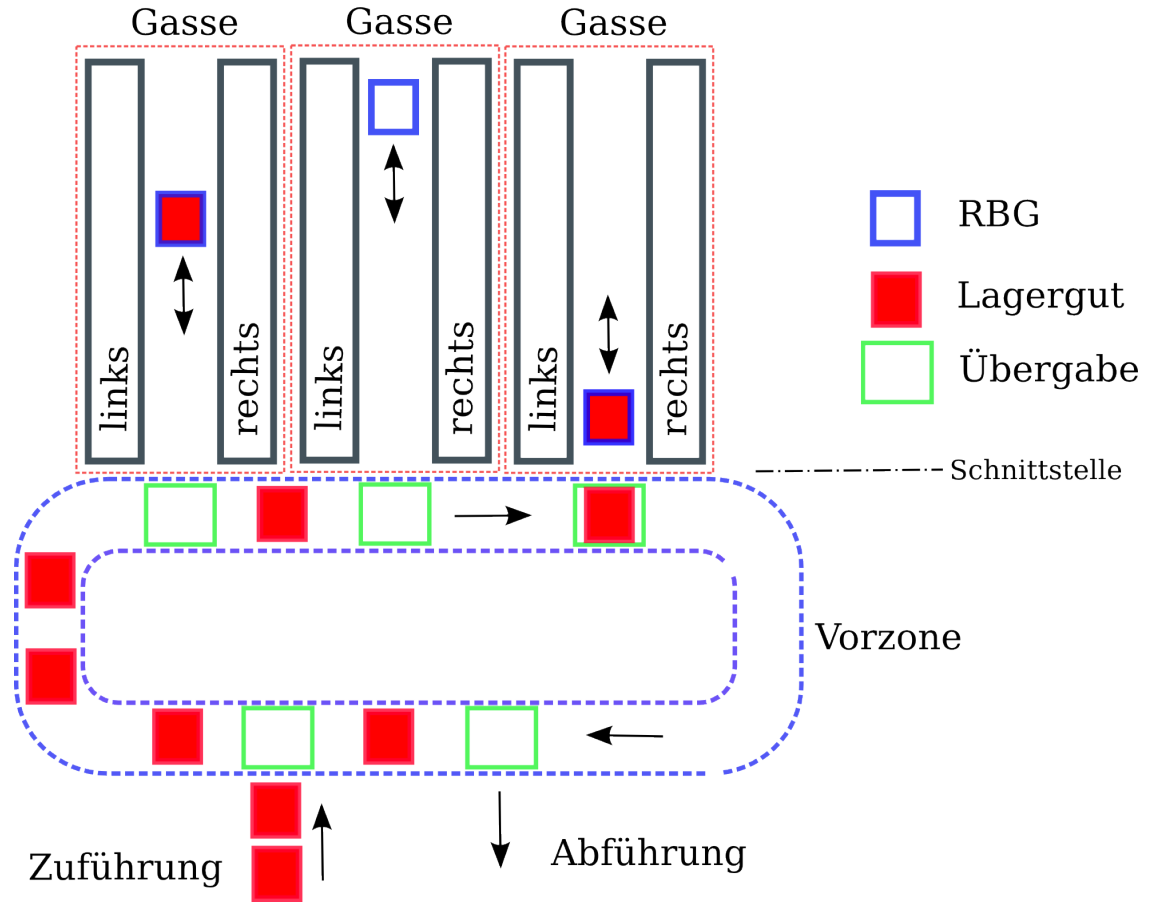


Abbildung 1: Übersicht

### 2.1.2 Klappung

Für die zweidimensionale Darstellung wurde eine Lagergasse gemäss Abbildung 3 aufgefaltet, respektive aufgeklappt.

## 2.2 Mathematische Grundlagen

Regalbediengerät bewegt sich zwischen den Lagerwänden auf der x- und der z-Achse. Der Arm des Regalbediengerät verfährt auf der x-Achse und der Ausleger auf der z-Achse. Die Bewegungen auf beiden Achsen lassen somit beliebige Verfahrenswege auf der xz-Ebene zu.

$$\alpha = \arcsin \frac{f}{\sqrt{a - v * \vec{b} + d_g}} \quad (1)$$

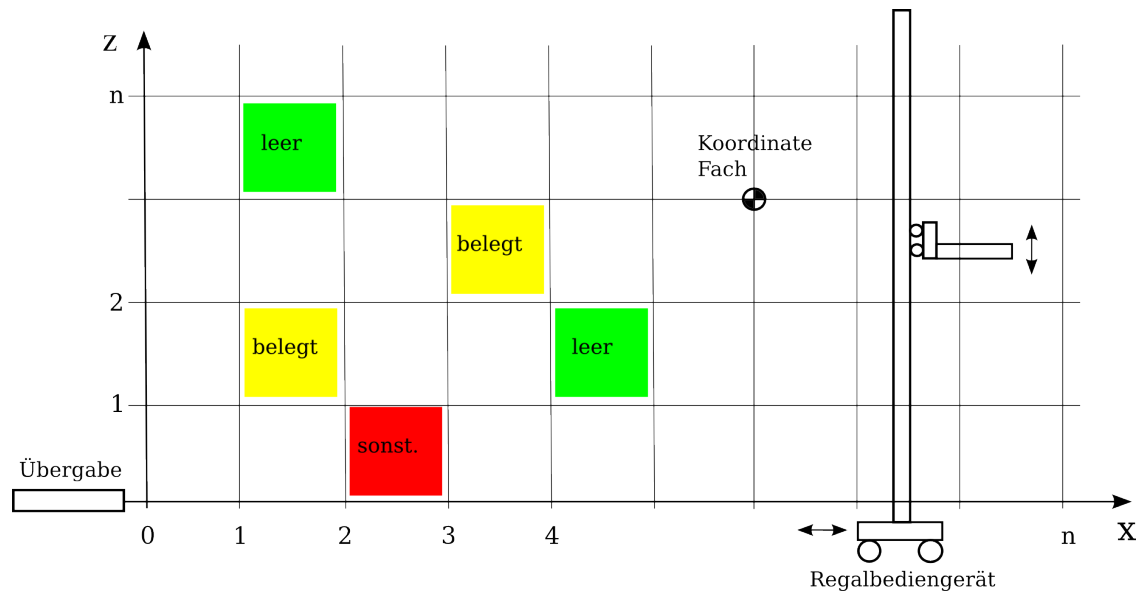


Abbildung 2: Lagerwand

## 2.3 Simulationstechnische Grundlagen

## 3 Modellierung

## 4 Simulation

## 5 Visualisierung

### 5.1 Trennung

Der Lagerwand und den involvierten Akteure wurde je eine Ebene (Layer) zugewiesen. Dies stellt sicher, dass bei der Darstellung nur die Elemente, welche sich seit dem letzten Schritt verändert haben, neu geladen werden müssten.

## 6 Resultate

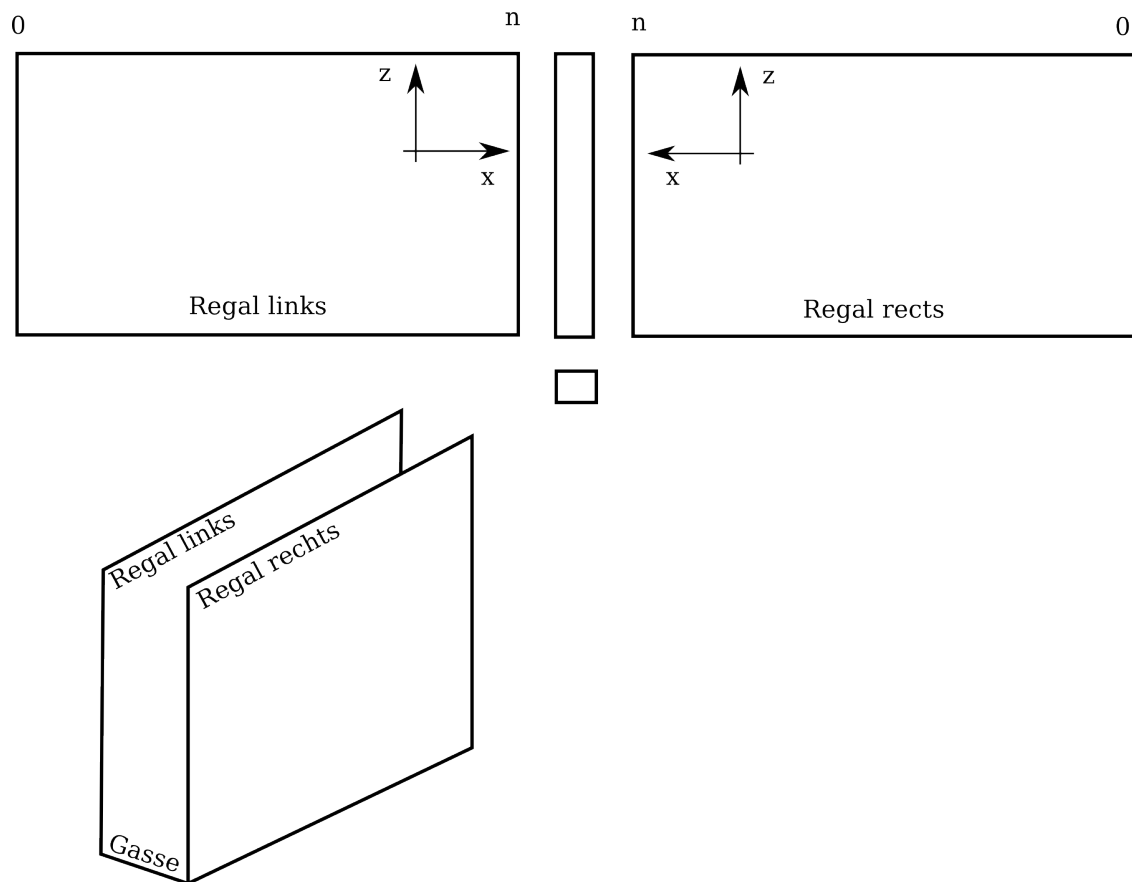


Abbildung 3: Klappung

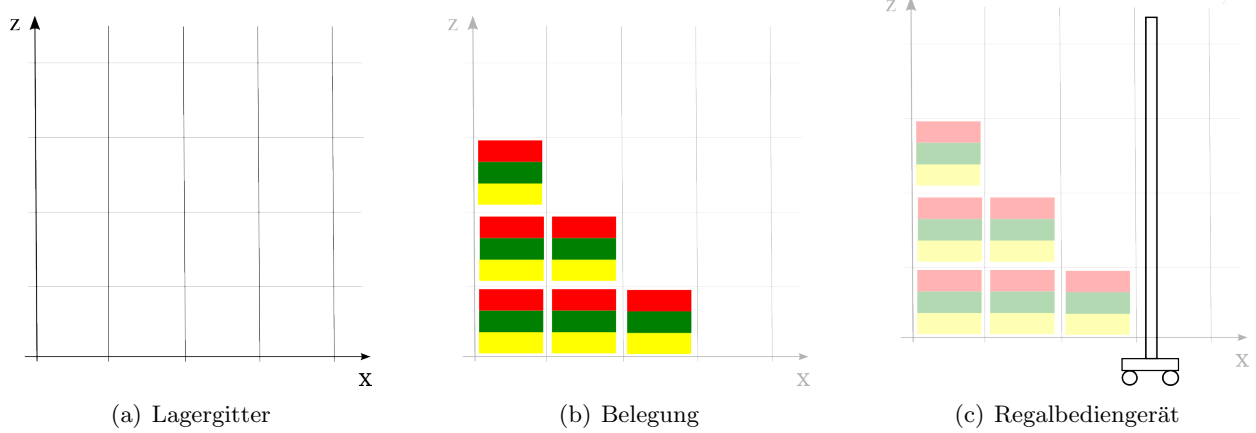
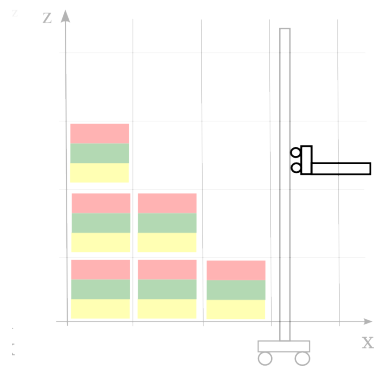
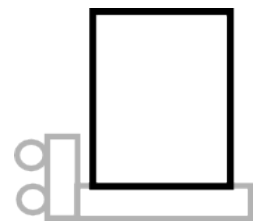


Abbildung 4: Trennungen



(a) Regalbediengerät-Ausleger



(b) Lagergut

Abbildung 5: Weitere Trennungen



## A Abbildungsverzeichnis

1	Übersicht . . . . .	2
2	Lagerwand . . . . .	3
3	Klappung . . . . .	4
4	Trennungen . . . . .	4
5	Weitere Trennungen . . . . .	5

## B Abkürzungsverzeichnis



## C Projekt-Beteiligte

### Verfasser

Marc Schärer `scham36@bfh.ch`

Arthur van Ommen `vanoa1@bfh.ch`

Fabian Affolter `affof1@bfh.ch`

### Betreuer

Berner Fachhochschule  
Technik und Informatik  
Wankdorffeldstrasse 102  
3014 Bern

Jürgen Eckerle

`erj1@bfh.ch`

## D Anforderungs-Dokumentation

## **E Sonstiges**

### **Differenzierung zwischen Mann und Frau**

Für eine bessere Lesbarkeit bei allgemeinen Aussagen wird nur die männliche Form des Substantivs verwendet. Die Leserinnen bitten die Autoren um Verständnis für diese Vereinfachung.

### **Markennamen und Warenzeichen**

Alle Markennamen, Warenzeichen und eingetragenen Warenzeichen, die in diesem Dokument verwendet werden, sind Eigentum ihrer rechtmäßigen Eigentümer. Sie dienen hier nur der Beschreibung beziehungsweise der Identifikation der jeweiligen Firmen, Produkte und Dienstleistungen.