

# Fallstudie Lagerverwaltung

## Lastenheft Lagerverwaltung V1.0

Version	Autor	QS	Datum	Status	Kommentar
1.0	Knobloch		03/00	akzeptiert	

QS = Qualitäts-  
sicherung

### 1 Zielbestimmung

Der Herstellungsprozess der Reifenfirma »Reifenquelle« soll durch ein eingesetztes vollautomatisches Lager zwischen Produktion und Testmaschinenpark beschleunigt werden. Aufgabe der zu entwickelnden Software ist die Steuerung und Verwaltung des vollautomatischen Lagers aus Regalbediengeräten. Die Funktionsweise der Regalbediengeräte wird im Anhang zum Lastenheft erklärt.

Anhang zum  
Lastenheft

### 2 Produkteinsatz

Das Produkt dient zur elektronischen Steuerung und Überwachung eines automatischen Lagers. Neben den zentralen Prozessen des automatischen Ein- und Auslagerns liefert das System eine detaillierte Übersicht der eingelagerten Reifen und Reifentypen, ermöglicht manuelle Korrekturen und das Setzen von Sperren auf Lagerplatz und Modulebene. Außerdem führt es Statistiken über die lagerinternen Prozesse, die eine Effizienz- und Prozessanalyse des Systemverhaltens gestatten.

Zielgruppe des Produktes sind die Mitarbeiter der Firma »Reifenquelle«. Die Mitarbeiter aus der Instandhaltung warten das automatische System. Sie setzen und löschen die manuellen Modul- und Platzsperren. Die Mitarbeiter aus der Qualitätssicherung an den Testmaschinen sehen anhand der Lagerübersicht, welche Reifen als nächstes geprüft werden sollen. Von den Testmaschinen erreichen dann die einzelnen Auslageranforderungen das Lager-System. Mitarbeiter aus der Führungsebene des Werkes kontrollieren anhand der Statistiken die Effizienz des Systems. Mit den unterlagerten Gewerken (Förderer, Module, Scanner) kommuniziert das System nicht direkt, sondern über eine unterlagerte Steuerungsebene (SPS-Steuerung durch Siemens S5).

### 3 Produktübersicht

Umweltdiagramm (Abb. B-4).

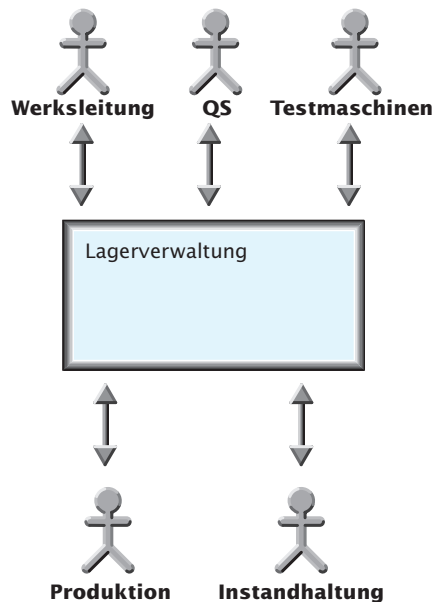


Abb. B-4:  
Umwelt des  
Produkts  
Lagerverwaltung  
(Umweltdiagramm)

## Anhang B Fallstudie Lagerverwaltung

### 4 Produktfunktionen

- /LF10/ **Geschäftsprozess:** Automatisches Einlagern  
**Akteur:** Produktion  
**Beschreibung:** Produktion schickt auf der Fördertechnik einen Reifen zum Scanner, der von der Lagersteuerung automatisch einen Platz zugewiesen bekommt und dort eingelagert wird.
- /LF20/ **Geschäftsprozess:** Automatisches Auslagern  
**Akteur:** Testmaschine  
**Beschreibung:** Von einer Testmaschine A kommt die Anforderung an die Lagersteuerung, x Reifen vom Typ y zu Maschine A auszulagern.
- /LF30/ **Geschäftsprozess:** Manuelles Einlagern  
**Akteur:** Instandhaltung  
**Beschreibung:** Um nach der Beseitigung von Fehlfunktionen einen konsistenten Datenbestand zu erhalten, bucht ein Mitarbeiter der Instandhaltung einen physikalisch auf einem Lagerplatz befindlichen Reifen in der Datenbank des Systems.
- /LF40/ **Geschäftsprozess:** Manuelles Auslagern  
**Akteur:** Instandhaltung  
**Beschreibung:** Musste zur Beseitigung von Fehlfunktionen ein Reifen manuell aus dem Lager entnommen werden, löscht ein Mitarbeiter der Instandhaltung einen physikalisch nicht mehr auf einem Lagerplatz befindlichen Reifen aus der Datenbank des Systems, um einen konsistenten Datenbestand sicherzustellen.
- /LF50/ **Geschäftsprozess:** Sperren setzen und wieder aufheben  
**Akteur:** Instandhaltung  
**Beschreibung:** Wenn Lagerplätze oder ganze Module beschädigt oder in Störung sein sollten, kann der Mitarbeiter der Instandhaltung Sperren auf Modul- und Platzebene setzen, um weitere Einlagerversuche in diese Lagerbereiche zu unterbinden.
- /LF60/ **Geschäftsprozess:** Überblick über Lagerbestand gewinnen  
**Akteur:** Qualitätssicherung  
**Beschreibung:** Die Mitarbeiter der QS können sich Übersichten über den Lagerbestand geben lassen, um die nächsten Auslager-Vorgänge (und Testvorgänge) planen zu können.
- /LF70/ **Geschäftsprozess:** Statistiken ermitteln  
**Akteur:** Werksleitung  
**Beschreibung:** Die Werksleitung kann anhand der Statistik die Auslastung und Effizienz des Lagers kontrollieren.

### 5 Produktdaten

- /LD10/ Daten der Lagerplätze (max. 5.000), in einer späteren Ausbaustufe des mechanischen Lagers.
- /LD20/ Reifendaten (max. 200.000), die durch das System verwaltet werden müssen. Angenommener Durchsatz in der Endausbaustufe sind 50.000 Reifen pro Tag, aber Statistiken über einen Reifen sollten etwa vier Tage vorgehalten werden können.

- /LD30/ Reifentypdaten (max. 200)
- /LD40/ Moduldaten (max. 20). Startausbau sind nur zwei Module, Erweiterung ist vorgesehen.
- /LD50/ Mitarbeiterdaten (max. 100) aus Qualitätssicherung, Instandhaltung und Werksleitung
- /LD60/ Auslagerchargendaten (max. 200)

## 6 Produktleistungen

- /LL10/ Die Funktion /LF60/ darf nicht länger als 5 Sekunden Antwortzeit benötigen.
- /LL20/ Alle Reaktionszeiten auf Benutzeraktionen müssen unter 2 Sekunden liegen (außer Funktion /LF60/).

## 7 Qualitätsanforderungen

Produktqualität	sehr gut	gut	normal	nicht relevant
Funktionalität	X			
Zuverlässigkeit	X			
Benutzbarkeit			X	
Effizienz		X		
Änderbarkeit			X	
Übertragbarkeit				X

## 8 Ergänzungen

keine

## Anhang zum Lastenheft: Modulsteuerung eines Regalbediengerätes

Anhang

In modernen logistischen Systemen erfordern die gestiegenen Anforderungen an Durchsatz und Umschlaggeschwindigkeit der gelagerten Güter eine immer stärkere Automatisierung der Förder- und Lagertechnik.

Ein Kernelement der Lager-Automatisierung im Stückgüterbereich bilden voll-automatische Regalbediengeräte (RBG). Sie ersetzen den menschlichen Kommissionierer, der Güter einlagert und auf Anfrage wieder auslagert und sind für unterschiedlichste Anwendungsfälle erhältlich: vom kleinen Behälter-RBG, bei dem es auf Geschwindigkeit ankommt, bis zum großen Paletten-RBG, das Einzelpaletten über zwei Tonnen verwalten kann.

In einem Produktionsbetrieb für Reifen werden RBG zur Zwischenlagerung zwischen Produktion und Testmaschinen eingesetzt. Auf der Einlagerförder-technik trifft ein Strom von frisch produzierten Reifen unterschiedlicher Typen bei den Regalbediengeräten ein. Da die nachgeschalteten Testmaschinen für jeden Reifentyp umgerüstet werden müssen, werden jeweils ganze Serien von Reifen gleichen Typs ausgelagert (typische Größenordnung zwischen 50 und 120 Reifen).

Um bei einer Auslagerungsanforderung von den Prüfmaschinen möglichst schnell auslagern zu können, werden die Reifen eines Typs möglichst gleich-

## Anhang B Fallstudie Lagerverwaltung

verteilt über die Module eingelagert, so dass bei der Auslagerung beide Module parallel arbeiten können. Die Abb. B-5 zeigt einen Ausschnitt aus dem automatisierten Lager.

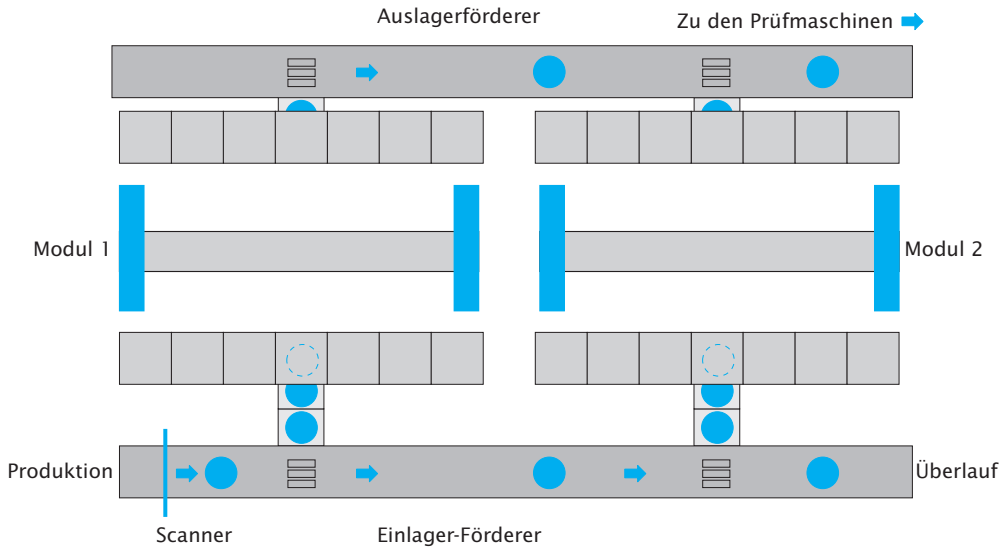


Abb. B-5:  
Ausschnitt aus  
dem automatisier-  
ten Reifenlager

Die Reifen tragen Barcodes, anhand derer sie auf dem Anmeldescanner identifiziert werden und ihr Typ ermittelt werden kann (z.B. Reifen 47110815 vom Typ Winterreifen 185/60). Wird ein Reifen auf der Einlagerfördertechnik gemeldet, ermittelt ein Einlageralgorithmus den Zielplatz des Reifens im Lager.

Hierbei gelten folgende Zielvorgaben:

- Die Reifen eines Typs sind gleichverteilt über die Module einzulagern.
- Auf den kurzen Förderstücken vor den Einlagerseiten eines gewählten Moduls muss noch Platz sein (maximal drei Reifen sind in diesem Wartepuffer möglich).
- Das Modul muss momentan betriebsbereit sein (keine Störung oder Wartung gemeldet).

Sollte ein Modul in Störung gehen, während noch ein Reifen zu ihm unterwegs ist oder es mechanische Probleme beim Ausschleusen der Reifen vom Einlager-Förderer gibt, landen die betreffenden Reifen im Überlauf, von wo sie nach Behebung der Störung durch Bediener ins System eingeschleust werden können (hier nicht eingezeichnet). Die Abb. B-6 und B-7 verdeutlichen die Bau- und Funktionsweise eines einzelnen Moduls.

Wenn ein Reifen die vorderste Position auf dem Einlagerstich erreicht hat, wird er durch eine Mechanik soweit angehoben, dass er von der Gabel des Moduls durch Unterfahren übernommen werden kann. Die Gabel fährt dann mit dem Reifen auf dem Schlitten zurück. Das Modul steuert durch horizontales Verfahren des Schlittens auf einer Schiene und durch gleichzeitiges Anheben oder Absenken der Horizontalschiene mittels der Vertikalführung den gewählten Lagerplatz an. Die Gabel fährt ins Fach hinein und legt den Reifen am Ziel ab. Da die Fächer nur an den Seiten Auflagen haben, kann die Gabel nach Ablegen des Reifens auf diese Auflagen zurückgezogen werden, ohne

Abb. B-6:  
Draufsicht auf  
einen Modul

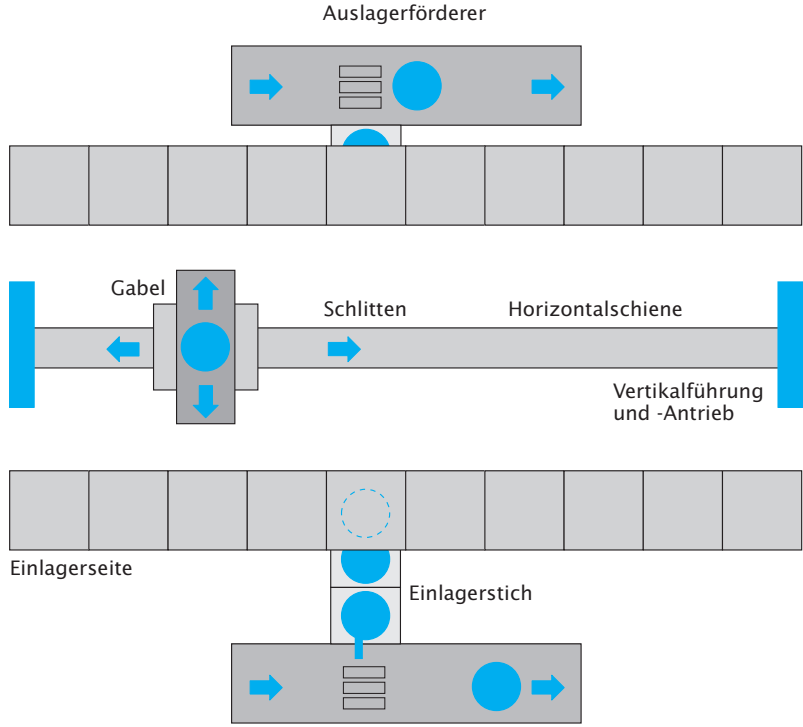
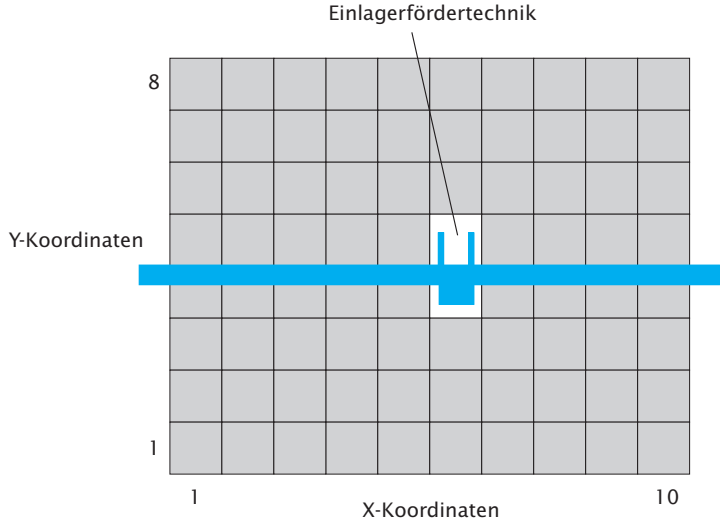


Abb. B-7:  
Seitenansicht eines  
Regelbediengeräts  
(Einlagerseite)



dass hierfür eine mechanische Absenkkonstruktion in jedem Fach notwendig wäre.

Aus Seitenansicht und Draufsicht wird deutlich, dass ein einzelner Lagerplatz im Lager durch ein Viertupel bestimmt ist (Modulnummer, Regalseitennummer (Einlagerseite = 1; Auslagerseite = 2), X- und Y-Koordinate). Nicht jedes Viertupel ist automatisch ein gültiger Lagerplatz, da für die Ein- und Auslagerstiche Platz in den Regalen ausgespart werden muss. Als weiteres Ziel für einen guten Einlageralgorithmus ergibt sich, dass unter der Beachtung dieser Restriktion Reifen möglichst nah zum Ein- und Auslagerstich eingelagert werden sollen, damit die Verfahrszeiten des Moduls zum Lagerplatz möglichst gering ausfallen.

Auf der CD-ROM 1 befindet sich ein Videofilm, der eine reale Anlage zeigt



## Glossar Lagerverwaltung V1.0

Version	Autor	QS	Datum	Status	Kommentar
1.0	Knobloch		03/00	akzeptiert	

### Eingangs-Scanner

Identifiziert einen eintreffenden Reifen anhand des aufgedruckten Barcodes und übermittelt der Lagersteuerung die Information, dass ein Reifen mit Seriennummer X vom Reifentyp Y zur Einlagerung ansteht.

### Lagerplatz

Regalfach, in das ein Reifen manuell oder automatisch eingelagert wird, und von dem er in gleicher Weise wieder entnommen werden kann. Ist eindeutig bestimmt durch die Angabe von Modulnummer, Seitennummer, Fachreihe (Y-Koordinate) und Fachspalte (X-Koordinate).

### (Lager-)Modul

→RBG

### Produktion

Eigentlich der fördertechnische Ausgang der Reifenproduktion. Von den unterschiedlichen Produktionsmaschinen in der Reifenfertigung werden alle Reifen auf einen gemeinsamen Förderer geleitet, der sie dann als unsortierten Reifenstrom am →Eingangs-Scanner des Lagerverwaltungssystems anliefert.

### RBG

Regalbediengerät, das vollautomatisch durch eine Computersteuerung Reifen ein- oder auslagert. Lagert Reifen in zwei gegenüberliegende →Regalseiten ein.

### Regalseite

Enthält mehrere →Lagerplätze in zweidimensionaler Matrixanordnung.

### Sperre

Kann für einen einzelnen →Lagerplatz oder ein ganzes →Modul gesetzt und gelöscht werden, um Wartungsarbeiten oder manuelle Eingriffe durchzuführen, ohne den automatischen Betrieb zu behindern.

### SPS

**S**peicher**p**rogrammierbare **S**teuerung. Interagiert als unterste Automatisierungsebene direkt mit Gewerken (Scannern, Motoren, Sensoren, Modulen). Wickelt kleine Automatisierungsaufgaben autonom ab, z.B. »Wenn Lichtschranke A belegt ist, dann steuere Motor B solange an, bis Lichtschranke B belegt ist«. Kommuniziert mit den oberen Automatisierungsebenen (Lagerleitrechnern usw.) über →(TCP/IP)-Telegramme.

### Telegramm

Allgemein eine Folge von ASCII-Zeichen, die über ein Kommunikationsprotokoll zwischen zwei Kommunikationspartnern ausgetauscht wird. Struktur

und Semantik der Zeichenfolge legen die Kommunikationspartner vorher gemeinsam fest. Beispieltelogramm aus der Lagerverwaltung: »01-AB1234« von SPS an Lagerleitreechner bedeutet: Reifen mit Barcode AB1234 am Einlager-scanner gemeldet, erbitte Ziel für Transport. Der Lagerleitreechner bestimmt dann einen Lagerplatz in einem Modul und gibt als nächsten Teilauftrag an die →SPS das Telegramm »01-AB1234-2« aus. Übersetzt: Gemeldeten Reifen AB1234 bitte zu Modul 2 transportieren. Dann wird sich die SPS wieder mit einem Telegramm melden, wenn der Reifen vor Modul 2 zur Einlagerung bereitsteht und als nächsten Auftrag per Telegramm den Transport zum endgültigen Lagerplatz erhalten.

### Testmaschine

Eine Maschine, die Reifen vor der Auslieferung automatisch auf Einhaltung der Produktionsvorgaben prüfen kann (z.B. Rundlaufeigenschaften wie Unwucht).

## Pflichtenheft Lagerverwaltung V1.0

Version	Autor	QS	Datum	Status	Kommentar
1.0	Knobloch		04/00	akzeptiert	

### 1 Zielbestimmung

Der Herstellungsprozess der Reifenfirma »Reifenquelle« soll durch ein eingesetztes vollautomatisches Lager zwischen Produktion und Testmaschinenpark beschleunigt werden. Aufgabe der zu entwickelnden Software ist die Steuerung und Verwaltung des vollautomatischen Lagers aus Regalbediengeräten.

#### 1.1 Musskriterien

- Automatisches Ein- und Auslagern von Reifen
- Manuelles Korrigieren des Lagerbestandes
- Verwalten von Sperren auf Modul- und Platzebene
- Verwalten der Reifentypen
- Verwalten der Bediener
- Ermitteln und Protokollieren von Durchsatzzahlen
- Abfragen:
  - Wie viele Reifen vom Typ X sind derzeit eingelagert?
  - Welches ist der älteste Reifen eines Typs im Lager? (Beachtung des FIFO-Prinzips, d.h. *first in – first out*)
  - Welche Mitarbeiter haben welche Sperren wann gesetzt und wieder gelöscht?

#### 1.2 Wunschkriterien

- Statistische Auswertungen der gesammelten Daten über Effizienz und Durchsatz.
- Unterstützung bei der Datensicherung, um Historie eines einzelnen Reifens zurückverfolgen zu können.
- Abfragemöglichkeit übers Intranet, um von Computersystemen aus der Führungsebene direkt zugreifen zu können.
- Einbindung ins kaufmännische Software-System der Firma.

#### 1.3 Abgrenzungskriterien

- Keine Vorausplanung der Lagerbelegung durch Auswertung von Produktionstageszielen (Systemeingang ist der Eingangs-Scanner, erst ab diesem Zeitpunkt sind Reifen dem System bekannt).

## Anhang B Fallstudie Lagerverwaltung

- Keine Überwachung der Mitarbeiter (welche Störung wie lange dauerte und von wem behoben wurde, wird z.B. nicht erfasst).

### 2 Produkteinsatz

Das Produkt wickelt den Betrieb eines vollautomatischen Lagers selbstständig ab. Es ermöglicht Bedienereingriffe zur Behebung von Störungen, gestattet Übersicht in die Lagerbestände und dokumentiert seine Effizienz in statistischen Zahlen.

#### 2.1 Anwendungsbereiche

Technischer Anwendungsbereich

#### 2.2 Zielgruppen

Mitarbeiter der Firma »Reifenquelle« lassen sich nach ihrer Zugehörigkeit zu Funktionsgruppen gliedern:

- **Instandhaltung:**  
Wartet das automatische System, setzt und löscht die manuellen Modul- und Platzsperren.
- **Qualitätssicherung:**  
Sieht anhand der Lagerübersicht, welche Reifen als nächstes geprüft werden sollen. Von den Testmaschinen erreichen dann die einzelnen Auslageranforderungen das Lager-System.
- **Führungsebene:**  
Kontrolliert anhand der Statistiken die Effizienz des Systems.

#### 2.3 Betriebsbedingungen

Produktionsumgebung in der Fabrik. Bediengeräte sind staub- und spritzwassergeschützt auszuführen. Es muss damit gerechnet werden, dass Signale der unterlagerten Steuerung (SPS) infolge mechanischer Schockbelastungen mehrfach empfangen werden können, also die Telegramme entprellt werden müssen.

### 3 Produktübersicht

Übersichtsdiagramm (Abb. B-8).

### 4 Produktfunktionen

#### 4.1 Geschäftsprozesse

/F10/ (/LF10/)

**Geschäftsprozess:** Automatisches Einlagern

**Ziel:** Ein Reifen erscheint am Systemeingang (Scanner), erhält einen Lagerplatz zugewiesen und wird dort eingelagert

**Kategorie:** primär

**Vorbedingung:** Das Scannen des Barcode-Reifens muss erfolgreich sein, sonst kann der Typ nicht ermittelt werden. Solche unbekannten Reifen werden direkt in den Überlauf gefördert.

**Nachbedingung Erfolg:** Reifen ist physikalisch eingelagert und logisch in der Datenbank verbucht.

**Nachbedingung Fehlschlag:** Der Reifen wurde infolge gestörter Fördermechanik nicht eingelagert (liegt im Überlauf) oder produzierte aufgrund inkonsistenter Datenbank einen „Platz belegt“-Fehler beim Anfahren eines irrtümlich als frei angenommenen Platzes.

**Akteure:** Produktion

**Auslösendes Ereignis:** SPS meldet der Steuerung, dass am Eingangsscanner ein Reifen mit Seriennummer X des Typs Y eingetroffen ist.

**Beschreibung:**

- 1 Reifentypinformationen ermitteln (besonders Höhe des Reifens bei Wahl zwischen unterschiedlich hohen Lagerplätzen wichtig).



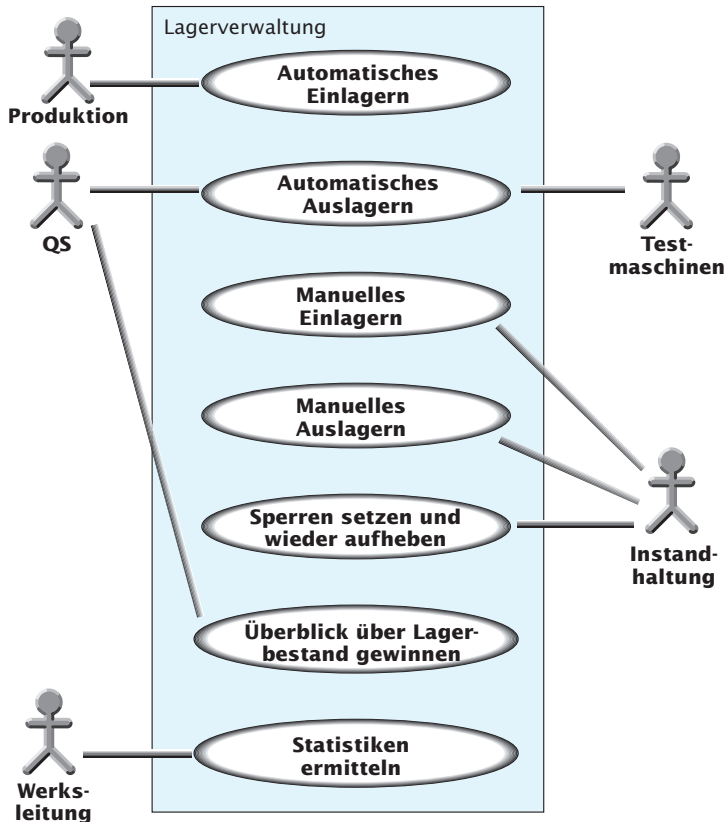


Abb. B-8:  
Geschäftsprozesse  
des Produkts  
Lagerverwaltung  
(Übersichts-  
diagramm)

- 2 Alle Module ermitteln, die
  - Platz auf den Einlagerstichen haben
  - momentan nicht im Störungszustand sind
  - freie Lagerplätze in der geforderten Höhe aufweisen.
- 3 Lagerplatz nach Gleichverteilungsgrundsatz bestimmen.
- 4 Reifen auf den Einlagerstich des gewählten Moduls fördern.
- 5 Sobald er auf dem vordersten Platz des Einlagerstichs steht, dem Modul den Befehl zur Reifenaufnahme und Einlagerung auf den gewählten Platz schicken.

#### Erweiterung:

- 2a Zur Effizienzsteigerung auch Module ansteuern, die momentan keinen Platz auf den Einlagerstichen haben, aber wahrscheinlich so schnell einlagern, dass der Reifen nach der Fahrtzeit zum Modul auf den Stich eingelagert werden kann (Überwachung des „Unterwegsbestandes“ an Reifen für ein bestimmtes Modul).
- 3a Lagerplatz des Reifens möglichst nah zum Einlagerstich im RBG wählen (kürzere RBG-Fahrtzeiten).

#### Alternativen:

- 2a Wenn kein Lagerplatz gefunden wird, Reifen zum Überlauf schicken (der Einlagerförderer wird niemals angehalten!).

## Anhang B Fallstudie Lagerverwaltung

/F20/ (/LF20/)

**Geschäftsprozess:** Automatisches Auslagern

**Ziel:** Es sollen auf Anforderung einer Testmaschine hin x Reifen vom Typ y zu dieser Testmaschine hin ausgelagert werden.

**Kategorie:** primär

**Vorbedingung:** Der nachgefragte Reifentyp muss dem System bekannt sein. Das Lager muss genügend Reifen von diesem Typ vorrätig haben.

**Nachbedingung Erfolg:** x Reifen vom Typ y haben das Lager zur Testmaschine A hin verlassen, ihre Plätze sind in der Datenbank als frei markiert.

**Nachbedingung Fehlschlag:** Die Reifen wurden infolge gestörter Module nicht ausgelagert (liegen noch in den Regalfächern) oder aufgrund inkonsistenter Datenbank wurden „Platz frei“-Fehler beim Anfahren eines irrtümlich als belegt angenommenen Platzes erzeugt.

**Akteure:** Qualitätssicherung, Testmaschinen

**Auslösendes Ereignis:** Von der Testmaschine A kommt das SPS-Telegramm, x Reifen vom Typ y zu ihr hin auszulagern.

**Beschreibung:**

- 1 Alle Module ermitteln, die
  - momentan nicht im Störungszustand sind
  - Reifen vom geforderten Typ enthalten.
- 2 Geforderte Zahl von Reifen nach Gleichverteilungsgrundsatz zur Auslagerung vormerken.
- 3 Reifen mit allen gewählten Modulen möglichst parallel (auf Tempo) zum Auslagerstich auslagern.
- 5 Sobald die Reifen auf dem Auslagerstich gemeldet sind, auf Auslagerförderer mit Ziel „Testmaschine A“ weiterleiten.

**Erweiterung:**

- 2a Lagerplatz der Reifen möglichst nah zum Auslagerstich im RBG wählen (kürzere RBG-Fahrtzeiten).
- 3a Überwachung des Zustands der Testmaschine A, um Blockaden auf der Auslagerfördertechnik infolge Rückstauungen zu vermeiden.

**Alternativen:**

- 3a Sollten während der Auslagerung bereits zur Auslagerung vorgemerakter Reifen Störungen an bestimmten Modulen auftreten, dynamisches Umplanen, falls Alternativreifen in anderen Modulen verfügbar sind.
- 3b Abbruchmöglichkeit von Anforderungen, die aufgrund von dauerhaften Störungen in absehbarer Zeit nicht mehr erfüllt werden können.

/F30/ (/LF30/)

**Geschäftsprozess:** Manuelles Einlagern

**Ziel:** Ein Reifen wird manuell auf einen Lagerplatz im Modul gelegt und in der Datenbank als dort eingelagert vermerkt.

**Kategorie:** primär

**Vorbedingung:** Das Scannen des Barcode-Reifens muss erfolgreich sein, sonst kann der Typ nicht ermittelt werden. Der gewählte Lagerplatz für manuelle Einlagerung muss vorher manuell gesperrt werden.

**Nachbedingung Erfolg:** Reifen ist physikalisch eingelagert und logisch in der Datenbank verbucht.

**Nachbedingung Fehlschlag:** Wenn der Platz nicht gesperrt wurde, kann es sein, dass (Fall a) Reifen am Eingangsscanner diesen Platz ansteuern, weil der Reifen zwar schon physikalisch, aber nicht logisch (in der Datenbank) eingelagert ist, oder (Fall b), dass versucht wird, einen logisch eingetragenen Reifen auszulagern, obwohl dort physikalisch noch kein Reifen liegt.

**Akteure:** Instandhaltung

**Auslösendes Ereignis:** Bediener will Reifen manuell einlagern.

**Beschreibung:**

- 1 Gewünschten Lagerplatz auswählen
- 2 Sicherstellen, dass der gewünschte Lagerplatz in der Datenbank nicht schon für eine Einlagerung vorgemerkt ist.
- 3 Gewählten Lagerplatz sperren.
- 4 Reifen physikalisch auf Lagerplatz einlagern
- 5 Reifen logisch in der Datenbank auf den gewählten Platz buchen
- 6 Lagerplatzsperre wieder aufheben

**Erweiterung:**

- 1a** Lagerplatz des Reifens möglichst nah zum Auslagerstich im RBG wählen (kürzere RBG-Fahrtzeiten).

**Alternativen:**

–

/F40/ (/LF40/)

**Geschäftsprozess:** Manuelles Auslagern

**Ziel:** Ein Reifen wird manuell aus einem Lagerplatz im Modul entnommen und sein Platz in der Datenbank als frei gebucht.

**Kategorie:** primär

**Vorbedingung:** Das Scannen des Barcode-Reifens muss erfolgreich sein, sonst kann der Typ nicht ermittelt werden. Der gewählte Lagerplatz für manuelle Auslagerung muss vorher manuell gesperrt werden.

**Nachbedingung Erfolg:** Reifen ist physikalisch ausgelagert und logisch in der Datenbank als entnommen verbucht, Lagerplatz ist frei gebucht.

**Nachbedingung Fehlschlag:** Wenn der Platz nicht gesperrt wurde, kann es ein, dass (Fall a) Reifen am Eingangsscanner diesen Platz ansteuern, weil der Lagerplatz schon in der Datenbank als frei gebucht wurde, obwohl der Reifen physikalisch noch im Fach liegt, oder (Fall b), dass versucht wird, einen logisch noch eingetragenen Reifen auszulagern, obwohl dort physikalisch schon kein Reifen mehr liegt.

**Akteure:** Instandhaltung

**Auslösendes Ereignis:** Bediener will Reifen manuell auslagern.

**Beschreibung:**

- 1 Gewünschten Reifen und Lagerplatz auswählen
- 2 Sicherstellen, dass der gewünschte Reifen in der Datenbank nicht schon für eine Auslagerung vorgemerkt ist.
- 3 Gewählten Lagerplatz sperren.
- 4 Reifen physikalisch aus Regalfach entnehmen
- 5 Reifen logisch in der Datenbank als ausgelagert eintragen und den Platz frei buchen.
- 6 Lagerplatzsperre wieder aufheben.

**Erweiterung:**

–

**Alternativen:**

- 2a** Wenn der Reifen schon für eine Auslagerung vorgemerkt ist, abbrechen der Auslagerung falls möglich (nur wenn dynamisches Umplanen für Auslagerung schon realisiert ist!).

/F50/ (/LF50/)

**Geschäftsprozess:** Sperren setzen und wieder aufheben.

**Ziel:** Lagerplätze oder ganze Module sperren, um Wartungsarbeiten durchführen oder Störungen beseitigen zu können.

**Kategorie:** primär

**Vorbedingung:** –

## Anhang B Fallstudie Lagerverwaltung

**Nachbedingung Erfolg:** Die Sperren werden auf Modul- wie Platzebene korrekt gesetzt respektive entfernt.

**Nachbedingung Fehlschlag:** –

**Akteure:** Instandhaltung

**Auslösendes Ereignis:** Bediener will Sperren wegen Wartung oder Störungsbehebung setzen oder aufheben.

**Beschreibung:**

1 Gewünschten Platz oder Modul wählen.

2 Sperrenzustand nach Wunsch ändern.

**Erweiterung:**

–

**Alternativen:**

–

/F60 (/LF60/)

**Geschäftsprozess:** Überblick über Lagerbestand gewinnen.

**Ziel:** Überblick über die Lagebestände gewinnen, um die nächsten Auslagerungen für die Testmaschinen planen zu können.

**Kategorie:** primär

**Vorbedingung:** –

**Nachbedingung Erfolg:** Die Übersichten werden korrekt angezeigt.

**Nachbedingung Fehlschlag:** –

**Akteure:** Qualitätssicherung

**Auslösendes Ereignis:** Bediener will nächste Auslagerungen planen, weil aktueller Testlauf an einer Maschine beendet wurde.

**Beschreibung:**

1 Gewünschte Darstellungsart wählen.

2 Darstellung wird angezeigt.

**Erweiterung:**

–

**Alternativen:**

–

/F70 (/LF70/)

**Geschäftsprozess:** Statistiken ermitteln

**Ziel:** Überblick über die Effizienz des Systems gewinnen, um Schwachstellen analysieren zu können.

**Kategorie:** sekundär

**Vorbedingung:** –

**Nachbedingung Erfolg:** Die Statistiken werden korrekt berechnet.

**Nachbedingung Fehlschlag:** –

**Akteure:** Werksleitung

**Auslösendes Ereignis:** Werksleitung möchte die Effizienz des Systems untersuchen.

**Beschreibung:**

1 Gewünschte Statistik auswählen.

2 Darstellungsart wählen (Zahlen-Kolonne, Graphik).

3 Darstellung wird angezeigt.

**Erweiterung:**

–

**Alternativen:**

–

## 4.2 Listen

/F60/ (/LF60/)

**Reifen-Bestandsliste** für das Gesamtlager mit folgenden Daten:

Reifentyp, Reifenanzahl, Verteilung auf Module, Datum ältester Reifen.

/F70/ (/LF60/)

**Mitarbeiterliste** für alle Bediener mit folgenden Daten:

Mitarbeiternummer, Zugriffsrechte, Datum letzter Anmeldung.

/F80/ (/LF70/)

### Statistische Kennzahlen des Lagers:

Einlagerungen pro Modul und in wählbarem Zeitintervall (wie viel Reifen in Modul A eingelagert während der Frühschicht?

## 5 Produktdaten

### 5.1 Lagerdaten

/D10/ (/LD10/) Daten der Lagerplätze (max. 5.000):

Modulnummer, Regalseite, Regalspalte, Regalzeile, Fachhöhe, Platzsperre (0 = nicht gesperrt, 1 = gesperrt für Einlagerung, 2 = gesperrt für Auslagerung, 3 = gesperrt für alle Zugriffe), Reifenstatus (0 = frei, 1 = reserviert für Einlagerung, 2 = belegt, 3 = reserviert für Auslagerung), Reifenseriennummer.

/D40/ (/LD40/) Daten der Module (max. 20):

Modulnummer, Sperrkennzeichen (0 = nicht gesperrt, 1 = gesperrt für Einlagerung, 2 = gesperrt für Auslagerung, 3 = gesperrt für alle Zugriffe), maximale Kapazität, freie Kapazität, belegte Plätze (ergibt sich aus Status und Zahl der zugeordneten Lagerplätze, wird aus Geschwindigkeitsgründen allerdings redundant mitgeführt).

### 5.2 Reifendaten

/D20/ (/LD20/) Reifendaten (max. 200.000):

Reifenseriennummer, Reifentyp, Reifenstatus, Chargenzugehörigkeit, Anmeldedatum (am Scanner), Einlagerdatum (ins Modul), Auslagerdatum (aus Modul), Abmeldedatum (von Testmaschine bearbeitet).

/D30/ (/LD30/) Reifentypdaten (max. 200):

Nummer, Name (z.B. »Superhaftung 185/60«), Reifenhöhe, Felgenreöße, Mitarbeiternummer (des Mitarbeiters, der diesen Typ ins System eingepflegt hat).

### 5.3 Chargendaten

/D60/ (/LD60/) Auslagerchargendaten (max. 200):

Chargennummer, Testmaschinenummer, Reifentyp, Zahl angeforderter Reifen, Zahl bearbeiteter Reifen, Status der Charge (1 = vorbereitet, 2 = in Arbeit, 3 = regulär beendet, 4 = abbrechend: aber es sind noch Reifen zur Maschine auf der Fördertechnik unterwegs, 5 = abgebrochen mit Minderlieferung), Mitarbeiternummer, Eintragungsdatum, Startdatum, Endedatum.

### 5.4 Mitarbeiterdaten

/D50/ (/LD50/) Mitarbeiterdaten (max. 100):

Mitarbeiternummer, Name, Vorname, Passwort, Berechtigungsstufe, Datum letzte Anmeldung, Datum letzte Abmeldung.

## Anhang B Fallstudie Lagerverwaltung

### 6 Produktleistungen

/L10/ (/LL10/) Die Funktion /F60/ darf nicht länger als 5 Sekunden Antwortzeit benötigen.

/L20/ (/LL20/) Alle Reaktionszeiten auf Benutzeraktionen müssen unter 2 Sekunden liegen (außer Funktion /F60/).

/L30/ Die im Rahmen der automatischen Einlagerung /F10/ notwendige Platzwahl für einen am Anmeldescanner gemeldeten Reifen darf aus Gründen der Kommunikation mit der SPS nicht länger als 3 Sekunden dauern, ansonsten kann die SPS die Lieferung des Reifens zum richtigen Modul nicht garantieren.

### 7 Qualitätsanforderungen

Produktqualität	sehr gut	gut	normal	nicht relevant
<b>Funktionalität</b>				
Angemessenheit		X		
Richtigkeit	X			
Interoperabilität		X		
Ordnungsmäßigkeit	X			
Sicherheit	X			
<b>Zuverlässigkeit</b>				
Reife	X			
Fehlertoleranz			X	
Wiederherstellbarkeit	X			
<b>Benutzbarkeit</b>				
Verständlichkeit			X	
Erlernbarkeit			X	
Bedienbarkeit		X		
<b>Effizienz</b>				
Zeitverhalten		X		
Verbrauchsverhalten			X	
<b>Änderbarkeit</b>				
Analysierbarkeit			X	
Modifizierbarkeit			X	
Stabilität	X			
Prüfbarkeit		X		
<b>Übertragbarkeit</b>				
Anpassbarkeit				X
Installierbarkeit			X	
Konformität			X	
Austauschbarkeit			X	

### 8 Benutzungsoberfläche

/B10/ Standardmäßig ist das *Windows*-Gestaltungs-Regelwerk zu beachten.

/B20/ Die Bedienungsoberflächen sind auf Tastaturbedienung auszulegen (Robusteres Eingabegerät, schnellere Dateneingabe). Mausbedienung soll möglich sein, ist aber nur Wunschkriterium

/B30/ ISO 9241-10: 1996 (Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung) ist zu beachten.

/B40/ Folgende Rollen sind zu unterscheiden:

Rolle	Rechte
Qualitätssicherung	/F60/
Instandhaltung	/F30/, /F40/, /F50/
Werksleitung	/F60/, /F70/

## 9 Nichtfunktionale Anforderungen

Die Absprachen mit dem Lieferanten der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) werden in einem gesonderten Lastenheft festgehalten. Das Software-Paket muss alle Funktionen in einem ausführbaren Programm bündeln. Welche Funktionalität auf welchem *Client* zur Verfügung steht, wird über eine Konfigurationsdatei (im Stil einer INI-Datei) bestimmt.

## 10 Technische Produktumgebung

Das Produkt ist *client/server*-fähig und Internet-fähig.

### 10.1 Software

*Server*-Betriebssystem: *Windows NT*.

*Client*-Betriebssystem: *Windows NT/98* oder *Browser* (für Fernwartung).

### 10.2 Hardware

*Server*: PC

*Client*: PC und *browserfähiges* Gerät mit Grafikbildschirm (für Fernwartung).

### 10.3 Orgware

Netzwerkverbindung des *Servers* zum Computersystem der Testmaschinen, von dem die Abmeldung der Reifen nach durchgeführtem Testlauf kommt.

### 10.4 Produkt-Schnittstellen

Die Kommunikation mit der unterlagerten SPS erfolgt über getrennt definierte (eigenes Pflichtenheft) TCP/IP-Protokolle. Analoges gilt für die Kommunikation mit dem Testmaschinen-Rechner.

## 11 Spezielle Anforderungen an die Entwicklungsumgebung

Keine Abweichungen von der Produktumgebung.

## 12 Gliederung in Teilprodukte

Es sind zwei Teilprodukte geplant, wobei die erste Version die Kernfunktionalität ohne statistische Funktionen /F70/ umfasst und auf zwei physikalische RBG begrenzt ist.

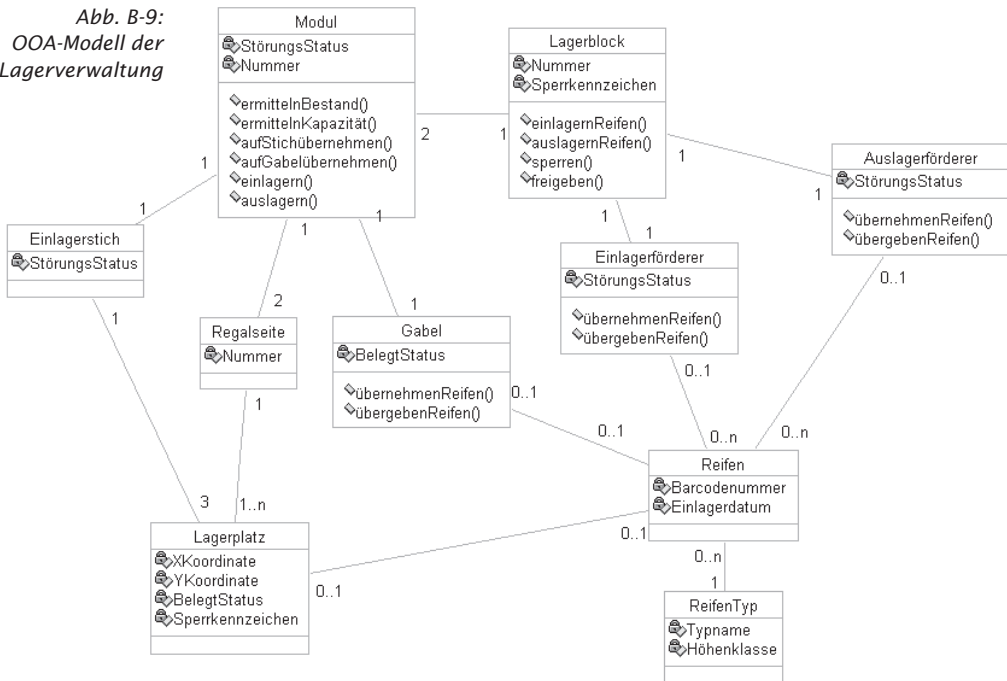
Die zweite Version enthält neben dem Statistik-Paket auch noch die Integration der sechs neuen, geplanten RBG, die mit einer Doppelgabel ausgerüstet sind und daher auch eine Anpassung der Ein- und Auslagerstrategien erfordern.

## 13 Ergänzungen

Die Inbetriebnahme muss innerhalb der Werksferien der Firma »Reifenquelle« durchgeführt und abgeschlossen werden. Ein Nichteinhalten dieses Termins führt zur Zahlung einer Konventionalstrafe von 5 Prozent des vereinbarten Kaufpreises sowie zu einer neuen Inbetriebnahme während der Werksferien im nächsten Jahr, deren Mehrkosten alleine der Lieferant der Software trägt.

### OOA-Modell: Lagerverwaltung

Abb. B-9:  
OOA-Modell der  
Lagerverwaltung



Auf der CD-ROM 1 befindet sich eine lauffähige Version der Lagerverwaltung, die die technische Anlage simuliert.

