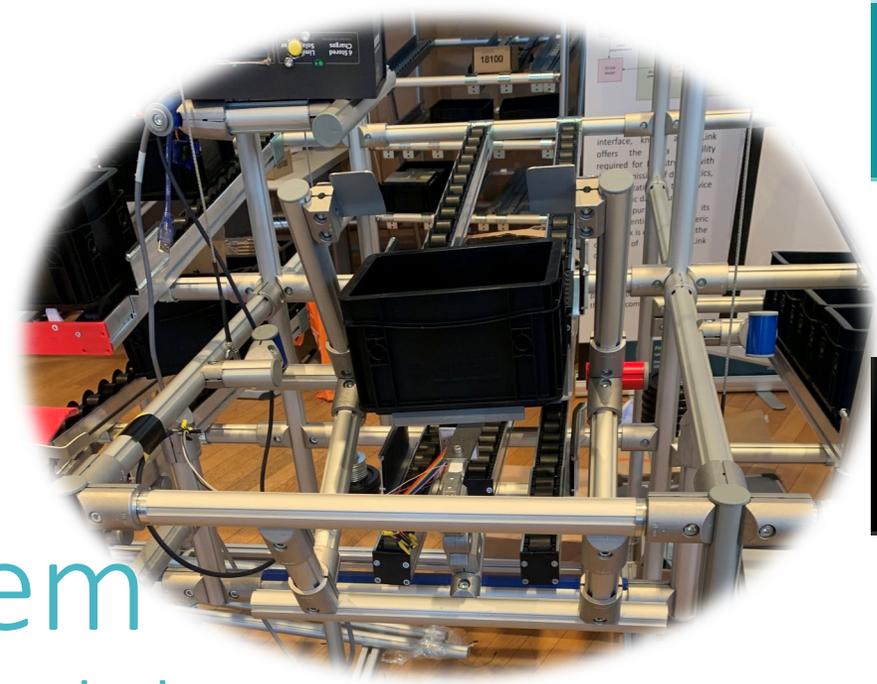


# MSuES Projekt: Digitales Karakuri- Intelligente Wägesystem in Verbindung mit **item**<sup>®</sup> Workshop



Studierenden:  
Chuanfang Ning  
Peiqi Guo

Betreuer:  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Wollert  
Assistentin:  
Ulmer Jessica

Quelle: [karakuri.item24.de](http://karakuri.item24.de)



Hintergrund

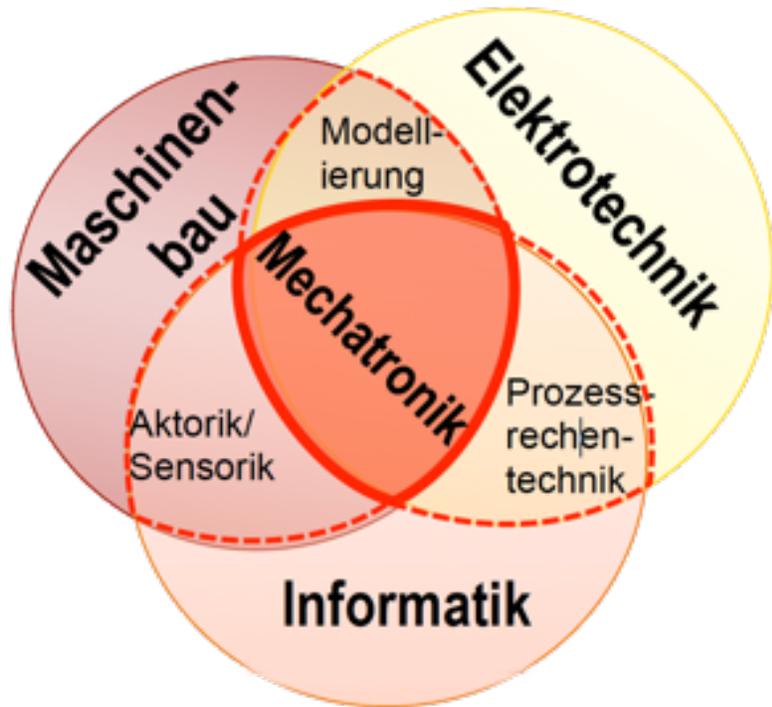
- Karakuri System(絡繰からくり)
- Originaler Vergnügungszweck (Tee servieren)
- Aktueller Vergnügungszweck (effizienten Kommissionen der Werkteile)

13.02.2020

Quelle: [wikipedia.org](http://wikipedia.org)



## Motivation: Umbauen von Karakuri System



Quelle: Vorlesungsskripte MS 2019



- Maschinenbau: Grundlegende mechanische Profile Komponenten, trenbarkeit beibehalten.
- Elektrotechnik: Arbeitskräfte sparen, höhere Automatisierung.
- Informatik: Online-Inventar, digitale Aufträge

# Gliederung

## 1.Arbeit:

- Wettbewerb Analyse
- Scenario Lösungen
- Aufgabestellung
- Nutzungsstruktur
- Use Case Diagramm

## 1.Ergebnis:

- Lastenheft

## 2.Arbeit

- Funktionale Anforderungen
- Nicht-funktionale Anforderungen
- Zustands Diagramm
- Sequenzielles Diagramm
- Aktivitätsdiagramm
- Testprotokoll

## 2.Ergebnis:

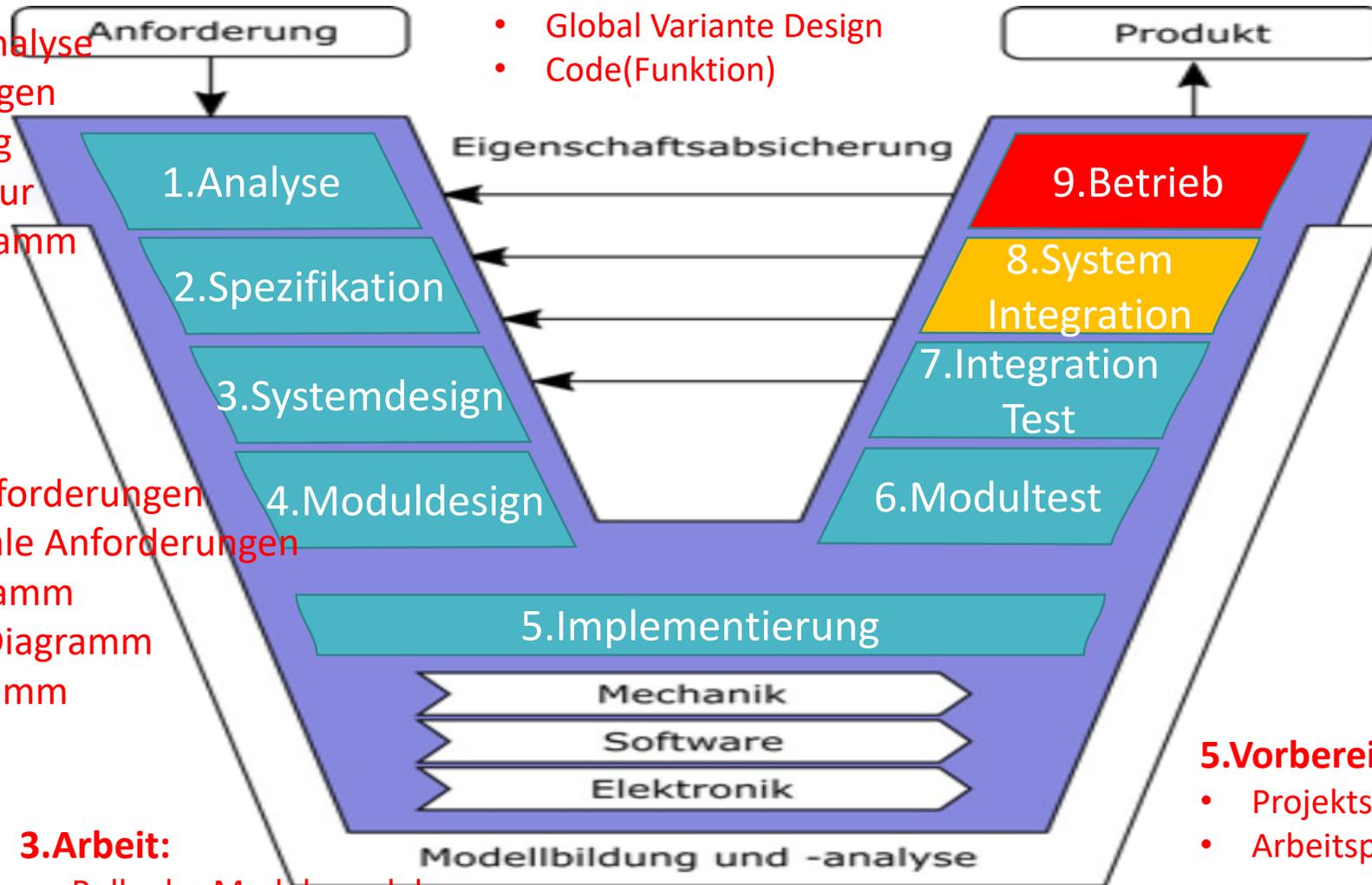
- Pflichtenheft

## 3.Arbeit:

- Rolle der Module und deren Funktionen
- Funktionsprototyp
- Schnittstelle zwischen Modulen

## 4.Arbeit:

- CAD Design
- Stücklist
- Schaltplan
- Global Variante Design
- Code(Funktion)



## 6.Arbeit:

- Testbare Funktionen von System sichern

## 7.Arbeit:

- Testbare Funktionen von jeweiligen Modulen sichern

## 5.Vorbereitung:

- Projektstrukturplan
- Arbeitspakete

# 1 Analyse Wettbewerb Analyse

- SUS in Amerika
- Creform in Deutschland

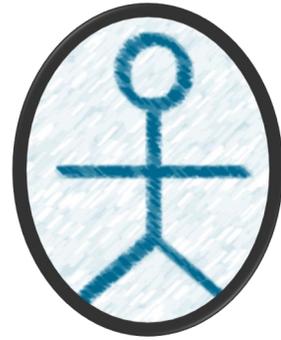
Quelle: Creform, SUS America  
**REFORM**<sup>®</sup> **MATERIAL  
HANDLING  
SYSTEMS**

**FLOW RACK WITH  
TILT PRESENTATION**

# Scenario Lösungen



Inventur Verwalter  
Zeitlich nachbestellen



Auftraggeber



Teile Anbieter  
A, B, C, ... Teilekiste



Kommissionär



Typ A Profilrohr 4pc



+

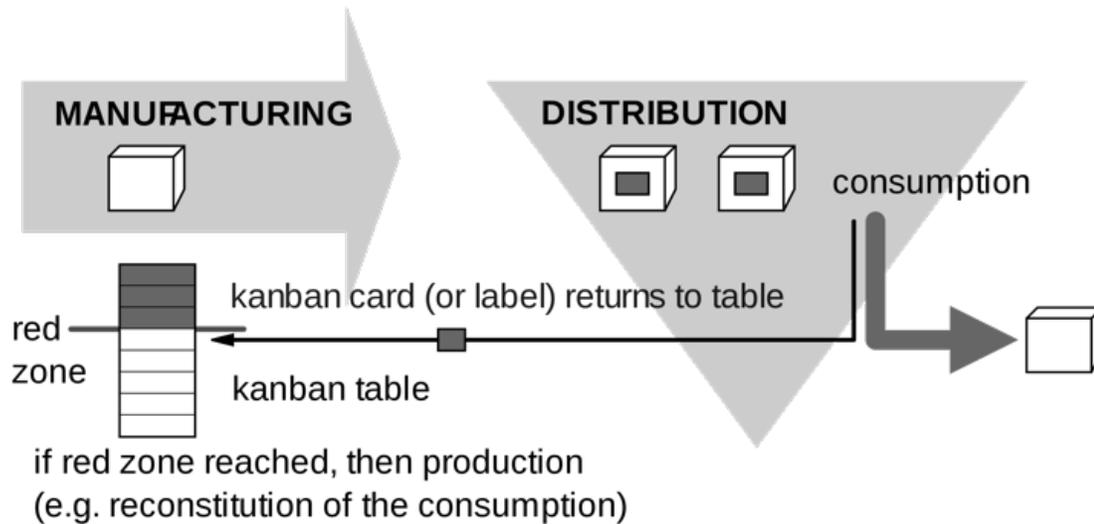


Typ B Profilrohr 1pc

# Kanban Prinzip

かんばん  
看板

## Produktionprozesssteuerungsprinzip



Kanban Nachbestellungsprinzip  
(Quelle: en.wikipedia.org)

Your Logo Here				<b>Kanban Replenishment Card</b>	
Part Number:		Description			
Part Number		Description			
Order Qty:	U/M	Card 1 of	Container		
as Per Cont of Mea	Card 1 of	Container			
Pull From:		Supplier			
Pull From		Supplier			
Pull To:		Consuming Operation			
Shelf Location		Consuming Operation			
Card ID		Tracking #			

Eine typische Kanban Karte  
Quelle:mdcegypt.com



~~Inventur Verwalter~~

Online automatisches  
Inventur System

~~Kanban Karte sammeln und verwalten~~

RFID Karte



~~Papier Auftraggeber~~

~~Auftrag geben~~

Elektronischer Auftrag



~~A, B, C, Teile mit Tag kennzeichnen~~

Durch RFID gekennzeichnete  
Teile in der Kiste



~~Zu entnehmende Teile zahlen  
und Kiste manuell entlassen~~

Teileanzahl überwachen  
Motor motion bestätigen,  
Kiste zu entlassen

# Lastenheft

## Aufgabenstellung WS2019/20

- Kanban-Regal Waage für Online-Inventur
- Jede Rollenbahn hat ihr eigenes Waagemodul
- Durch die Wägung wird automatisch die entnommene Menge von Teilen detektiert
- Jedes Wägemodul ist unabhängig und steuert den Entnahme- und Nachbestellungsvorgang



## Aufgabenstellung – Digitales Karakuri

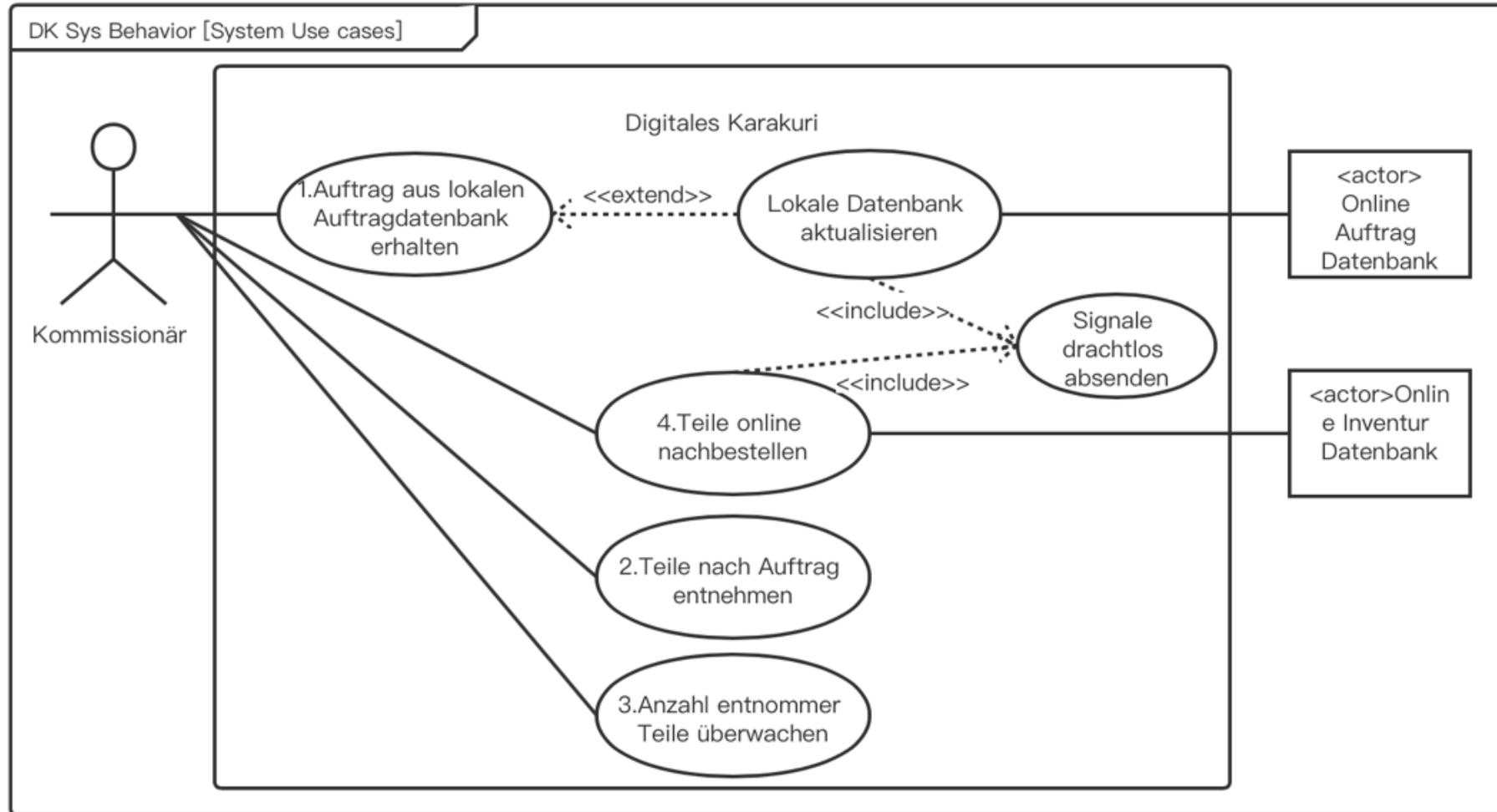
- Intelligente Automatisierung auf der Basis von physikalischen Prinzipien, weitestgehend ohne Antriebe
- Hier digitalisiert – für Verbrauchssteuerung, Inventur| und angeleitete Handarbeit
- Die Waage ist zentrales Element
  - Anzeige der Tätigkeit
  - Wiegen der Teile - Bestand
  - Kontrolle der Entnahme
  - Nachbestellung von Teile



## Aufgabestellung aus der Sicht Arbeitsgeber

1. Die Tätigkeit der Arbeiter soll aktuell hingewiesen.
2. Das System kann durch Wägung die entnommenen Teilmenge detektieren und dem Benutzer helfen, die zu entnehmende Teilmenge zu kontrollieren.
3. Die Nachbestellung wird automatisch nach Gesamtmenge von entnommenen Teilen gemacht.

# Use Case Diagramm (2nd Version)



# Pflichtenheft

## Umsetzungsideen

1. Die Tätigkeit der Arbeiter soll aktuell hingewiesen.

**LCD Bildschirm**, in dem das System alle Hinweisungen zeigt.

2. Das System kann durch Wägung die entnommenen Teilmenge detektieren und dem Benutzer helfen, die zu entnehmende Teilmenge zu kontrollieren.

**HX711 Wiegeneinheit und eine Wägezelle**. Das System wiegt das Gewicht von Kiste wiederholt und rechnet die aktuelle Teil Anzahl durch Abziehen und Dividieren. Die Anzahl von Teilen in der Kiste und die Summe von allen entnommenen Teilen werden auf den Bildschirm hingewiesen. Somit hilft das System dem Arbeiter, das Arbeitsprozess kontrollieren.

3. Die Nachbestellung wird automatisch nach Gesamtmenge von entnommenen Teilen gemacht.

Um die dritte Anforderung im Lastenheft umzusetzen, **programmieren wir in Arduino**. Immer wenn Teile von Kisten entnommen werden, die entnommene Menge wird nicht nur auf Bildschirm dargestellt, sondern sind auch in ROM gespeichert. Wenn die Gesamtzahl entnommener Teile einen Grenzwert überwindet, wird das System automatisch Nachbestellung an Online Inventur machen.

# Pflichtenheft

## Anforderungen

### **Funktionale Anforderungen**

- Nach der Teileentnahme könnte der Benutzer die Kiste per einem Klick auf der User-Interface entlassen und eine andere Kiste anfordern.
- Wenn die Kiste leer ist, entlässt das System die Kiste automatisch.
- Das System kann das Gewicht von verschiedenen Kisten und Teile speichern.
- Das System kann nach einem Arbeitszyklus automatisch nachbestellen
- Während der Teileentnahme bleibt die Kiste verankert und still.

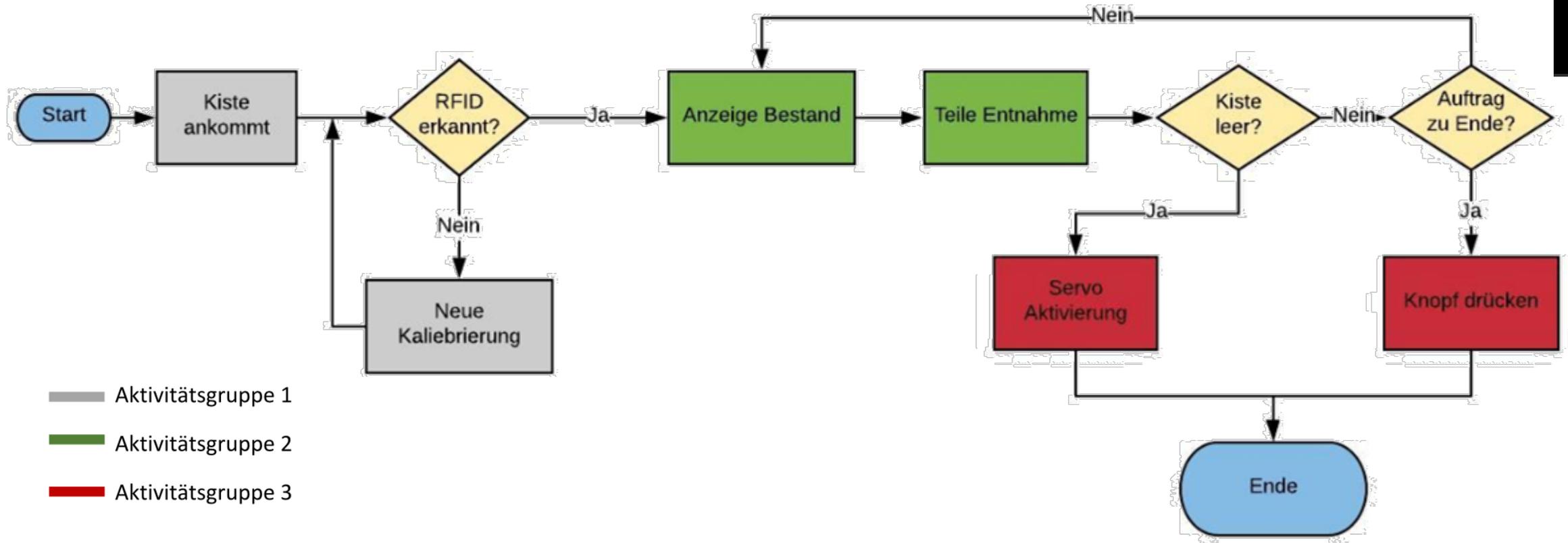
### **Nicht funktionale Anforderungen**

- Genauigkeit: Auflösung und maximale Abweichung von Wägezelle muss unter **X**% sein.
- Robustheit: Lebensdauer des Gerätes soll mindesten **X** Jahre lang sein.
- Ressourcenverbrauch: Der Stromverbrauch sollte **X** Energiestufe erreichen.
- Zeitverhalten: Zeitraum von Arbeitszyklus soll nicht länger als **X** Sekunden pro Kiste sein.

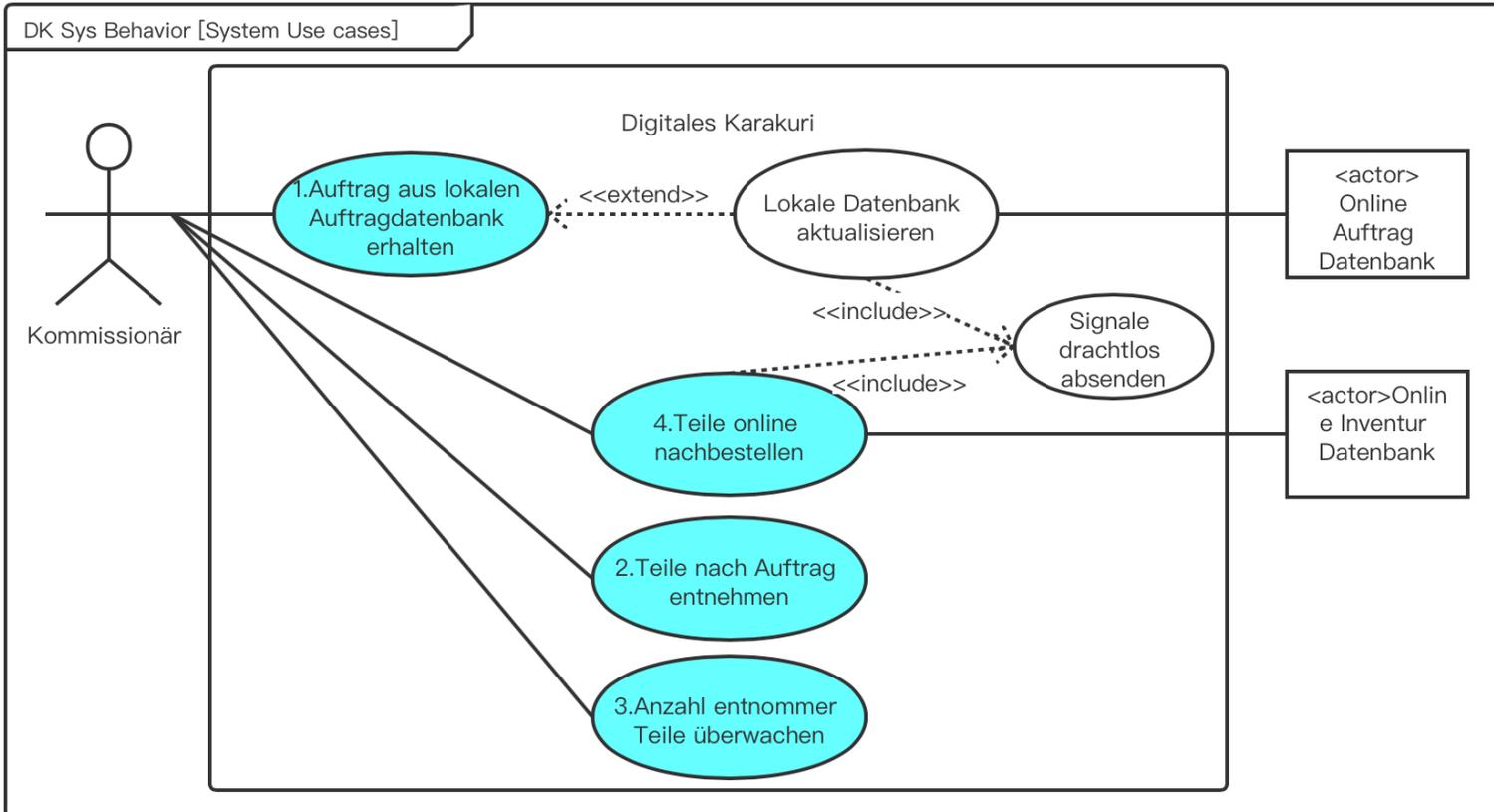
# Pflichtenheft Testprotokoll

Anforderung stypen	Anforderungen	Quantitativ prüfbar?	Testmethode	Protokoll
Funktionale	Stückzahl in der Kiste messen und im LCD-Screen zeigen	Ja	Direkte Vergleichung	Wir vergleichen den Istwert mit dem Sollwert von Stückzahl mehrmals und rechnen die richtige Rate aus.
	Stillstand während der Teilentnahme	Nein	N/A	N/A
	Kiste entlassen und nachbestellen per Click auf HMI	Nein	N/A	N/A
	das Gewicht von verschiedenen Kisten und Teile speichern	Ja	Mehrmalige Betrieb	Nach einem Arbeitszyklus schalten wir den Strom ab. Dann schalten wir das System ein und testen, ob das System ohne eine neue Kalibrierung gut funktionieren kann.
Nicht-funktionale	Wiegen Auslösung	Ja	Durch An-und-Ablegung Teile mit geringem Gewicht	Wir legen leichte Gewichtssteine in die Kiste auf der Wagezähler an und ab. Dadurch ermitteln wir die kleinste Auflösung.
	Maximale Abweichung	Ja	Mehrmalige Betrieb	Bei mehrmaligen Betrieben können wir das aktuelle Gewicht mit Messwert verglichen und die statistische Daten von Abweichung erhalten.
	Lebensdauer des Gerätes	Theoretisch	Nur durch langfristigen Betrieb kann das Lebensdauer ermittelt	N/A
	Zeitraum von Arbeitszyklus	Ja	Im Betrieb die Zeitraum messen	Im Betrieb messen wir mehrmals , wie lang ein vollständige Arbeitszyklus dauer und einen Durchschnitt rechnen.

# Aktivitätsdiagramm



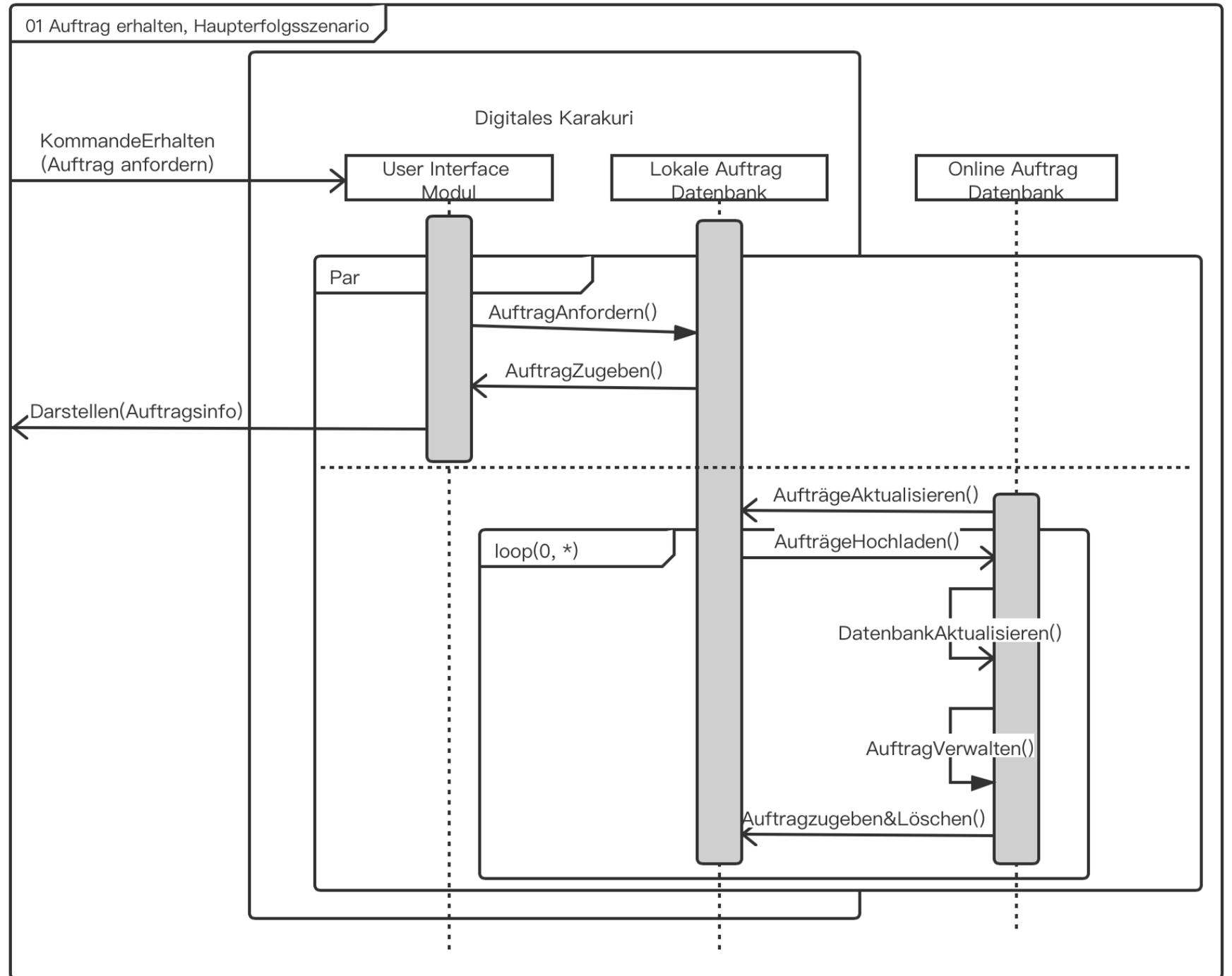
# Sequenzdiagramm zur Base Use Case Beschreibung



# Sequenzdiagramm

Base Use Case 1

Auftrag erhalten, Haupterfolgsszenario



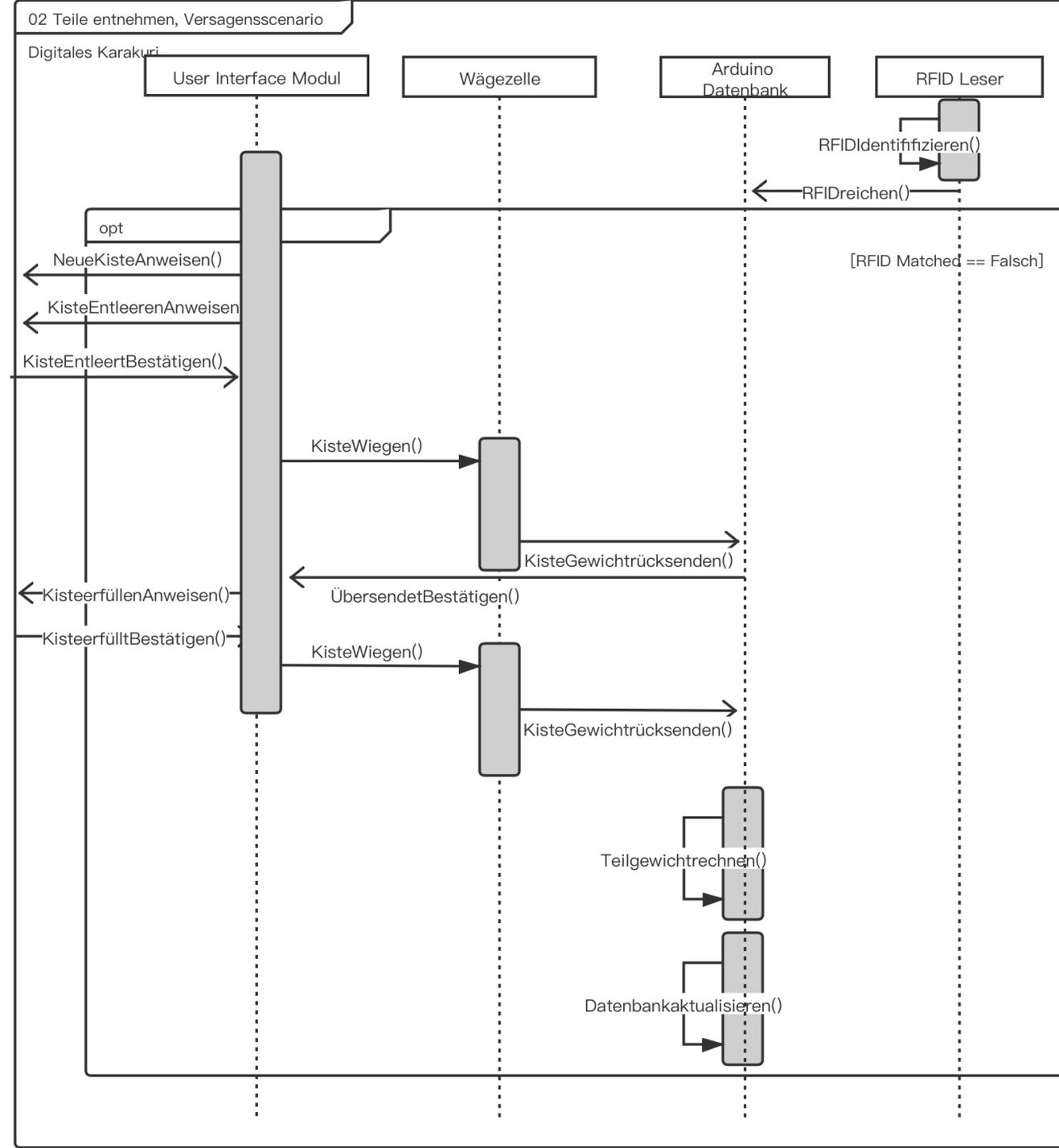
# Sequenzdiagramm

## Base Use Case 2

Teil entnehmen,  
Versagensszenario,  
Kalibrierungsprozess



13.02.2020



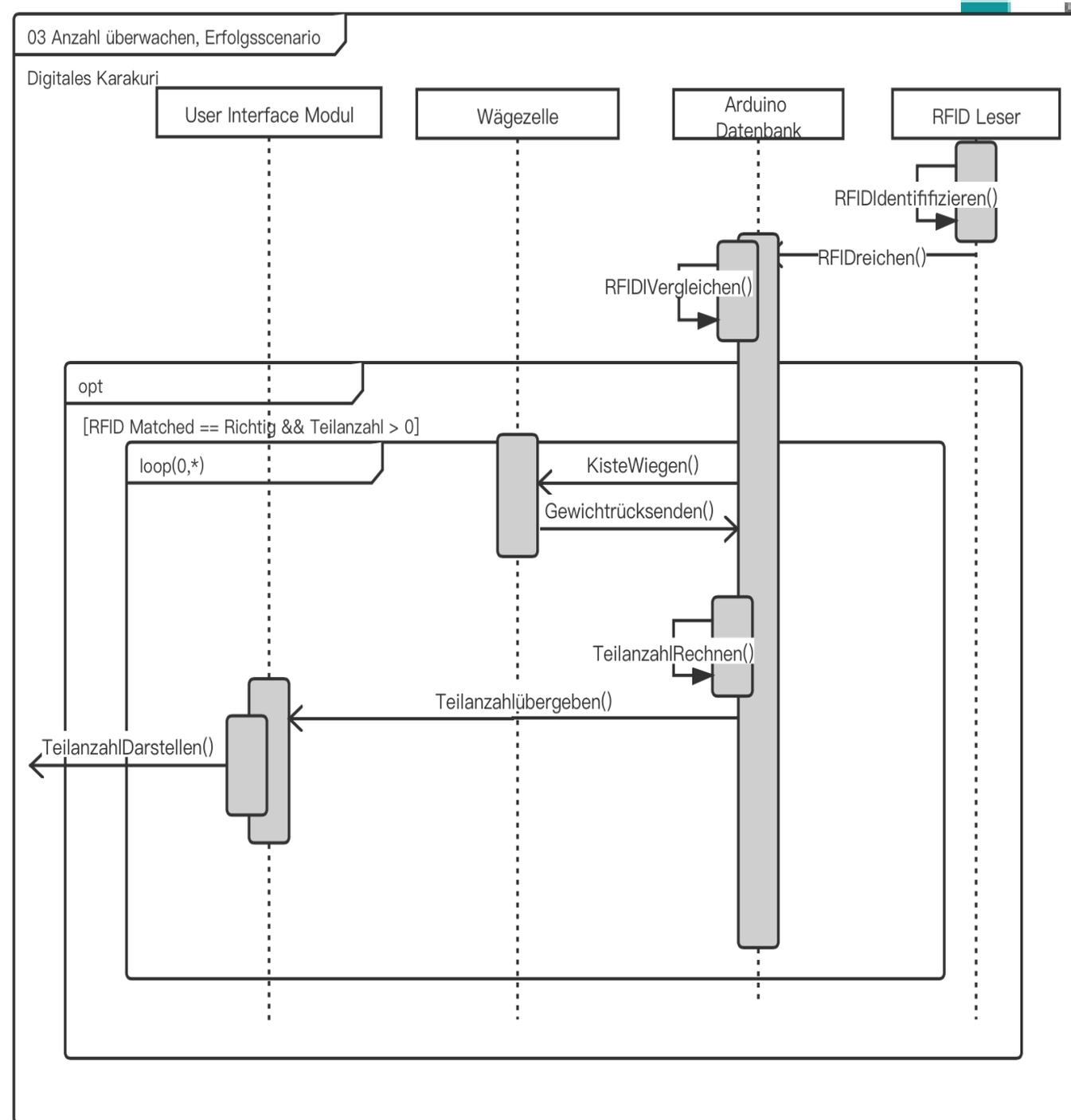
# Sequenzdiagramm

## Base Use Case 3

## Anzahl überwachen, Haupterfolgsszenario



13.02.2020



# Sequenzdiagramm

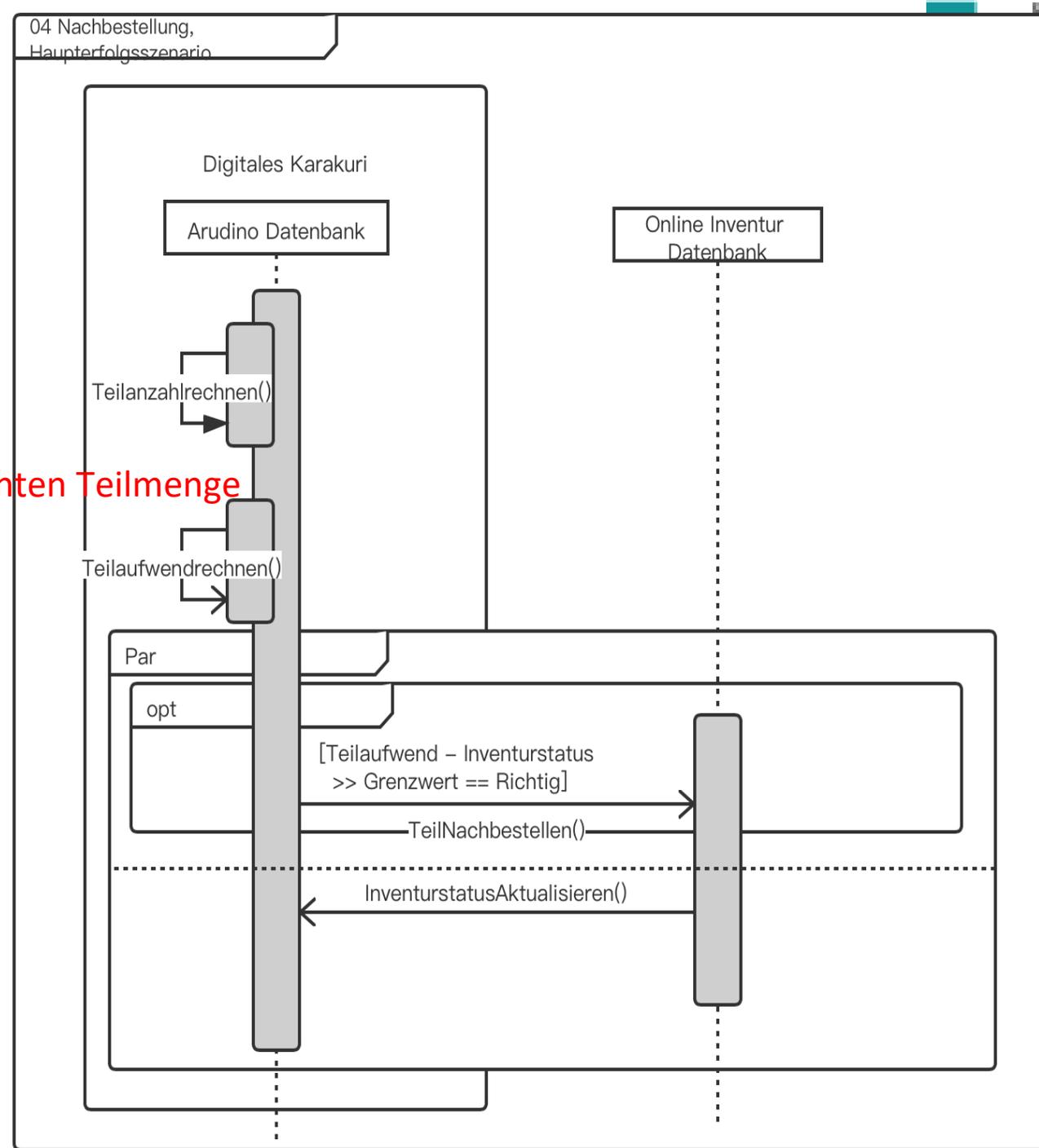
## Base Use Case 4

## Teile Nachbestellen, Haupterfolgsszenario

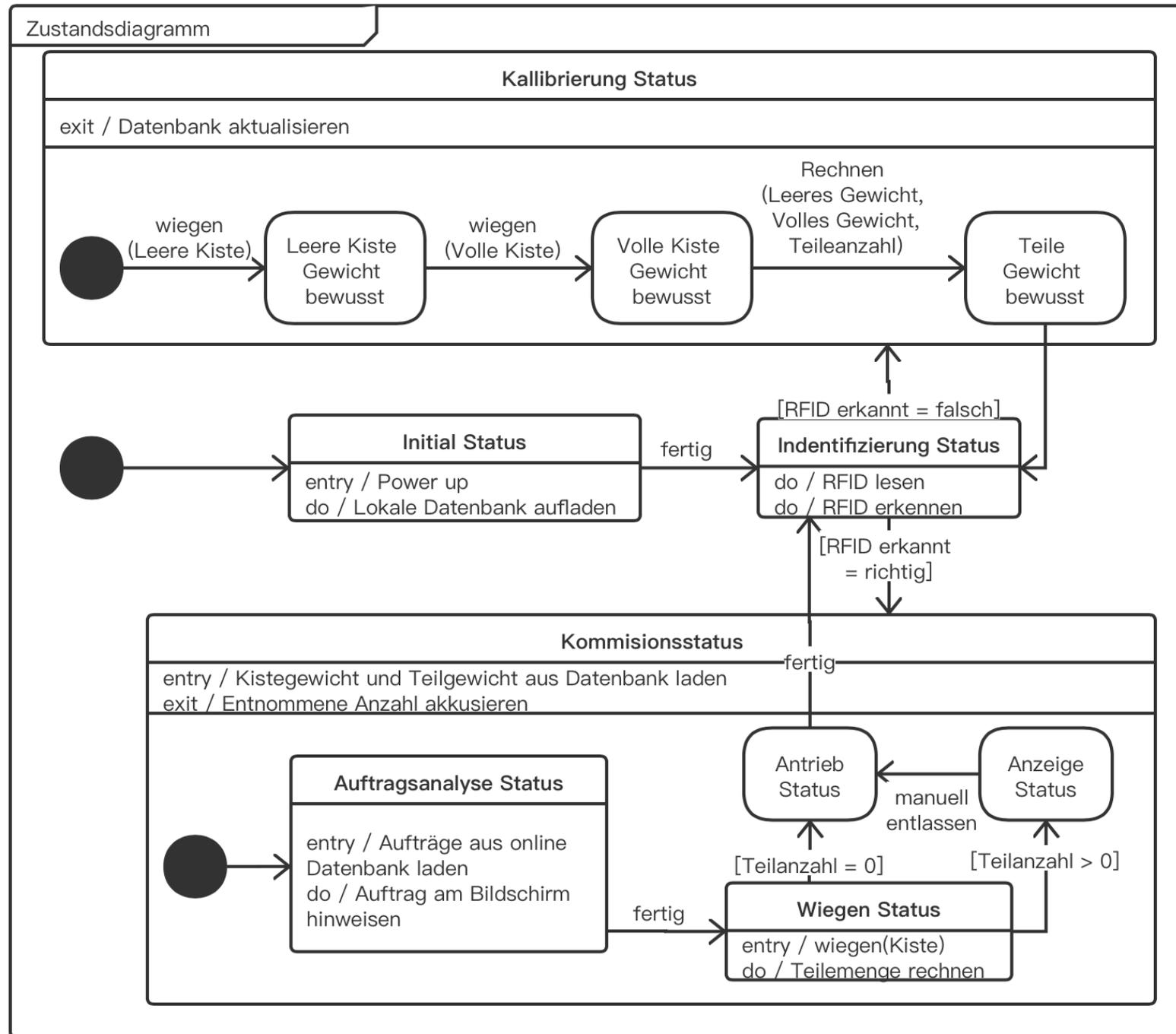
Akkumulation der verbrauchten Teilmenge



13.02.2020

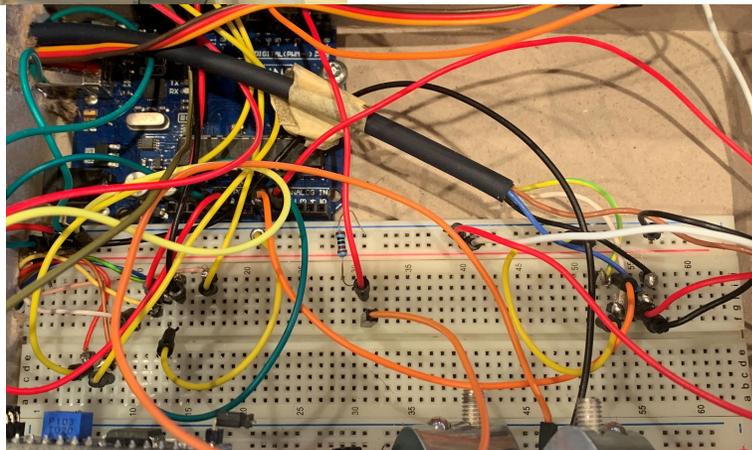


# Zustandsdiagramm



# Rolle der Module und deren Funktionen

## User Interface Modul



Komponente:

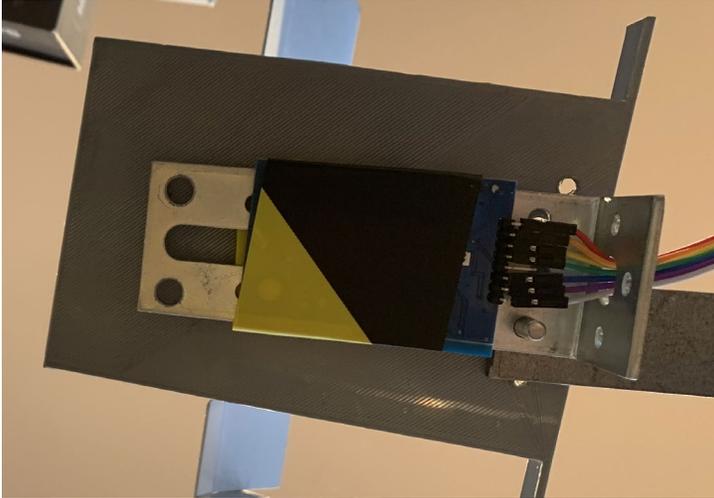
- User Panel Kiste
- LCD-Bildschirm: InfoDarstellen(string)
- Knopf: BefehlEigeben(bool)

Dieses Modul ist zuständig für die Interaktion zwischen Benutzer und System. Es kann die wichtigen Informationen dem Benutzer zeigen und den Befehl von Benutzer empfangen.

**Netzumbau**

# Rolle der Module und deren Funktionen

## Interaktion Modul



Komponente:

- RC522 RFID Leser: RFIDLesen()
- Wägezelle und Wiegeeinheit:  
Wiegen(); TeilmengeRechnen()
- Unterstützung Plattform

Dieses Modul ist das haupt funktionales Modul in unserem System. Es befindet sich zwischen Kisten und Plattformen. Dieses Modul hat die Aufgabe, die Kisten zu erkennen und die Teilmenge in der Kiste zu messen.

# Rolle der Module und deren Funktionen

## Antrieb Modul



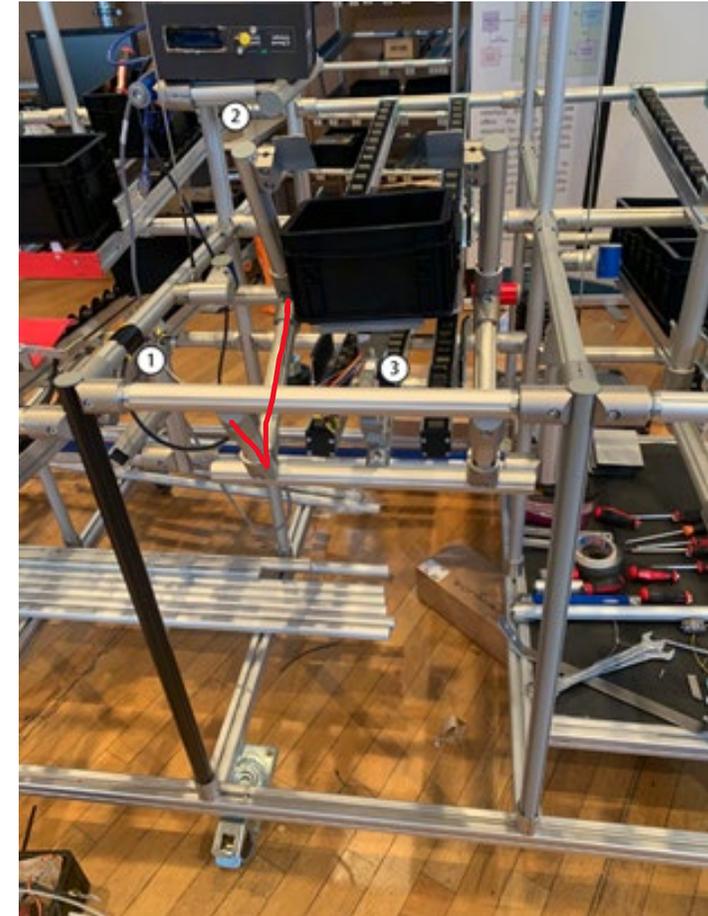
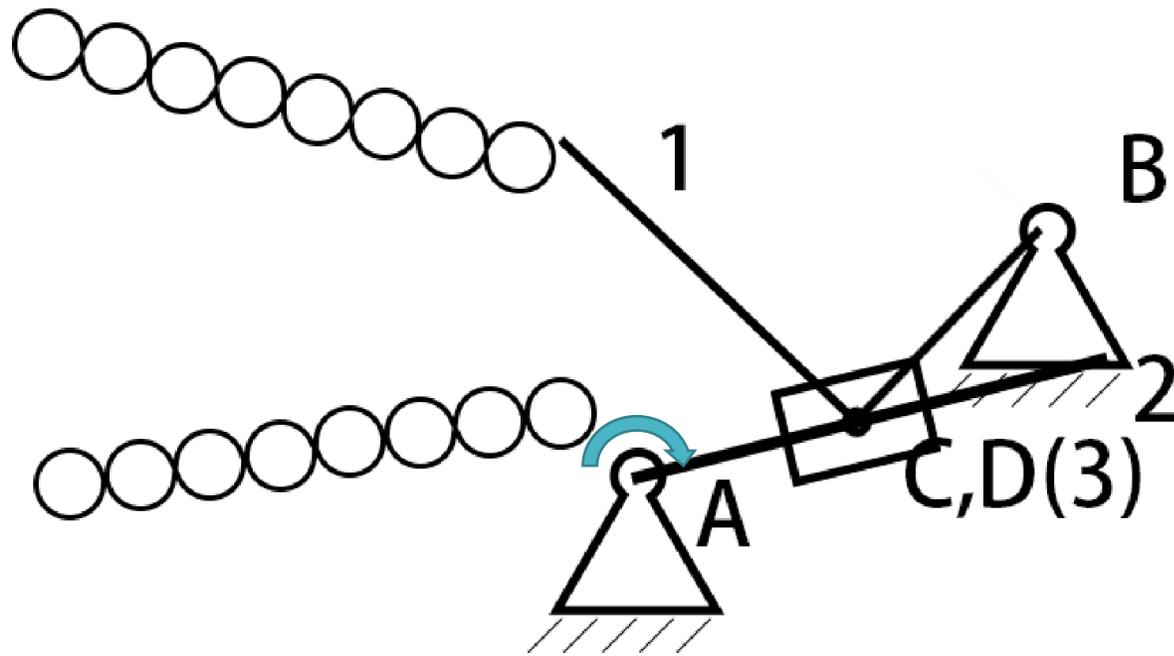
Komponente:

- DS3120: ZuGradDrehen(int)
- Verbindungskomponent

Dieses Modul kann das Interaktion Modul antreiben.

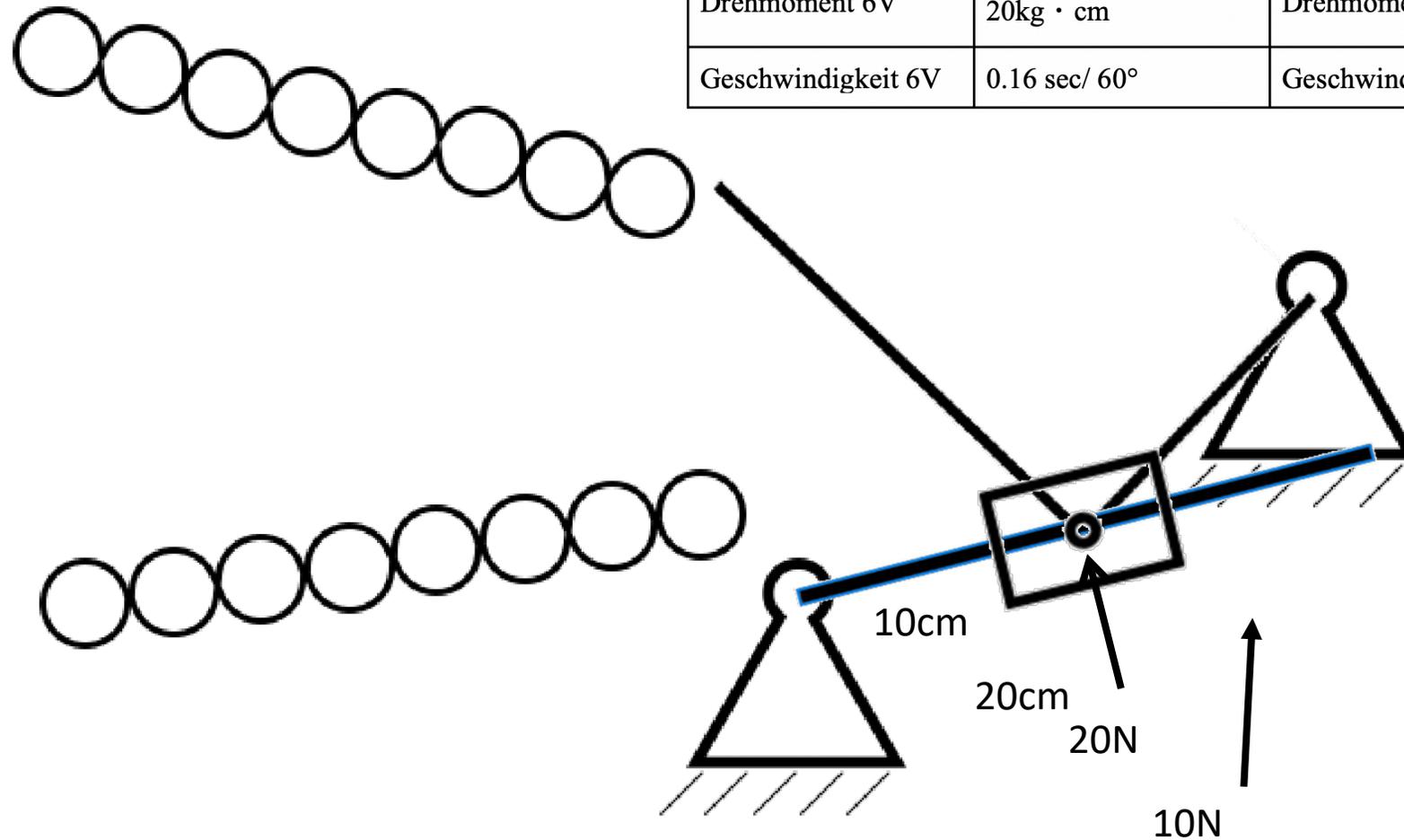
# Antrieb Modul

## Kinemik Analyse

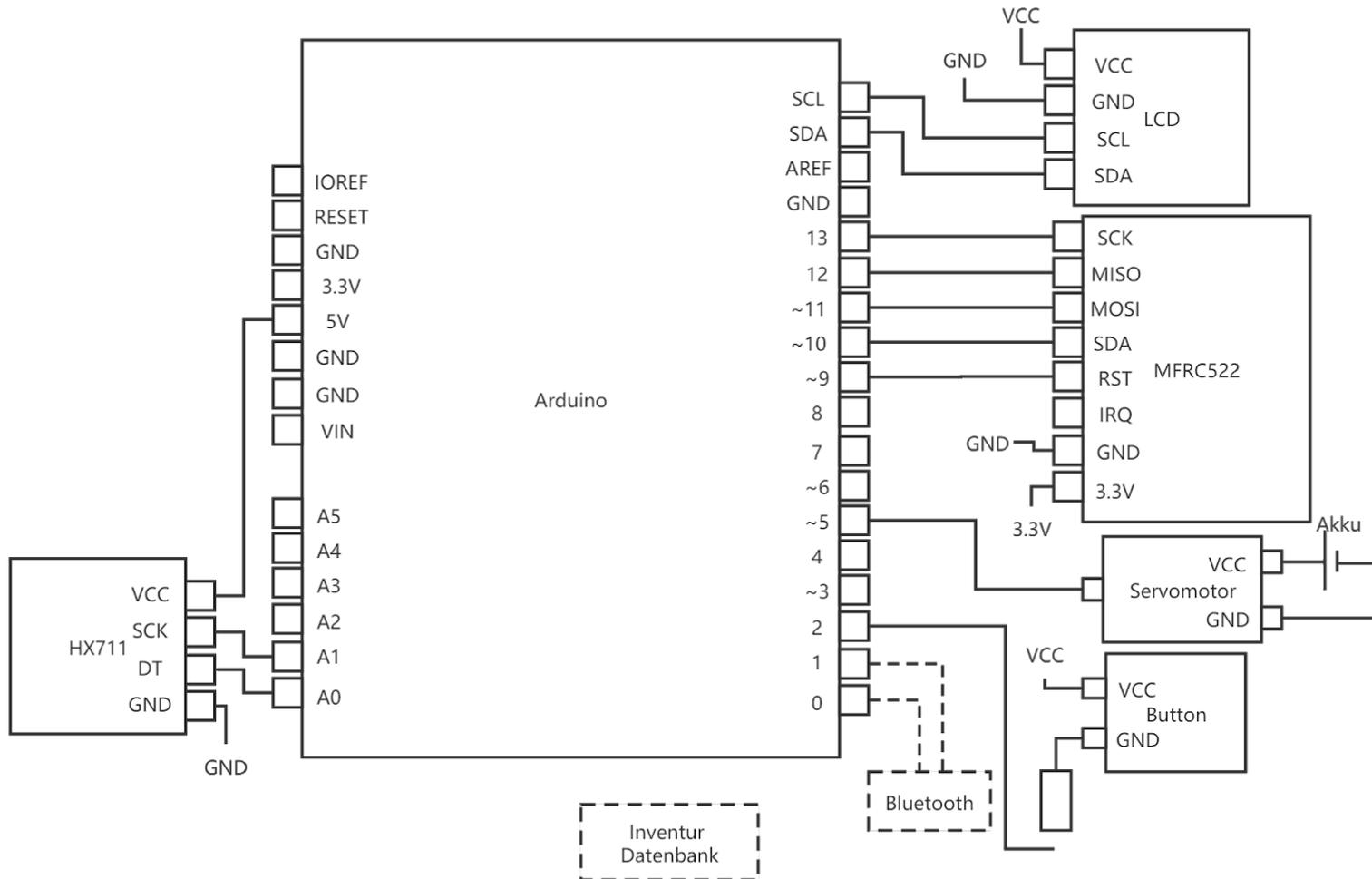


$$\text{Antriebskraft} = 3 * 3 (\text{Teile}) - 2 * \text{Drehglenke (A,B)} - 4 * \text{Drehschubgelenke (C,D)} = 1$$

Größe	40.5 * 20.3 * 40.5 mm	Kabellänge	JR 265 mm
Gewicht	59 g	Kabeldefinition	Steuerung, GND, <u>Vcc</u>
Arbeitsspannung	4.8-7.2v	Frequenz	330Hz
Drehmoment 6V	20kg · cm	Drehmoment 7.2V	22.3kg · cm
Geschwindigkeit 6V	0.16 sec/ 60°	Geschwindigkeit 7.2V	0.14 sec/ 60°



# Schaltplan und Schnittstelle



```
const int LOADCELL_DOUT_PIN = A0;  
const int LOADCELL_SCK_PIN = A1;  
const int BUTTON_BUTTON_Pin = 2;  
static int SERVO_pin = 5;  
const int MFRC_RST_PIN = 9;  
const int MFRC_SS_PIN = 10;  
const int MFRC_MOSI_PIN = 11;  
const int MFRC_MISO_PIN = 12;  
const int MFRC_MISO_PIN = 13;
```

# Softwarelogik

## Prozesskontrolle Logik:

```
step1RFID:
  if ( mfrc522.PICC_IsNewCardPresent () && mfrc522.PICC_ReadCardSerial () )
    goto RFIDyesandwork;
  goto step1RFID;
RFIDyesandwork:
```

Trigger

Die schon erkannten RFID Karten und dazu passende Teil und Kiste Gewicht in EEPROM speichern, damit nicht bei jeder Anschaltung unser System die Kallibrierung mehrmals macht.

Byte in EEPROM	Nutzung	Größe
0 bis 15	RFID Tag ID von 4 Kisten	4Bit * 4
16 bis 31	Gewicht von Kisten	4 float * 4
32 bis 47	Gewicht von Teilen	4 float * 4
48 bis 99	Reservation	
100 bis 103	Scale Faktor von HX711	4 float