

SmartBin

Public.Efficient.Easy.

Präsentation für
das Praktikum Konstruktionslehre

Leitung:

Prof. Dr. Lars Mikelsons

Studenten:

Cindy Ebertz, Benjamin Ritter,
Marcel Khodabakhsh

Gliederung

1. Motivation für das Projekt
2. Vorführung mit Prototyp
3. Dokumentation
 - a. Anforderungsermittlung
 - b. Systementwurf & -architektur
 - c. Systemintegration & -test
 - d. Systemvalidierung

Motivation für das Projekt

	Gesamt		Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	Herstellung von Waren	Energieversorgung	Bau	Sonstige wirtschaftliche Tätigkeiten	Private Haushalte
	(in Mio. Tonnen)	(in kg pro Einwohner)	(in %)					
EU-28	2 502,9	4 931	28,1	10,2	3,7	34,7	14,9	8,3
Belgien	65,6	5 838	0,1	21,7	2,1	40,2	27,3	8,6
Bulgarien (*)	179,7	24 872	88,6	:	5,1	0,7	4,0	1,5
Tsch. Republik	23,4	2 223	1,0	18,8	4,3	40,2	21,8	13,9
Dänemark	20,1	3 558	0,1	6,4	5,4	52,6	18,5	17,1
Deutschland	387,5	4 785	1,9	15,8	2,6	53,3	16,9	9,5
Estland	21,8	16 587	36,3	20,2	32,6	3,1	5,6	2,2
Irland (*)	15,2	3 285	17,8	:	2,1	12,4	57,6	10,0
Griechenland	69,8	6 404	67,9	7,0	15,6	0,7	2,3	6,5
Spanien	110,5	2 378	16,9	13,4	4,8	18,5	28,3	18,3
Frankreich	324,5	4 913	0,7	6,7	0,5	70,2	13,1	8,8
Kroatien (*)	3,7	879	0,1	:	3,2	16,6	48,9	31,2
Italien	159,1	2 617	0,6	16,7	2,0	32,5	29,5	18,6
Zypern (*)	2,1	2 406	:	:	:	31,0	48,9	20,2
Lettland	2,6	1 315	0,2	9,4	27,8	17,3	18,3	27,1
Litauen	6,2	2 114	0,4	42,1	1,6	7,0	30,1	18,7
Luxemburg	7,1	12 713	1,8	4,0	0,0	84,5	6,1	3,4
Ungarn	16,7	1 688	0,5	16,2	13,9	20,7	31,0	17,7
Malta (*)	1,7	3 896	2,2	:	0,2	74,5	13,8	9,3
Niederlande	133,2	7 901	0,1	10,1	1,3	68,1	14,1	6,4
Österreich	55,9	6 541	0,1	9,7	0,9	72,1	9,8	7,5
Polen	179,0	4 710	42,3	17,6	12,2	9,5	13,7	4,6
Portugal	14,6	1 402	1,9	17,9	1,2	10,3	36,3	32,3
Rumänien (*)	175,6	8 820	87,0	:	4,0	0,6	6,2	2,2
Slowenien	4,7	2 273	0,2	28,1	13,5	17,4	28,9	12,0
Slowakei (*)	8,9	1 636	3,2	:	6,1	15,6	55,4	19,6
Finnland	96,0	17 572	65,4	10,7	1,5	17,0	3,7	1,7
Schweden	167,0	17 226	83,2	3,4	1,1	5,3	4,5	2,5
Ver. Königreich	251,0	3 885	10,5	3,2	1,3	48,0	26,0	11,0
Island (*)	4,5	1 651	0,0	17,6	0,3	2,1	36,1	44,0
Liechtenstein	0,6	14 919	1,7	2,0	0,1	0,0	0,4	95,9
Norwegen (*)	11,7	2 283	2,8	:	1,3	23,0	52,7	20,3
Montenegro	1,2	1 872	22,5	5,2	31,7	9,2	15,3	16,1
Ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	2,2	1 058	3,4	67,9	23,3	0,5	4,9	0,0
Serbien	49,1	6 890	84,5	1,8	9,1	0,6	0,7	3,3
Türkei (*)	73,1	947	4,2	:	32,8	:	20,2	42,8
Bosnien und Herzegowina (*)	0,5	1 161	1,6	27,2	71,1	0,0	0,0	0,0
Kosovo (*)	1,0	574	19,3	7,0	0,0	0,3	26,3	47,0

- Deutschland produziert mehr Müll als jedes andere europäische Land
- Verbesserung des Recyclings für den Umweltschutz
- Unsere Mülltonne soll das vor allem an öffentlichen Plätzen / Bahnhöfen u.Ä. ermöglichen

Abbildung 1:
Abfallaufkommen in Europa
Quelle: Eurostat 2017

Vorführung mit Prototyp

- Beispielhafte Entsorgung von einigen Produkten
 - Prototyp hat vier Entsorgungsmöglichkeiten (Papier, Plastik, Bio, Restmüll)

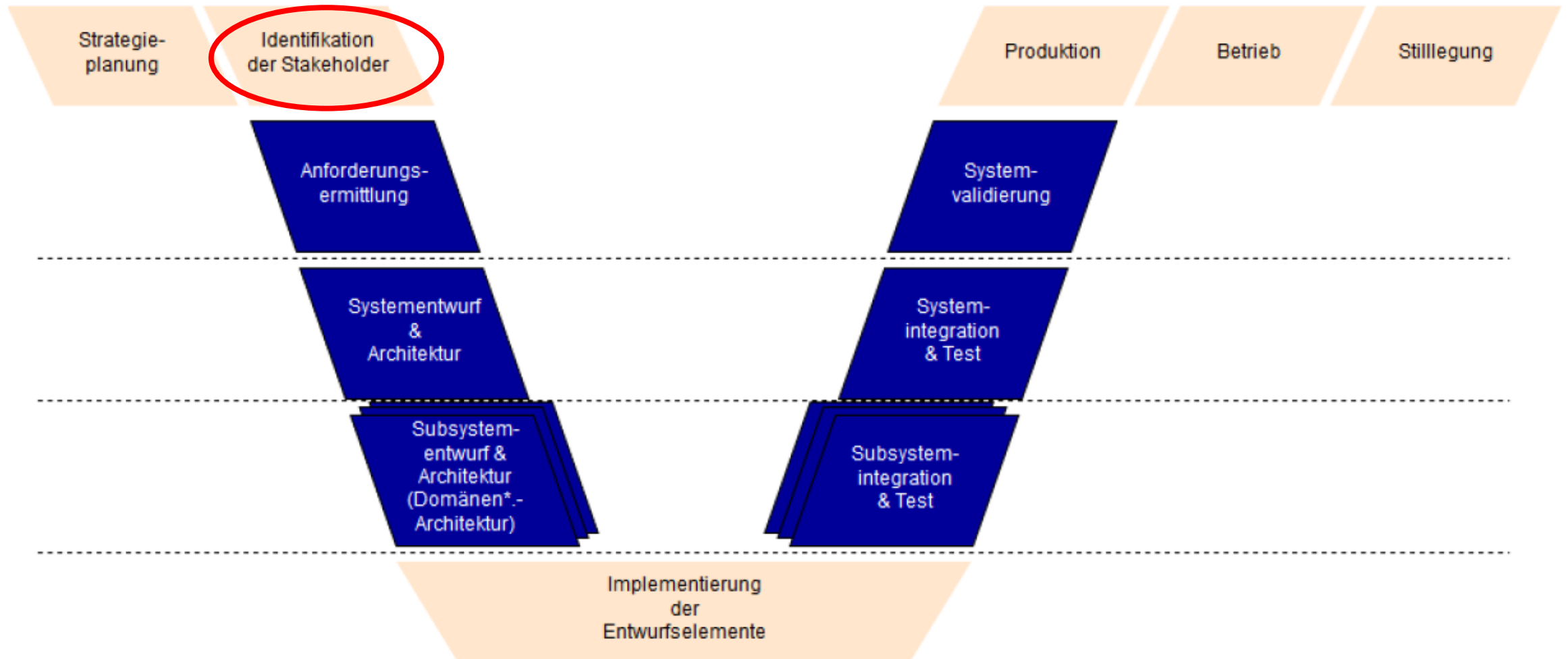


Video- & Live Demonstration



Demo 1:
Sensortest

Dokumentation

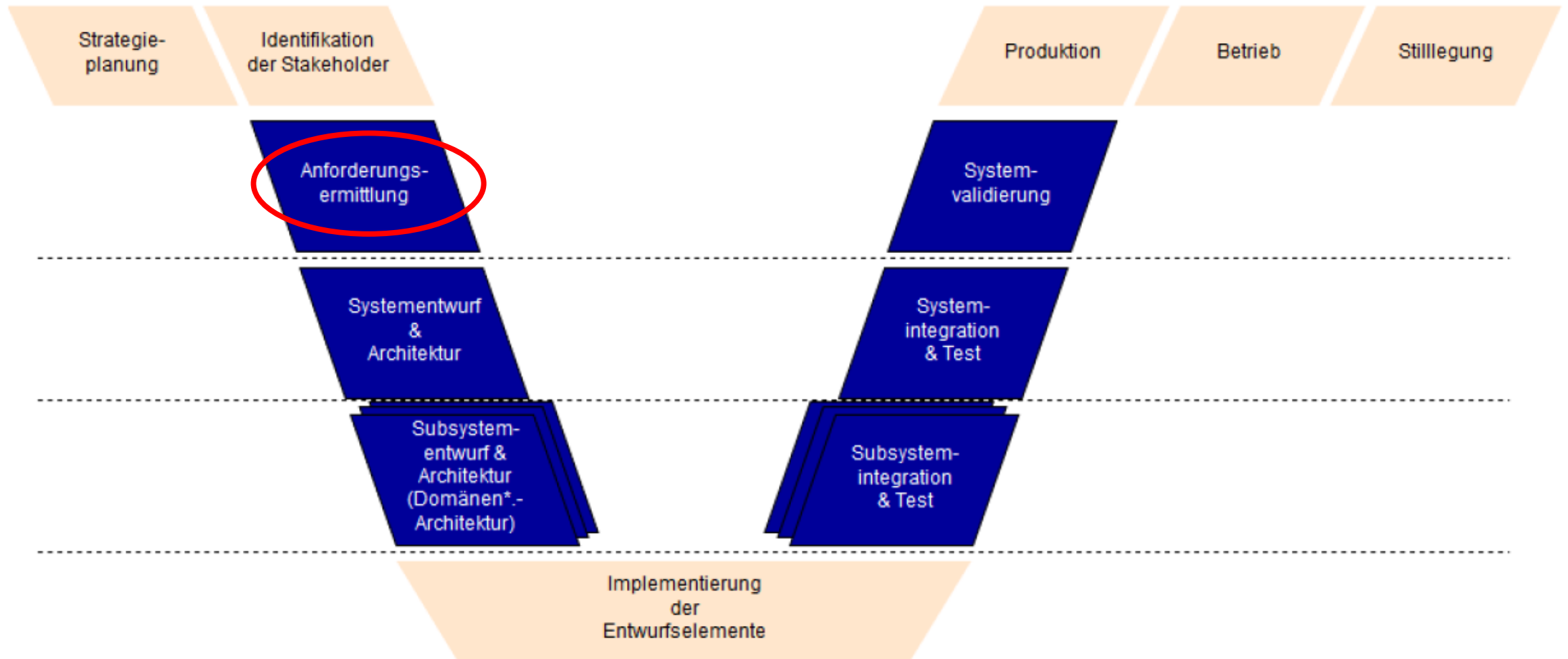


Identifikation der Stakeholder

Stakeholder:

- Staat / Stadtwerke (Verwendung öffentlicher Plätze)
- Wartungsunternehmen
- Müllabfuhr
- Alle Nutzer der Mülltonnen
- Partner für Bonussystem (z.B. Payback, Umweltverbände)
- Firmen / Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette
- Entsorgungs- und Recyclingunternehmen





Anforderungsermittlung und Funktionsableitung

- Systemdefinition:
 - Mülltonnenaufsatz
oder ganze Mülltonne (je nach Standort)
- Schnittstellen mit folgenden Systemen:
 - Bereits bestehende Mülltonnen (z.B. an Bahnhöfen)
 - Mit anderen smarten Mülleimern (interne Kommunikation)
 - Müllabfuhr
 - Belohnungssystem

Für die Ermittlung der Stakeholder Anforderungen haben wir uns bestmöglich in die verschiedenen Parteien hineinversetzt, da eine Kommunikation mit allen Parteien zum jetzigen Zeitpunkt zu zeitaufwändig gewesen wäre.

Anforderungsermittlung und Funktionsableitung

Anforderungen

Unterstützung der Nutzer

Motivation für
Mülltrennung schaffen

Effizienz der Tonne

Interne Kommunikation
sowie Synergie mit
Umsystemen

Funktionen

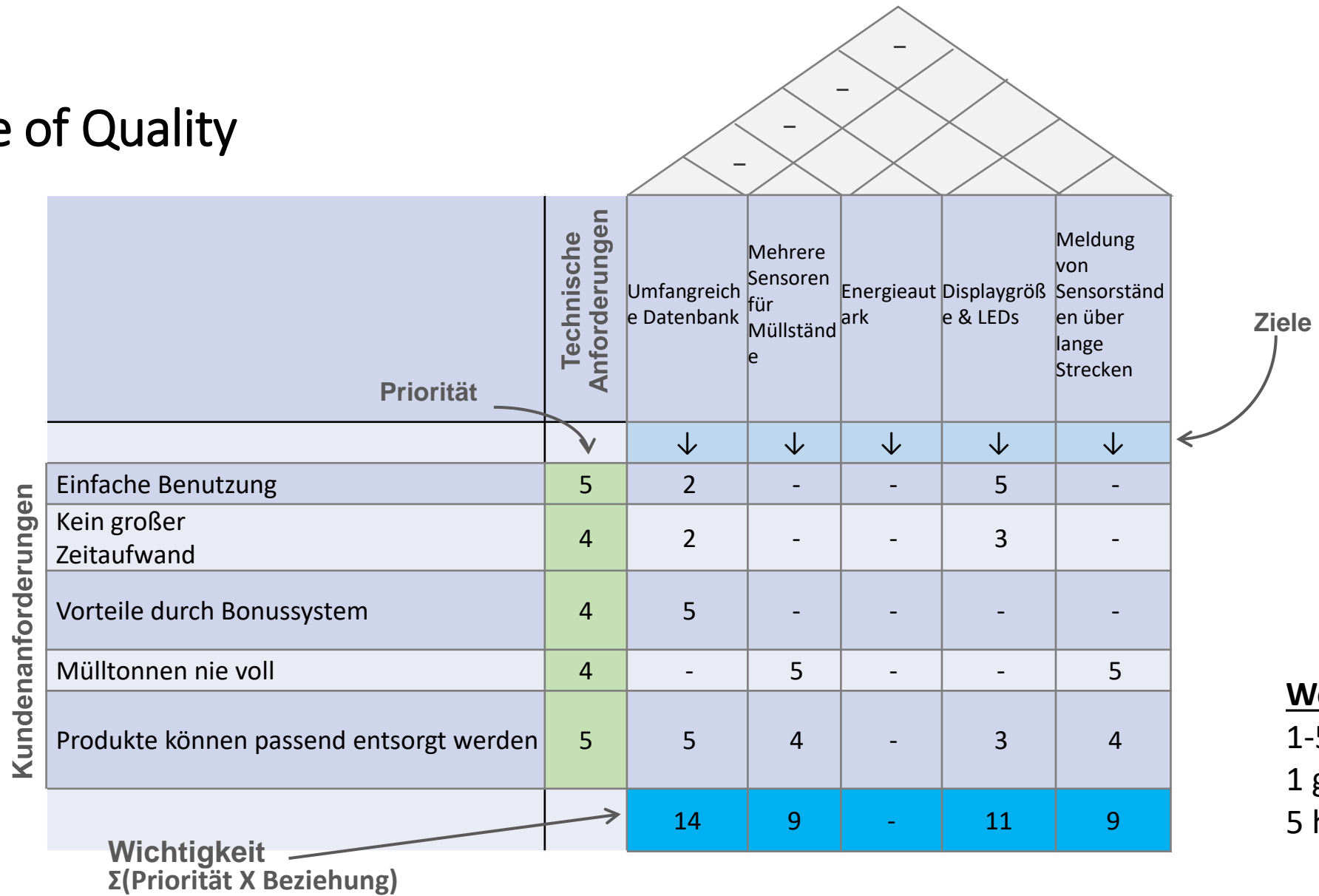
Erkennen des Barcodes auf
Produkten

Anzeigen des richtigen
Müllbehälters

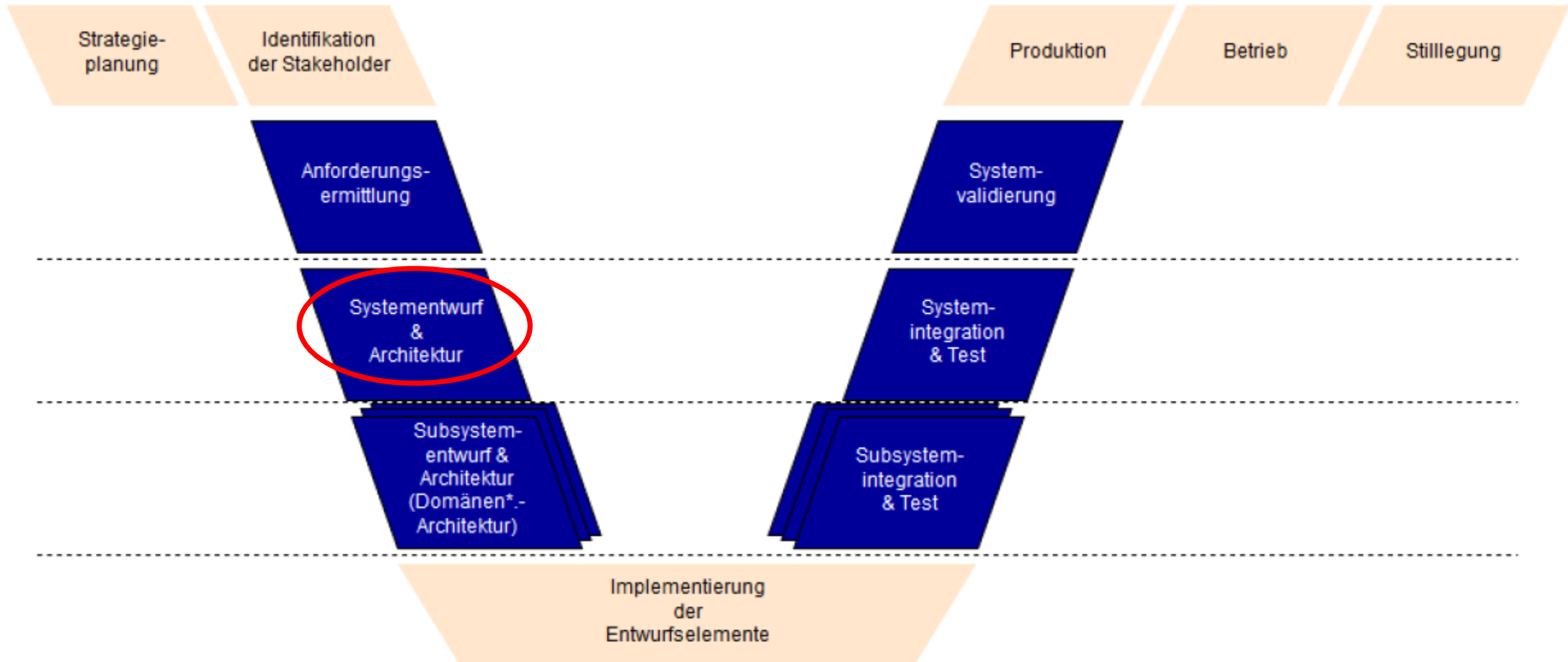
Erkennen des Müllstands
→ Kontaktieren der
Müllabfuhr

Anbindung an
Belohnungssysteme (z.B.
PayPal)

House of Quality



Werteskala:
 1-5:
 1 geringe Priorität,
 5 hohe Priorität



Umsysteme

Staat (öffentliche Plätze)

Müllabfuhr

Nutzer

Wartungsarbeiter

App

System

Funktionen

Tonne anzeigen

Tonnendaten abrufen
(Mülleinwurf und Tonnenfüllung)

Tonne zuordnen

Energie geben

Elektronik
schützen

Sound
(Einwurf)

Subsysteme

LEDs

Arduino

Raspberry-Pi

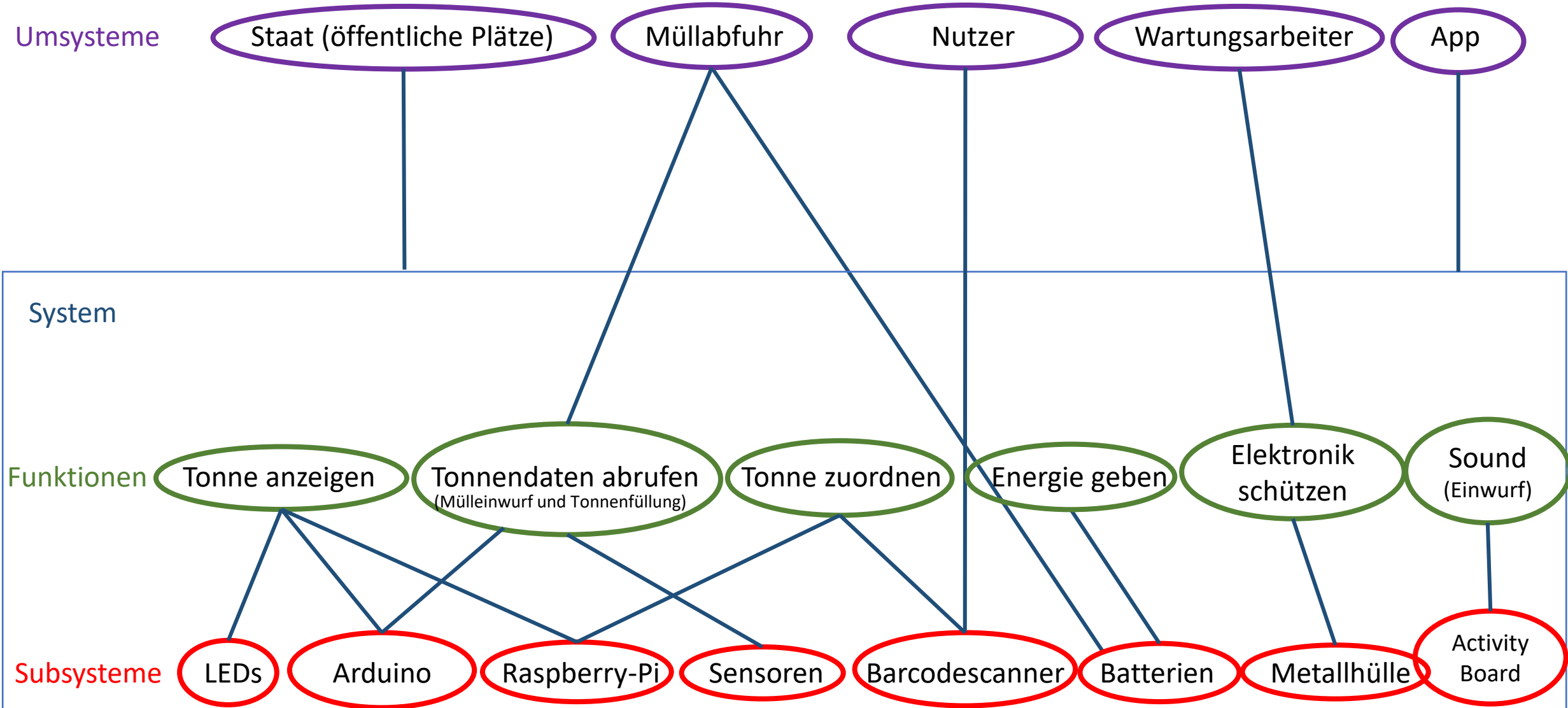
Sensoren

Barcodescanner

Batterien

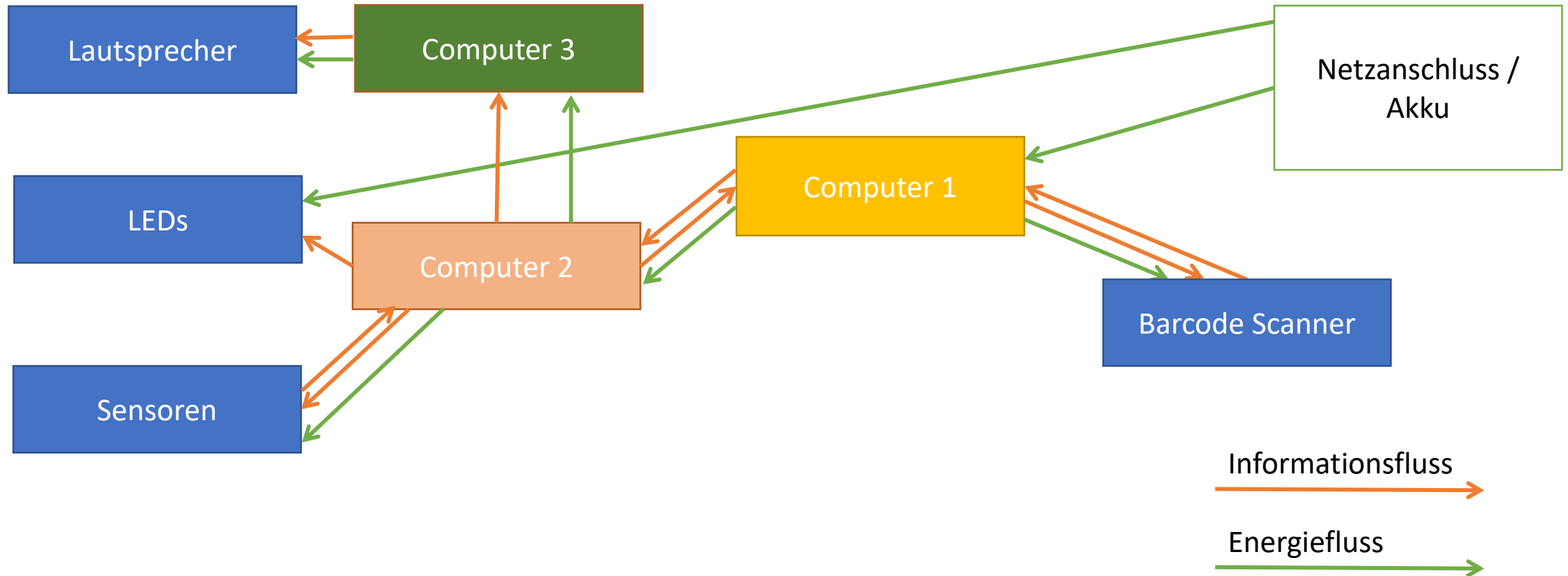
Metallhülle

Activity
Board



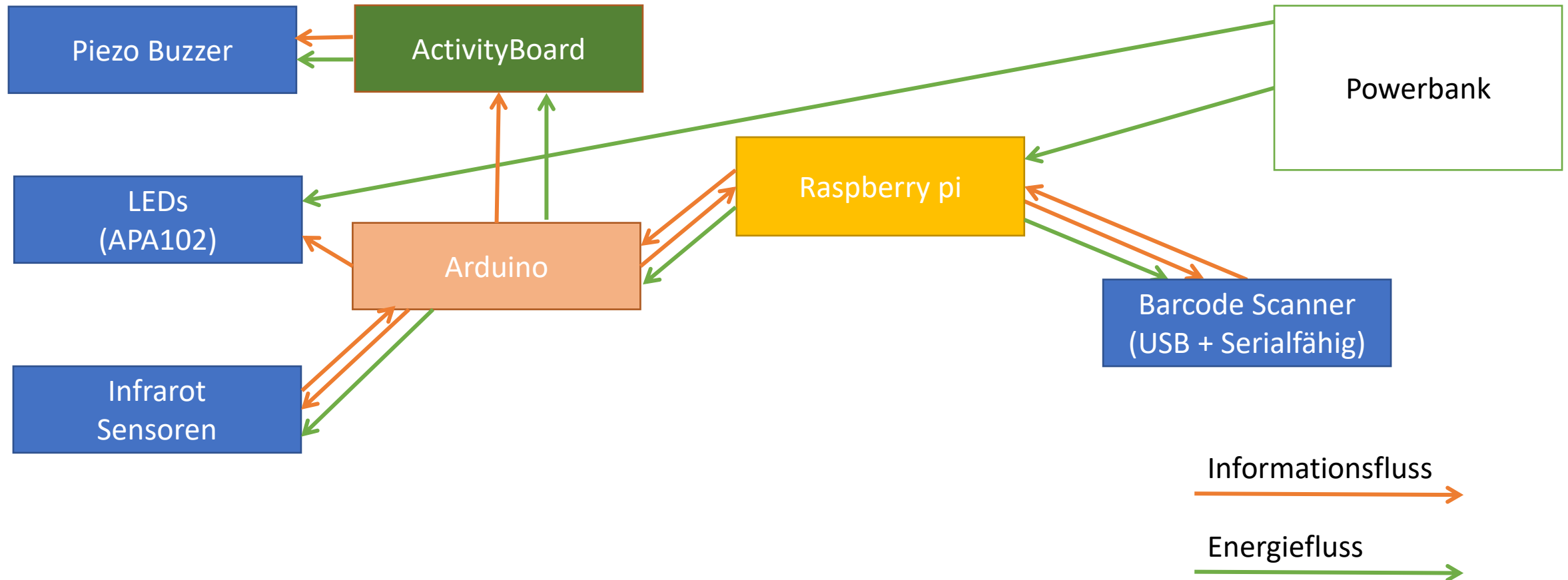
Logisches Modell

Müllentsorgungskonzept



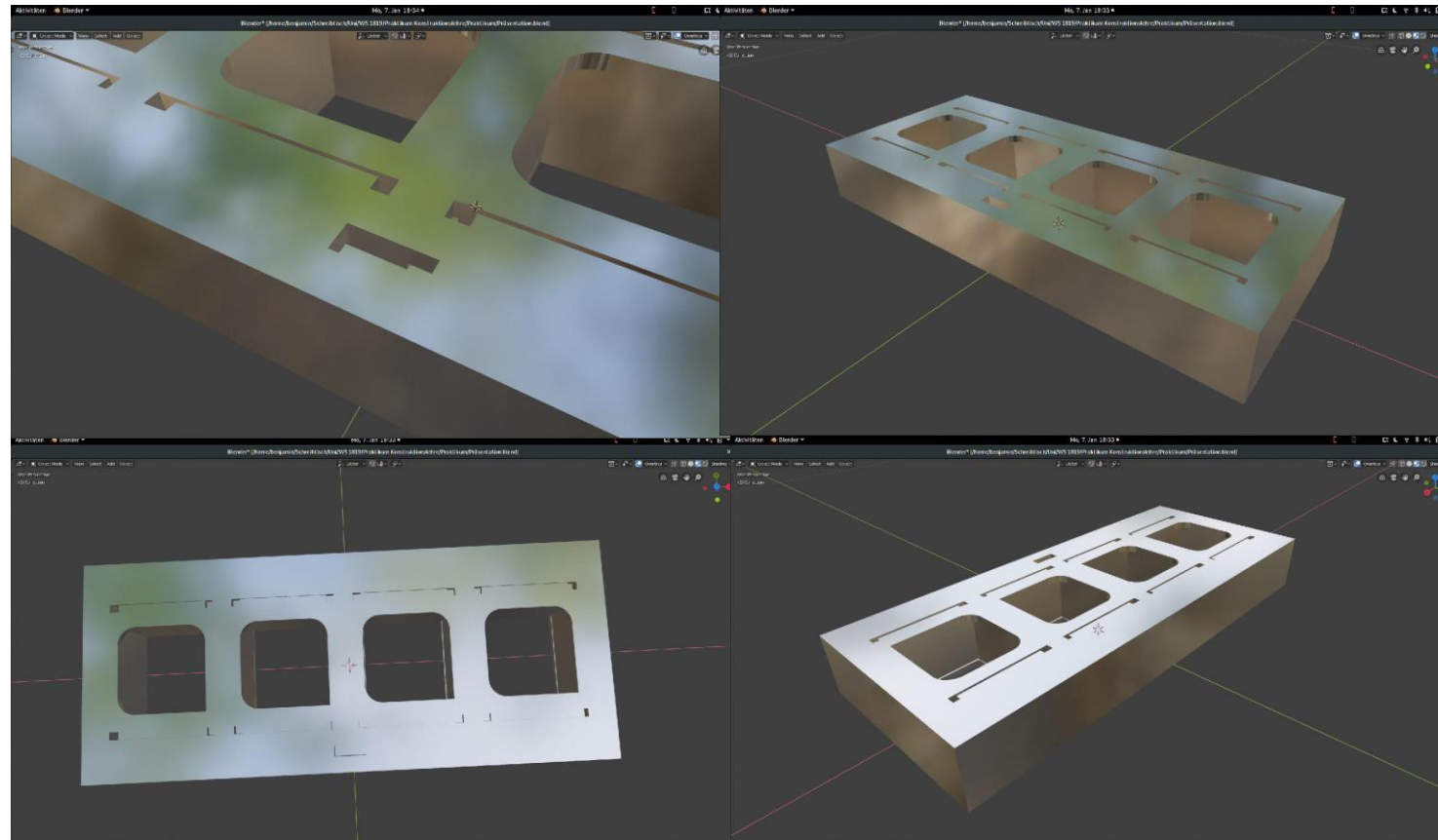
Physikalisches Modell

Müllentsorgungskonzept

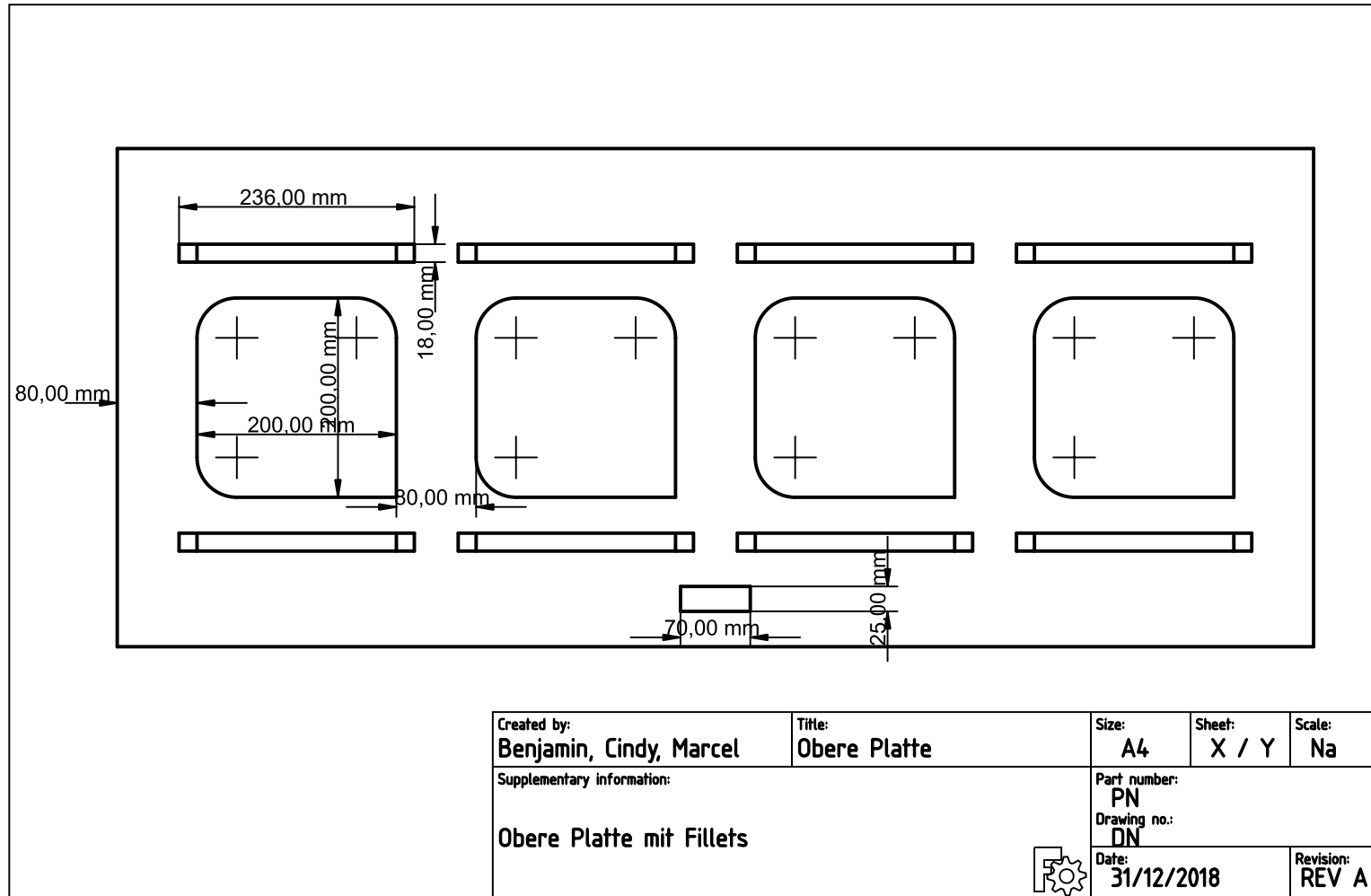


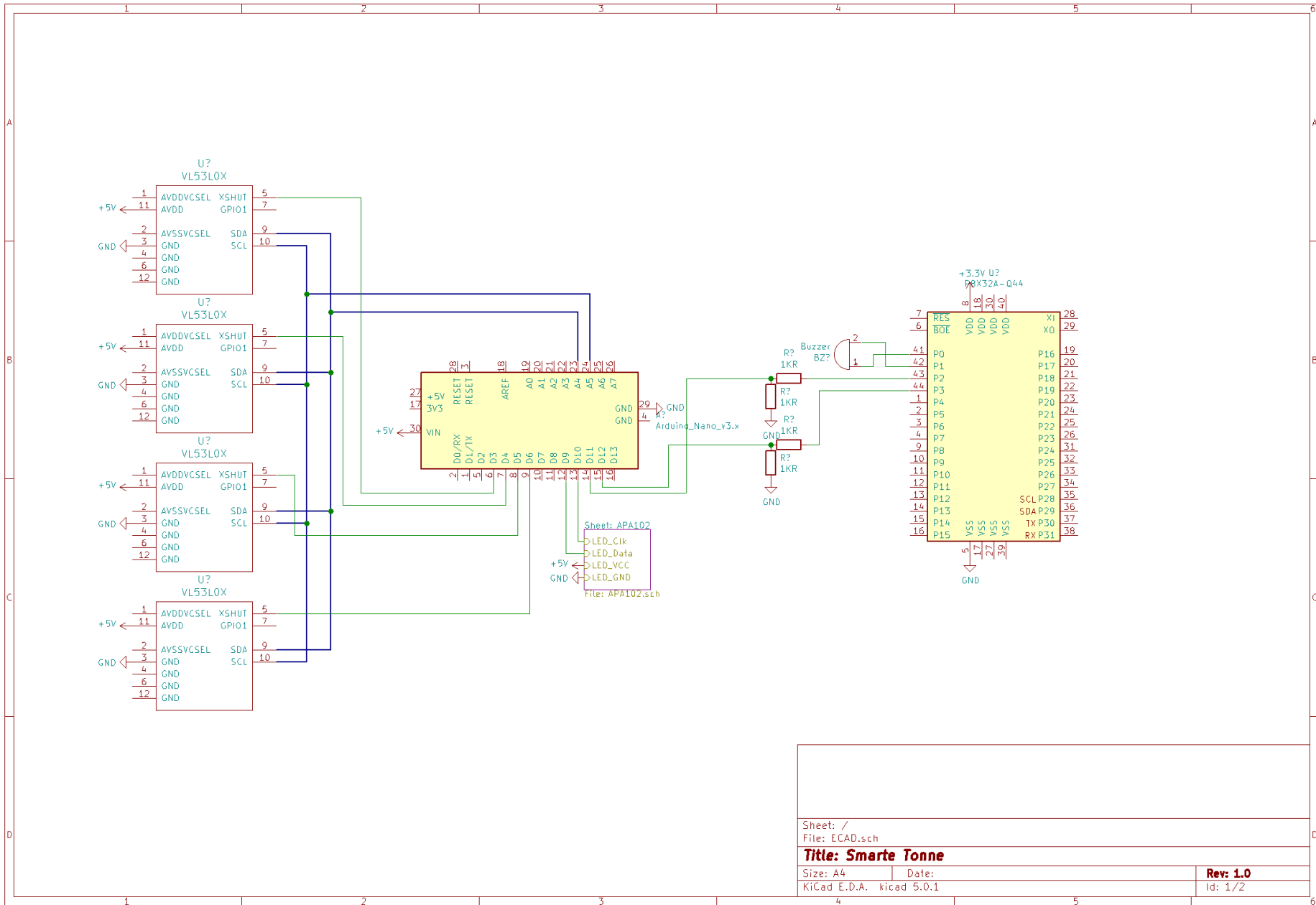
Systementwurf- und Architektur

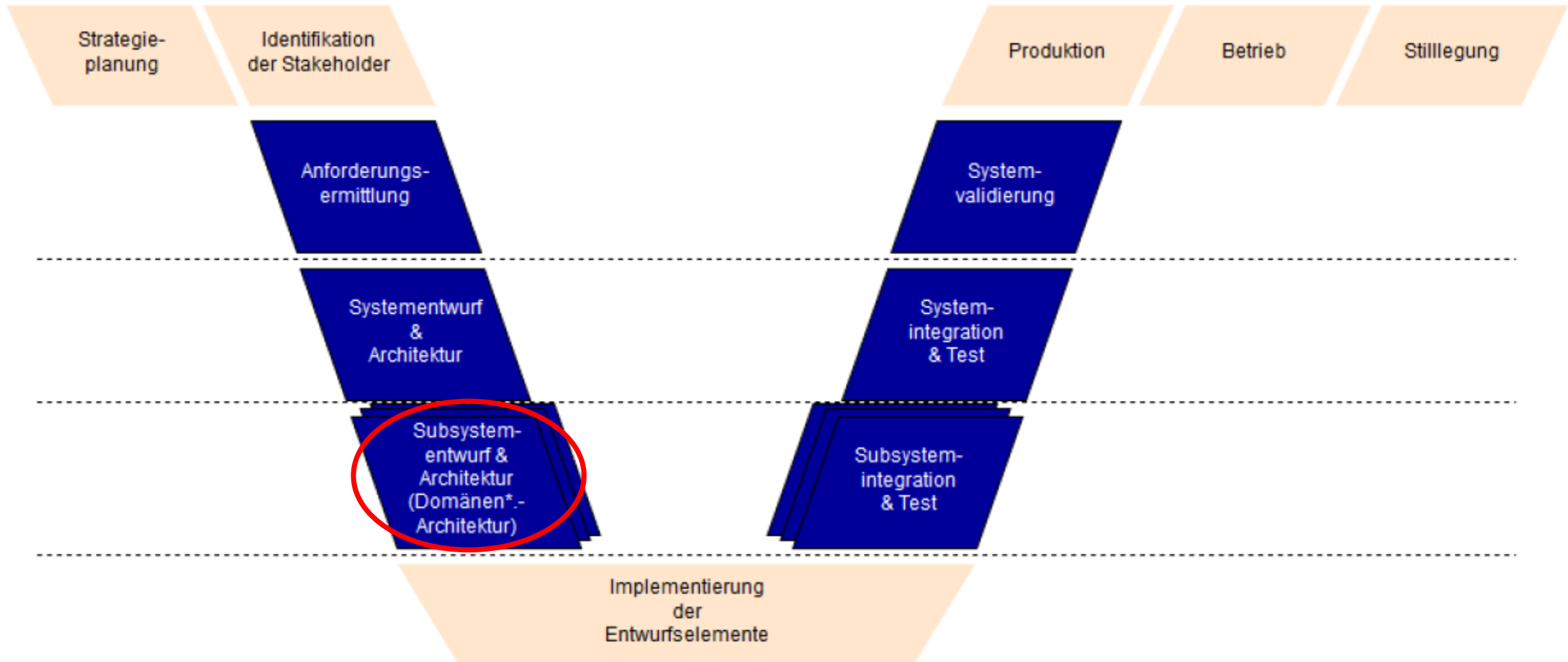
Variante 1 [Prototyp]: Mülltonne als Aufsatz



Technische Zeichnung





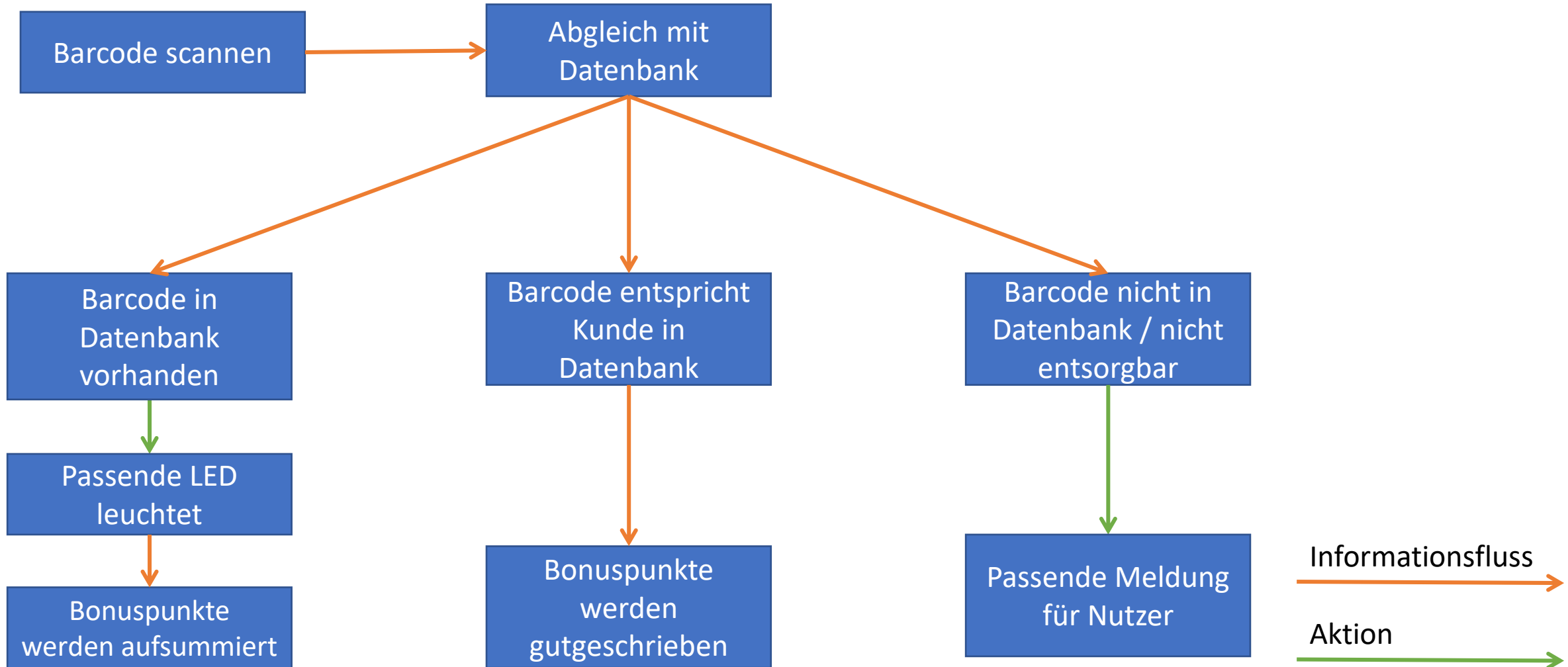


Subsystementwurf und -architektur

- Welche Domänen werden berücksichtigt?
 - Software
 - Steuerung der LEDs & Buzzer
 - Empfangen und Verarbeiten der Daten von Scanner und Sensoren
 - Datenbank
 - Elektronik
 - LEDs & Buzzer
 - Raspberry-Pi, Arduino & ActivityBoard
 - Barcodescanner
 - Services
 - Müllabfuhr
 - Belohnungssystem

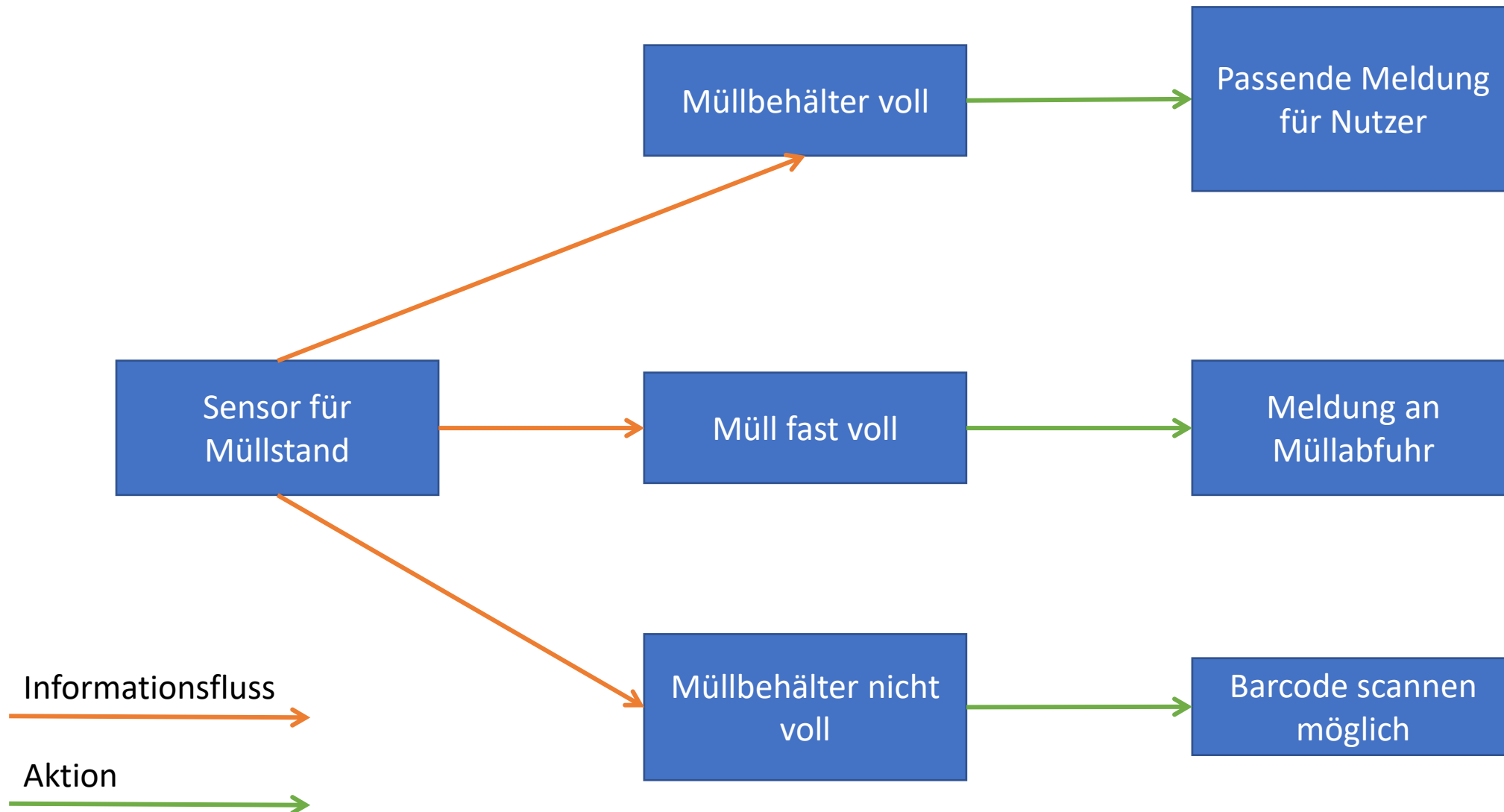
Ablaufdiagramm

Standard Use Case (vereinfacht)



Ablaufdiagramm

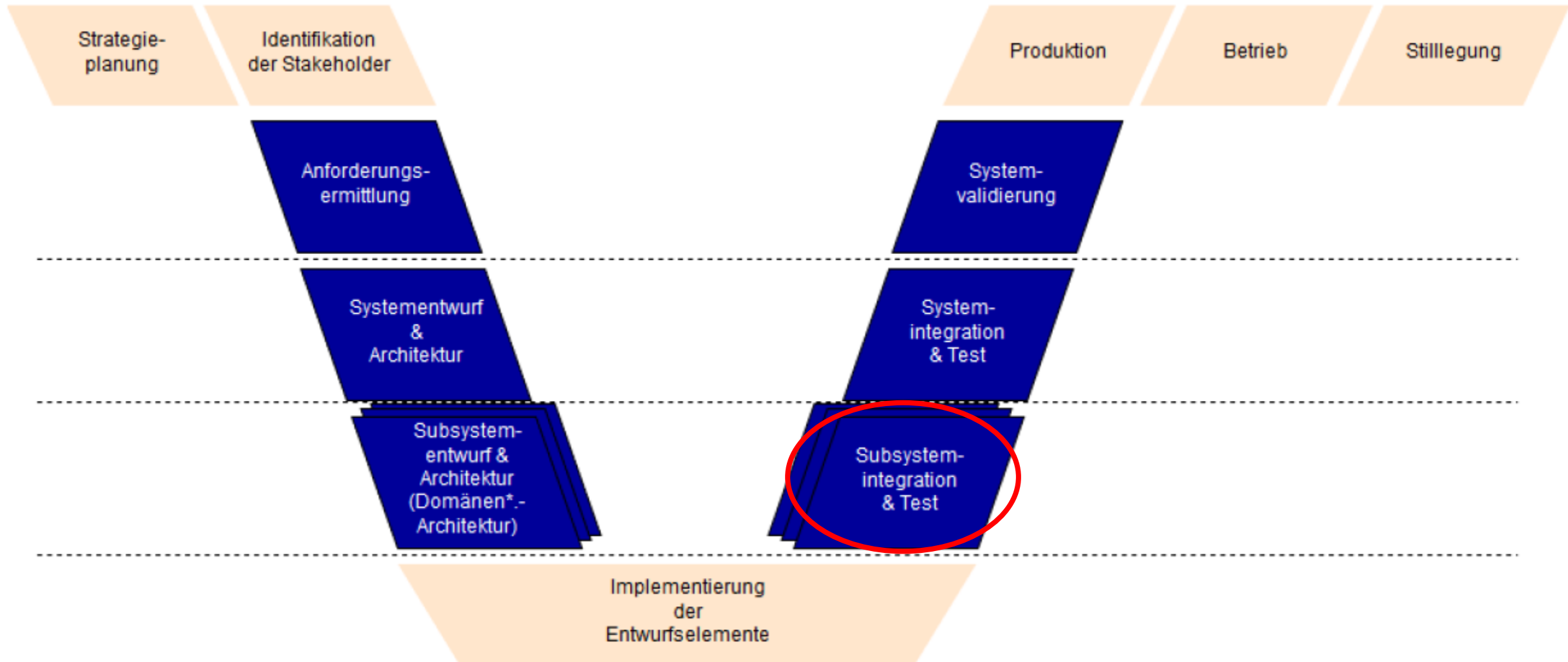
Sensorik Müllstand (als Erweiterungsidee)



Subsystementwurf und -architektur

- Weg der Daten:
 - Person -> Scanner: Barcode
 - Scanner -> Raspberry-Pi: Barcode => Suche in Datenbank

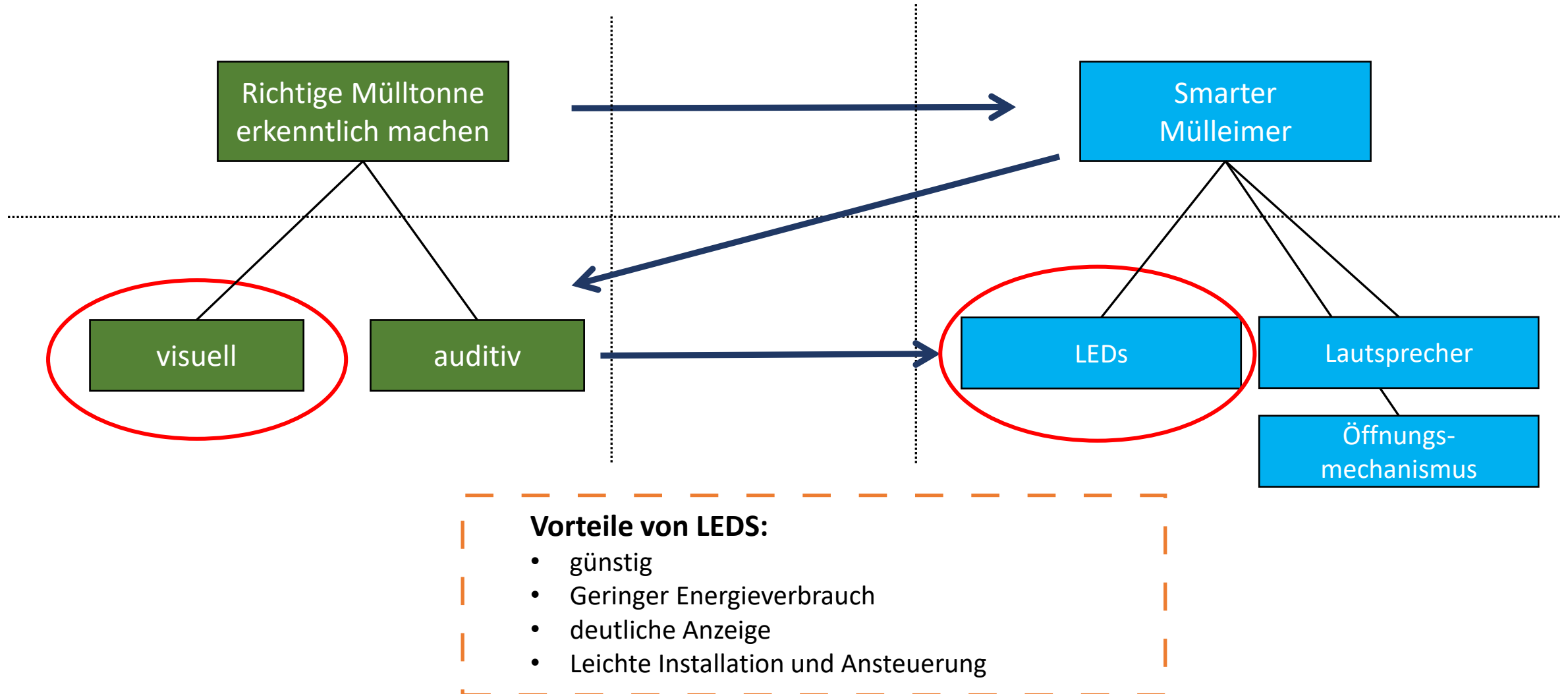
Gefunden und mind. ein Zähler > 50	Gefunden und kein Zähler > 50	Nicht gefunden
LEDs ansteuern (Arduino)	Warten auf Sensorendaten (RPi)	Barcode zur Datenbank hinzufügen (RPi)
Warten auf Sensorendaten (Arduino)	Jeweiligen Zähler in DB erhöhen (RPi)	Warten auf Sensorendaten (RPi)
Vergleich Tonne mit Soll und Erhöhen der Zähler (RPi)		Erhöhen der jeweiligen Zähler in der DB (RPi)
Warten auf Barcode (RPi)		
ggf. senden der Daten an Belohnungssystem (RPi)		



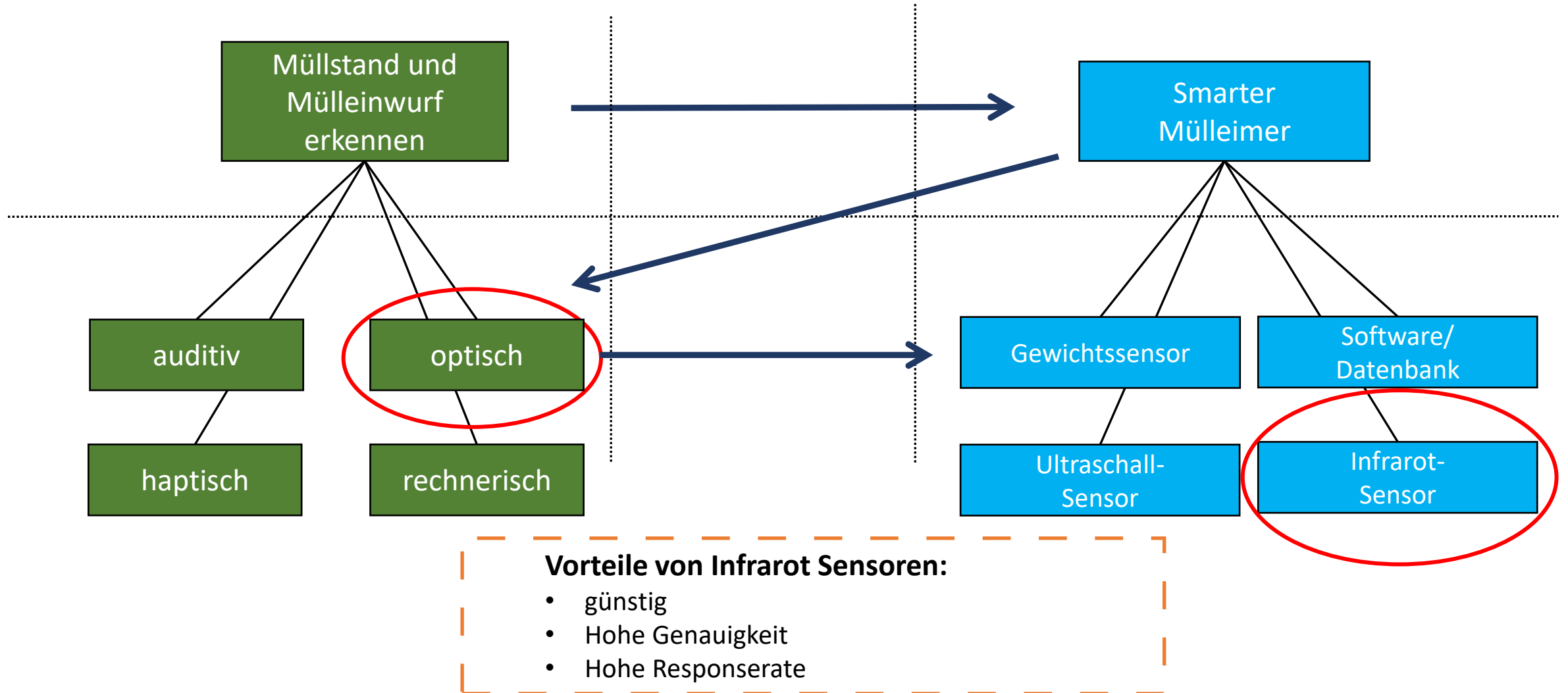
Subsystemintegration und Test

- Wie werden die Systemteile integriert?
 - Prototyp
 - Metall statt Holz gibt Schutz vor Fremdeinwirkungen
 - Powerbank / Akku gibt Energie anstatt Netzanschluss / Solarpanels
 - Vorteile:
 - Leichte Wartbarkeit
 - Geringe Kosten
 - Elektronik ist geschützt vor Regen und andere Fremdeinwirkungen

Zigg-Zagging



Zigg-Zagging

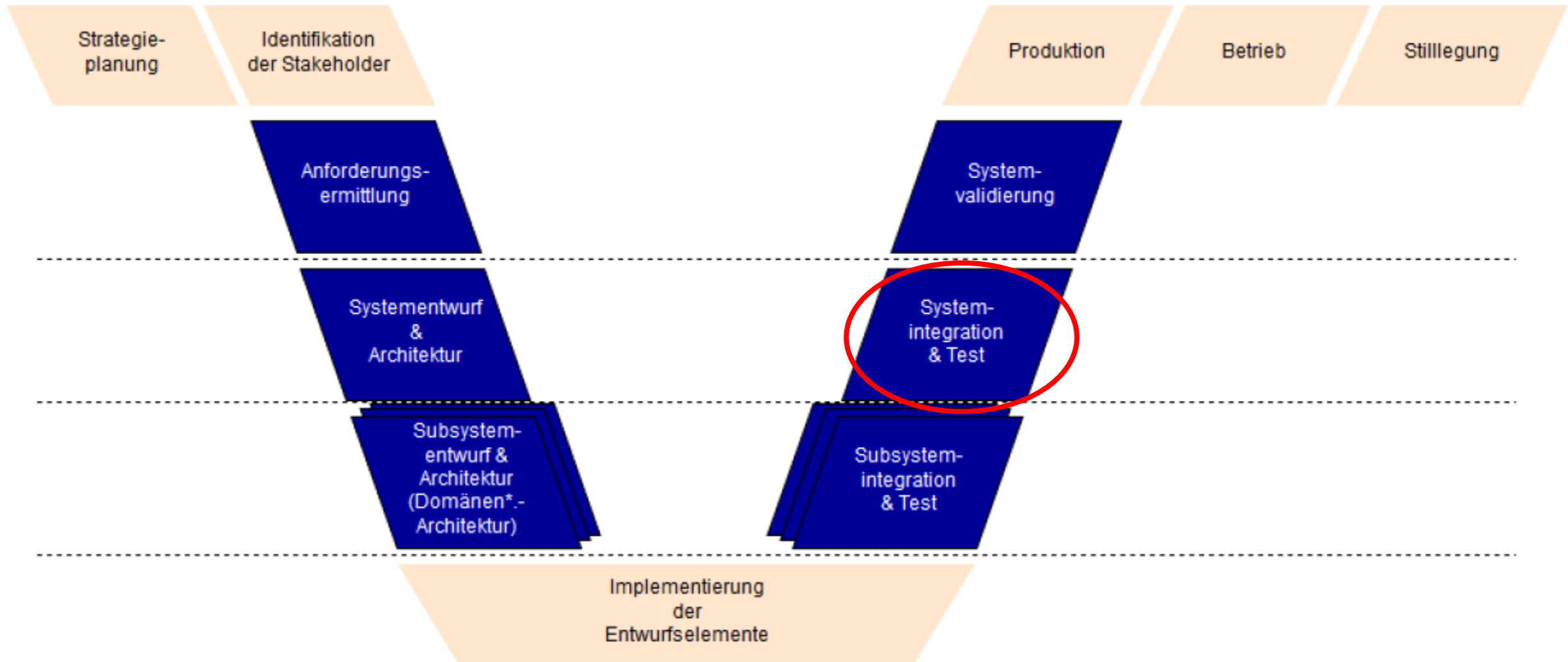


Vor- und Nachteile der Subsysteme

Subsystem	Vorteil	Nachteil	Alternative	Sonstiges
LEDs	<ul style="list-style-type: none"> • günstig • Geringer Energieverbrauch • deutliche Anzeige • Leichte Installation und Ansteuerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine manuelle Unterstützung beim Öffnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Motoren zum Öffnen der Mülltonnen • Lautsprecher 	Aus Kostengründen für LEDs entschieden.
Raspberry-Pi	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsstark • Günstig • Python & SQL fähig • USB-Host Mode • Größe 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Library für LEDs & Sensoren 	<ul style="list-style-type: none"> • Andere PCs 	
Infrarot-Sensoren	<ul style="list-style-type: none"> • günstig • Hohe Genauigkeit • Hohe Responserate 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Niederschlag und / oder hoher Lichteinstrahlung möglicherweise ungenau 	<ul style="list-style-type: none"> • Gewichtssensor • Ultraschallsensor • Software / Datenbank 	Wir haben Infrarot-Sensoren ausleihen können.
Barcode-Scanner	<ul style="list-style-type: none"> • Viele Produkte haben Barcodes • günstig 	<ul style="list-style-type: none"> • Oft ist Zuordnung anhand von Barcodes schwierig • Restmüll Zuordnung oft nicht möglich • Ebenso Bio Mülltrennung schwierig 	Bildererkennung	Barcode Scanner war am besten umsetzbar

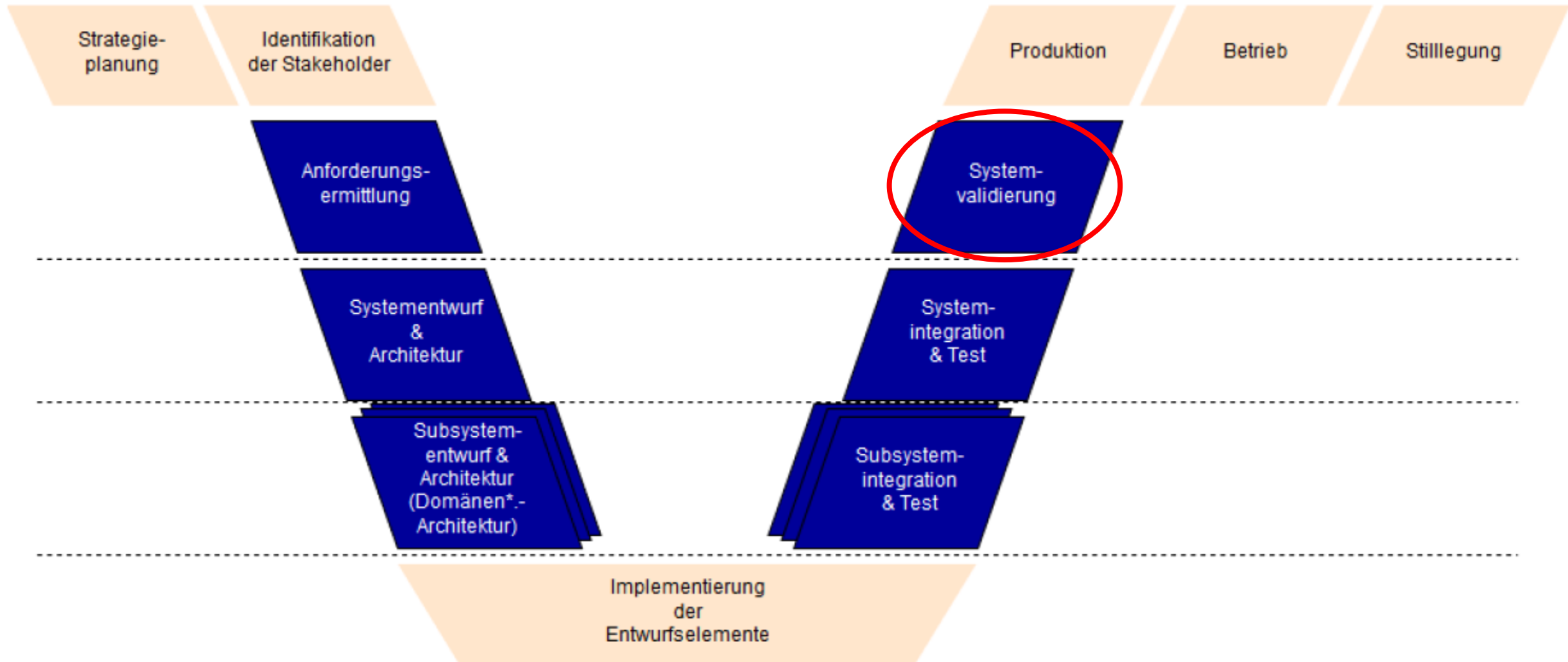
Vor- und Nachteile der Subsysteme

Subsystem	Vorteil	Nachteil	Alternative	Sonstiges
Activity-Board	<ul style="list-style-type: none"> Bereits vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> Schlechtere Leistung als Raspberry pi Kein Python, kein SQL SimpleIDE (☺) 		Teil der Aufgabenstellung
Powerbank / Batterien	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichend für die Stromversorgung des Prototyps portabel 	<ul style="list-style-type: none"> Müssen ausgetauscht / geladen werden 	<ul style="list-style-type: none"> Solarpanels / Netzanschluss 	
Arduino	<ul style="list-style-type: none"> günstig Libraries für Sensoren und LEDs vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzlicher Teil im System, welcher nicht unbedingt notwendig wäre 		
Piezo Buzzer	<ul style="list-style-type: none"> Billig, bereits vorhanden Braucht keinen Treiber Synergie mit ActivityBoard 	<ul style="list-style-type: none"> Frequenzgang Lautstärke gering 	<ul style="list-style-type: none"> Leistungsstärkere Lautsprecher 	



Systemintegration und Test

- Woher wissen wir, dass unser System funktioniert?
 - Testphase:
 - 6 Monate Vorlaufzeit an einer Uni
 - Nicht mit kompletter Tonne und nicht fest verschraubt (-> einfacher Transport)
 - Auffüllen der Datenbank durch Studenten (Zähler > 50)
 - Zusätzlicher Verweis auf Mülllisten bzw. Apps
 - Wöchentliche Stichproben (zur Not muss Zähler noch höher sein)
 - Späterer Verlauf:
 - Je nach Bedarf komplette Tonne oder nicht, aber in jedem Fall fest verschraubt
 - Nach Testphase noch einmal Überprüfen der Datenbank
 - Zählerstände werden verdreifacht
 - Zähler muss dreifache Menge erreichen, bis Tonne aktiv ist



Systemvalidierung

- Woher wissen wir, dass wir das richtige System entwickelt haben?
 - Anforderungen überprüfen
 - Social Media für User Feedback
 - Rücksprache mit allen Stakeholdern
 - Validierung durch ausgewählte Tests
 - Stromverbrauch
 - Müll einwerfen – Erkennung
 - Plastikfolien erkennen

Systemvalidierung – Stromverbrauch@5V

- Arduino Nano 16Mhz @ 5V
10mA (Datenblatt)
- Propeller Board @ 5V -300mA
(Datenblatt Worst Case)
- VL53L0X TOF Sensor @ 3.3V –
20mA (Active) / 10uA ~ 0
(Datenblatt)
- APA102 LEDs @ 5V - ~1A pro
Meter bei voller Helligkeit

Insgesamt: 1,6W im Durchschnitt

Komponente	Leistungsaufnahme (W)	Duty-Cycle	Anzahl
Arduino Nano	0,05W	100%	1
Propeller Board	1,5W	100%	1
VL53L0X	$((3,3 \times 0,02 \times 20 + 3,3 \times 0,00001) \div 20) \times 4 = 0,069697742$ W	5%	4
APA102	$((5W \div 3) \times 0,05) = 0,083333$ 333W	5%	1

Systemvalidierung – Plastikfolien erkennen

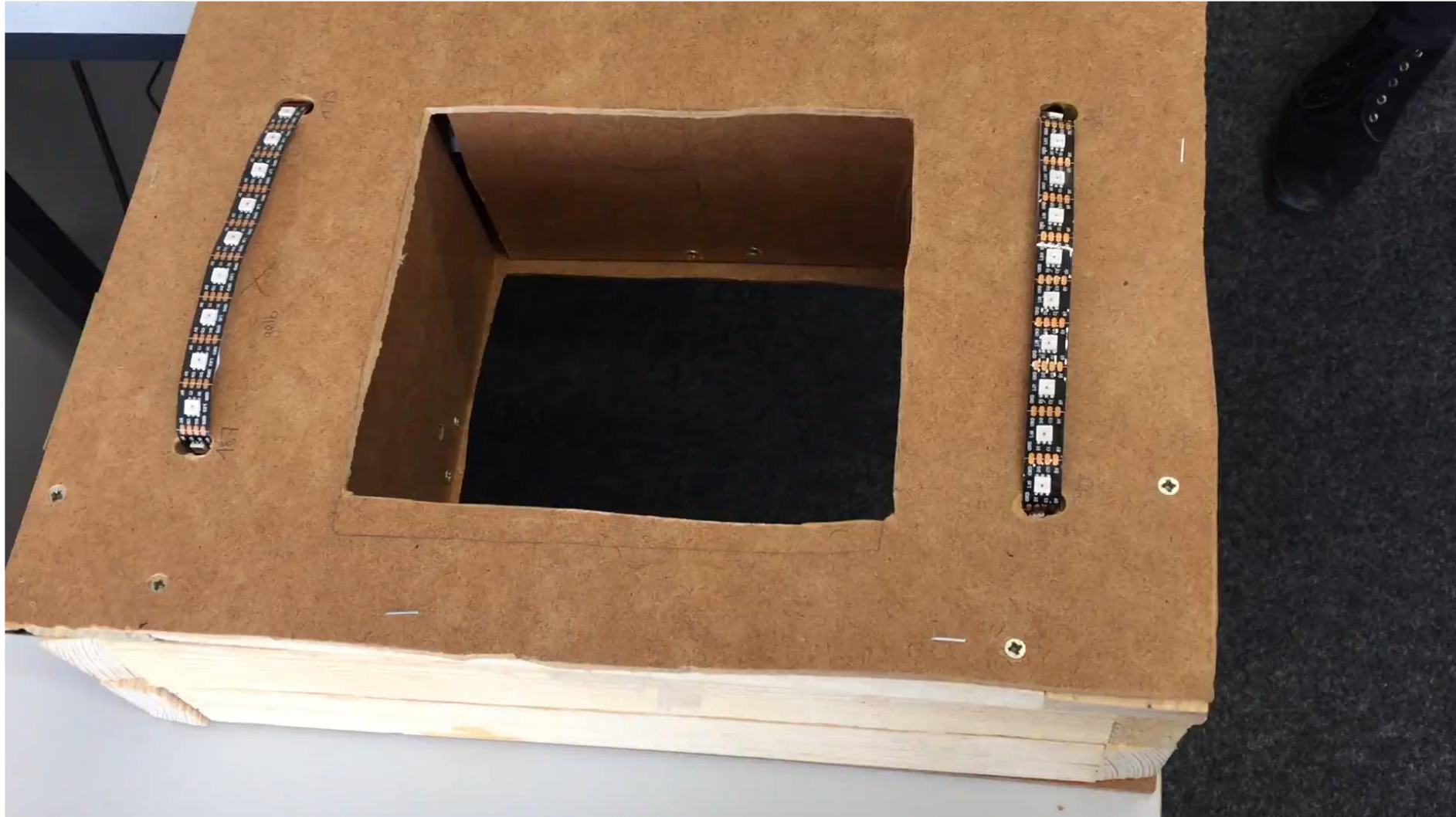
Problem:

Einige Sensoren können keinen Einwurf von durchsichtigen Plastikfolien erkennen

→ Unser smarterer Mülleimer hat dank intelligenter Sensorwahl (Infrarot Sensoren) damit meistens keine Probleme



Plastikfolien erkennen - Videodemo



Systemvalidierung - Müll einwerfen

Problem:

Werden die richtigen Mülltonnen für die jeweiligen Produkte angezeigt?

Lösung:

Verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Mülltypen wurden gespeichert und getestet

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

