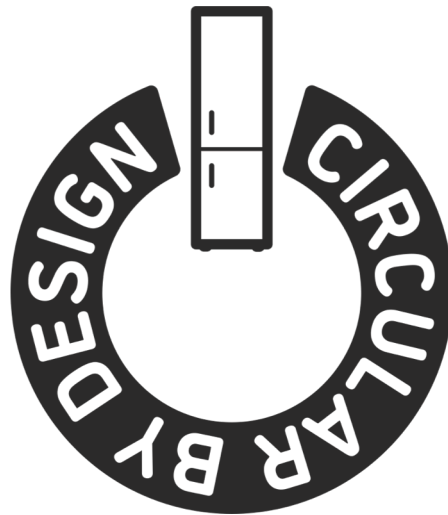


# CbD: Circular by Design

## ReziProK-Abschlusskonferenz, Berlin



Ressourcenwende über nachhaltiges  
Produktdesign von Konsumgütern am  
Fallbeispiel Kühl-/Gefriergeräte  
Förderkennzeichen: 033R244

GEFÖRDERT VOM



PROJEKTPARTNER\*IN

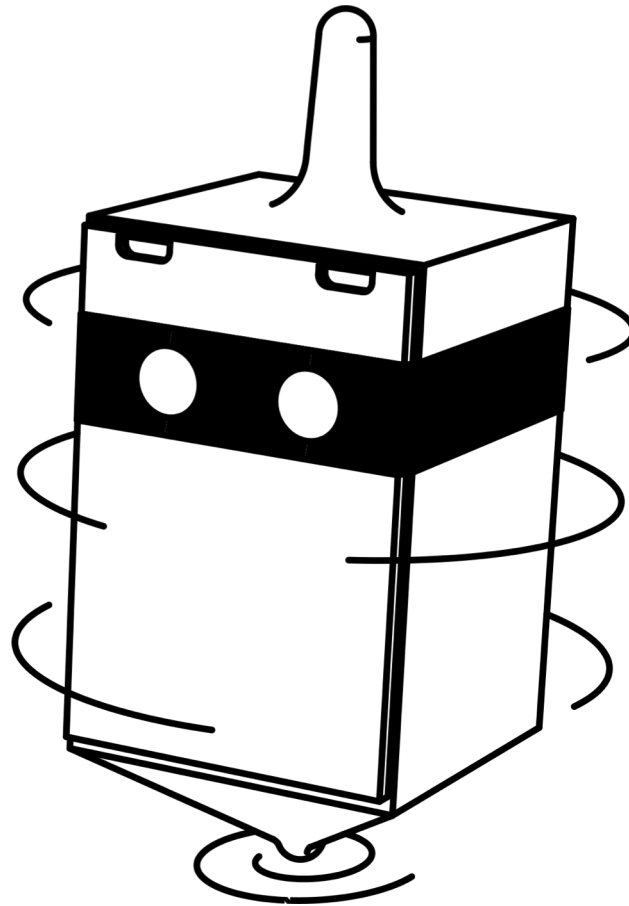


ASSOZIIERTE PARTNER\*IN



23.06.2022

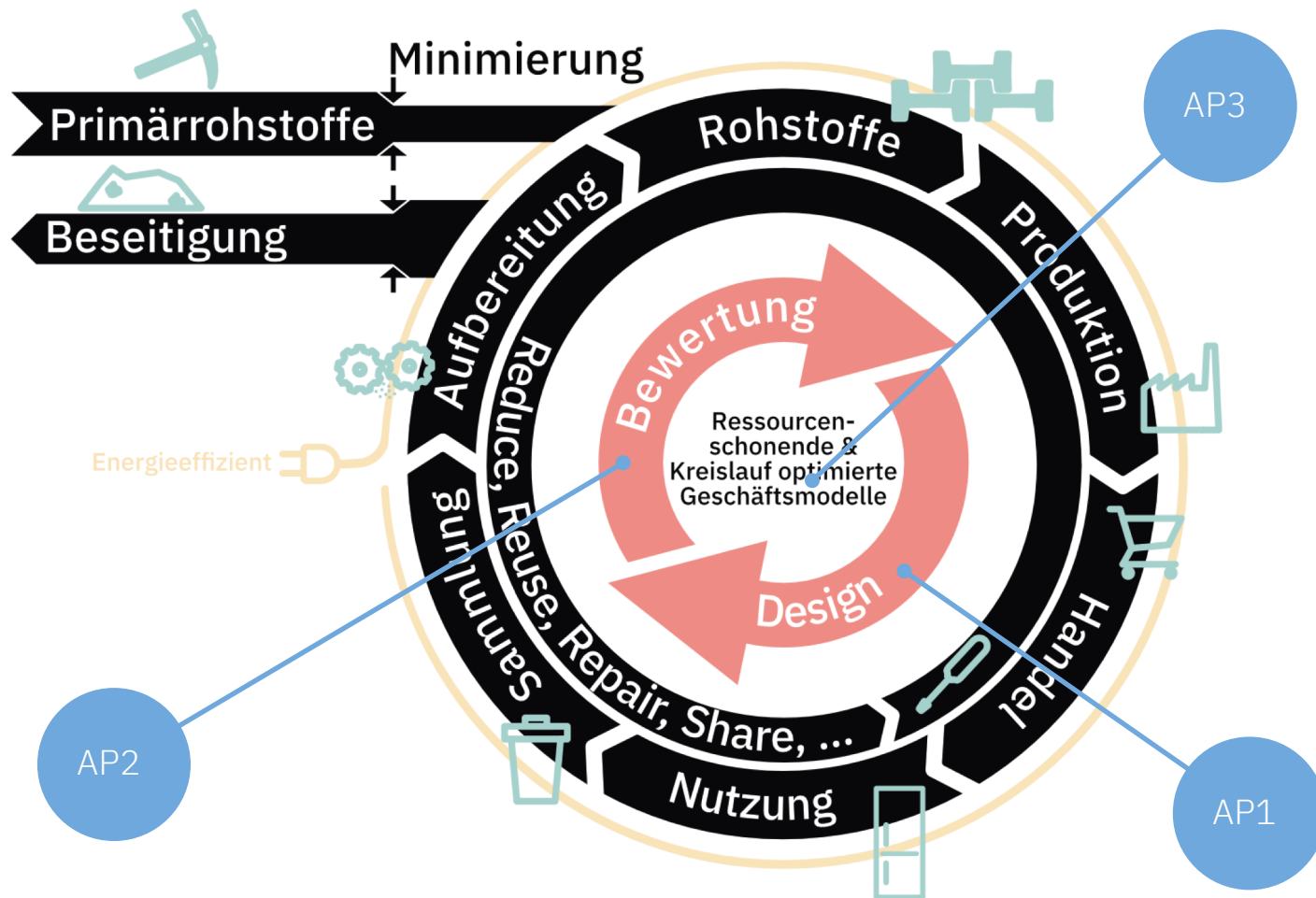
## Auf der Suchen nach dem kreiselnden Kühlgerät



Grafik: Christoph Tochtrop



## Die Gestaltung im ressourcenschonenden Kreislauf



Grafik von Christoph Tochtrop basierend auf: EEA Report 2/2016, Circular economy in Europe - Developing the knowledge base & [https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/euoparl/circular\\_economy/circular\\_economy\\_de.svg](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/euoparl/circular_economy/circular_economy_de.svg)

# Verteilung der Technik-Komponenten und Rohstoffe im gesamten Gerät

## Wertstoffe (mit Masseanteilen)

Stahl (35 %)

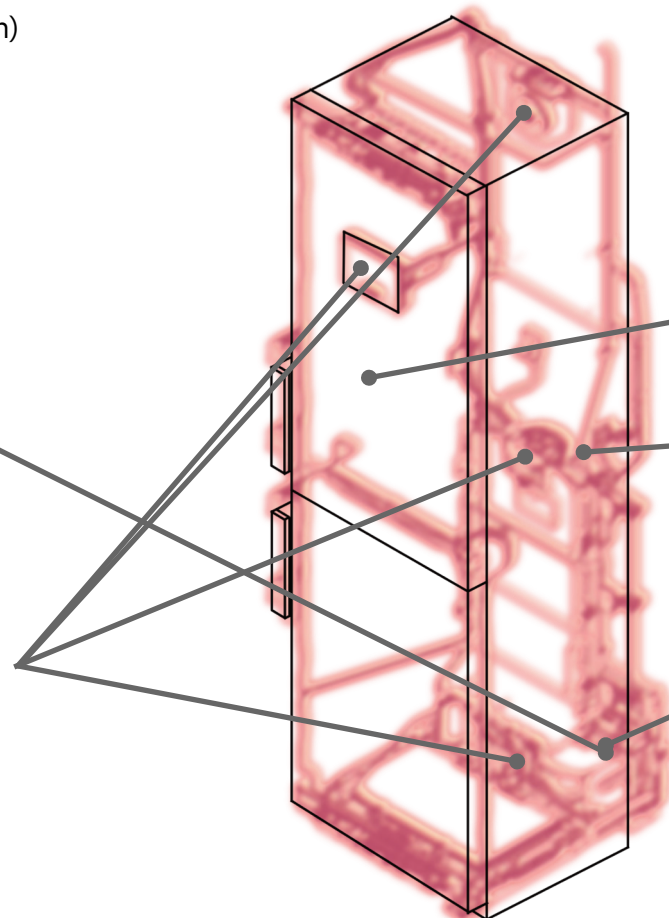
Polystyrol (14 %)  
(ca. 60 % der Kunststofffraktion)

Kompressor (9 %)

Aluminium (1 %)

Kupfer (0,2 %)

Elektroteile: Leiterplatten,  
Displays, Ventilatoren, etc. (2 %)



## Stör- / Schadstoffe

Treibmittel im Isolierschaum

- früher: FCKWs
- heute: Isobutan



Kieselsäure in  
Vakuumsolierpaneelen



Kältemittel

- früher: FCKWs
- heute: Isobutan



Kompressorenöle



Externe Kabel, Glas- und Holzeinleger sowie massive Bauteile wie Hebel müssen vor der mechanischen Aufbereitung manuell demontiert werden.

Grafik: Christoph Tochtrop / Magdalena Heibeck

# Steigende Menge elektr(on)ischer Komponenten in Kühl-/Gefriergeräten

Kühlgerät **Modell 1**  
(Herstellungsjahr: ca. 2000)



Kühlgerät **Modell 2**  
(Herstellungsjahr: ca. 2010)



Kühlgerät **Modell 3**  
(Herstellungsjahr: 2019)



Bilder: Magdalena Heibeck



# Experiment zum Kühlgeräterecycling

am 06. und 07.10.2021



Bilder: Magdalena Heibeck

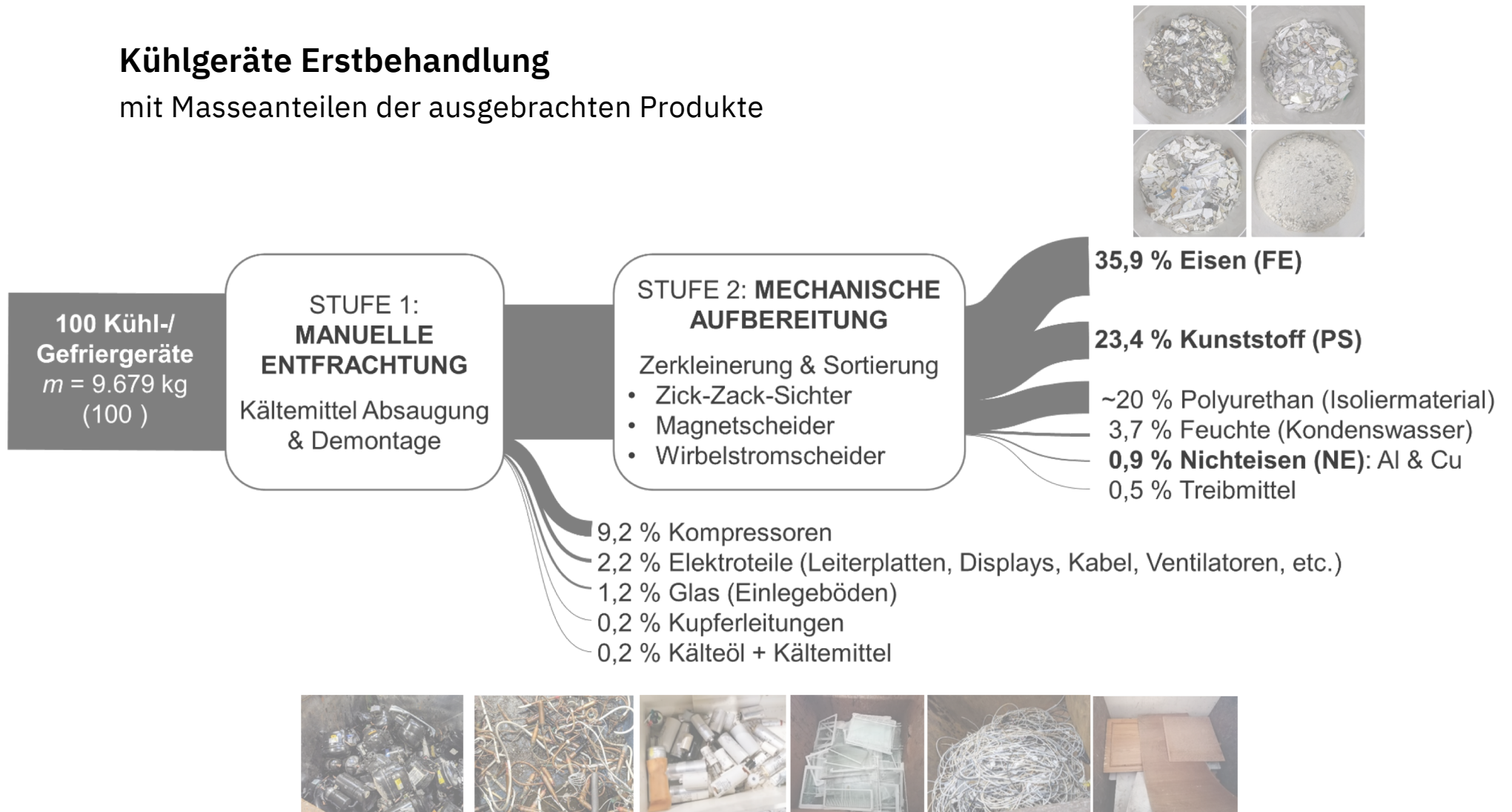
## Versuchsablauf

- 100 Kühlgeräte charakterisieren
- Prozessinformationen sammeln zu
  - Kältemittelabsaugung
  - Kompressor Demontage
  - Energie- & Stickstoffverbrauch
- Massen bilanzieren
- Produktfraktionen (Eisen, Kunststoff und Nichteisen) beproben



# Kühlgeräte Erstbehandlung

mit Masseanteilen der ausgebrachten Produkte



Grafik: Magdalena Heibeck

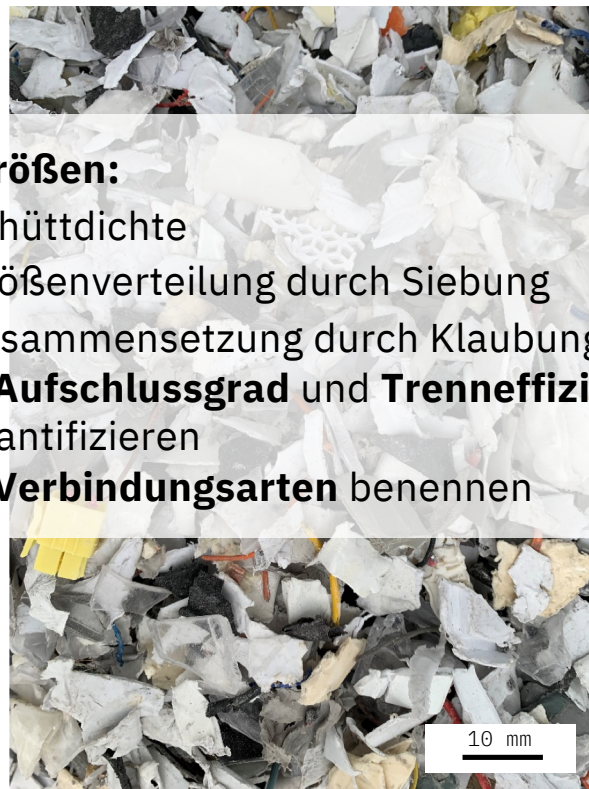


# Proben-Analyse

Eisenhaltige Fraktion



Kunststoff-Fraktion



Nichteisen-Fraktion: Al + Cu



## Zielgrößen:

- 1. Schüttdichte
- 2. Größenverteilung durch Siebung
- 3. Zusammensetzung durch Klaubung  
→ **Aufschlussgrad** und **Trenneffizienz** quantifizieren  
→ **Verbindungsarten** benennen



Bilder: Magdalena Heibeck

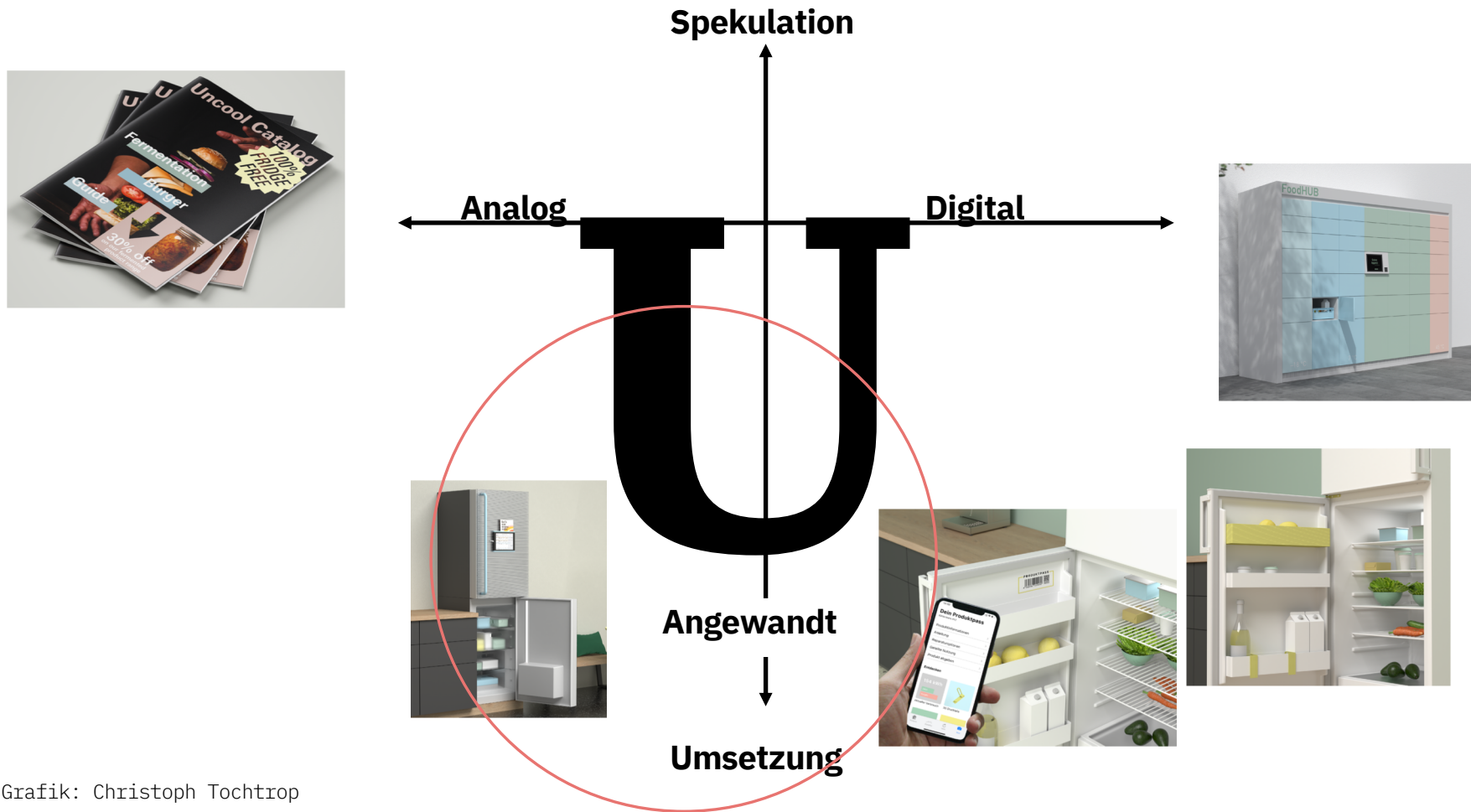
## Gelernte Lektionen aus AP2

- **Kein geschlossener Informationskreislauf** - Datenbeschaffung entlang der Wertschöpfungskette ist herausfordernd
  - viele Daten zur Verbesserung der Kreislaufführung liegen bei Einzelakteuren teilweise vor, aber Geheimhaltung, gesetzl. Rahmenbedingungen, etc. verhindern Hebung von Potentialen.
- **Verbesserungsbedürftige Qualität der zu recycelnden Fraktionen (FE/NE/PS)**
  - Materialvielfalt und Fehlsortierungen führen zum Downcycling. Das kann durch modulare Bauweise, manuelles (bzw. automatisiertes) Demontieren und sortenreines Trennen in Produkt- bzw. Stoffklassen vor der Zerkleinerung deutlich verringert werden (z.B. Abtrennen von Platinen oder sortenreine Erfassung von Legierungsarten).
- **Verbindungsarten und Demontagefreundlichkeit** (Reparatur und Recycling)
  - Kompressordemontage im Recycling: höchster Zeitaufwand für geschraubte Befestigungen. Es wird nicht abgeschraubt, sondern gehebelt, gebogen & gebrochen. Für Reparaturen wären stattdessen zerstörungsfrei zu öffnende Verbindungen (z.B. Steckverbindungen) von Vorteil.
  - Klebstoffe werden immer “besser” und Verbund daher immer schlechter trennbar.

### **Fokusthema: Modellierung der Aufschlusszerkleinerung (Trenneffizienz)**

Simulation der Aufschlusszerkleinerung mit der Finiten-Elemente-Methode in Arbeit im Rahmen einer Promotion

# Ableitung von Designoptionen - konzeptionelle Landkarte



Grafik: Christoph Tochtrop

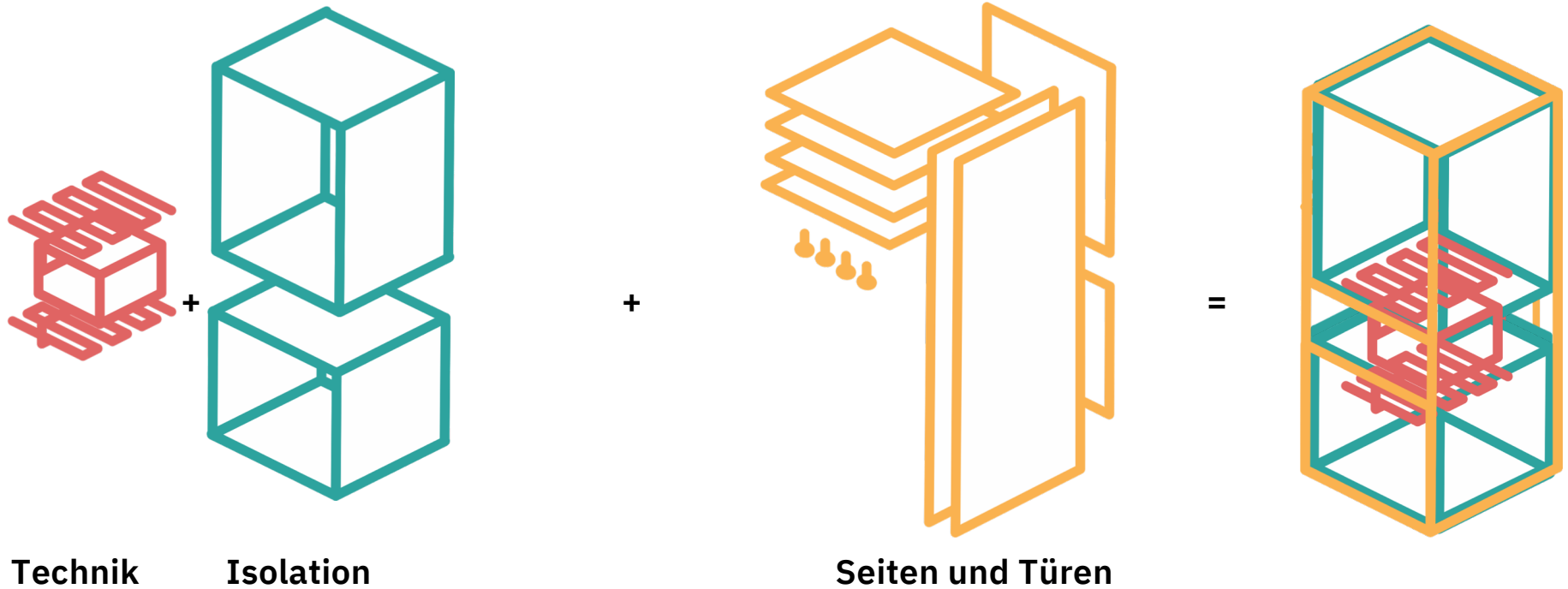


## Design-Konzept

# Kühl

# &

# Schrank



Grafik: Christoph Tochtrop



Design: Christoph Tochtrop & Cornelius Richter, Rendering: Shahriar Assadi





Design: Christoph Tochtrop & Cornelius Richter, Rendering: Shahriar Assadi





Design: Christoph Tochtrop & Cornelius Richter, Rendering: Shahriar Assadi

## Geschäftsmodelle

Potenziale neuer Partnerschaften:

### **Produzent und Händler**

- Nutzen statt Besitzen - Leasing- und Mietmodell-Partnerschaften etablieren
- Kundenwünsche nachhaltig umsetzen: Handel als Innovationsscharnier zwischen Konsument und Produzent – Kundenbedarfe in zirkuläres Produktdesign übersetzen

### **Produzent und Nutzende**

- Mit modularem “Kühl & Schrank”-Konzept langfristige Kundenbindung ermöglichen: Erlöse langfristig sichern durch Verkauf von, zur individuellen Lebenslage passenden, Modulen (Größe, Design, Funktionalität, Exklusivität)
- Dienstleistungsmodell: Kühlleistung vermieten

### **Produzent und Recycler**

- Vertragliches Stofftrommmanagement von “Kühl & Schrank” sorgt für ein demontage- und reparaturfreundliches Produktdesign und damit zur einfachen Entfernung von Bauteilen (u.a. Technikeinschub) sowie einer sortenreinen Sortierung der Fraktionen (Verminderung von Downcycling); zusätzlicher Effekt: Logistiko Optimierung (Packmaße, Transportwege und -kosten)

Außerdem: Rolle der Wertstoffhöfe muss neu definiert werden.

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

---

Simone Raatz | [s.raatz@hzdr.de](mailto:s.raatz@hzdr.de)

