



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



# Wiederverwendung und Recycling von PV-Modulen – Ein Über- und Ausblick

22.02.24 Roger Nyffenegger & Ässia Boukhatmi

Berner Fachhochschule, Departement für Technik und Informatik, Biel





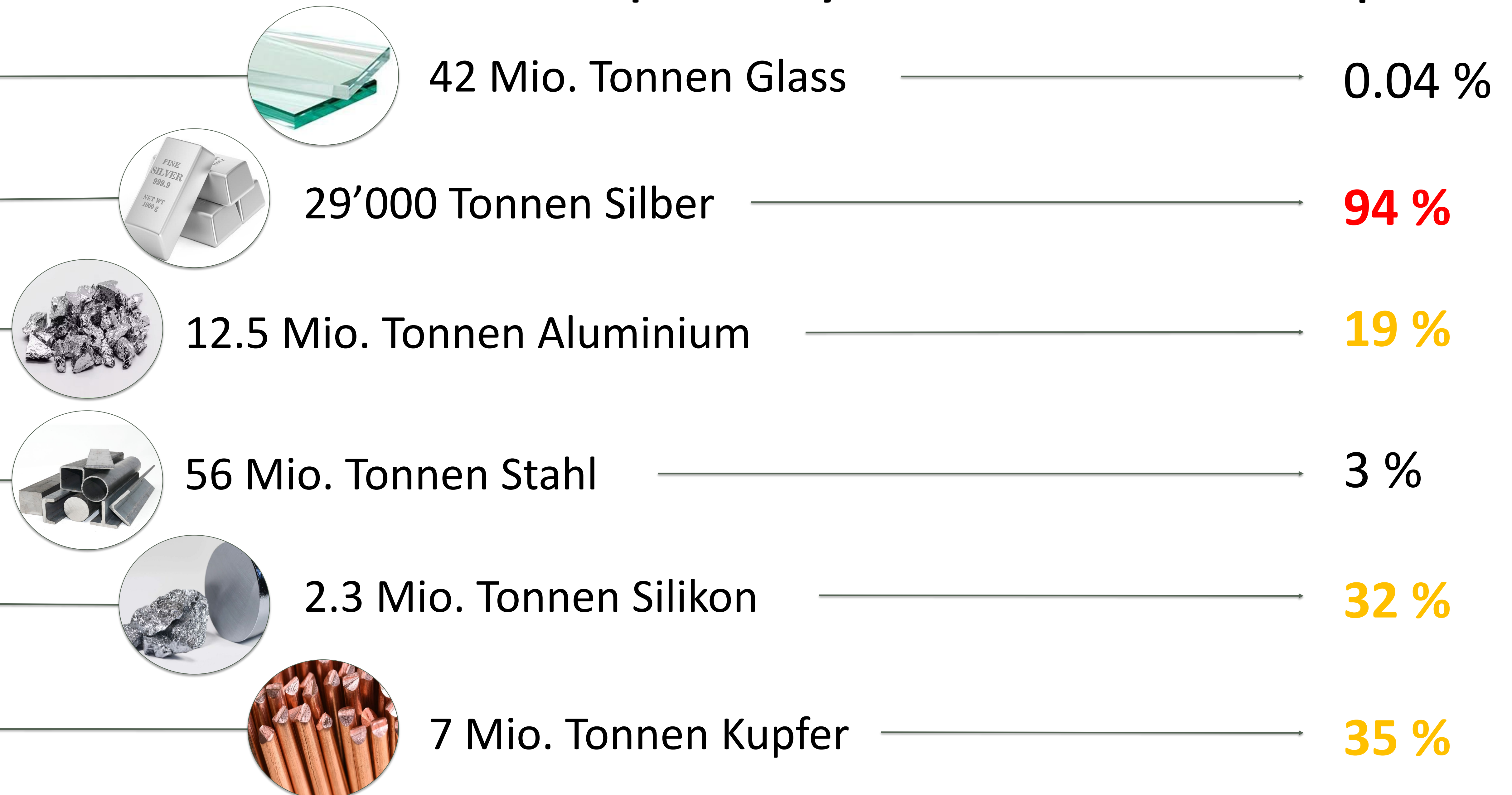
# Herausforderungen der Solarindustrie

Kreislauffähige Solarindustrie verringert Ressourcenverknappung und Auslandsabhängigkeit



## Benötigte Rohstoffe für die Produktion von 1 TWp an PV-Systemen

## & deren Anteil an der Weltproduktion



Quelle: Soren, 2023



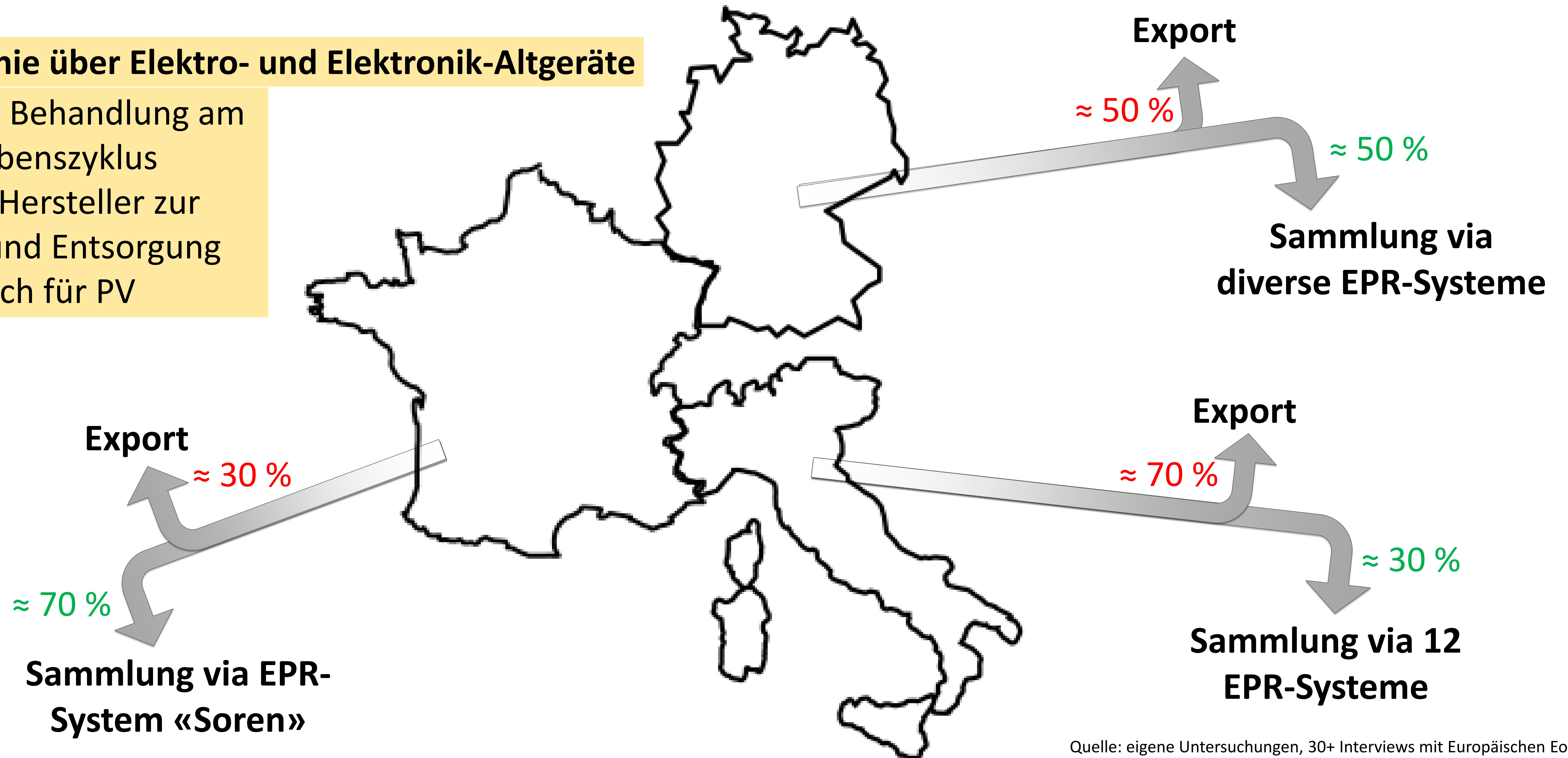


# Ausgangslage Europa

Unterschiedliche Implementation der WEEE Directive & grosses end-of-life Exportvolumen

## WEEE = Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte

- regelt deren Behandlung am Ende des Lebenszyklus
- verpflichtet Hersteller zur Sammlung und Entsorgung
- seit 2012 auch für PV

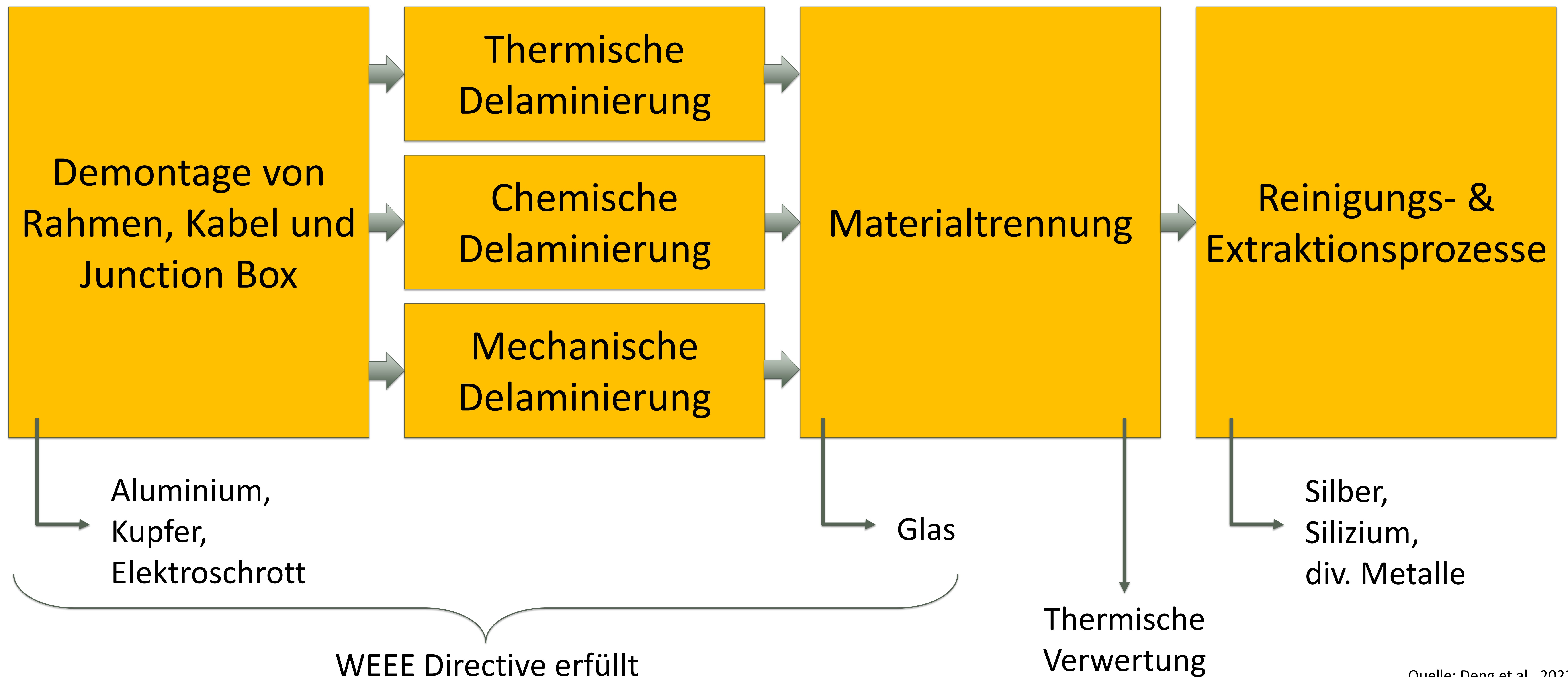


Quelle: eigene Untersuchungen, 30+ Interviews mit Europäischen EoL Akteuren

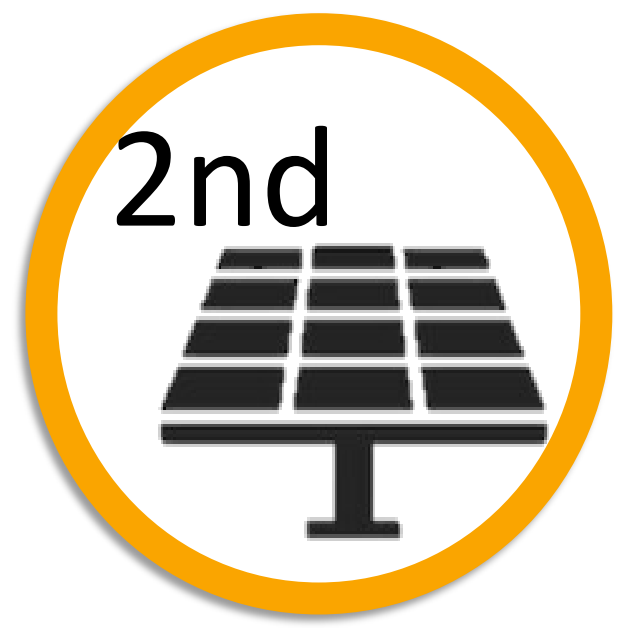


# Recyclingansätze in Europa

Wettlauf um kosteneffizienteste Recyclingmethode zur Ablösung des mechanischem «Downcycling»

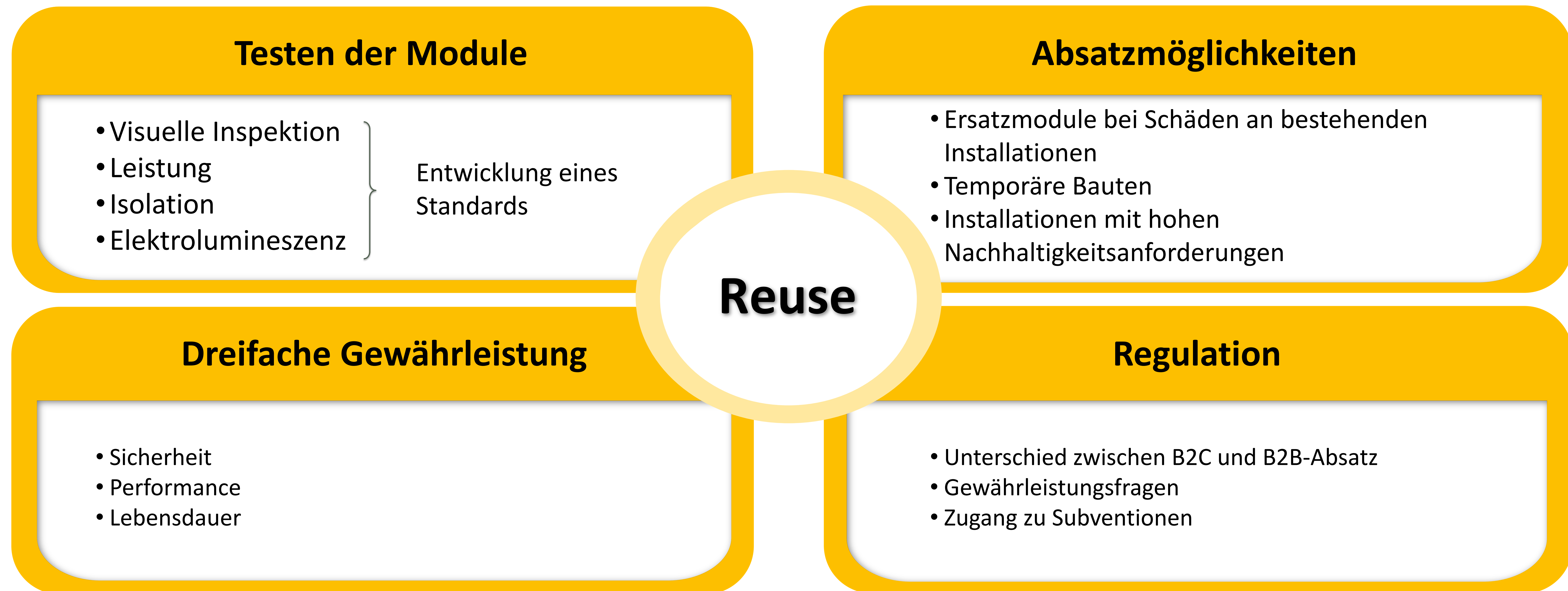


Quelle: Deng et al., 2022; Jia et al., 2020



# Wiederverwendung in Europa

Aufstrebendes Geschäftsmodell in schwierigem Marktumfeld aufgrund tiefer Neumodulpreise



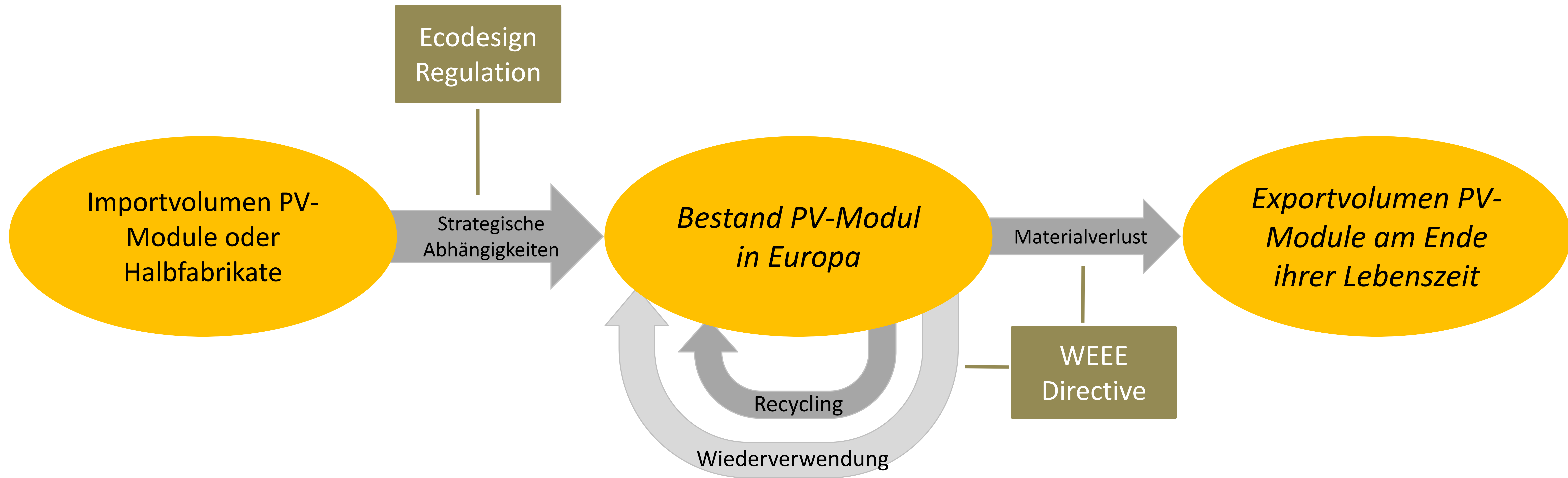
Quelle: Tsanakas et al., 2020; Van Opstal & Smeets, 2022; van der Heide et al., 2021





# Ausblick in Europa

Bestrebungen der EU-Import- und Exportabhängigkeiten mittels Kreislaufstrategien zu verringern



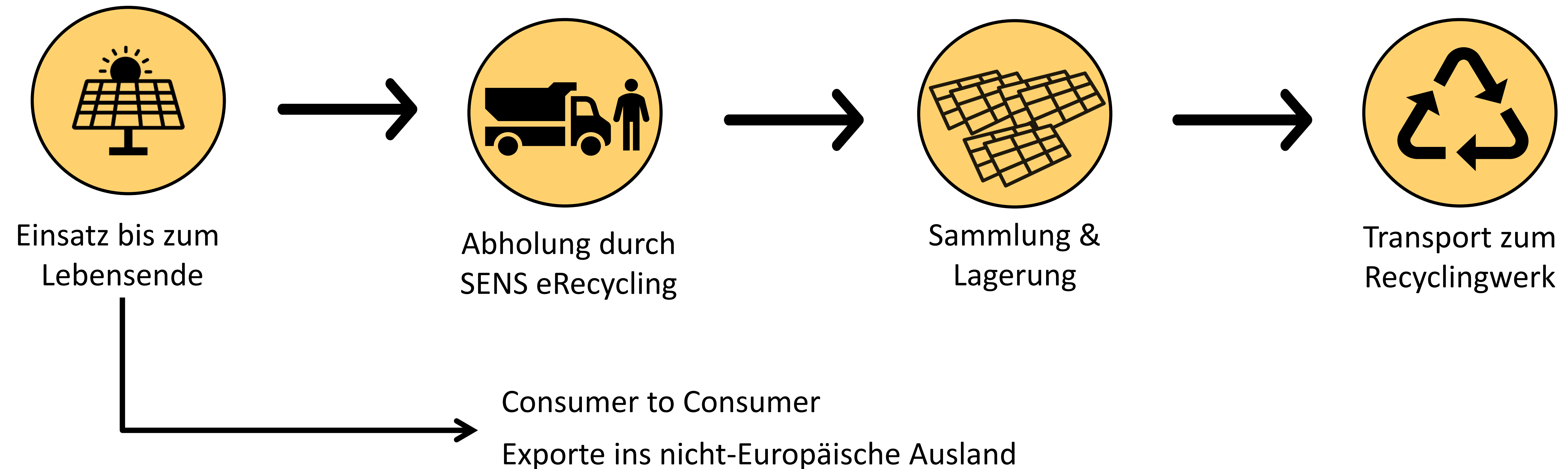
Quelle: Nyffenegger et al., 2023



# Ausgangslage Schweiz

Zentral organisierte Rücknahme via SENS eRecycling und Recycling von PV-Modulen

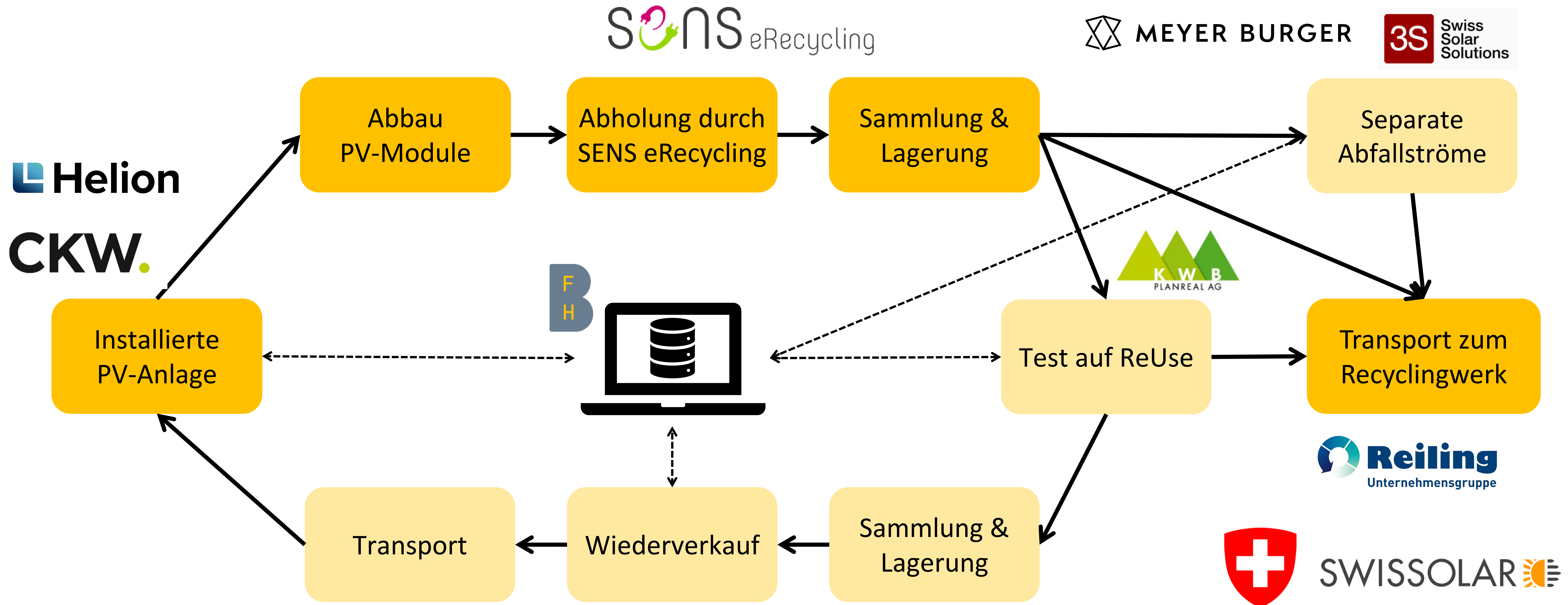
Verordnung über die Rückgabe Rücknahme und Entsorgung von elektrischen und elektronischen Produkten (VREG)  
→ Vorgezogener Recyclingbeitrag (vRB) wird beim Kauf entrichtet





# Projektidee und beteiligte Partnerorganisationen

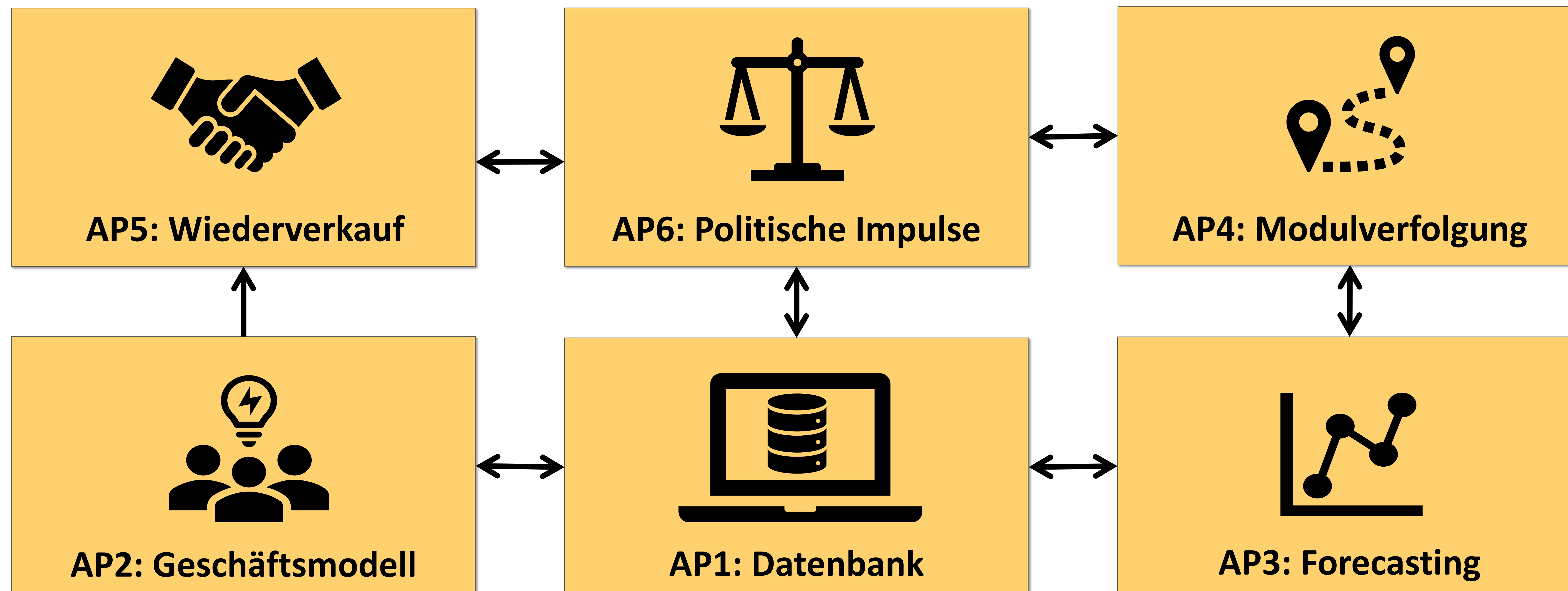
Datengestützte Wiederverwendung von PV-Modulen nach Ende ihres ersten Lebenszyklus





# Arbeitspakete

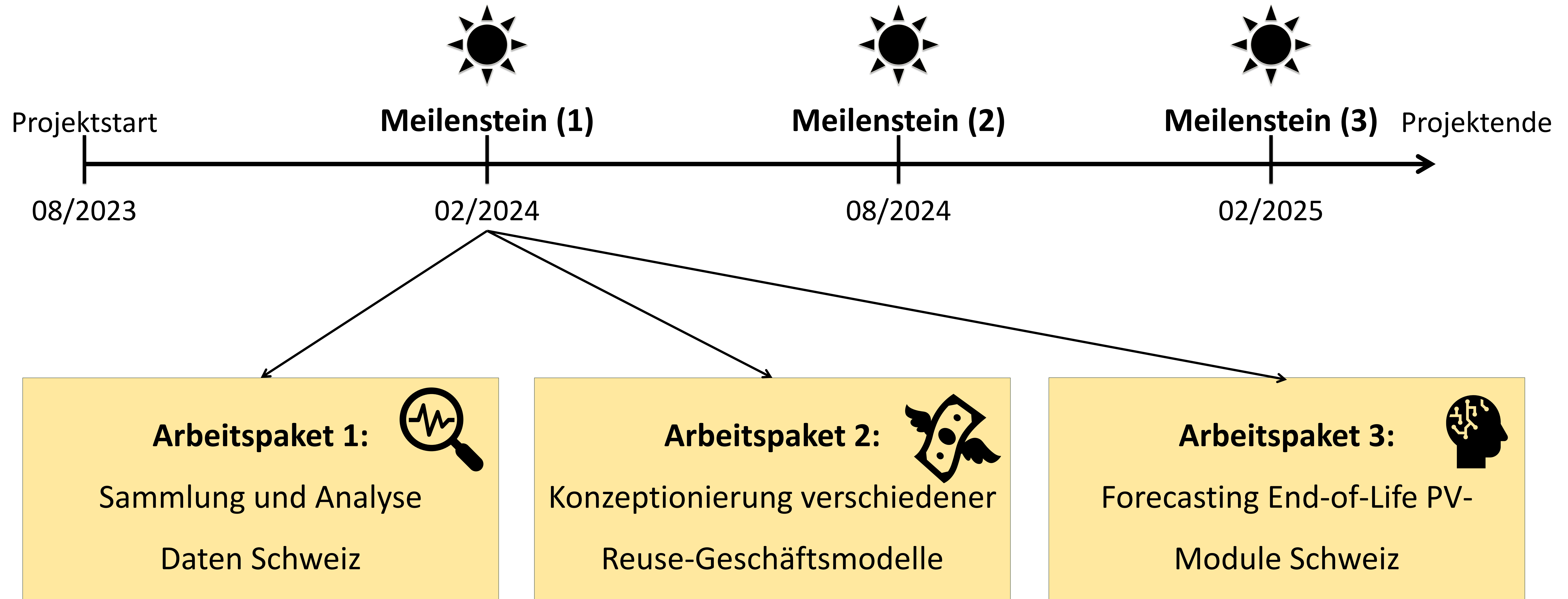
Umfassende Betrachtung der Wiederverwendung in der Schweiz





# Timeline & bisherige Ergebnisse

Verständnis für vorhandene Daten, den aktuellen Markt und derzeitige Herausforderungen



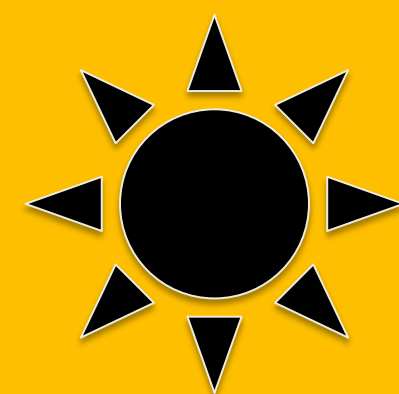


# Meilensteine & Ausblick

Ziel ist die Demonstration der Machbarkeit einer Wiederverwendung von Solarmodulen in der Schweiz

## Meilenstein (2)

12 Monate

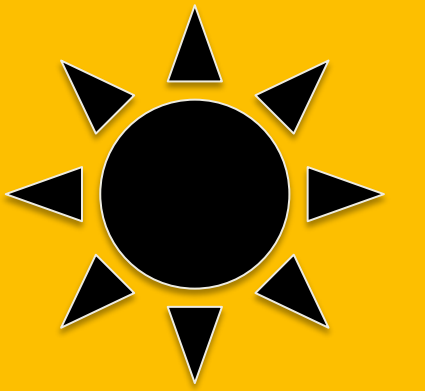


- Aufbau Datenbank
- Vergleich Forecasting mit existierenden Studien
- Untersuchung State-of-the-Art Modulverfolgung
- Berechnung Rentabilität Wiederverwendung
- Markt-/Absatzanalyse für 2nd-hand Module



## Meilenstein (3)

18 Monate



- Aufbau Plattform
- Pilot-Projekt Wiederverwendung PV-Anlage oder -Module
- Konzeptionierung Modulverfolgung
- Politische Handlungsempfehlung für Wiederverwednung





Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



# Vielen Dank

Roger Nyffenegger & Ässia Boukhatmi  
Berner Fachhochschule, Departement für Technik und Informatik, Biel



# Haben Sie Interesse, an dem Projekt mitzuwirken?

- Kennen Sie eine ältere PV-Anlage, der das Nutzungsende oder ein Repowering bevorsteht?
- Haben Sie ein Projekt, bei dem 2nd-hand Module zum Einsatz kommen könnten, z.B. bei einem temporären Bauobjekt?
- Oder haben Sie weitere Fragen zum Thema Wiederverwendung, Recycling oder Kreislaufwirtschaft in der Solarindustrie im allgemeinen?

→ Schreiben Sie uns gerne eine E-Mail an [roger.nyffenegger@bfh.ch](mailto:roger.nyffenegger@bfh.ch) oder [aessia.boukhatmi@bfh.ch](mailto:aessia.boukhatmi@bfh.ch)

Wir haben ein  
Plakat – kommen  
Sie vorbei!