

Die Zirkuläre Bioökonomie: wie Digitale Services und KI die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle ermöglichen

Prof. Dr. Dieter Hertweck



Soziologie/Politik

Wirtschaftsinformatik

Prozessmanagement

Digitale Services

UNI HOHENHEIM

HSHN/HSRT/HHZ

EU DONAURAUM

FHG-IAO
AGSM UNSW

FZI/KIT



1

GESELLSCHAFTLICHER WANDEL UND DIGITALISIERUNG – EIN PAAR GEDANKEN

2

FG SERVICE SCIENCE FORSCHUNG FÜR UMWELTGERECHTES WIRTSCHAFTEN U. LEBEN

3

ZIRKULÄRE GESCHÄFTSMODELLE MIT DIGITALISIERUNG UND KI

4

DAS DILEMMA ZIRKULÄRER GESCHÄFTSMODELLE IN DER UMSETZUNG

5

MÖGLICHE ANSÄTZE ZUR ÜBERWINDUNG



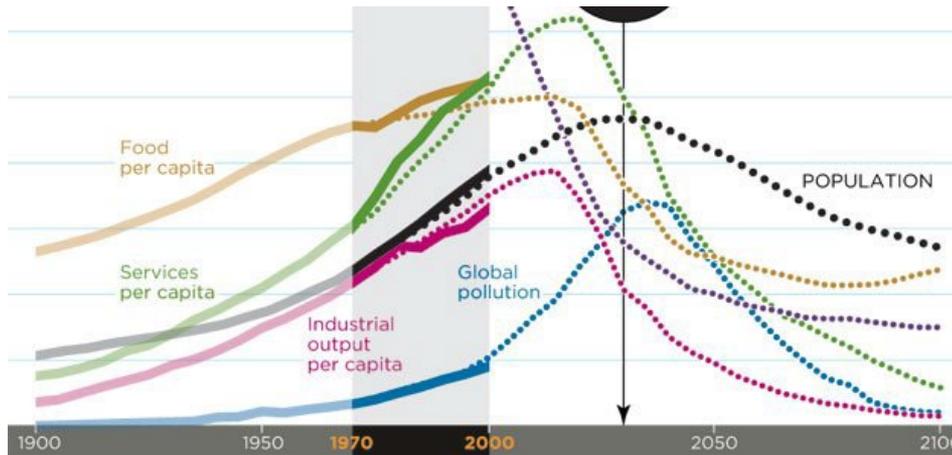
Klimawandel

Nahrungsknappheit
Naturkatastrophen
Pandemie
Ressourcenver-
schwendung

Krieg



Gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Wandel



80er



Solarwasser-
stoffwirtschaft



Wasserstoff-E-
Klasse 93

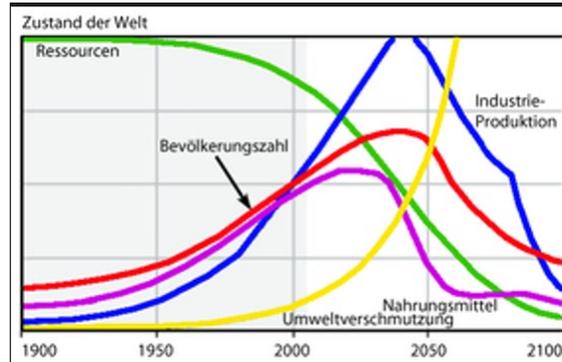


80% kompostierbares
Innenraumausstattung von
W126 v. 1983

Gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Wandel



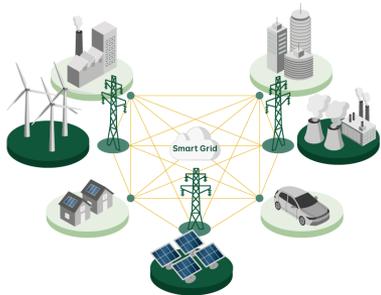
Fridays For Future



Club of Rome Szenarien
2012

Club of Rome
Szenarien
2012

2020er



Smart Grids meist
ohne Speicher
medien

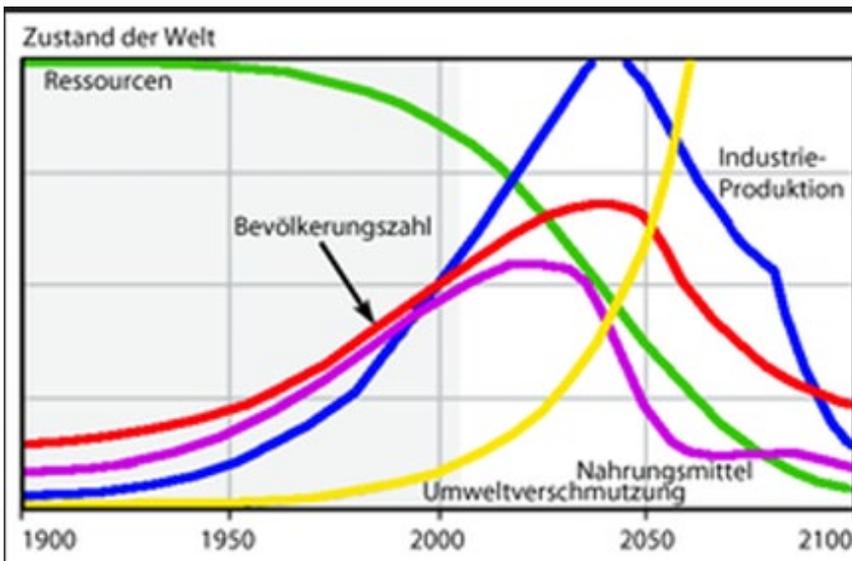


Elektroautos
Nach 40.000km
CO2 Vorteil



Nach 10.000km
CO2 Vorteil
90% kompostierbar

Täglich grüßt das Murmeltier ?



- Die Ressourcenverschwendung hat zugenommen (Wasser, Boden, Biomasse, fossile Brennstoffe ...)
- Das Problem Umweltverschmutzung auch (CO₂, Plastikmüll, Umweltgifte)
- Industrieproduktion ist eingebrochen (Covid, Ukraine-Krise, Suez-Kanal,...)
- In den Industrieländern gehen uns die Fachkräfte aus

Es bleibt die Hoffnung (-;)

Problemdruck wird real



Fischsterben im Max-Eyth-See ...
stuttgarter-zeitung.de

Junge Leute wollen was bewegen



Junge Leute sind eine gefragte Minderheit



Digitalisierung/KI



Warum eigentlich nicht ?



Natascha Sigle



Tamara Scheerer



Annette Kunz-Engesser



Reiner Braun



Jan Fauser



Martin Kinitzki



Sebastian
Kotstein



Dieter Hertweck



Wie lässt sich die Transformation biogener WSK mit der Digitalen Transformation so verzahnen, das zirkuläre und ressourcenschonende Geschäftsmodelle entstehen?





1

GESELLSCHAFTLICHER WANDEL UND DIGITALISIERUNG – EIN PAAR GEDANKEN

2

FG SERVICE SCIENCE FORSCHUNG FÜR UMWELTGERECHTES WIRTSCHAFTEN U. LEBEN

3

ZIRKULÄRE GESCHÄFTSMODELLE MIT DIGITALISIERUNG UND KI

4

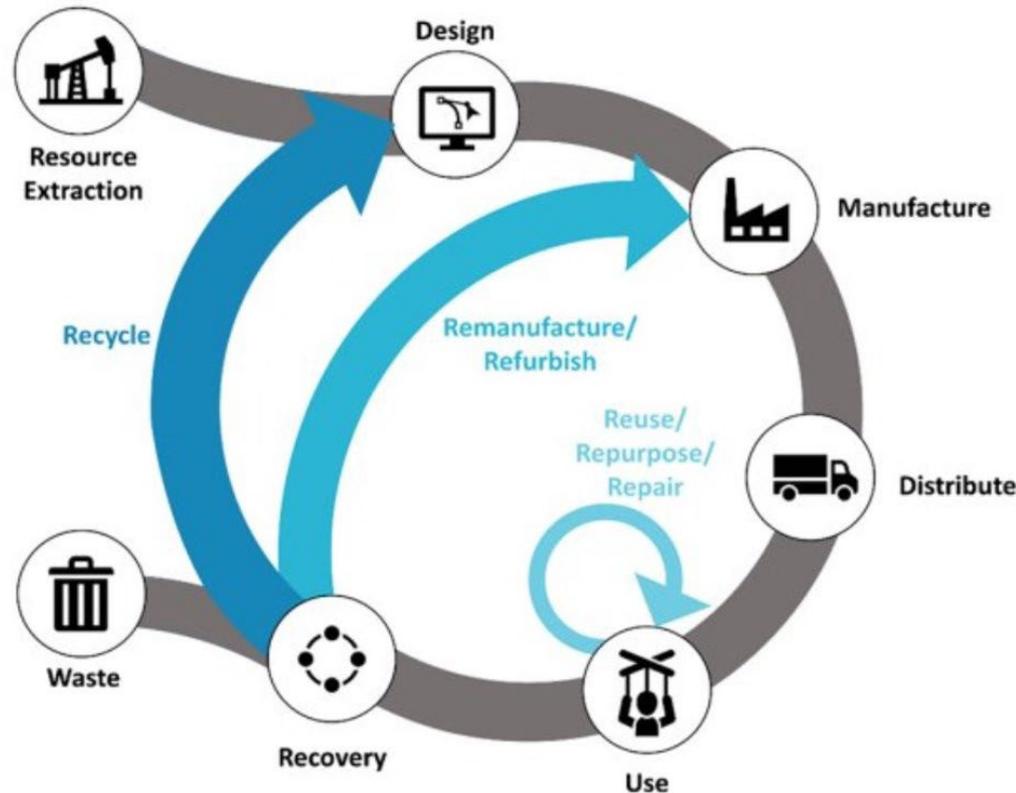
DAS DILEMMA ZIRKULÄRER GESCHÄFTSMODELLE IN DER UMSETZUNG

5

MÖGLICHE ANSÄTZE ZUR ÜBERWINDUNG



Von linearen zu zirkulären Geschäftsmodellen in der Bioökonomie

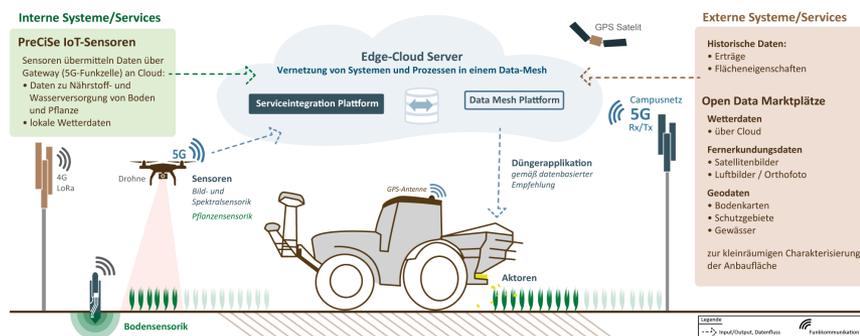


Bioökonomie: Die wirtschaftlich, ökologisch, und sozial sinnvolle Nutzung biologischer Ressourcen um in Kreisläufen zu produzieren. **Unter bewusstem Verzicht von fossilen Rohstoffen Materialien, Nahrungsmittel & Energie** -

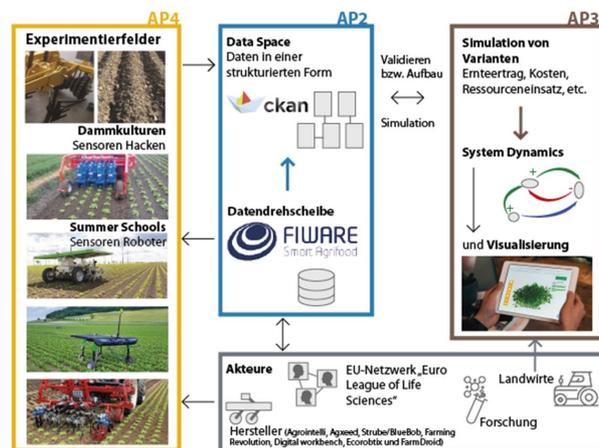
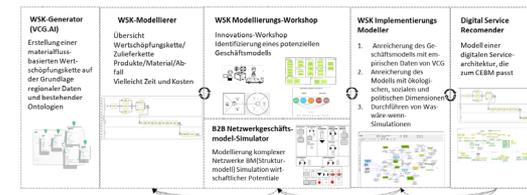
Zwei Forscherische Schwerpunkte

Digitale Transformation der Nahrungsmittelproduktion und Logistik

5GPreCiSE

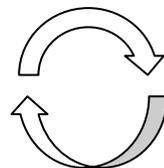


Digitale Simulation Kreislaufwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten



ENABLE

Daten zur stofflichen Konversion



Ideen zur Verwertung von Side-Products



Die DECIDE Toolbox: Inspirations-/Generierungs-/Modellierungs-/Simulations-/Validierungswerkzeuge für zirkuläre Geschäftsmodelle

Potential and or (Resource) Identification

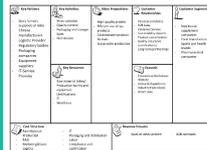
Opportunity Identification & Business Model Exploration



Value Chain Generator (AI-driven): Identifies new circular business opportunities from waste streams & by-products.

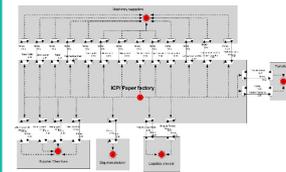
Business Model Conceptualization

Structured Business Model Representation



Business Model Canvas (BMC): Standard framework for structuring, representing, and communicating business models. Visualizes value creation, value delivery, and value capture.

Detailed Business Model Analysis and Validation | Network Business Model & Business Case Validation



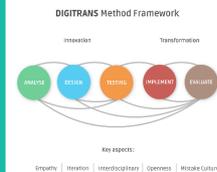
e3Value: Visualize actors, value exchanges, costs, and revenues in your network business model, simulate *what-if* scenarios and identify infrastructure and resource needs.

Opportunity Identification & Business Model Exploration



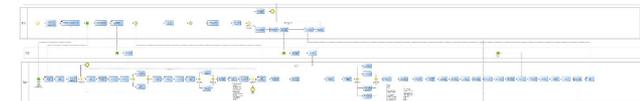
Circular Economy Business Model Catalog: A structured repository of circular business models

Ideation Workshop



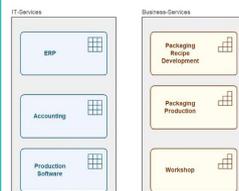
Innovation Workshop
Identify potential Business Model

Preliminary Value Chain and Supply Chain Structuring | Process Optimization & Cost Optimization



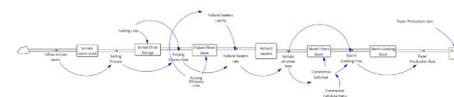
Business Process Model & Notation: Model production processes, value chains, and supply chains to analyze time and costs, identify inefficiencies and optimize workflows.

Digital Service Architecture



Digital Service Implementation Recommender: Structural and operational insights into your business and IT landscape. Map IT and business services to operational processes & infrastructure needs

Dynamic Impact Analysis and Sustainability Modeling | Scenario-Based Decision Making



System Dynamics: Simulate long-term business, ecological, social, and political impacts, including CO₂ footprint and financial viability, through dynamic modeling.

Ausgangssituation: Sie haben Reststoffe im Unternehmen und wissen nicht, wie Sie diese besser als bisher weiterverwerten können

Cradle to Grave: Linear or traditional value chain

Cheese Production & Whey Separation



Whey Disposal in Dairy Facility



End-of-Life: Wastewater Treatment Impact



Cradle to Cradle: Circular Economy Value Chain New Business Model: Transforming Whey into Value



Whey collection at the dairy plant



Transport by tanker trucks



Ultrafiltration for component separation



Production of end products: WPC80 and lactose

KI unterstützte Suche nach neuen WSK-Ideen mit Hilfe des VCG.AI Services

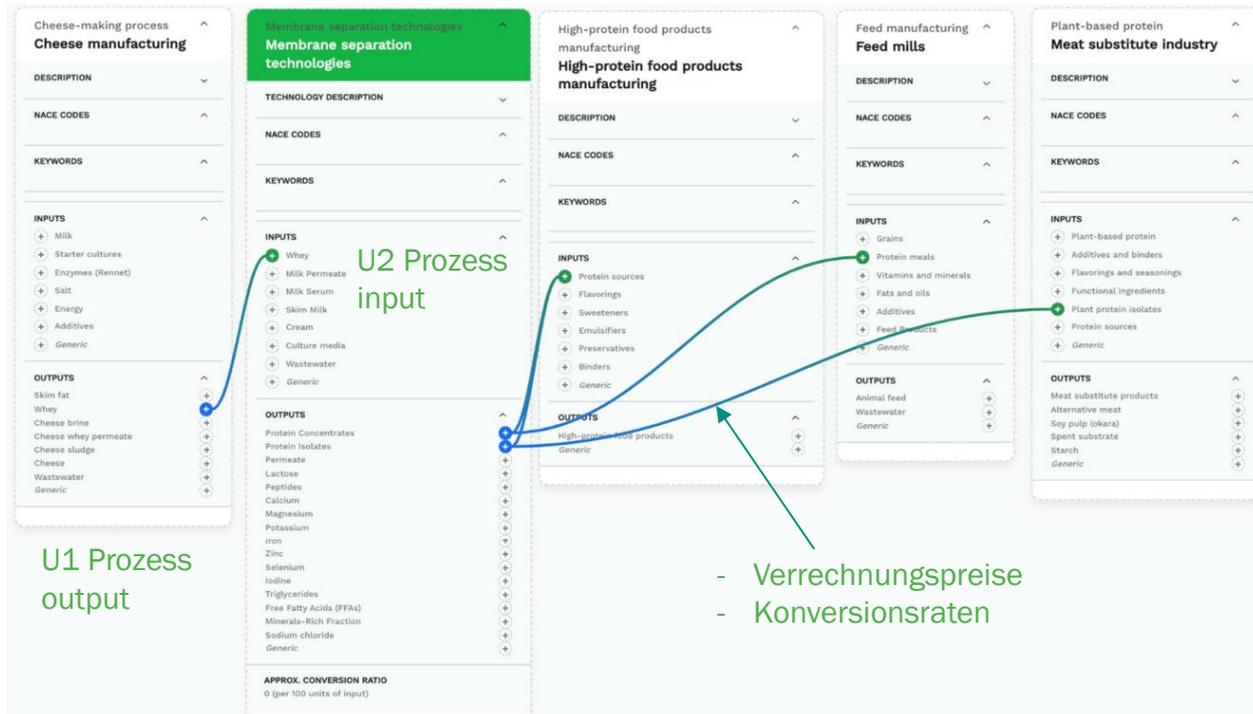
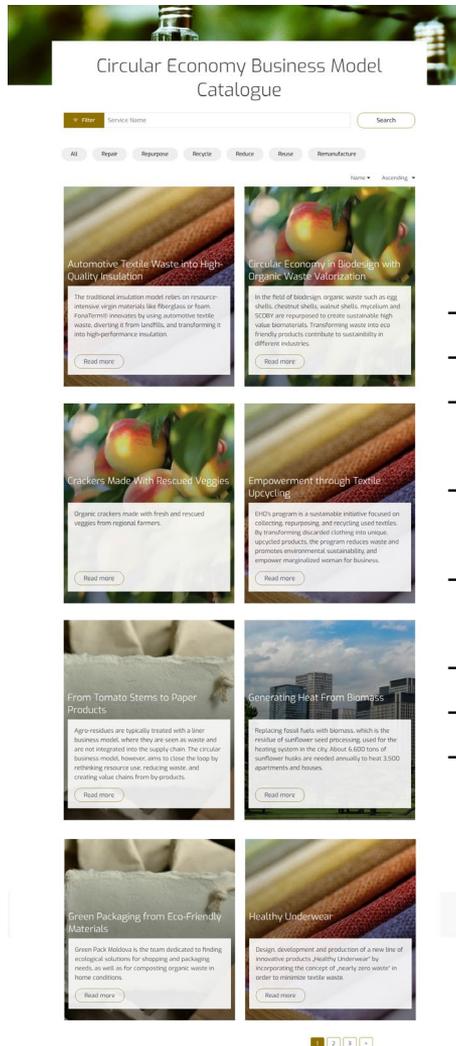


Figure 4: Graphical representation from the VCG.AI platform of a Whey to proteins value chain.

SLM

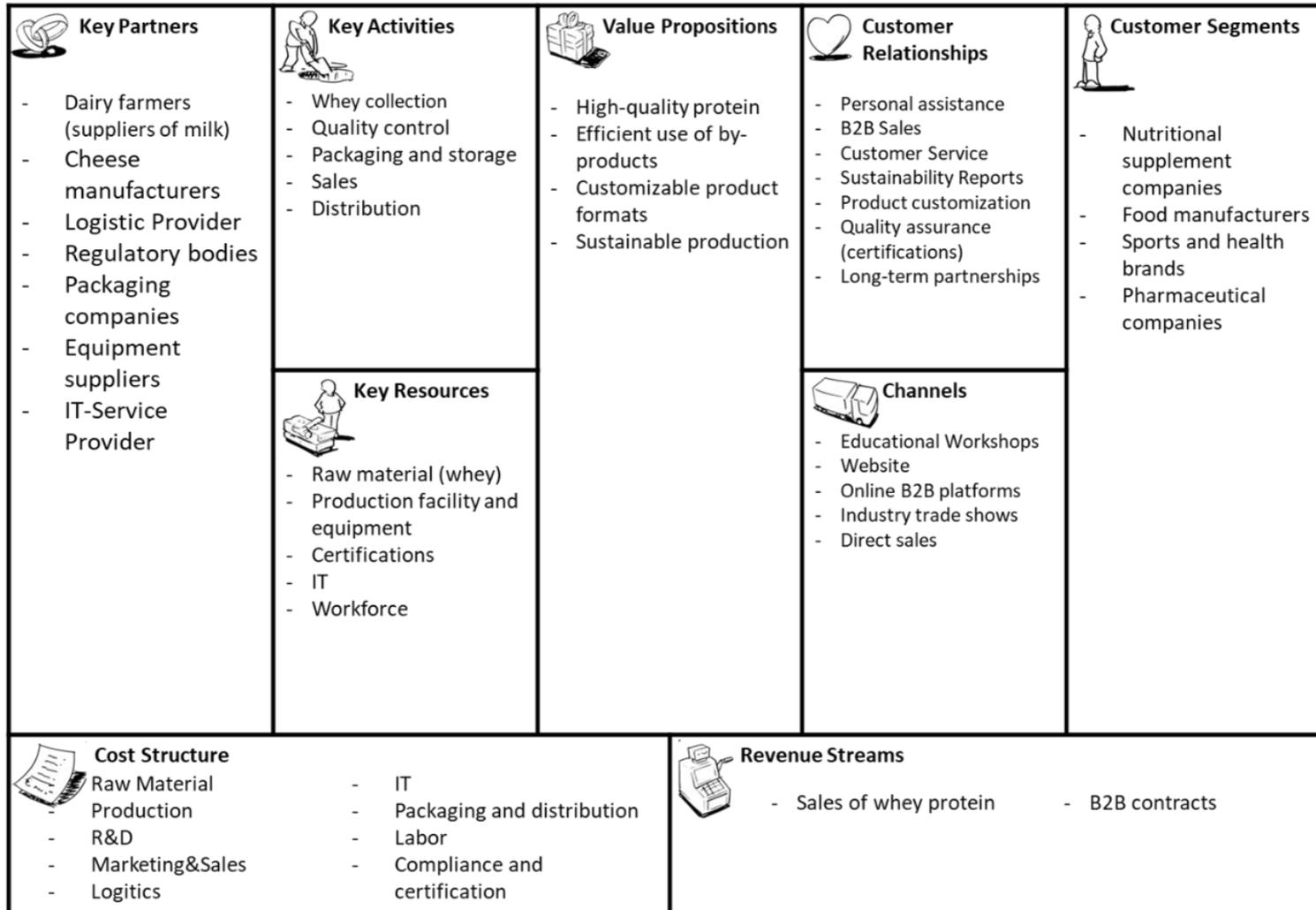
Datenplattform mit Inhalten aus Wissenschaftlichen Bibliotheken, Stofflichen Verarbeitungsprozessen, Regionalen Unternehmensverzeichnissen, Unternehmensdaten

Suche nach neuen WSK-Ideen mit Hilfe des Transnationalen DECIDE Service Katalogs

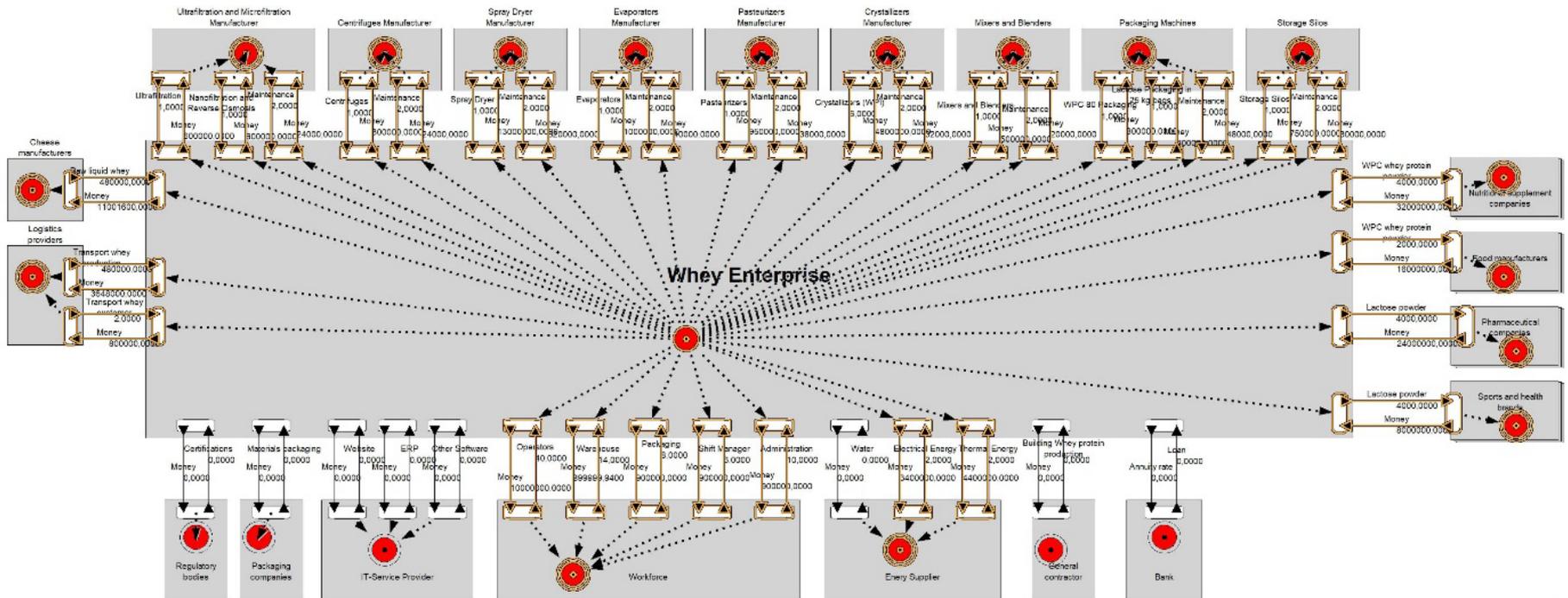


- Qualitativ hochwertige Isolationsstoffe aus alten Autotextilien
- Frucht-Chips aus nicht für den Handel geeigneten Früchten
- Upcycling von Altkleidern zu Taschen, Hoodies, ... mit Hilfe von Sozialunternehmen
- Biomassebasierte Smart Grids auf Basis von Pyrolysegas, aus Sonnenblumenkernschalen, Wind, Solar und Nahwärme
- Kartonage aus Tomatenstengel in die die Tomaten noch auf dem Hof verpackt werden
- Komplex geformte Verpackungen auf Basis getrockneter Pilzmycele
- Whey Protein aus Molke
- Tiernahrung (z.B. Fischfutter) aus Brauereitresten mit Hilfe der BSF

Whey Protein Business Model aus Sicht des Produzenten



Detaillierung des BMC's mit E3Vaule Visualisieren von Akteuren, Infrastrukturen, Kosten und Erlöse, erste Simulationen



Detaillierte Modellierung/Simulation der Supply und Value Chain mit Zeiten und Kosten zur Vorbereitung der Projektierung im Unternehmen

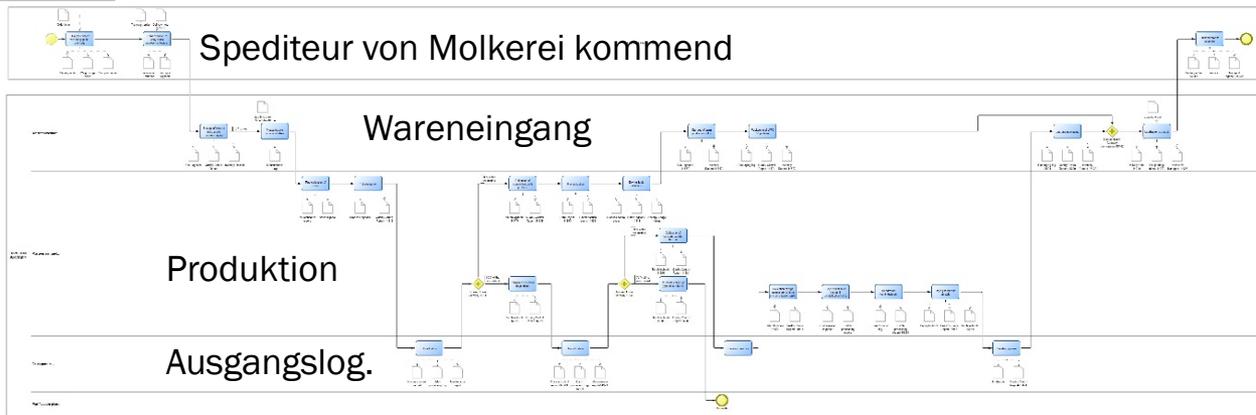
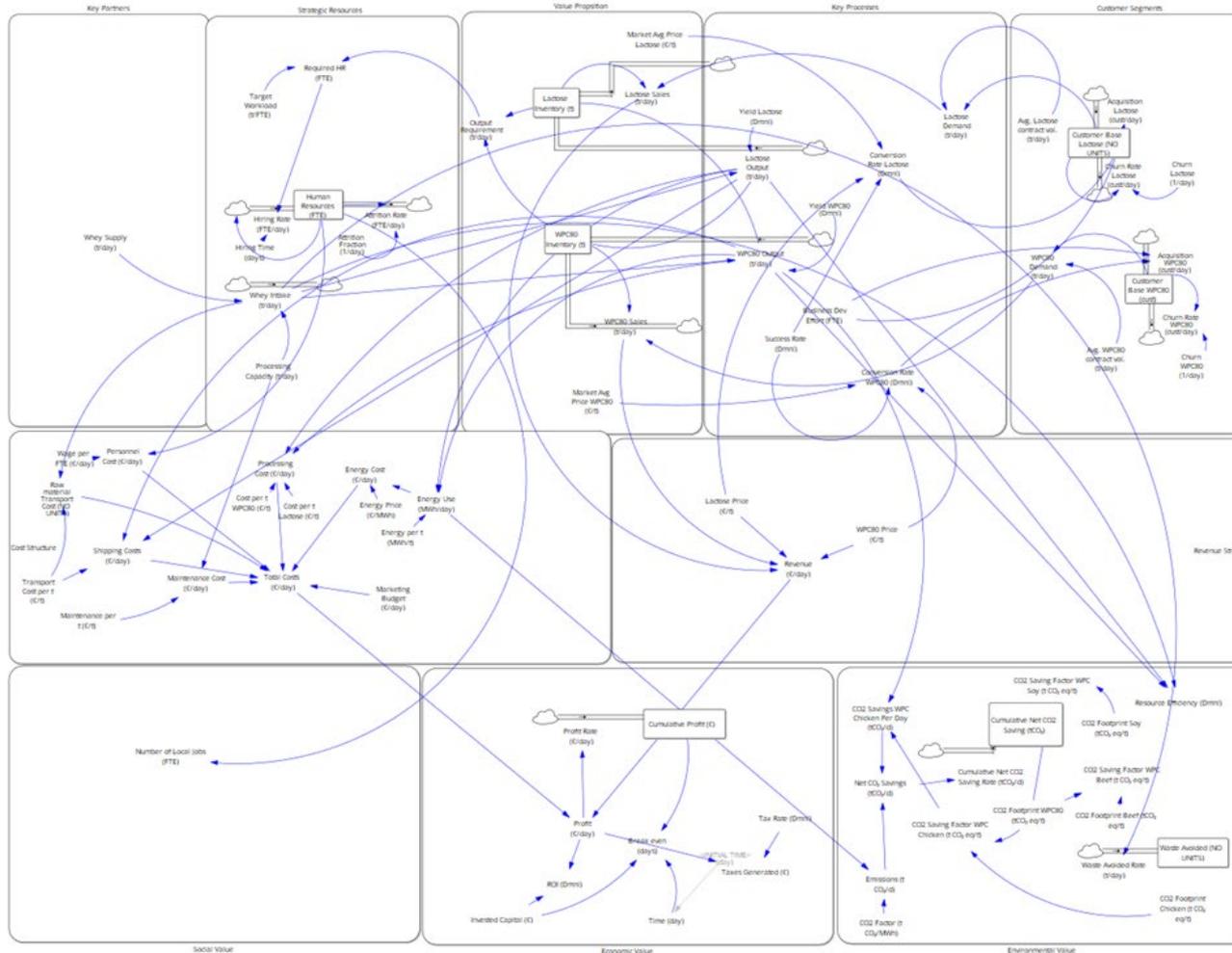


Table 1: Why Data BPMN

Number of the activity	Number of the previous activity	Object type	Object	Performer (participant of the activity)	Execution Time	Waiting Time	Transportation Time	Costs
1	-	Start Event (Message)	Excess whey is announced for pick up	Transport company	00:00:00	00:00:00		
1.	-	Task	Filling the cistern with whey at the dairy site	Transport company	02:00:00	00:00:00		820,00€
2.	1.	Task	Transport whey to the processing location	Transport company	00:00:00	00:00:00		80,00€
3.	2.	Task	Store whey in silos at the processing site	Warehouse worker	00:00:00	00:00:00		80,00€
4.	3.	Task	Measure the amount of whey	Warehouse worker	00:00:00	00:00:00		80,00€
5.	4.	Task	Pasteurize whey	Pasteurizer and separator	00:07:00	00:00:00	00:22:00	120,00€
6.	5.	Task	Separate fat	Pasteurizer and separator	00:20:00	00:00:00	00:00:00	180,00€
7.	6.	Task	Ultrafiltrate	Expert in membrane separation	00:00:00	00:00:00	00:40:00	390,00€
8	7	Parallel Gateway	Lactose and WPC80					
8.1	8	Subsequent	Lactose					
8.2	8	Subsequent	WPC80					
9	8.1	Task	Collect permeate (byproduct)	Pasteurizer and separator	00:00:00	00:00:00	00:00:00	100,00€
10	8.2	Task	Collect concentrate with proteins	Pasteurizer and separator	01:10:00	00:00:00	00:22:00	87,50€
Production of WPC80								
11	9	Task	Pasteurize	Pasteurizer and separator	00:07:00	00:00:00	00:22:00	170,00€
12	11	Task	Drying liquid solutions	Pasteurizer and separator	00:00:00	00:00:00	00:07:00	1.000,00€
13	12	Task	Store gran products in silos	Warehouse worker	00:00:00	00:00:00	00:00:00	80,00€
14	13	Task	Package WPC80 proteins	Warehouse worker	00:00:00	00:00:00	00:00:00	1.177,50€
15	14 & 28	Exclusive Gateway	Lactose					
16	15	Task	Load truck with product	Warehouse worker	00:40:00	00:40:00	00:00:00	70,00€
17	16	Task	Transport product to customer	Transport company	00:00:00	00:00:00	00:00:00	270,00€
Lactose products								
18	10	Task	Nanofiltration	An expert in membrane separation	00:00:00	00:00:00	00:40:00	380,00€
19	18	Parallel Gateway	Lactose					
19.1	19	Subsequent	Lactose					
19.2	19	Subsequent	Lactose					
20	19.2	Task	Collect permeate (byproduct)	Pasteurizer and separator	00:00:00	00:00:00	00:00:00	100,00€
21	20	End Event	Product solid					
22	19.1	Task	Collect concentrate with lactose	Pasteurizer and separator	00:10:00	00:00:00	00:22:00	87,50€
23	22	Task	Reverse osmosis	An expert in membrane separation	00:00:00	00:00:00	00:00:00	70,00€
24	23	Task	Collect high lactose concentrate in	Pasteurizer and separator	01:10:00	00:00:00	00:22:00	87,50€

Aufbau eines komplexen Systemmodells, zum Datenbasierten Monitoring des Geschäftsmodells



Simulation langfristiger wirtschaftlicher, ökologischer, sozialer und politischer Auswirkungen, einschließlich CO₂-Fußabdruck und finanzieller Tragfähigkeit, durch dynamische Modellierung.

Eignet sich sehr gut um bei komplexen Geschäftsmodellen mit viele Partnern z.B. in gemeinsamen Runden eine tragfähige Konfiguration zu finden



1

GESELLSCHAFTLICHER WANDEL UND DIGITALISIERUNG – EIN PAAR GEDANKEN

2

FG SERVICE SCIENCE FORSCHUNG FÜR UMWELTGERECHTES WIRTSCHAFTEN U. LEBEN

3

ZIRKULÄRE GESCHÄFTSMODELLE MIT DIGITALISIERUNG UND KI

4

DAS DILEMMA ZIRKULÄRER GESCHÄFTSMODELLE IN DER UMSETZUNG

5

MÖGLICHE ANSÄTZE ZUR ÜBERWINDUNG



Aber... sinnvolle Lösungen und deren Implementierung

- **Herausforderung:** Wirtschaftlich tragfähige Geschäftsmodelle sind meist nur Sektorenübergreifend möglich.
- **Probleme:**
 - **Transparenzlücke** – fehlende Informationen über mögliche Wertschöpfungsketten behindern das Entstehen neuer Geschäftsmodelle
 - **Validierungslücke** – schwierige Einschätzung ökologischer und ökonomischer Sinnhaftigkeit in der Anbahnungsphase
 - **Implementierungslücke** – Mangel an geeigneten Methoden und digitalen Werkzeugen bei regionalen Innovationsakteuren
- **Folge:** Bioökonomie Geschäftsmodelle kommen – falls die WSK noch nicht etabliert sind – oft nicht in die Realisierung





1

GESELLSCHAFTLICHER WANDEL UND DIGITALISIERUNG – EIN PAAR GEDANKEN

2

FG SERVICE SCIENCE FORSCHUNG FÜR UMWELTGERECHTES WIRTSCHAFTEN U. LEBEN

3

ZIRKULÄRE GESCHÄFTSMODELLE MIT DIGITALISIERUNG UND KI

4

DAS DILEMMA ZIRKULÄRER GESCHÄFTSMODELLE IN DER UMSETZUNG

5

MÖGLICHE ANSÄTZE ZUR ÜBERWINDUNG



Lösung 1: regionale Broker (WiFö, Beratungs-DL) übernehmen WSK Implementierung

Exploration (Transparenzlücke)

- Identifikation bioökonomisch interessanter Ressourcen in einer geographischen Region
- Generierung stoffstrombasierter WSK durch Künstliche Intelligenz-Anwendung und die Nutzung digitaler Unternehmensdatenbanken

Ökonomisch vielversprechende Wertschöpfungsketten im Landkreis

Validierung (Validierungslücke)

- Identifizierte WSKs werden durch Interviews mit beteiligten Unternehmen analysiert und hinsichtlich ihrer **wirtschaftlichen und ökologischen Tragfähigkeit** bewertet.
- **Weiterentwicklung, Simulation und Optimierung** der identifizierten Geschäftsmodelle.

„System-Dynamics-Modelle“ der Wertschöpfungsketten mit Kosten- und Umweltdaten

Implementierung (Implementierungslücke)

- Entwicklung eines konkreten Plans zur Umsetzung der BÖ-WSKs sowie Identifikation von **Förderfaktoren** und **Hindernissen**
- Erstellung einer **Balanced Scorecard** für eine **regionale Bioökonomiestrategie**, um den Prozess strategisch zu steuern und die Erfolge zu messen

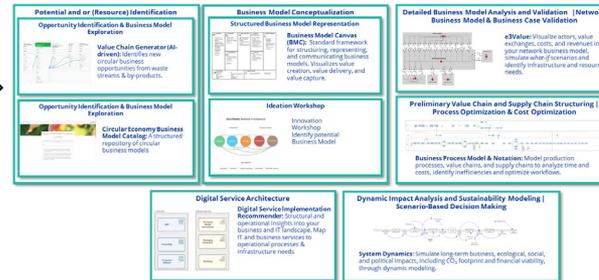
Regionales Bioökonomie-konzept mit Implementierungsplan, Balanced Scorecard und strategische Empfehlungen

Lösung 1: regionale Broker (WiFö, Beratungs-DL) übernehmen WSK- und Strategieimplementierung



BÖ-Strategie
LKBB

DECIDE Toolbox



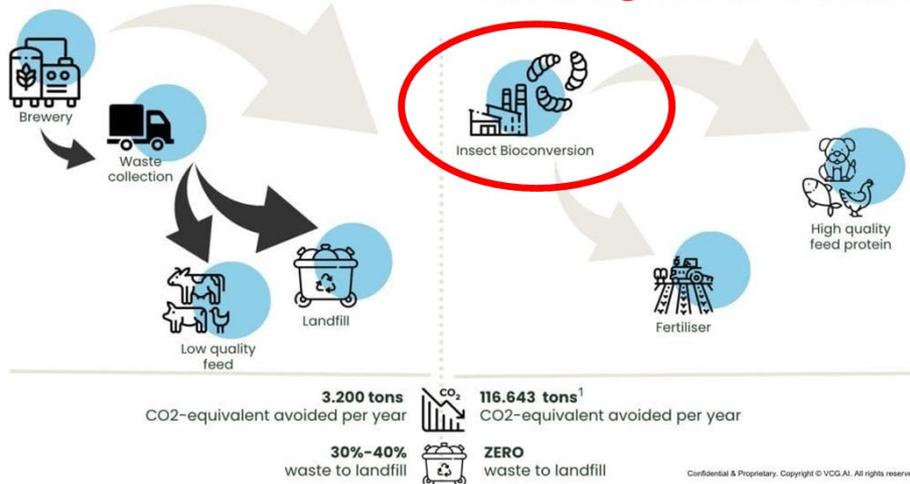
Ressourcen identifizieren
WSK generieren/inspirieren
WSK validieren

WSK implementieren
Bioökonomiestrategie
iterativ entwickeln



Brauerie
Insektenfarm
Fischfarm

Maßnahmen definieren: Ansiedlung einer Insektenfarm

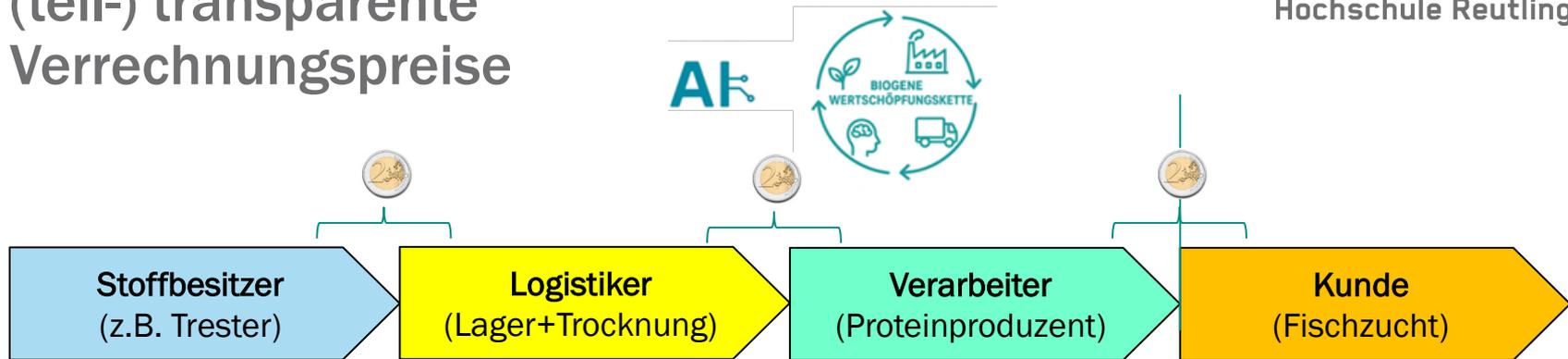


Ziele
überwachen

Formales Modell (BSC)

Beschaffung und Vertrieb	Kennzahl	Target	Massnahmen
CO2-Ziele	· Reduktion >10% p.a.	· 10.000t	· Effiziente BÖ-WSK
BÖ-WSK	· Brauerei-trester	· < 1500 t p.a.	· Protein WSK
Prozesse	· BSF-Konvers.	· 80% d. Tresters.	· Implem. WSK.
Kompetenzen	· BÖ WSK Knowhow.	· 4 Qual p.a..	· KIRBE Trainings

Lösung 2 (Zukunft): Digitale Plattformen mit KI-Brokern übernehmen WSK-Realisierung über (teil-) transparente Verrechnungspreise



KI-Matching Algorithmus,

- Vorschlag eines Kunden für vorgelagerten Lieferanten (dis-/like)
 - **Digitale Services** zur Unterstützung der WSK
(Verrechnungspreise p. Duo, Routenoptimierung Logistiker, Production Flow für Verarbeiter)
- **Visualisierung eingesparter Ressourcen** Stoffmengen, Abfälle, CO2 Äquivalente,



<https://biomanufacturing.net/>



<https://seenons.com/>

Existierender Marktplatz
NL



<https://fiare.com/>

DL zur Erstellung von
BÖ Marketplaces

Es bleibt die Hoffnung (-;-)
Dieses Mal wird es gelingen

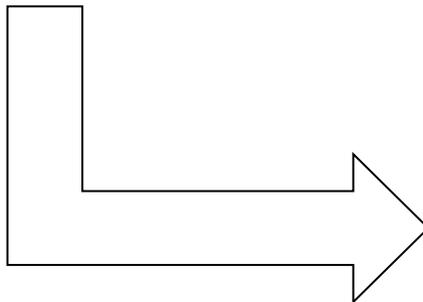
Junge Leute wollen was bewegen



Problemdruck wird real



Fischsterben im Max-Eyth-See ...
stuttgarter-zeitung.de



Digitalisierung

Danke
Für Ihre
Aufmerk-
samkeit !

