

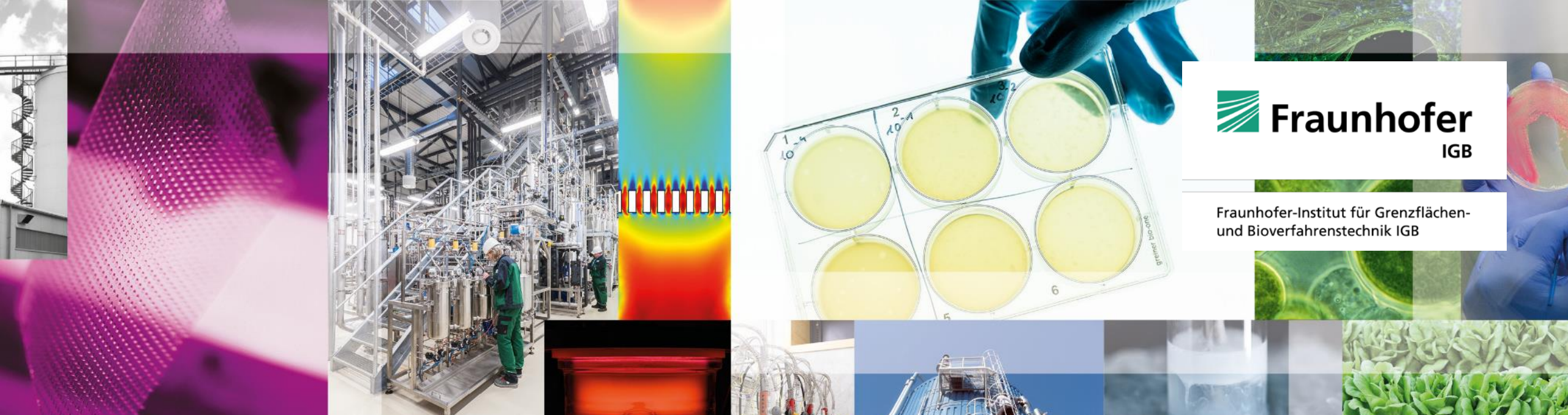
Bioökonomie, 10. März 2025, Bühl

Dr.-Ing. Ursula Schließmann, Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik, Stuttgart

---

Potenziale der Bioökonomie: Best Practices von der Forschung  
bis zur Umsetzung für den urbanen und industriellen Raum





 **Fraunhofer**  
IGB

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen-  
und Bioverfahrenstechnik IGB

Fraunhofer-Institut für  
Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Wir verbinden Biologie  
und Technik





# Die Fraunhofer-Gesellschaft

Auf einem Blick

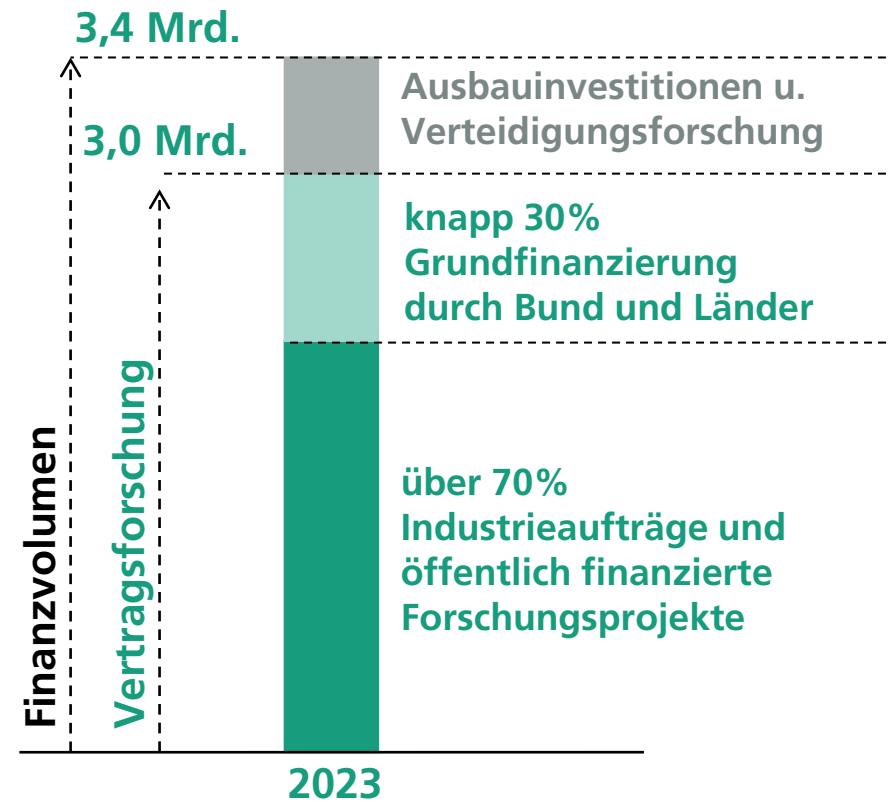
Anwendungsorientierte Forschung mit Fokus auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie. Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen.



> 30 000  
Mitarbeiterinnen und  
Mitarbeiter



76 Institute und  
Forschungseinrichtungen



# Fraunhofer IGB

## Zahlen, Fakten und Standorte



**1953** gegründet, seit **1962**  
Teil der Fraunhofer-Gesellschaft

Betriebshaushalt 2023  
von **30,2 Mio. €**

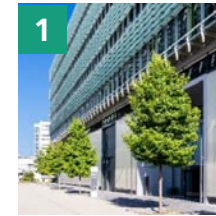
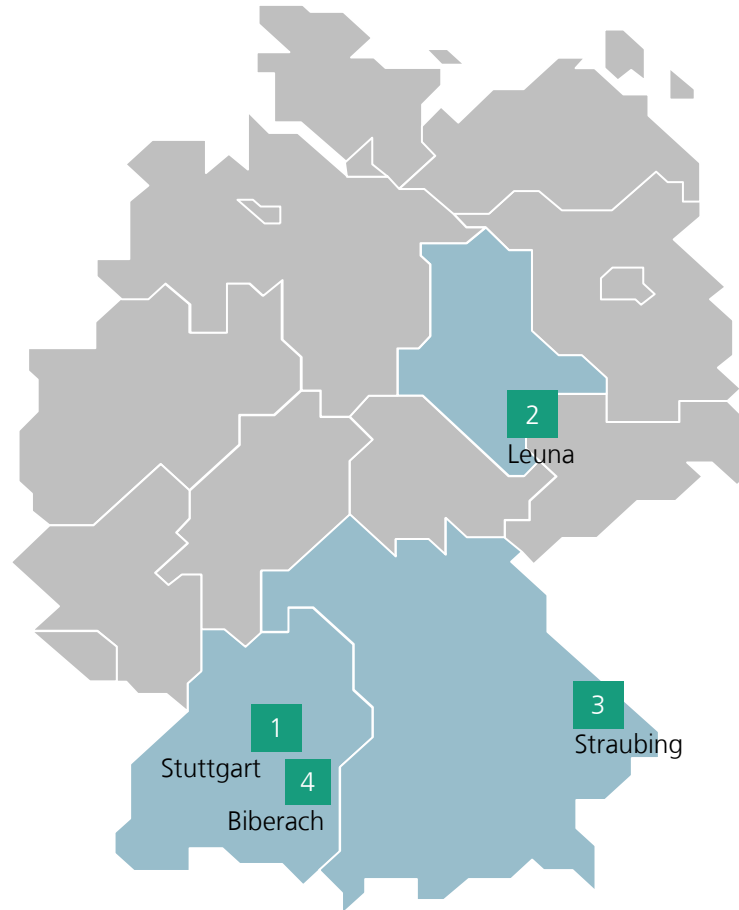


**353** Mitarbeitende



**4**  
Standorte

**8300 m<sup>2</sup>** Infrastrukturfläche –  
zum Betrieb von Anlagen bis  
zum Demonstrationsmaßstab



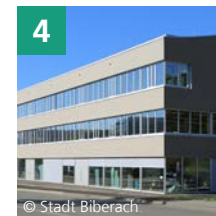
**Fraunhofer-Institut für  
Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB,**  
Standort Stuttgart



**Fraunhofer-Zentrum für  
Chemisch-Biotechnologische  
Prozesse CBP,**  
Institutsteil Leuna



**Bio-, Elektro- und  
Chemokatalyse BioCat,**  
Institutsteil Straubing



**Außenstelle  
Virus-basierte Therapien**  
Standort Biberach

# Unsere Geschäftsfelder

Innovative Lösungen für unsere Kunden und die Gesellschaft

## Gesundheit



Molekulare **Präzisionsdiagnostik**

Screening- und **Testsysteme** für  
Präzisionstherapeutika

Produktionsverfahren für **Zell-  
und Virotherapeutika**

Oberflächen, Materialien und Biotinten  
für die **Medizintechnik**

## Nachhaltige Chemie



Fein- und **Spezialchemikalien**

**Biopolymere** und biobasierte Polymere

Inhaltsstoffe für **Lebensmittel** und  
**Futtermittel**

Technologien für die **stoffliche Nutzung  
von CO<sub>2</sub>**

Maßgeschneiderte **Beschichtungen**

## Umwelt und Klimaschutz



**Smarte Infrastruktur** – Wasser, Energie,  
Ernährung und Abfall

Neue **Wasserreinigungskonzepte**

**Rückgewinnung** von Nährstoffen und  
Metallen

**Treibhausgasreduktion** durch neue  
Verfahren

# Der Innovationsweg des IGB

Von den Grundlagen bis zur industriellen Anwendung

## Grundlagenforschung



**Universität Stuttgart**

Institut für  
Grenzflächenverfahrenstechnik  
und Plasmatechnologie



Technische Universität München

## Angewandte Forschung



Fraunhofer Institut für  
Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB,  
Stuttgart



Fraunhofer Zentrum für  
Chemisch-Biotechnologische  
Prozesse CBP,  
Leuna



Bio-, Elektro- und  
Chemokatalyse BioCat,  
Straubing

## Industrielle Umsetzung





# Urbane und industrielle Bioökonomie

Nicht weniger als ein Paradigmenwechsel

## ▪ Nachhaltig leben:

- Abfälle vermeiden, Reststoffe nutzen
- **Kreislaufwirtschaft / Bioraffinieren – Bestandteile der Bioökonomie**

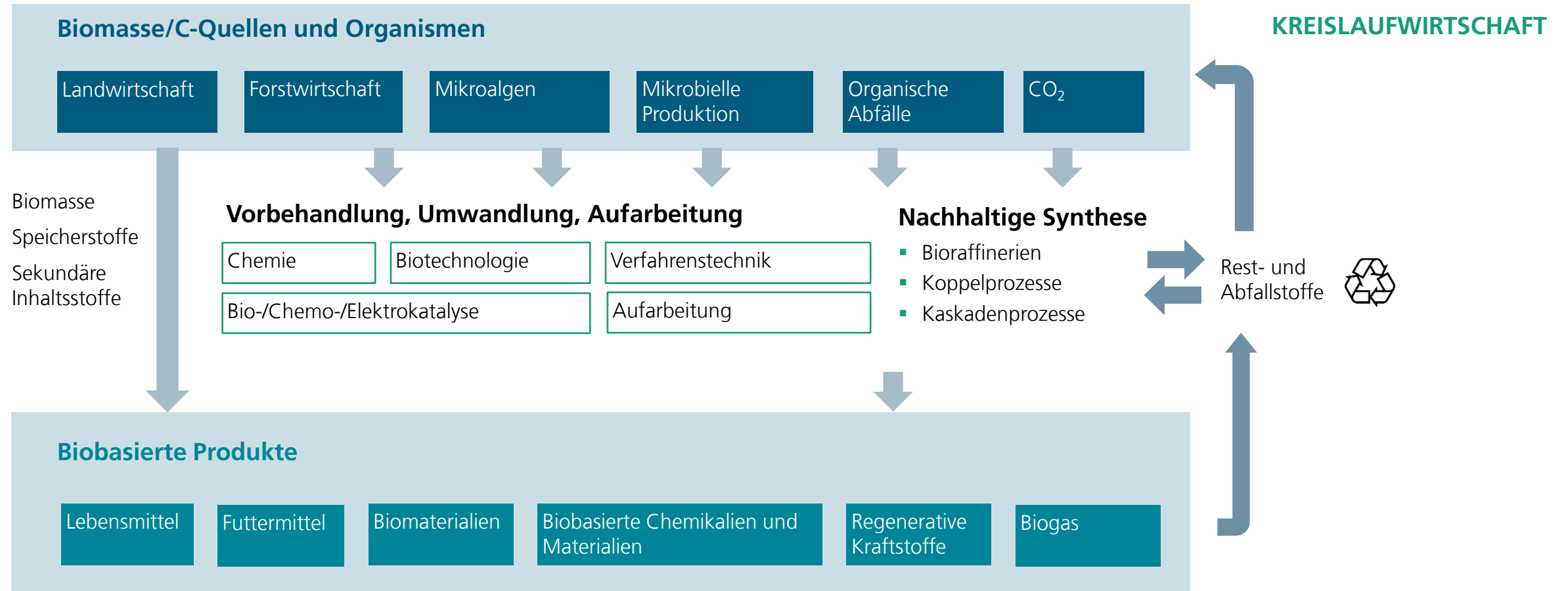
## ▪ Herausforderungen:

- Identifikation der Hemmnisse und Treiber
- Einzelaktivitäten und Komplexität ⇔ **systemischer Ansatz**
- Einzelne Know-how-Träger ⇔ breiter Informationsaustausch, Netzwerke
- Gesetzgebung ⇔ Flexibilität für Innovationen
- **Vorbildfunktion Städte und Regionen**  
(enge Zusammenarbeit mit Behörden/Unternehmen, öff. Beschaffung, Abfallsammlung, gezielte Ansiedlung von Unternehmen, etc.)



# Nachhaltige Produkte aus nachwachsenden Roh- und Abfallstoffen

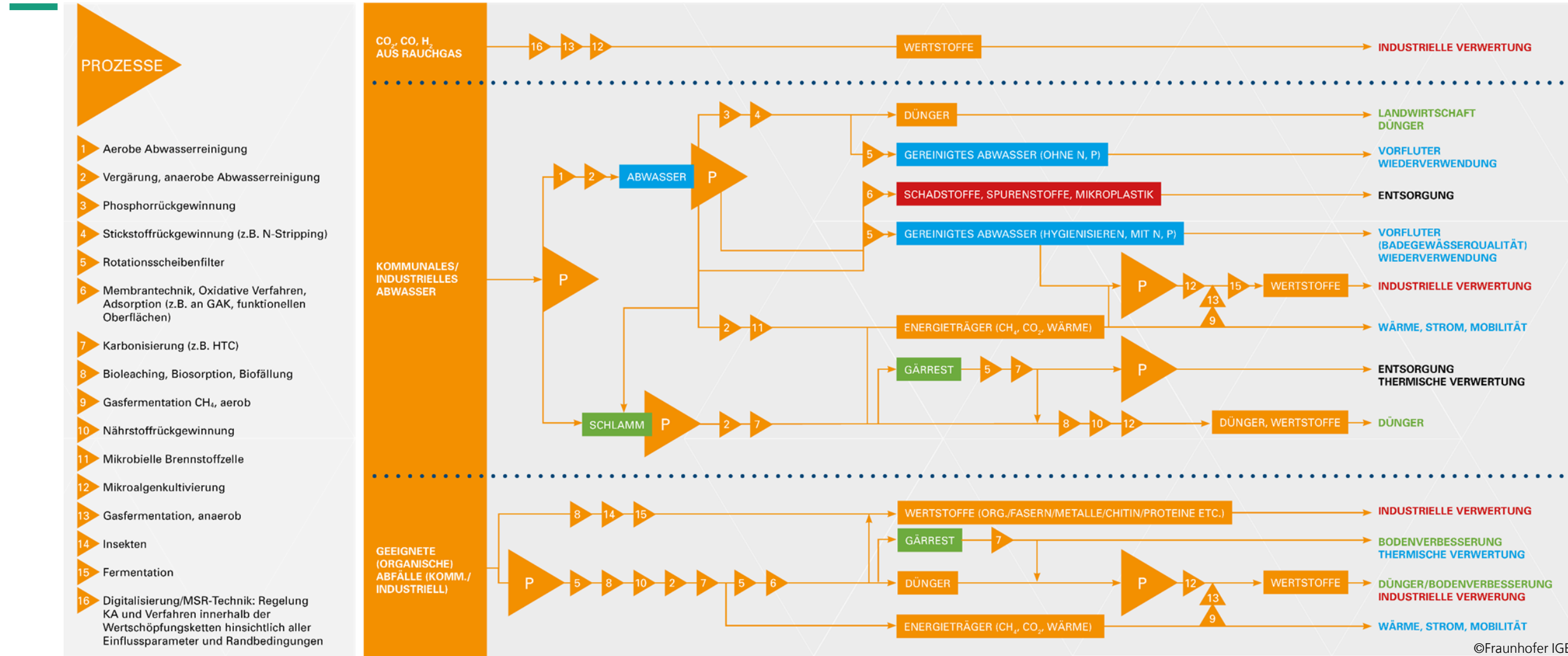
Wertschöpfung mit kreislaufforientierten Bioökonomiekonzepten und Bioraffinerien





# Verwertung von Reststoffen in der Bioökonomie

## Perspektivische Nutzungspfade



# Verwertung von Reststoffen in der Bioökonomie

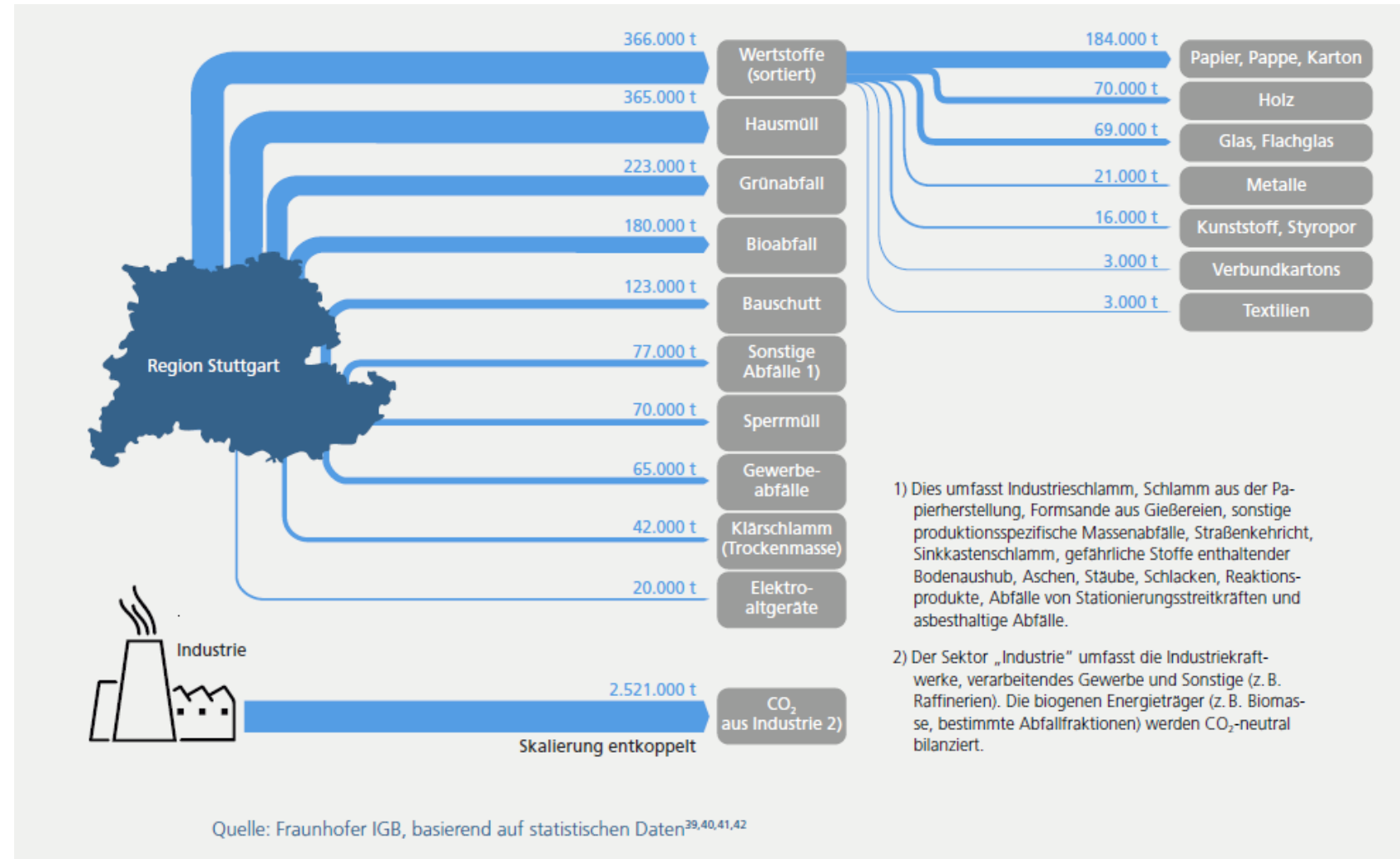
## Stoffstromanalyse am Beispiel der Region

### Stuttgart

### Perspektivische Nutzung

Alle Reststoffe sind in gewisser Weise kreislauf- bzw. recyclingfähig.

Ausschöpfung des Potenzials über konsequente Verwertung mittels bestehender oder neuer Technologien.



1) Dies umfasst Industrieschlamm, Schlamm aus der Papierherstellung, Formsande aus Gießereien, sonstige produktionsspezifische Massenabfälle, Straßenkehricht, Sinkkastenschlamm, gefährliche Stoffe enthaltender Bodenaushub, Aschen, Stäube, Schlacken, Reaktionsprodukte, Abfälle von Stationierungstreitkräften und asbesthaltige Abfälle.

2) Der Sektor „Industrie“ umfasst die Industriekraftwerke, verarbeitendes Gewerbe und Sonstige (z. B. Raffinerien). Die biogenen Energieträger (z. B. Biomasse, bestimmte Abfallfraktionen) werden CO<sub>2</sub>-neutral bilanziert.



# Bioraffinerien – Rohstoffe aus Abfall und Abwasser

Programm »Bioökonomie – Bio-Ab-Cycling«

## KoalAplan

Kommunales Abwasser als Quelle für Ammoniumstickstoff, Wasserstoff und Bioplastik – die Bioraffinerie Büsnau



## SmartBioH<sub>2</sub>-BW

Biowasserstoff aus industriellen Abwasser- und Reststoffströmen als Plattform für vielseitige Biosynthesewege



## InBiRa

Insektenbioraffinerie: Von der Verwertung biogener Stoffe zur Herstellung von Produkten (Kraftstoffe, Kosmetik, Reinigungsmittel, Kunststoff und Pflanzendünger)



## BW2Pro

Bioabfall zu Produkten und Rohstoffen wie zum Beispiel Fasern, Blumentöpfe, Dünger und Biogas

## RoKka

Rohstoffquelle Klärschlamm und Klimaschutz auf Kläranlagen



Kofinanziert von der Europäischen Union



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Laufzeit: Oktober 2021 – Oktober 2024

# Bioraffinerien – Rohstoffe aus Abfall und Abwasser

Programm »Bioökonomie – Bio-Ab-Cycling«

## KoalAplan

Kommunales Abwasser als Quelle für Ammoniumstickstoff, Wasserstoff und Bioplastik – die Bioraffinerie Büsnau



## SmartBioH<sub>2</sub>-BW

Biowasserstoff aus industriellen Abwasser- und Reststoffströmen als Plattform für vielseitige Biosynthesewege



## InBiRa

Insektenbioraffinerie: Von der Verwertung biogener Stoffe zur Herstellung von Produkten (Kraftstoffe, Kosmetik, Reinigungsmittel, Kunststoff und Pflanzendünger)



## BW2Pro

Bioabfall zu Produkten und Rohstoffen wie zum Beispiel Fasern, Blumentöpfe, Dünger und Biogas

## RoKka

Rohstoffquelle Klärschlamm und Klimaschutz auf Kläranlagen



Kofinanziert von der Europäischen Union



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Laufzeit: Oktober 2021 – Oktober 2024



# Projekt »InBiRa«

## Insekten-Bioraffinerie: Nachhaltige Nahrungs- und Futtermittel aus Insekten



Baden-Württemberg

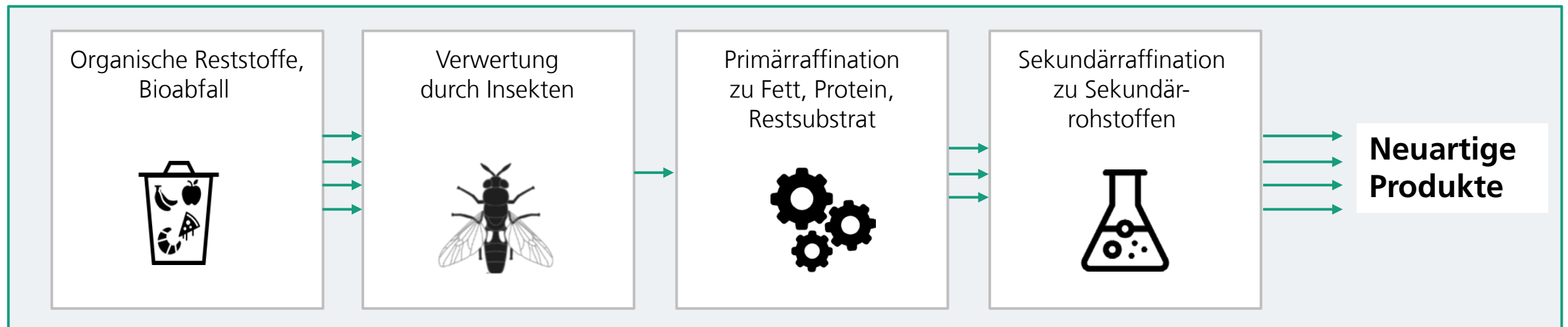
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Kofinanziert von der  
EUROPÄISCHEN UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

### Aufbau einer Pilotanlage zur Umwandlung organischer Reststoffe und Abfälle in neue, technisch nutzbare Produkte

Beispiele: Chitin für die Textilindustrie, Folien für die Verpackungsindustrie, Biotenside für die Reinigungsindustrie



Industrielle Biotechnologie

Gefördert durch das EFRE-Programm »Bioökonomie – Bioraffinerien zur Gewinnung von Rohstoffen aus Abfall und Abwasser – Bio-Ab-Cycling«

# Was füttern wir Insekten?

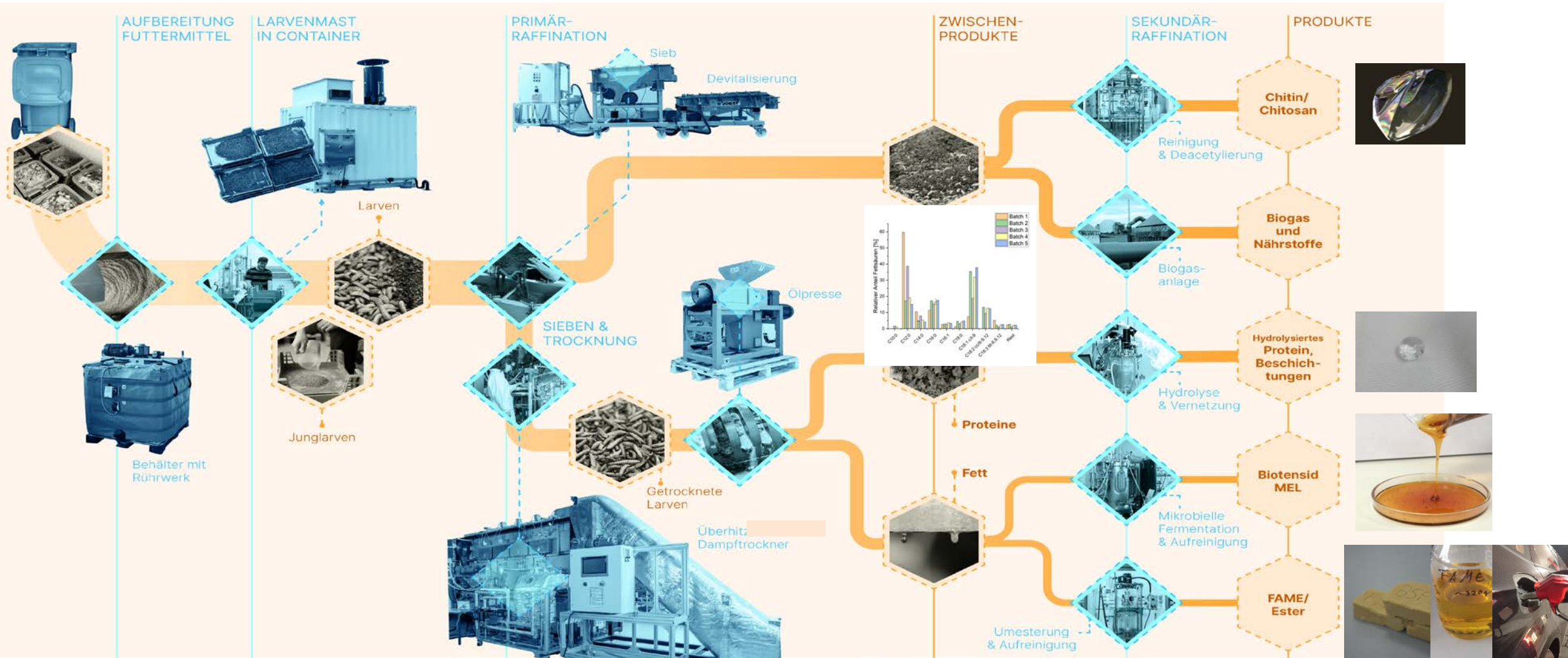
## Verwendete Reststoffe

- **Rückläufer aus dem Einzelhandel**
  - Backwaren
  - Obst
  - Gemüse
  - Milchprodukte
  - Fleisch- und fischhaltige Produkte
- **Reststoffe aus der Gastronomie**
  - Mensen, Kantinen
  - Nicht vegetarisch
- **Reststoffe aus der Biotonne**
  - Nicht vegetarisch



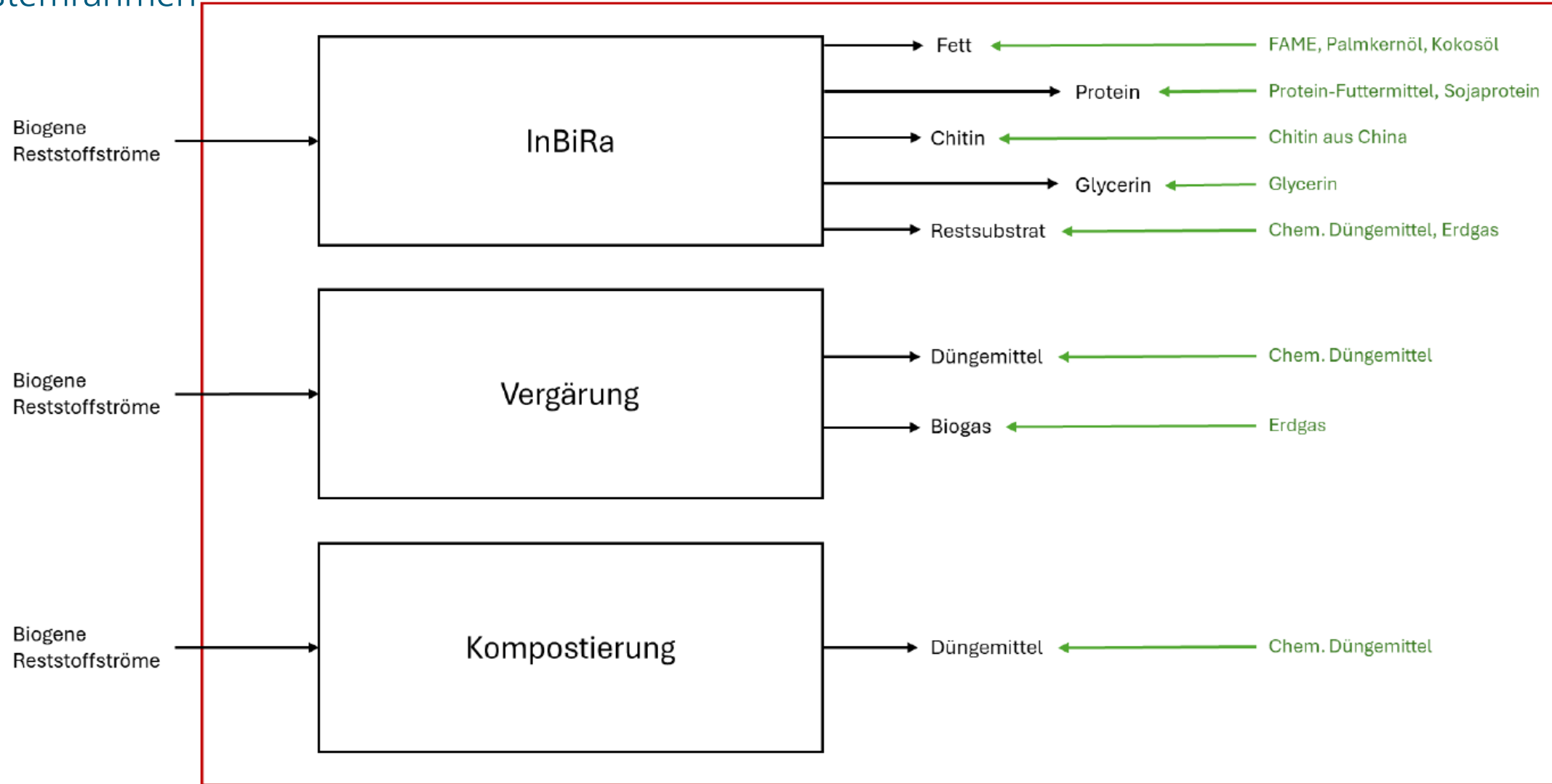


# Pilotierung der Insektenbioraffinerie

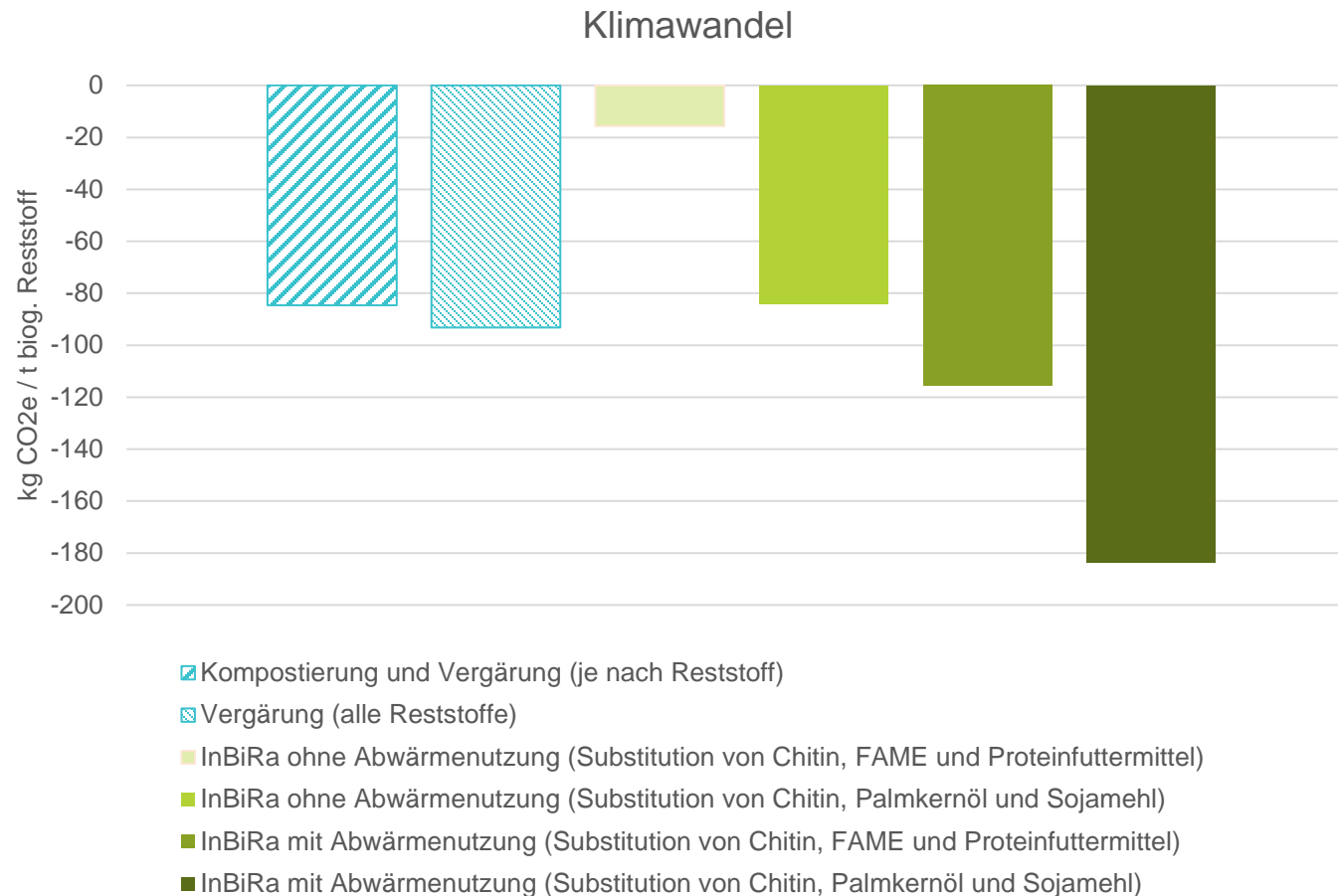


# Ökobilanzierung

## Systemrahmen



# InBiRa kann einen wertvollen Beitrag leisten



Zwischenergebnisse für die Wirkungskategorie Klimawandel mit zwei verschiedenen Substitutionsszenarien jeweils **mit und ohne Abwärmenutzung** im Vergleich zu Kompostierung und Vergärung bezogen auf **1 Tonne biogenen Reststoff**. Negative Werte bedeuten Netto-Einsparungen im Vergleich zu den jeweils potenziell substituierbaren Produkten





---

# RoKka – Rohstoffquelle Klärschlamm und Klimaschutz auf Kläranlagen



Kofinanziert von der  
Europäischen Union



Baden-Württemberg

 **Bioökonomie**  
Baden-Württemberg

# Konzept einer Kläranlage als Bioraffinerie

RoKka



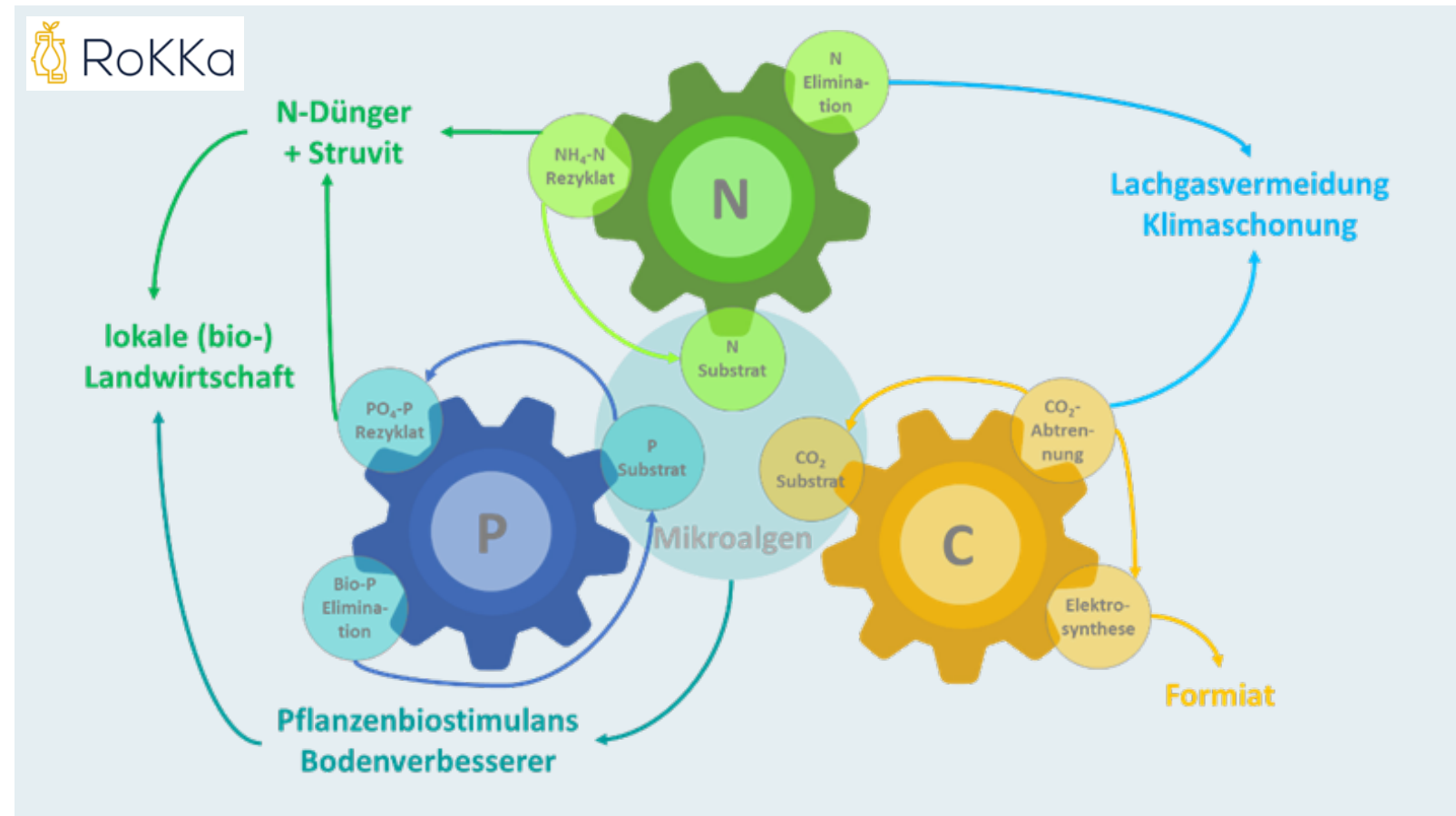
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Kofinanziert von der  
EUROPÄISCHEN UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

- **Quellen:** konzentriertes Schlammwasser (1 m<sup>3</sup>/h), Biogas
- **Produkte:** Dünger und Biostimulanzien für die Landwirtschaft, Formiat für die Industrie
- Klimaschutz durch Reduktion der Lachgas-Emissionen
- Pilotierung an Standort Erbach (bei Ulm)
- **Ziel:** Demonstration Kläranlage als Bioraffinerie, Vorbereitung großtechnische Umsetzung







# Verwertung von Reststoffen in der Bioökonomie

## Perspektivische Nutzung Schlammwasser aus der Kläranlage

Die Wiederverwertung von Abwasser als Nährstoffquelle fördert einen geschlossenen Nährstoffkreislauf und unterstützt die Ressourcenschonung. Durch innovative Technologien können diese Nährstoffe in einer Form extrahiert werden, die für Pflanzen direkt verfügbar ist.

### Ausgangssituation

440.000 EW (Ulm-Steinhäule)

3.600ha Ackerland in Umgebung

Firmen, die Produkte abnehmen können

### (Rück-)Gewinnung aus Faulung von

- 1. Stickstoff:** 500kg/d  
(ca. 90% der Gesamtmenge);  
Düngung von 1000ha (ca. 30%)
- 2. Phosphor (MAP):** 60kg/d  
(ca. 90% der Gesamtmenge);  
Düngung von 2900ha (ca. 80%)
- 3. Biogas/Methan:**  
Gasversorgung für 8.000 Einwohner  
(6% der Gesamtmenge)
- 4. Formiat aus CO<sub>2</sub> (95%):**  
3400kg/d durch Elektrosynthese;  
70.000 Honigbienenkästen gegen Milben  
behandeln







# Verwertung von Reststoffen in der Bioökonomie

## Perspektivische Nutzung Schlammwasser aus der Kläranlage

Die Wiederverwertung von Abwasser als Nährstoffquelle fördert einen geschlossenen Nährstoffkreislauf und unterstützt die Ressourcenschonung. Durch innovative Technologien können diese Nährstoffe in einer Form extrahiert werden, die für Pflanzen direkt verfügbar ist.

### Ausgangssituation

440.000 EW (Ulm-Steinhäule)

3.600ha Ackerland in Umgebung

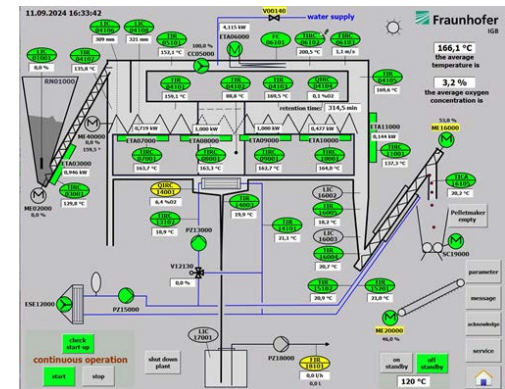
Firmen, die Produkte abnehmen können

### (Rück-)Gewinnung aus Faulung von

**5. Beta-Glucan aus CO<sub>2</sub> (5%), N, P:**  
160kg/d (TS) Mikroalgenbiomasse

**6. Lachgas N<sub>2</sub>O Reduktion:**  
30% N<sub>2</sub>O-Minderung der Rückbelastung durch N aus der Faulung

**7. Digitaler Zwilling:**  
Voll-automatisierter Betrieb,  
Prozessmodellierung,  
Betriebs- und Ergebnisoptimierung



# Projekt urbanBioÖkonomieLab

Bioökonomie in Baden-Württemberg

»Bioökonomische Prozesse, Materialien und Produkte in die urbane und industrielle Realität überführen.«

**Transformationsmodell und Reallabor für einen systemischen nachhaltigen Ansatz einer urbanen und industriellen Bioökonomie in Baden-Württemberg**

## Förderung

Umweltforschungsprogramm »BWPLUS – Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung«, Förderkennzeichen L75 22101

## Laufzeit

Dezember 2021 – Januar 2025

 **Bioökonomie**  
Baden-Württemberg



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

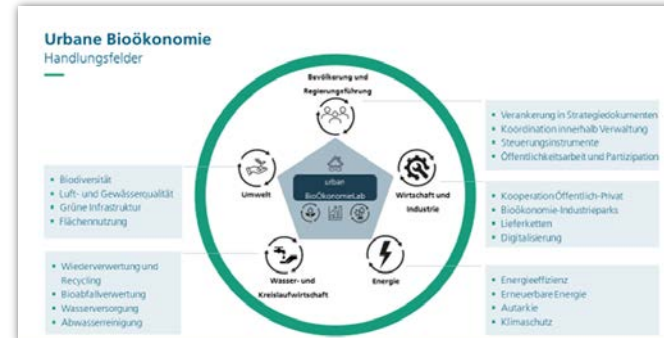
# urbanBioÖkonomieLab

## Methodik – Allgemeines Vorgehen

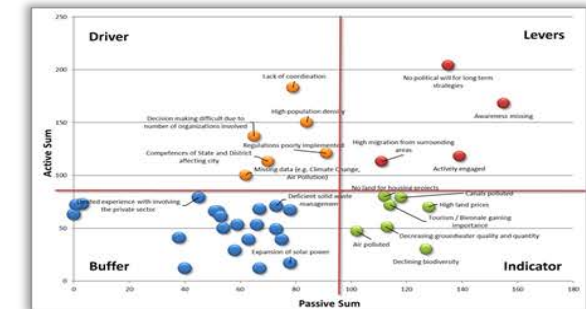
### Schritt 1 Analyse von Indikatoren

Sektor	Bevölkerung und Regierungsführung	Energie	Umwelt	Wasser- und Kreislaufwirtschaft	Wirtschaft und Industrie
<b>Lebenserwartung</b> [Jahre] (2018-2020) M: 81,6 S: 82,2 K: 81,9	<b>Installierte Leistung EE</b> [MW/10.000 EW] (2022) M: 6,1 S: 4,1 K: 5,1	<b>Umweltzertifizierte Unternehmen</b> (nach EMAS) (2022) M: 2,3 S: 1,93 K: 4,13	<b>Quell- und Grundwasserentnahme</b> [L/EW/Tag] (2022) M: 127 S: 120 K: 128	<b>Wirtschaftswachstum</b> GDP in konstanten Preisen je Einwohner) [%] (2008-2016) M: 0,2 S: 1,0 K: 0,3	
<b>Bevölkerungsdichte</b> [EW/km2] (2022) M: 483 S: 771 K: 494	<b>Energieverbrauch Industrie</b> [kWh/EW] (2022) M: 6439 S: 2853 K: 16972	<b>THG-Emissionen</b> [t CO2 eq / (EW * Jahr)] (2017) M: 9,8 S: 4,7 K: 10,6	<b>Recyclingquote</b> [%] (2023) M: 53 S: 53 K: 63	<b>Arbeitslosenquote</b> [%] (2023) M: 5,0 S: 4,0 K: 4,5	

### Schritt 2 Bewertung von Handlungsfeldern



### Schritt 3 Sensitivitätsanalyse der lokalen Einflussfaktoren



### Schritt 4 Identifizierung und Priorisierung strategischer Maßnahmen

### Schritt 5 Clustern von Maßnahmen und Überführung in eine Roadmap



# Transformation zur Bioökonomie

## Urban und industriell

### Impact

- Übergreifende Zusammenarbeit, strategische, holistische Entwicklung der Region
- Innovation
- Zusätzliche Arbeitsplätze
- Regionale Kreisläufe
- Nachhaltigkeit
  - THG-Reduktion (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O)
- Resilienz
  - Unabhängigkeit von externen Lieferanten
  - Unabhängigkeit von fossilen und anderen Rohstoffen



# Kontakt

---

**Dr.-Ing. Ursula Schließmann**  
**stv. Institutsleiterin**  
**Geschäftsfeldleiterin Umwelt und Klimaschutz**  
**Tel. +49 711 970-4222**  
**[ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de](mailto:ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de)**

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB  
Nobelstr. 12  
70569 Stuttgart  
[www.igb.fraunhofer.de](http://www.igb.fraunhofer.de)



Fraunhofer-Institut für Grenzflächen-  
und Bioverfahrenstechnik IGB