

FACHINITIATIVE URBANE UND INDUSTRIELLE BIORAFFINERIEEN

BIORAFFINERIEKONZEPTE

IN BADEN-WÜRTTEMBERG

WS Session 4: RESSOURCENEFFIZIENZ IN DERWERTSCHÖPFUNGSKETTE; REUSE, RECYCLING, ENTSORGUNG

24.05.2023

Johannes Kurz, Projektleiter Bioökonomie, Umwelttechnik BW

AGENDA

- > **N, P, C: Notwendigkeit der Rückgewinnung**
- > **N, P, C Potenziale in Abwasser und Bioabfall**
- > **Bioraffineriekonzepte in Baden-Württemberg**
- > **Aufgaben der Fachinitiative Bioraffinerien**
- > **Ausblick**
- > **Quellen**

NOTWENDIGKEIT DER RÜCKGEWINNUNG: STICKSTOFF

> Positive Eigenschaften

- Stickstoff ist als Bestandteil von Proteinen und anderen Verbindungen für alle Lebensformen unentbehrlich [12]
- Durch die Düngung von Pflanzen mit Stickstoff wird eine ertragsreiche Nahrungsmittelproduktion sicher gestellt
- 30-50% der landwirtschaftlichen Erträge werden auf die Düngung mit N_f zurückgeführt [13]

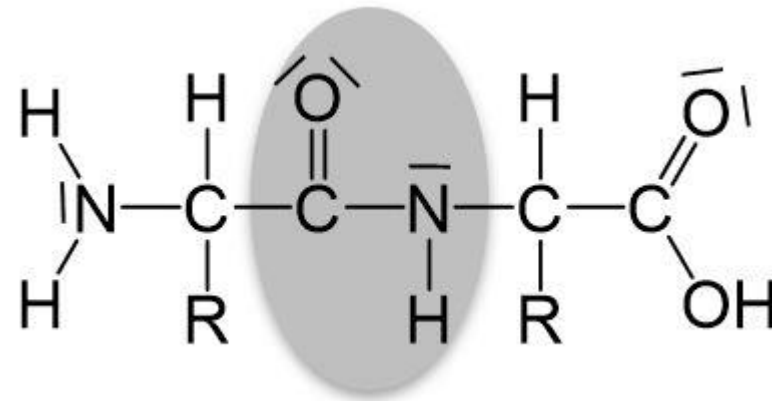


Abbildung 1: Aufbau einer Aminosäure[11]



Abbildung 2: Düngung von Pflanzen mit Flüssigdünger (eigenes Bild)

NOTWENDIGKEIT DER RÜCKGEWINNUNG: STICKSTOFF

- > Weltweit werden zur Zeit etwa 150 Mio. t NH_3 hergestellt (Haber-Bosch-Verfahren)
- > 88% des NH_3 werden bei der Herstellung von mineralischen Stickstoffdüngern [17]
- > 2 % des weltweiten Energieverbrauchs werden zur Herstellung von mineralischen Düngemitteln eingesetzt [18]
- > Bei der Produktion von 1 t NH_3 werden zwischen 1,6 und 3,8 t $\text{CO}_{2\text{eq}}$ freigesetzt [19]

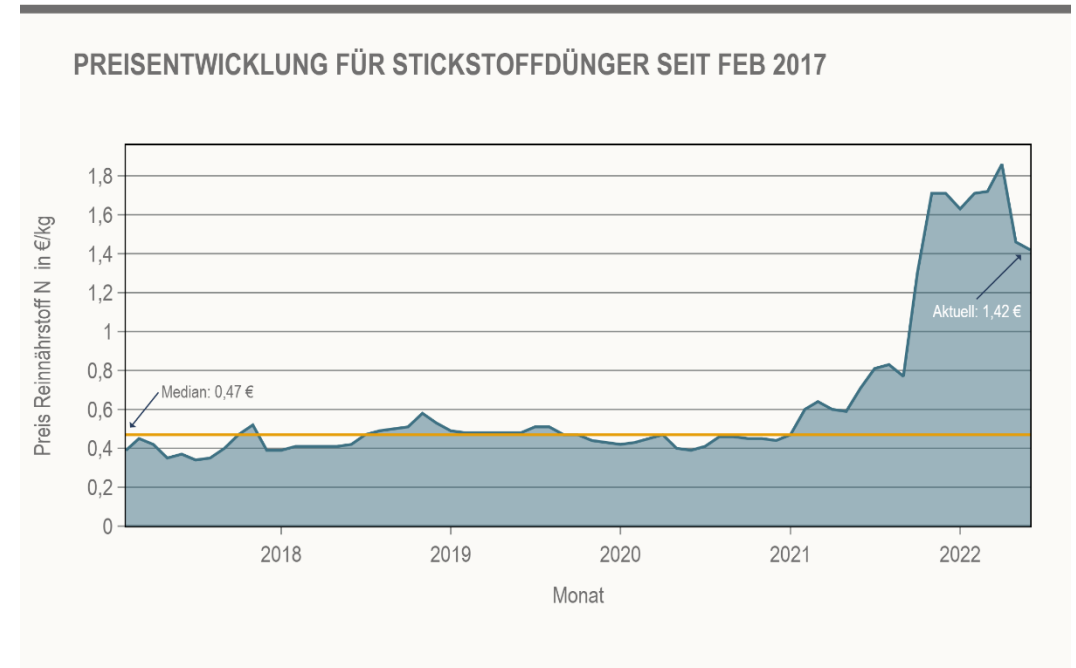


Abbildung 3: Preisentwicklung für Stickstoffdünger [16]

NOTWENDIGKEIT DER RÜCKGEWINNUNG: PHOSPHOR

- > P ist ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen und Tiere
- > P ist eine fossile und damit endliche Ressource
- > Deutschland ist zu 100% abhängig von P-Importen aus meist kritischen Regionen
Viele P-Dünger sind mit Schwermetallen belastet [8]
- > Pflicht der P-Rückgewinnung ab 2029!

Quelle noch ins Verzeichnis

Entwicklung der Phosphor-Nutzung und Ausgaben in Deutschland, 1999–2015

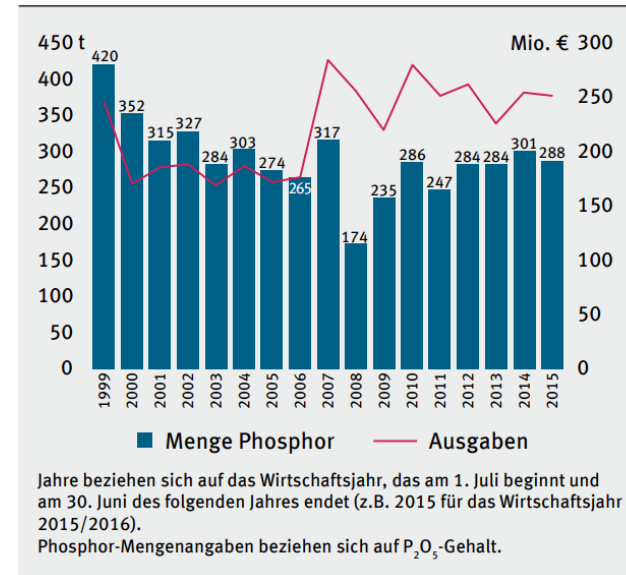


Abbildung 4: Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2018 [5]



Abbildung 5: Stickstoff, Kali, Phosphor: Düngerpreise im Höhenrausch [6]; © Olaf Zinke

NOTWENDIGKEIT DER RÜCKGEWINNUNG: KOHLENSTOFF

Quelle noch ins
Verzeichnis

> Entwicklung der anthropogenen CO₂ Emissionen

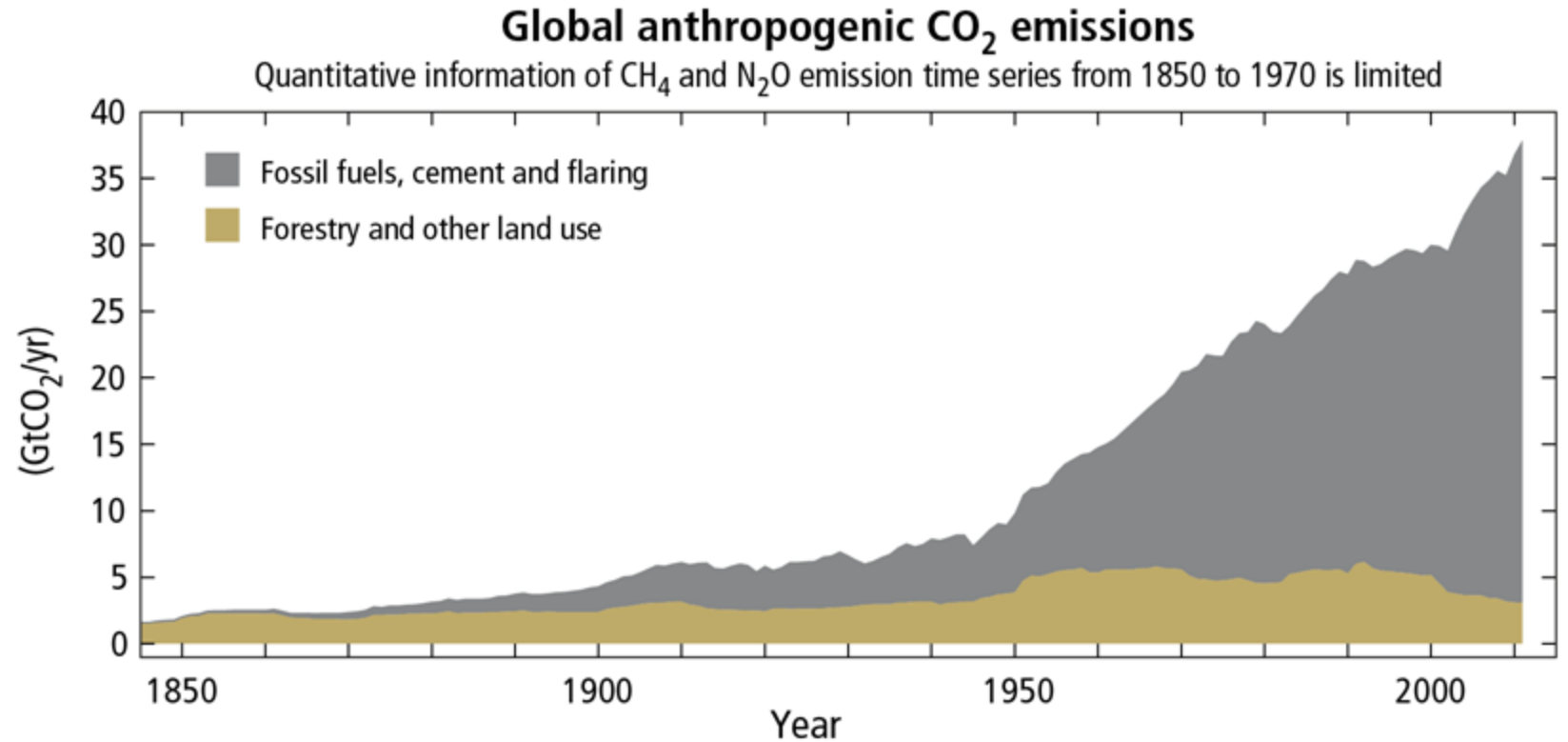


Abbildung 6: Entwicklung globaler CO₂-Emissionen [9]

NOTWENDIGKEIT DER RÜCKGEWINNUNG: KOHLENSTOFF

Quelle noch ins
Verzeichnis

- > Entwicklung des Energie- und Rohstoffbedarfs der deutschen chemischen Industrie
- > Aktuell werden über 80% der Grundchemikalien auf Basis fossiler Ressourcen hergestellt

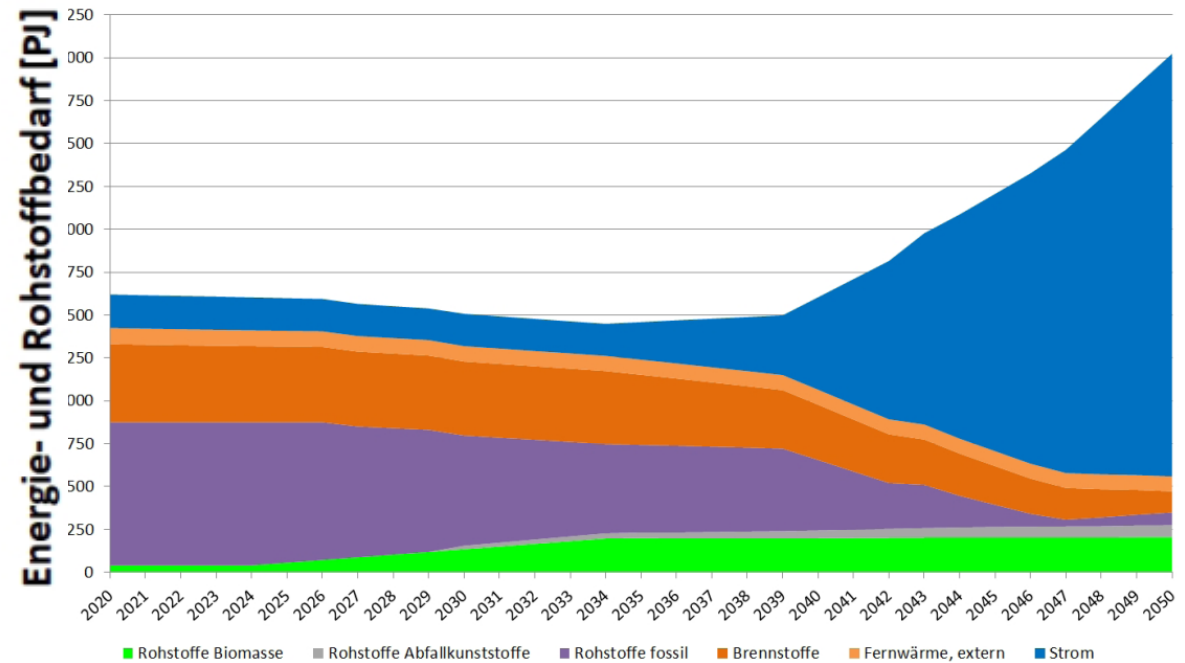


Abbildung 7: Energie- und Rohstoffbedarf der deutschen Chemieindustrie [10]

N, P, C POTENZIALE: UNSER ABWASSER

Mengenanfall:

- > Jahresabwassermenge aus:
 - **Schmutzwasser (SW)**
 - **Fremdwasser (FW)**
 - **Niederschlagswasser (NW)**
- > SW in BW: **ca. 580 Mio. m³**
- > FW in BW: **ca. 370 Mio. m³**
- > NW in BW: **ca. 580 Mio. m³**

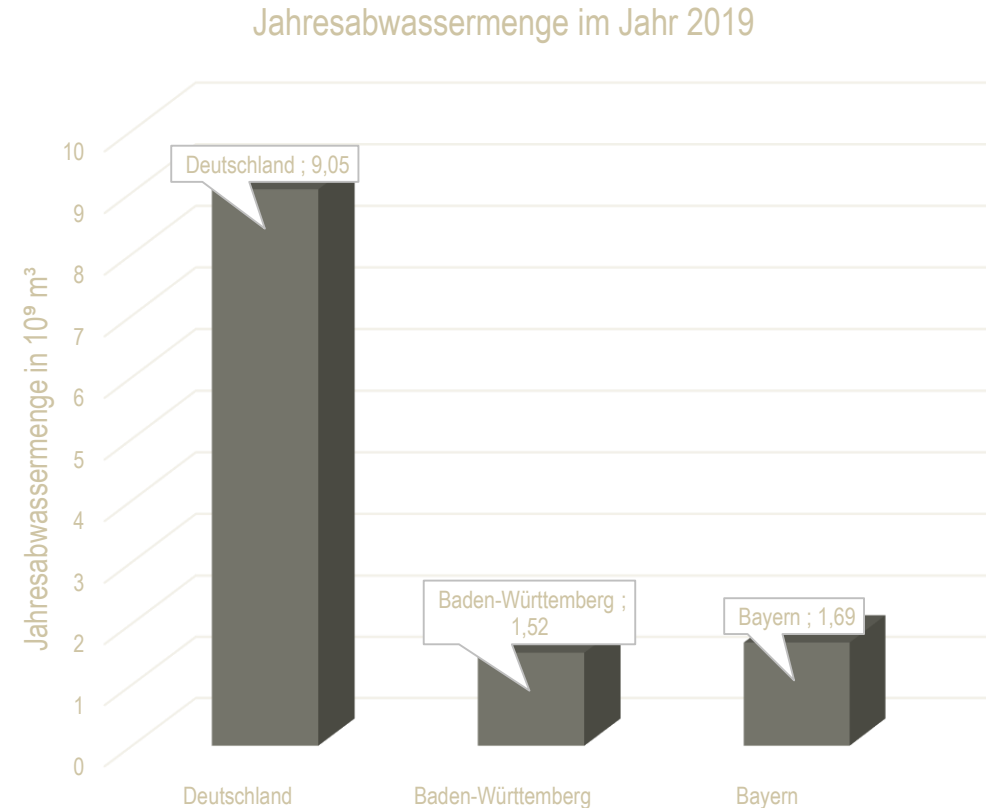


Abbildung 8: Jahresabwassermenge in Deutschland 2019 [1]

N, P, C POTENZIALE: UNSER ABWASSER

Zusammensetzung:

> Medianwert der von 50% der Anlagen unterschritten wird, liegt bei:

CSB → 338mg/L

Ges-N → 36,3mg/L

Pges → 4,6mg/L

> Verdünnung durch Regen- und Fremdwasser

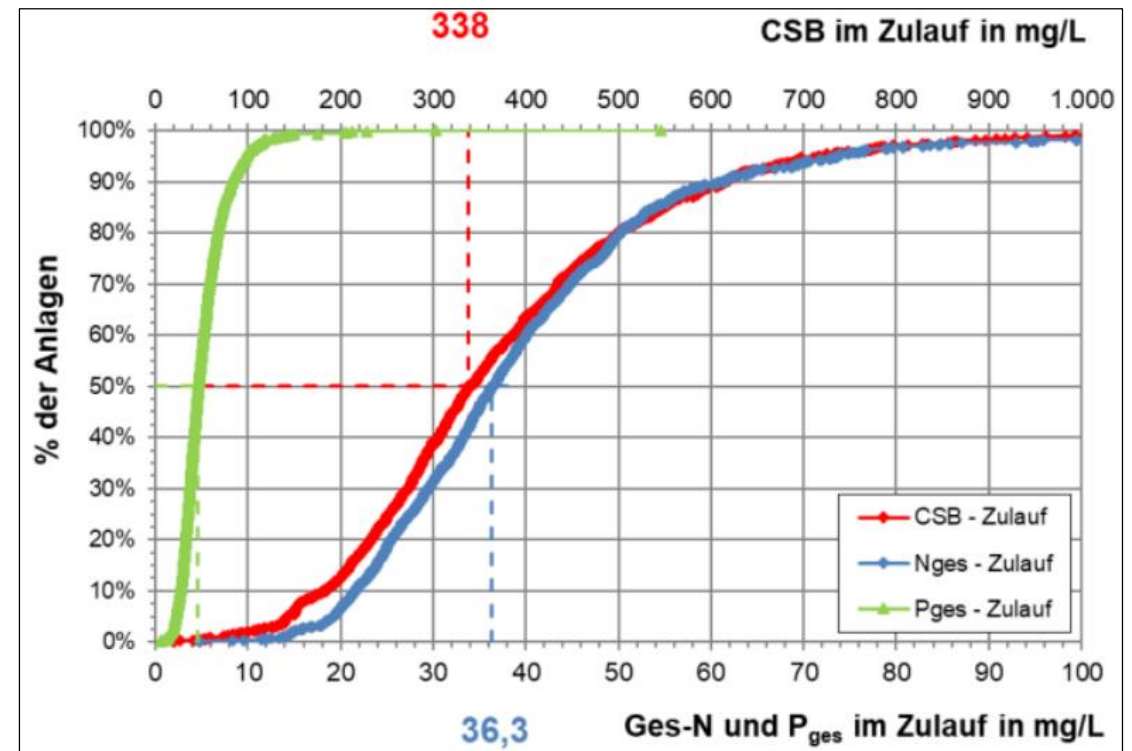


Abbildung 9: Verschmutzungswerte im Zulauf [2]

N, P, C POTENZIALE: UNSER ABWASSER

Leistungsdaten in BW			
Anzahl			875
€ in			21,63
Einwohnerwerte Ausbau Mio.			
CSB	Zulauf	t	659.561
	Ablauf	t	29.103
	Abbaugrad	%	95,6
Ges-N	Zulauf	t	61.762
	Ablauf	t	14.474
	Abbaugrad	%	76,6
Pges	Zulauf	t	8.589
	Ablauf	t	549
	Abbaugrad	%	93,6

90 % in GK 4 + 5

> Nährstoffbedarf Baden-Württemberg [3;4]

> Stickstoff:
> 122.000 t/a

> Phosphor
> 11.000 t/a

Tabelle 1: Frachten im Zu- und Ablauf sowie Abbaugrade für verschiedene Größenklassen zum Jahr 2021 [2]

AKTUELLE VERWERTUNG: ABWASSER

Bild Kläranlage und Monoverbrennung

- > Reinigung des anfallenden Abwassers
- > Entfernung von Kohlenstoff und Nährstoffen
- > Thermische Verwertung von Klärschlamm um Schadstoffe zu eliminieren
- > *Rückgewinnung von Phosphor bei Verbrennungsanlagen (ab 2029 Pflicht)*

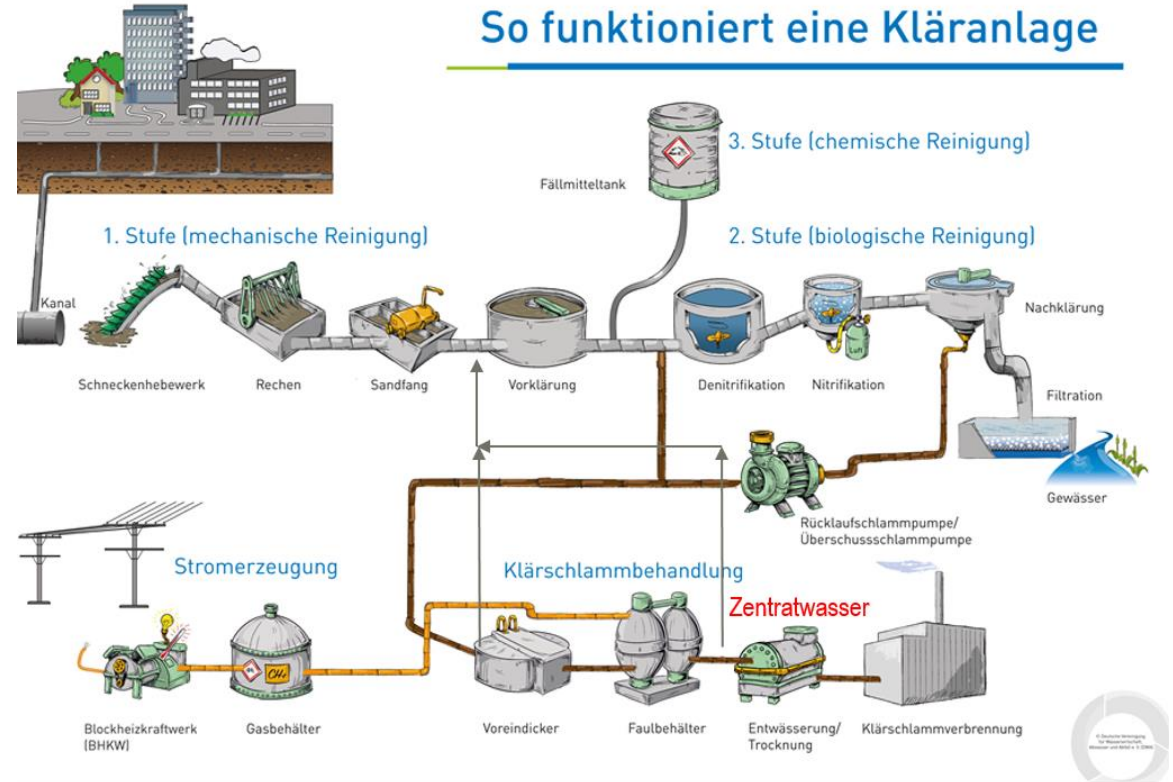


Abbildung 10: So funktioniert eine Kläranlage [7]

N, P, C POTENZIALE: UNSER BIOABFALL



Abbildung 11 Bioabfallaufkommen in BW [14]

- > Bei 11,1 Mio. Einwohner:innen ergeben sich 643.800 t Biogut in BW
- > Auch im Bioabfall steckt N, P und C

ZIELE DER ROHSTOFFRÜCKGEWINNUNG AUS ABWASSER UND BIOABFALL

Abwasser:

- > Abwasserreinigung beibehalten oder verbessern
- > Vergrößerung der Anlagenkapazität
- > Verbesserung der Energie/Klimabilanz von Kläranlagen
- > Erzeugung von regionalen Rohstoffen
- > Reduktion der Abhängigkeit von Rohstoffimporten
- > Langfristige Sicherung bezahlbarer Abwassergebühren

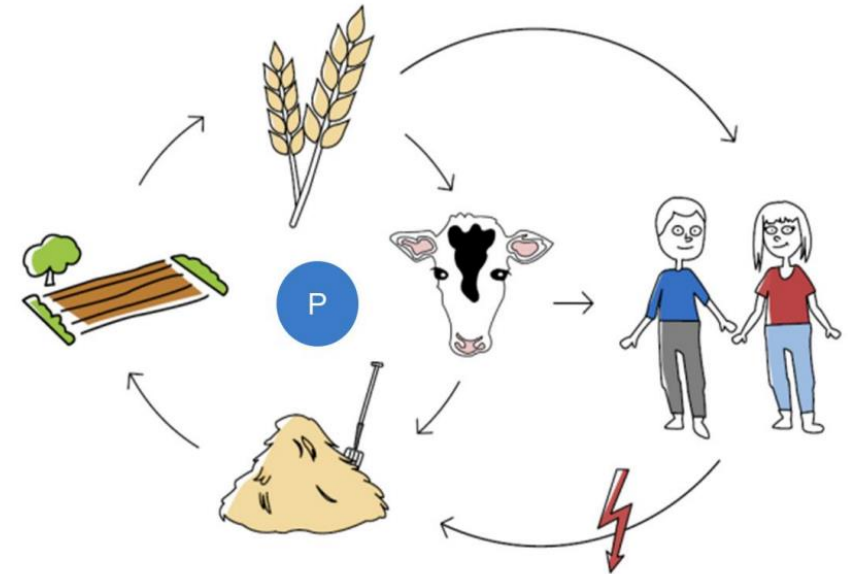


Abbildung 12: offener Nährstoffkreislauf im Ackerbau [15]

ZIELE DER ROHSTOFFRÜCKGEWINNUNG AUS ABWASSER UND BIOABFALL

Bioabfall:

- > Verbesserung der Wertschöpfung aus Bioabfall
- > Erzeugung von regionalen Rohstoffen
- > Reduktion der Abhängigkeit von Rohstoffimporten
- > Verbesserung der Klimabilanz
- > Kohlenstoffeffizienz bei neuen Verfahren höher [20]

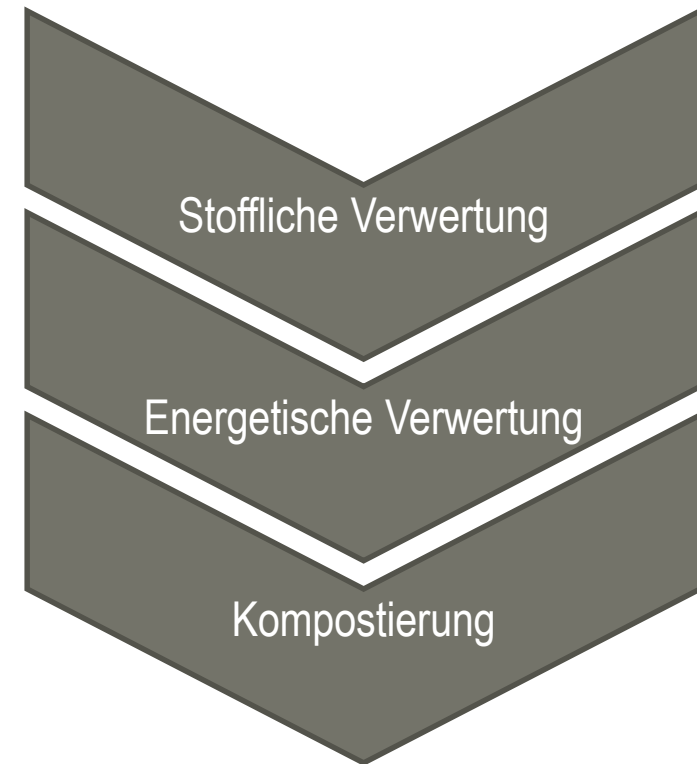


Abbildung 12: Nutzungskaskade]; eigene Darstellung

BIORAFFINERIEEN IN BW

> BW2Pro – Biowaste to Products

- Standort: Biogasvergärungsanlage der Abfallwirtschaft Rems-Murr AöR, Backnang
- Feedstock: Bioabfall
- Erzeugnisse:
 - Sekundärrohstoffe:
 - Fasern
 - Cellulasen
 - Polyhydroxyalkanoate (PHA)
 - Biogas
 - Produkte
 - Bioabbaubare Pflanzentöpfe
 - Dünger
- Alle Informationen unter <https://www.bio-pro.de/projekte/bereich-biooekonomie/biowaste-products-bw2pro>

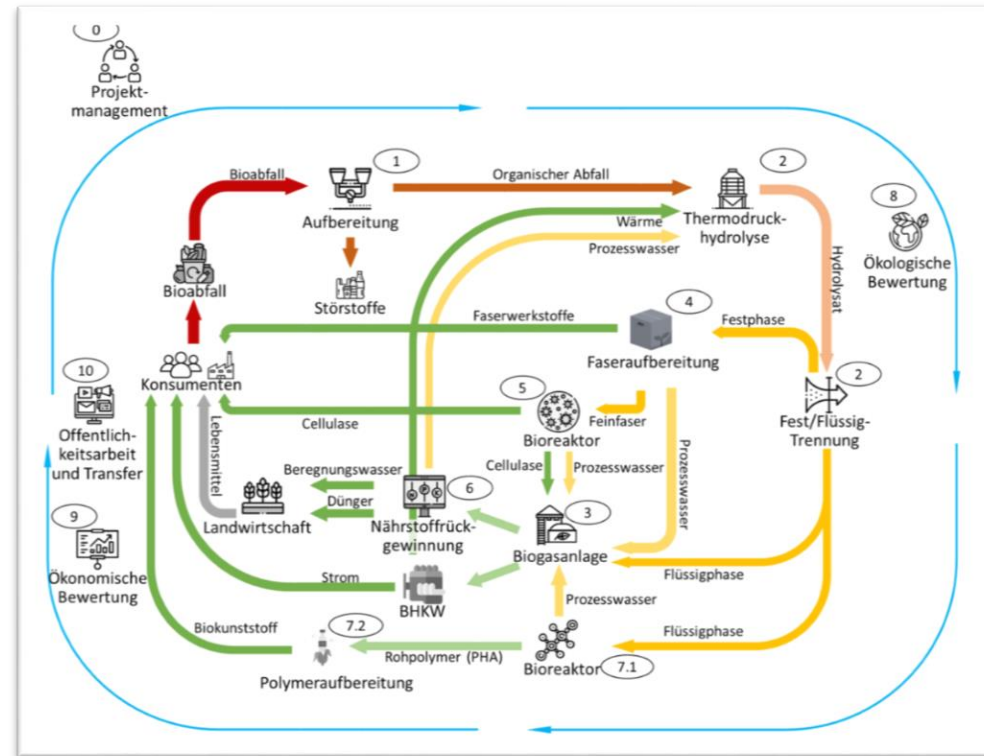


Abbildung 13: © Konstantin Dinkler; <https://www.bio-pro.de/projekte/bereich-biooekonomie/biowaste-products-bw2pro>

BIORAFFINERIEEN IN BW

> InBiRa – Die Insektenbioraffinerie



- Standort: Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart
- Feedstock: Abfall-/Restströme aus dem Lebensmittelbereich
- Erzeugnisse:
 - Fett: Schmier-, Kraftstoffe, Biotenside, biogene Polyole
 - Protein: Klebstoffe, Bindemittel, Papier-Beschichtungen, als Hydrolysate
 - Restsubstrat: Biogas, Düngemittel, Chitin- und Chitosan
- Alle Informationen unter <https://www.igb.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/inbira-insektenbioraffinerie.html>

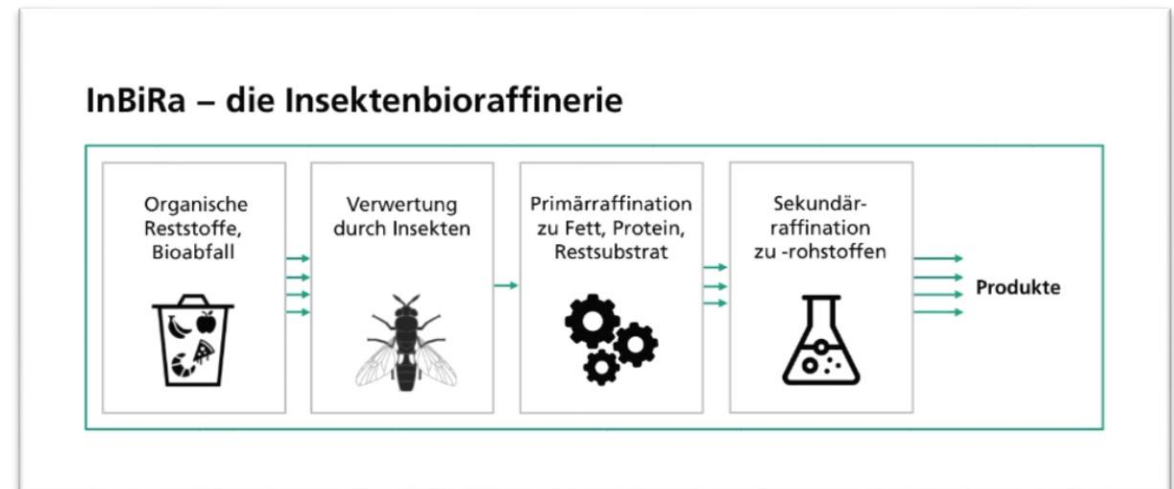


Abbildung 14: © Fraunhofer IGB; <https://www.igb.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/inbira-insektenbioraffinerie.html>

BIORAFFINERIEEN IN BW

> SmartBioH2-BW

- Standort: Evonik Operations GmbH, Rheinfelden
- Feedstock: Industrielle Abwasser- und Reststoffströme
- Erzeugnisse:
 - Purpurbakterien:
 - Wasserstoff
 - Carotinoide
 - Mikroalgen:
 - Wasserstoff
 - Proteine
 - Lutein

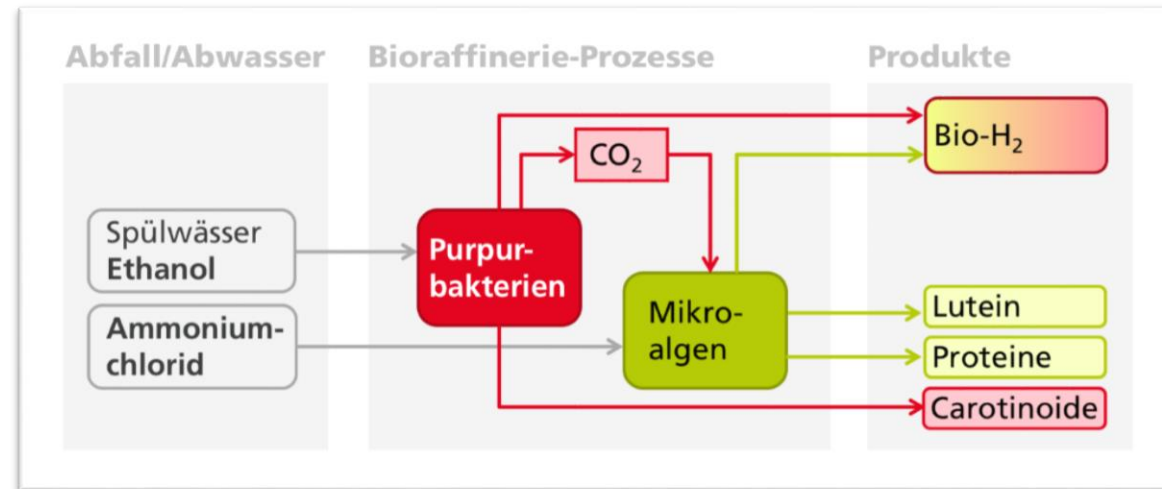


Abbildung 15: © Fraunhofer IGB;

<https://www.igb.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/smartbioh2-bw.html>

- Alle Informationen unter <https://www.igb.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/smartbioh2-bw.html>

BIORAFFINERIEEN IN BW

> RoKka – Rohstoffquelle Klärschlamm und Klimaschutz auf Kläranlagen

- Standort: Kommunale Kläranlage, Erbach
- Feedstock: Kommunales Abwasser
- Erzeugnisse:
 - Düngemittel
 - Pflanzenstärkungsmittel
 - Bodenverbesserer
 - Formiat

- Alle Informationen unter <https://www.umwelttechnik-bw.de/de/rokka>

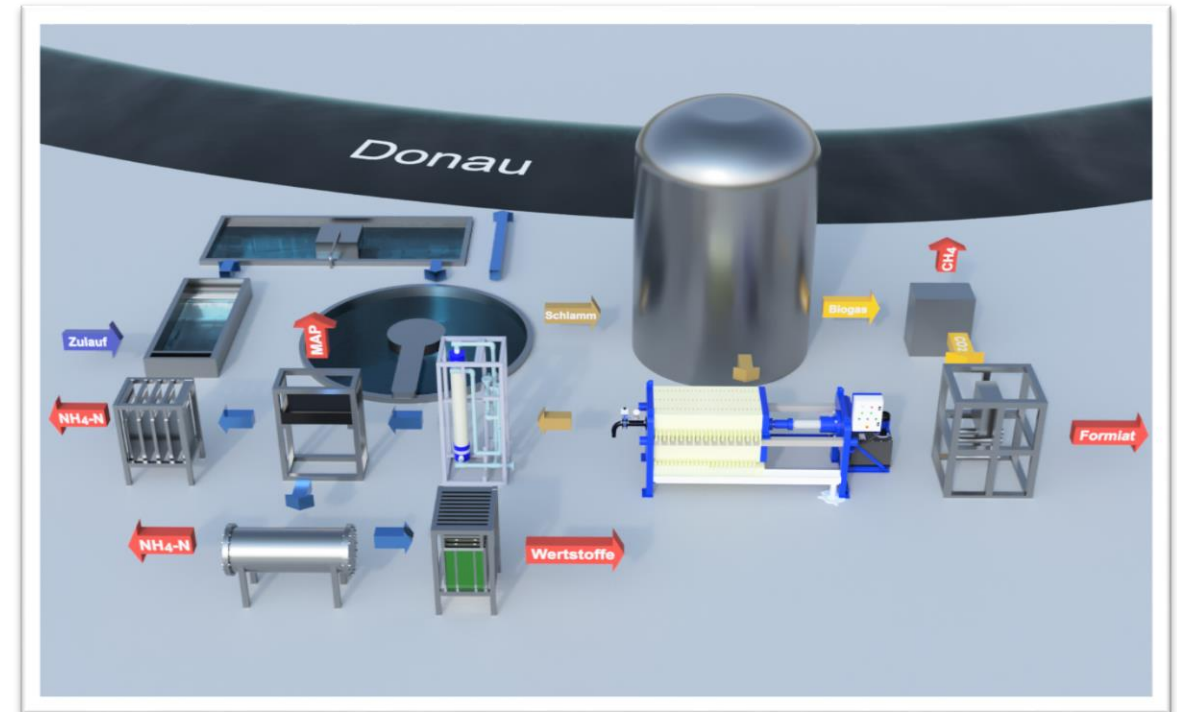


Abbildung 16: © Umwelttechnik BW

BIORAFFINERIEEN IN BW

> KoalAplan – Kommunales Abwasser als Quelle für Ammoniumstickstoff, Wasser und Bioplastik

- Standort: Lehr- und Forschungsklärwerk der Uni Stuttgart, Bösau
- Feedstock: Kommunales Abwasser
- Erzeugnisse:
 - Ammoniumstickstoff
 - Wasserstoff
 - Bioplastik

- Alle Informationen unter <https://www.umwelttechnik-bw.de/de/koalaplan>

KoalAplan

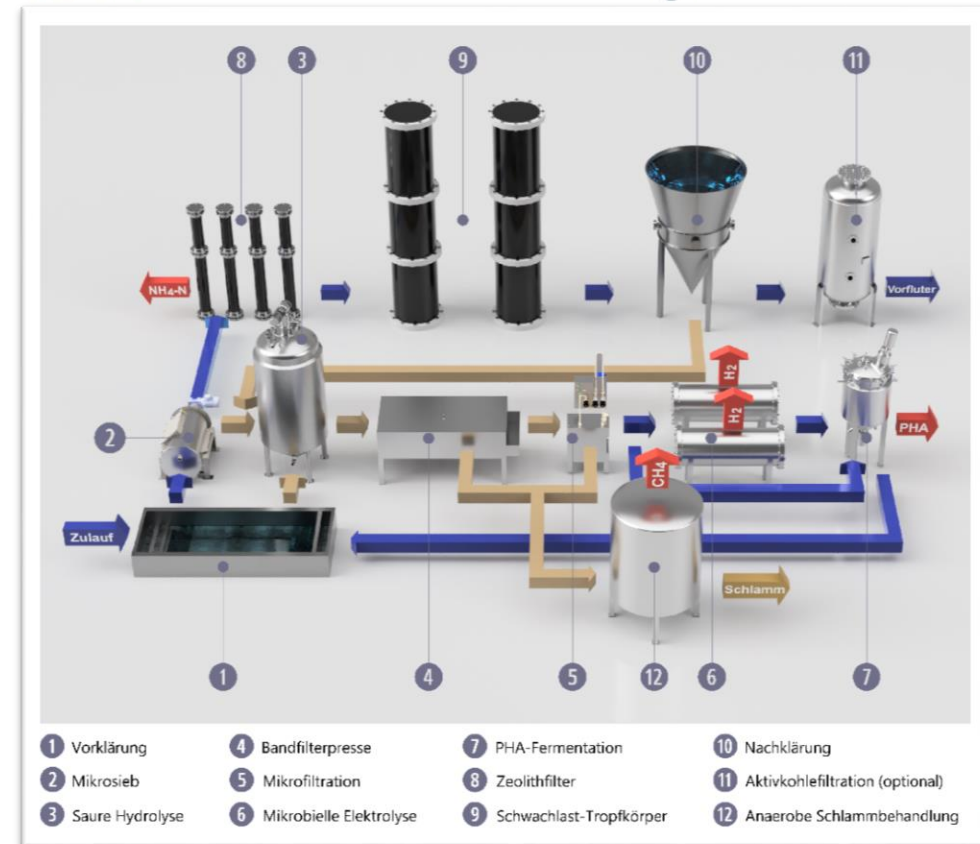


Abbildung 17: © Umwelttechnik BW

FACHINITIATIVE BIORAFFINERIE



Branchen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen vernetzen und unterstützen



Unterstützung des Austauschs der geförderten EFRE-Projekte



Verwertungswege für die bioökonomischen Produkte aufzeigen



„Roll-out“ vorbereiten



Stakeholder identifizieren und einbeziehen



BW als Leitregion etablieren, Technologien über Grenzen hinweg bekannt machen



Gemeinsames Verständnis für den Transformationsprozess schaffen

VERANSTALTUNGEN

- > **2023-06-12 Plan B - Bioökonomie für industrielle und urbane Räume in Baden-Württemberg 2023**
- > **2023-06-30 Netzwerktreffen beim Tag der offenen Tür des Projekts RoKka (Erbach)**
- > **2023-07-12 Netzwerktreffen beim Tag der offenen Tür des Projekts KoalAplan (Büsnau)**



FACHINITIATIVE BIORAFFINERIE

- > **Gefördert aus Mitteln des Landeshaushaltes und begleitet durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

ANSPRECHPARTNER



Ansprechpartner Johannes Kurz

Umwelttechnik BW GmbH

Landesagentur für Umwelttechnik und
Ressourceneffizienz Baden-Württemberg
Friedrichstr. 45
70174 Stuttgart

Telefon 0711 252841-64

Telefax 0711 252841-49

E-Mail johannes.kurz@umwelttechnik-bw.de

Internet www.umwelttechnik-bw.de

[Johannes Kurz | LinkedIn](#)

VIELEN DANK
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT.

Umwelttechnik BW GmbH

Landesagentur für Umwelttechnik und
Ressourceneffizienz Baden-Württemberg

Friedrichstraße 45
70174 Stuttgart

T. +49 711 252841-10

F. +49 711 252841-49

info@umwelttechnik-bw.de

www.umwelttechnik-bw.de

QUELLEN

- [1] <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/oeffentliche-aba-7k.html>
- [2] https://www.dwa-bw.de/files/_media/content/PDFs/LV_Baden-Wuerttemberg/Homepage/BW-Dokumente/Homepage%202013/Nachbarschaften/LV%202022_Bericht_Teil%201%20und%202%20final.pdf, S.7-11
- [3] <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/umwelt-und-energieforschung/stickstoff/>
- [4] https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/6_Wirtschaft/Ressourceneffizienz_und_Umwelttechnik/Phosphor-Rueckgewinnungsstrategie_BW.pdf
- [5] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/publikationen/deuess18_de_bericht_web_f.pdf
- [6] <https://www.wochenblatt-dlv.de/maerkte/stickstoff-kali-phosphor-duengerpreise-hoehenrausch-567196>
- [7] <https://webshop.dwa.de/de/ubersetzungen/englisch/kommunale-abwasserbehandlung/poster-schema-klaranlage.html>
- [8] https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk036245.pdf

QUELLEN

[9] <https://archive.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20Synthesis%20Report&f=SPM>

[10] <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgasneutralitaet.pdf>

[11] <https://www.studyhelp.de/online-lernen/chemie/protein/>

[12] [Geupel, Markus ; Frommer, Jakob: Reaktiver Stickstoff in Deutschland](#)

[13] [Rockström, Johan ; Steffen, Will ; Noone, Kevin ; Persson, Åsa ; Chapin, F. Stuart III ; Lambin, Eric ; Lenton, Timothy ; Scheffer, Marten ; u. a.: Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In: Ecology and Society Bd. 14, The Resilience Alliance \(2009\), Nr. 2](#)

[14] https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Abfallbilanz-2021-barrierefrei.pdf?trk=public_post_comment-text

[15] https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-33651_01-Hauptbericht.pdf

[16] [IndexMundi, https://www.indexmundi.com/de/rohstoffpreise/?ware=harnstoff,2022](https://www.indexmundi.com/de/rohstoffpreise/?ware=harnstoff,2022)

[17] [U.S. Geological Survey: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022. URL https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-nitrogen.pdf](https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-nitrogen.pdf)

QUELLEN

[18] Smil, Vaclav: Enriching the Earth Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production. : The MIT Press, 2004 — ISBN 978-0-262-28385-4

[19] Heberl, Michael: Power-to-Ammoniak Möglichkeiten zur erneuerbaren Elektrifizierung und Dekarbonisierung der Ammoniakindustrie. Regensburg, 2017

[20] <https://www.mpikg.mpg.de/130835/Kohle.pdf>