



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



## TU Bergakademie Freiberg – Wiege der Nachhaltigkeit



**Forum: Nachhaltigkeit – Chancen und Potenziale für sächsische Unternehmen, Kommunen und Forschungseinrichtungen**

Prof. Dr.-Ing. H. Lieberwirth, 30. November 2022



Einleitung

## Carl v. Carlowitz und Sachsen

*Sylvicultura oeconomica*, veröffentlicht durch C. v. Carlowitz 1713, gilt als **erstes Werk zur Nachhaltigkeit**

- Es sollen nicht mehr Bäume eingeschlagen als neue gepflanzt werden
- „Das Buch entstand in Zeiten einer akuten Energiekrise“

Im Siebenjährigen *Krieg* von 1756 bis 1763 kämpften alle europäischen Großmächte jener Zeit um Machtbalance und territoriale Gewinne in Europa.

- Verlierer war Sachsen, das wirtschaftlich am Boden lag
- Rückbesinnung auf Rohstoffe für wirtschaftliche Entwicklung und Wissen
- **1765 Gründung der Bergakademie als Antwort auf tiefe Wirtschaftskrise Sachsens**



## Die Ecksteine sächsischen Wohlstands: Rohstoffe und Technik



STAATSMINISTERIUM  
DER FINANZEN



### Die Gründung der Bergakademie Freiberg: aus der Not geboren!

„Nach den Verheerungen des Siebenjährigen Krieges wurde der Aufschwung für Sachsen durch Mehrung des Wissens über die Gewinnung, Auf- und Weiterverarbeitung von Rohstoffen befördert.“

→ 1765 Gründung der Bergakademie Freiberg  
durch Prinzregent Xaver



## Nachhaltigkeit hat viele Facetten

- Erhaltung der natürlichen Umwelt (Klima, Artenvielfalt, Wasser,...)
- Erhaltung der wirtschaftlichen Grundlagen unserer Gesellschaft
- Erhaltung der Grundversorgung mit Energie, Nahrungsmitteln
- Erhaltung der inneren und äußeren Sicherheit
- Sicherung eines hohen Niveaus bei Bildung und Gesundheitsversorgung
- Erhaltung des Wertschöpfungspotenzials einer Gesellschaft
- ...

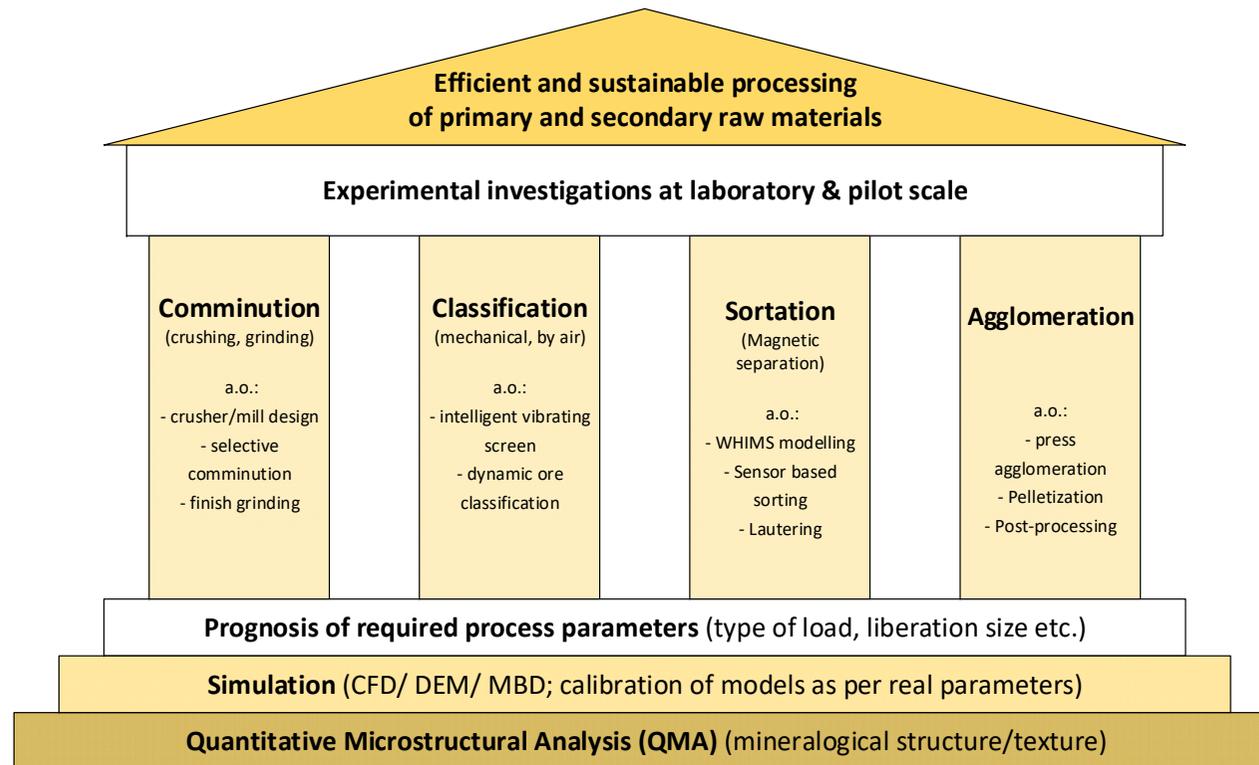


# TU Bergakademie Freiberg: Pilotanlagen entlang der stofflichen Wertschöpfungskette



The image displays a vertical flowchart on the left with five blue chevron-shaped boxes labeled 'Exploration', 'Gewinnung', 'Aufbereitung', 'Verarbeitung', and 'Recycling'. To the right of each box is a grid of images showing various industrial pilot plants and processes corresponding to that stage.

- Exploration:** Includes images of an industrial processing plant, an underground mine with workers, a worker in a green hard hat near a furnace, and a conveyor belt with colorful rollers.
- Gewinnung:** Includes images of a large industrial structure with orange railings, a yellow industrial machine, a worker near a large tank, and a worker near a yellow crane.
- Aufbereitung:** Includes images of a large industrial building with a tall chimney, a large white industrial building, a glass-enclosed industrial structure, and a worker near blue machinery.
- Verarbeitung:** Includes images of a large industrial building with a tall chimney, a large white industrial building, a glass-enclosed industrial structure, and a worker near blue machinery.
- Recycling:** Includes images of a large industrial building with a tall chimney, a large white industrial building, a glass-enclosed industrial structure, and a worker near blue machinery.

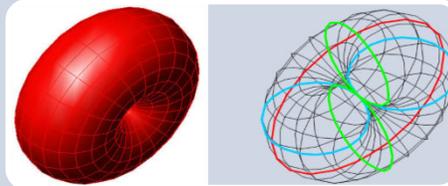


## Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik (Forschungsgebiete)



### Primary raw materials

- Ores, spars
- Aggregates
- Combustibles, coal
- Salts
- Fertilizers
- Chemical products



### QMA, Simulation

- Quantitative Mineralogical Analysis (QMA)
- CFD simulation
- FEM simulation
- DEM simulation
- MBD analysis



### Secondary raw materials

- Liberation of composite materials
- Recycling of slags
- Battery-Recycling
- Life-Cycle-Analysis (LCA)



Einleitung

## IART Technikum 2



TU Bergakademie Freiberg | Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik | Lampadiusstr. 4, 09599  
Freiberg | Tel: +49 3731 / 39-2528 | [www.tu-freiberg.de](http://www.tu-freiberg.de) | Prof. Dr.-Ing. Holger Lieberwirth | bvmw | 30.11.22



Einleitung



## Technikum Steinbruch Nähe Oederan



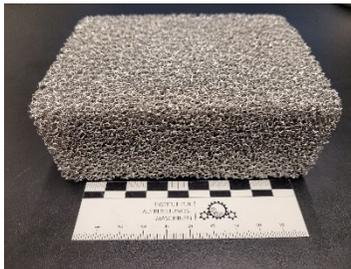
TU Bergakademie Freiberg | Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik | Lampadiusstr. 4.  
09599 Freiberg | Tel: +49 3731 / 39-2528 | [www.tu-freiberg.de](http://www.tu-freiberg.de) | Prof. Dr.-Ing. Holger Lieberwirth | bvmw | 30.11.22

## Aktuelle Projekte



### Komplexe Leichtbaustrukturen für elektronische Anwendungen innerhalb der Mobilität

Aspekte: Sortierung Alulegierungen, Entschichtung, Öko-Design



Offenporiger Stahlschaum

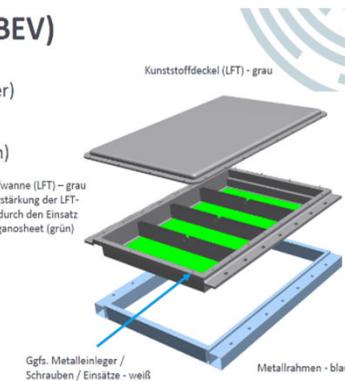


### Ganzheitliche Bearbeitung von Kunststoffrecyclingpfaden für ressourceneffiziente und kreislauffähige Leichtbau-Batteriegehäuse

Aspekte: Recycling thermoplastischer Kunststoffe über chemisches Recycling (Lösemittel), Ökobilanzierung

#### LFT-Batteriegehäuse (z.B. BEV)

- LFT-Gehäuse (PA und/oder PP, Langglasfaser)
- + Organosheet (PA und/oder PP Glasfaser)
- + Metall-Inserts (Stahl und/oder Aluminium)
- + Metall-Rahmen
- Prozesstechnologie: Fließpressen
- Abmessungen: 1600 x 1300 x 200mm
- Materialeinsatz Kunststoff: 40kg



## WindLoop

**Effiziente Rückführung von Selten-Erde- und Nicht-Eisen-Metallen aus Windenergieanlagen in den Stoffkreislauf**

Aspekte: Erfassung SEM-Magnete, Entmagnetisierung, Demontage, Verbundaufschluss, Zerkleinerung

Rückbau



Recycling der Generatoren



Schäfer

Recycling der Magnete

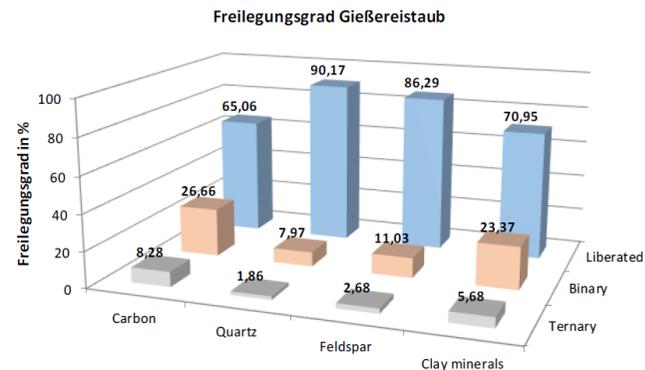


## SandCycle

**Entwicklung und Konstruktion einer modularen Anlage zum Recycling von Gießereimischsanden und -stäuben**

Aspekte: MLA, Sichtung, Stofftrennung, Agglomeration

Aufschlussgrad und stoffliche Zusammensetzung von Gießereistaub nach Schleifen (MLA)



## Weitere aktuelle bzw. kürzlich abgeschlossene Projekte

### Deep Sea Sampling

Entwicklung von Technologien für den vertikalen minimal invasiven Tiefseebergbau

### UpCement

Hochwertiges Betonrecycling/ Reaktivierung Zementstein)

### LiFePo

Recycling Lithiumionen Batterien

### LaRec

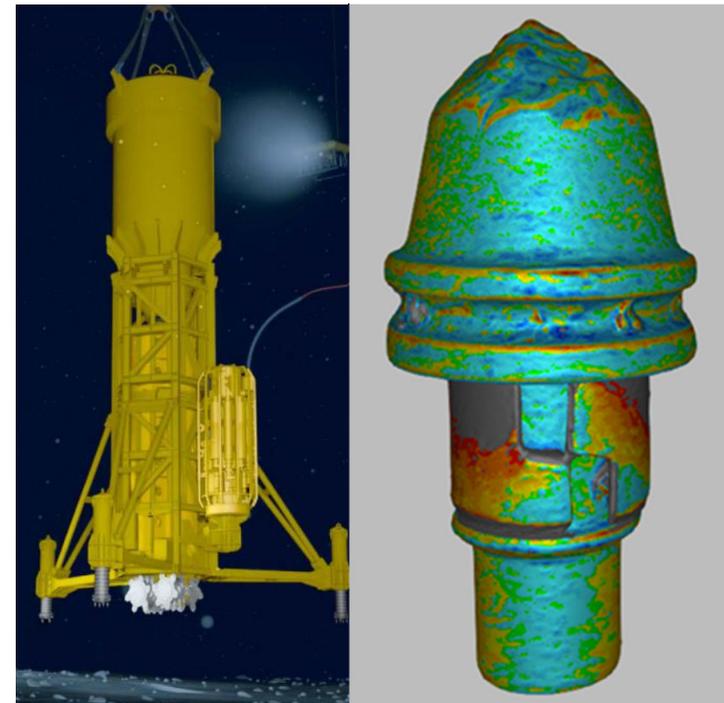
Recycling von LED-Lampen

### Greeny

Recycling Lichtbogenofenschlacken

### INKA

Hochspannungsimpulszerkleinerung Zinnerz



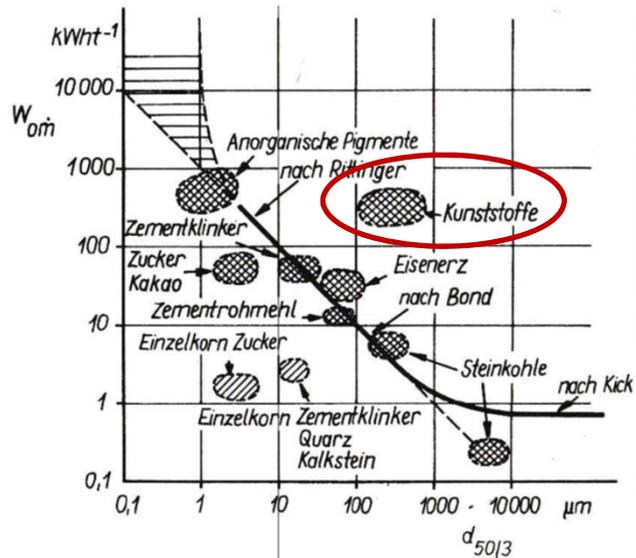
- Zerkleinerung von PV-Modulen



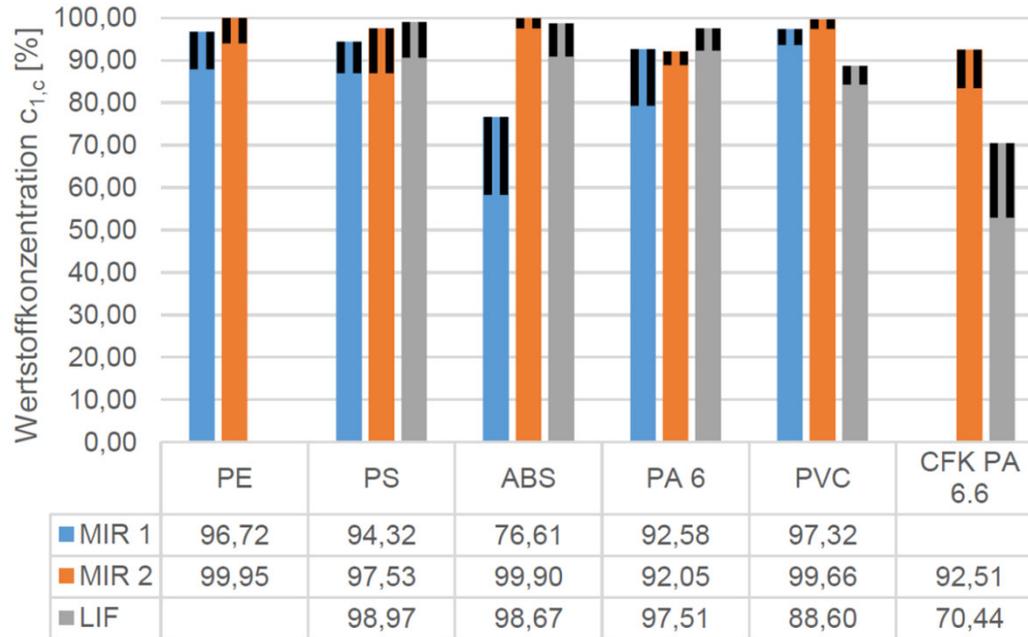
- Aufbereitung von Kirschkernen für 3D-Druck



# Spezifischer Arbeitsbedarf und Produktreinheit

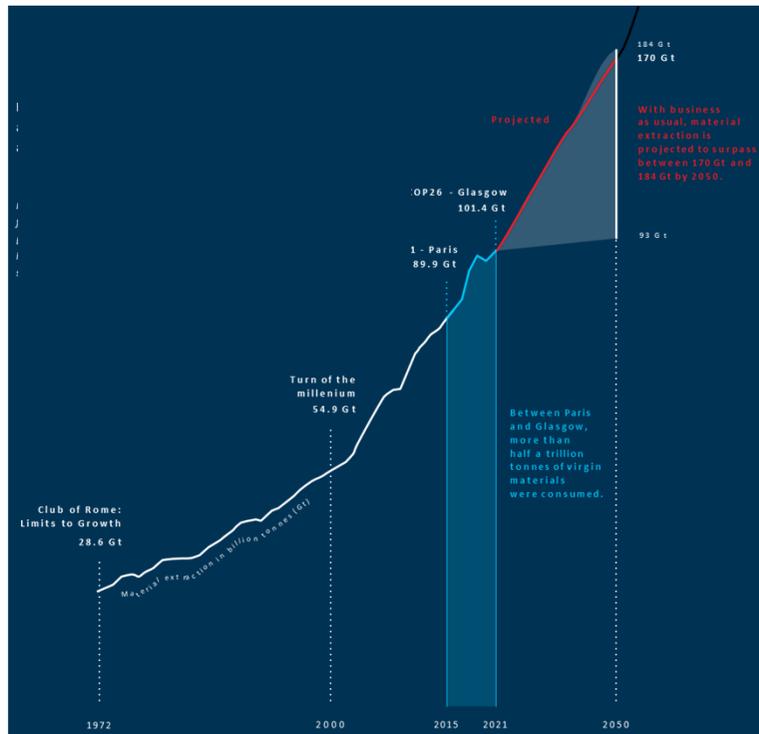


Rumpf, H., Europäisches Symposium Zerkleinern, Nürnberg, 1975

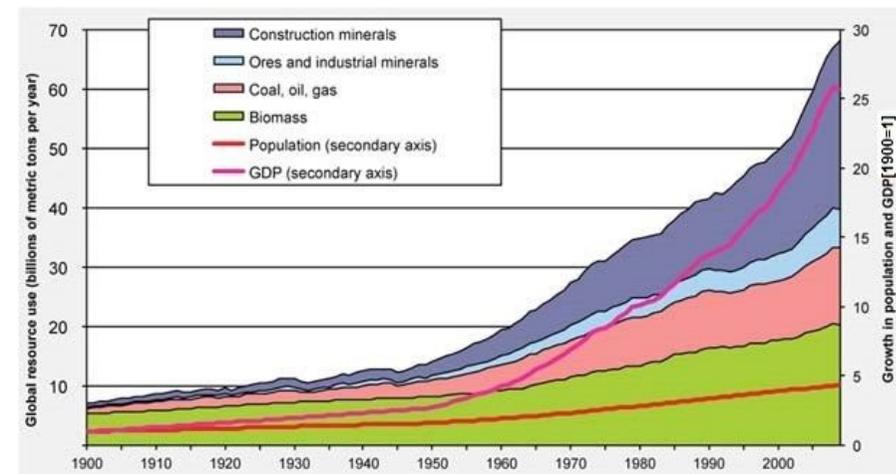


Diss. Kruhme, Freiberg, 2018

## Rohstoffgewinnung in Gt 1972 - 2050



de Wit, M., Haigh, L. The circularity GAP report 2022, Circle Economy 2022, Amsterdam, Netherlands



## Rohstoffbedarf vs. BIP-Wachstum

Krausmann et al., 2009

- Rohstoffbedarf und BIP-Wachstum korrelieren
- Rohstoffbedarf wächst überproportional ggü. Zunahme Weltbevölkerung



## Freiheitsenergie – hilft, Abhängigkeiten zu reduzieren?

Ukraine • Christian Lindner • Energiewende

### Lindner: Erneuerbare Energien sind „Freiheitsenergien“ – Zustimmung von Lauterbach

- Der Krieg in der Ukraine wirkt sich auch auf die Energiepolitik in Deutschland aus.
- Bundesfinanzminister Christian Lindner setzt auf erneuerbare Energien als „Freiheitsenergien“.
- Zustimmung bekommt er von Gesundheitsminister Karl Lauterbach.

27.02.2022, 15:26 Uhr



Bundesfinanzminister Christian Lindner (FDP) spricht im Bundestag. © Quelle: imago images/Chris Emil Janßen



### Marktdaten visualisieren

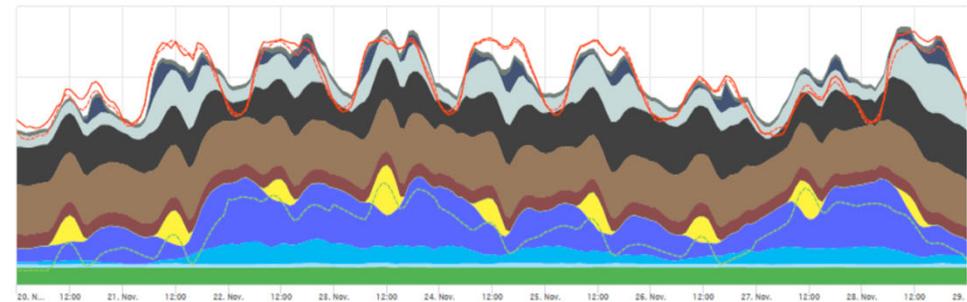
Stromerzeugung und -verbrauch in Deutschland



Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik



Zusammensetzung Energiemix in D (aktuell + vergangene 2 Wochen)  
Quelle: smard.de (30.11.22)



Stromerzeugung - Realisierte Erzeugung



**„E-mobility – the global race for high-tech metals“**

Dr. Volker Steinbach

BGR, Abteilungsleiter Energierohstoffe, Mineralische Rohstoffe

10. – 12. Oktober 2019, Berlin

**China securing its raw material supply for the e-mobility**

*Securing supply abroad through active measures*

**Kobalt**

- Large investments abroad, mainly in DRC to gain access to mine
- Processing of Co already dominated by China with a market share of >50%



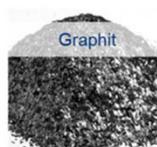
- Joint venture abroad (mainly Australia)
- off-take agreements to secure the supply

**Lithium**

*China already controls large parts of the value chain*

**Seltene Erden**

- 90% of mine production and processing controlled by China
- Upstream (magnets) also controlled by China
- Consolidation of China's RE-industry in 2017



- China is the world largest miner of flake graphite (70% market share)
- has a monopoly within the purification and spherification of graphite

**Graphit**

## Wohlstand für alle

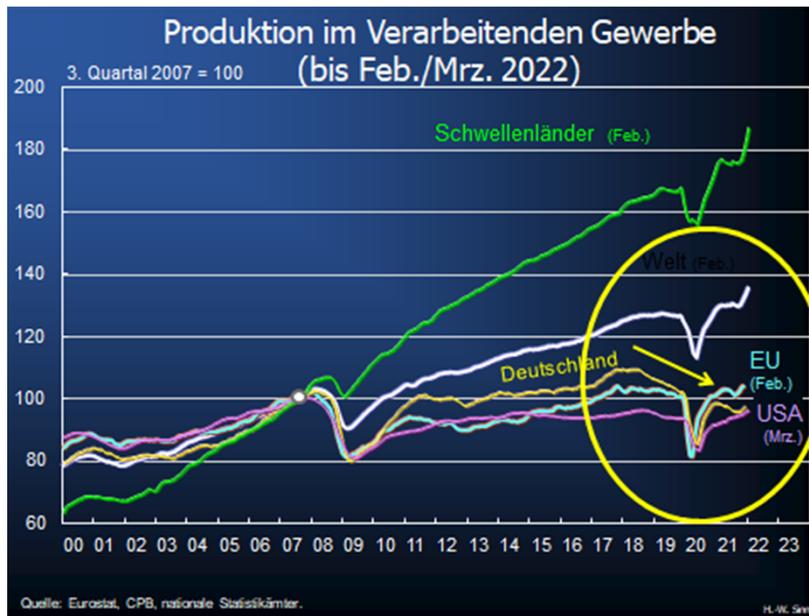
„Das Bemühen um ein stabiles Preisniveau steht an der Spitze der wirtschaftlichen Rangordnung. Auch eine nur leicht inflationäre Entwicklung ist so etwas wie eine entschädigungslose Enteignung zugunsten der Öffentlichen Hand.“

(Ludwig Erhard, Wohlstand für alle)



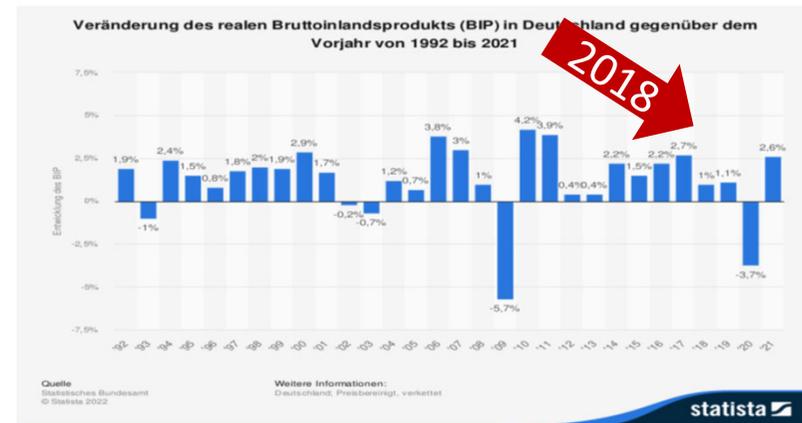


# Produktion im verarbeitenden Gewerbe

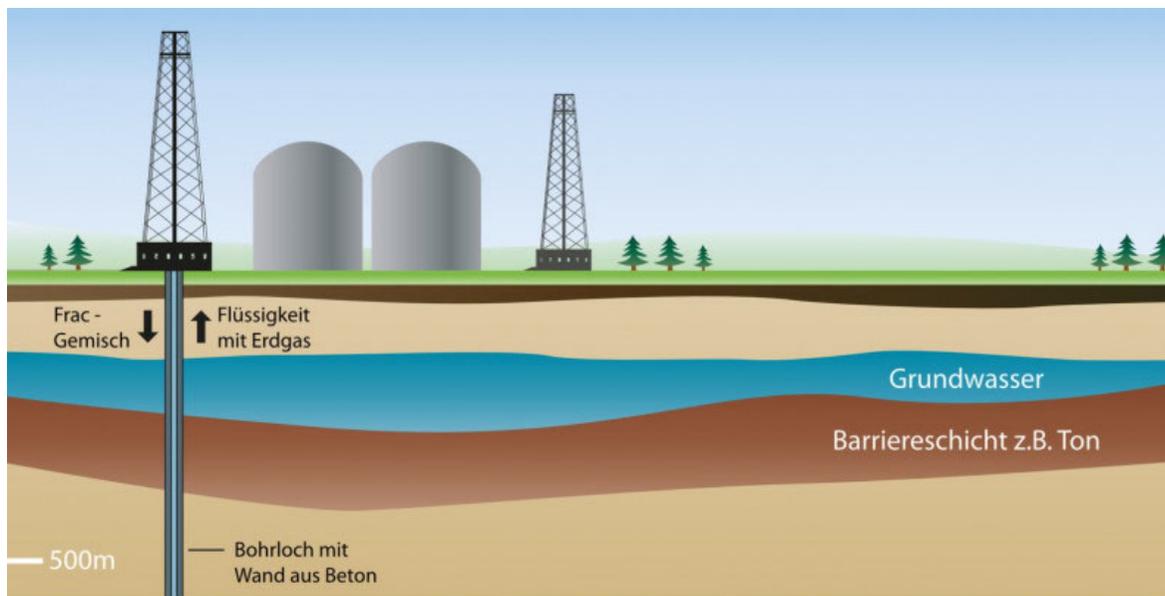


H.-W. Sinn, 4pi-Symposium, Konstanz 13./14. Mai 2022

- Der Rückgang der Produktion im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland begann bereits um 2018
- Zeitlicher Zusammenhang mit „Dieselskandal“, lange vor Corona und Ukrainekrieg?



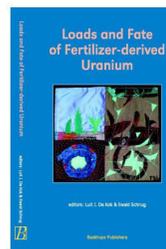
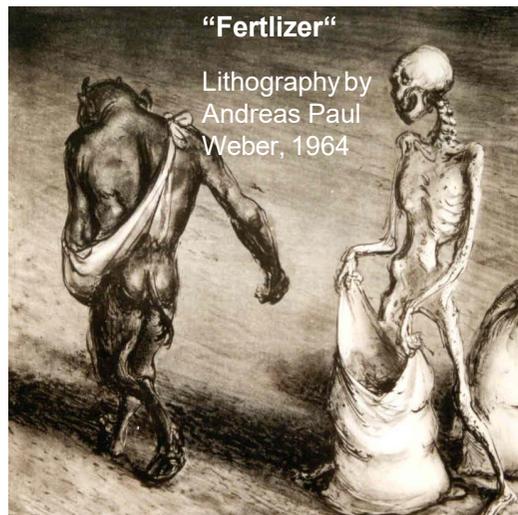
## Frackingverbot wg. Grundwasser



Je nach Statistik  
reichen deutsche  
Gasvorkommen  
noch für 20...40  
Jahre  
Vollversorgung!

Frackingverbot in D  
u.a. begründet mit  
Gefahr der  
Grundwasserverun-  
reinigung

## Uran im Grundwasser - die dunkle Seite der Phosphordüngung

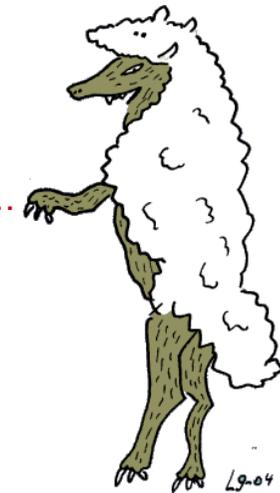


**Mineralische P-Dünger  
enthalten im  
Durchschnitt  
259 mg Uran pro kg  
 $P_2O_5$**

Im Durchschnitt der Jahre 2003-2012  
wurden allein in Deutschland jährlich  
167 t Uran mit mineralischen  
P-Düngern auf die Felder verbracht....

... das genug Energie enthält,  
um 2.350.000 durchschnittlich  
große deutsche Haushalte zu  
versorgen!

Prof. Dr. Dr. habil. Dr. h.c. Ewald Schnug; Technical University Braunschweig –  
Faculty 2 Life Sciences, Pockelsstraße 14, D-38106 Braunschweig,  
Dipl.-Ing. Nils Haneklaus; Institute of Nuclear Technology and Energy Systems (IKE),  
University of Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, D-70569 Stuttgart, 2013



## Zangenbewegung gefährlich für dt. Wirtschaft



Steingarts Morning Briefing, Gabor Steingart, 25.11.2022

...die **deutsche Wirtschaft** ist in eine **gefährliche Zangenbewegung** geraten. Das Verrückte: Beide Arme der Zange werden nicht von Russen oder Chinesen, sondern von **Amerikanern** bewegt, die offenbar fest entschlossen sind, ihren künftigen Wohlstand zulasten von **Chinesen und Europäern** zu organisieren.



Conclusio



## Nachhaltigkeit in Sachsen

- Nachhaltigkeit muss in allen Facetten betrachtet werden, nicht nur verengt in Verbindung mit Rohstoffen oder Klima
- Bildung und Kreativität in Zusammenhang mit hinreichenden finanziellen und materiellen Ressourcen schaffen die Grundlagen zum Umgang mit den Herausforderungen unserer Zeit
- In schwierigen Zeiten wurde immer besonders sparsam mit vorhandenen Ressourcen gewirtschaftet, Vorhandenes wieder- und weiterverwendet, gerade auch in Sachsen, an diese Tradition können wir anknüpfen



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



**bvmw**

Prof. Dr.-Ing. H. Lieberwirth, 30.11 2022