



Wandel durch Struktur: Transformation mineralischer Rohstoffe

Interuniversitäre Online-Ringvorlesung „Ressourcen, Konflikte, Gestaltung. Wissenschaftliche und anwendungsorientierte Perspektiven auf Strukturwandel und Transformation“

Wintersemester 2024/25

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Clausen



Advanced
Mining
Technologies



A portrait of Univ.-Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Clausen, a woman with shoulder-length brown hair and blue eyes, wearing a dark blue blazer over a white and black striped top. She is standing with her arms crossed in a dark, industrial setting with large circular structures in the background.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Elisabeth Clausen
Institute for Advanced Mining Technologies
RWTH Aachen University
Stellvertretende Vorsitzende Mine ReWIR e.V.



Mineralische Rohstoffe

Legende

Symbol	Schwarz = Feststoff blau = Flüssigkeit rot = Gas grün = Leichtmetalle unterstrichen = radioaktiv	Serie (Färbungen)	Alkalimetalle Erdalkalimetalle Übergangsmetalle Lanthanoide Actinoide	Metalle Halbmetalle Nichtmetalle Halogene Edelgase Unbekannt	
Ordnungszahl	Atomgewicht	Dichte	Schmelzpunkt Siedepunkt Schmelzwärme Siedewärme Wärmekapazität Elektronenkonfig.	Dichte	Schmelzpunkt Siedepunkt Schmelzwärme Siedewärme Wärmekapazität
Symbol	Name	Dichte	Serie	Schmelzpunkt	Siedepunkt
		rot = kg/m ³ schwarz = kg/dm ³ grün = kg/cm ³		durchgehend = natürliches Element schraffiert = künstliches Element	

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Lanthanoide	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	140,12	140,91	144,24	160,91	150,36	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,05	174,97
Actinoide	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	232,04	231,04	238,03	237,05	244,06	243,06	247,07	247,07	251,08	252,08	257,10	258,10	262,11	262,11

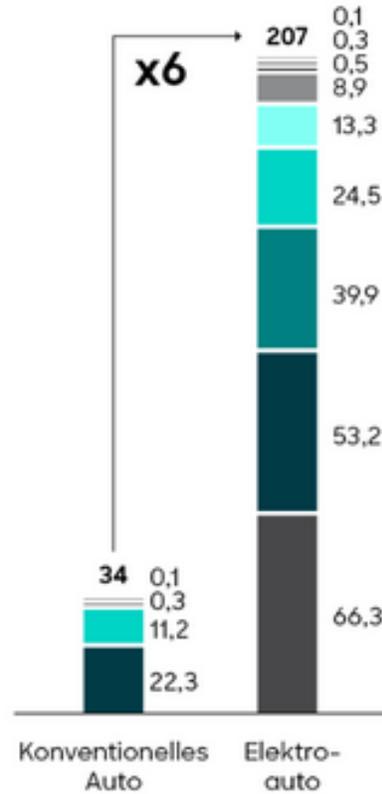
Wikipedia

Der Übergang zur grünen Wirtschaft erfordert eine Umstellung der Rohstoffbasis

Bedarf an mineralischen Rohstoffen in ...

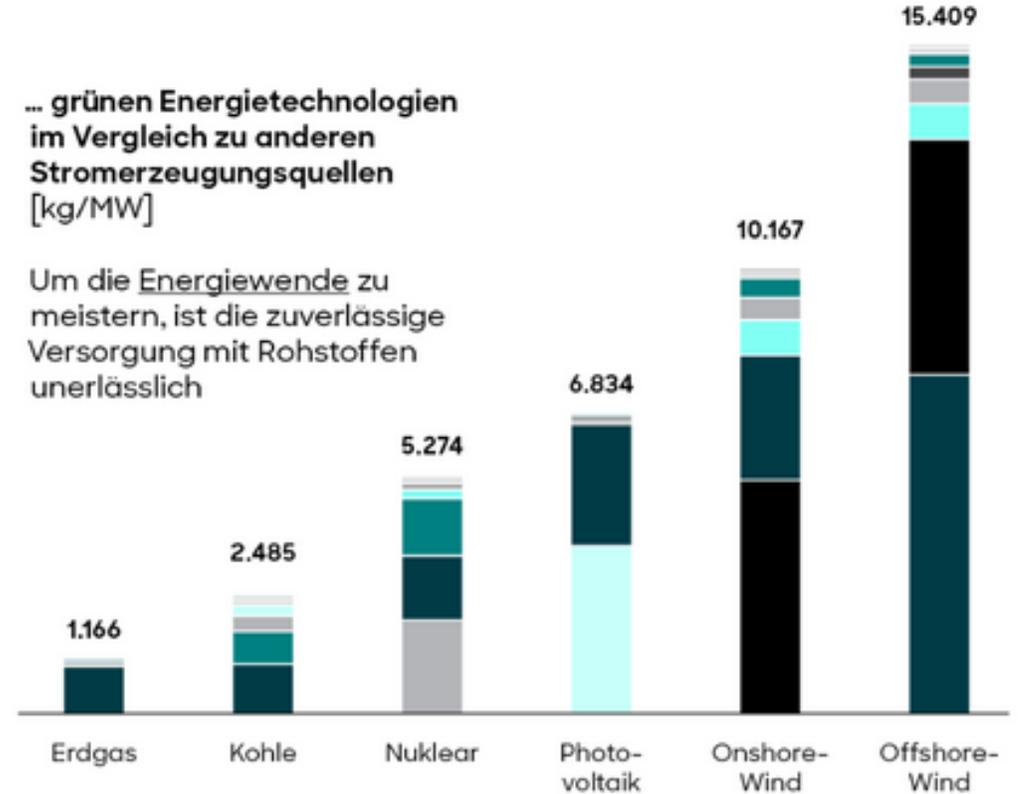
... Elektroautos im Vergleich zu konventionellen Autos [kg/Fahrzeug]

Will Deutschland weiterhin ein attraktiver Automobilstandort bleiben, ist die Versorgung mit mineralischen Rohstoffen unabdingbar



... grünen Energietechnologien im Vergleich zu anderen Stromerzeugungsquellen [kg/MW]

Um die Energiewende zu meistern, ist die zuverlässige Versorgung mit Rohstoffen unerlässlich



Quelle IEA, EU-Kommission

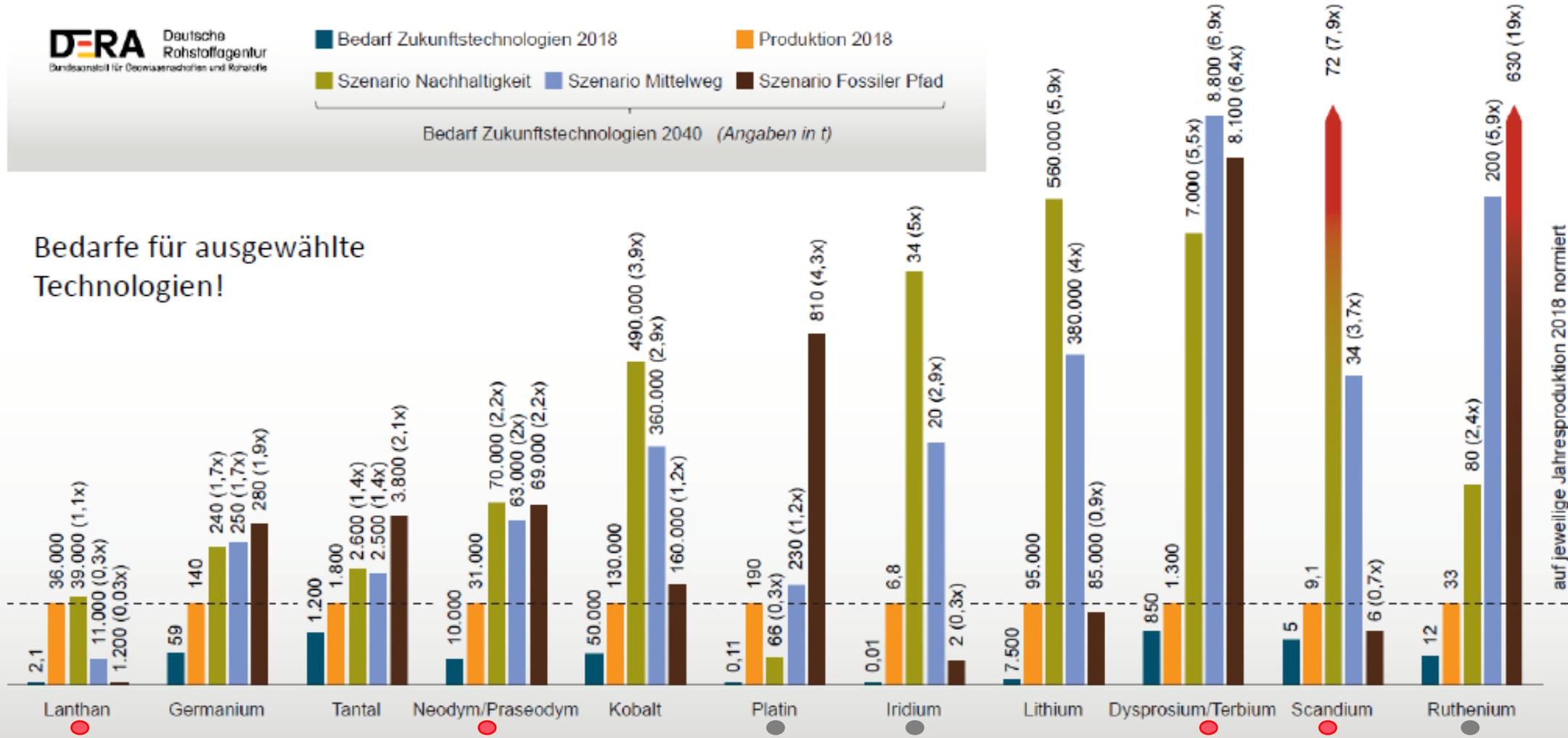
Roland Berger

Der Übergang zur grünen Wirtschaft erfordert eine Umstellung der Rohstoffbasis: Je schneller die Welt dekarbonisiert, desto höher ist ihr Metallbedarf



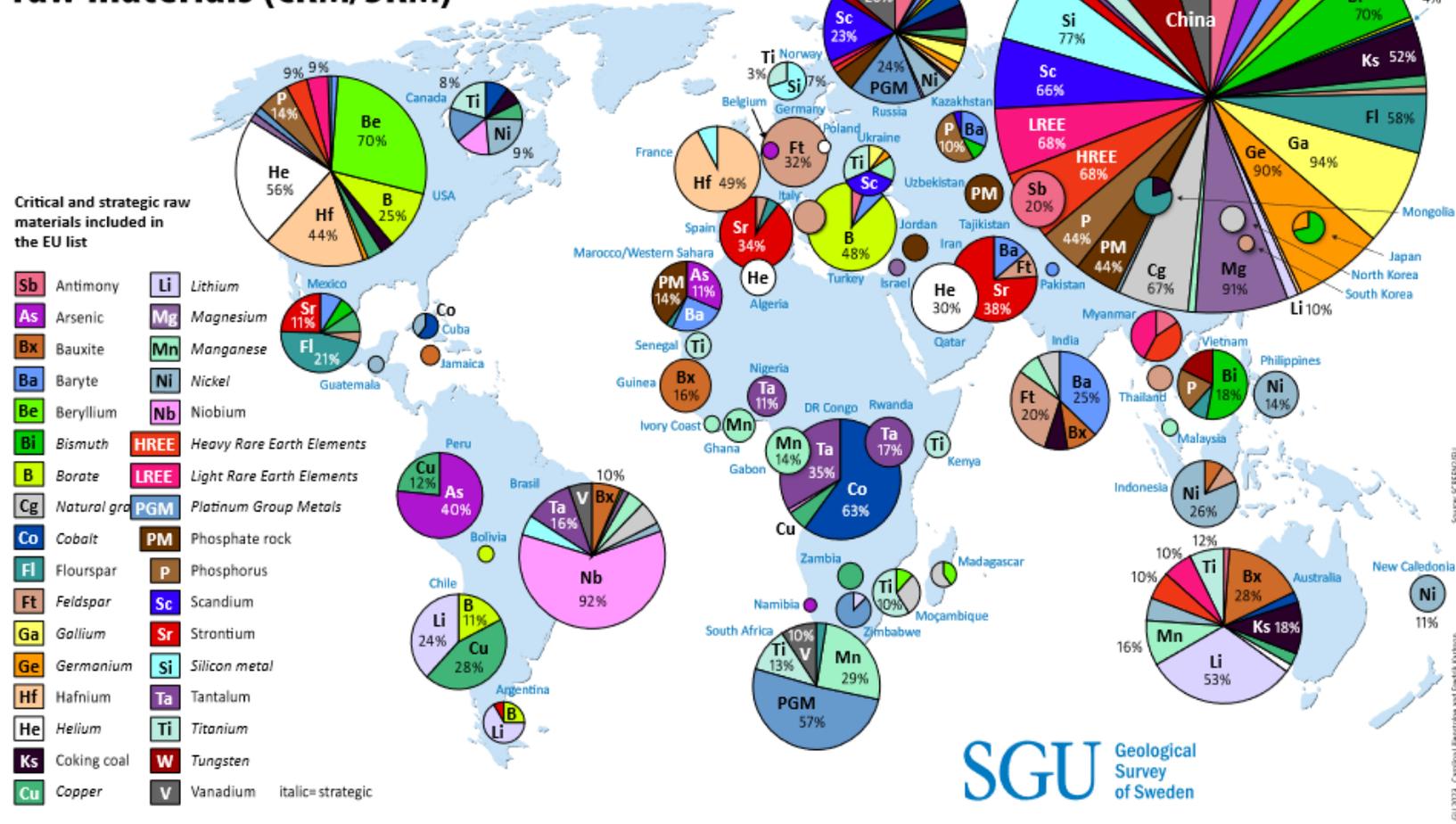
Bedarf Zukunftstechnologien 2040 (Angaben in t)

Bedarfe für ausgewählte Technologien!



Herkunft kritischer und strategischer Rohstoffe

Global production of critical and strategic raw materials (CRM/SRM)



<https://www.sgu.se/en/mineral-resources/critical-raw-materials/>

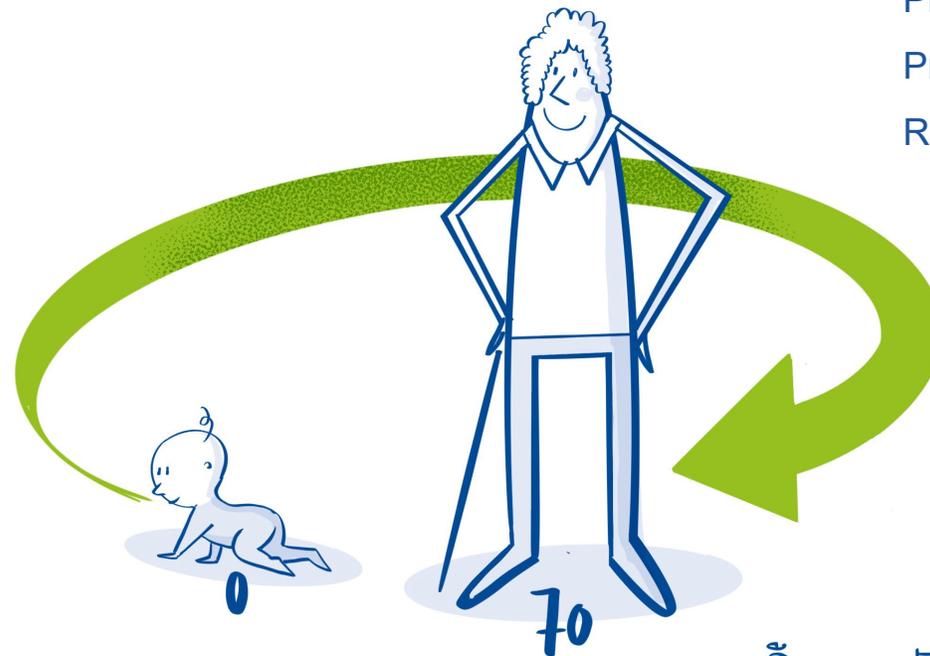
Deutschland im Rohstoff- Rausch

Pro- Kopf- Rohstoffverbrauch in Deutschland: 13,1 t/a

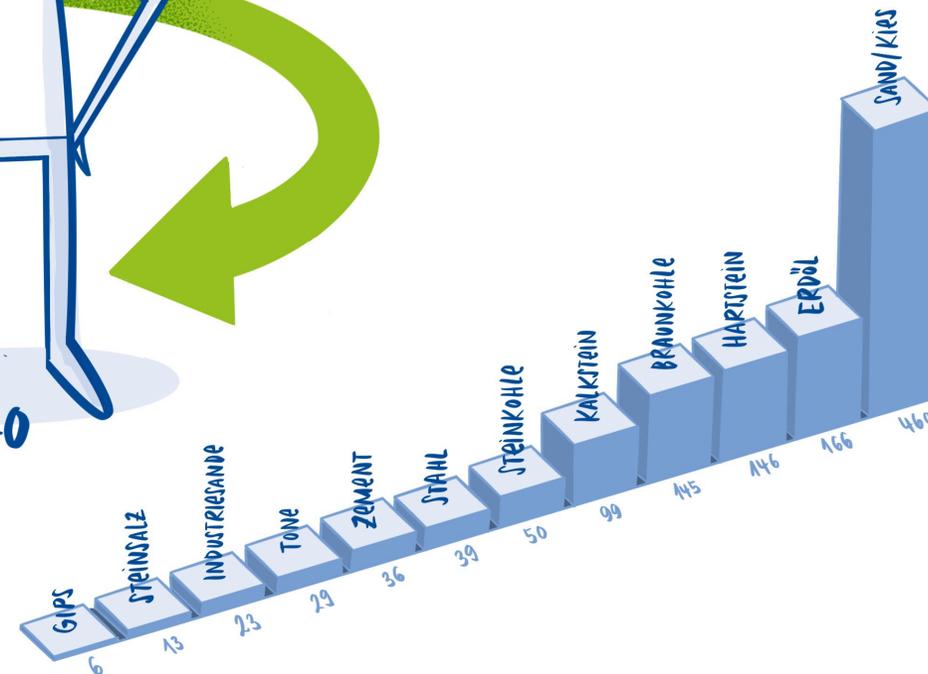
Pro- Kopf- Rohstoffverbrauch weltweit: 9,1 t/a

Primäre Rohstoffgewinnung (2022): 715 Mio.t

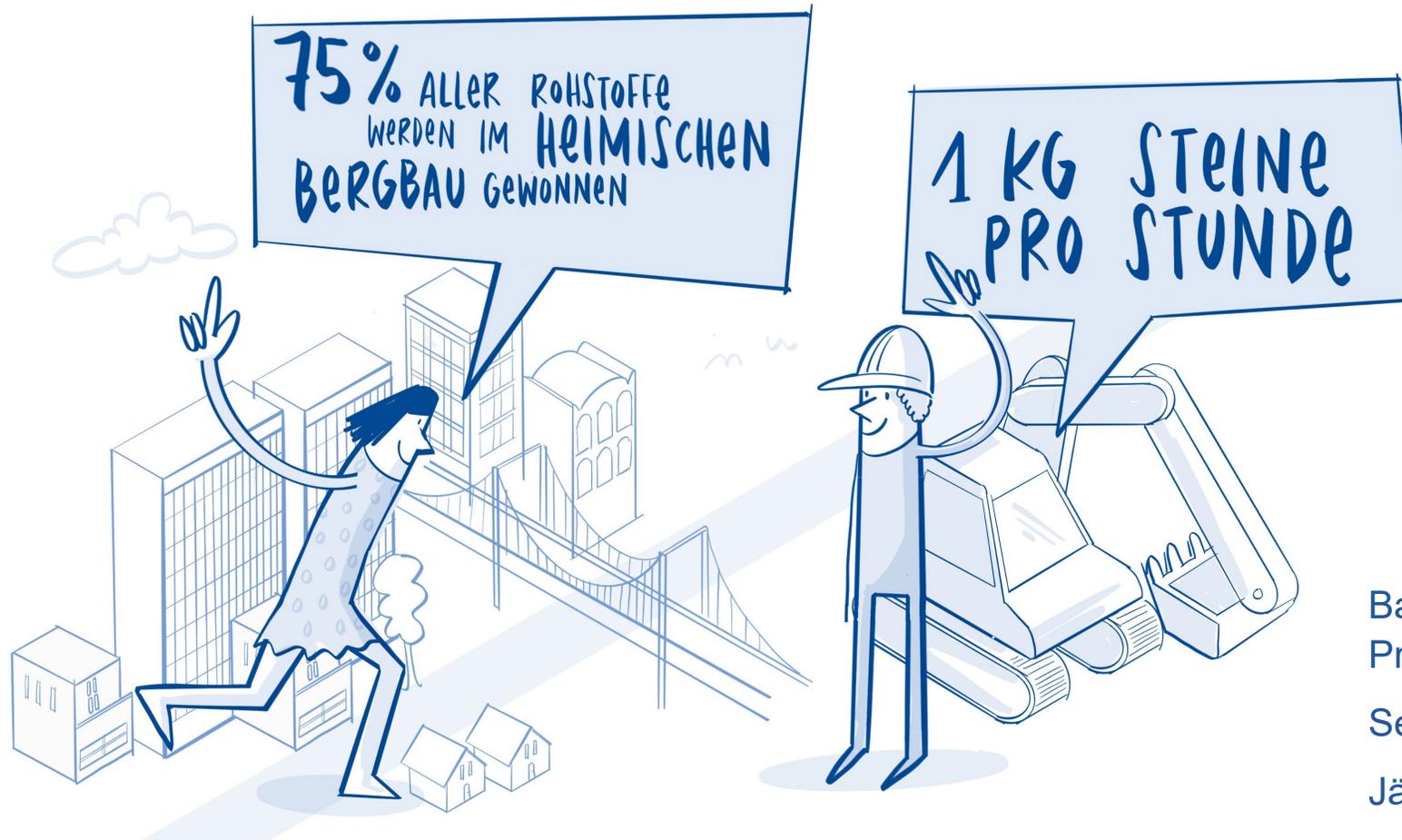
Rohstoffimporte (2022): 342,5 Mio. t



ROHSTOFFVERBRAUCH
EINER PERSON IN DEUTSCHLAND
WÄHREND EINES 70-JÄHRIGEN LEBENS
CA 1000 TONNEN

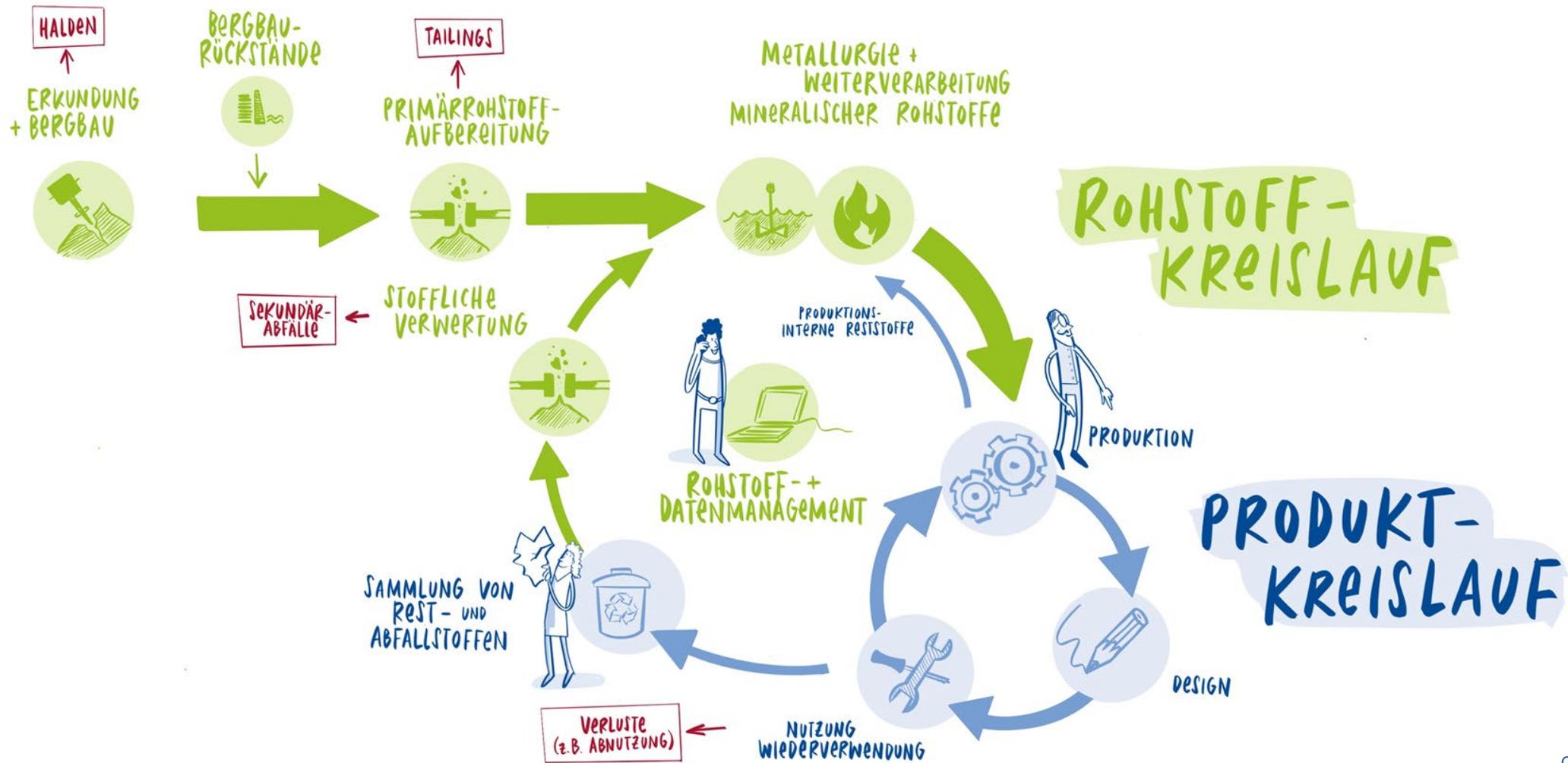


Rohstoffe der Baustoff- Industrie



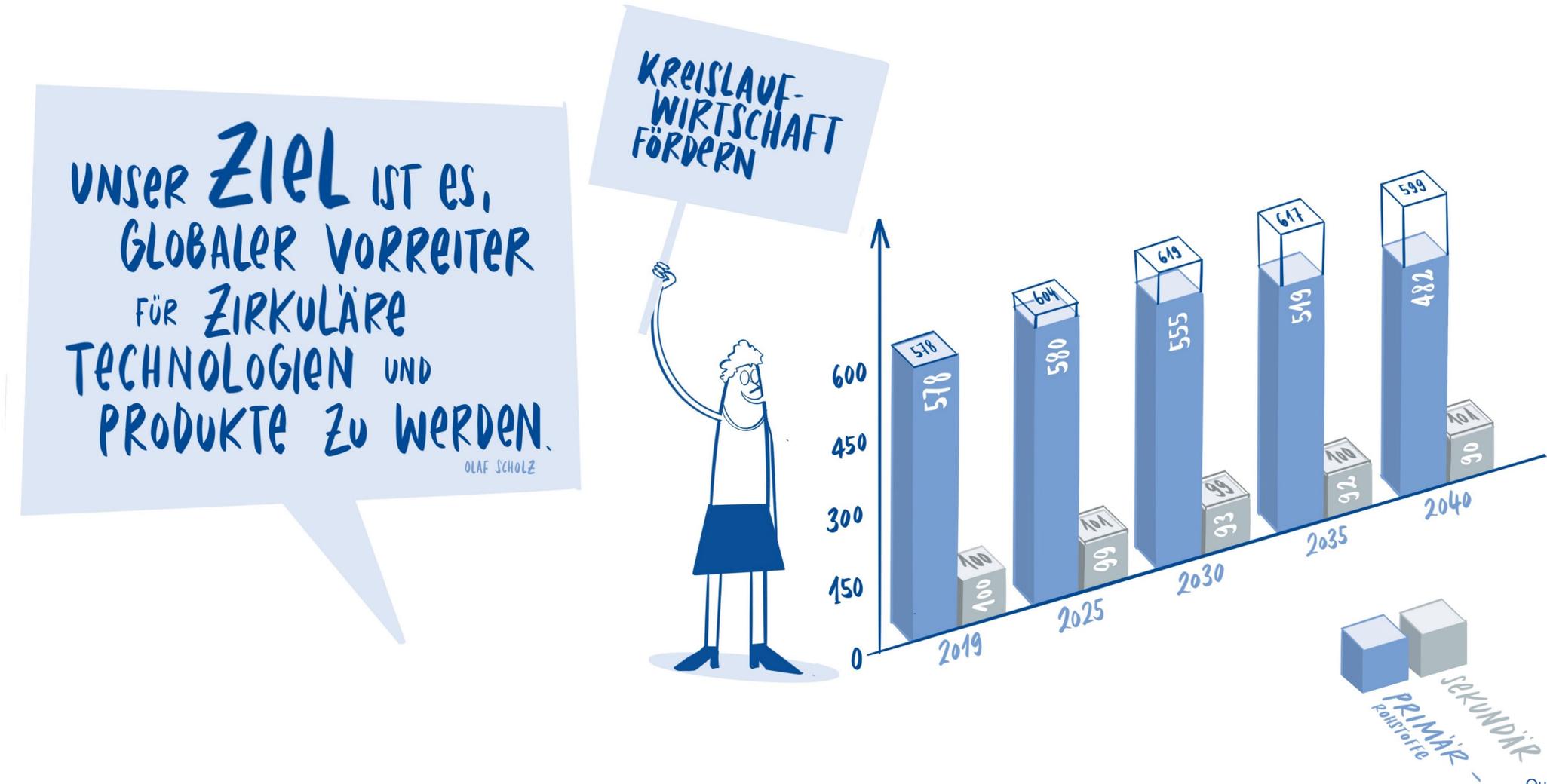
Baustoff- Steine und Erden- Industrie-
Primärrohstoffe: rund **600 Mio.t. (2021)**
Sekundärrohstoffe rund **100 Mio.t (2021)**
Jährlich genutzte Abbaufächen: **0,004%**

Rohstoffkreislauf



Quelle: GERRI

Entwicklung der Primär- und Sekundärrohstoffmengen





Nachhaltig

Effizient

Zuverlässig

**Digital
vernetzt &
autonom**



**Menschenzentriert,
sicher & gesellschaftlich
akzeptiert**



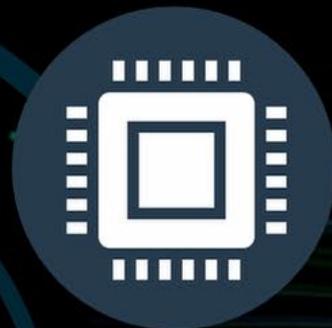
**Geringe Kohlenstoffemissionen &
Umweltauswirkungen**



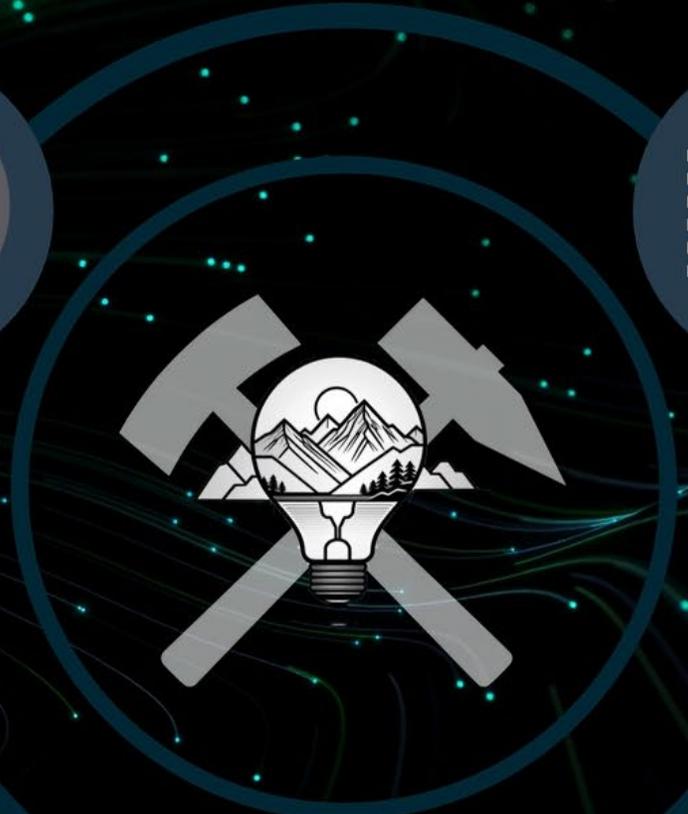
Elektrifizierung



Digitalisierung



Automatisierung

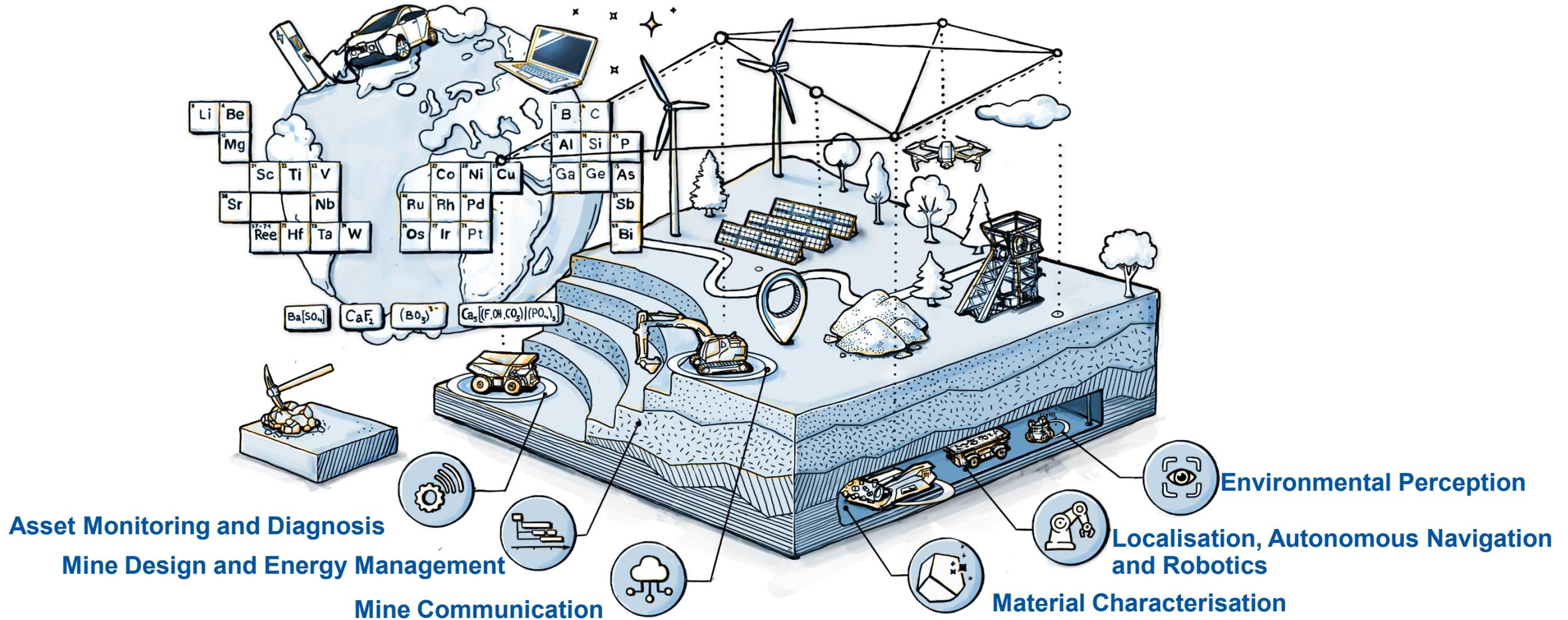


Institute for Advanced Mining Technologies - (AMT) - Achieving More Together



The Human-Centered Climate Smart Mine – Forschungsbereiche

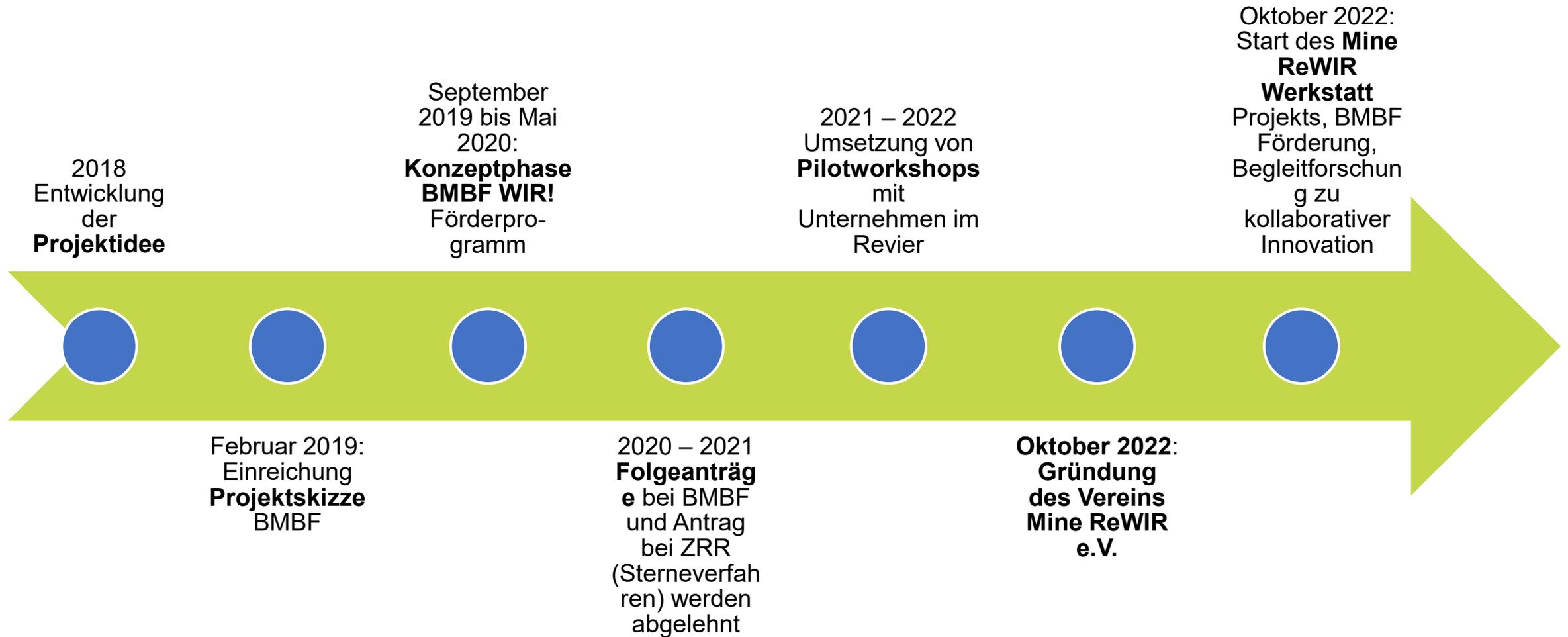
Entwicklung neuartiger Lösungen für das autonome und grüne Bergwerk der Zukunft



Transformation Rheinisches Revier



Die Mine ReWIR Geschichte





- **Bergbauzulieferunternehmen und -dienstleister**, die **in und um die Region** des rheinischen Reviers **ansässig** und direkt vom bevorstehenden Braunkohleausstieg **betroffen** sind ...



- ... mit Unternehmen, Institutionen, Wissensträgern und Kommunen innerhalb und außerhalb der Region in einem **nachhaltigen Innovationsnetzwerk** so zu vernetzen ...



- ... dass **gemeinsam** neue Innovationsfelder erschlossen werden, während **vorhandene Kompetenzen** in der Region verankert bleiben und gleichzeitig weiterentwickelt werden können.

Netzwerkbasierte Innovationen mit Fokus auf KMU in einem begleiteten Prozess

Mine ReWIR e.V. Gründungsmitglieder



RWE



Unsere Fördermitglieder



RWE



HECKER & KROSCH



3WIN
Die Machbarmacher



ACTEMIUM



Nivelsteiner Sandwerke
und Sandsteinbrüche GmbH



indeland
GmbH
ich. see. zukunft.



Stadt
Bedburg

Industrie- und Handelskammer
Aachen



betatec
power | motion | control



Kolping
Bildung | Deutschland

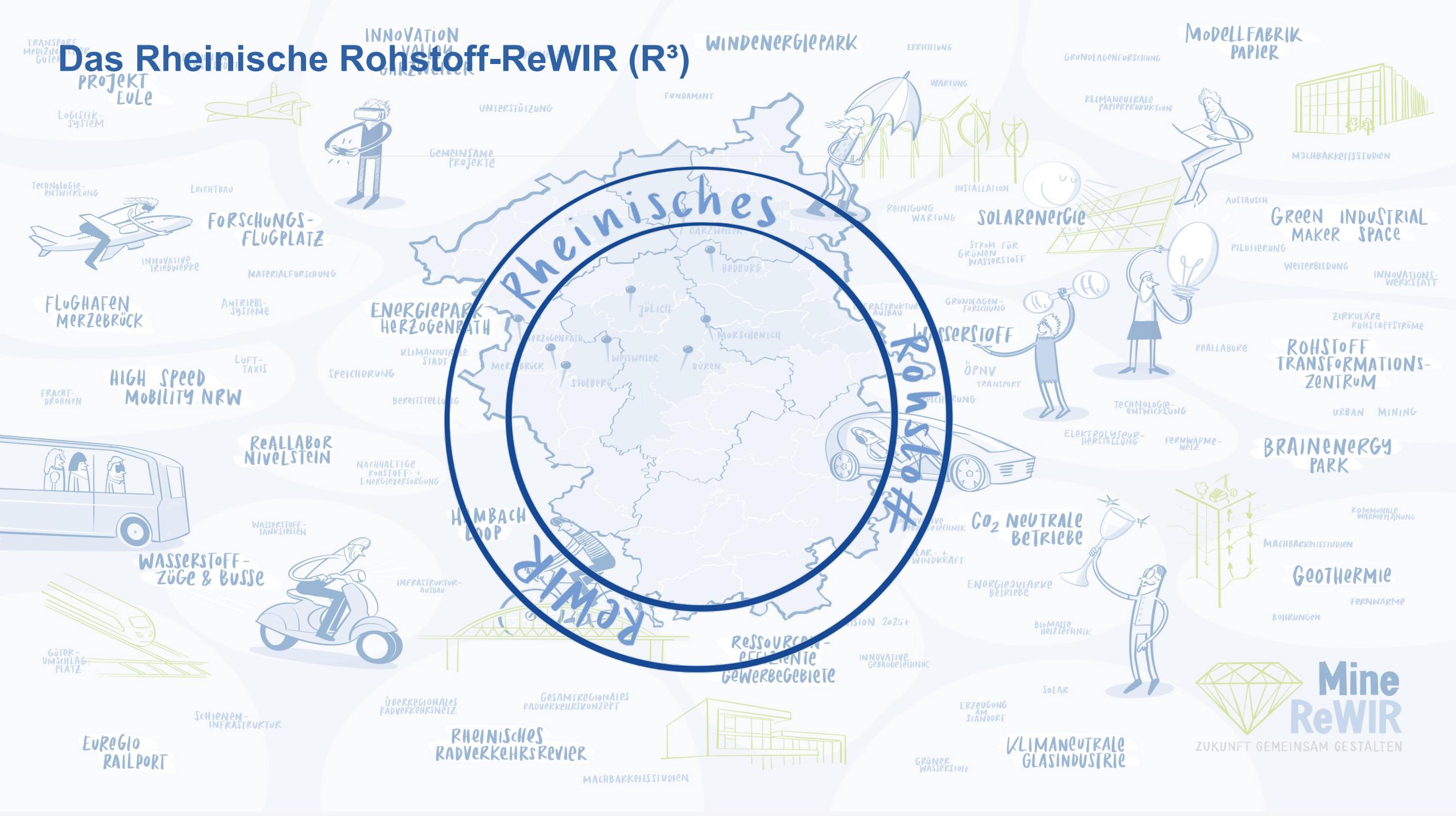


win.dn
WIRTSCHAFTS- UND
INNOVATIONSNETZWERK DÜREN



roskopf

Das Rheinische Rohstoff-ReWIR (R³)





- Das bestehende industrielle Gefüge im Revier mit seinen vielfältigen Kompetenzen eröffnet ein Leistungsspektrum, das als industrielles Rückgrat im Rheinischen Revier nachhaltig zur Geltung gebracht werden kann.
- Durch eine fokussierte Innovationscommunity können neue Funktionen für ein zukunftsfähiges Rohstoff-ReWIR erschlossen und etabliert werden.
- Die Gefahr einer De-Industrialisierung wird dabei gezielt in die Chance einer bestandsfähigen industriellen Diversität in rohstoffbezogenen Zukunftsmärkten umgemünzt.

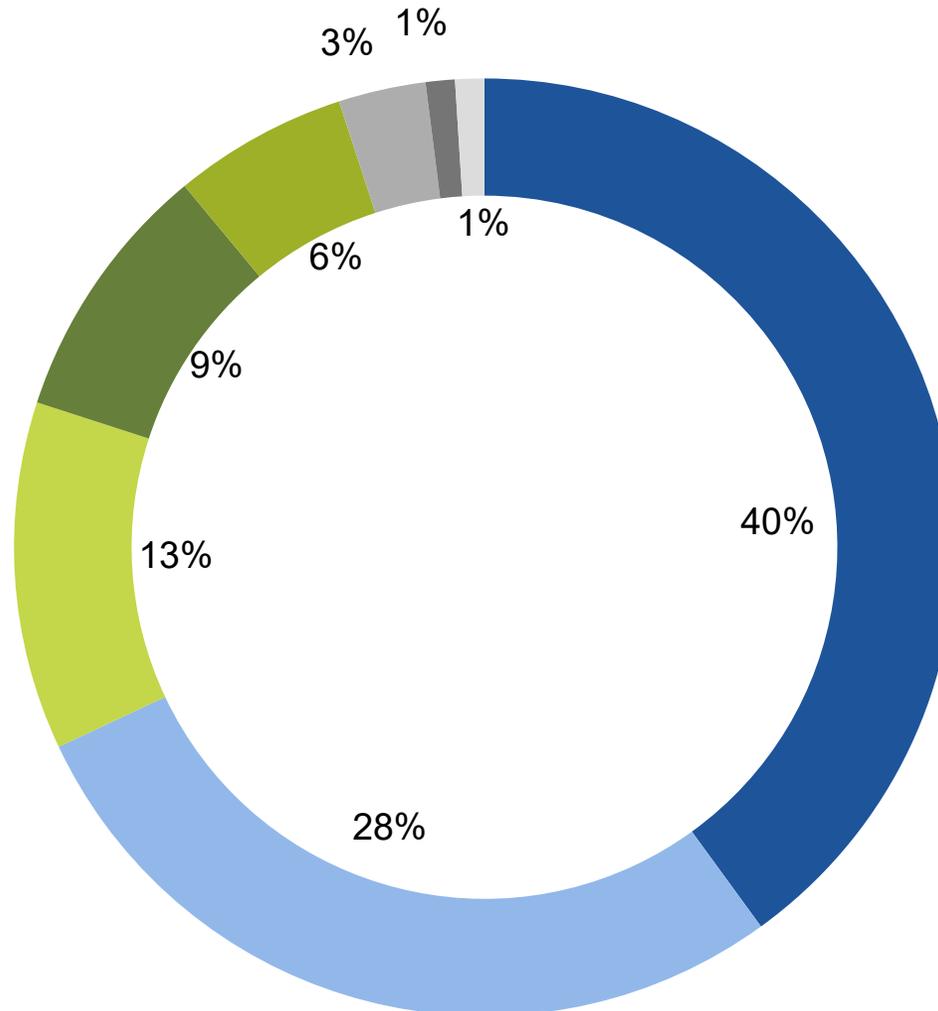
KMU aus den Bereichen

- Fahrzeug- und Fördertechnik
- Handwerk und Montage
- Ingenieurbüros
- hochqualifizierte Dienstleistungen

arbeiten oft in hoher Abhängigkeit von RWE



Diese Zielgruppe wird bisher nicht explizit in anderen Projekten und Vorhaben adressiert



Kernkompetenzen Zulieferer

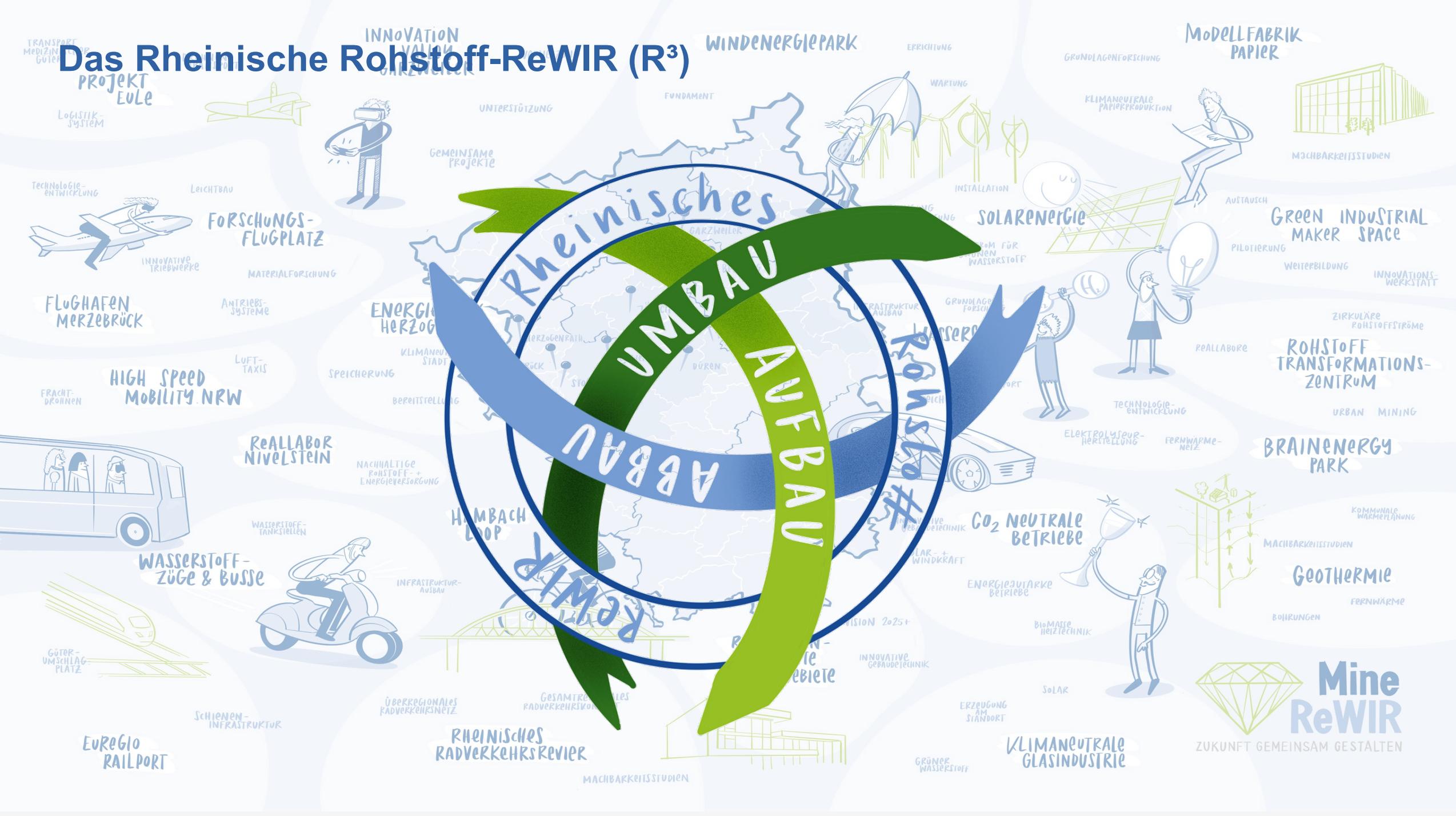
- Ingenieurleistungen
- Bauwesen
- Gewinnungs- und Fördertechnik
- Rekultivierung
- E-Technik / Netzbetrieb
- Wasserbau und Wasserwirtschaft
- Bohrtechnik
- Bahntechnik

Kernkompetenzen der Zulieferer (n=378)
(Stand: 13.01.21), Quelle: Eigene Analyse



- R³ erschließt, inmitten von Strukturwandel, erfolgversprechende Innovationspfade durch gezielte Synchronisierung von bottom-up- und top-down-Prozessen.
- R³ wirkt als Kristallisationskern eines transformativen Innovationsökosystems, in dem Revier-Unternehmen zentrale Player darstellen.
- R³ verknüpft Dynamiken von Exnovation, Innovation und Transformation im Strukturwandel und entwickelt Innovationsimpulse für das Rheinische Revier.

Das Rheinische Rohstoff-ReWIR (R³)



Workshopreihe „Zukunftsmärkte Gemeinsam Entwickeln“



Gemeinsam veranstaltet mit der Mine ReWIR Werkstatt:



29. Januar 2024: Energie – Düren

06. Februar 2024: Logistik – Frechen

06. März 2024: Bauen – Bergheim



WIN.DN
WIRTSCHAFTS- UND
INNOVATIONSNETZWERK DÜREN



Fraunhofer



NETZE



InfraGO

HAGEDORN

Workshopreihe „Zukunftsmärkte Gemeinsam Entwickeln“





- **Erstens** wird eine Innovationscommunity als Inkubator und Katalysator zur nachhaltigen Weiterentwicklung der industriellen Basis im Revier aufgebaut. Dies geschieht durch die Orientierung an den Leitmärkten Bauen, Logistik und Energie.
- R³ zielt **zweitens** darauf ab, das mit den Revier-Unternehmen bestehende industrielle Gefüge durch breite Vernetzung und Stärkung komplementärer Kompetenzen zu einem industriellen Rückgrat für das zukünftige Rheinische Revier weiterzuentwickeln.
- **Drittens** sollen Reallabore als Orte kollaborativen Innovationshandelns entworfen werden. Unternehmerisches Innovationshandeln kann so vertieft und zugleich mit bürgerschaftlichem Transformationshandeln verknüpft werden.

-  Die Revierzulieferer mit ihren Kompetenzen sind eine wichtige Grundlage für die Gestaltung des **(Rohstoff)Reviers der Zukunft**
-  Innovationsprozess für einen synchronisierten und strukturierten **Aufbau, Abbau und Umbau von Ressourcen**
-  Die **Zukunftsmärkte Bauen, Energie und Logistik** bergen dabei besonders große Potenziale, die es gemeinsam zu heben gilt
-  Förderung für eine nachhaltige Umsetzung erforderlich



ZUKUNFT GEMEINSAM GESTALTEN!

VISION IM DIALOG

KOMPETENZEN NUTZEN!

INNOVATION! GEMEINSAM GESTALTEN

WEITERDENKEN

ENERGIE DER MENSCHEN

MUT

FEHLERFREUNDLICHKEIT

GEMEINSAM DENKEN

EXPERIMENTIERRAUM

ZUVERSICHT



AUFRUF ZUM MUT HABEN

GEMEINSAME VISION

ZUVERSICHT



FACHKRÄFTE-MANGEL

GEMEINSAMER SPIRIT

DIVERSITÄT

Gegen die DE-INDUSTRIALISIERUNG

KOMMUNIKATION



VIelfALT

ROHSTOFFE RESSOURCEN KOMPETENZEN

SCHNITTSTELLE

AUSDAUER

HERZBLUT LEIDENSCHAFT



STRUKTURWANDEL MITGESTALTEN



Mine ReWIR

ZUKUNFT GEMEINSAM GESTALTEN