

Innovation im Rohstoffbereich als Basis für eine nachhaltige Wertschöpfungskette – das EIT Raw Materials als Motor

Wilfried Eichlseder

Peter Moser

Montanuniversität Leoben



EIT Raw Materials als Motor für eine nachhaltige Wertschöpfungskreislauf

- Was sind nachhaltige Wertschöpfungskreisläufe?
- Was ist unter Innovation im Rohstoffbereich zu verstehen?
- Warum sind Innovationen im Rohstoffbereich ein wichtiger Teil nachhaltiger Wertschöpfungskreislauf?
- Was trägt das EIT Raw Materials zu nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen bei?
- Wertschöpfungskreislauf an der Montanuniversität

Erstmalige Nutzung des Begriffes Nachhaltigkeit

Erstmalige Nutzung in deutscher Sprache im Sinne eines langfristig angelegten verantwortungsbewussten Umgangs mit einer Ressource:

1713: Hans Carl von Carlowitz

Deutsche Holzwirtschaft des 18. und 19. Jahrhunderts: Wälder waren zu einem Großteil abgeholzt.

Grund: Strenge Winter, die Erde befand sich in der sogenannten „Kleinen Eiszeit“, die Menschen benötigten dringend Brennholz, um nicht zu erfrieren.

Ziel: Nicht mehr Holz fällen, als jeweils nachwachsen kann.



Nachhaltigkeit in der Holzwirtschaft heute

- Wälder nach wie vor durch Abholzung gefährdet.
- Jährliche Verringerung der Waldfläche weltweit um etwa 13 Millionen Hektar.
- Europa derzeit nicht davon betroffen, aber Entwaldung des Amazonasgebietes oder großer Teile Afrikas oder Asiens.
- Heutiger Begriff Nachhaltigkeit geht weit über die Holzwirtschaft hinaus, wie: „Ökologie“, „Soziales“ und „Ökonomie“



→ Aufgrund der Wichtigkeit und auch Dringlichkeit ein enorm wichtiges Zukunftsfeld!

Nachhaltigkeit: Maßnahmen der Europäischen Union

1997, Vertrag von Amsterdam: Nachhaltige Entwicklung wird als ein grundlegendes Ziel der Europäischen Union verankert.

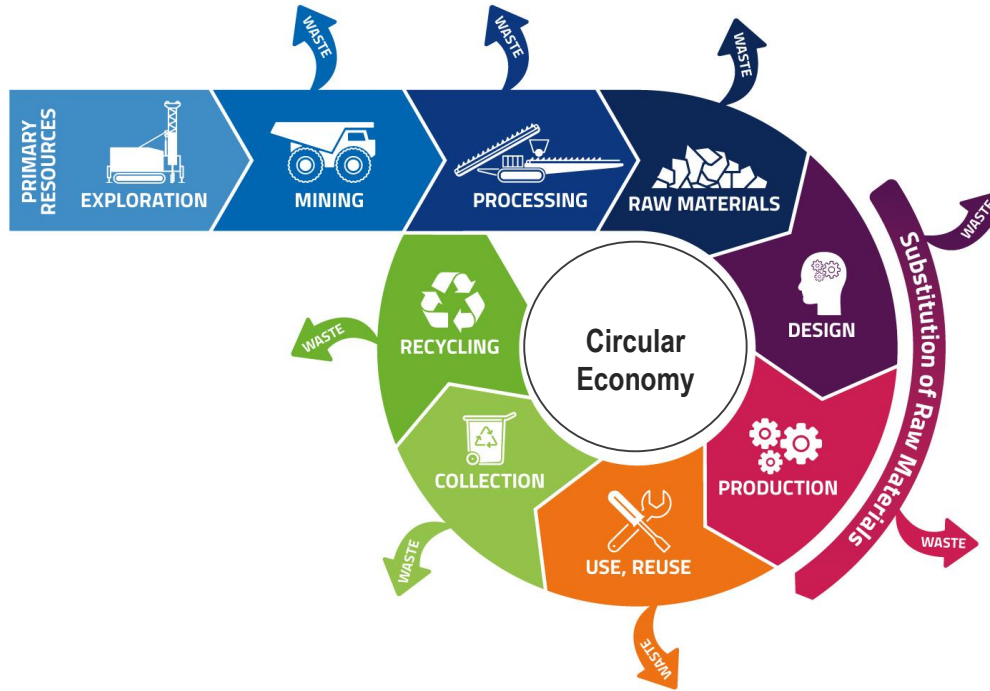
2001: Erste europäische Nachhaltigkeitsstrategie vom Europäischen Rat in Göteborg verabschiedet.

Die zentralen Herausforderungen in dieser Strategie:

- Klimawandel und saubere Energie
- nachhaltiger Verkehr
- nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion
- Erhaltung und Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen
- Gesundheit
- globale Herausforderungen in Bezug auf Armut und Nachhaltige Entwicklung, soziale Eingliederung, Demografie und Migration

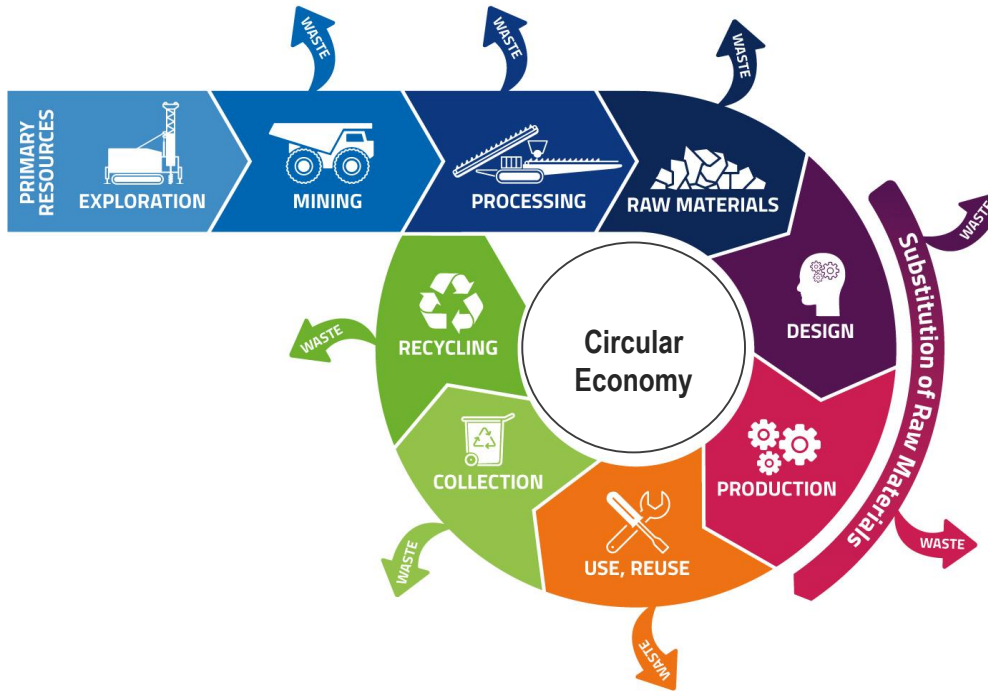
Nachhaltige Entwicklung bei aufgezählten Themengebieten aufgrund der Vielfalt und Komplexität ohne Unterstützung durch die Wissenschaft nicht oder nur bedingt möglich.

Circular Economy



EIT Raw Materials, Start: 1. Jänner 2015
Nachhaltige Wertschöpfungskreisläufe

Circular Economy

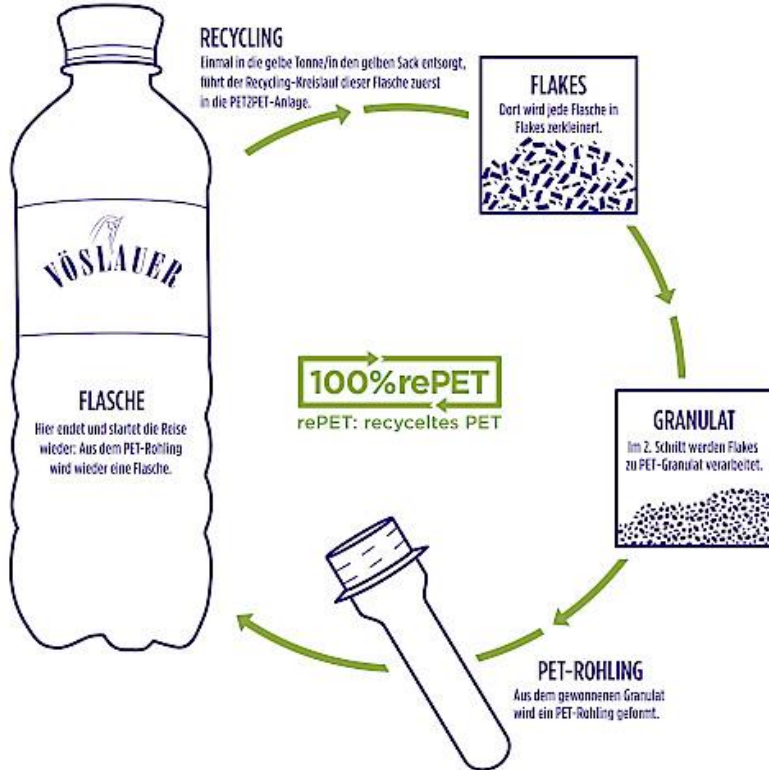


Jedoch:
Die Circular Economy
alleine ist noch keine
nachhaltige
Wertschöpfungskreislauf!

Impakt des Kreislaufs:

- Energiebedarf
- Stoffverlust
- Irreversible Veränderungen
(z.B. chem. Verbindungen,
Vermischungen, Reibung) →
Entropiezuwachs !

Circular Economy: Stoffkreislauf



Auch ein Stoffkreislauf ist nicht verlustfrei:

95 % Sammelquote

95 % Effizienz im Recycling

$$0,95 * 0,95 = 0,9025$$

$$(0,95 * 0,95)^6 = 0,5403$$

In etwa 2 Jahren haben wir 50% der Stoffe verloren

Circular Economy



Europäischer Zugang:

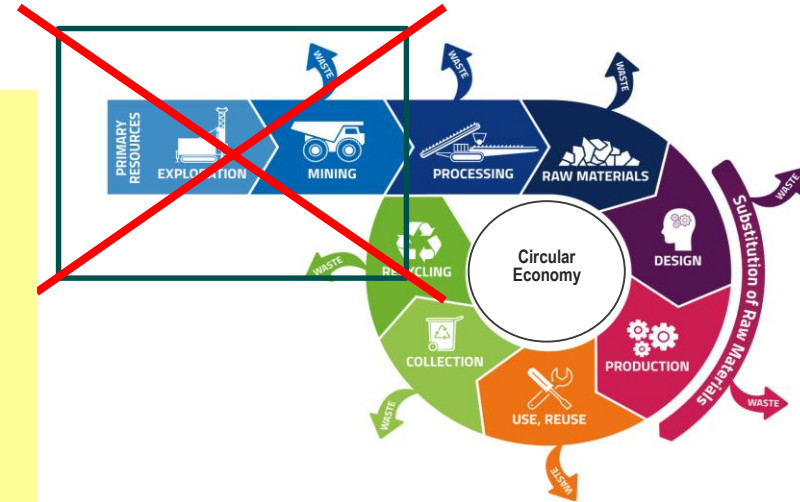
Aufwände für die Produktion von Rohstoffen aus primären und sekundären Quellen werden ausgeblendet.

(auf Grund der Umweltbelastung nicht in Europa produziert sondern z.B. in China oder anderen Ländern)

Circular Economy

Europäischer Zugang, jedoch

- Europa importiert heute einen Großteil der sogenannten “High Tech Rohstoffe”
- Von den für die Europäische Wirtschaft als kritisch eingestuft 28 Rohstoffen stammen 80% aus außereuropäischen Quellen
- Dazu zählen z.B. Seltene Erden, Kobalt, etc.



- Europa exportiert nach wie vor große Mengen an Müll
- Sekundärrohstoffe; In unseren gemischten Abfällen steckt noch viel Potential;
 - Moderne Abfallwirtschaft und Recycling ist aktiver Ressourcen- und Klimaschutz

Erhöhung der Nachhaltigkeit

Erforderlich:

- Verbesserung der Standards: Umwelt, Sozial, Technologie (in Europa auf gutem Weg, weltweit ein Problem)
- Verfügbarkeit erneuerbarer Energie
- Minimale Energie- und Stoffverluste entlang des Wertschöpfungskreislaufs, z.B. durch minimale Transportwege
- Brillante Leute

EIT Raw Materials als Motor für eine nachhaltige Wertschöpfungskreislauf

- Was sind nachhaltige Wertschöpfungskreisläufe?
- Was ist unter Innovation im Rohstoffbereich zu verstehen?
- Warum sind Innovationen im Rohstoffbereich ein wichtiger Teil nachhaltiger Wertschöpfungskreislauf?
- Was trägt das EIT Raw Materials zu nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen bei?
- Wertschöpfungskreislauf an der Montanuniversität

Innovationen im Rohstoffbereich

- Rohstoffproduktion aus primären und sekundären Quellen nach höchsten **“low impact” standards**, in jeder Hinsicht – low societal impact
- Anwendung und Nutzung dieser Rohstoffe in einer verantwortlichen Weise – **responsible production und responsible consumption** gemäß sdg 12 (sustainable development goal) - jeder Schritt im Kreislauf muss/kann einen Beitrag leisten
- Keine Nutzung von Rohstoffen, welche in ihrer Produktion und Verwendung einen **hohen Fußabdruck** aufweisen – sei es im Hinblick auf den Umweltimpakt oder auch im Hinblick auf die Effizienz im Stofffluss (Recyclingfähigkeit)

zB Seltene Erden: großer Impakt, kaum recyclebar; daher in China gewonnen; häufig mit radioaktiven Materialien vergesellschaftet; günstige Herstellung nur bei niedrigen Standards möglich. Technologien wären vorhanden, jedoch teuer.

EIT Raw Materials als Motor für eine nachhaltige Wertschöpfungskreislauf

- Was sind nachhaltige Wertschöpfungskreisläufe?
- Was ist unter Innovation im Rohstoffbereich zu verstehen?
- Warum sind Innovationen im Rohstoffbereich ein wichtiger Teil nachhaltiger Wertschöpfungskreislauf?
- Was trägt das EIT Raw Materials zu nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen bei?
- Wertschöpfungskreislauf an der Montanuniversität

Innovationen im Rohstoffbereich, ein wichtiger Teil im nachhaltigen Wertschöpfungskreislauf

- Produktentwicklung liefert laufend bessere und nachhaltigere Produkte.
- Technologiewechsel ist etwas beständiges; Schlüsseltechnologien der Zukunft werden sich von heutigen unterscheiden
zB Ersatz von traditionellen Energieträgern wie Kohle oder Erdöl
- Schlüsseltechnologien der Zukunft werden auf neuen Rohstoffen aufsetzen
zB Solarzellen, Rotorblätter für Windturbinen
- Verbesserung der Nachhaltigkeit erfordert aber auch Adaptierung in des gesamten Wertschöpfungskreislaufs
auch Solarzellen, Rotorblätter etc. brauchen (viel) Energie bei der Herstellung

Innovationen im Rohstoffbereich, ein wichtiger Teil im nachhaltigen Wertschöpfungskreislauf

- Rohstoffflüsse werden sich daher laufend verändern – am Beginn eines jeden neuen Technologiezyklus steht ein Bedarf an neuartigen Rohstoffen
- Neuartige Rohstoffe müssen zunächst aus Lagerstätten kommen, bevor nach längerer Zeit recycliertes Material zur Verfügung steht – das gilt z.B. auch für neue Energieversorgungssysteme oder auch die E-Mobilität
- Visionäre Konzepte von Low Carbon, Circular Economy, erneuerbaren Energiesystemen etc. verlangen auch Rohstoffe aus dem Bergbau
- Gute Nachricht: es gibt geeignete Lagerstätten auch in Europa in ausreichendem Maße

Innovationen im Rohstoffbereich, ein wichtiger Teil im nachhaltigen Wertschöpfungskreislauf

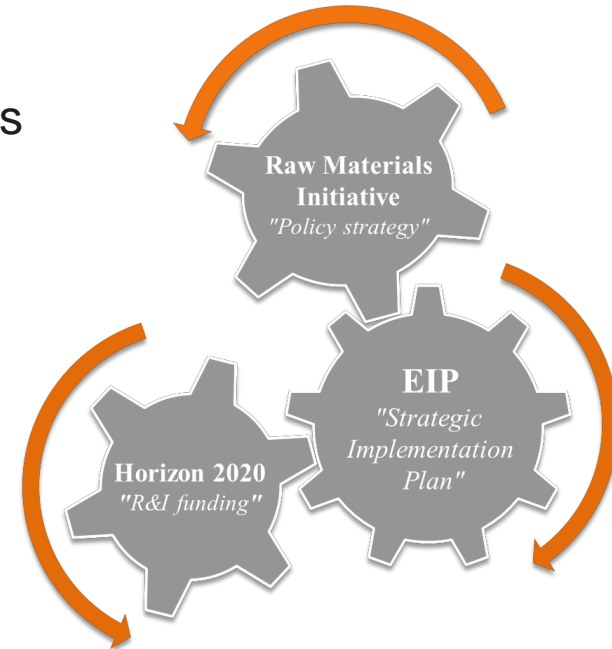
- Zeitleiste für Innovation deckt sich aber leider nicht mit der Wertschöpfungskette. Rohstoffe zu finden und abzubauen oder geeignete Technologien für das Recycling zu entwickeln braucht Jahrzehnte – Beispiel E-Mobilität.
- Dies führt zu massiven Spekulationen rund um Rohstoffe und Abweichen von den Konzepten Nachhaltigkeit und Verantwortung

EIT Raw Materials als Motor für eine nachhaltige Wertschöpfungskreislauf

- Was sind nachhaltige Wertschöpfungskreisläufe?
- Was ist unter Innovation im Rohstoffbereich zu verstehen?
- Warum sind Innovationen im Rohstoffbereich ein wichtiger Teil nachhaltiger Wertschöpfungskreislauf?
- Was trägt das EIT Raw Materials zu nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen bei?
- Wertschöpfungskreislauf an der Montanuniversität

The EU action to ensure security of supply of raw materials

- The Raw Materials Initiative is the EU raw materials policy strategy
- The European Innovation Partnership on Raw Materials brings together the entire raw materials community
- Horizon 2020: EUR 600 million secured for raw materials (2014- 2020)
- EIT RawMaterials: EUR 700 million (2015-2021)



European Institute of Innovation and Technology - EIT

EIT brings together the three sides of the “knowledge triangle”:
business, education and research.

EIT strengthens innovation in Europe by supporting new talent and
new ideas through *Knowledge and Innovation Communities* (KICs).



EIT Raw Materials:

- Rohstoffe aus Europa für Europa
- 125 Partner aus Industrie, Lehre und Forschung
- Budget: rd 100 Millionen € / y



Schwerpunkte im EIT Raw Materials

- Rohstoffsuche und Bewertung von Lagerstätten in Europa
- Bergbau unter technisch und gesellschaftlich herausfordernden Randbedingungen
- Effizienz im Rohstoffabbau, in der Aufbereitung, in metallurgischen Prozessen und im Recycling
- Rohstoffflussoptimierung in Produktionsprozessen und Produkten
- Substitution kritischer Rohstoffe und solchen mit großem Impact
- Design von Produkten und Dienstleistungen für die Kreislaufwirtschaft
- Rohstoffbewusstsein und gesellschaftliche Akzeptanz

Industrie im EIT Raw Materials



Universitäten im EIT Raw Materials



Radboud University



RWTH AACHEN UNIVERSITY



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

université de BORDEAUX



Forschungsinstitutionen im EIT Raw Materials



Werkzeuge im EIT Raw Materials

- Validierung neuer Technologien und deren upscaling
- Förderung von InnovationsNetzwerken
- Ausbildung und Life Long Learning
- Start up Förderung
- Regionale Innovationsaktivitäten
- Internationalisierung

E-Mobilität- Beiträge des EIT Raw Materials

Exploration, Mining & Processing

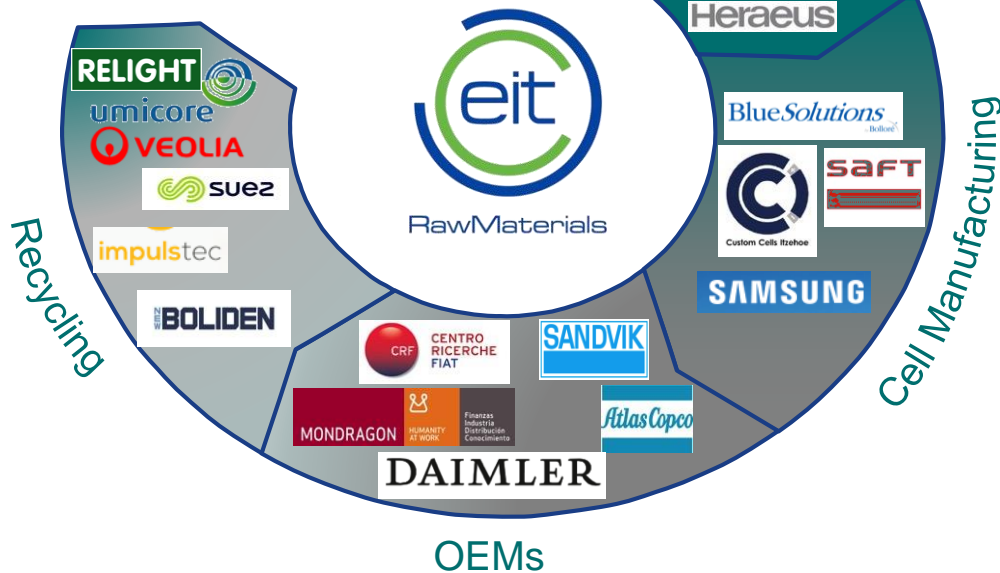


Battery Materials



Grundsatz:
Systembetrachtung

- Aufbau einer nachhaltigen Wertschöpfungskette
- Die EIT Partner decken die gesamte Wertschöpfungskette ab
 - Exploration
 - Bergbau
 - Aufbereitung
 - Batterierohstoffe
 - Batterieherstellung
 - Batterieverwendung
 - Recycling



Thematische Befassung:

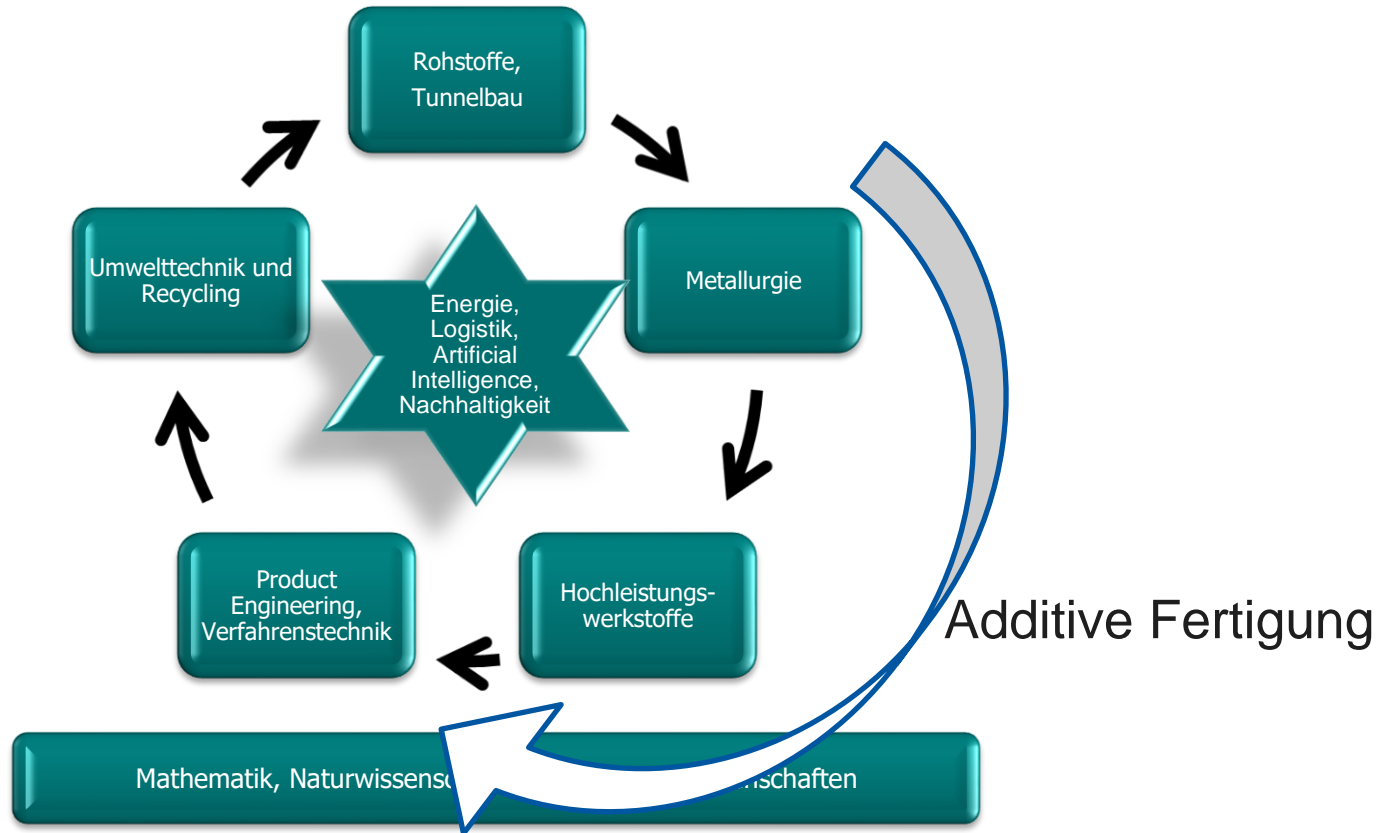
- Lagerstätteninventur in Ost- und Südosteuropa
- Digitalisierung im Bergbau
- Neue Verfahren in der Mineralaufbereitung
- Recycling und Nutzung von industriellen Reststoffen
- Rohstoffe und Circular Economy
- Rohstoffe und E-Mobilität



EIT Raw Materials als Motor für eine nachhaltige Wertschöpfungskreislauf

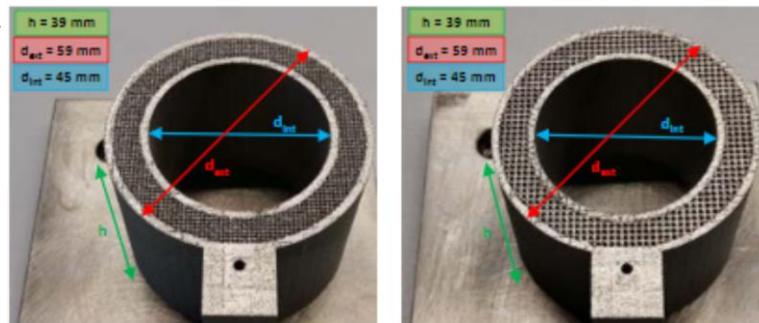
- Was sind nachhaltige Wertschöpfungskreisläufe?
 - Was ist unter Innovation im Rohstoffbereich zu verstehen?
 - Warum sind Innovationen im Rohstoffbereich ein wichtiger Teil nachhaltiger Wertschöpfungskreislauf?
 - Was trägt das EIT Raw Materials zu nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen bei?
- Wertschöpfungskreislauf an der Montanuniversität

Nachhaltige Wertschöpfungskette und deren Verbindung zur Montanuniversität

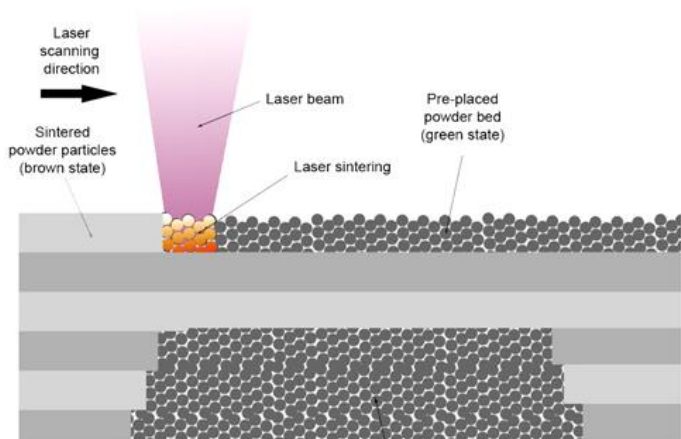


Selective Laser Melting (SLM)

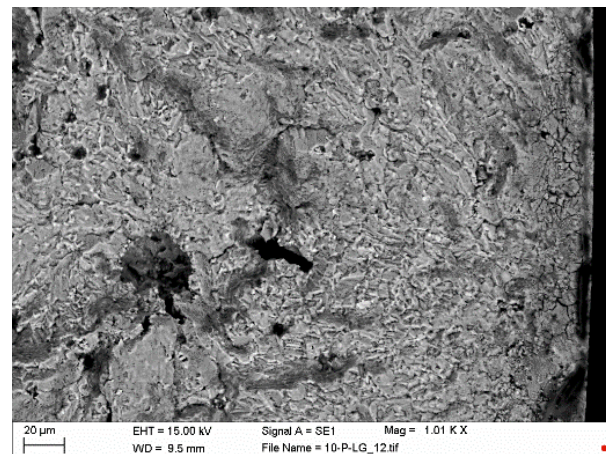
- Application of thin powder layers and melting via laser
- High degree of flexibility
- Complex structures
- Light weight design → lattice structures
- Prototype- and spare parts
- Design space: < 0.5 m



(Mancisidor A. M., et. al., CIRP Procedia, 2018)



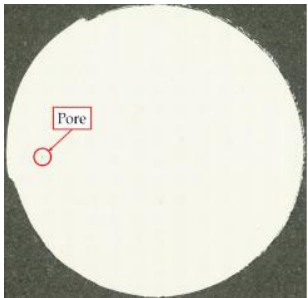
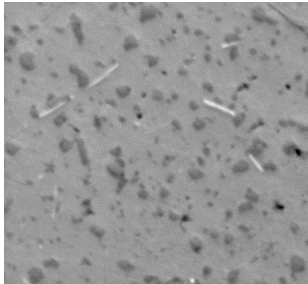
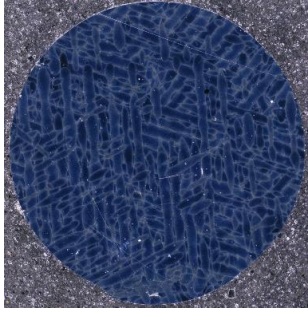
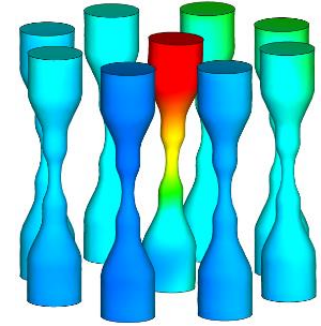
(www.wikipedia.de)



Intrinsic features of SLM (microstructure, etc.) ?

SLM - Influencing Factors (Manufacturing Process)

- Building direction (vertical / horizontal)
- Laser power
- Scanstrategy
- Scanspeed
- Powder quality (used/new)
- Impact of post-treatment



17-4 PH

Steel



AlSi10Mg

Aluminium



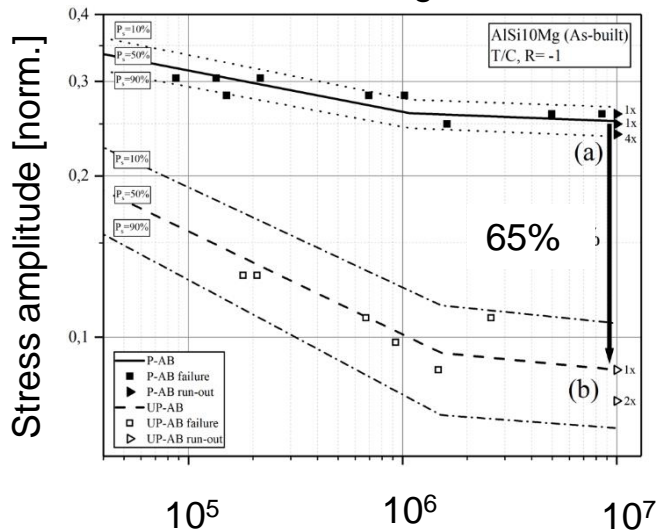
Goal: fatigue properties & design criteria

Surface Condition → Fatigue Strength (1)

Machined and polished



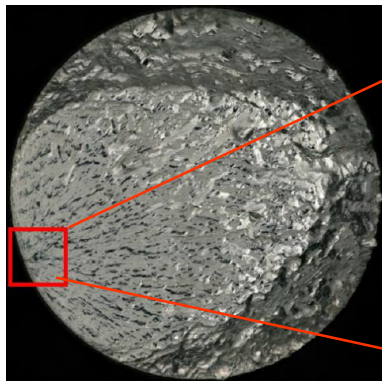
AISi10Mg



Unprocessed (as-built)



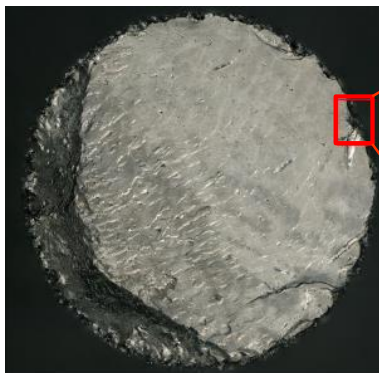
Failure @ internal defects



Pore underneath surface



Failure @ surface features



Roughness valley



As-built surface → significant reduction of fatigue strength

Surface Condition → Fatigue Strength (2)

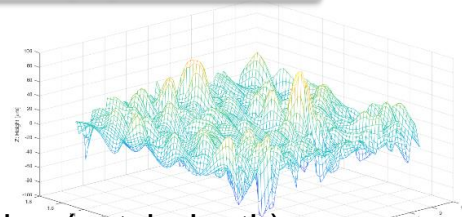


$$\frac{\sigma_{f,M}}{K_t} = \sigma_{f,UP,Mod}$$

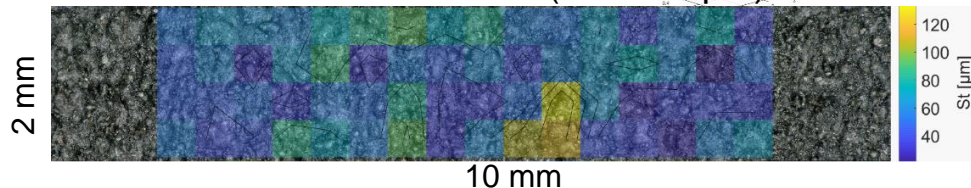
$$K_t = 1 + 2 \sqrt{\frac{S_t}{\rho}}$$

(Schneller et al, submitted in 2019)

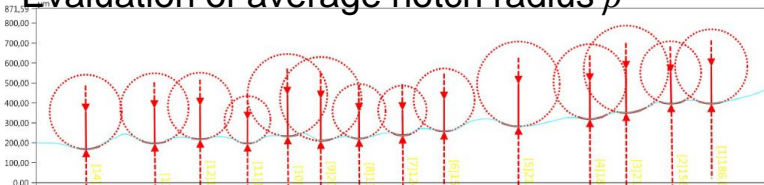
Surface morphology (optical mic.)



Maximum surface deviation (notch depth)



Evaluation of average notch radius ρ



Condition	$\sigma_{f,machined}$ [MPa]	S_t [μm]	ρ [μm]	K_t [-]	$\sigma_{f,unprocessed}$ [MPa] (analytic)	$\sigma_{f,unprocessed}$ [MPa] (experimental)	Deviation
As-built	0,253 R_m	167,1	197,6	2,86	0,089 R_m	0,087 R_m	+2,3%
HIP	0,288 R_m	150,4	243,2	2,56	0,113 R_m	0,109 R_m	+3,7%
Solution annealing	0,268 R_m	149,1	245,5	2,54	0,106 R_m	0,109 R_m	-2,8%

Link between surface condition & fatigue strength



Supported by:



RawMaterials

Connecting matters



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation

„Wo aus Forschung
Zukunft wird“

