

Darstellung und Reduzierung der Umwelteinwirkung in der spanenden Fertigung durch den Einsatz von Life Cycle Assessment

Julian Schmidt

Wernesgrüner Werkzeugsymposium

Donnerstag, 14. März 2024



Universität Bayreuth – Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik & Fraunhofer Projektgruppe Prozessinnovation

- Universität Bayreuth
 - Gegründet 1975, 13.000 Studenten, 7 Fakultäten
- Fraunhofer Projektgruppe Prozessinnovation
 - Gegründet 2006, Teil des Fraunhofer IPA
- Leitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Döpfer
- 35 wissenschaftliche Mitarbeiter

Additive Fertigung

Spanende Fertigung

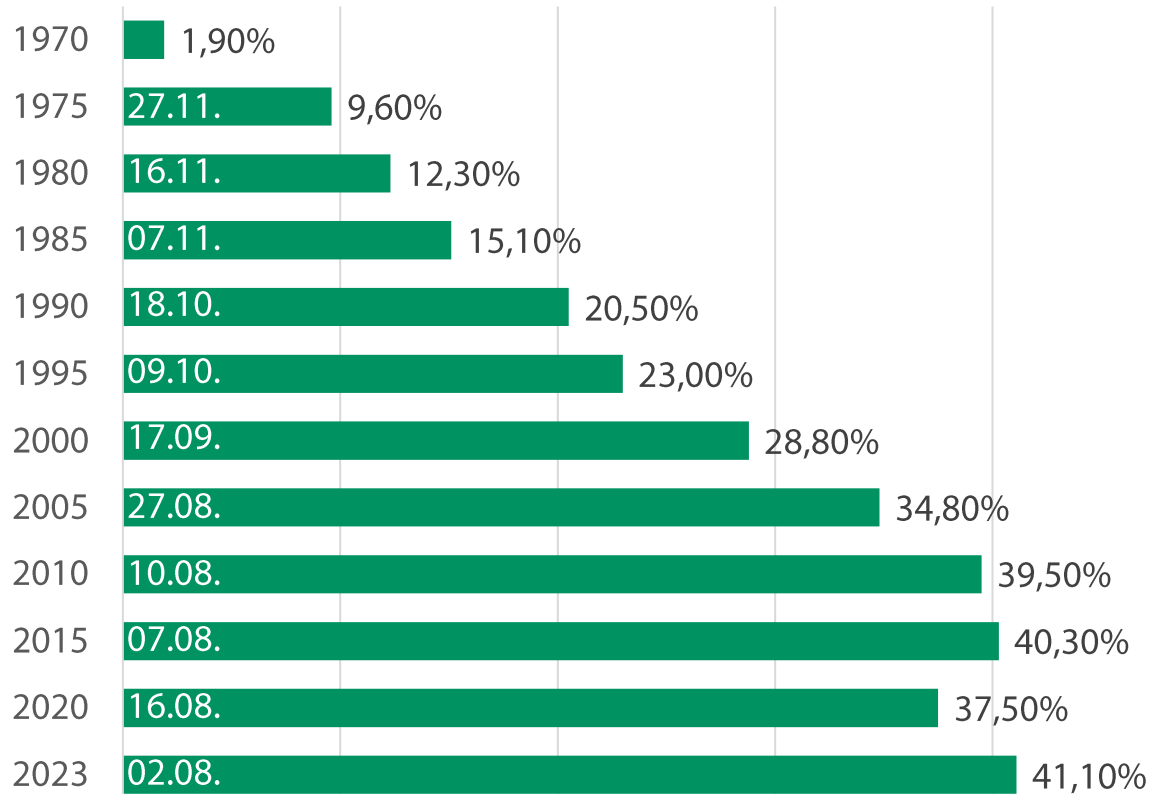
Digitale Fertigung

Kreislaufwirtschaft



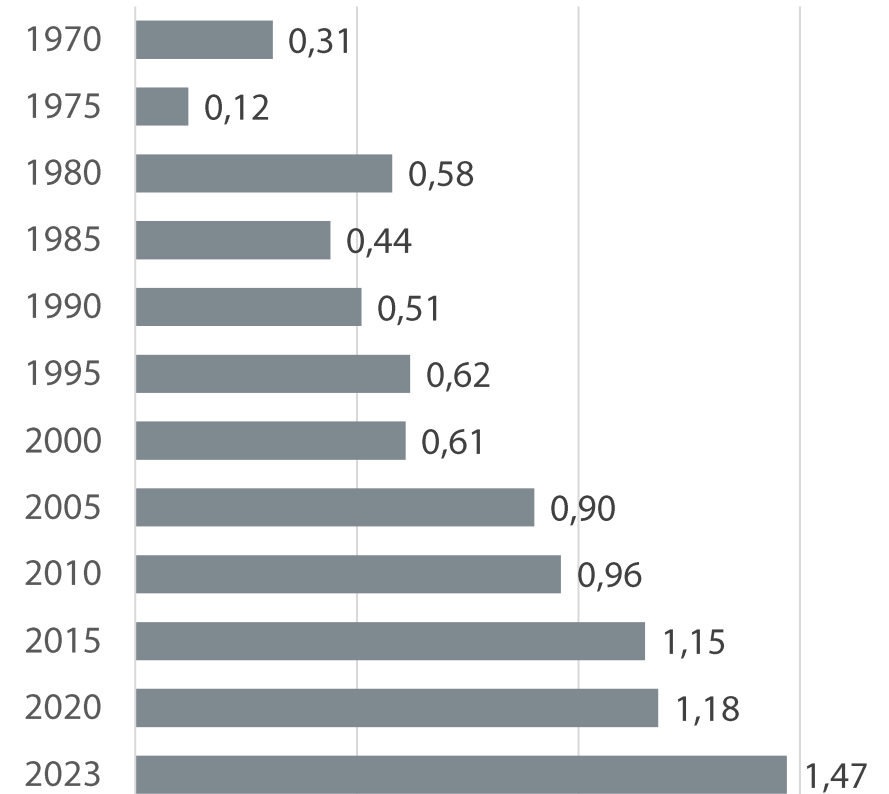
- 1 Einführung und Hintergrund**
- 2 Motivation und Ablauf eines Life Cycle Assessments**
- 3 Ablauf am Beispiel eines Hartmetallfräasers**

Jährliche Überlastung der weltweiten natürlichen Ressourcen



Quelle: <https://de.statista.com/infografik/18835/anteil-des-jahres-der-nach-dem-erdueberlastungstag-noch-uebrig-ist-ab/>

Globale Erwärmung gegenüber der vorindustriellen Zeit in °C

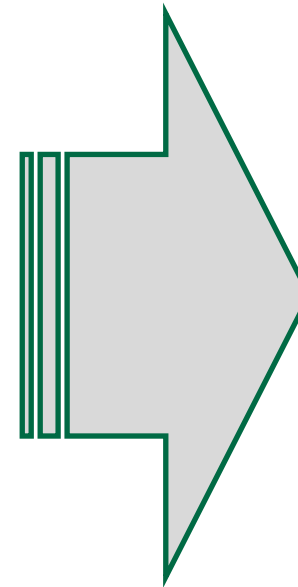
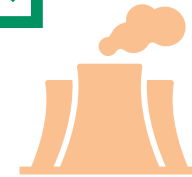


Quelle: <https://www.tagesschau.de/wissen/copernicus-klimadaten-100.html>
Universität Bayreuth | Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik | 4

Einführung

Wachsende Bedeutung ökologischer Bewertungsverfahren

- Gesellschaftlich wachsendes Umweltbewusstsein
- Verschärfung politischer Rahmenbedingungen
 - European Green Deal
 - Treibhausgasneutralität in Deutschland bis 2045
- Zielgröße der Nachhaltigkeit gewinnt in Unternehmen an Bedeutung



Werkzeuge zur
Quantifizierung
dieser Zielgröße
werden nötig



Übersicht Life Cycle Assessment (LCA)

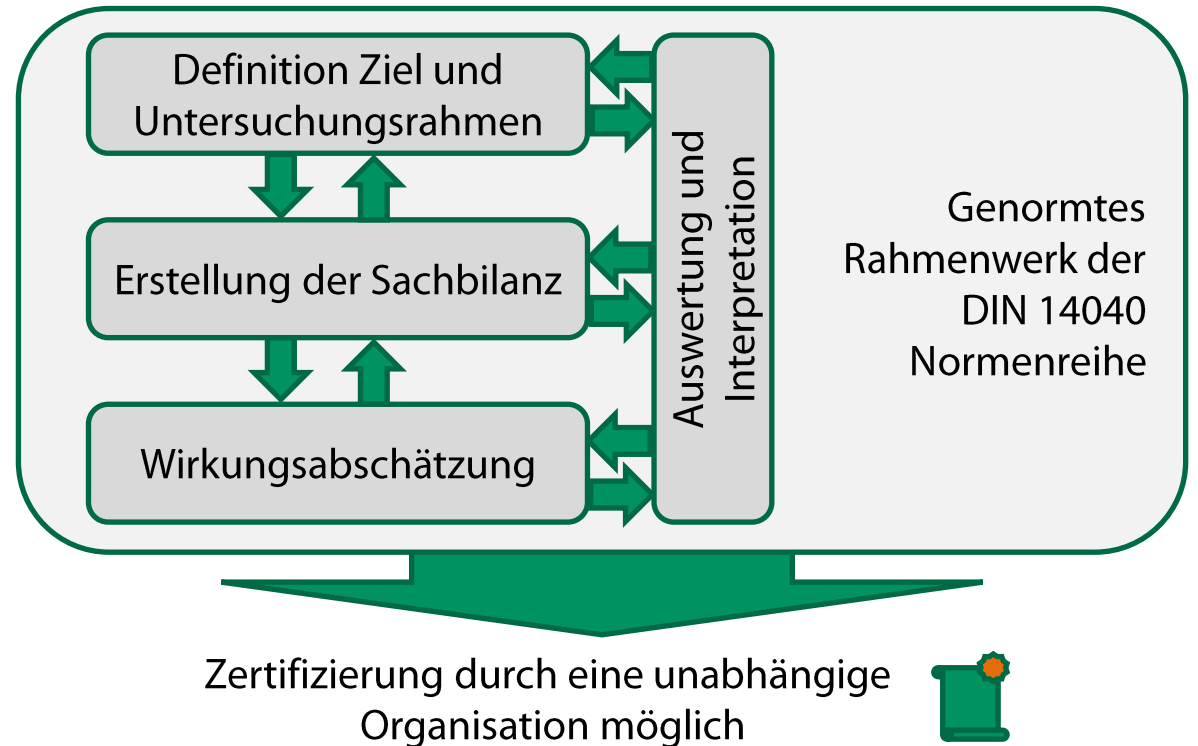
Motivation und Ablauf

Warum sollte ein LCA in Betracht gezogen werden?

- Evaluieren Sie den Umwelteinfluss Ihrer Produkte
- Stellen Sie die umwelttechnischen Vorteile Ihrer Produkte dar
- Erfüllen Sie die steigenden Anforderungen verschiedener Interessengruppen in Bezug auf Nachhaltigkeit
- Halten Sie die gesetzlichen Vorschriften ein



Wie läuft ein LCA ab?



Durchführung eines LCA

... am Beispiel eines Hartmetallfräasers

- Wie sieht das Vorgehen im Rahmen eines LCA konkret aus?
- Beispiel: Vollhartmetall-Schaftfräser
 - Durchmesser 16 mm
 - Beschichtet
 - Zerspanung von Stahl C45 (1.0503)

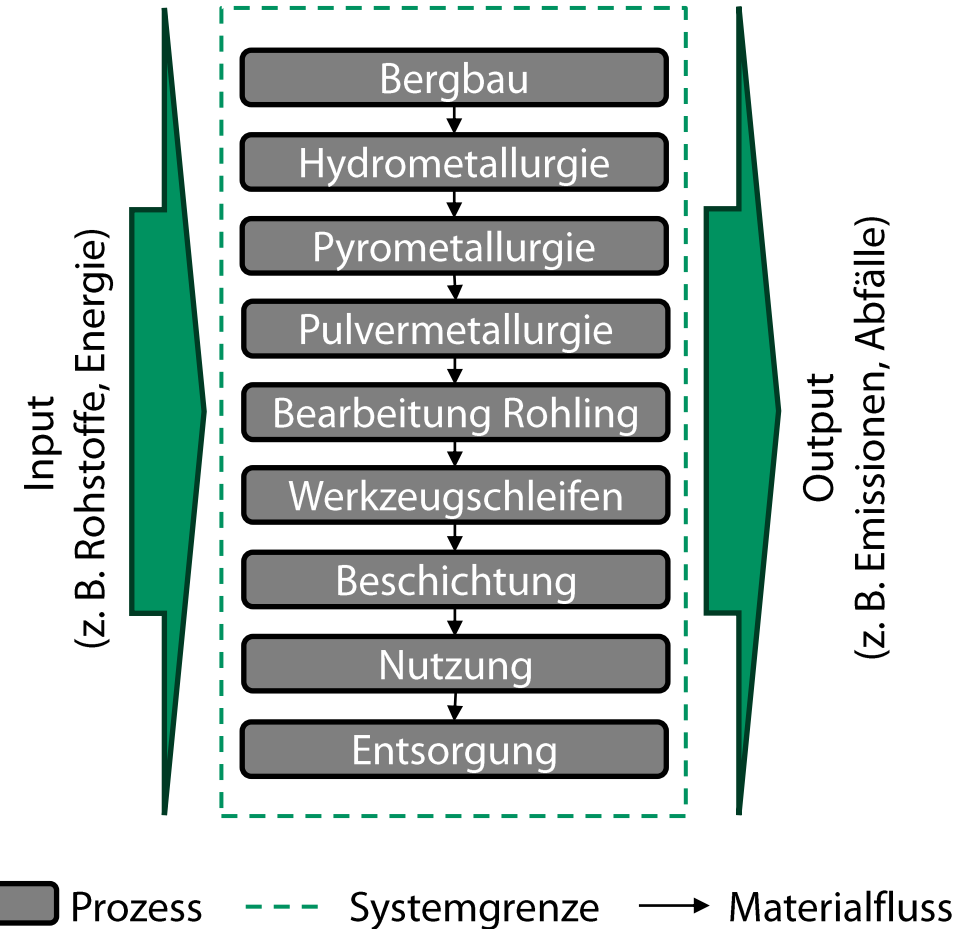


Bildquelle: <https://toolineo.de/dormer-schaftfraeser-eckenradius-tisin-din-6535-ha-16mm>

Definition Zielsetzung und Untersuchungsrahmen

... am Beispiel eines Hartmetallfräasers

- Interne oder öffentliche Verwendung?
 - kritische Prüfung erforderlich?
- Dokumentation oder Entscheidungsstützung?
- Geltungsbereiche (geographisch, zeitlich, technologisch)
- Definition der „funktionellen Einheit“
- Beschreibung Produktsystem und Systemgrenzen
- Art der Berichterstattung



Aufstellen der Sachbilanz

... am Beispiel eines Hartmetallfräasers

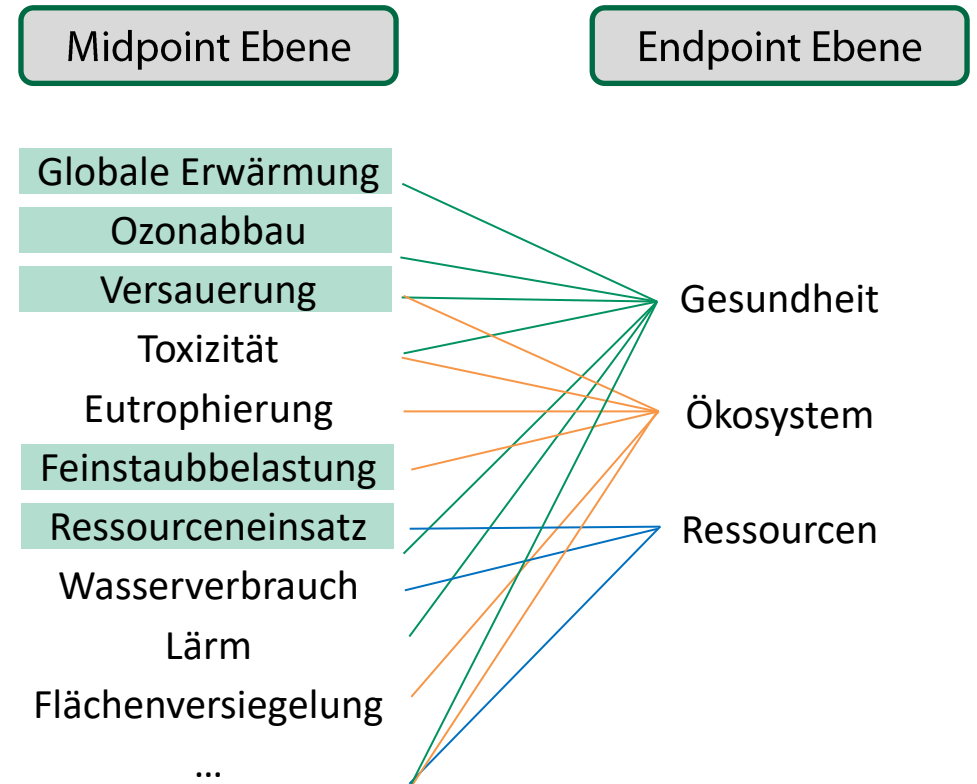
- Datenerhebung zu den Energie- und Stoffflüssen jedes Prozessschrittes
- Mögliche Datenquellen
 - Eigene Erhebung von Primärdaten
 - Sekundärdaten aus Datenbanken, Studien, etc.
- Notwendigkeit der Daten-Allokation
 - Mehr-Produkt-Prozesse
 - Recycling-Prozesse
 - Übergeordnete Daten

Prozess	Wert	Parameter
Materialgewinnung und Herstellung des Rohlings		
Input	0.032	kg Cobalt {GLO} cobalt production
Input	0.263	kg Tungsten carbide powder {GLO} tungsten carbide powder production
Input	0.009	kg Heptane {RoW} molecular sieve separation of naphtha Cut-off, U
Input	0.009	kg Hexane {RoW} molecular sieve separation of naphtha Cut-off, U
Input	0.038	kg Nitrogen, liquid {ROW} market for nitrogen, liquid Cut-off, U
Input	0.012	kg Paraffin {RER} paraffin production Cut-off, U
Input	3.179	kWh Electricity, medium voltage {DE}
Output	0.038	kg Nitrogen, atmospheric
Output	0.012	g Paraffins, atmospheric
Output	0.018	kg Spent solvent mixture {Europe without Switzerland} treatment of spent solvent mixture, hazardous waste incineration
Output	0.008	kg Ungranulated powder (Tungsten carbide, Cobalt Kaolin, Silicia sand, Feldspar)
Schleifen des Fräasers		
Input	5.24	kWh Electricity, medium voltage {DE}
Input	81.923	kgkm Transport, freight, light commercial vehicle {Europe without Switzerland} transport, freight, light commercial vehicle Cut-off, U
Output	0.066	kg Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert material landfill Cut-off, U
Beschichtung		
Input	5.87	kWh Electricity, medium voltage {DE}
Input	0.002	kg Titan {RoW} titan powder production Cut-off, U
Input	0.002	kg Diamond powder {RoW} diamond powder production Cut-off, U
Output	0.010	kg Spent solvent mixture {Europe without Switzerland} treatment of spent solvent mixture, hazardous waste incineration
Nutzungsphase		
Input	10.562	kWh Electricity, medium voltage {DE}
Input	31.080	kgkm Transport, freight, light commercial vehicle {Europe without Switzerland} transport, freight, light commercial vehicle Cut-off, U
Output	15.711	kg Scrap steel, mixture {GLO} treatment of scrap steel mixture, recycling Cut-off, U
Entsorgung		
Input	20.720	kgkm Transport, freight, light commercial vehicle {Europe without Switzerland} transport, freight, light commercial vehicle Cut-off, U
Input	0.195	kg Carbide powder recovery {RER} treatment of scrap carbide Cut-off, U
Output	0.017	kg Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert material landfill Cut-off, U

Wirkungsabschätzung

... am Beispiel eines Hartmetallfräasers

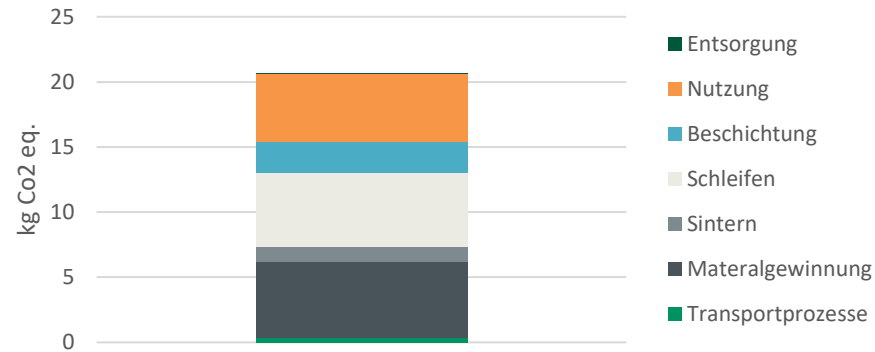
- Ergebnisse der Sachbilanz in Umweltauswirkungen überführen
- Auswahl von Wirkungskategorien
 - 18 verfügbare Kategorien bei *ReCiPe* Methode
 - Gewöhnlich Beschränkung auf ausgewählte Kategorien
 - Aggregation auf Endpoint Ebene
- Normierung der Daten möglich



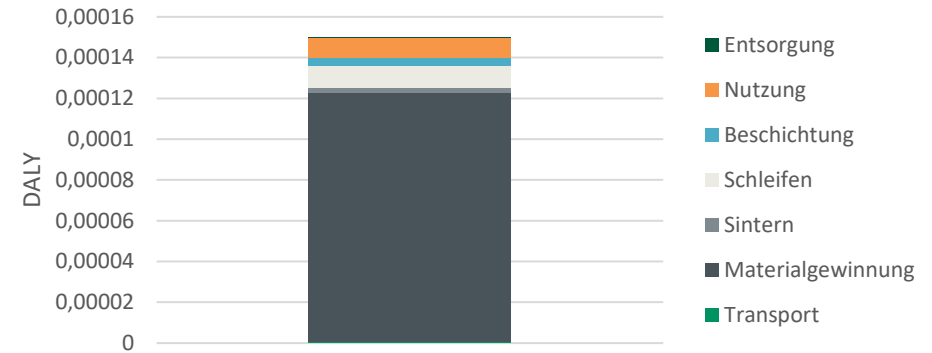
Wirkungsabschätzung

... am Beispiel eines Hartmetallfräasers

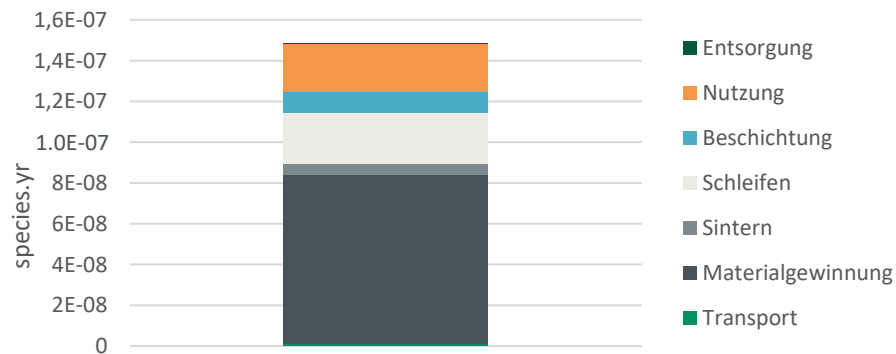
Globales Erwärmungspotential



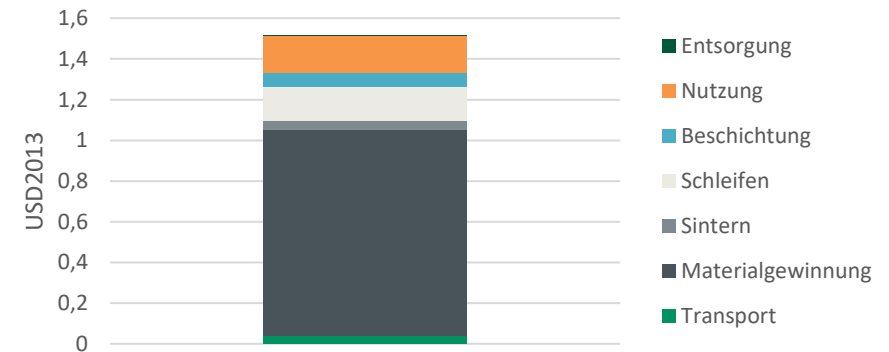
Einfluss auf menschliche Gesundheit



Schädigung des Ökosystems



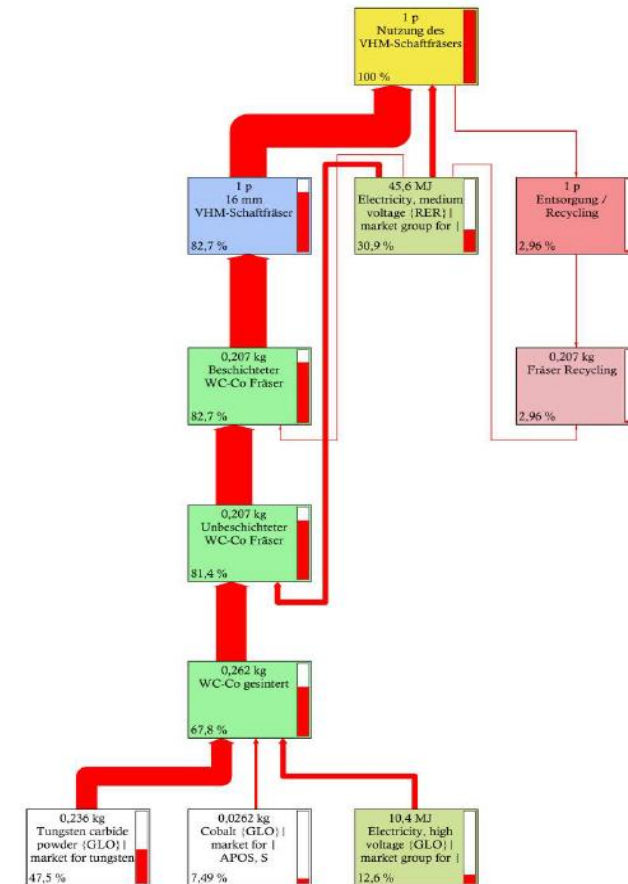
Verbrauch knapper Ressourcen



Auswertung und Interpretation

... am Beispiel eines Hartmetallfräasers

- Beurteilung der Modell- und Datenqualität
 - durch eine Unsicherheitsanalyse
 - durch eine Sensitivitätsanalyse
- Interpretation der Ergebnisse
 - Identifizierung signifikanter Prozessbeiträge
 - Ableiten von Optimierungs- und Einsparpotentialen
- Berichterstattung





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Julian Schmidt, M. Sc.

Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik
Oberingenieur | Akademischer Rat a. Z.

Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth
Telefon +49 (0)921 55 - 7588
julian.schmidt@uni-bayreuth.de