



Folienteil 4: MIPS

Prof. Dr. Dr. F. J. Radermacher | 21.11.2011 |
Datenbanken/Künstliche Intelligenz

franz-josef.radermacher@uni-ulm.de

Ressourcenproduktivität

- Natürliche Ressourcen bilden die Grundlage wirtschaftlicher Aktivitäten
- Wachstum der Weltbevölkerung und Weltwirtschaftsleistung, sowie steigende Preise auf Energie- und Rohstoffmärkten erfordern Effizienzsteigerung im Umgang mit natürlichen Ressourcen
- Steigerung der Ressourcenproduktivität ist Strategie wie Steigerung der Arbeits- oder Kapitalproduktivität

Ressourcenproduktivität

- Ressourcenproduktivität ist Teil der Nachhaltigkeitsstrategie der deutschen Bundesregierung
- Ziel: Faktor 4 in der Energie- und Rohstoffproduktivität:
Output soll verdoppelt werden
Input soll halbiert werden
(Zeitraum 1990 bzw. 1994 bis 2020)
- Aktuell 29 Prozent Steigerung gegenüber 1994
→ Deutschland liegt in der Zielerreichung zurück

Ressourcenproduktivität

Verbesserung der Ressourcenproduktivität durch:

- innovative, energie- und materialsparende Technologien einsetzen
- neue umweltfreundliche Technologien und Produkte entwickeln
- Qualität sichern
- Risiken minimieren
- Recyclingpotenziale erschließen
- Arbeitsprozesse und Produktionsabläufe verbessern

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

- Konzept zur Abschätzung des Ressourcenverbrauchs und der Umweltbelastung durch ein Produkt
- 1992 von Prof. Dr. Friedrich Schmidt-Bleek am Wuppertal-Institut entwickelt

Grundkonzept:

- Erfassung aller Energie- und Materialströme, welche während dem Lebenszyklus eines Produktes/einer Dienstleistung/etc. anfallen

Anwendungsfelder:

- Produkte
- Dienstleistungen
- Unternehmen
- Haushalte
- Regionen
- Volkswirtschaften
- Etc.

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Formel MIPS:

MIPS = Material-Input / Service-Einheit

→ Wie viel Ressourcenverbrauch wird für Produkt/DL benötigt?

Kehrwert ist Ressourcenproduktivität:

Ressourcenproduktivität = Service-Einheit / Material-Input

→ Wie viel Nutzen kann mit einer Menge „Natur“ erzeugt werden?

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Lebenszyklusweite Betrachtung:

- Abdeckung aller Phasen des Lebenszykluses in der Verbrauchsmessung:
 - Herstellung
 - Nutzung
 - Recycling und/oder Entsorgung
- Weltweite Betrachtung: kein „Export“ von Umwelteingriffen

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Messung:

- Messung an der Grenze der Entnahme aus der Natur
 - Einbezug der Vorketten bis hin zur Systemgrenze zwischen Ökosphäre (natürlichen Umwelt) und der Technospäre (Aktivitäten des Menschen)
 - Rückrechnung aller Materialverbräuche auf Ressourcenverbrauch über Material-Input-Faktoren (MI-Faktoren) (später mehr hierzu)
- Alle Angaben entsprechen aus der Natur bewegten Tonnen an Material-Input Kategorien

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Messung

- 5 Material-Input Kategorien:
 - biotisches/nachwachsendes Rohmaterial
 - abiotisches/nicht-nachwachsendes Rohmaterial
 - Wasser
 - Luft
 - Bodenbewegungen in Land- und Forstwirtschaften (inkl. Erosion)

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

I Abiotische Rohmaterialien:

- Mineralische Rohstoffe (z.B. Erze, Sand, Kies, Schiefer, Granit)
- Fossile Energieträger (z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas)
- Bewegte Erde (z.B. Aushub von Erde oder Sediment)

II Biotische Rohmaterialien:

- Pflanzliche Biomasse aus Bewirtschaftung
- Biomasse aus nicht bewirtschafteten Bereichen (Pflanzen, Tiere, etc.)

Hinweis: Nutztiere befinden sich bereits in der Technospäre, daher werden sie auf die der Natur unmittelbar entnommenen Biomasse, z.B. Pflanzliches oder tierisches Futter, zurückgerechnet.

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

III Bodenbewegungen in der Land- und Forstwirtschaft:

- Mechanische Bodenbearbeitung
- Erosion

IV Wasser:

- Oberflächenwasser
- Grundwasser
- Tiefengrundwasser

Hinweis: Unterscheidung nach Prozess- und Kühlwasser

V Luft:

- Verbrennung
- Chemische Umwandlung
- Physikalische Veränderung (Aggregatzustand)

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Abschneidekriterien:

- Einbezug der Vorketten bis hin zur Systemgrenze zwischen Ökosphäre (natürlichen Umwelt) und der Technospäre (Aktivitäten des Menschen)
- Vorgelagerte Prozessketten in der Produkterzeugung können sehr lang und verzweigt sein
- Nicht alle Prozessketten sind für ökologische Betrachtung relevant

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Abschneidekriterien:

- Beispiel:
 - Für das Produkt „Wolle“ wird ein Transport per Schiff benötigt
 - Dieses Schiff musste hergestellt werden.
 - Die Herstellung des Schiffs kann jedoch ignoriert werden, da das Schiff sehr oft verwendet wird
 - Für die einzelne Einheit des Produkts Wolle fallen nur sehr geringe und vernachlässigbare Stoffströme aus der Produktion des Schiffs an
- Abschneidekriterien bestimmen, welche Vorketten betrachtet und welche ausgeschlossen werden
- Abschneidekriterien müssen sorgfältig überlegt und gut dokumentiert werden

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Material-Input-Faktoren (MI-Faktoren):

- MI-Faktoren erleichtern die Rückrechnung von Ressourcenverbrauch
- Sie werden von Wissenschaftlern, Unternehmern, Beratern, Studenten, etc. unabhängig errechnet
- Eine validierte und regelmäßig aktualisierte Liste findet sich auf der Homepage des Wuppertal Instituts:
[www. mips-online.info](http://www.mips-online.info)
- Achtung: MI-Faktoren sind immer für bestimmte Prozessketten gültig, z.B. für die Stromerzeugung eines bestimmten Anbieters. Bei Verwendung abweichender Prozessketten (z.B. anderer Stromanbieter) müssen sie neu errechnet werden

Material-Input Pro Serviceeinheit (MIPS)

Material-Input-Faktoren (MI-Faktoren):

MI-Faktoren für elektr. Strom sind z.B.:

	abiotische Rohstoffe [t/MWh]	biotische Rohstoffe [t/MWh]	Wasser [t/MWh]	Luft [t/MWh]	Boden- bewegung [t/MWh]
elektrischer Strom (öffentl. Netz, BRD)	4,7	–	83,1	0,6	–
elektrischer Strom (Industrielle Eigenerzeugung, BRD)	2,67	–	37,9	0,64	–
elektrischer Strom (europ. OECD-Länder)	1,58	–	63,8	0,425	–

MI-Faktoren für elektr. Strom nach Energieträgern (bezogen auf BRD) sind z.B.:

Strom aus	abiotische Rohstoffe [t/MWh]	biotische Rohstoffe [t/MWh]	Wasser [t/MWh]	Luft [t/MWh]	Boden- bewegung [t/MWh]
Kernenergie	0,31	–	79,5	0,005	–
Braunkohle	14	–	88,2	1,13	–
heimische Steinkohle	0,77	–	80,3	0,81	–
Erdgas	0,32	–	79,4	0,847	–
Laufwasser	0,13	–	0,1	0,005	–

MIPS Berechnung

1.

- Definition von Ziel, Objekt und Serviceeinheit

2.

- Darstellung des betrachteten Produktlebenszyklus als Prozesskette

3.

- Datenerhebung von Inputs- und Outputs jedes Prozesses und Darstellung als Prozessbild

4.

- Berechnung des Material-Inputs von der „Wiese bis zum Produkt“

5.

- Berechnung des Material-Inputs von der „Wiese bis zur Bahre“; hierzu Einbezug von Nutzung und Entsorgung/Recycling

6.

- Berechnung des Material-Inputs pro Serviceeinheit (MIPS)

7.

- Interpretation der Ergebnisse

MIPS-Berechnung

Schritt 1: Definition des Ziels, der Objekte und der Serviceeinheit

- Definition des Ziels der Analyse und Berechnung und der zu betrachtenden Objekte
- Definition Serviceeinheit (SE):
 - Auf die SE sollen sich alle weiteren Daten beziehen
 - SE gibt an welchen Nutzen das Produkt bzw. die DL spendet
→ alle *wesentlichen* Nutzenaspekte sollten enthalten sein (meist Beschränkung auf zentrale Nutzeigenschaften notwendig)
 - Vergleichbarkeit von Produkten mit nicht-materiellen Alternativen bzw. innovativen DL soll ermöglicht werden
 - Beispiele: Betrachtung von Personenkilometern bei Personentransport, Tonnenkilometern bei Warentransport, „Pulloverjahr“ bei Kleidung, Normseiten bei Druckerpatronen

MIPS-Berechnung

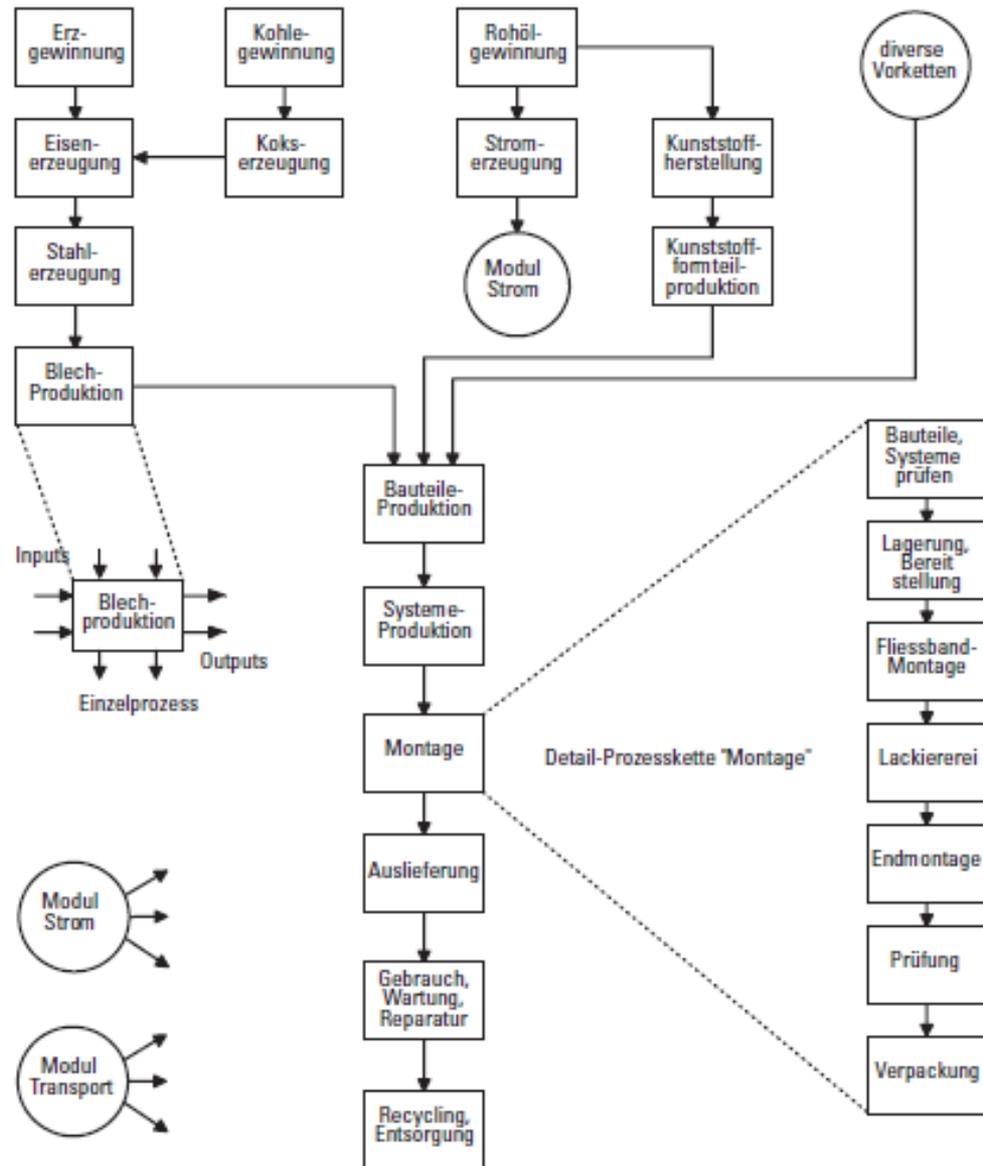
Schritt 2: Darstellung der Prozessketten:

- Abbildung des Lebenszyklus des betrachteten Objekts als Prozesskette
- Darstellung z.B. Gesamtprozess mit detaillierten Darstellungen von Teilprozessen
- Vorketten können ausgeklammert werden, wenn entsprechende MI-Faktoren existieren

MIPS-Berechnung

Schritt 2: Darstellung der Prozessketten:

- Beispiel der Darstellung einer Prozesskette



MIPS-Berechnung

Schritt 3: Datenerhebung

- Erhebung der Daten für jeden identifizierten Prozess
- Mögliche Datenquellen:
 - Direkte Messungen
 - Experten-Interviews
 - Literaturwerte
- Oft gibt es Datenlücken. Daher Bedarf an „qualifizierter Abschätzung“
- Geltungsbereich der Daten beachten:
 - Räumlich
 - Zeitlich
 - Saisonal

MIPS-Berechnung

Schritt 3: Datenerhebung

- Datenerhebung für jeden Prozess
- Verwendung des Erhebungsbogens
- Form:
 - Unterteilung in Input- und Outputteil
 - Weiterhin verschiedene Erhebungskategorien
- Ein Erhebungsbogen im Excel-Format findet sich unter:
http://www.wupperinst.org/de/info/entwd/index.html?beitrag_id=438&bid=169

MIPS-Berechnung

Schritt 3: Datenerhebung

- Erhebungsbogen Input (Ausschnitt)

Erhebungsbogen:								
Daten beziehen sich auf:								
Input	Einheit	Menge	Quelle	Jahr	Bezugs-region	Bezugs-jahr	Angaben/ Erläuterungen	
natürliche Inputs								
A	Abiotische Rohstoffe							
AA	Mineralische Rohstoffe							
AB	Energieträger							
AC	Nicht verwertbare Förderung							
AD	Bewegte Erde							
B								
<i>Biotische Rohstoffe</i>								
BA	pflanzliche Biomasse aus Bewirtschaftung							
BB	pflanzliche Biomasse nicht aus Bewirtschaftung							
BC	tierische Biomasse nicht aus Bewirtschaftung							
C								
<i>Bodenbewegungen</i>								
CA	aktiv: z.B. gepflügte Erde							
CB	passiv: z.B. Erosion							
D								
<i>Wasser</i>								
DA	Prozesswasser							
DAA	Oberflächenentnahme							
DAB	Grundwasserentnahme							
DAC	Tiefengrundwasserentnahme							
DB	Kühlwasser							
DBA	Oberflächenentnahme							
DBB	Grundwasserentnahme							
DBC	Tiefengrundwasserentnahme							
E								
<i>Luft</i>								
EA	Verbrennung							
EB	Chemische Umwandlung							
EC	Physikalische Umwandlung							
ED	Sonstige entnommene Luft							
vorbehandelte, bearbeitete Inputs								
F	Grund-, Werk- und Baustoffe							
G								
<i>Energieträger</i>								
GA	Energieträger (thermisch umgesetzt)							
GB	Energieträger (nicht thermisch umgesetzt)							
H								
<i>Vorprodukte</i>								
I								
<i>Module</i>								

Bezeichnung
des Prozesses

Bezugsgröße, mit
Angabe der Einheit

Angabe der Ein-
heiten

Angabe der Einsatz-
mengen

Angabe der Daten-
Quelle

Angabe des
Jahres der
Veröffentlichung

Angabe der
Bezugs-
region

Angabe des
Bezugs-
jahrs

unter A bis E werden
alle direkten Entnah-
men aus der Natur
aufgeführt (natürliche
Inputs, inkl. Wasser)

MIPS berechnen

Schritt 4: Berechnung des Material-Inputs „Von Wiege bis Produkt“

- Berechnung der Material-Inputs, welche zur Erzeugung des fertigen Produkts anfallen.
- Basis hierfür liefern die Daten aus Schritt 3 und bekannte MI-Faktoren.
- Ausgehend von den Prozessen der direkten Ressourcenentnahme, werden stufenweise die darauf aufbauenden Prozesse durchgerechnet.
Es werden Zwischenprodukte errechnet und auf höher geordnete Prozesse übertragen.
- Für diesen Schritt kann der Berechnungsbogen genutzt werden.

MIPS berechnen

Schritt 4: Berechnung des Material-Inputs „Von Wiege bis Produkt“

Berechnungsbogen:													
Daten beziehen sich auf:													
			abiotisches Material		biotisches Material		Bodenbewegungen		Wasser		Luft		
Bezeichnung Stoff/Vorprodukt	Einheit	Menge	MI-Faktor kg/Einheit	kg/Einheit Hauptprodukt									
Σ				0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	

- Ein Berechnungsbogen im Excel-Format findet sich unter:
http://www.wupperinst.org/de/info/entwd/index.html?beitrag_id=438&bid=169

MIPS berechnen

Schritt 5: Berechnung des Material-Inputs „Von Wiege bis Bahre“

- Erfassung des Material-Inputs während des Lebenszyklus des Produkts/der Dienstleistung
- Zur Berechnung des systemweiten Material-Inputs werden für alle Prozesse im Lebenszyklus jeweils ein Erhebungs- und Berechnungsbogen erstellt
- Beispiel Lebenszyklus bei einem T-Shirt:
Herstellung + 100 * Waschen + 100 * Bügeln

MIPS berechnen

Schritt 6: Vom Material-Input zu MIPS

- Im letzten Schritt erfolgt der Bezug auf die Serviceeinheit:

MIPS = Gewicht bewegter Natur / Dienstleistungseinheit bzw.

MIPS = Gewicht bewegter Natur / Produkt(gewicht)

- Ausweis erfolgt hierbei getrennt nach den fünf MI-Kategorien: abiotisches Rohmaterial, biotisches Rohmaterial, Wasser, Luft, Erosion
- Schließlich Berücksichtigung der Lebensdauer:
MIPS-Wert des T-Shirts mit 100 Tragezyklen wird durch 100 geteilt,
der des T-Shirts mit 20 Tragezyklen wird durch 20 geteilt.
→ Dies ermöglicht den Vergleich, ob es besser ist ein 100 Tragezyklen-T-Shirt oder fünf 20 Tragezyklen-T-Shirt zu kaufen.

MIPS berechnen

Schritt 7: Interpretation der Ergebnisse

- Abschließend erfolgt die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse
- Vergleich von Alternativen: Betrachtung und Vergleich der Endwerte der MI-Faktoren unterschiedlicher Produkt-/ Dienstleistungsalternativen hilft Entscheidungen zu treffen.
- Verbesserungspotenzial: Materialintensive Prozesse können erkannt und verbessert/ersetzt werden.

Optimierungsstrategien

Mögliche Ansatzpunkte:

- Material-Input-Reduktion innerhalb der betrachteten Prozesskette (Prozessoptimierung)
- Material-Input-Reduktion im Produkt (Produktoptimierung)
- Erhöhung der Serviceeinheit, des Nutzens (Produktoptimierung)
- Vergleich von Produkt- und Dienstleistungsalternativen

Hot Spot Analyse:

- Analyse nach größtem Einsparpotenzial und Erstellung einer Prioritätenliste für die Optimierung

Zu beachten: eigener Einfluss auf Prozesse:

- Direkte Verantwortung (firmeninterne Prozesse)
- Indirekte Verantwortung (Prozesse bei Lieferanten oder Kunden)
- Außerhalb der direkten eigenen Einflussnahme (z.B. Rohstoffgewinnung, Energieerzeugung)

Optimierungsstrategien

Beispiele für die Reduktion des Material-Inputs:

- Auswahl an Werkstoffen (z.B. Einsatz von Rezyklaten)
- Auswahl von Produktionsmitteln (z.B. Einsatz von energieeffizienten Maschinen, Wasserkreislaufführung)
- Spezielle Oberflächentechnologie zur Verminderung von Korrosion, Reibung, Verschmutzung (z.B. Nutzung des „Lotus Effekts“ zur Verringerung der Oberflächenverschmutzung)
- Design (z.B. auswechselbare Küchenfronten zur Anpassung an Modestile, ressourcenschonender Gebrauch)

Optimierungsstrategien

Beispiele für die Reduktion des Material-Inputs:

- Transport (z.B. einfache, robuste Transportmöglichkeiten, kleine Wege)
- Verpackung (z.B. Mehrwegsysteme)
- Stoffliches Recycling, Entsorgung (z.B. lösbare Verbindungen, Rezyklierbarkeit, geringe Materialvielfalt)

Optimierungsstrategien

Beispiele für die Erhöhung der Serviceeinheit:

- Gebrauch, Nutzung (z.B. Sparwaschgänge bei Waschmaschinen, Abschalloptionen für Kühlfächer, Mehrfach-/Multi-/Zusatznutzen, lange Lebensdauer)
- Wartung, Instandhaltung (z.B. Austauschoptionen für Verschleißteile, Up-Grading-Möglichkeit)
- Wieder- oder Weiterverwendbarkeit (z.B. Mehrfachnutzen von Messeständen, Senfglas wird zum Trinkglas)
- Dienstleistungsangebote mit optimiertem Ressourceninput (z.B. Verleih von selten genutzten Werkzeugen und Maschinen)