POM-Basics

Einführung in Produktions- und Dienstleistungsmanagement

Copyright: pixabay

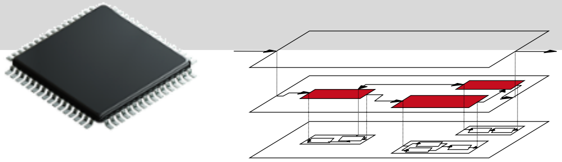
Any customer can have a car painted any color that he wants so long as it is black.
Henry Ford

Photo by Wade Lambert on Unsplash

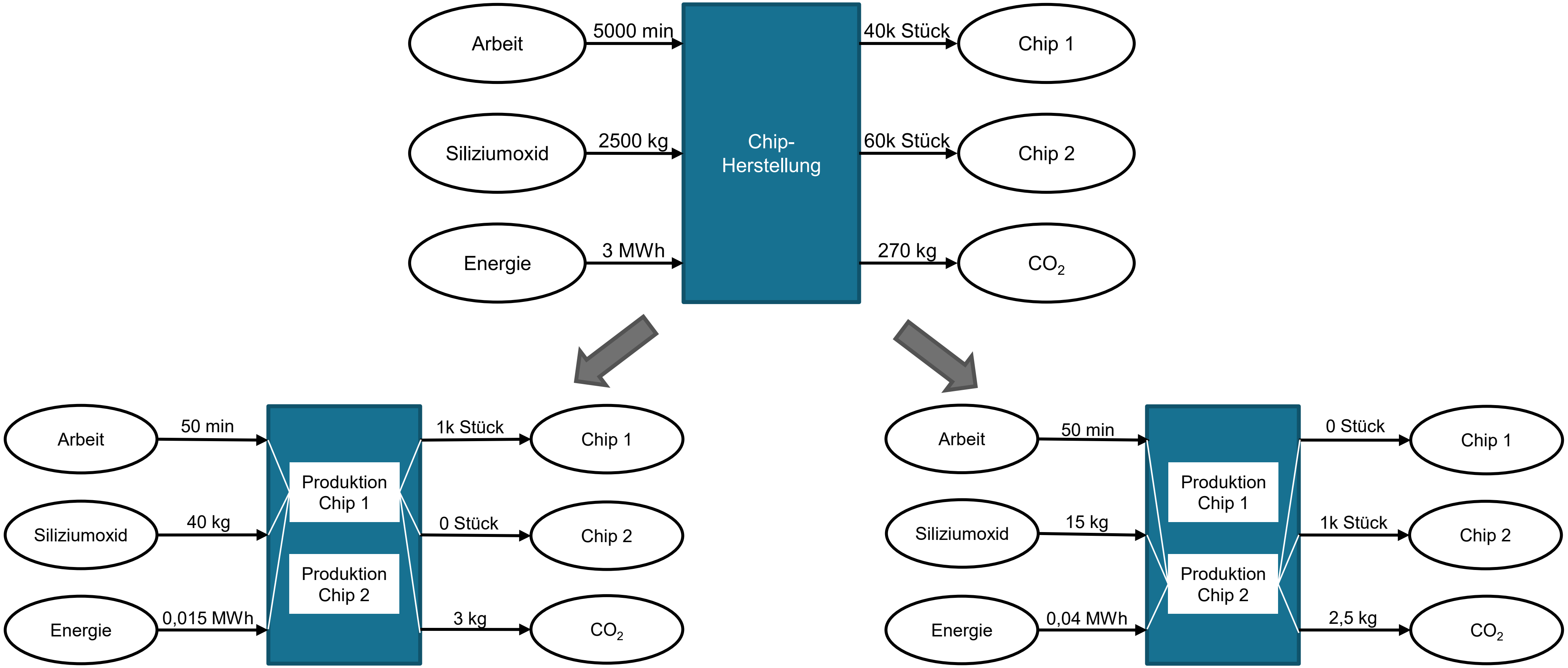
Themenblock 1

Modellierung von Produktionsprozessen

Fakultät VII *Wirtschaft & Management*
Fachgebiet Industrielles Produktions- und Dienstleistungsmanagement
Prof. Dr. Thomas Volling



Die Chipproduktion



Produktionsdiagramme, Beispiel Chipproduktion

Produktionsraum *Z*:

Aktivitätsniveaus: Häufigkeit der Ausführung der jeweiligen Grundaktivität in Bezugsperiode

$$Z = \left(z \in \mathbb{R}^6 \middle| z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, mit\ \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0 \right)$$

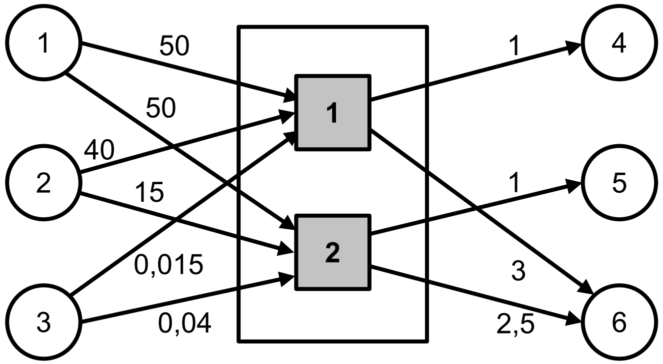
- Zur vollständigen Beschreibung einer Produktionsaktivität bedarf es eines Vektors mit sechs Elementen (= Anzahl **Objektarten**)
- Produktionsaktivitäten ergeben sich aus der Kombination von **Grundaktivitäten** entsprechend der Häufigkeit ihrer Ausführung (**Aktivitätsniveaus**)
- Das **Restriktionenfeld** definiert mögliche Ober- und Untergrenzen für Produktionsaktivitäten (Obergrenze wird bei Input zu Untergrenze)
- Die Ausführung der Grundaktivitäten ist auf bestimmte Mengen begrenzt (hier: diskrete Technik, daher Natürliche Zahlen inkl. der Null)

Dyckhoff/Spengler (2010)

Visualisierung von Aktivitäten, Produktionsdiagramme

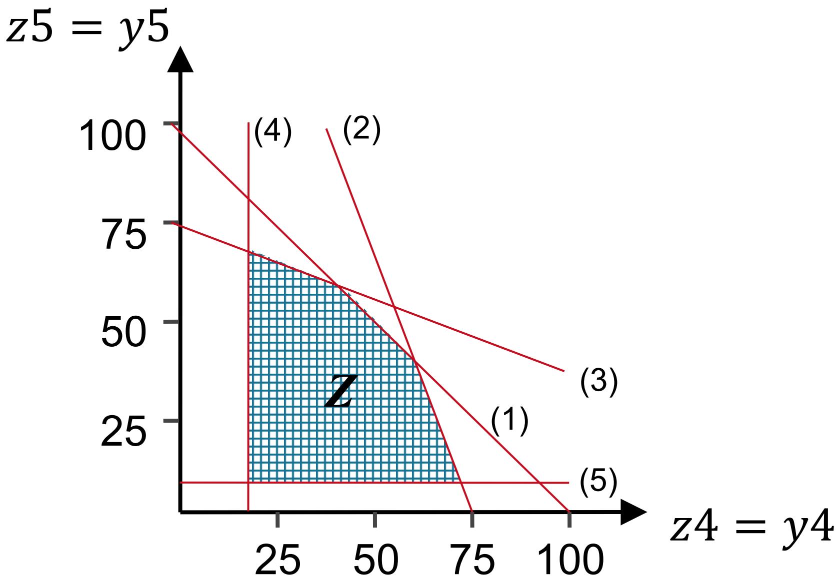
$$Z = \left(z \in \mathbb{R}^6 | z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, mit \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0 \right)$$

Abstrakter Input-/Output-Graph der Technologie



Fokus: Struktur und Mengenrelationen

Produktionsdiagramm des Produktionsraum

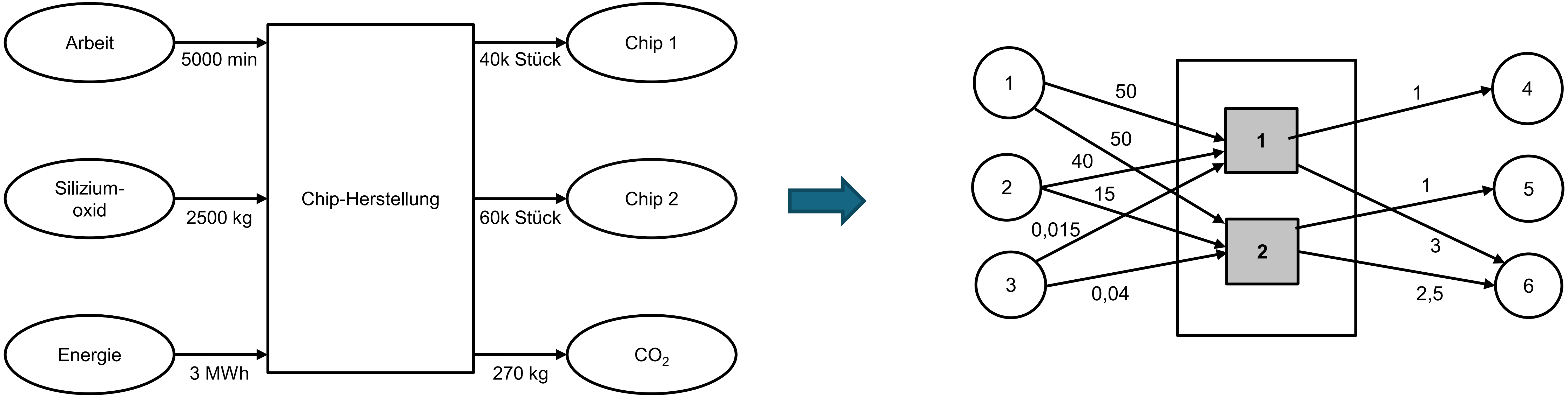


Fokus: Handlungsmöglichkeiten

Abstrakter Input-/Output-Graph

Bisher: I/O-Graphen mit nur einer (Grund)Aktivität

Jetzt: Abstrakte I/O-Graphen: Beschreibung aller möglichen Aktivitäten einer Technik

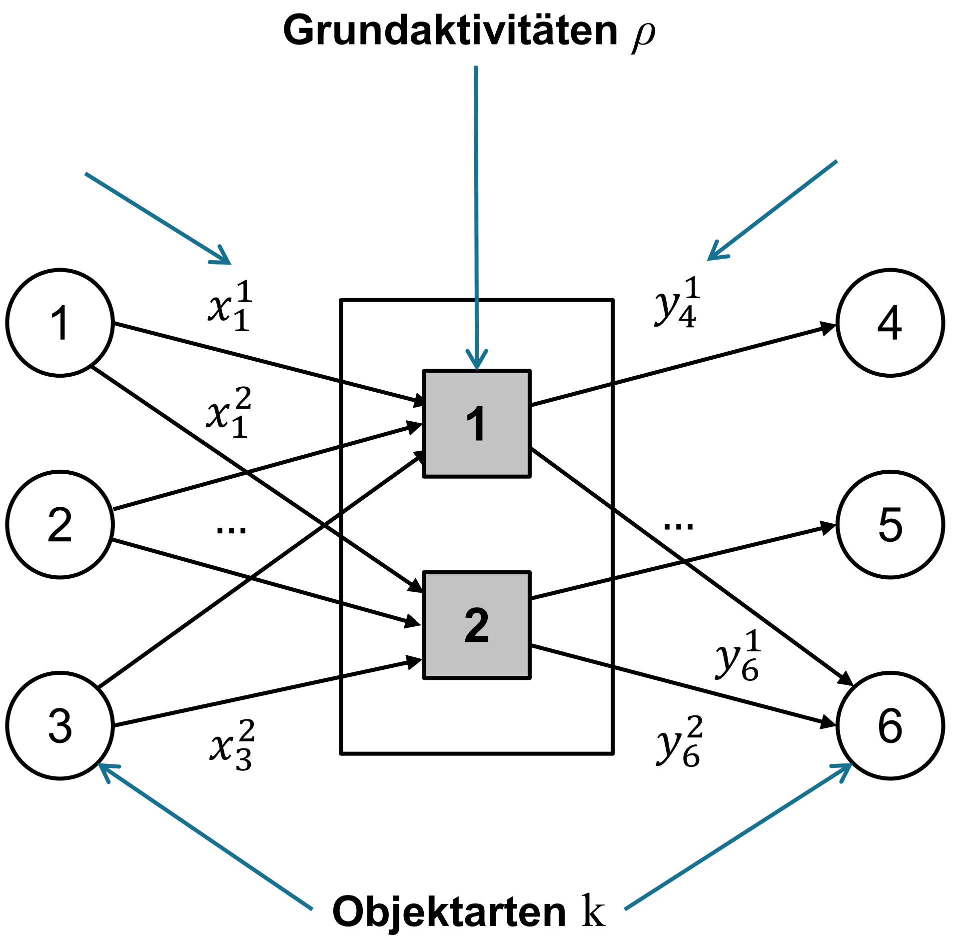


Dyckhoff/Spengler (2010)

Abstrakter Input-/Output-Graph

Input-Koeffizienten x_k^ρ

Wie häufig geht die Inputobjektart in die einmalige Ausführung der Grundaktivität ein?



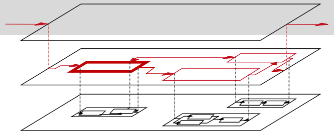
Output-Koeffizienten y_k^ρ

Wie viele Einheiten der Outputobjektart resultieren aus der einmaligen Ausführung der Grundaktivität ?

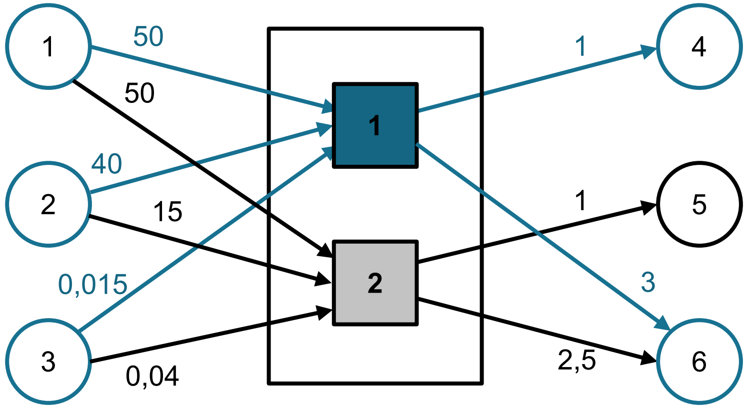
Dyckhoff/Spengler (2010), S. 167

Abstrakter Input-/Output-Graph, Chipproduktion

$$z_k^\rho = y_k^\rho - x_k^\rho$$

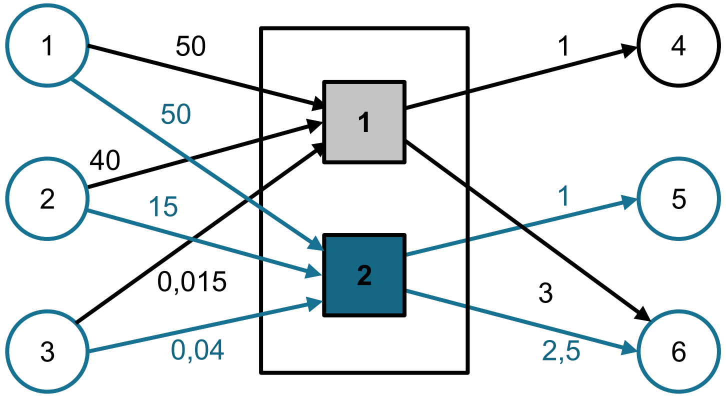


Chip 1:



$$z^1 = \begin{pmatrix} z_1^1 \\ z_2^1 \\ z_3^1 \\ z_4^1 \\ z_5^1 \\ z_6^1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x_1^1 \\ -x_2^1 \\ -x_3^1 \\ y_4^1 \\ y_5^1 \\ y_6^1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Chip 2:



$$z^2 = \begin{pmatrix} z_1^2 \\ z_2^2 \\ z_3^2 \\ z_4^2 \\ z_5^2 \\ z_6^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x_1^2 \\ -x_2^2 \\ -x_3^2 \\ y_4^2 \\ y_5^2 \\ y_6^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix}$$

Dyckhoff/Spengler (2010)

Source:

Produktionsdiagramme

Graphische Darstellung des Produktionsraums

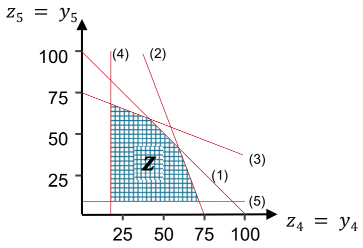
$$Z = \left(z \in \mathbb{R}^6 \mid z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, mit\ \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0 \right)$$

Formulierung als Ungleichungen — Formulierung der Ungleichungen, die den Produktionsraum definieren

Substitution der Aktivitätsniveaus — Reduktion der Variablenanzahl

Umformung um Abhängigkeiten sichtbar zu machen — Umformung der Ungleichungen in Geradengleichungen

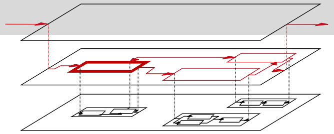
Einzeichnen im Koordinatensystem — Einzeichnen der Geradengleichungen in ein Koordinatensystem



Dyckhoff/Spengler (2010)

Produktionsdiagramme, Beispiel Chipproduktion

$$z_k = y_k - x_k$$



Graphische Darstellung des Produktionsraums

1. Schritt: Formulierung als Ungleichungen

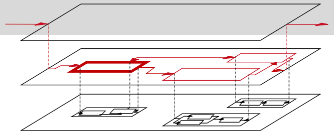
(1):	$x_1 = -z_1 = 50 \cdot \lambda^1 + 50 \cdot \lambda^2$	≤ 5000	Arbeitsminuten
(2):	$x_2 = -z_2 = 40 \cdot \lambda^1 + 15 \cdot \lambda^2$	≤ 3000	Siliziumoxid in kg
(3):	$x_3 = -z_3 = 0{,}015 \cdot \lambda^1 + 0{,}04 \cdot \lambda^2$	≤ 3	Energie in MWh
(4):	$y_4 = z_4 = \lambda^1$	≥ 20	k Chips Typ 1
(5):	$y_5 = z_5 = \lambda^2$	≥ 10	k Chips Typ 2
(6):	$y_6 = z_6 = 3 \cdot \lambda^1 + 2{,}5 \cdot \lambda^2$	≥ 0	CO_2 in kg

x/y-Schreibweise
(Input- / Output-Sicht)

$$Z = \left(z \in \mathbb{R}^6 | z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, mit \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0 \right)$$

z-Schreibweise
(Produktionssicht)

Dyckhoff/Spengler (2010)



Produktionsdiagramme, Beispiel Chipproduktion

Graphische Darstellung des Produktionsraums *Z*

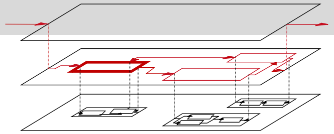
2. Schritt: Substitution der Aktivitätsniveaus durch Anzahl der Hauptprodukte

(1):	$x_1 = 50 \cdot \boldsymbol{y_4} + 50 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≤ 5000	Arbeitsminuten
(2):	$x_2 = 40 \cdot \boldsymbol{y_4} + 15 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≤ 3000	Siliziumoxid in kg
(3):	$x_3 = 0{,}015 \cdot \boldsymbol{y_4} + 0{,}04 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≤ 3	Energie in MWh
(4):	y_4	≥ 20	k Chips Typ 1
(5):	y_5	≥ 10	k Chips Typ 2
(6):	$y_6 = 3 \cdot \boldsymbol{y_4} + 2{,}5 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≥ 0	CO_2 in kg

Produktionsmöglichkeiten lassen sich im Beispiel allein auf der Basis von y_4 und y_5 (Anzahl der Hauptprodukte) beschreiben

(1):	$x_1 = -z_1 = 50 \cdot \lambda^1 + 50 \cdot \lambda^2$	≤ 5000
(2):	$x_2 = -z_2 = 40 \cdot \lambda^1 + 15 \cdot \lambda^2$	≤ 3000
(3):	$x_3 = -z_3 = 0{,}015 \cdot \lambda^1 + 0{,}04 \cdot \lambda^2$	≤ 3
(4):	$y_4 = z_4 = \lambda^1$	≥ 20
(5):	$y_5 = z_5 = \lambda^2$	≥ 10
(6):		≥ 0

Dyckhoff/Spengler (2010)



Produktionsdiagramme, Beispiel Chipproduktion

Graphische Darstellung des Produktionsraums

3. Schritt: Umformung zu $y_5 = f(y_4)$

(1): $y_5 \leq 100 - y_4$

(2): $y_5 \leq 200 - \frac{8}{3} \cdot y_4$

(3): $y_5 \leq 75 - 0{,}375 \cdot y_4$

(4): $y_4 \geq 20$

(5): $y_5 \geq 10$

(6): *Ungleichung wird nicht weiter betrachtet, da ohne Restriktion nicht relevant*

| :50

| - y_4

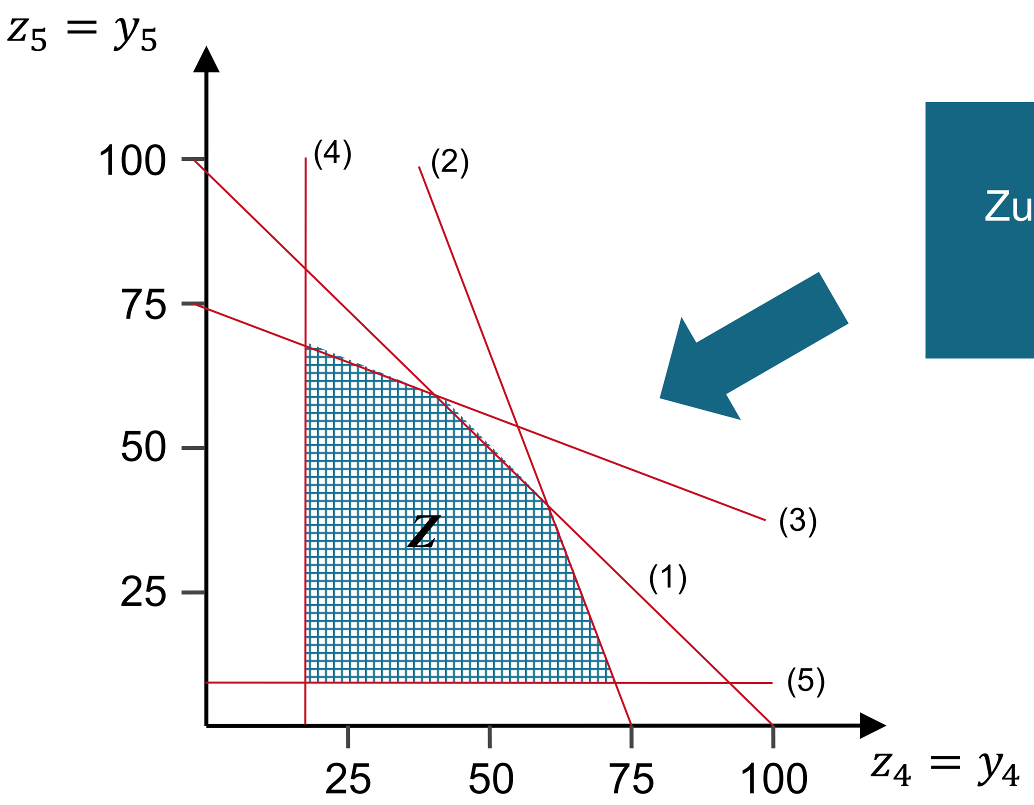
(1):	$x_1 = 50 \cdot \boldsymbol{y_4} + 50 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≤ 5000	Arbeitsminuten
(2):	$x_2 = 40 \cdot \boldsymbol{y_4} + 15 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≤ 3000	Siliziumoxid in kg
(3):	$x_3 = 0{,}015 \cdot \boldsymbol{y_4} + 0{,}04 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≤ 3	Energie in MWh
(4):	y_4	≥ 20	k Chips Typ 1
(5):	y_5	≥ 10	k Chips Typ 2
(6):	$y_6 = 3 \cdot \boldsymbol{y_4} + 2{,}5 \cdot \boldsymbol{y_5}$	≥ 0	CO_2 in kg

Dyckhoff/Spengler (2010)

Produktionsdiagramme, Beispiel Chipproduktion

Graphische Darstellung des Produktionsraums *Z*

4. Schritt: Einzeichnen im Koordinatensystem (Output/Output-Diagramm)



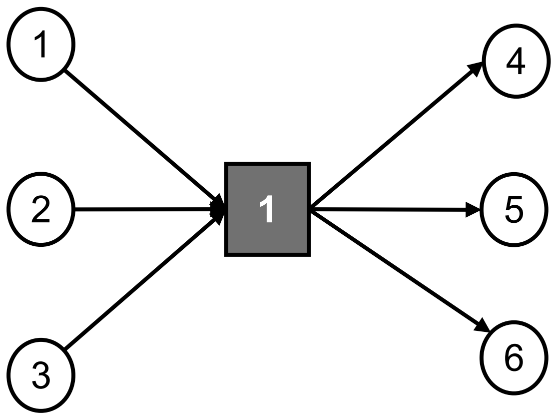
Zulässige Kombinationen von y_4 und y_5

(1):	$y_5 \leq 100 - y_4$	Arbeitsminuten
(2):	$y_5 \leq 200 - \frac{8}{3} \cdot y_4$	Siliziumoxid in kg
(3):	$y_5 \leq 75 - 0{,}375 \cdot y_4$	Energie in MWh
(4):	$y_4 \geq 20$	k Chips Typ 1
(5):	$y_5 \geq 10$	k Chips Typ 2
(6):		CO_2 in kg

Dyckhoff/Spengler (2010)

Zwischenfazit

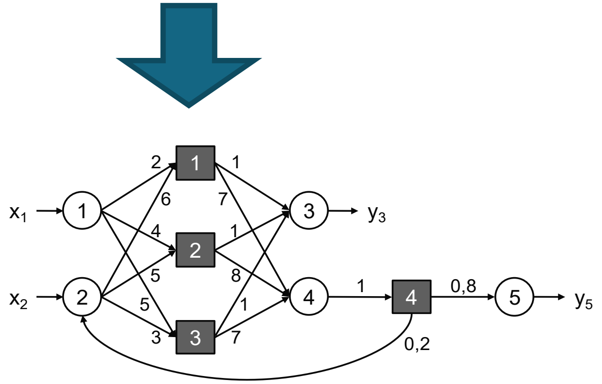
- Produktionsprozesse lassen sich mittels der Aktivitätsanalyse als Kombination von Aktivitäten (→ **Technologien**) interpretieren
- Nach Berücksichtigung von Restriktionen ergeben sich die jeweiligen Produktionsmöglichkeiten (→ **Produktionsraum**)
- Technologien lassen sich mittel **(abstrakter) IO-Grafen** visualisieren, für Produktionsräume kann im einfachen Fall auf **Produktionsdiagramme** zurückgegriffen werden



✓

$$Z = \left(z \in \mathbb{R}^6 | z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, mit\ \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0 \right)$$

✓

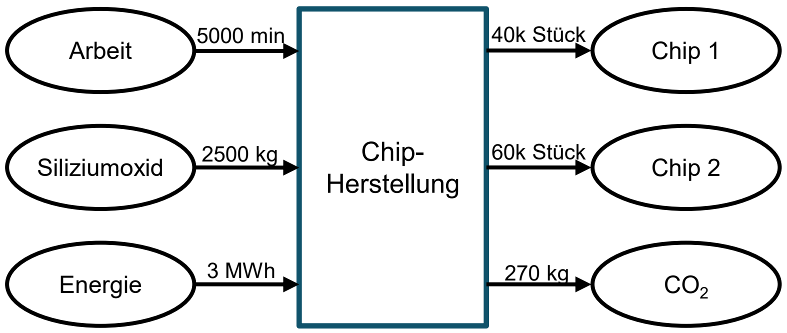


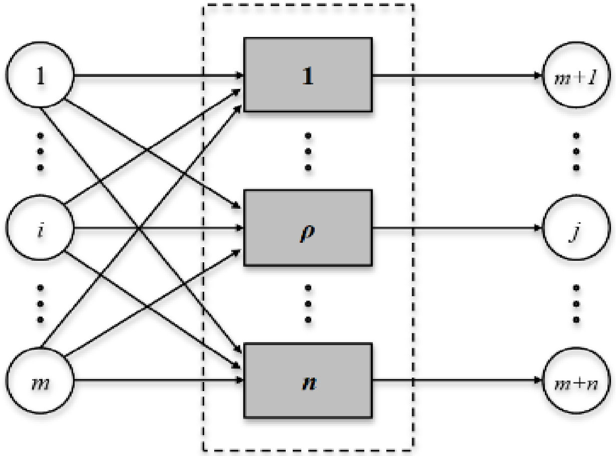
Begriffe der Linearen Aktivitätsanalyse

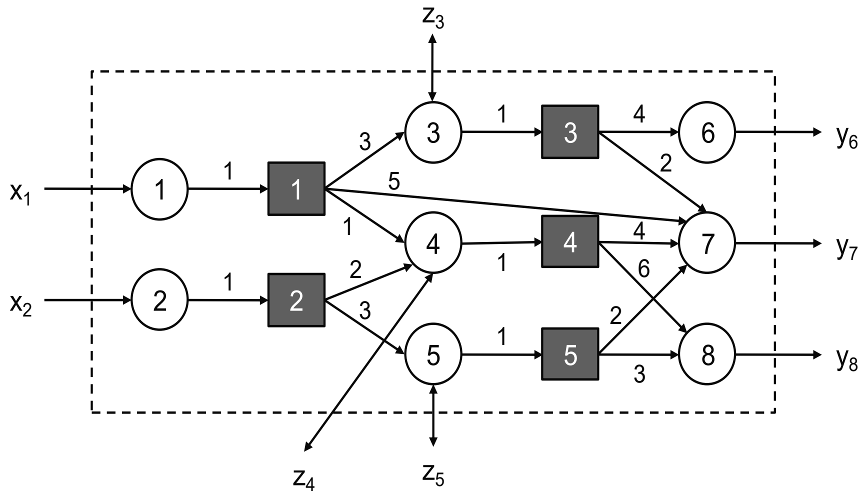
Begriff	Definition	Anwendung	Beispiel
Objekte	Materiell und immateriell Sachen bzw. Bestandsgrößen, mit Relevanz für Transformationsprozess	Abgrenzung des Betrachtungsgegenstands, Beschreibung von Input und Output	Rohmaterial, Arbeitsstunden, Energie, Produkte
Objektarten	Entscheidungsorientierte Zusammenfassung gleichartiger Objekte	Abstraktion, Vereinfachung	Zusammenfassung der Arbeitszeit einzelner Mitarbeiter zu gesamten Personalkapazität
(Produktions-) Aktivitäten	Nettoinput und -output der Objektarten in Bezugsperiode (Produktionsprogramm)	Beschreibung des gesamten Transformationsprozesses	Stoff- und Energiebilanz
Grundaktivitäten	Bezüglich einer Input- oder Output-Objektart normierte Aktivität	Beschreibung des Transformationsprozesses je Einheit	Produktion eines Autos, Recycling eines Smartphones
Aktivitätsniveau	Häufigkeit der Ausführung einer Grundaktivitäten	Häufigkeit / Intensität der Produktion	Anzahl hergestellter Autos
Techniken	Menge aller prinzipiell möglichen Produktionsaktivitäten	Beschreibung der Grundstruktur der Produktion	Insgesamt herstellbares Produktprogramm
Restriktionen	Sämtliche extern vorgegebenen Begrenzungen der Objektarten	Erfassung von periodenbezogenen Unter- und Obergrenzen	Absatzobergrenzen, Materialverfügbarkeit
Produktionsraum	Menge aller Aktivitäten, die sowohl technisch als auch unter Berücksichtigung der gegebenen Restriktionen im Planungszeitraum realisierbar	Beschreibung der Produktionsmöglichkeiten	In einer Periode herstellbares Produktprogramm

Dyckhoff/Spengler (2010)

The road ahead…







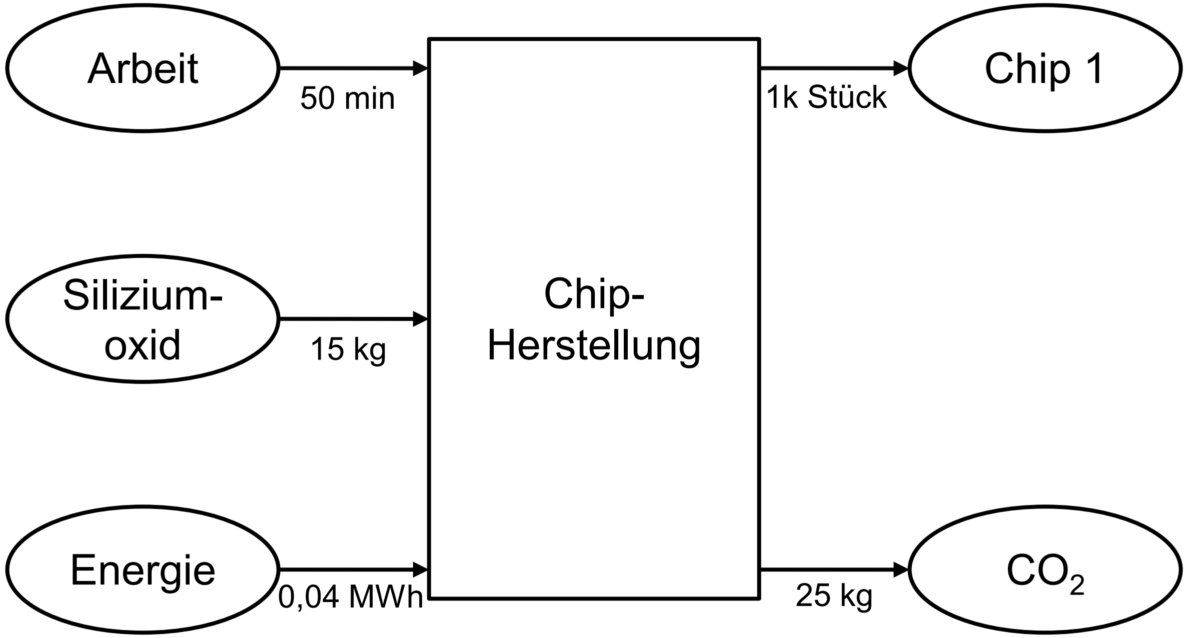
Grundtypen … Modellerweiterungen

Elementare Techniken

Elementare Technik: Technik mit nur einer einzigen Grundaktivität

Beispiel:

I/O-Graph der Chipproduktion



Strukturtypen elementarer Techniken

In Abhängigkeit von der Anzahl der betrachteten Input- und Outputobjektarten können vier Strukturtypen elementarer Techniken unterschieden werden.

Strukturtyp		# Inputobjektarten	# Outputobjektarten
a)	glatte Produktion	1	1
b)	konvergierende Produktion	m	1
c)	divergierende Produktion	1	n
d)	umgruppierende Produktion	m	n

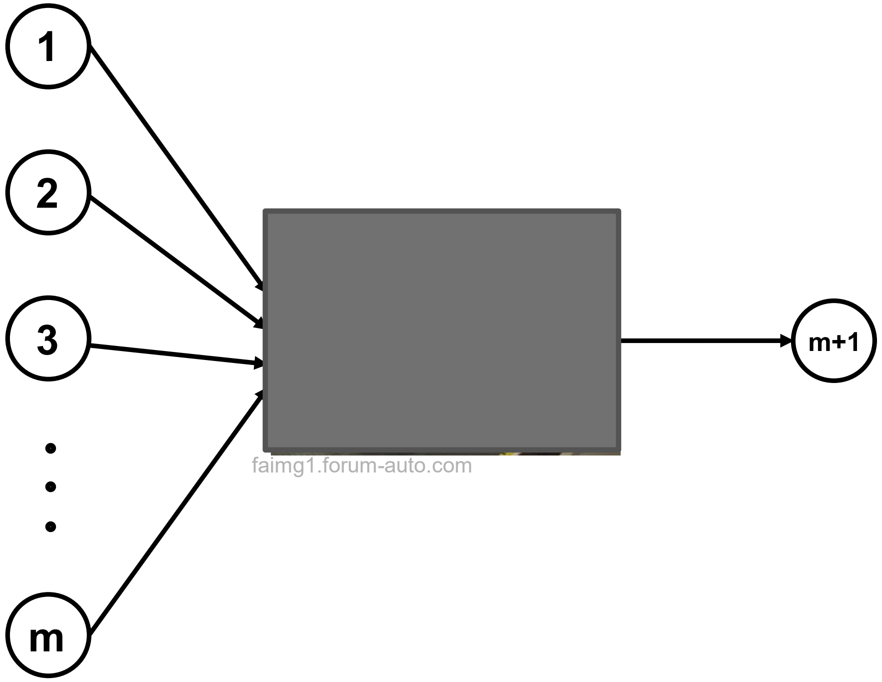
Strukturtypen elementarer Techniken

a) glatte Produktion (1:1)

Photo by Lance Grandahl on Unsplash

Beispiel: Sammeln von Pilzen

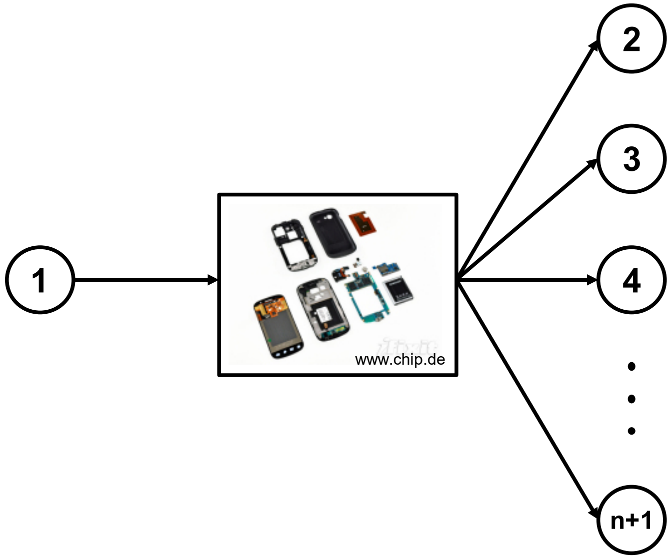
b) konvergierende Produktion (m:1)



Beispiel: Montageprozess

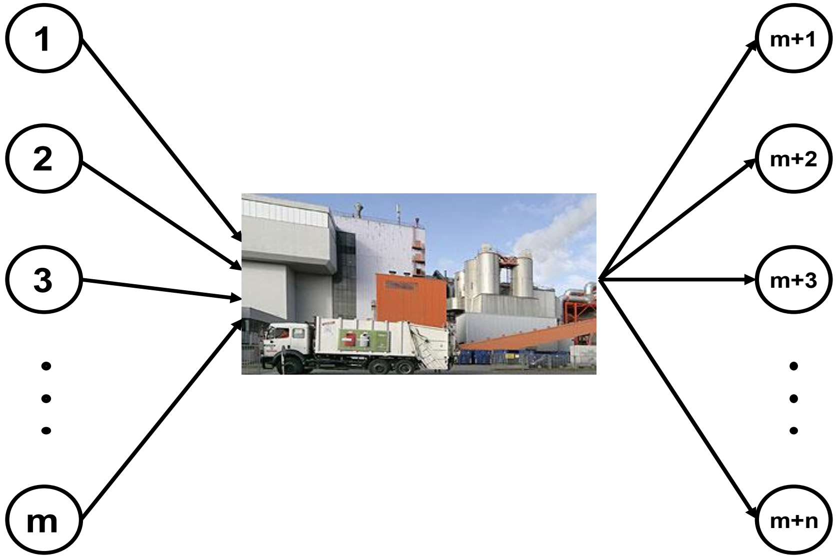
Strukturtypen elementarer Techniken

c) divergierende Produktion (1:n)



Beispiel: Demontageprozess

d) umgruppierende Produktion (m:n)



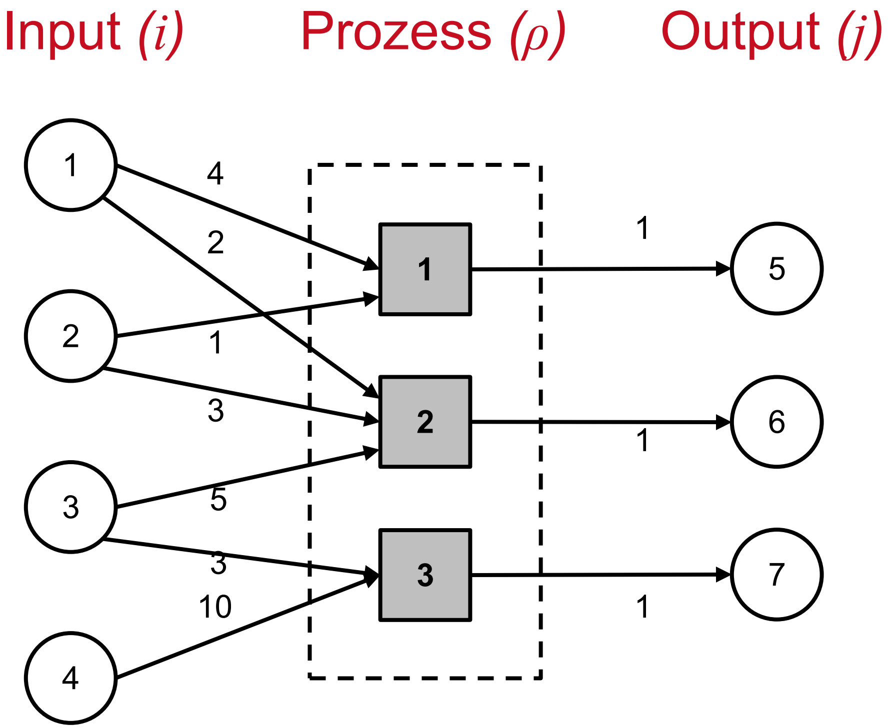
Beispiel: Müllverbrennung (Kuppelproduktion)

Einstufige Techniken

Einstufige Techniken

- Verallgemeinerung elementarer Techniken mit mehreren Grundaktivitäten
- Eindeutige Zuordnung aller beachteten Objektarten zu Input- bzw. Outputarten

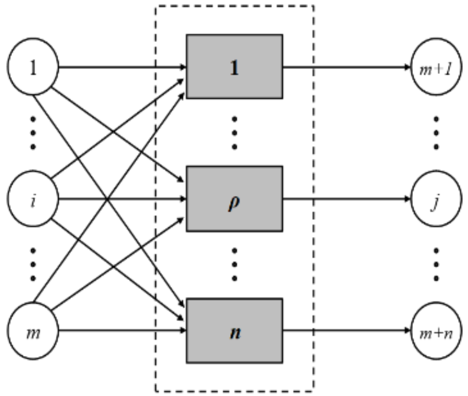
Keine Objektart ist gleichzeitig sowohl Output einer Aktivität als auch Input einer anderen Aktivität!



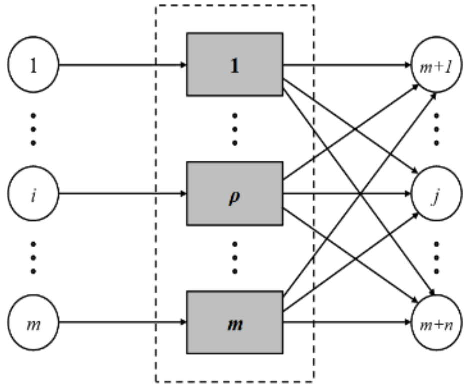
Dyckhoff/Spengler (2010), S. 172

Grundlegende Strukturtypen einstufiger Techniken

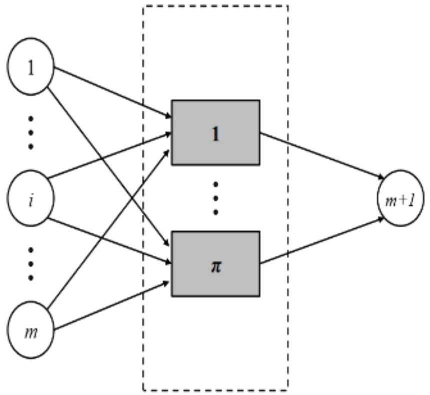
Outputseitig determiniert



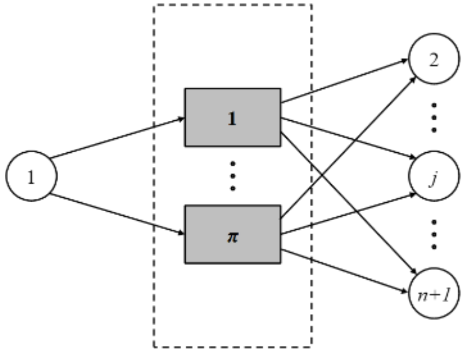
Inputseitig determiniert



Verfahrenswahl – ein Output –

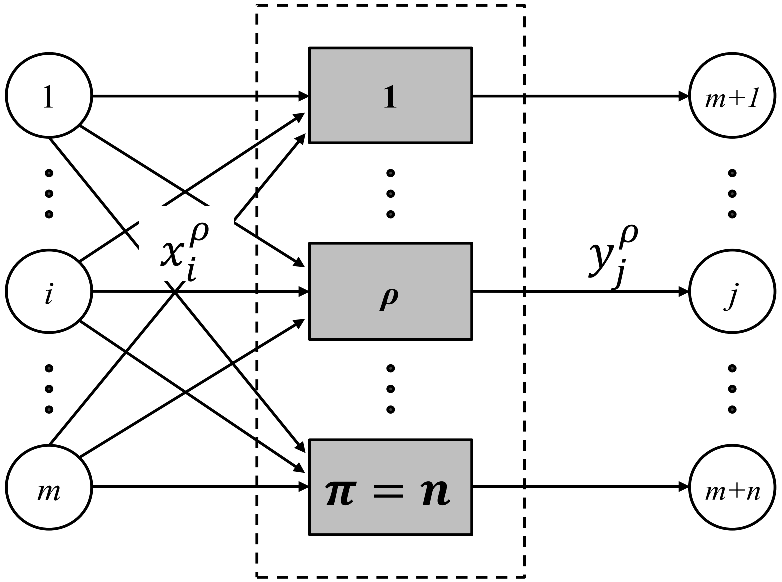


Verfahrenswahl – ein Input –



Outputseitig determinierte Produktion

- Eindeutige Beziehung zwischen Grundaktivitäten und Outputarten (1:1)
- Nur ein Outputkoeffizient je Grundaktivität ungleich Null

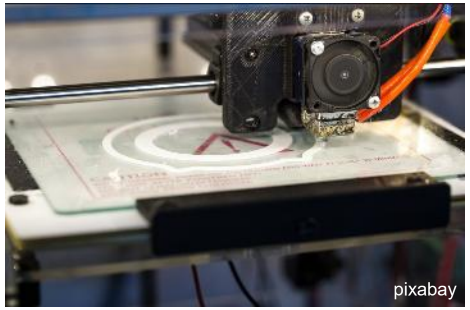


Der spezifische Input von Objektart i je Output-Einheit der Objektart j wird als **Produktionskoeffizient r_{ij}** bezeichnet: $r_{ij} = \frac{x_i^\rho}{y_j^\rho}, \rho = j - m$

Angleichung der Indices von Objekten j ($j = \mathrm{m} + 1, \dots, \kappa$) und Grundaktivitäten ρ (ρ = 1, …, π) entsprechend der Anzahl Inputs m

Welcher der abgebildeten Prozesse ist nicht outputseitig determiniert?

?

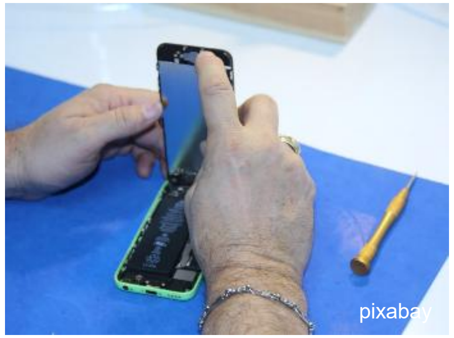

pixabay

3D-Druck

Getränkezapfanlage (Cola)


unsplash

Montageprozess (smartwatch)


pixabay

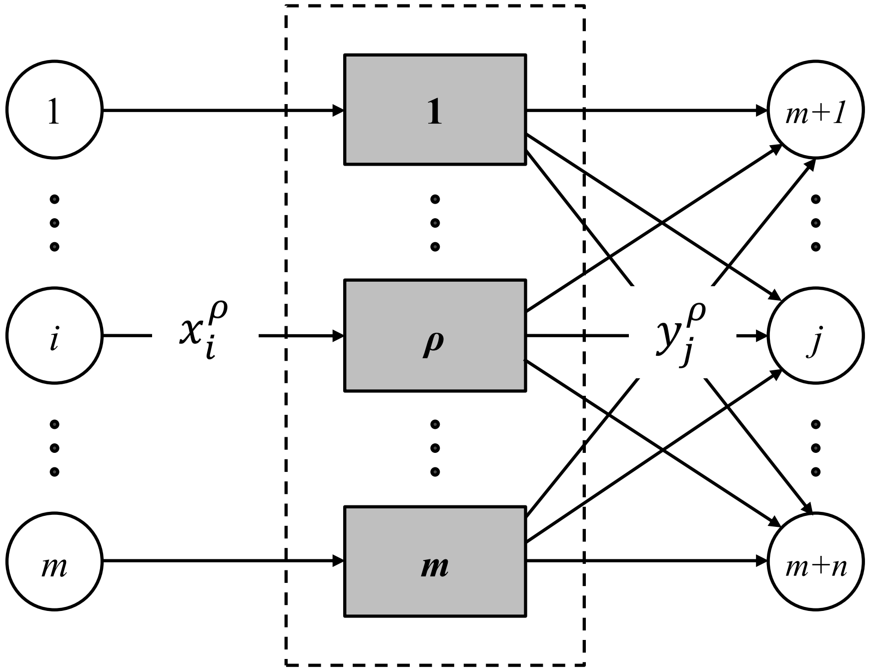
Handydisplay-reparatur


Checkteam on Wikipedia

Mischprozess (Beton)

Grundlegende Strukturtypen - inputseitig determinierte Produktion

- Eindeutige Beziehung zwischen Grundaktivitäten und Inputarten (1:1)
- Nur ein Inputkoeffizient je Grundaktivität ungleich Null



Ausbeute-/Rückstands-/Emissionskoeffizient $b_{ij} = \frac{y_j^\rho}{x_j^\rho} \; mit \; \rho = 1$

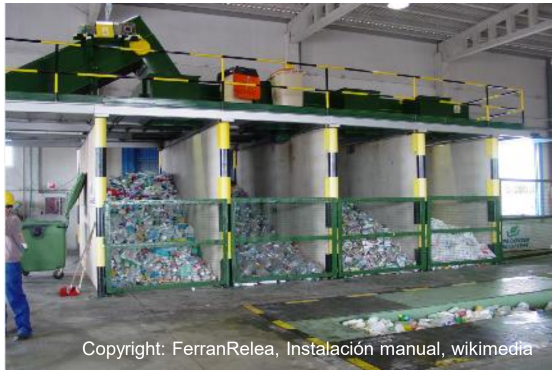
Keine Angleichung der Indices erforderlich

Welcher der abgebildeten Prozesse ist nicht inputseitig determiniert?

?

Demontage Altmotoren

Waschanlage

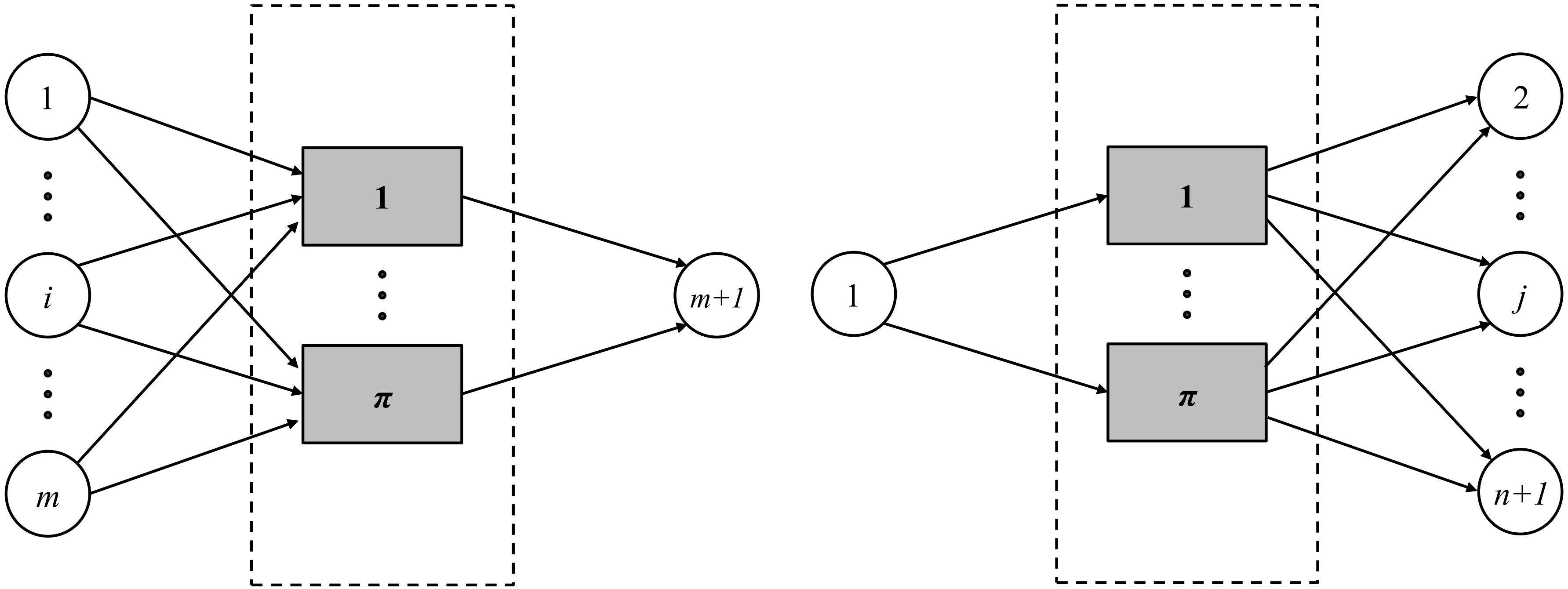


Müllsortieranlage

Bierbrauen (Läutern)

Verfahrenswahl bei der Herstellung eines Outputs

- π verschiedene Verfahren, um ein und dieselbe Objektart zu verarbeiten



Mehrstufige Techniken

Bisher: **Einstufige Techniken**

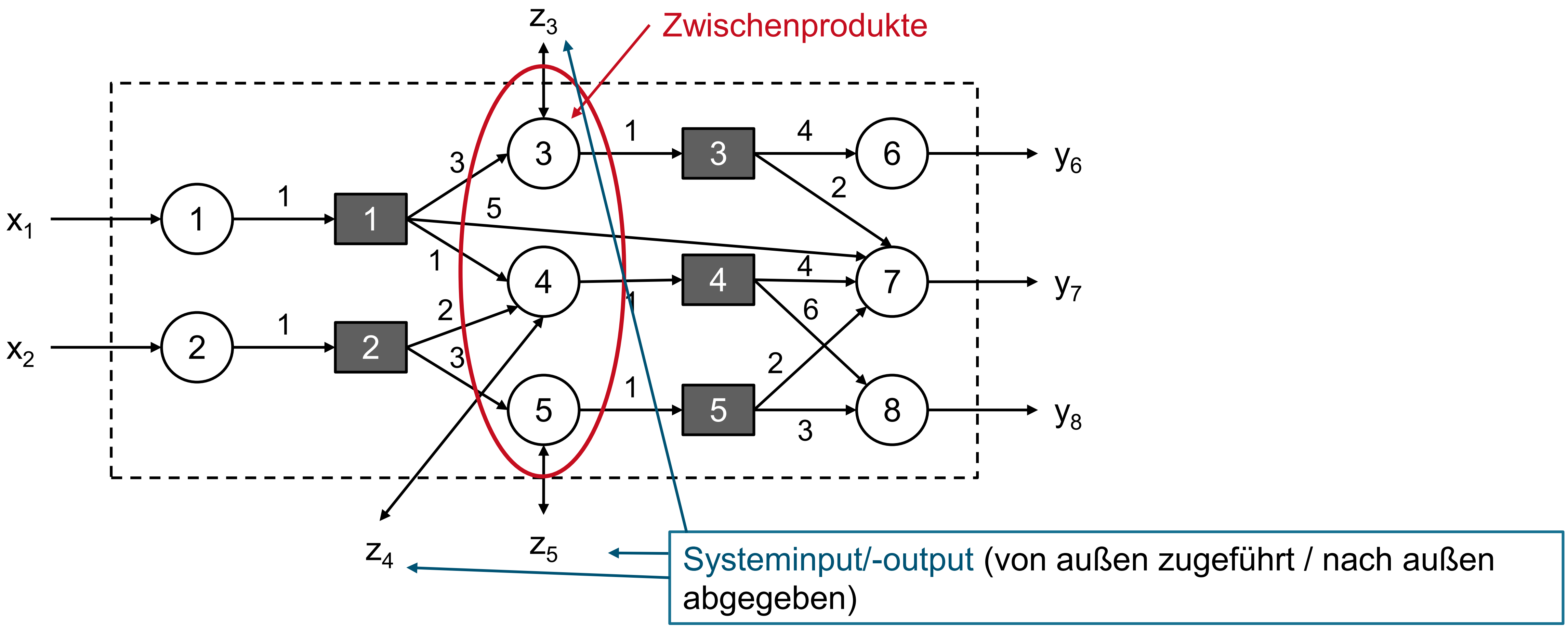
Keine Objektart ist gleichzeitig Output einer Aktivität als auch Input einer anderen Aktivität!

Jetzt: **Mehrstufige Techniken**

Objektarten können Output einer Aktivität und Input einer anderen Aktivität sein
→ Zwischenprodukte

Modellierung als I/O-Graph

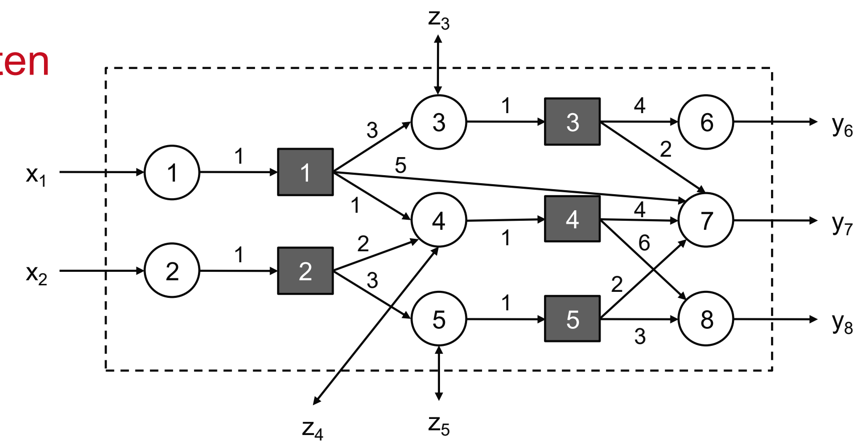
Beispiel: Zweistufige, inputseitig determinierte Technik



Technikmatrix M und Technik T (Produktionssicht)

Beispiel: Zweistufige, inputseitig determinierte Technik

$M = (z^1, \dots, z^5)$ Technikmatrix definiert über Grundaktivitäten



$$M = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 2 & 4 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 6 & 3 \end{pmatrix} \begin{array}{l} \left.\vphantom{\begin{matrix}0\\0\end{matrix}}\right\} \text{Input-Objektarten} \\ \left.\vphantom{\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}}\right\} \text{Zwischenprodukte} \\ \left.\vphantom{\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}}\right\} \text{Output-Objektarten} \end{array}$$

Grundaktivitäten $\longrightarrow$

Zwischenprodukte sind sowohl Output als auch Input

Technik T:

Wie bisher: keine Angleichung erforderlich

$$T = (z \in \mathbb{R}^8 \mid z = M \cdot \lambda, mit\ \lambda^1, \dots, \lambda^5 \in \mathbb{N}_0)$$

Zyklische Techniken

Bisher: Einstufige und mehrstufige Techniken

Einstufige Techniken:

Keine Objektart ist gleichzeitig Output einer Aktivität als auch Input einer anderen Aktivität!

Mehrstufige Techniken:

Objektarten können Output einer Aktivität und Input einer anderen Aktivität sein → Zwischenprodukte

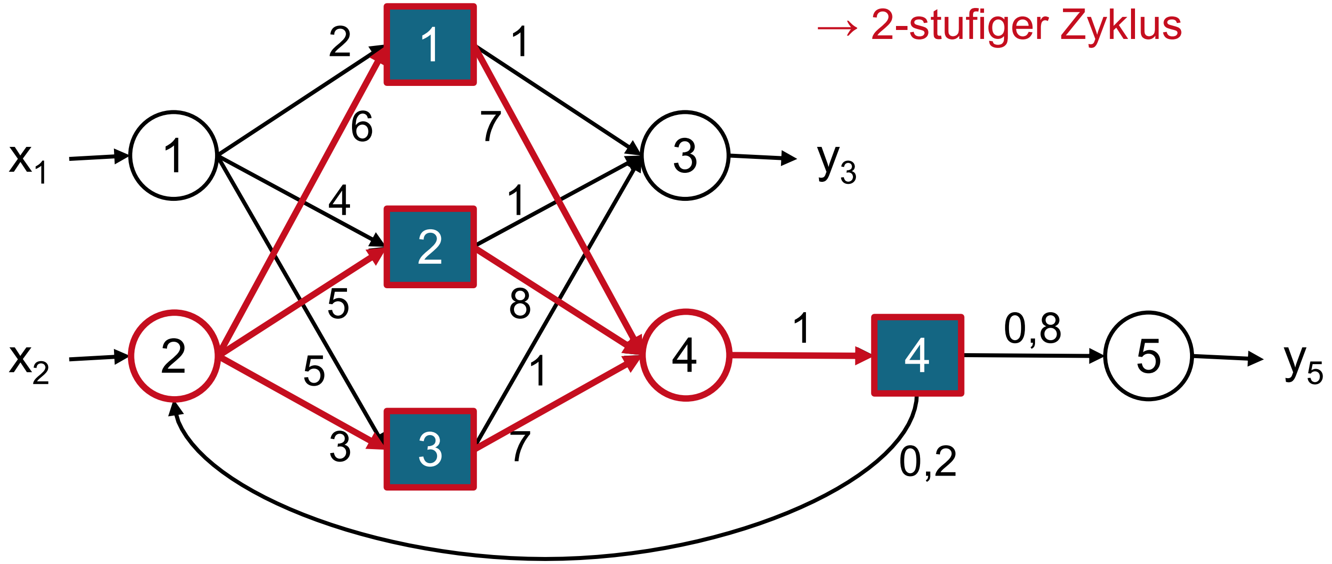
Jetzt: Zyklische Techniken

Outputobjektarten nachgelagerter Aktivitäten werden als Inputobjektarten in vorgelagerten Aktivitäten wieder eingesetzt

Modellierung als I/O-Graph

Mindestens eine geschlossene Produktionskette (Zyklus), zum Beispiel:

Objektart 2 ist Output in Aktivität 4 und
Input in Aktivität 1, 2 und 3
→ 2-stufiger Zyklus



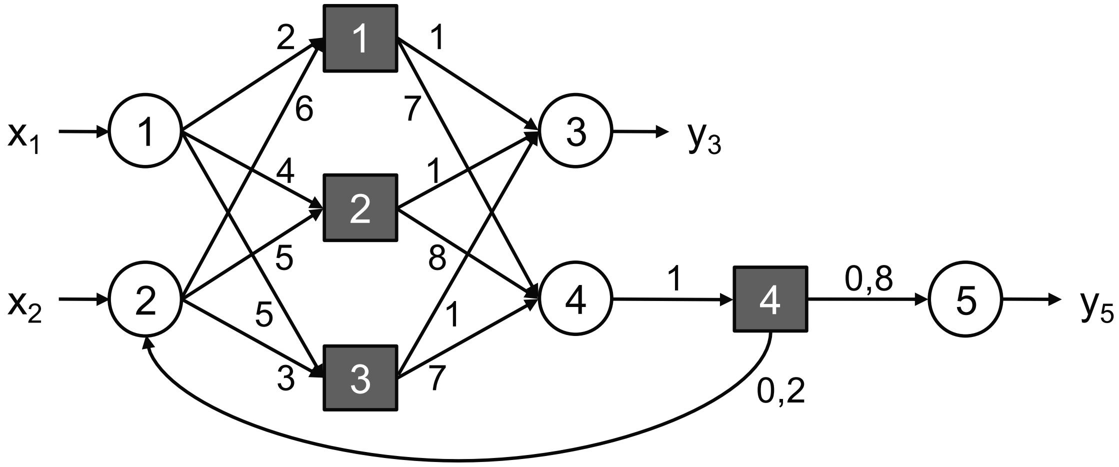
- Prozessindustrie (unvollständige Umwandlung)
- Innerbetriebliche Leistungsverflechtung (Nutzung von Abwärme)
- Innerbetriebliches Recycling (Rückführung von Schneideresten)

Quelle: Dyckhoff/Spengler (2010), S. 187

Technikmatrix M und Technik T

$$M = (z^1, \dots, z^4)$$

$$M = \begin{pmatrix} -2 & -4 & -5 & 0 \\ -6 & -5 & -3 & 0{,}2 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 7 & 8 & 7 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}8 \end{pmatrix}$$



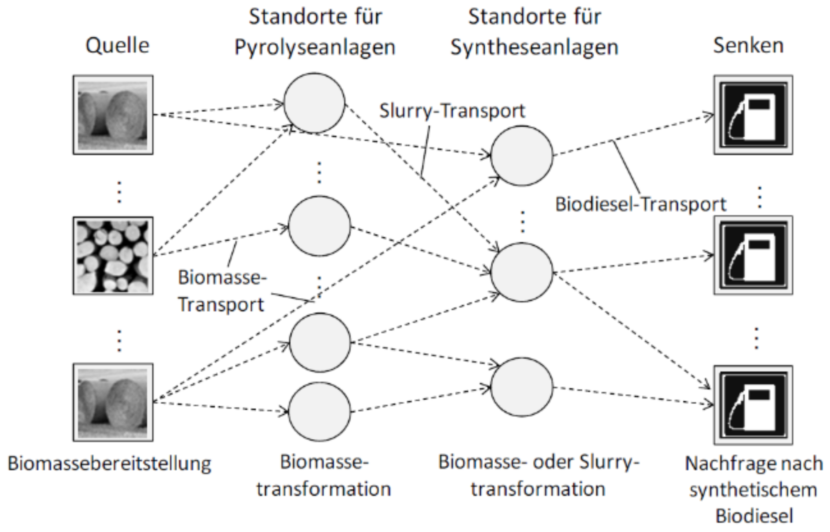
$$T = (z \in \mathbb{R}^5 | z = M \cdot \lambda, mit \lambda^1, \dots, \lambda^4 \geq 0)$$

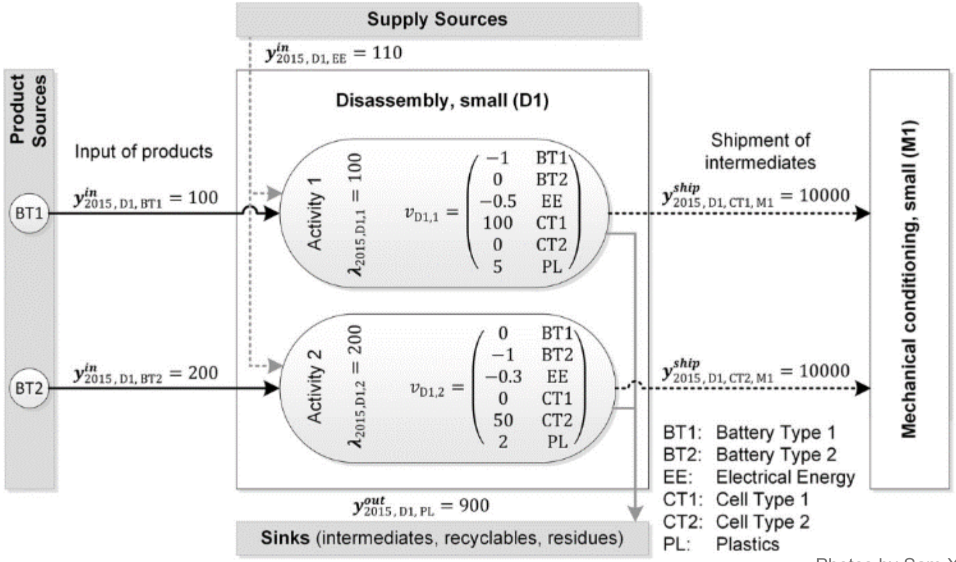
Wie bisher: keine Angleichung erforderlich

Source:

Beispielhafte Anwendungen der Aktivitätsanalyse

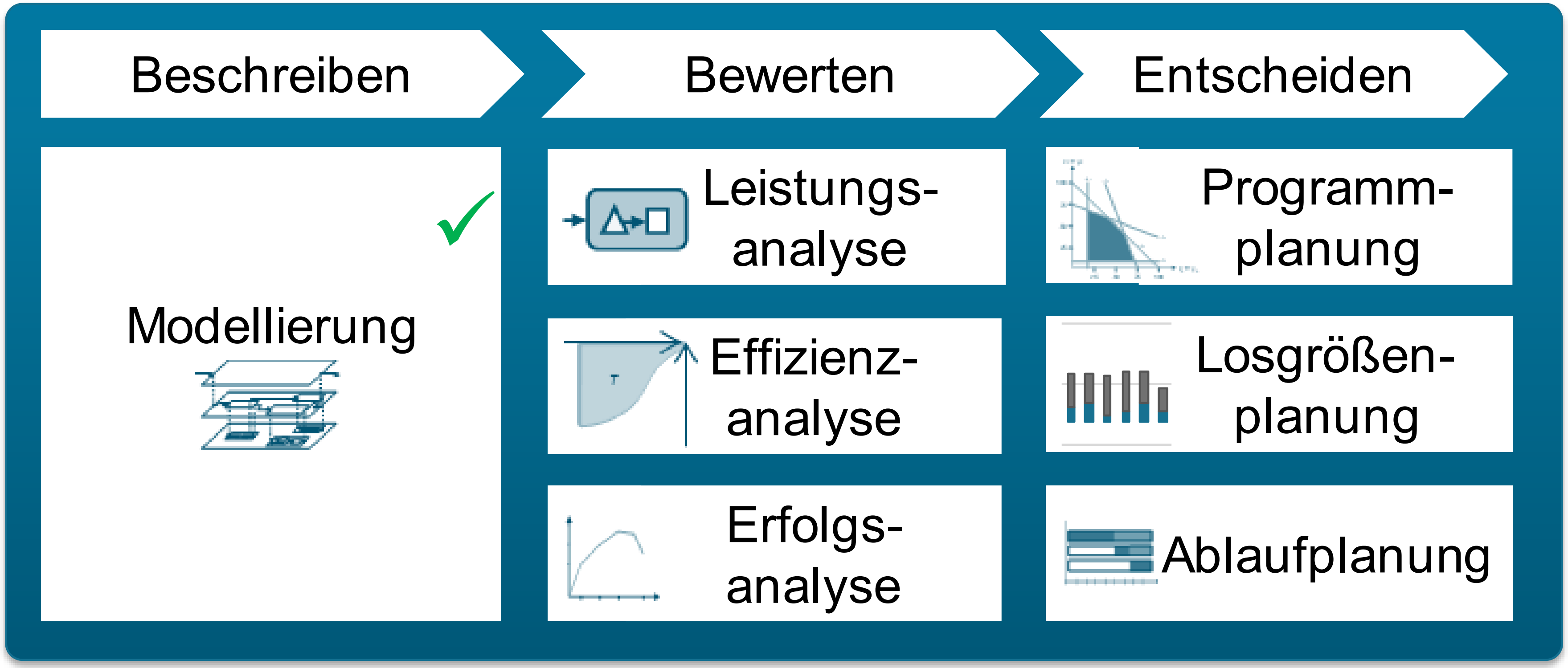
Modul POMcases





Photos by Sam X and Sol Mitnick on Unsplash

Rahmen der Veranstaltung



Wie lassen sich Produktionsprozesse vergleichen?

Source:

Effizienzanalyse

Idee:

Klassifikation der Objektarten hinsichtlich ihrer Erwünschtheit

Ziel:

Vergleich von Produktionsaktivitäten

Photo by Lance Grandahl on Unsplash

Erwünschtheit

Güter (good): nützliche Objekte, die aufgrund ihrer relativen Knappheit einen positiven Gebrauchs- oder Tauschwert haben.

Übel (last, bad): Objekte, die als störend bzw. schädlich eingestuft und im relativen Überschuss vorhanden sind. Sie werden daher negativ bewertet.

	Inputobjektarten	Outputobjektarten
Erwünscht	Gute Produktion **minimiert** den Einsatz (weniger ist besser)	Gute Produktion **maximiert** die Ausbringung (mehr ist besser)
Unerwünscht	Gute Produktion **maximiert** den Einsatz (mehr ist besser)	Gute Produktion **minimiert** die Ausbringung (weniger ist besser)

Source:

Vorüberlegungen zur Bewertung der Produktion

Ziel: Vergleich mehrerer Chiphersteller anhand Faktorproduktivität

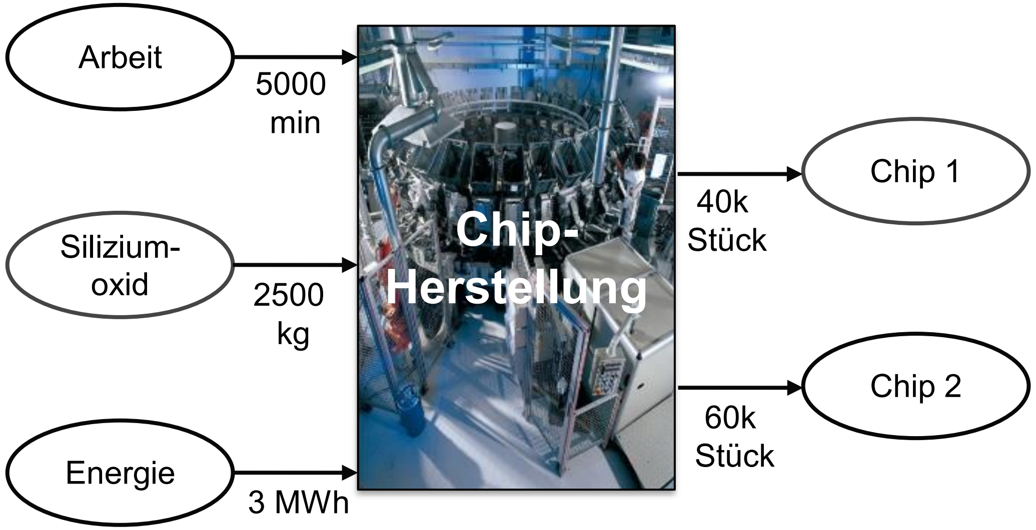
- Faktorproduktivität = Output / Input
- Output: Chips (erwünscht)
- Input: Arbeitszeit (erwünscht)
- Arbeitsproduktivität =
  Anzahl Chips / Arbeitsstunde

Problem

- Ggf. mehr als ein Input
- Ggf. mehr als ein Output

Lösungsmöglichkeit

- Gewichtete Maße (→ Erfolgsanalyse)
- Nicht-parametrische Maße:
  Dominanz und Effizienz



Source:

Definition der Dominanz

$$z_k^\rho = y_k^\rho - x_k^\rho$$

Wann ist eine Produktion strikt besser als eine andere?

Definition Dominanz

Eine Aktivität z^1 **dominiert** eine Aktivität z^2 genau dann, wenn für alle betrachteten Objektarten $k = 1,\dots,\kappa$ gilt:

- für jede *erwünschte* Objektart k Nicht mehr Input, nicht weniger Output

$$-z_k^1 = \boldsymbol{x_k^1} \le \boldsymbol{x_k^2} = -z_k^2 \qquad z_k^1 = \boldsymbol{y_k^1} \ge \boldsymbol{y_k^2} = z_k^2 \qquad \rightarrow \qquad z_k^1 \ge z_k^2$$

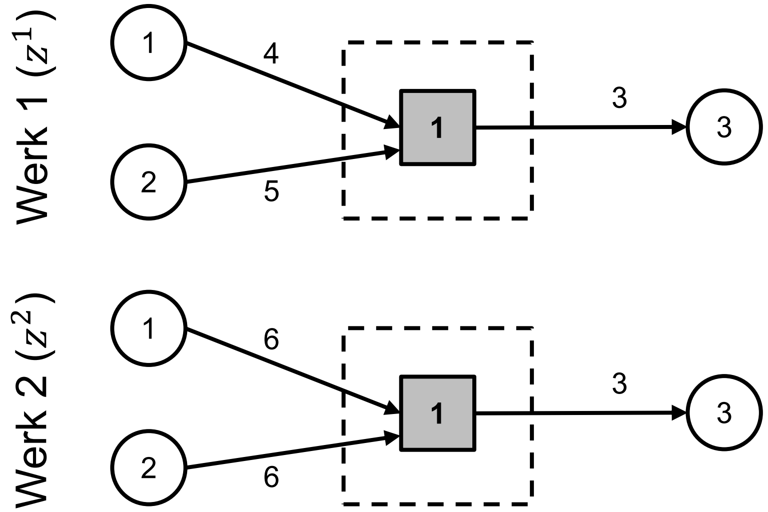
- für jede *unerwünschte* Objektart k Nicht weniger Input, nicht mehr Output

$$-z_k^1 = \boldsymbol{x_k^1} \ge \boldsymbol{x_k^2} = -z_k^2 \qquad z_k^1 = \boldsymbol{y_k^1} \le \boldsymbol{y_k^2} = z_k^2 \qquad \rightarrow \qquad z_k^1 \le z_k^2$$

- und in wenigstens einem dieser Fälle eine echte Ungleichung vorliegt.

Dominanz – ein Beispiel

Beispiel:



Alle Objektarten sind **erwünschte** Objektarten
→ Dominanzbedingung: $z_k^1 \geq z_k^2$

$$z^1 = \begin{pmatrix} -4 \\ -5 \\ 3 \end{pmatrix} \begin{matrix} > \\ > \\ = \end{matrix} \begin{pmatrix} -6 \\ -6 \\ 3 \end{pmatrix} = z^2$$

→ z^1 dominiert z^2

Jetzt: Input 1 ist eine **unerwünschte** Objektart → Dominanzbedingung: $z_1^1 \leq z_1^2$

→ z^1 dominiert z^2 nicht mehr
→ z^2 dominiert aber auch nicht z^1

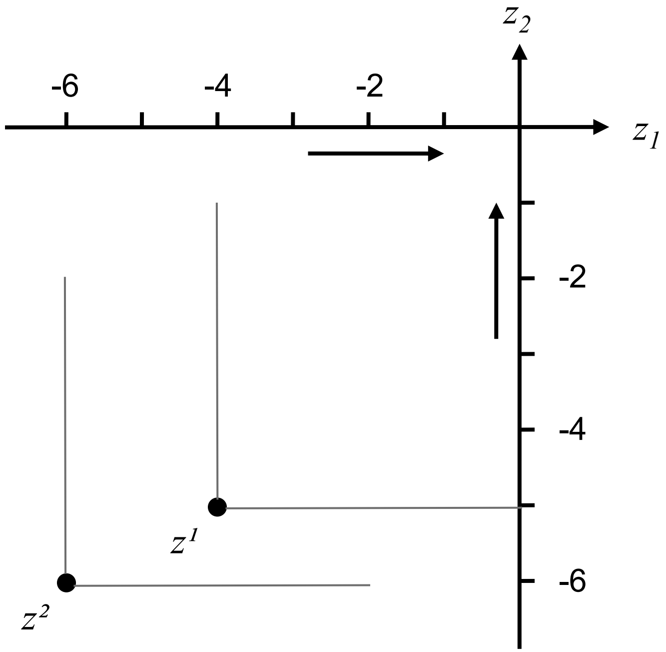
Source:

Graphische Dominanzanalyse

Beispiel:

Alle Objektarten sind **erwünschte** Objektarten

$$z^1 = \begin{pmatrix} -4 \\ -5 \\ 3 \end{pmatrix} \qquad z^2 = \begin{pmatrix} -6 \\ -6 \\ 3 \end{pmatrix}$$



→ z^1 dominiert z^2

Dominanzrichtung
bei *erwünschten* Objektarten:

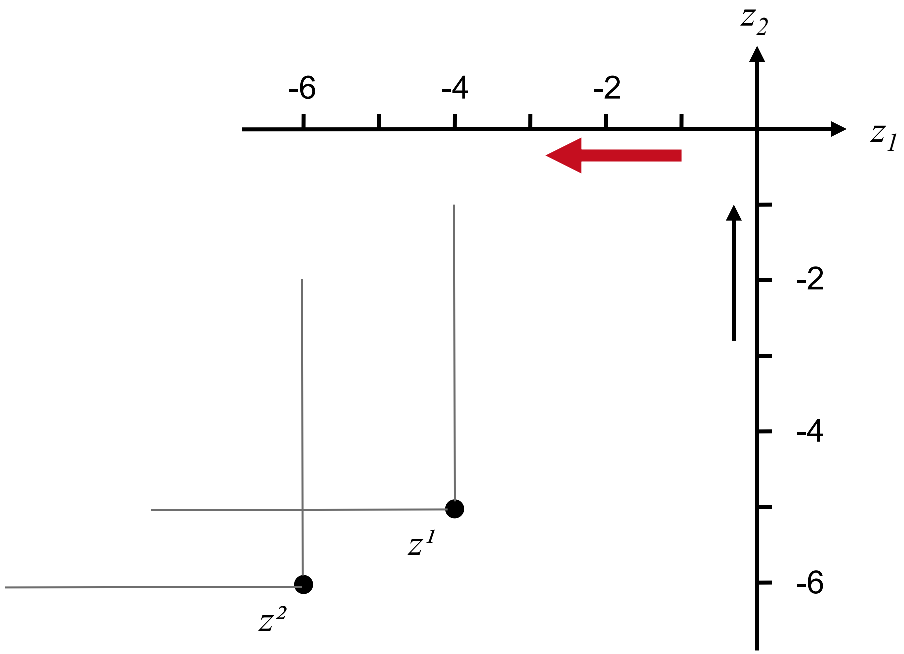
Aktivitäten, die nicht dominiert werden liegen weiter **nordöstlich**

Graphische Dominanzanalyse

Beispiel:

Input 1 ist eine **unerwünschte** Objektart

$$z^1 = \begin{pmatrix} -4 \\ -5 \\ 3 \end{pmatrix} \qquad z^2 = \begin{pmatrix} -6 \\ -6 \\ 3 \end{pmatrix}$$



Dominanzrichtung
kehrt sich bei unerwünschten Objektarten für die entsprechende Objektart um

$\rightarrow$ z^1 dominiert z^2 nicht
$\rightarrow$ z^2 dominiert z^1 nicht
$\rightarrow$ *keine Dominanzbeziehung*

Source:

Effizienz

Wann ist eine Produktion (relativ) gut?

Definition Effizienz
Eine Aktivität heißt effizient, wenn sie **von keiner anderen Aktivität** der zugrunde liegenden Technik bzw. **des Produktionsraums dominiert** wird.

Source:

Effizienter Rand

Definition effizienter Rand

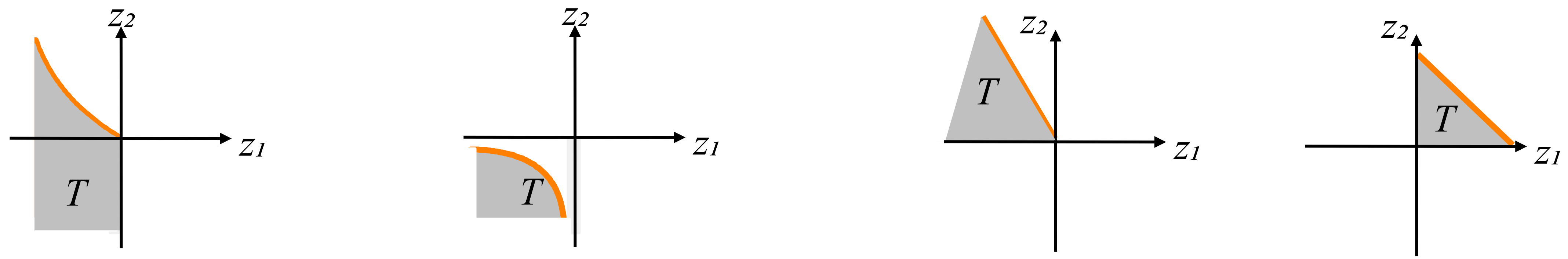
Die Menge der effizienten Produktionsaktivitäten

$$T^{eff} = \{z \in T \vee z \text{ ist eine effiziente Produktionsaktivität}\}$$

wird als **effizienter Rand** der Technik bezeichnet.

Graphische Bedeutung bei erwünschten Objektarten:

Die effizienten Punkte liegen immer auf dem nordöstlichen Rand der Technik



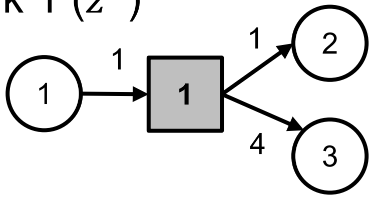
Quelle: Dyckhoff /Spengler (2010), S. 117

Effizienter Rand

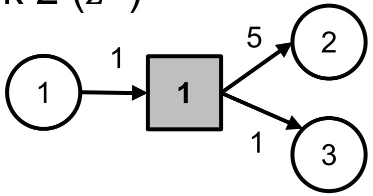
Beispiel: Effiziente Ränder

Zeichnen Sie die folgenden drei Aktivitäten in ein zweidimensionales Output-Output-Diagramm ein und kennzeichnen Sie den effizienten Rand der Technik unter der Annahme, dass alle Objektarten als erwünscht betrachtet werden.

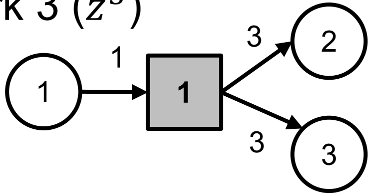
Werk 1 (z^1)



Werk 2 (z^2)



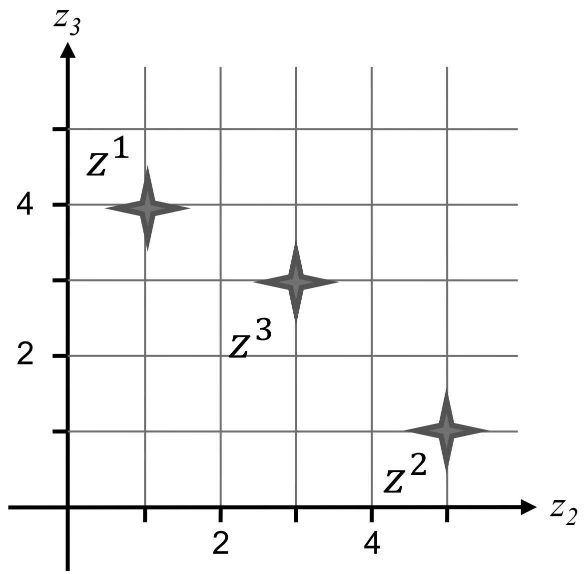
Werk 3 (z^3)



$$z^1 = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$z^2 = \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix}$$

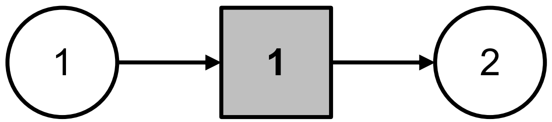
$$z^3 = \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix}$$



Source:

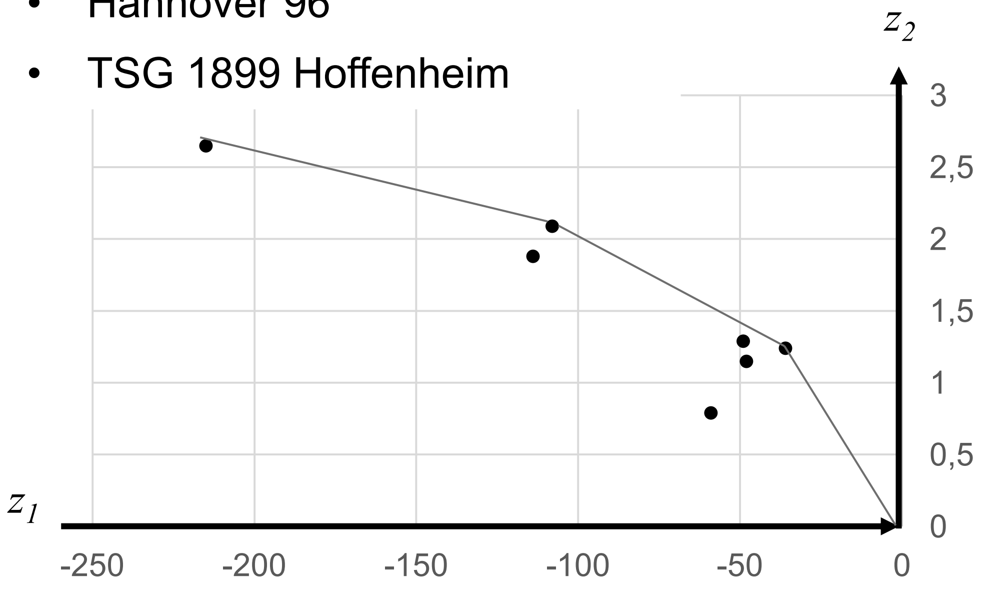
Anwendungen der Effizienzanalyse

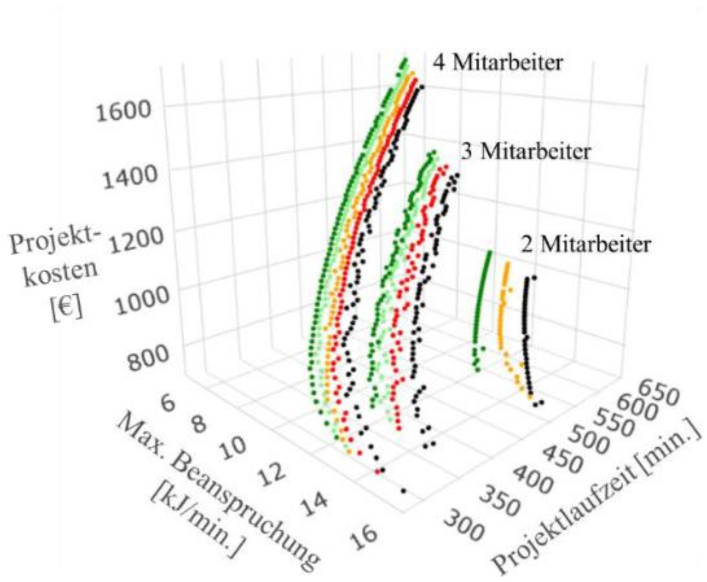
- Bayern München
- Schalke
- Borussia Dortmund
- Hamburger SV
- SV Werder Bremen
- Hannover 96
- TSG 1899 Hoffenheim



z_1 (Mannschaftsbudget)

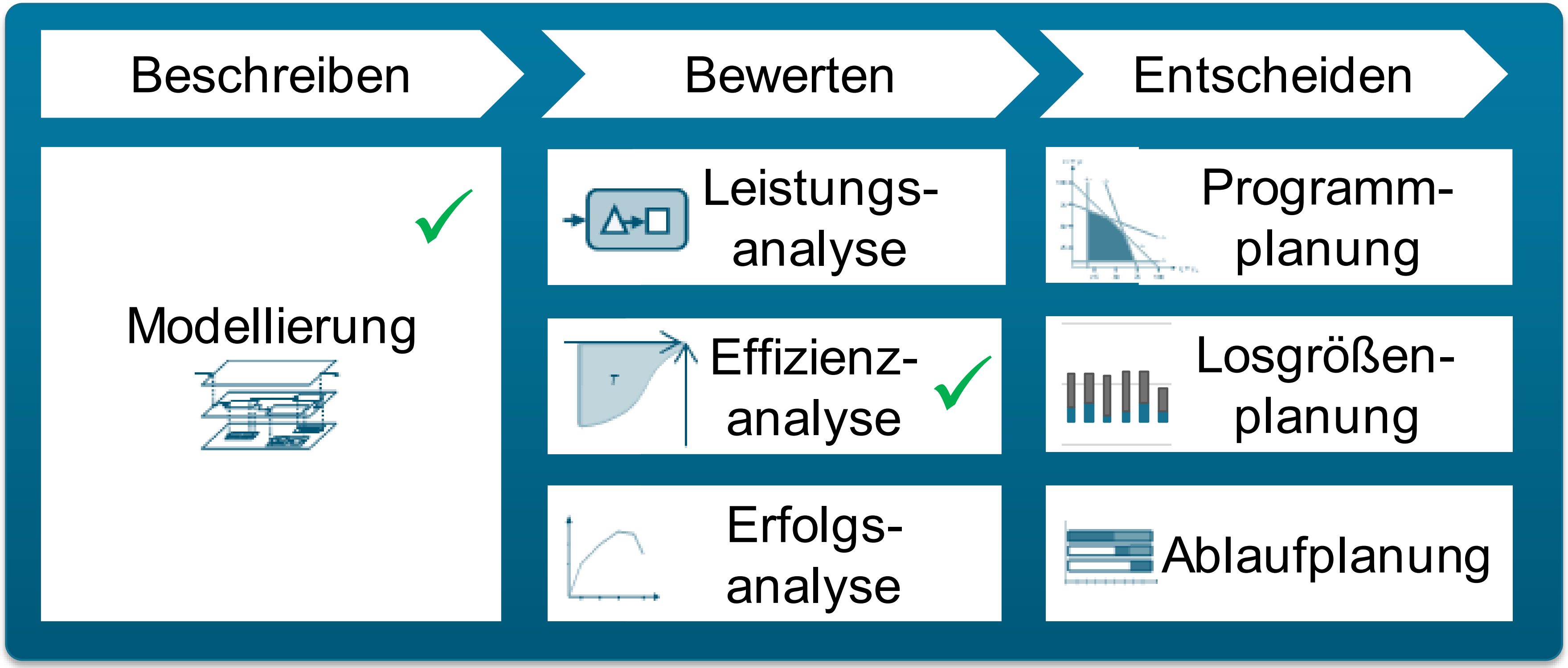
z_2 (Punkte je Spiel)





Pyatunin (2016); David (2023)

Rahmen der Veranstaltung



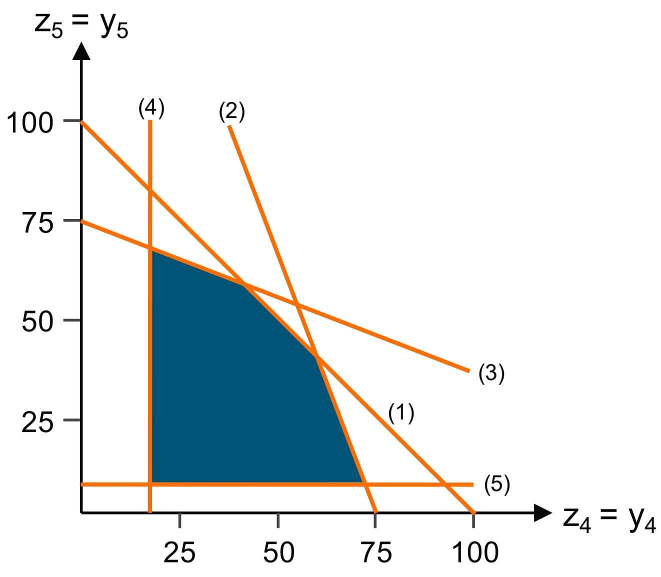
Wie lässt sich der Erfolg von Produktionsprozesse messen?

Source:

Erfolgstheorie

- Bisher wurde wert- bzw. bewertungsfrei modelliert → **Mengengerüst**

$$Z = \left\{ z \in IR^6 \mid z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}15 \\ 1 \\ 0 \\ 30 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}4 \\ 0 \\ 1 \\ 25 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -30 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, \lambda^1, \lambda^2 \in IN_0 \right\}$$



- Inwieweit erreicht(en) die durchgeführte(n) Aktivität(en) die gesteckten Ziele?

➡ Zuordnung eines eindimensionalen Wertes (**Erfolg)**

Source:

Bewertungsansatz

Monetärer Bewertungsansatz:

- Basiert auf tatsächlich beobachtbaren Zahlungsströmen
- Beschaffungsmarkt → Beschaffungspreise für Inputs
- Absatzmarkt → Absatzpreise für Outputs

Annahmen:

- Eine Produktion lässt sich allein anhand faktischer Zahlungen bewerten
  → Transformation der Objektarten bedingt Ein- und Auszahlungen
- Für alle Objektarten können Preise bestimmt werden
  (existieren keine Marktpreise (neutrale Objektarten wie CO_2 oder öffentliche Güter) können bei Bedarf externe Kosten bestimmt werden)

Photo by Fabian Blank on Unsplash

Ökonomische Erfolgsfaktoren: Gewinn

Positive Erfolgsbeiträge: **Erlös** bzw. Nutzen (+)

- z. B. Verkauf eines Chips (erwünschter Output)
- z. B. Einsatz einer Tonne Müll (unerwünschter Input)

Negative Erfolgsbeiträge: **Kosten** bzw. Schaden (-)

- z. B. Lohnkosten (erwünschter Input)
- z. B. erzeugtes Abwasser (unerwünschter Output)

Ökonomische Bewertung

- Gesamterfolg $w(z)$ = **Gewinn** $\boldsymbol{g(z)}$ = Gesamterlös $e(z)$ – Gesamtkosten $k(z)$
- Gewinn bezeichnet den **periodischen** Erfolg

Photo by Jeremy Paige on Unsplash

Variable und fixe Bestandteile des Gewinns

Aufteilung der Erlöse und Kosten in **variable** und **fixe** Bestandteile

Gesamterfolg $w(z)$ = **Gewinn $g(z)$** = $e(z) - k(z)$

$$= e^{var}(z) + e^{fix} - k^{var}(z) - k^{fix}$$

$$= \left(e^{var}(z) - k^{var}(z)\right) + \left(e^{fix} - k^{fix}\right)$$

Beispiel: Fahrradvermietung

Photo by Viktor Kern on Unsplash

$e^{var}(z)$: Erhaltene Mieterlöse pro Minute

e^{fix} : Erhaltener Zuschuss der Kommune

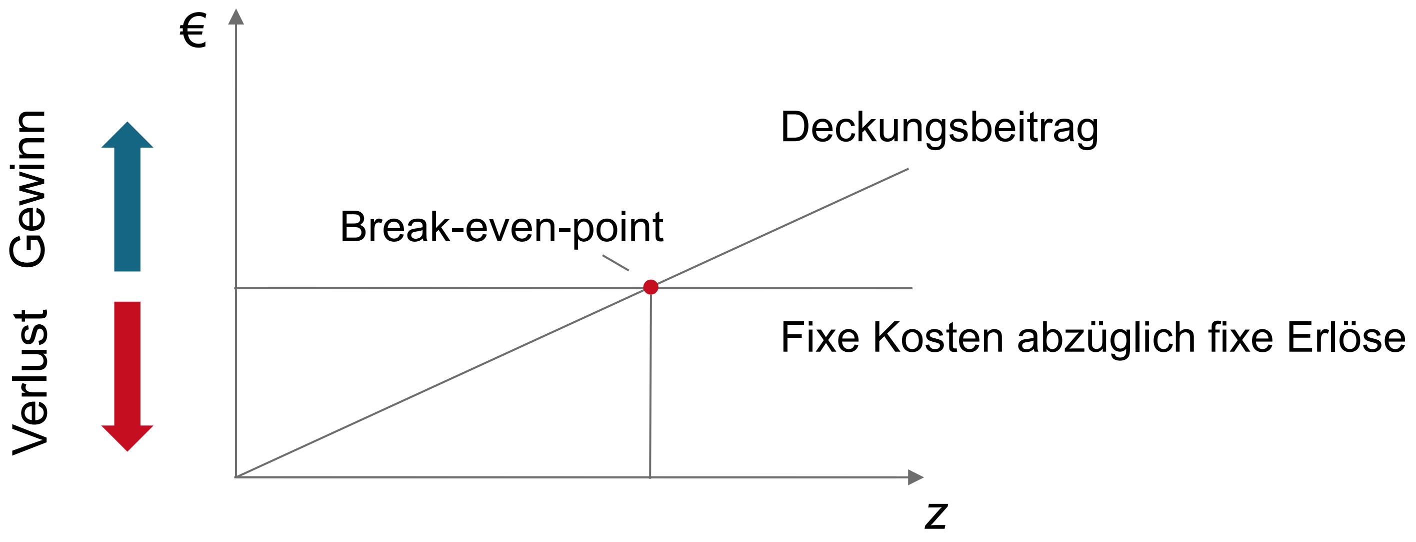
$k^{var}(z)$: Unterhaltskosten (Wartung, Instandhaltung)

k^{fix} : Leasingraten an den Fahrradhersteller

Deckungsbeitrag

Deckungsbeitrag $db(z)$ = variabler Erlös $e^{var}(z)$ – variable Kosten $k^{var}(z)$

$$w^{var}(z) = e^{var}(z) - k^{var}(z) := db(z)$$



Der Break-even-point trennt die Gewinn- von der Verlustzone.

Erfolgsfunktionen

Bisher

- Vergleich von Aktivitäten mit Hilfe von Dominanz und Effizienz

$$z^1 = \begin{pmatrix} -4 \\ -5 \\ 3 \end{pmatrix} \qquad z^2 = \begin{pmatrix} -6 \\ -6 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Jetzt: Erfolgsfunktionen

Messung der Vorteilhaftigkeit einer Aktivität z anhand der Erfolgsfunktion:

- Eindeutige Zuordnung **eines Wertes** zur Messung des Erfolgs

Photo by Michael Longmire on Unsplash

Erfolgsfunktionen

Lineare Erfolgsfunktion

- Gesamterfolg $w(z)$ der Aktivität ergibt sich aus der Summe der mit konstanten Faktoren p_k gewichteten Transformationen der Objektarten z_k :

$$\begin{aligned} w(z) &= w_1(z_1) + \ldots + w_\kappa(z_\kappa) \\ &= (p_1 \cdot z_1) + \ldots + (p_\kappa \cdot z_\kappa) \end{aligned}$$

Gewichtungsfaktoren p_k

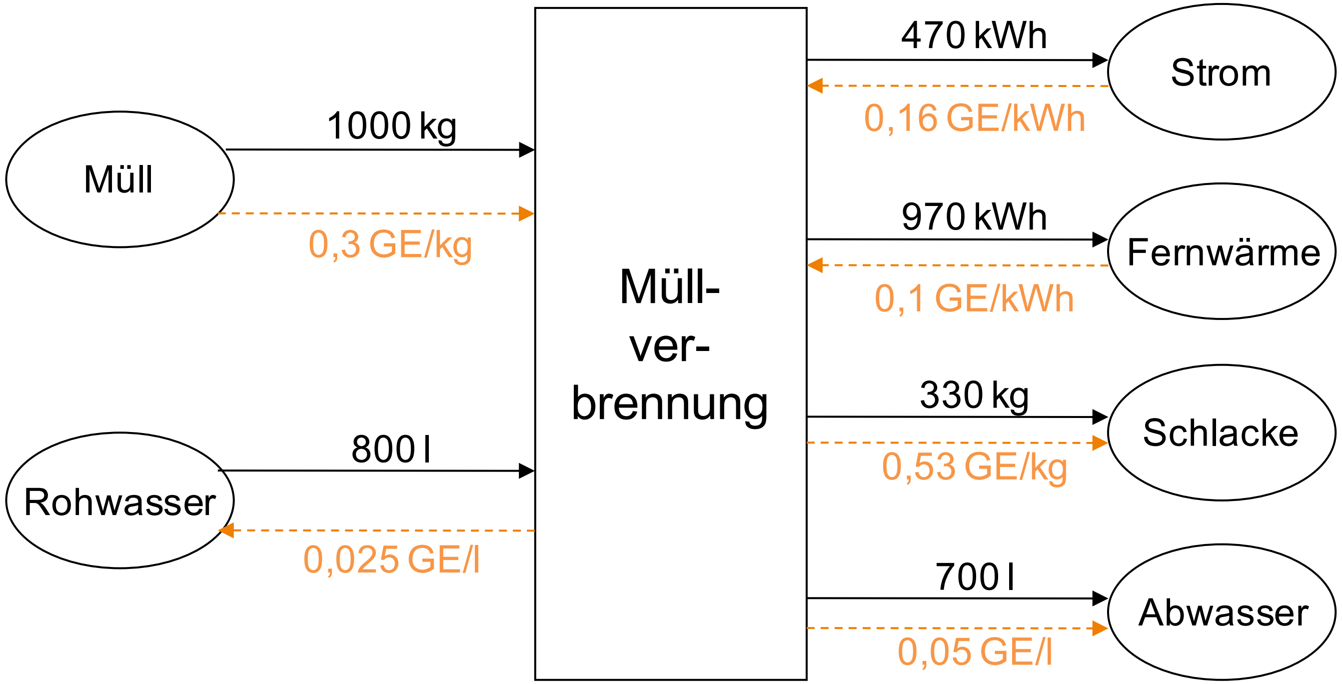
- Ökonomische Bewertung: p_k entsprechen z. B. Preisen
- **Güter haben positive Preise, Übel haben negative Preise**
- Entspricht dem **Wertgerüst**

Die Berücksichtigung fixer Anteile führt zu linear-affinen Erfolgsfunktion.

Beispiel einer linearen Erfolgsfunktion

Preise

$$p = \begin{pmatrix} -0{,}3 \\ 0{,}025 \\ 0{,}16 \\ 0{,}1 \\ -0{,}53 \\ -0{,}05 \end{pmatrix}$$



GE: Geldeinheiten

Beispiel einer linearen Erfolgsfunktion

Berechnung des Gesamterfolges *w*(*z*):

$$w(z) = w_1(z_1) + w_2(z_2) + w_3(z_3) + w_4(z_4) + w_5(z_5) + w_6(z_6)$$

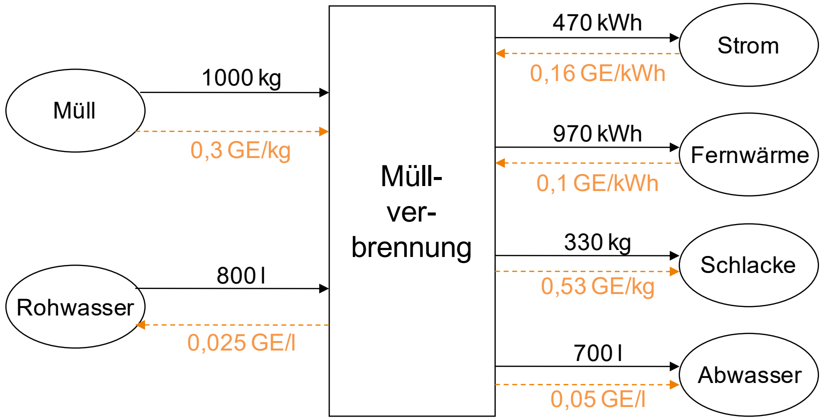
$$= p_1 \cdot z_1 + p_2 \cdot z_2 + p_3 \cdot z_3 + p_4 \cdot z_4 + p_5 \cdot z_5 + p_6 \cdot z_6$$

$$= (-0{,}3) \cdot (-1.000) + (0{,}025) \cdot (-800) + (0{,}16) \cdot (470) + (0{,}1) \cdot (970) + (-0{,}53) \cdot (330) + (-0{,}05) \cdot (700)$$

$$= 300 - 20 + 75{,}2 + 97 - 175 - 35$$

$$= 242{,}2$$

$$p = \begin{pmatrix} -0{,}3 \\ 0{,}025 \\ 0{,}16 \\ 0{,}1 \\ -0{,}53 \\ -0{,}05 \end{pmatrix}$$



- Für jede Produktionsaktivität lässt sich unter Verwendung von Preisen der ökonomische Erfolg bestimmen
- Durch Austausch der Faktoren können auch andere Ziele verfolgt werden (z.B. CO_2-Emissionen)

Source:

Rahmen der Veranstaltung

Beschreiben	Bewerten	Entscheiden
Modellierung ✓	Leistungs-analyse	Programm-planung
	Effizienz-analyse ✓	Losgrößen-planung
	Erfolgs-analyse ✓	Ablaufplanung

Wie lässt sich der Erfolg von Produktionsprozesse messen?

Source:

Fakultät VII Wirtschaft & Management
Fachgebiet Industrielles Produktions- und Dienstleistungsmanagement
Prof. Dr. Thomas Volling

http://pom.tu-berlin.de