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

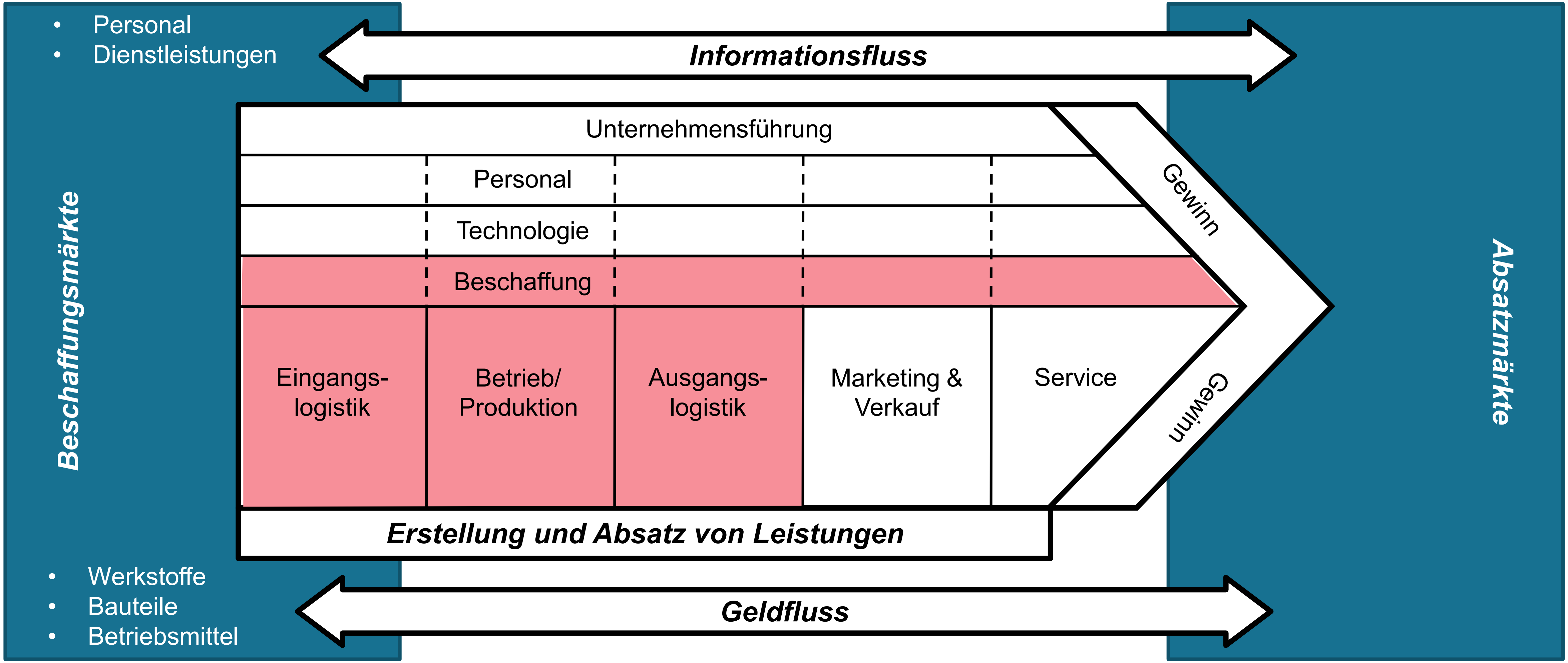
Photo by Wade Lambert on Unsplash

Themenblock 1

Modellierung von Produktionsprozessen

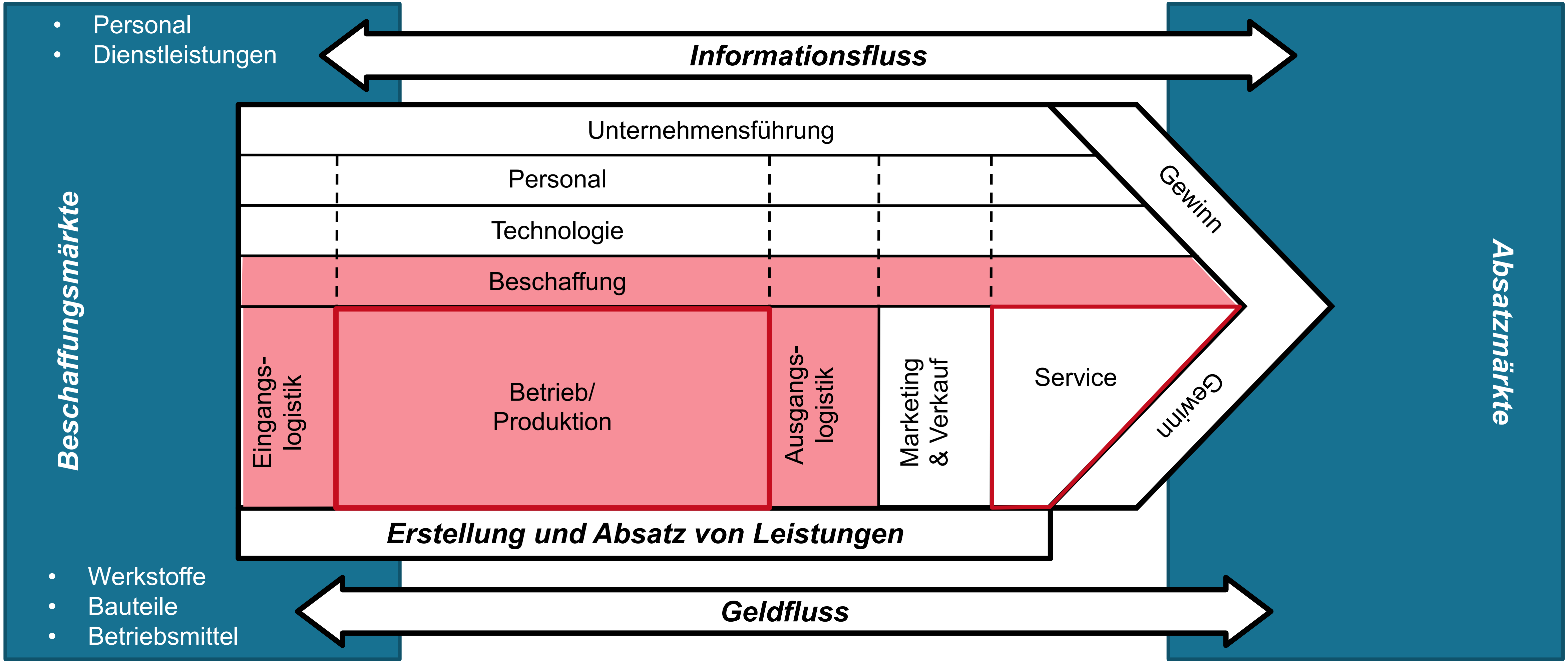
Fakultät VII *Wirtschaft & Management*
Fachgebiet Industrielles Produktions- und Dienstleistungsmanagement
Prof. Dr. Thomas Volling

Thema des Moduls: Produktion als Kerndisziplin der BWL



Source:

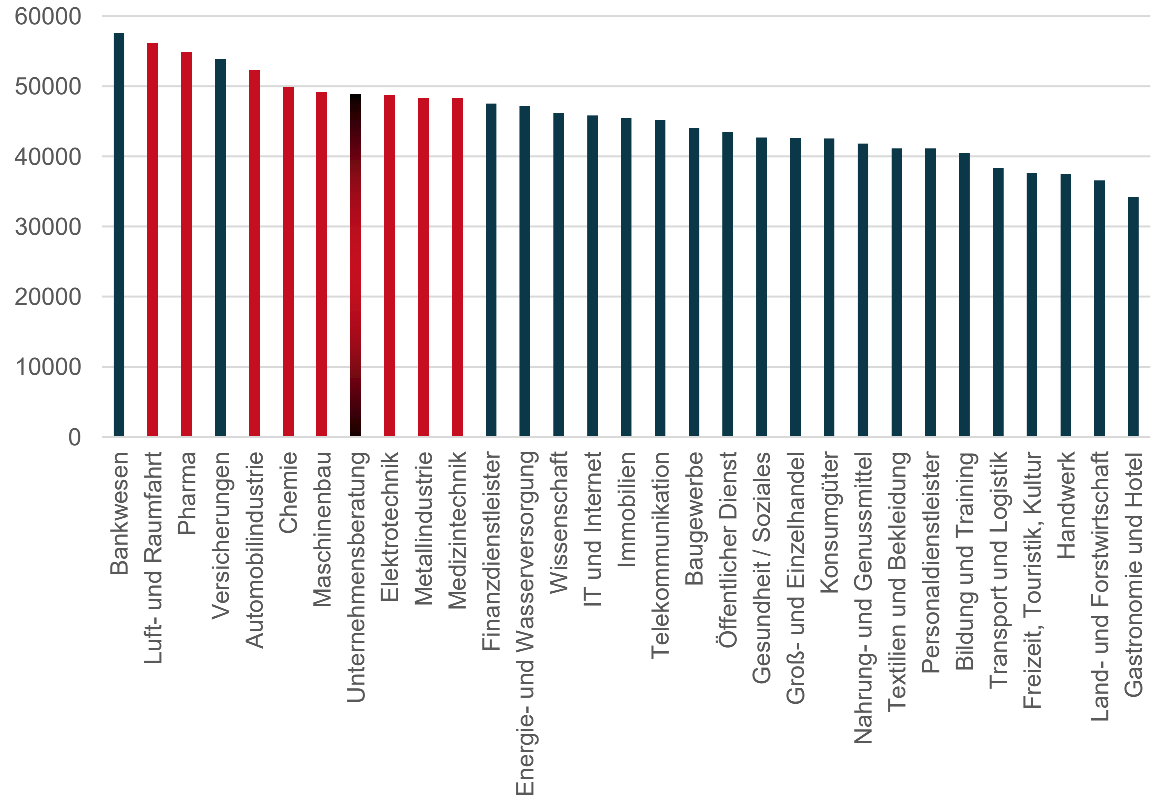
Thema des Moduls: Produktion als Kerndisziplin der BWL



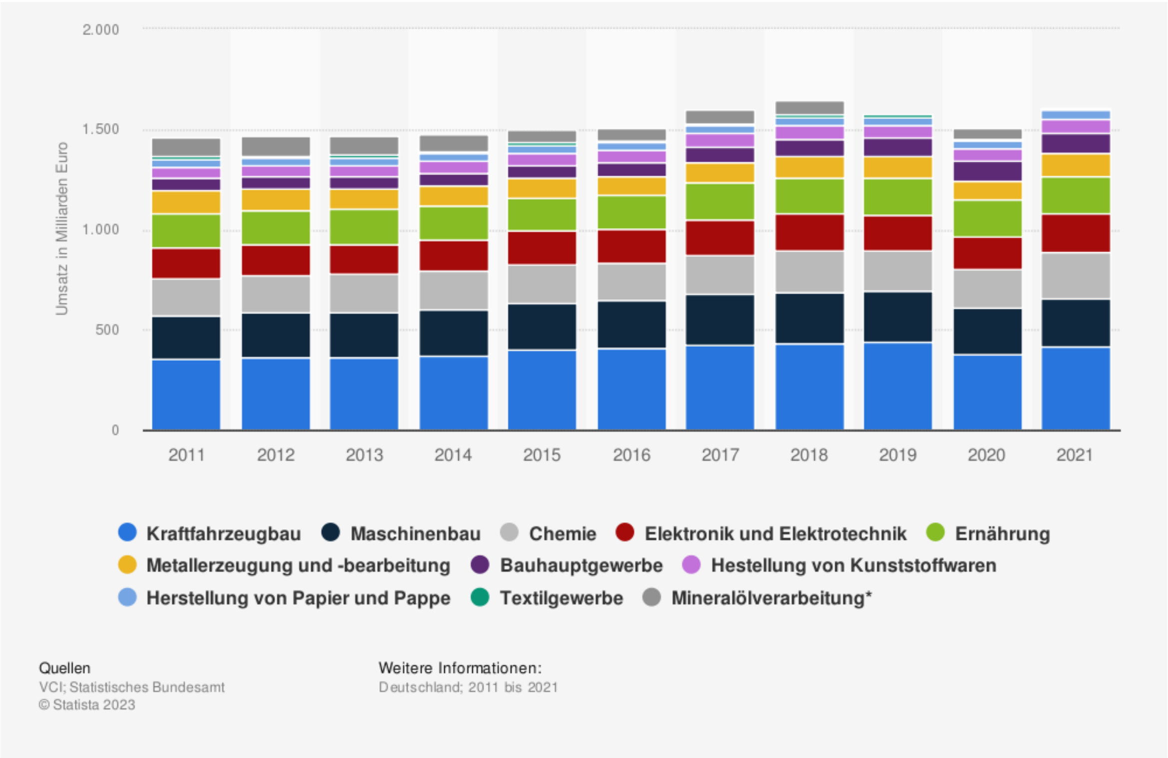
Source:

Bedeutung der Produktion in Deutschland – heute

Durchschnittsgehälter in Deutschland 2025
Bruttoeinstiegsbezüge insgesamt



Die größten Industriezweige in Deutschland
Umsatz (in Mrd. Euro)



Quelle: Statistisches Bundesamt, https://karrierebibel.de/einstiegsgehalt/

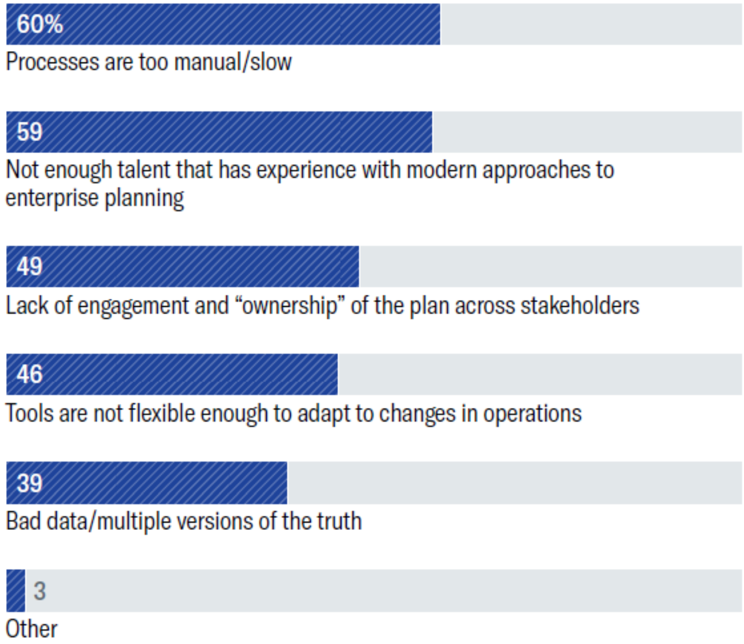
Bedeutung der Produktion in Deutschland – morgen

FIGURE 1

Challenges to Organizational Planning Today

Respondents feel their processes are too manual

Which of the following internal challenges does your organization face in its execution of enterprise planning today? [SELECT ALL THAT APPLY]

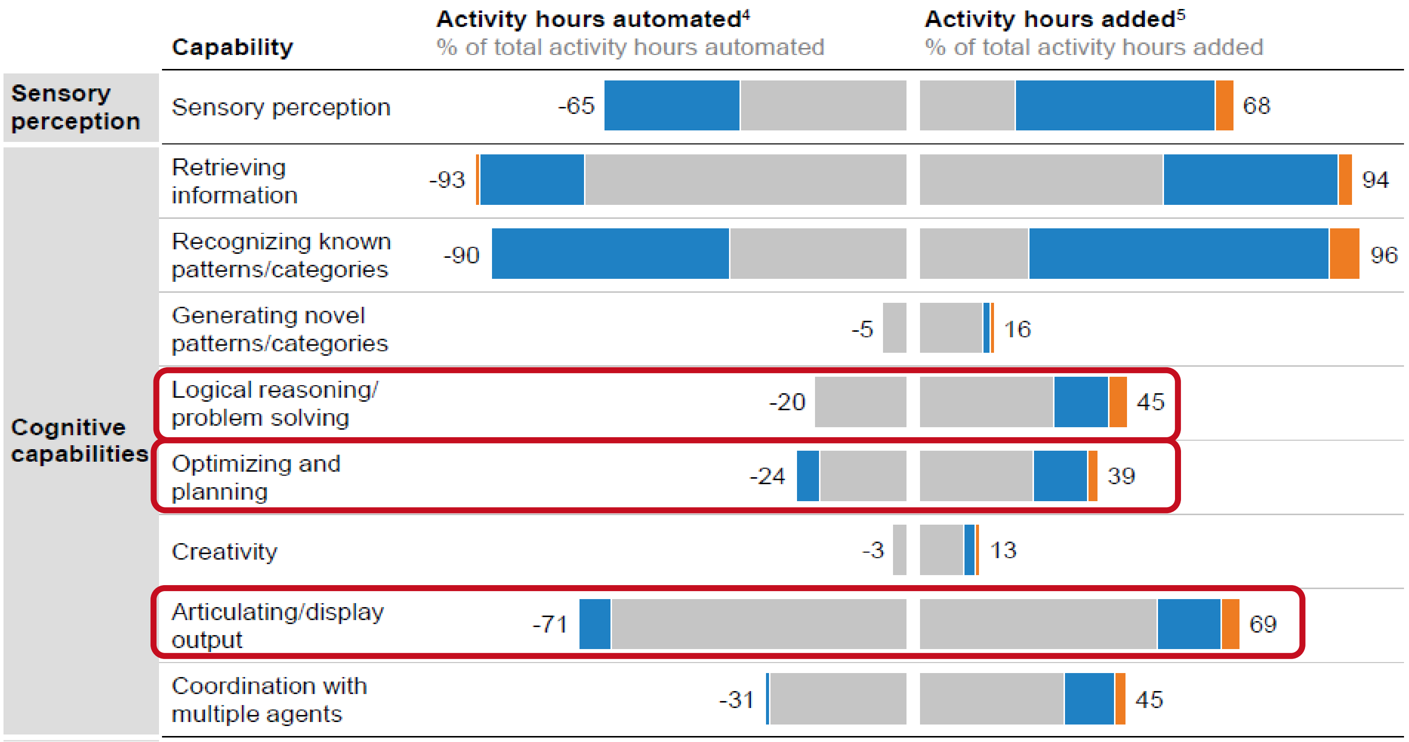


Source: Harvard Business Review Analytic Services survey, April 2022

Future work activities will require more social emotional, creative, and logical reasoning abilities—and more advanced capabilities across the board

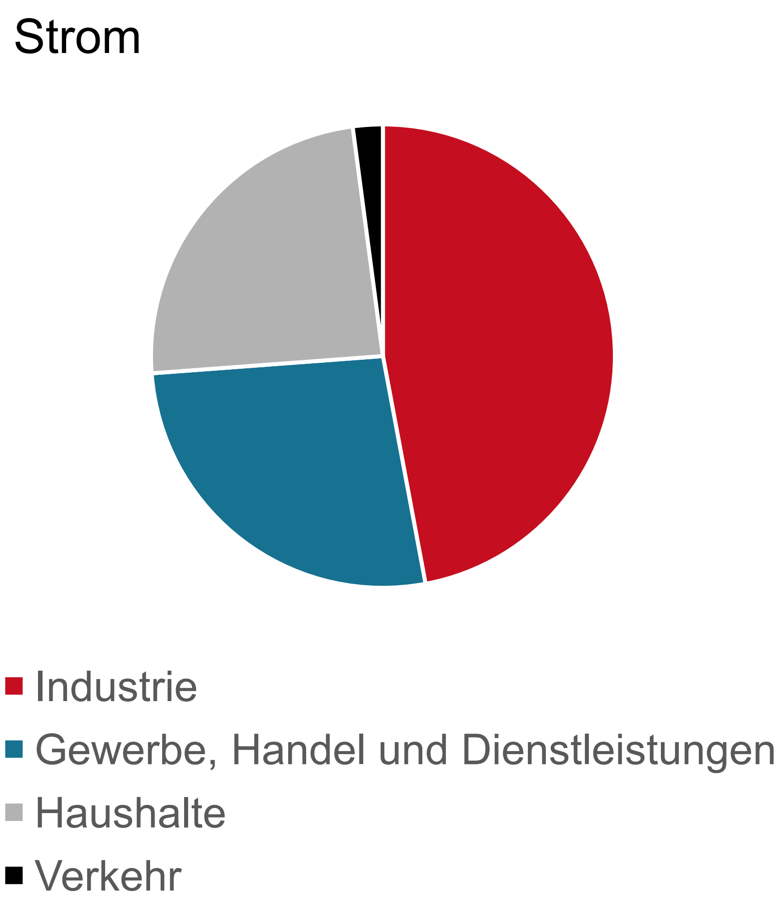
Difference in share of work activity hours which require specified capability, by level of expertise, between new work and displaced work, 2016–30
US example, midpoint automation, step-up scenario

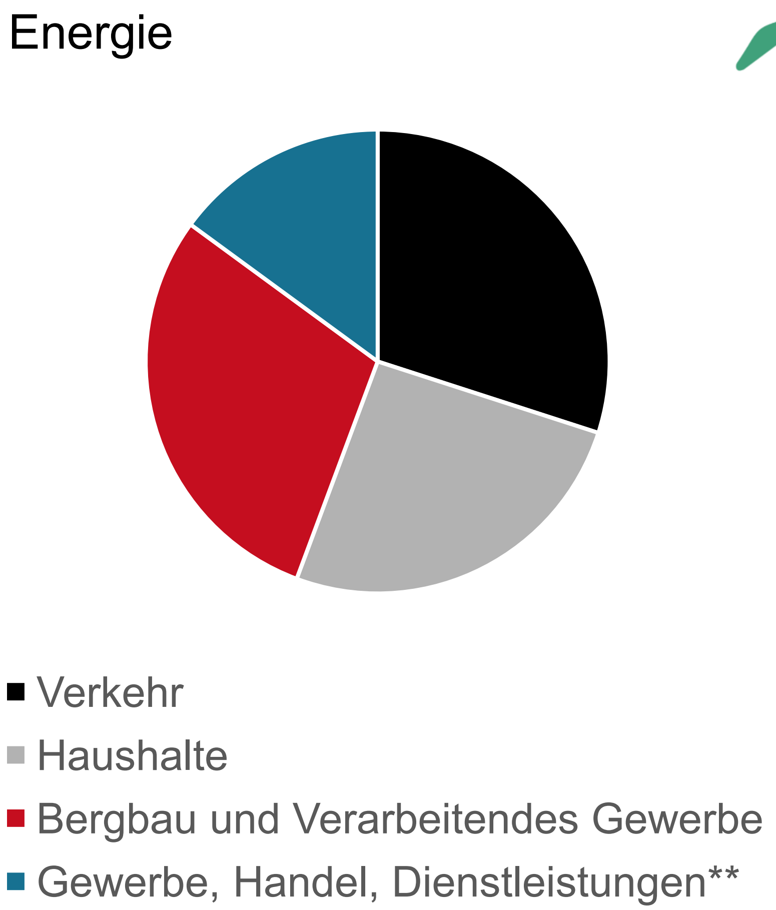
Basic[1]
Intermediate[2]
Advanced[3]



McKinsey

Der Energiebedarf der Industrie im Vergleich





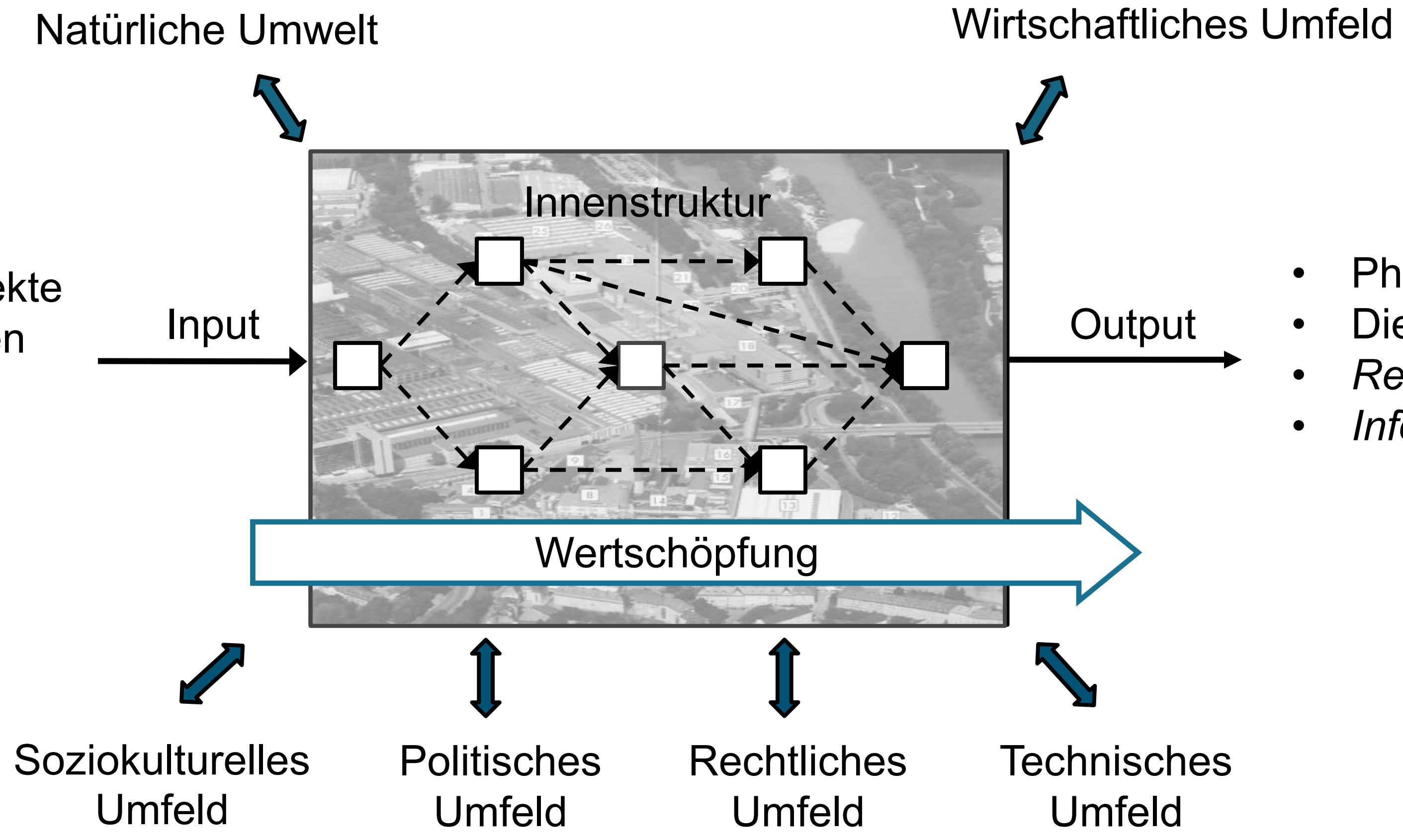
BDEW (2020), AGEB (2019),

Gesichter der Produktion

durr.com, metropolregion.hamburg.de, salzgitter.de, noz.de, enerfuse.org

Grundstruktur von Produktionssystemen

- Physische Objekte
- Dienstleistungen
- *Rechte*
- *Informationen*



- Physische Objekte
- Dienstleistungen
- *Rechte*
- *Informationen*

Produktion: qualitative, quantitative, räumliche und/oder zeitliche Veränderung von Objekten (Transformation) mit dem Ziel der Nutzenerhöhung (Wertschöpfung)

Quelle: Dyckhoff (2006)

Modellierung der Produktion

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

durr.com, metropolregion.hamburg.de, salzgitter.de, noz.de, enerfuse.org

Klassifikation von Produktionssystemen

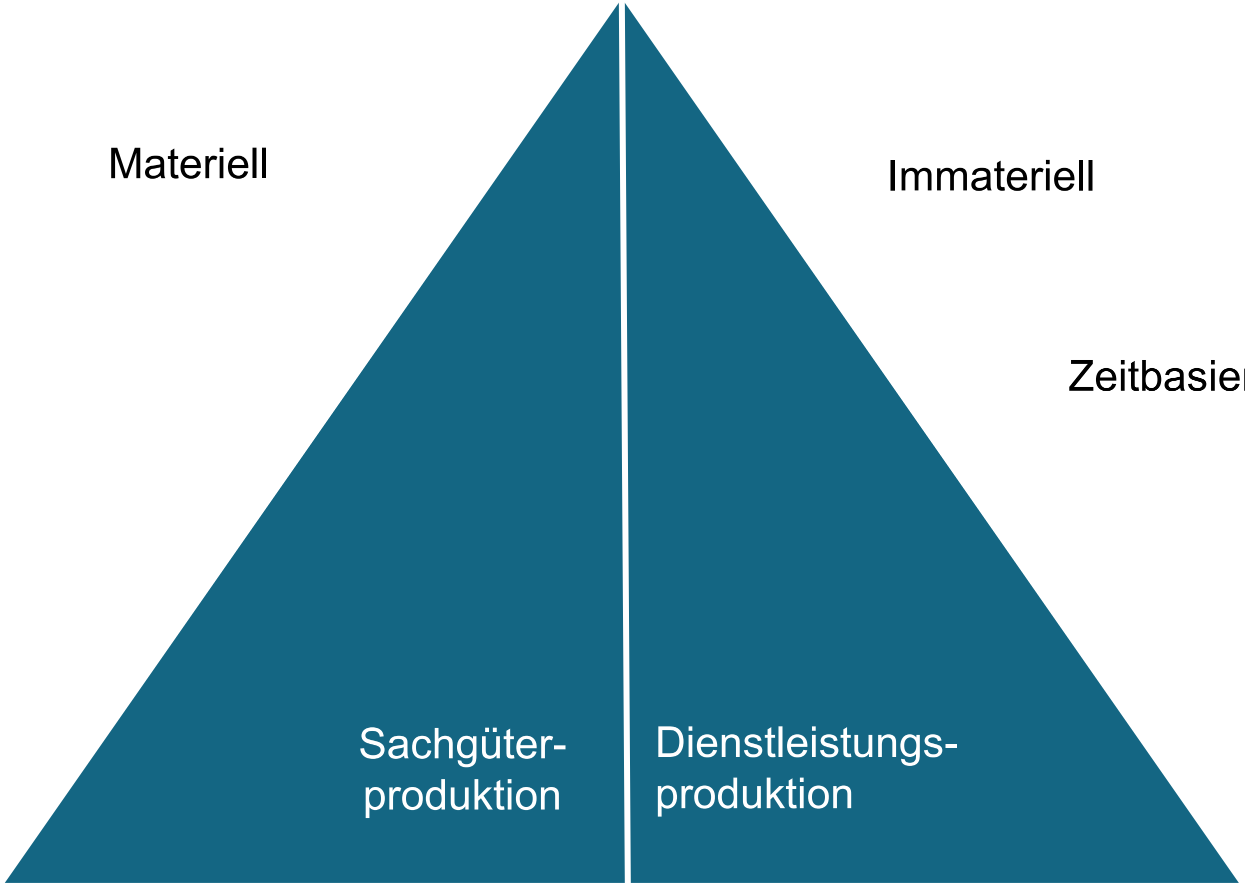
Wertschöpfung

Materiell

Immateriell

Dauerhaft

Zeitbasiert



Fokus auf Herstellung und Verkauf von physischen Objekten

Fokus auf Ergebnisse im Zusammenhang mit Kunden oder deren Besitz

www.unsplash.com

Klassifikation von Produktionssystemen

Welche Art der Produktion liegt den Beispielen zugrunde?

Autos

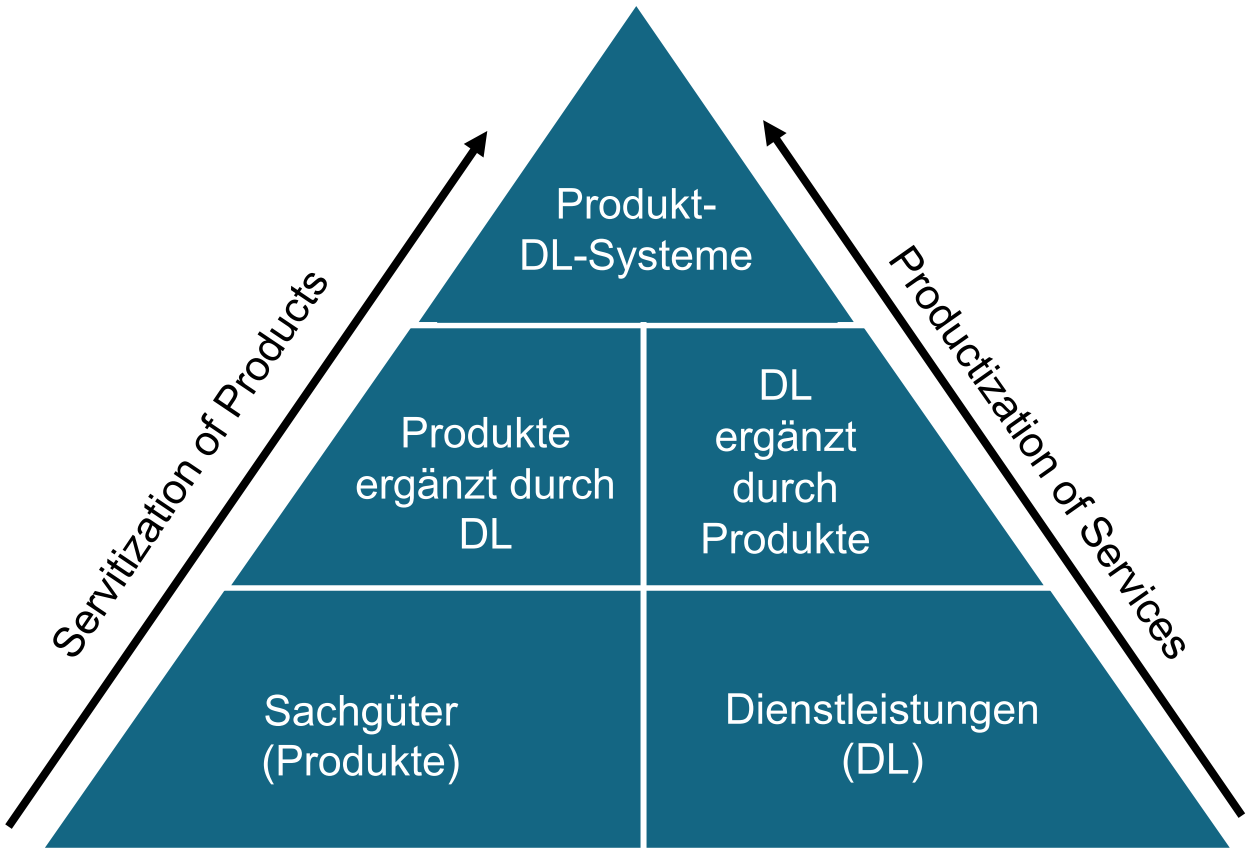
Stahl

Burger

Foto von Mike, Zadyr Arafat Medina Cardenas von Pexels; Steel

Produkte und Dienstleistungen

Modul susPOM



https://vimeo.com/189308377

Aufgabe des Produktions- und Dienstleistungsmanagements

- Produktion im Hinblick auf **Strukturen, Prozesse und Betriebsweisen** so zu gestalten, dass die Wertschöpfung maximiert wird

- „Make money **now and in the future** in ways that are **consistent with our core values**."

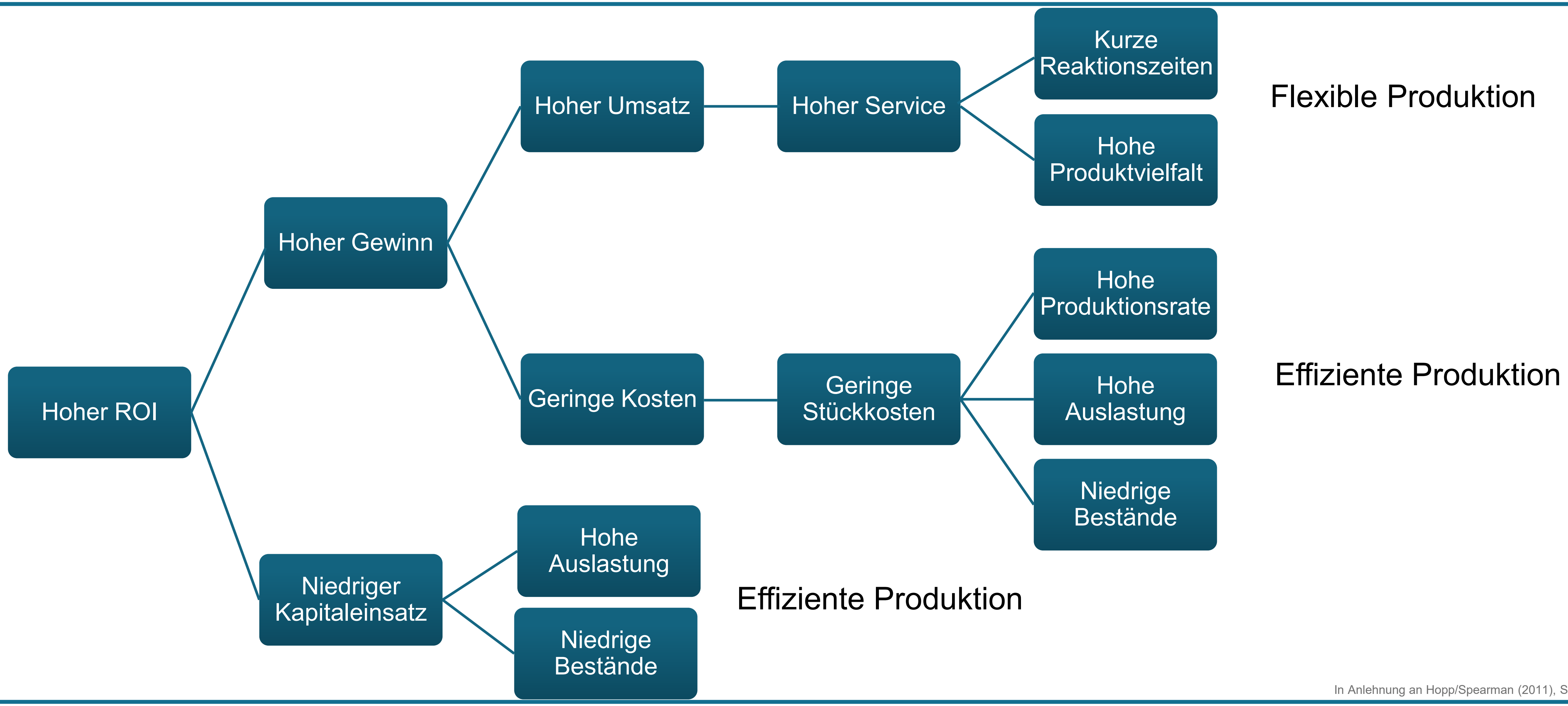
- Making money: making a „good" return on investment (ROI) over the long term

$$ROI = \frac{Gewinn}{Kapitaleinsatz}$$

ROI: return on invest (Kapitalrendite)

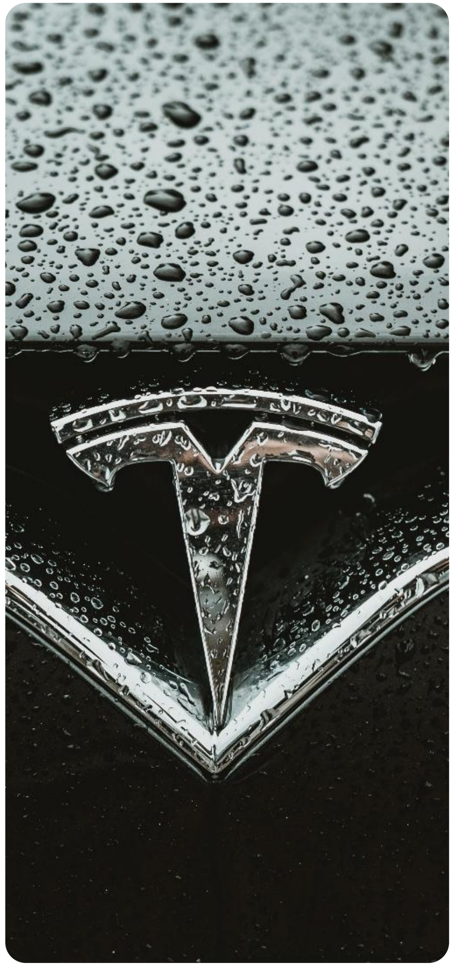
In Anlehnung an Helber (2016), Hopp/Spearman (2011), Photo by Derzulya Zaza on Unsplash

Die Kapitalrendite aus Sicht der Produktion



In Anlehnung an Hopp/Spearman (2011), S. 207

Beispiel: Automobilproduktion



Welche Einflussfaktoren sind im Fall von Tesla besonders wichtig für den Erfolg der Produktion?

Hoher Service

Kurze Reaktionszeiten

Hohe Produktvielfalt

Geringe Stückkosten

Hohe Produktionsrate

Niedrige Bestände

Hohe Auslastung

Niedriger Kapitaleinsatz

Photo by Andreas Dress on Unsplash

Beispiel: Stahlproduktion

Welche Erfolgsfaktoren sind in der Stahlproduktion federführend?

Hoher Service

Kurze Reaktionszeiten
Hohe Produktvielfalt

Geringe Stückkosten

Hohe Produktionsrate

Niedrige Bestände
Hohe Auslastung

Niedriger Kapitaleinsatz

Foto von Hakan Erenler von Pexels

Beispiel: Systemgastronomie

Welche Faktoren treiben maßgeblich den Erfolg in der Systemgastronomie?

Hoher Service

Kurze Reaktionszeiten

Hohe Produktvielfalt

Geringe Stückkosten

Hohe Produktionsrate

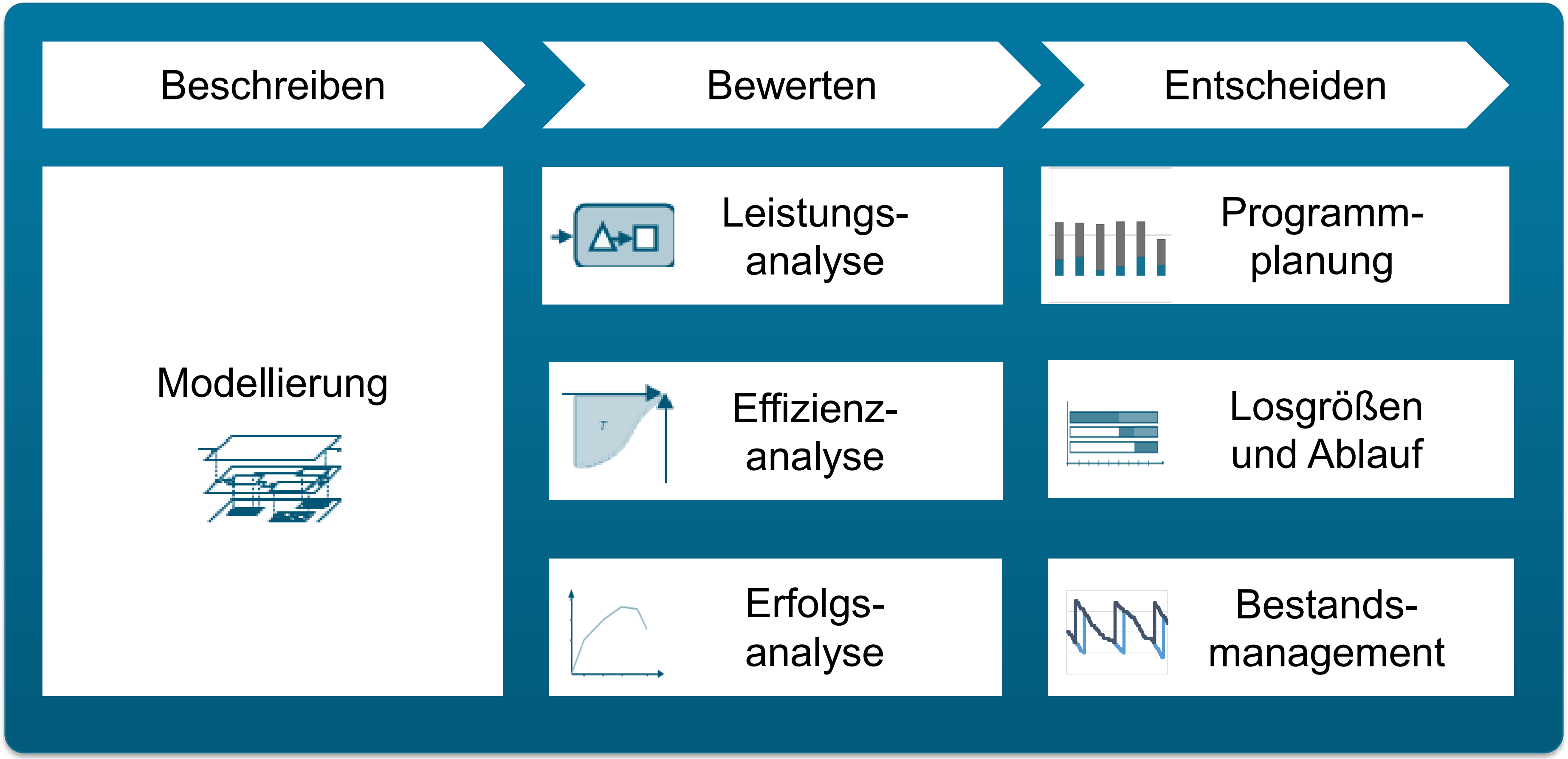
Niedrige Bestände

Hohe Auslastung

Niedriger Kapitaleinsatz

Foto von Robi Pastores von Pexels

Aufbau der Vorlesung

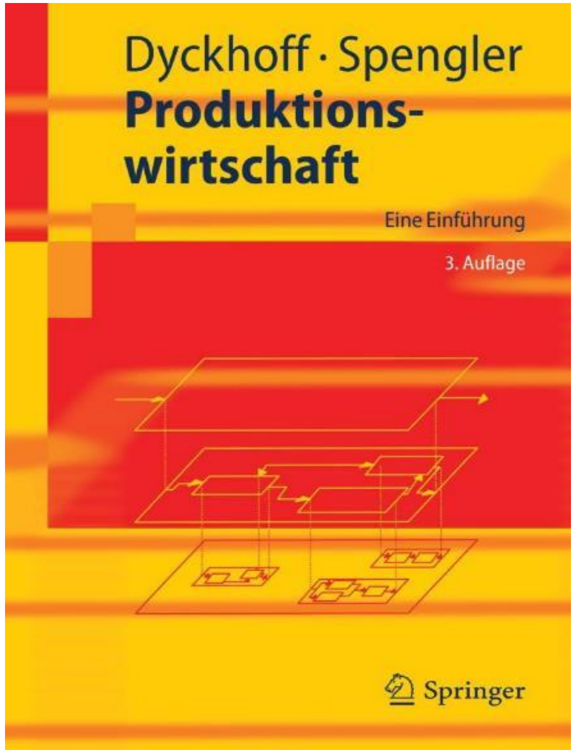


Wie lassen sich Produktionsprozesse in mathematischen Modellen abbilden?

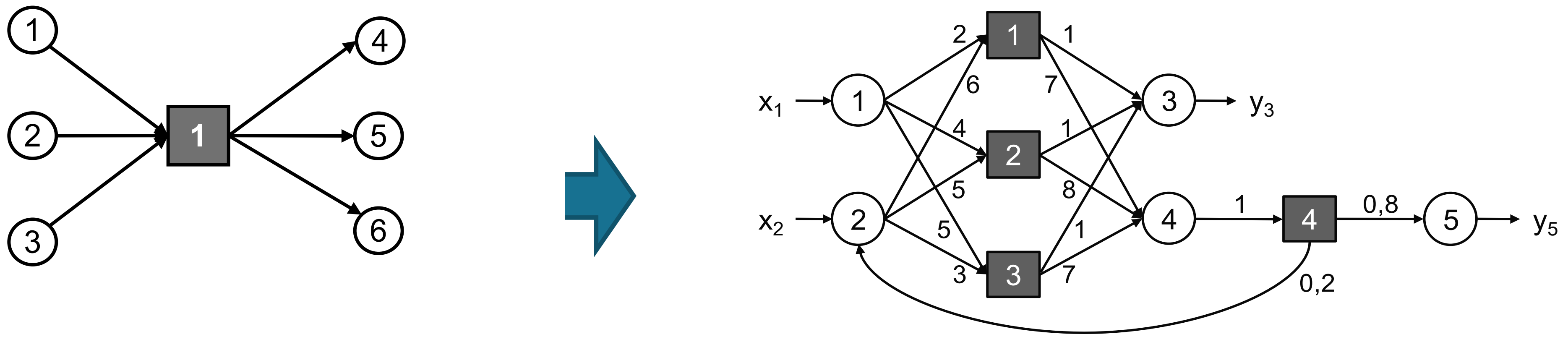
Ankerquelle zur Wiederholung und Vertiefung dieser Vorlesungseinheit

Dyckhoff, H., & Spengler, T. S. (2010).
Produktionswirtschaft: Eine Einführung. Springer-Verlag

Entscheidende Auszüge über ISIS verfügbar



Lineare Aktivitätsanalyse als universeller Modellierungsansatz



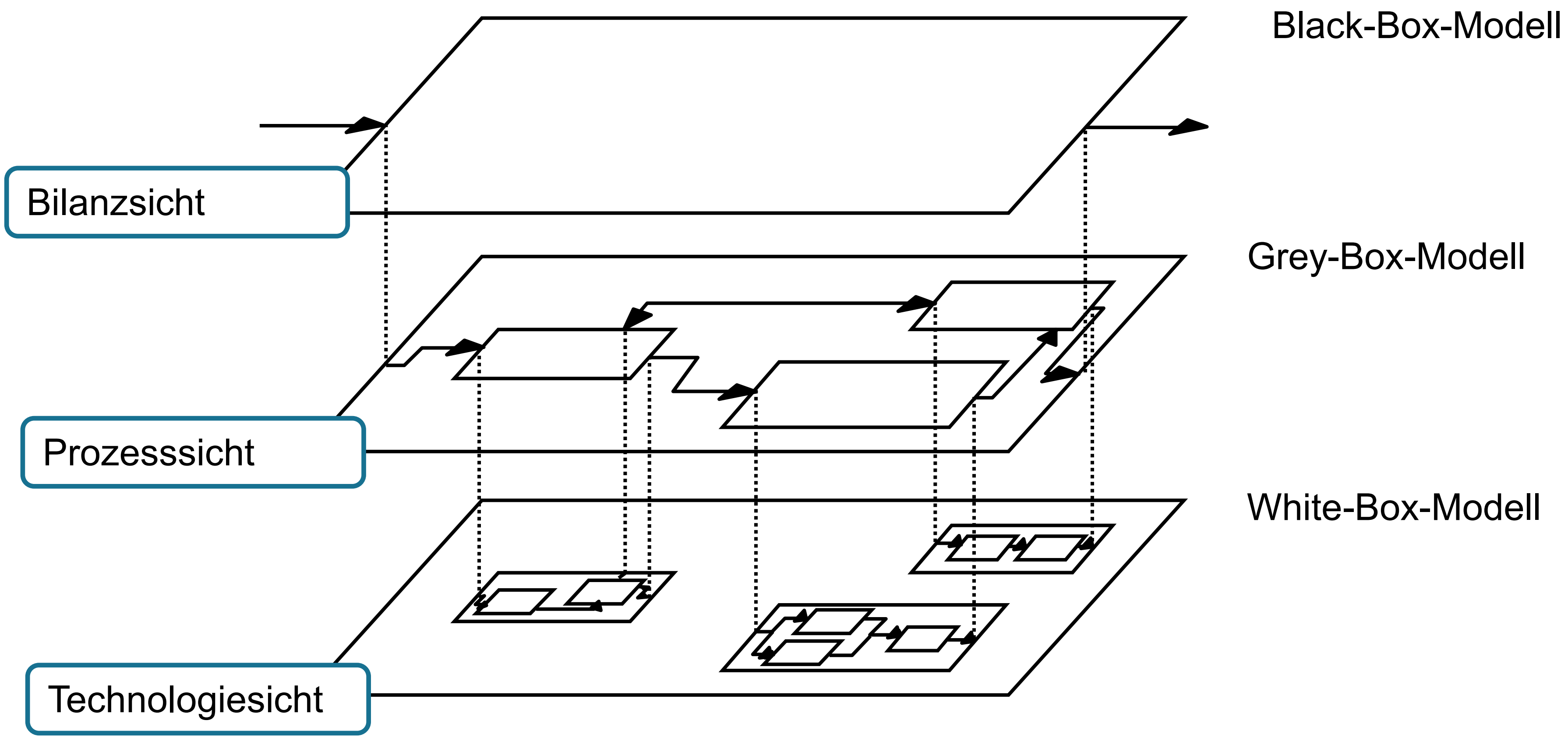
Aktivitätsanalyse

Eingeführt von Koopmans (1951), Nobelpreis 1975

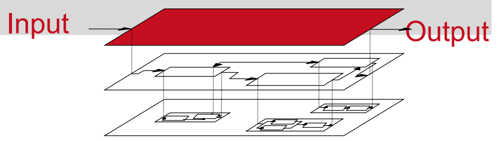
Idee: prozessorientierte Modellierung → Produktion als Kombination von Aktivitäten

- Nutzung von Graphentheorie und linearer Algebra
- Produktionstheoretische Fundierung von Prozesskostenrechnung, Geschäftsprozessmodellierung, …

Modellierungsebenen



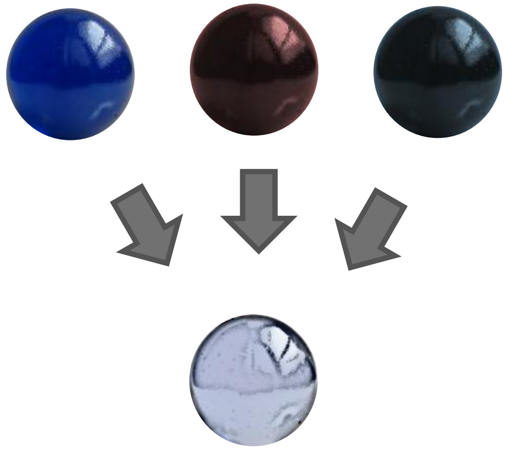
Penkuhn (1997)



Formalisierung der Objekte

Objekte: Sachen / Bestandsgrößen, die auf den Transformationsprozess einwirken, an ihm beteiligt sind, von ihm betroffen oder von ihm hervorgerufen sind; Objekte können materiell (Materialien) und immateriell sein (Zeit, Energie)

Objektarten: Entscheidungsorientierte Zusammenfassung gleichartiger Objekte; Festlegung einer Einheit für jede Objektart



Eindeutige Kennzeichnung der Objektarten

→ Nummerierung $\mathrm{k} = 1, \dots, \kappa$

Im Folgenden: Unterscheidung von Objektarten in In- und Outputs:

- Input-Objektarten: $\mathrm{i} = 1, \dots, \mathrm{m}$
- Output-Objektarten: $\mathrm{j} = \mathrm{m} + 1, \dots, \underbrace{\mathrm{m} + \mathrm{n}}_{\kappa}$

Darstellung der In- und Outputs als Vektoren

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad y = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ y_{m+1} \\ \vdots \\ y_{m+n} \end{pmatrix}$$

Input:
- Stahlblech [t]
- …
- Energie [kWh]
- Getriebe [Stk.]

Output:
- Golf [Stk.]
- Passat [Stk.]
- …
- Polo [Stk.]

x_i quantifiziert Input von Objekt i (i=1, …, m) in spezifischer Einheit

y_j quantifiziert Output von Objekt j (j=m+1, …, m+n) in spezifischer Einheit

Dyckhoff/Spengler (2010)

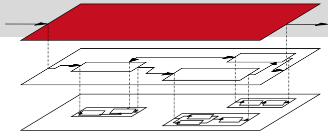
Produktionsaktivitäten durch Differenzbildung

Produktionsaktivität: Bilanz aller Inputs und Outputs

- Bilanz aller Inputs und Outputs: $z = y - x$ $\quad z \in \mathbb{R}^{m+n}$
- z wird als **Produktionsaktivität** bezeichnet
- Negative Werte (Input)
- Positive Werte (Output)

$$z = \begin{pmatrix} z_1 \\ \vdots \\ z_m \\ z_{m+1} \\ \vdots \\ z_{m+n} \end{pmatrix} = y - x = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ y_{m+1} \\ \vdots \\ y_{m+n} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x_1 \\ \vdots \\ -x_m \\ y_{m+1} \\ \vdots \\ y_{m+n} \end{pmatrix}$$

Dyckhoff/Spengler (2010)

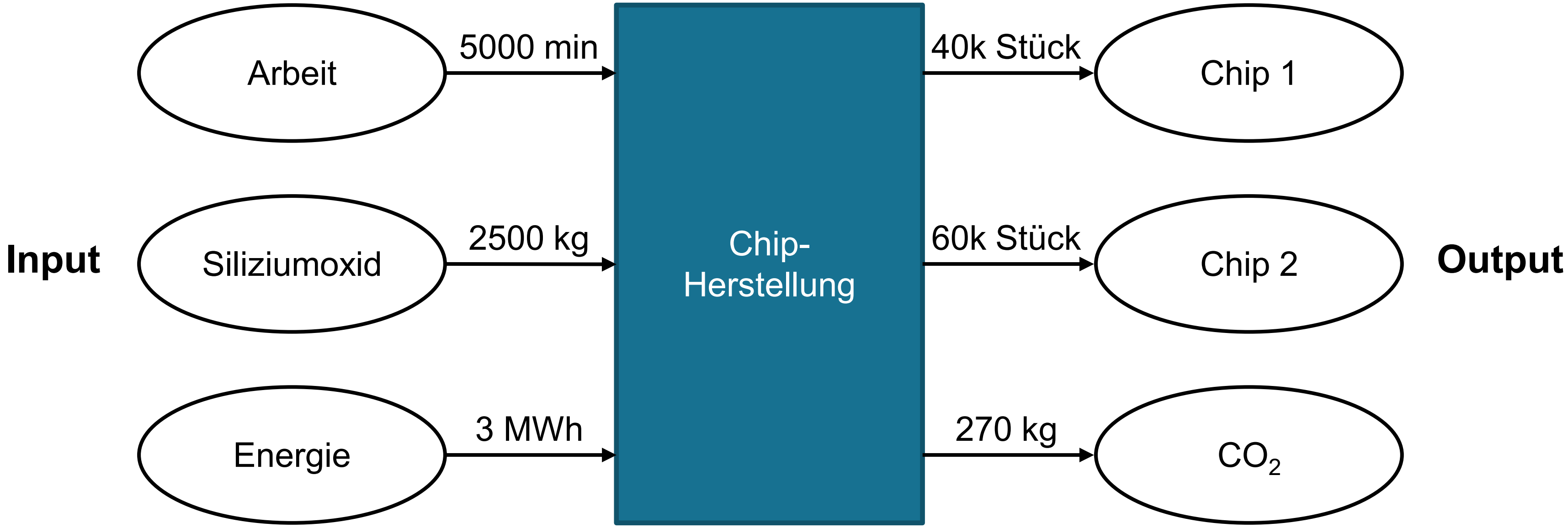


Bestimmung der Produktionsaktivität

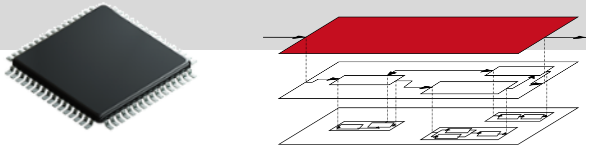
Beispiel Chip-Produktion

Output: Tägliche Produktion von 40.000 Chips vom Typ 1 und 60.000 Chips vom Typ 2; es fallen zusätzlich CO_2-Emissionen in Höhe von 270 kg an.

Input: 5.000 Arbeitsminuten, 2.500 kg Siliziumoxid, 3 MWh Energie

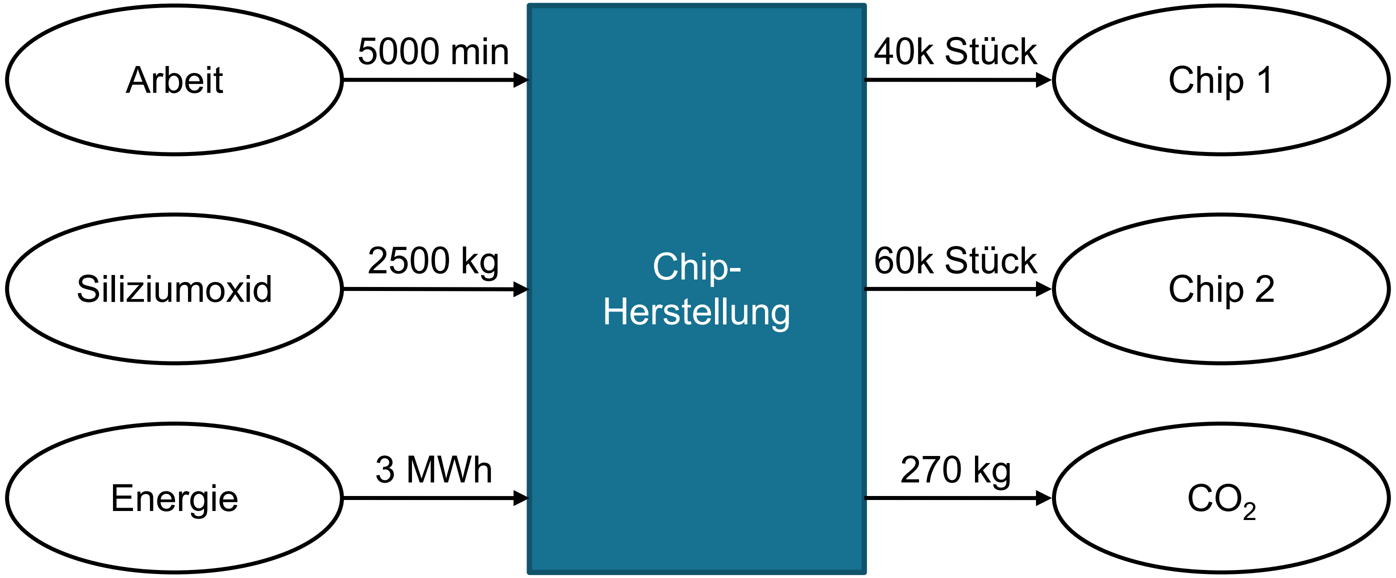


Dyckhoff/Spengler (2010)



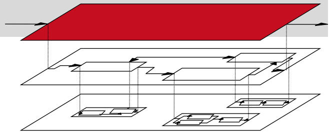
Bestimmung der Produktionsaktivität

Beispiel Chip-Produktion



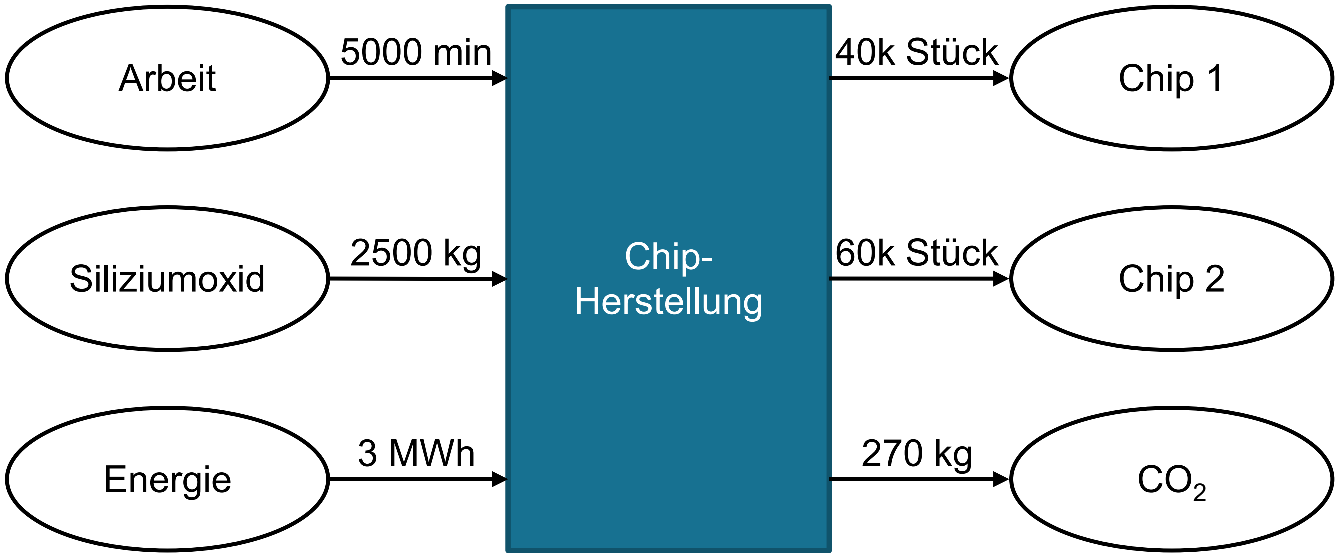
$$x = \begin{pmatrix} 5000[min] \\ 2500[kg] \\ 3[MWh] \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 40[kStück] \\ 60[kStück] \\ 270[kg] \end{pmatrix}$$

Dyckhoff/Spengler (2010)



Bestimmung der Produktionsaktivität

Beispiel Chip-Produktion



$$z = y - x = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 40[kStück] \\ 60[kStück] \\ 270[kg] \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 5000[min] \\ 2500[kg] \\ 3[MWh] \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5000[min] \\ -2500[kg] \\ -3[MWh] \\ 40[kStück] \\ 60[kStück] \\ 270[kg] \end{pmatrix}$$

Dyckhoff/Spengler (2010)

Wo kommen die Daten her?

Materialbedarfe

STRUKTURSTÜCKLISTE			Seite 1
Teil: Elektromotor, Teile-Nr.: E10			
Stufe	Teilebezeichnung	Maßeinheit	Menge
1	Gehäuse (komplett)	St	1
.2	Gehäuse mit Ständerbl.-paket	St	1
..3	Gehäuseblock (Alu)	St	1
...4	Aluminiumbarren	kg	0,5

Arbeitszeiten

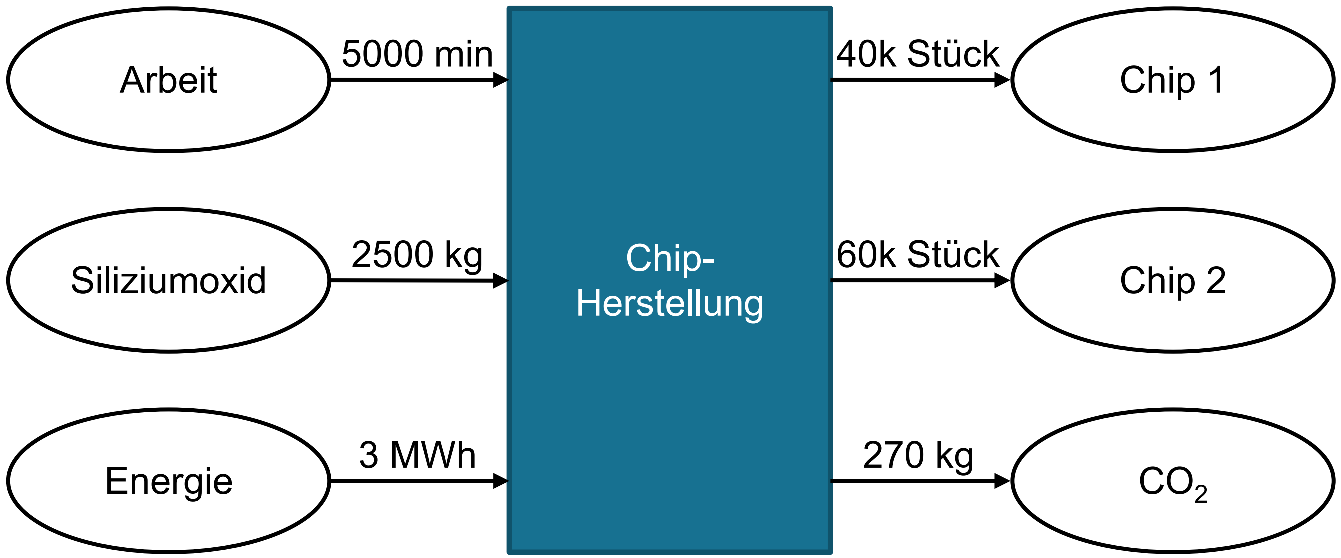
Arbeitsplan		Teilfertigungsplan (Arbeitsplanart)	für (Teil) Ventilkörper		
Kostenstelle	Lfd. Nr. d. Arbeitsganges	Arbeitsgang	Maschinen Nr.	Rüstzeit	Stückzeit
1291	1	Ablängen a. Maß 14	1291		14´
1210	2	Drehen: beidseitig plan Maß 12,4 +/-0,05	1210	45´	4,8´
1252	3	Bohren-Graten 4x 11Æ mit 4 Spindel-Apparat	1252		1,7´

Energie

Von der Black Box…

Produktionsaktivität je Tag:

$$z = \begin{pmatrix} -5000[min] \\ -2500[kg] \\ -3[MWh] \\ 40[kStück] \\ 60[kStück] \\ 270[kg] \end{pmatrix} \Rightarrow$$



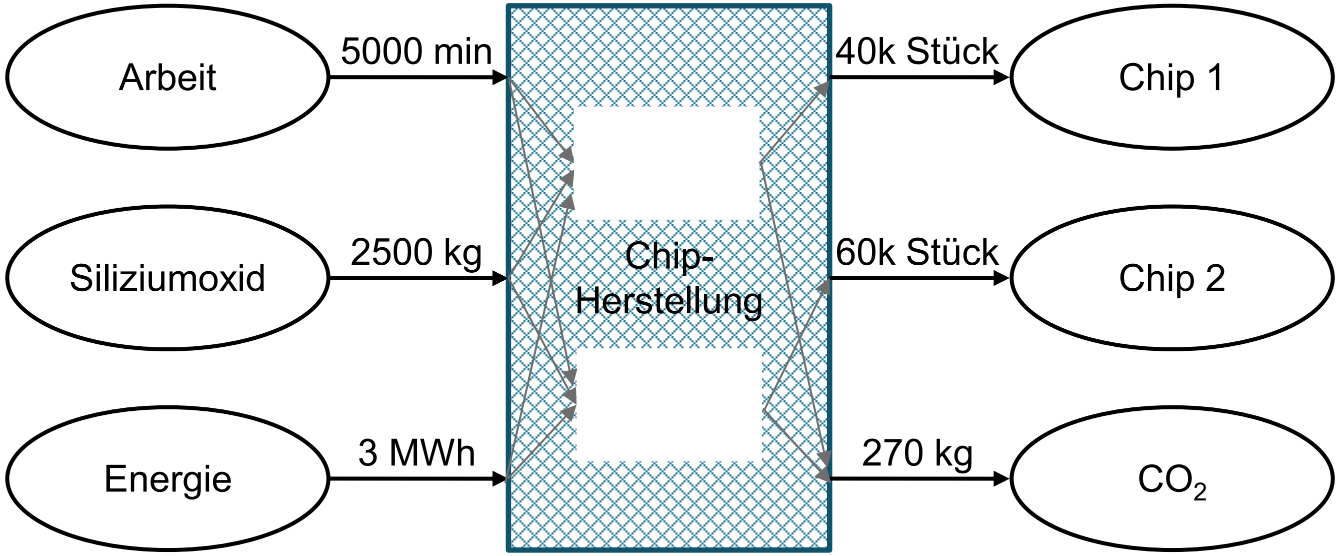
Black-Box gut für Gesamtsicht
→ keine Aussagen über Ursache-Wirkungs-Beziehungen

Dyckhoff (2003)

… zur Grey Box

Produktionsaktivität je Tag:

$$z = \begin{pmatrix} -5000[min] \\ -2500[kg] \\ -3[MWh] \\ 40[kStück] \\ 60[kStück] \\ 270[kg] \end{pmatrix} \Rightarrow$$



Grey-Box: Einführung von alternativen Produktionsaktivitäten

Dyckhoff (2003)

Grundaktivitäten

Grundaktivität $(z^{\rho}, \rho = 1, \ldots, \pi)$: Aktivität zur **Herstellung einer Mengeneinheit** eines Hauptproduktes oder zur Reduktion **einer** Mengeneinheit eines unerwünschten Einsatzfaktors

Vektor der Grundaktivität :

$$z^{\rho} = \begin{pmatrix} z_1^{\rho} \\ \vdots \\ z_m^{\rho} \\ z_{m+1}^{\rho} \\ \vdots \\ z_{m+n}^{\rho} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x_1^{\rho} \\ \vdots \\ -x_m^{\rho} \\ y_{m+1}^{\rho} \\ \vdots \\ y_{m+n}^{\rho} \end{pmatrix}$$

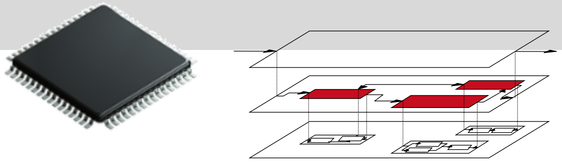
Input-Koeffizienten :
Input einer Grundaktivität
(Absolutbetrag von)

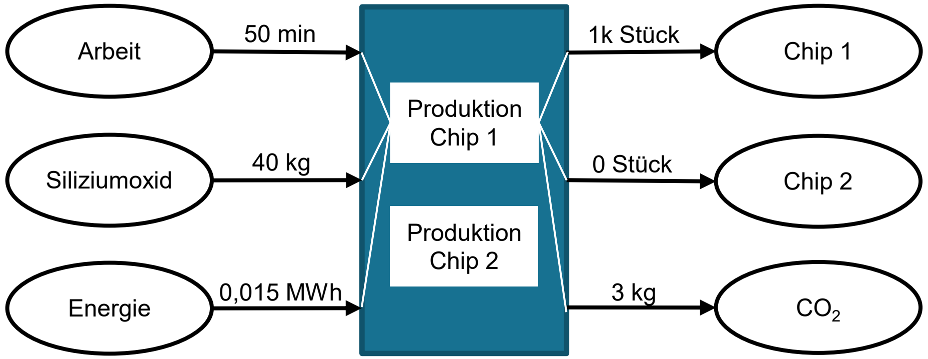
Output-Koeffizienten : Output einer Grundaktivität

Was wird benötigt, um genau **einen** Chip herzustellen?

Was entsteht bei der Demontage genau **eines** Mikrowellenherdes?

Grundaktivitäten

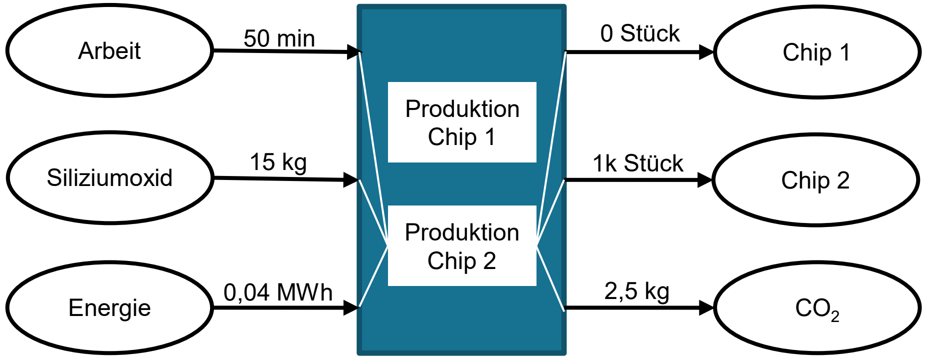




Was wird für die Herstellung genau eines Chips Typ 1 benötigt?

$$z^1 = \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}$$

→ 1k Chips Typ 1

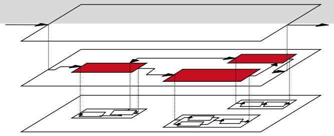


Was wird für die Herstellung genau eines Chips Typ 2 benötigt?

$$z^2 = \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix}$$

→ 1k Chips Typ 2

Dyckhoff/Spengler (2010)



Aktivitätsniveau

Aktivitätsniveau (λ^{ρ} $(\rho = 1, \ldots, \pi)$): Anzahl der Durchführungen der Grundaktivität

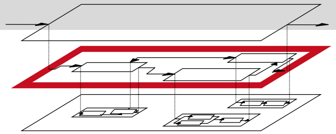
Modellierung der Tagesproduktion *z*^{0} durch wiederholte Ausführung der Grundaktivitäten → Ursache-Wirkungs-Beziehung

Chipproduktion: Herstellung von 40k Chip 1 und 60k Chip 2

$$z = \lambda^1 \cdot z^1 + \lambda^2 \cdot z^2 \quad = 40 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + 60 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \quad = \begin{pmatrix} -5000 \\ -2500 \\ -3 \\ 40 \\ 60 \\ 270 \end{pmatrix}$$

40-fache Durchführung von Grundaktivität *z*^{1} (1k Chips Typ 1)
60-fache Durchführung von Grundaktivität *z*^{2} (1k Chips Typ 2)

Dyckhoff/Spengler (2010)



Technik T

Technik Menge aller im Planungszeitraum theoretisch möglichen Produktionsaktivitäten, d.h. Kombinationen von In- und Outputs

$$T = \{z \in \mathbb{R}^{\kappa} | z \; ist \; eine \; prinzipiell \; mögliche \; Aktivität\}$$

Technik der Chipproduktion

$$T = \{z \in \mathbb{R}^{6} | z = \lambda^1 z^1 + \lambda^2 z^2, mit \; \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0\}$$

Ganzzahligkeit!

T	Technik / Technologie(menge)
z^1, z^2	Grundaktivitäten
λ^ρ	Anzahl der Durchführungen von Grundaktivität z^ρ $(\rho = 1{,}2)$
$\kappa = 6$	Anzahl der betrachteten Objektarten

2. Beschreibende Mengenschreibweise

Bei der beschreibenden Schreibweise werden die Elemente durch die **Angabe von charakterisierenden Eigenschaften** beschrieben:

$$M = \{x \mid x \text{ besitzt die Eigenschaften } E_1, E_2, \ldots, E_n\}$$

Die Eigenschaft kann in **natürlicher Sprache** formuliert werden.

Beispiel 7

$$A = \{x \mid x \text{ ist ein Bundesstaat der USA}\}$$

gesprochen:

$$\underbrace{A}_{\text{A}} \; \underbrace{=}_{\text{ist}} \; \underbrace{\{}_{\text{die Menge aller}} \; \underbrace{x}_{\text{x}} \; \underbrace{|}_{\text{für die gilt:}} \; \underbrace{x \text{ ist ist ein Bundesstaat der USA}}_{\text{x ist ein Bundesstaat der USA}} \; \}$$

Die Eigenschaft kann in **mathematischer Form** formuliert werden.

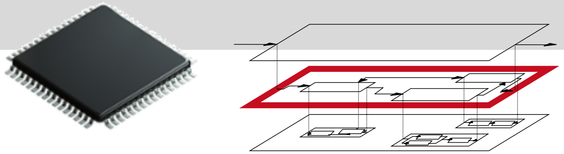
Beispiel 8

$$A = \{x \mid -5 < x < 3\}$$

gesprochen:

$$\underbrace{A}_{\text{A}} \; \underbrace{=}_{\text{ist}} \; \underbrace{\{}_{\text{die Menge aller}} \; \underbrace{x}_{\text{x}} \; \underbrace{|}_{\text{für die gilt:}} \; \underbrace{-5 < x < 3}_{\text{x ist größer als -5 und kleiner als 3}} \; \}$$

Dyckhoff/Spengler (2010)



Technikmatrix

Technikmatrix M: geordnete Menge bzw. Liste der Grundaktivitäten $z^1, \dots, z^\pi$

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

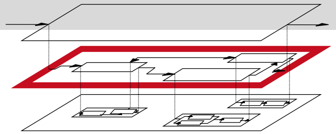
Beispiel Chipproduktion

(z^1 = Produktion Chip Typ 1, z^2 = Produktion Chip Typ 2)

$$M = (z^1, z^2) = \left(\begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \right) = \begin{pmatrix} -50 & -50 \\ -40 & -15 \\ -0{,}015 & -0{,}04 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 3 & 2{,}5 \end{pmatrix}$$

Die Technikmatrix M heißt **Basis**, wenn sie alle Produktionsmöglichkeiten beschreibt und die Grundaktivitäten linear unabhängig sind

Dyckhoff/Spengler (2010)



Formulierung der Technik mittels Technikmatrix M

Mit der **Technikmatrix** $M = (z^1, \dots, z^\pi)$ und dem **Aktivitätsniveauvektor** $\lambda = (\lambda^1, \dots, \lambda^\pi)$ lässt sich die Technik T wie folgt schreiben:

$$T = \{z \in \mathbb{R}^\kappa \mid z = M \cdot \lambda \; für \; \lambda \in \mathbb{R}_+^\pi \;\; bzw. \; \lambda \in \mathbb{N}_0^\pi\}$$

lineare Technik

diskrete Technik

Beispiel Chipproduktion

(z^1 = Produktion Chip Typ 1, z^2 = Produktion Chip Typ 2)

$$T = \left(z \in \mathbb{R}^6 \mid z = M \cdot \lambda = \begin{pmatrix} -50 & -50 \\ -40 & -15 \\ -0{,}015 & -0{,}04 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 3 & 2{,}5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \lambda^1 \\ \lambda^2 \end{pmatrix}, mit \; \lambda^1, \lambda^2 \in \mathbb{N}_0 \right)$$

Dyckhoff/Spengler (2010)

Technik T Beispiel Müsli-Herstellung

Beispiel:

Bei der Produktion von Müsli stehen einem Hersteller zwei verschiedene Grundaktivitäten ($\rho = 1, \rho = 2$) zur Verfügung, die unter Verwendung:

- zweier Zutaten ($x_1 = Getreideflocken, x_2 = Zucker$)
- in unterschiedlichen Verhältnissen (160g, 40g) und (180g, 20g)
- jeweils eine andere Müslisorte produzieren *($y_3 = MüsliStandard, y_4 = MüsliLight$).*

Die Müslisorten können in beliebigen Mengen hergestellt werden.

Stellen Sie die Technik T formal auf.

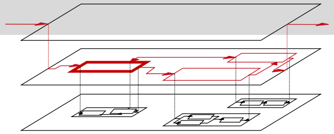
Lösung:

$$T = \left(z \in \mathbb{R}^4 \mid z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -160 \\ -40 \\ 200 \\ 0 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -180 \\ -20 \\ 0 \\ 200 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -160 & -180 \\ -40 & -20 \\ 200 & 0 \\ 0 & 200 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \lambda^1 \\ \lambda^2 \end{pmatrix}, \lambda^1, \lambda^2 \geq 0 \right)$$

Vier Objekte $\kappa = 4$

Zwei Grundaktivitäten $\pi = 2$

Dyckhoff/Spengler (2010)



Produktionsmöglichkeiten

Bisher: unbegrenzte Produktionsmöglichkeiten

Jetzt: Produktionsmöglichkeiten sind beschränkt durch …

- Engpässe auf Beschaffungsmärkten
- limitierte Produktionskapazitäten
- Absatzziele bzw. -grenzen

Beispiel Chipproduktion

Restriktionen aus Lieferverträgen:

- Mindestens 20k Chips Typ 1
- Mindestens 10k Chips Typ 2

Restriktionen aus Produktionsumgebung:

- Maximal 5000 Arbeitsminuten
- Maximal 2500 kg Siliziumoxid
- Maximal 3 MWh Energie

www.flexxkonten.de/Bilder/sanduhr.JPG

Modellierung von Produktionsmöglichkeiten

Bestimmung des Produktionsraums Z

Bestimmung der Ober- und Untergrenzen und

Restriktionenfeld

Sämtliche extern vorgegebene Restriktionen in Bezug auf die Einsatz- und Ausbringungsmengen

Formulierung des Restriktionenfelds

$$R = \left\{ \begin{pmatrix} z_1 \\ \vdots \\ z_\kappa \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^\kappa | z_k^{min} \leq z_k \leq z_k^{max}, für\ k = 1, \dots, \kappa \right\}$$

Aufstellen des Produktionsraums

Produktionsraum Z

Schnittmenge von Technik und Restriktionenfeld

$$Z = T \cap R$$

Dyckhoff/Spengler (2010)

Produktionsmöglichkeiten, Beispiel Chipproduktion

Bestimmung des Produktionsraums

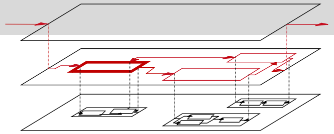
1. Schritt: Bestimmung der Ober- und Untergrenzen

- Mindestens 20k Chips Typ 1
- Mindestens 10k Chips Typ 2
- Maximal 5000 Arbeitsminuten
- Maximal 3000 kg Siliziumoxid
- Maximal 3 MWh Energie

$$z^{min} = \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \begin{array}{c} z^{max} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ +\infty \\ +\infty \\ +\infty \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{l} \text{Arbeitsminuten} \\ \text{Siliziumoxid} \\ \text{Energie} \\ \text{k Chips Typ 1} \\ \text{k Chips Typ 2} \\ CO_2 \end{array}$$

$\boxed{\text{Aus } x_1 \leq 5000 \text{ und } x_1 = -z_1 \text{ folgt } -z_1 \leq 5000 \rightarrow z_1 \geq -5000}$

Dyckhoff/Spengler (2010)



Produktionsmöglichkeiten, Beispiel Chipproduktion

Bestimmung des Produktionsraums

2. Schritt: Formulierung des Restriktionenfelds

$$R = \left\{ z \in \mathbb{R}^6 | z \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} = z^{min} \right\}$$

Dyckhoff/Spengler (2010)

Produktionsmöglichkeiten: Beispiel Chipproduktion

Bestimmung des Produktionsraums

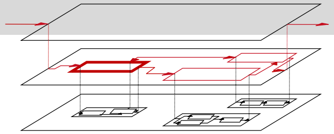
3. Schritt: Aufstellen des Produktionsraums auf, wobei

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

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

$$R = \left(z \in \mathbb{R}^6 | z \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} = z^{min} \right)$$

Dyckhoff/Spengler (2010



Produktionsmöglichkeiten: Beispiel Chipproduktion

Aufgabe

Lässt sich eine Tagesproduktion von 40k Chips Typ 1 und 60k Chips Typ 2 realisieren?

Lösung:

$$z^0 = 40 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + 60 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5000 \\ -2500 \\ -3 \\ 40 \\ 60 \\ 270 \end{pmatrix} \begin{matrix} \geq \\ \geq \\ \geq \\ \geq \\ \geq \\ \geq \end{matrix} \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

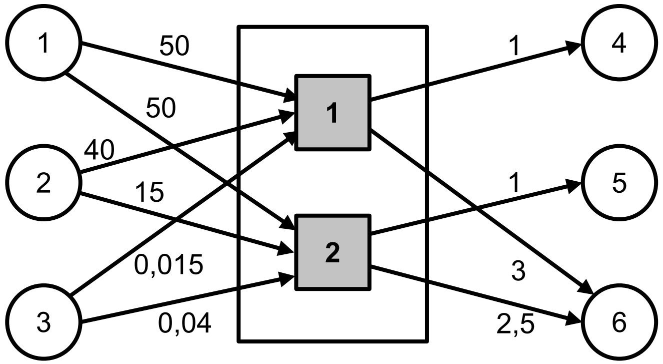
Tagesproduktion ist realisierbar!
Engpass bei Arbeitsminuten und Energie

Dyckhoff/Spengler (2010)

Visualisierung von Aktivitäten, Produktionsdiagramme

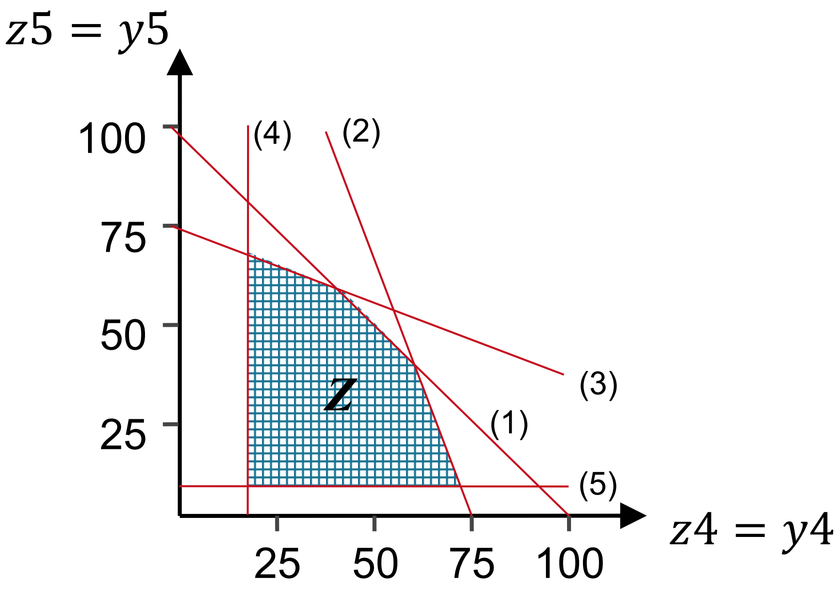
$$Z = \left(z \in \mathbb{R}^6 | z = \lambda^1 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -40 \\ -0{,}015 \\ 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} + \lambda^2 \cdot \begin{pmatrix} -50 \\ -15 \\ -0{,}04 \\ 0 \\ 1 \\ 2{,}5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -5000 \\ -3000 \\ -3 \\ 20 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}, mit \lambda^1, \lambda^2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

Abstrakter Input-/Output-Graph



Fokus: Struktur und Mengenrelationen

Produktionsraum



Fokus: Handlungsmöglichkeiten

TO BE CONTINUED