

# Methoden zur Reduktion der Rechenzeit linearer Optimierungsmodelle in der Energiewirtschaft – Eine Performance-Analyse

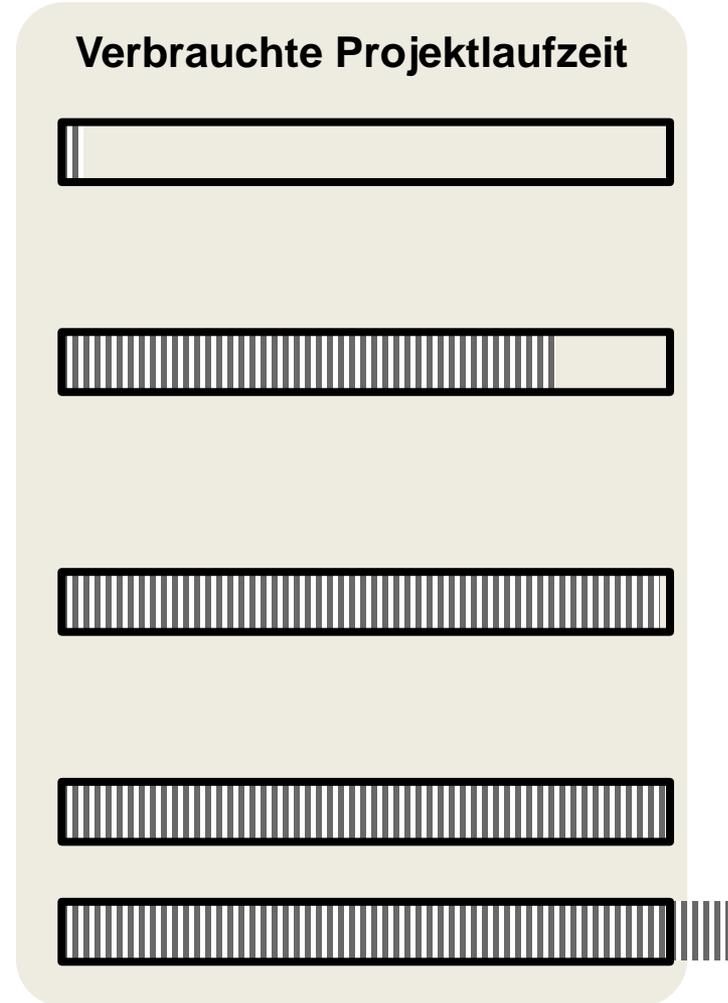
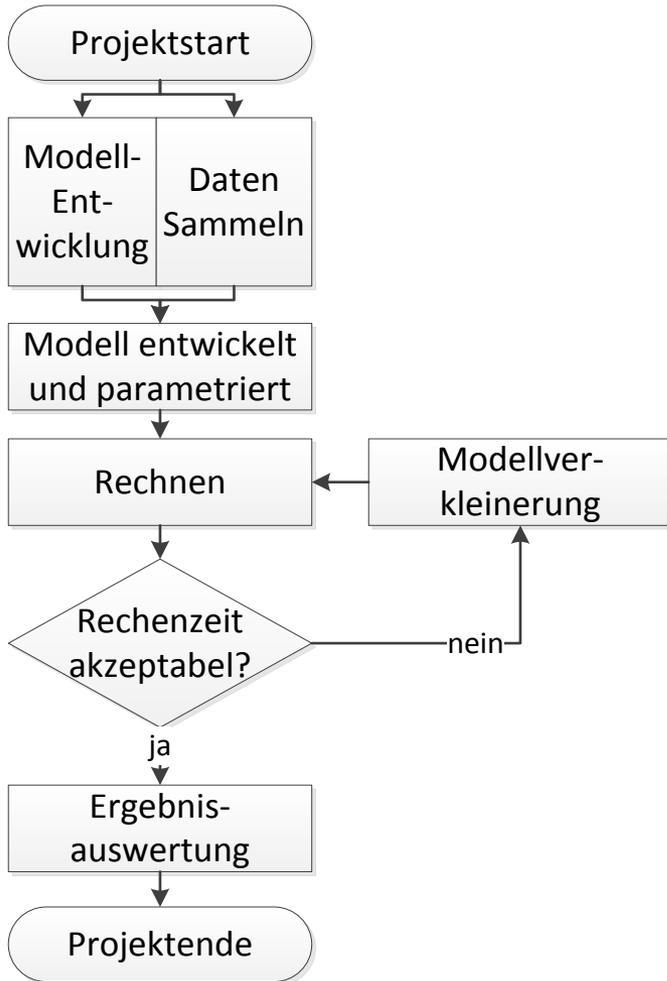
14. Symposium Energieinnovation

11.02.2016, Graz/Austria

Knowledge for Tomorrow



# Motivation: Häufiger Projektablauf



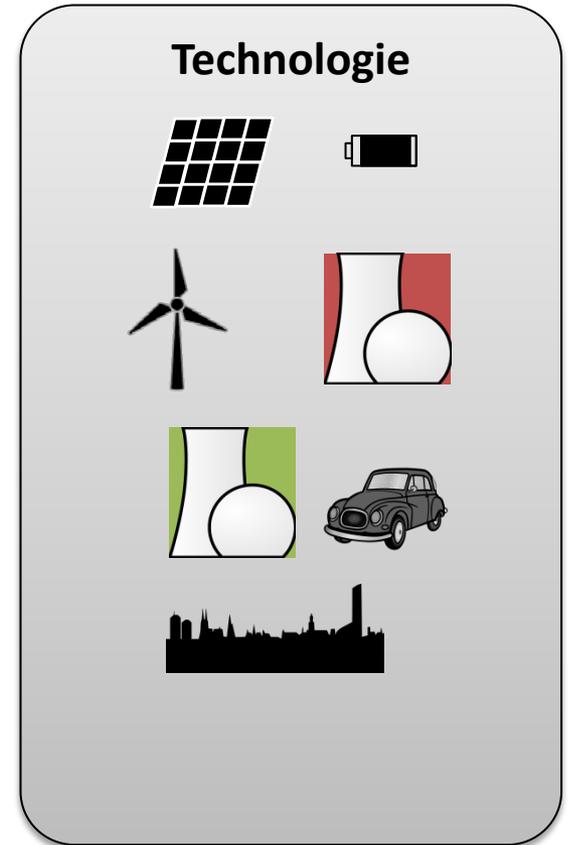
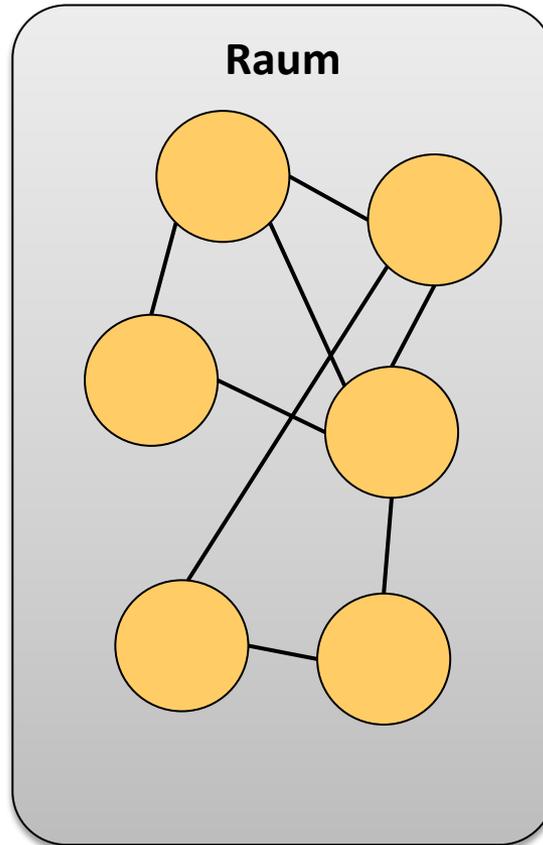
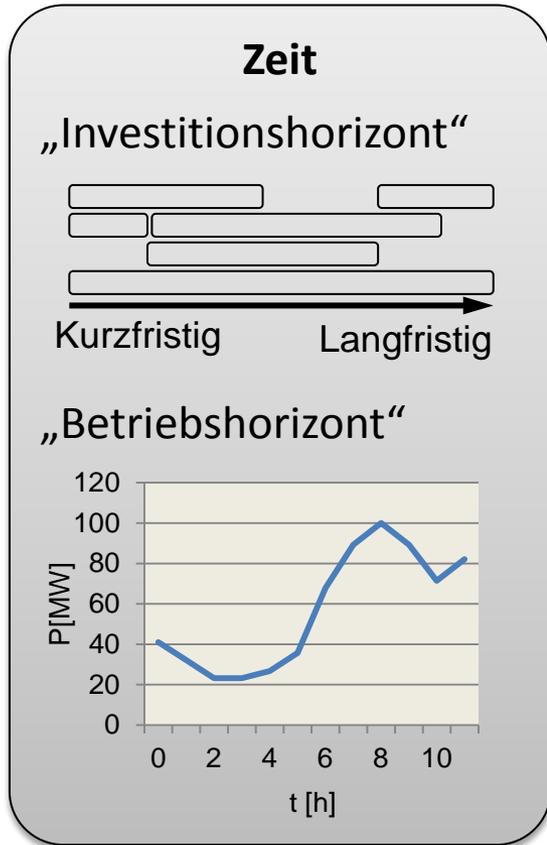
# Beschleunigungsstrategien

Überblick

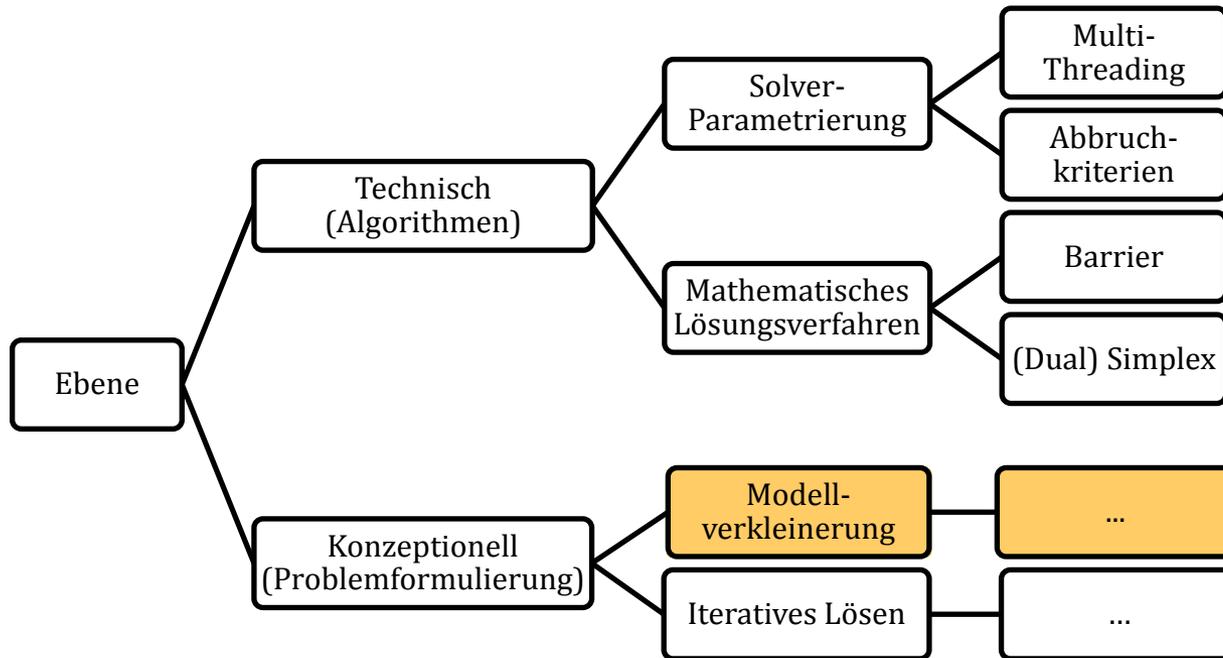
Knowledge for Tomorrow



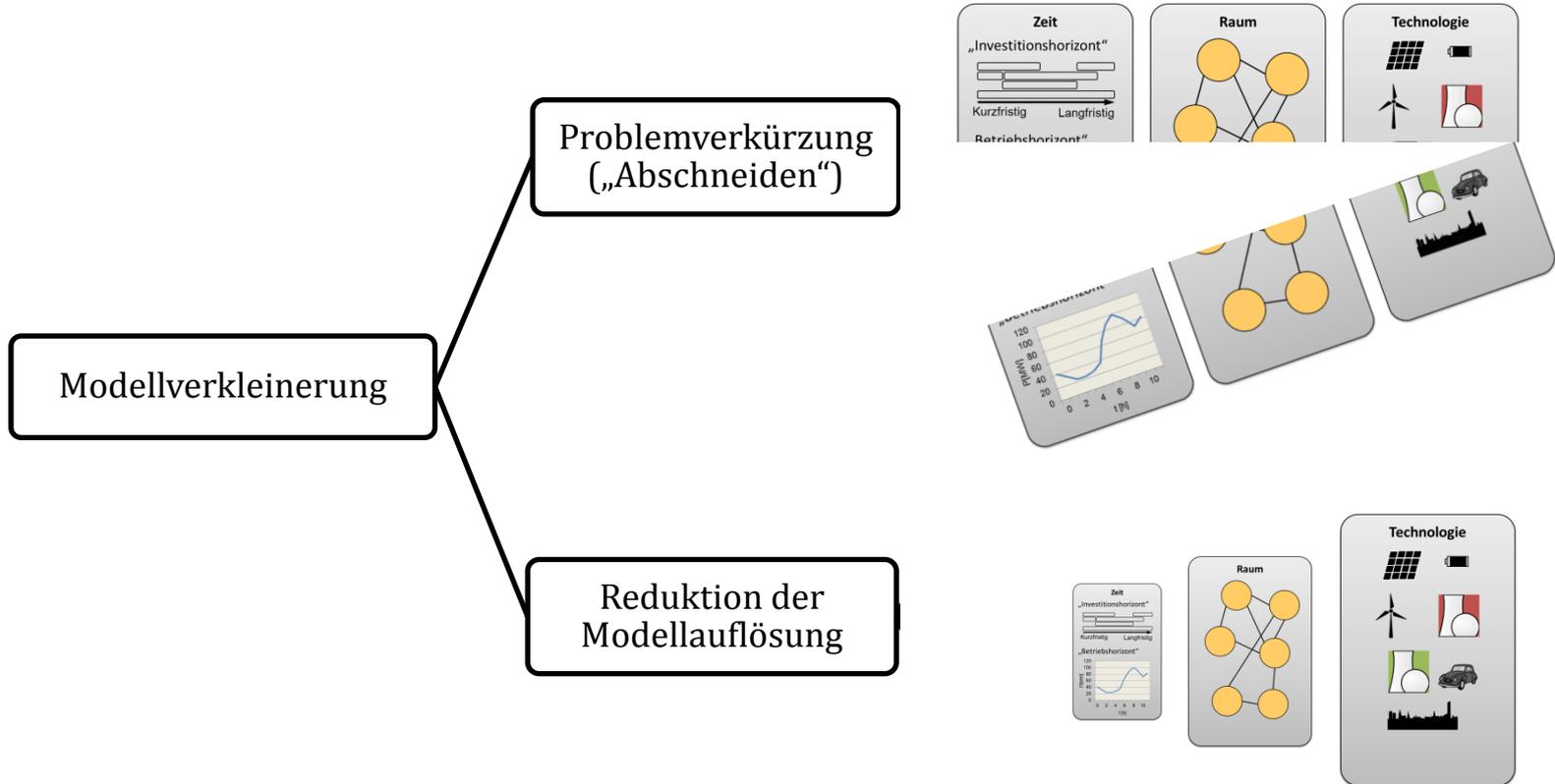
# Dimensionen in Energiesystemmodellen



# Kategorisierung von Beschleunigungsstrategien

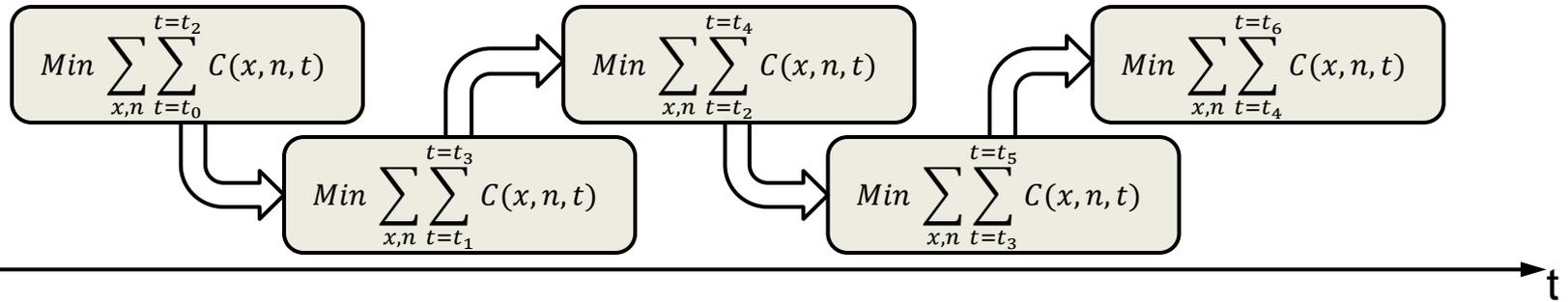


# Einfache Möglichkeiten zur Modellverkleinerung



# Beispiel: Serielle Beschleunigungsstrategien

„Verkürzung von Zeithorizonten“ → Rollierendes Verfahren



„Regionale Fokussierung“ + „Ändern der Modellauflösung“ → Kaskadisches Verfahren („Zoomen“)



# Beschleunigungsstrategien

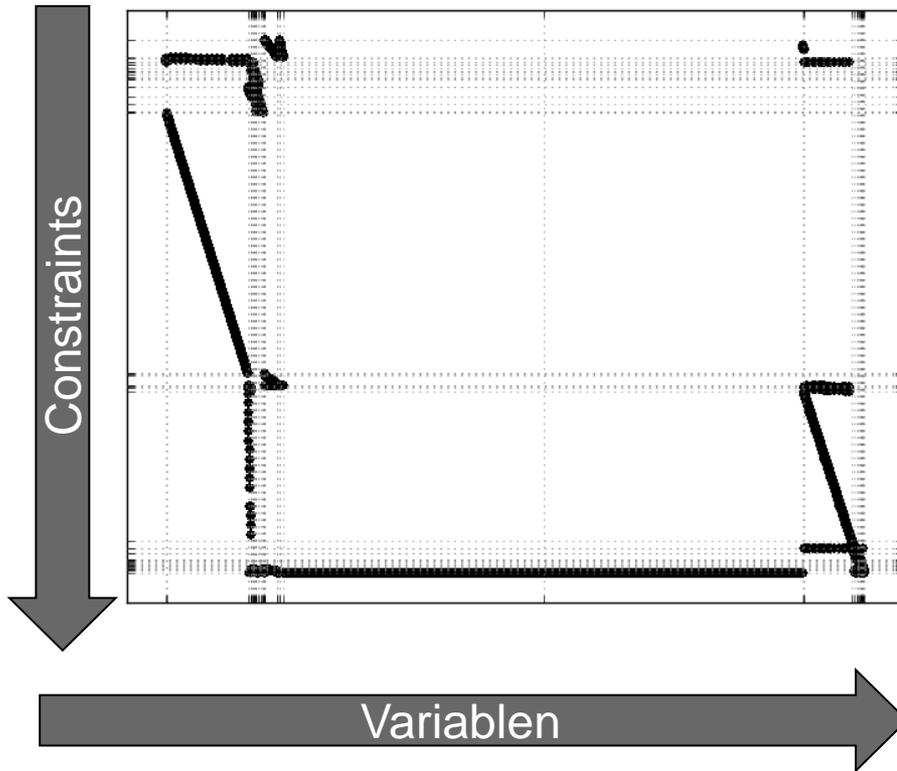
Parallelisierung?



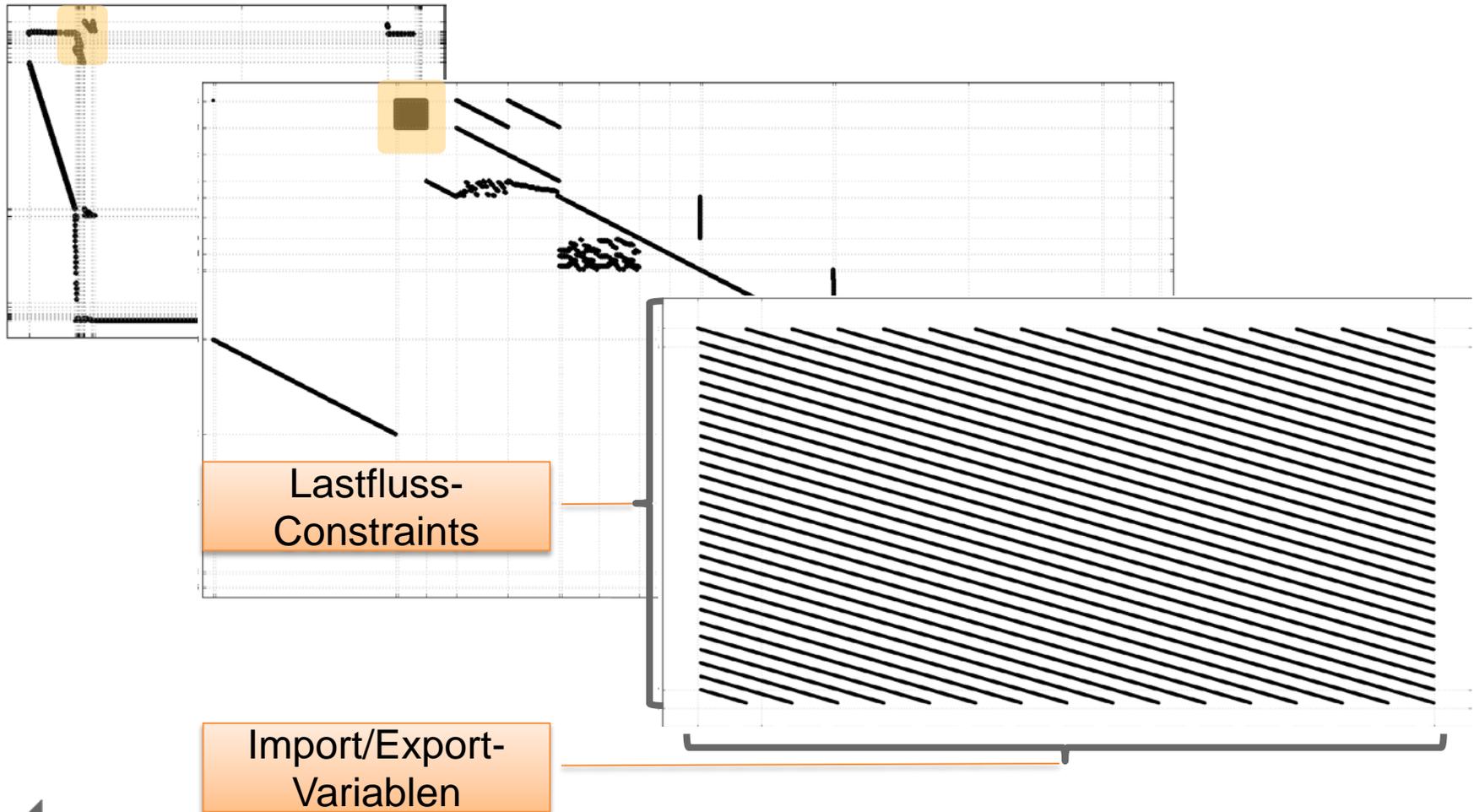
Knowledge for Tomorrow

# Beispiel: Matrix-Struktur

(12 Mio. Variablen)



# Beispiel: Matrix-Struktur

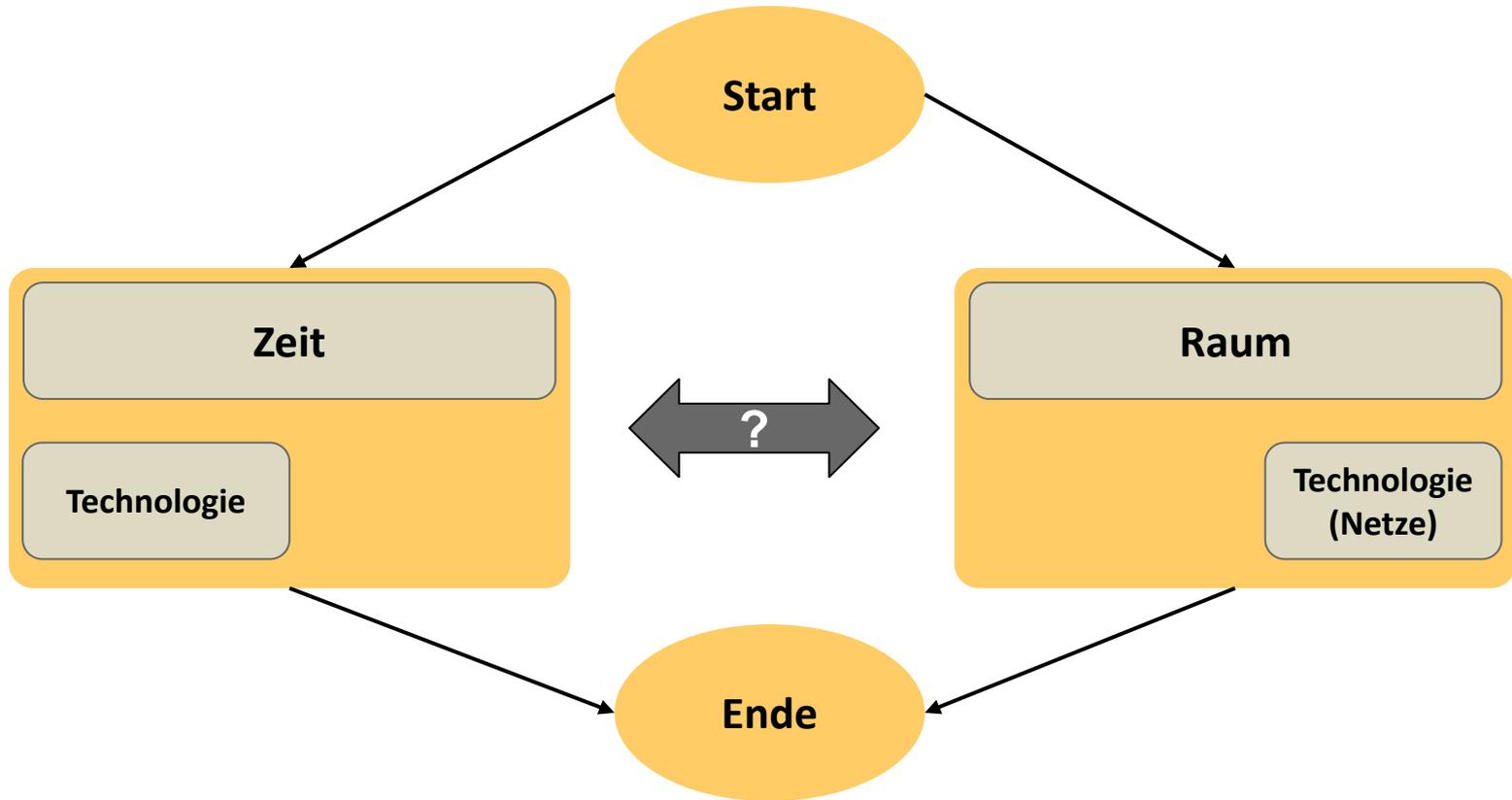


# Ausgangspunkt: Integrales Problem

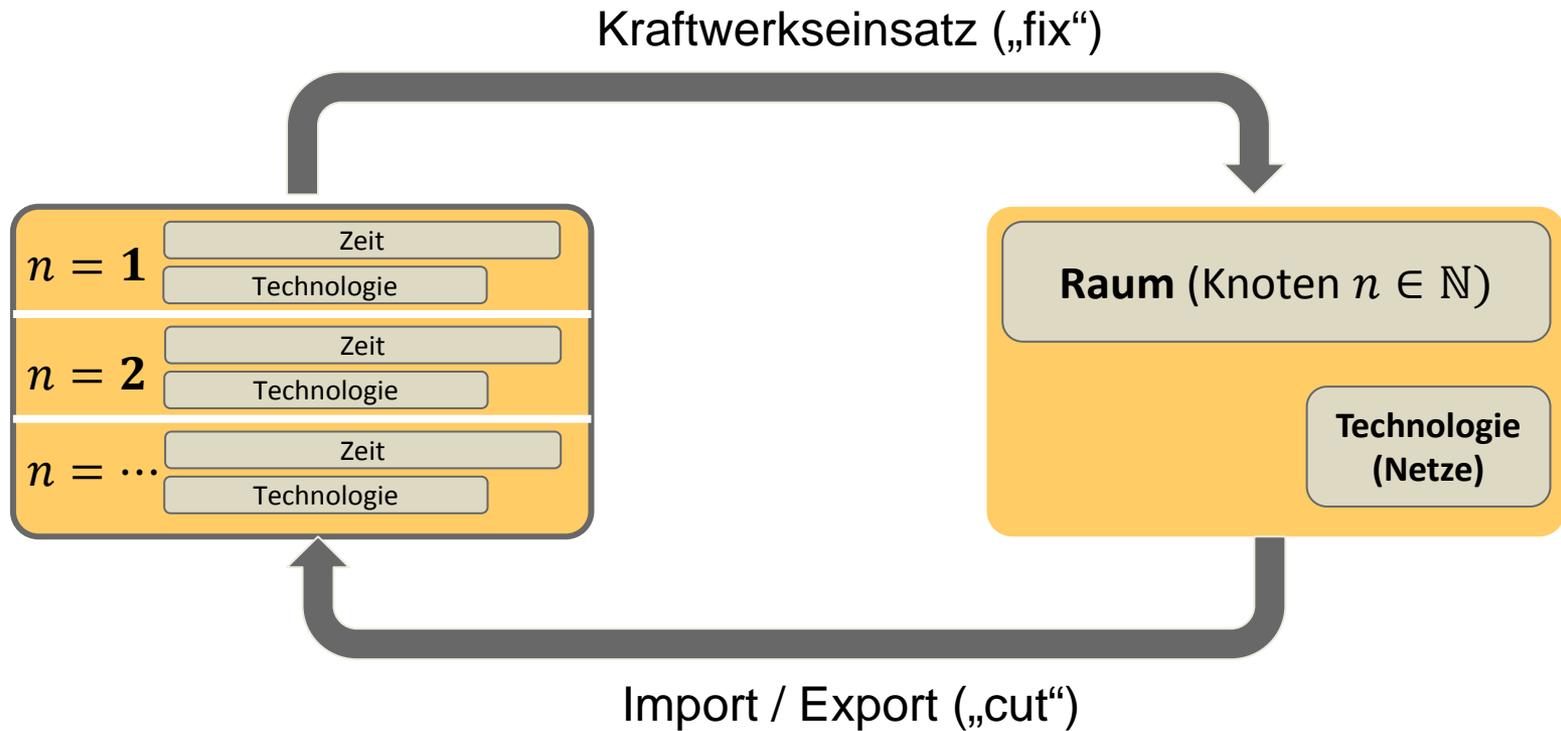
Idee: Dimensionen trennen



# Idee



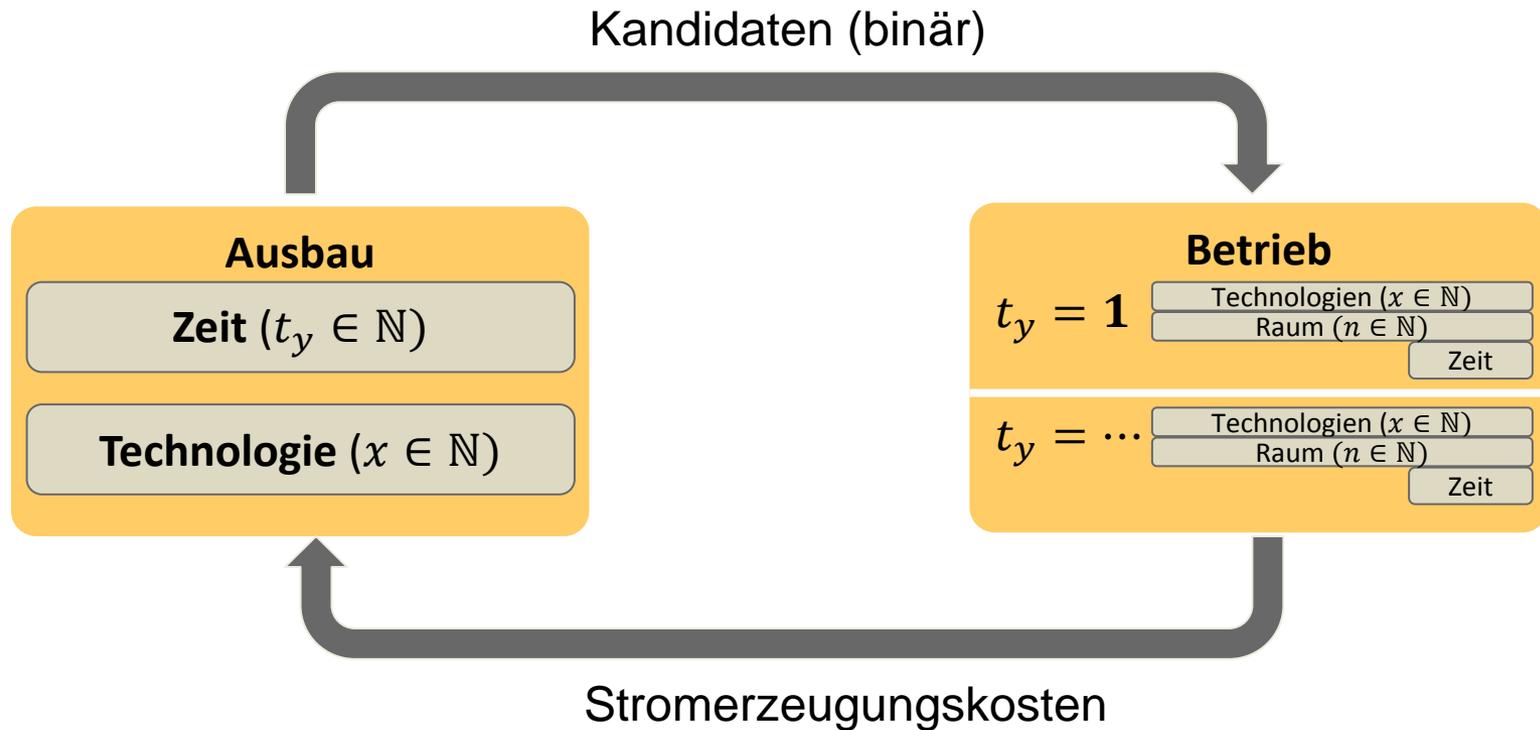
# Dekomposition Beispiel: „Raumparallel“



# Dekomposition: Typische Anwendung

## Benders Dekomposition in Ausbauplanung mit MIP:

- Generation Expansion Planning<sup>1</sup> (**ohne Speicher**)



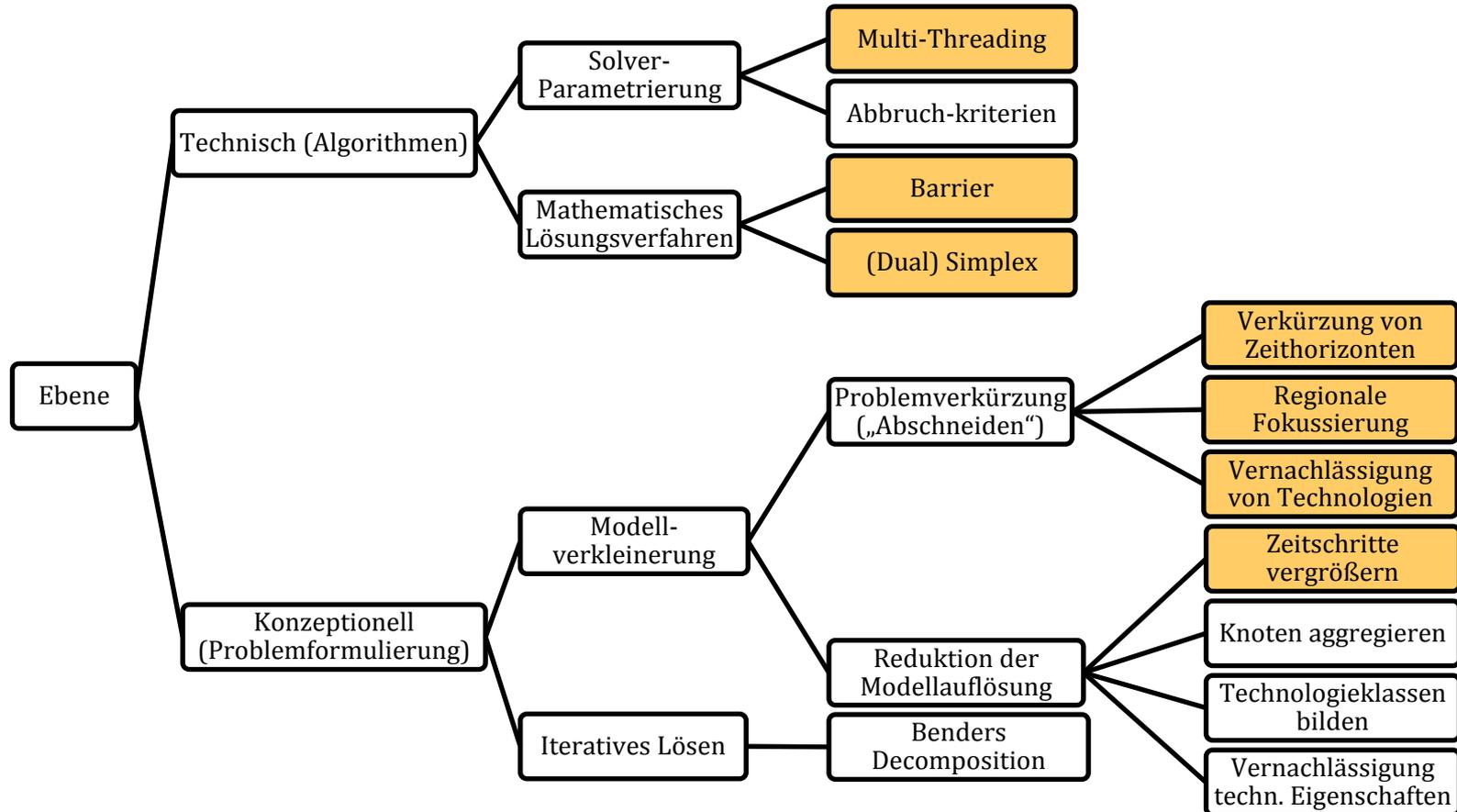
# Performance Vergleich

Methodik

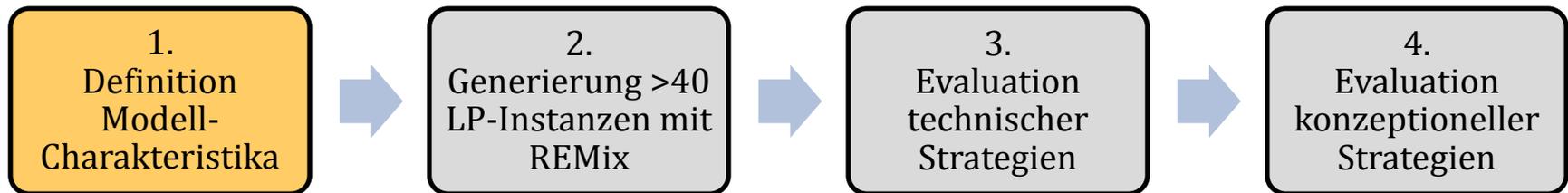
Knowledge for Tomorrow



# Auswahl der Beschleunigungsstrategien



# Überblick Vorgehensweise



# Charakteristika der LP-Instanzen



Größen- klasse	Zeit- schritte	Zeit- spanne	Modell- Knoten	Technologien	Ausbauplanung
<b>Min</b>	4h	1 Tag	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konventionelle Kraftwerke</li> <li>• Erneuerbare Energien</li> <li>• Pumpspeicher</li> <li>• Speicherwasser</li> <li>• DC-Lastfluss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasturbinen</li> </ul>
<b>Std</b>	1h	1 Monat	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>+ Wärmespeicher</li> <li>+ Elektrische Boiler und Wärmepumpen</li> <li>+ Elektrolyseure</li> <li>+ Elektro- und Wasserstoffmobilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Übertragungskapazitäten</li> </ul>
<b>Max</b>	1h	1 Jahr	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kraft-Wärme-Kopplung (detailliert)</li> <li>+ CSP-Kraftwerke</li> <li>+ Solarthermie</li> <li>+ Demand Side Management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Batteriespeicher</li> <li>+ Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>+ Erneuerbare Energien</li> </ul>



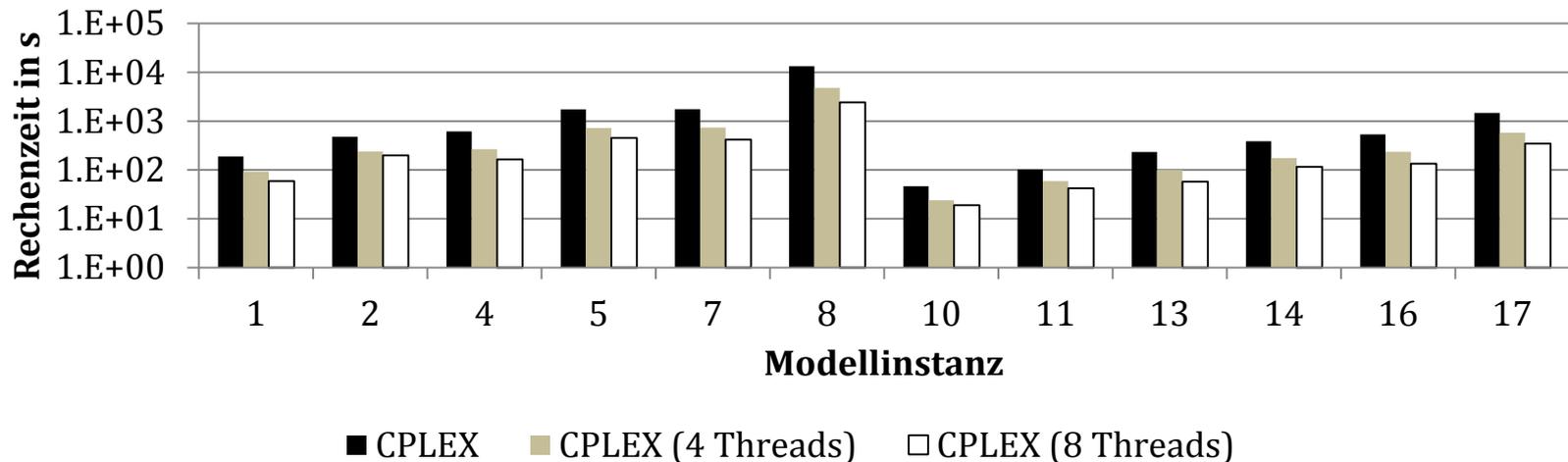
# Ergebnisse

Knowledge for Tomorrow



# Technische Strategien

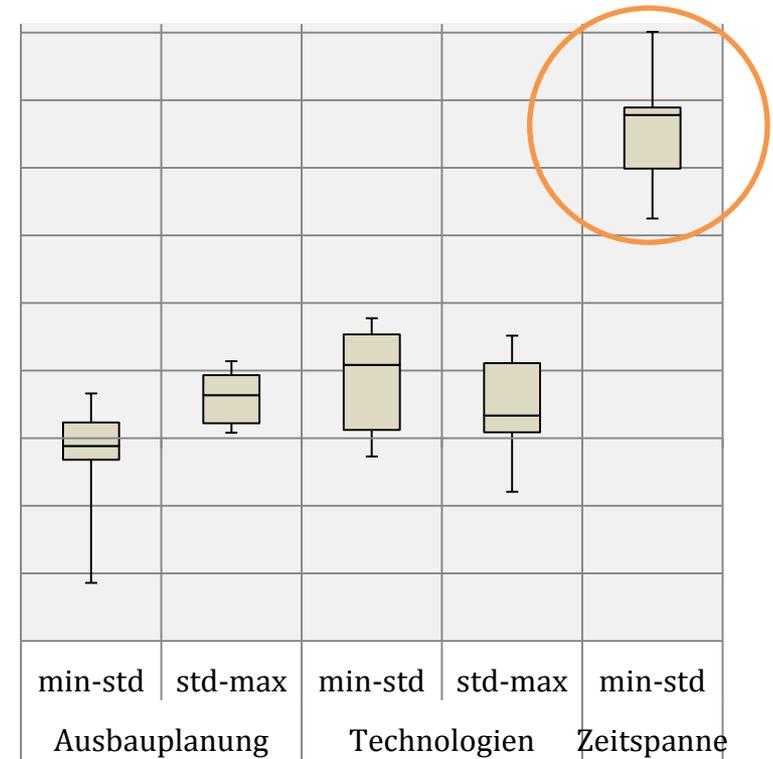
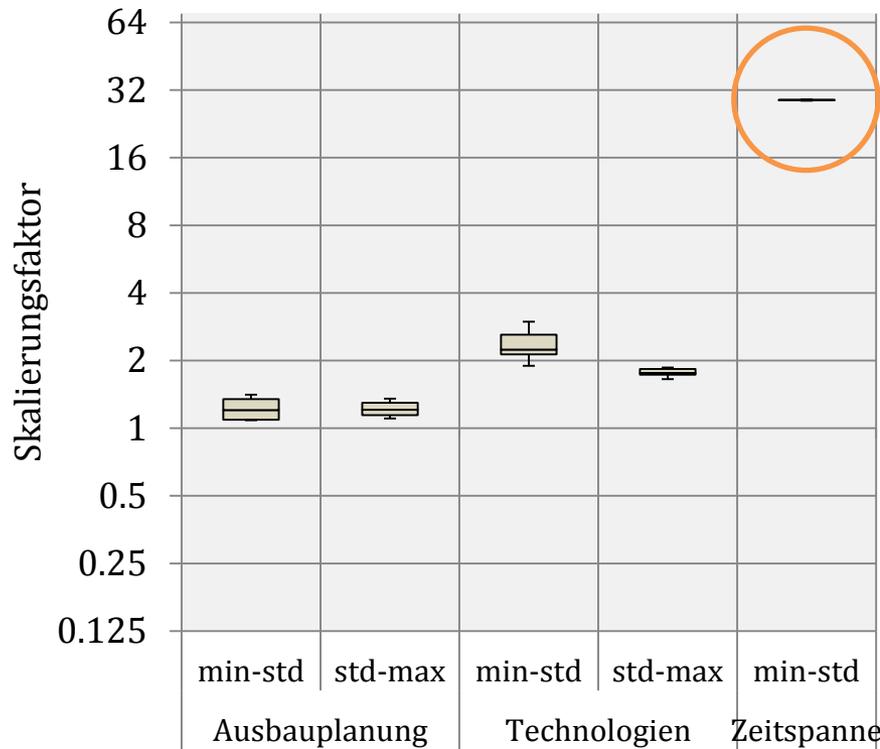
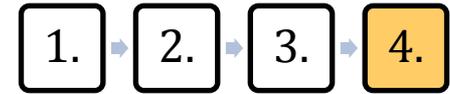
- Simplex gegen Barrier chancenlos
- Cross-Over erhöht Rechenzeit um das 3,3- bis 8-fache
- CPLEX i.d.R. am schnellsten und stabilsten
- Speed-Up durch Multi-Threading: 2- bis 4-fach



# Konzeptionelle Strategien: Modellverkleinerung

Modellgröße:

Rechenzeit:



# Erinnerung: Charakteristika der LP-Instanzen

Größen- klasse	Zeit- schritte	Zeit- spanne	Modell- Knoten	Technologien	Ausbauplanung
<b>Min</b>	4h	1 Tag	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konventionelle Kraftwerke</li> <li>• Erneuerbare Energien</li> <li>• Pumpspeicher</li> <li>• Speicherwasser</li> <li>• DC-Lastfluss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasturbinen</li> </ul>
<b>Std</b>	1h	1 Monat	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>+ Wärmespeicher</li> <li>+ Elektrische Boiler und Wärmepumpen</li> <li>+ Elektrolyseure</li> <li>+ Elektro- und Wasserstoffmobilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Übertragungs-kapazitäten</li> </ul>
<b>Max</b>	1h	1 Jahr	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kraft-Wärme-Kopplung (detailliert)</li> <li>+ CSP-Kraftwerke</li> <li>+ Solarthermie</li> <li>+ Demand Side Management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Batteriespeicher</li> <li>+ Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>+ Erneuerbare Energien</li> </ul>



# Zusammenfassung

- Modellgröße und Rechenzeit skalieren ähnlich
- Rechenzeit variiert stärker

## **Empfehlung:**

- Barrier
- kein Cross-Over
- Multi-Threading
- Beschleunigung durch Modellverkleinerung → Verringerung der Zeitschritte



# Beschleunigungsstrategien

Ausblick

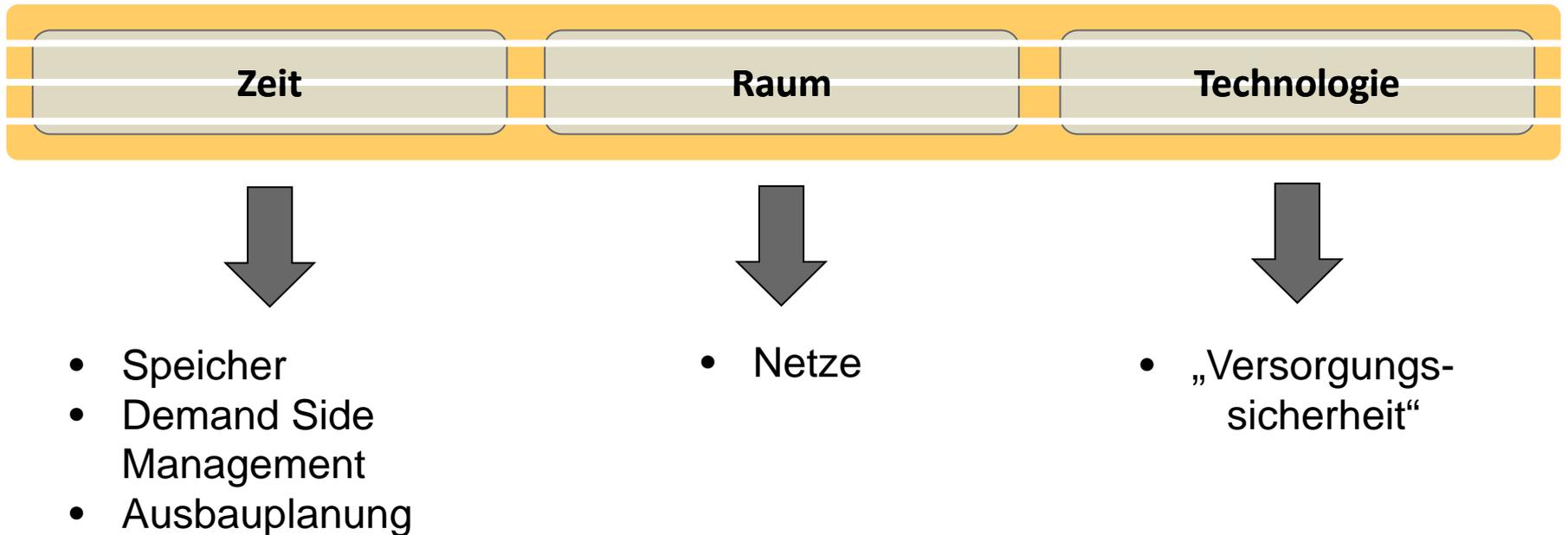
Knowledge for Tomorrow



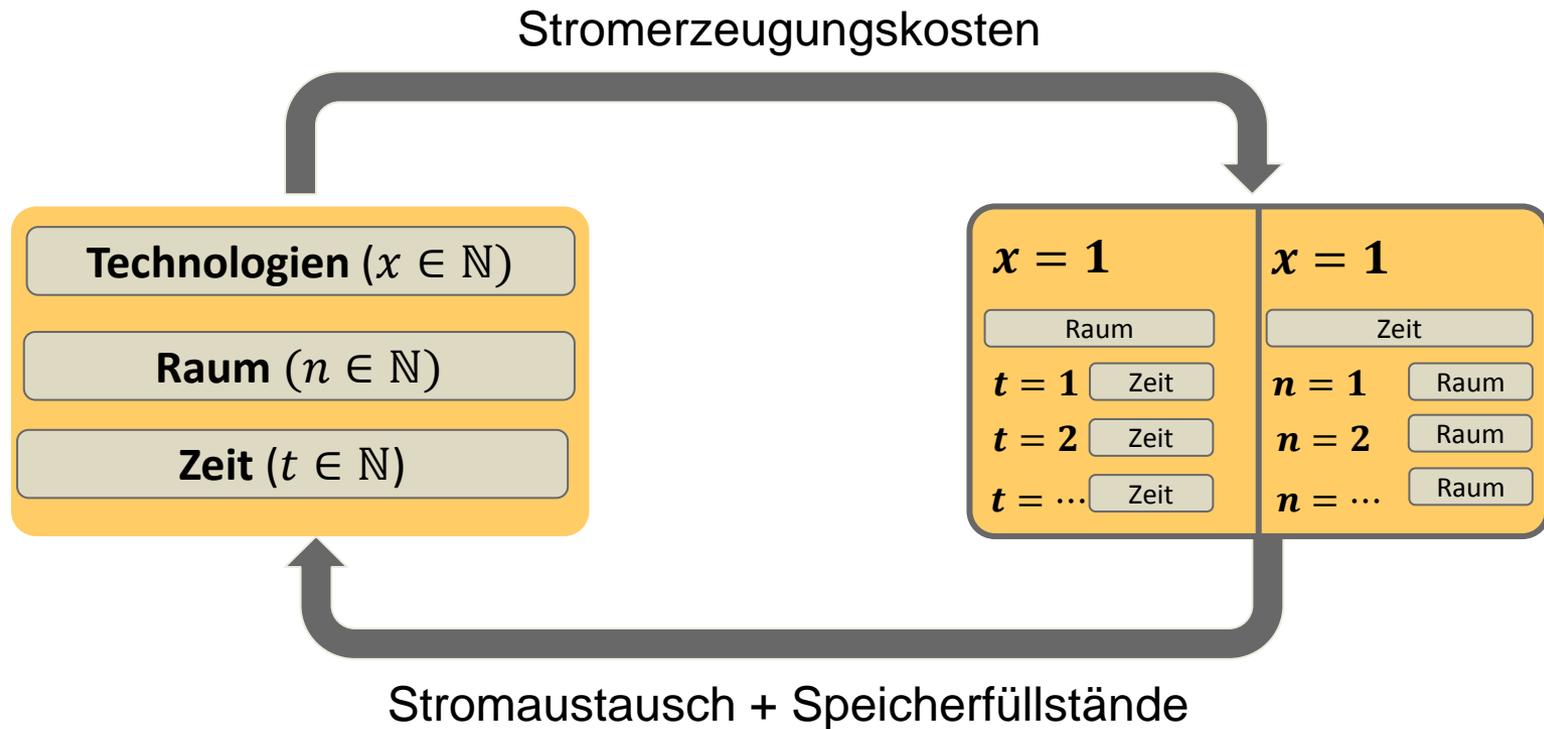
# Ausblick: Auffinden effektiver Dekompositionen

## Herausforderung:

- Integrale Variablen und Constraints innerhalb einer Dimension



# Ausblick: Beispiel „Raum- und Zeitparallel“?



**Vielen Dank!**

Fragen?

Knowledge for Tomorrow

