

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

14. Symposium Energieinnovation

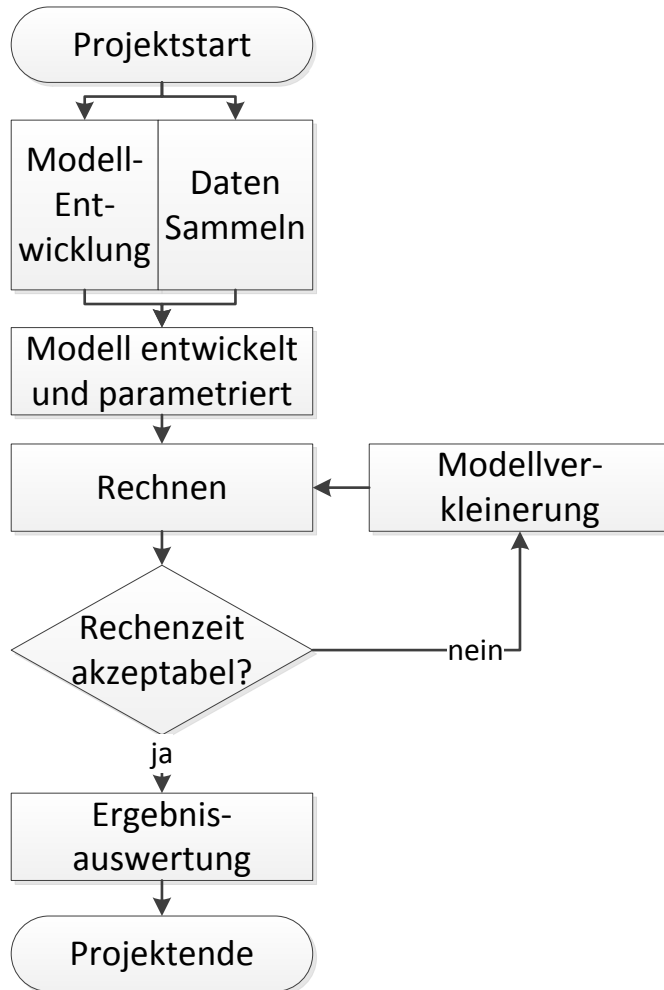
11.02.2016, Graz/Austria



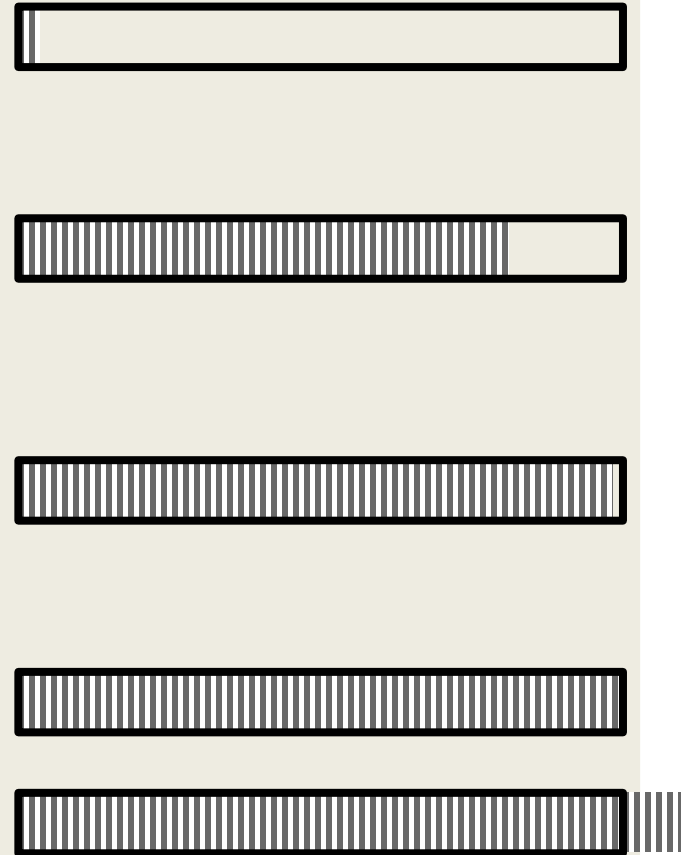
Knowledge for Tomorrow



Motivation: Häufiger Projektablauf



Verbrauchte Projektlaufzeit



Beschleunigungsstrategien

Überblick



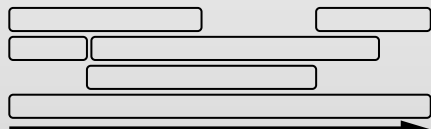
Knowledge for Tomorrow



Dimensionen in Energiesystemmodellen

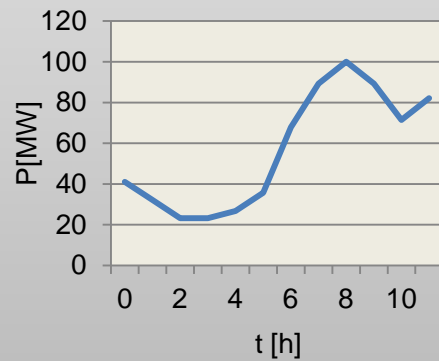
Zeit

„Investitionshorizont“

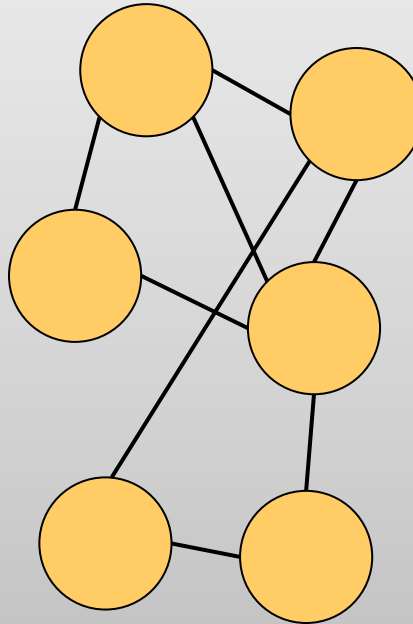


Kurzfristig Langfristig

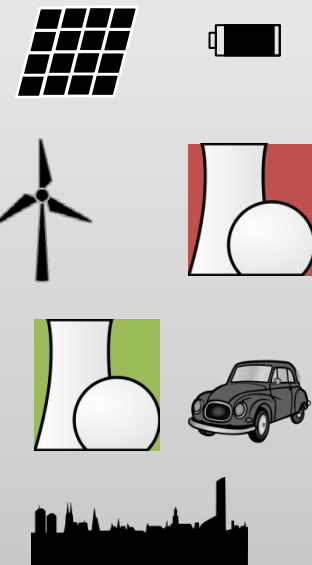
„Betriebshorizont“



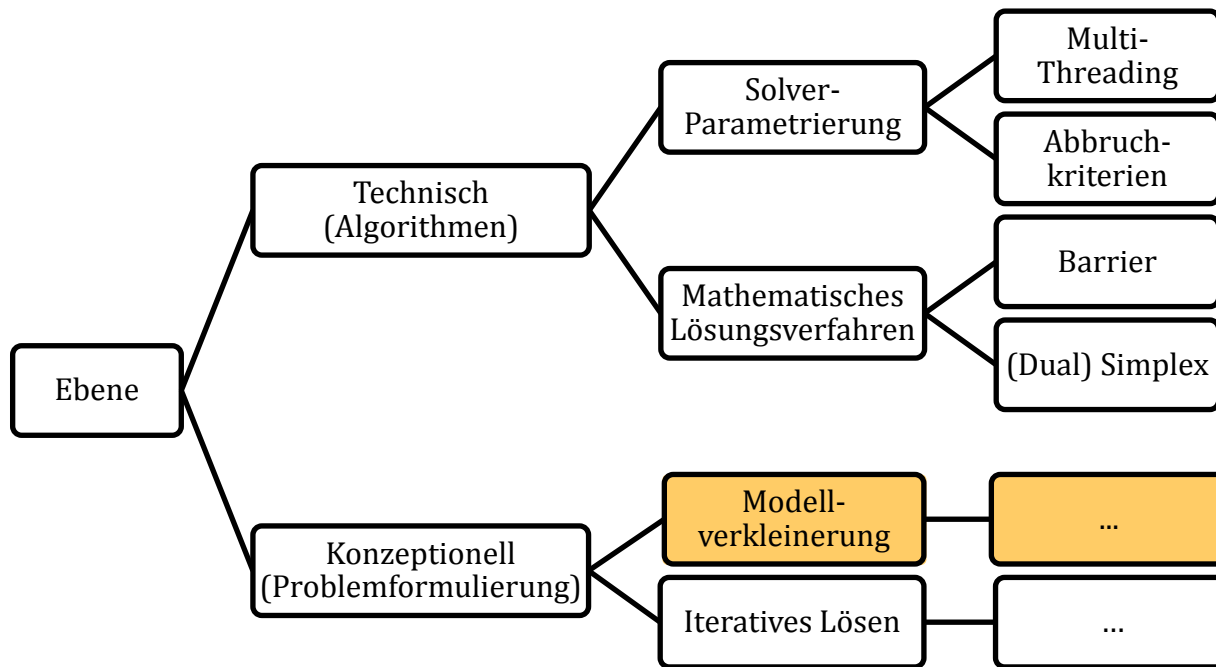
Raum



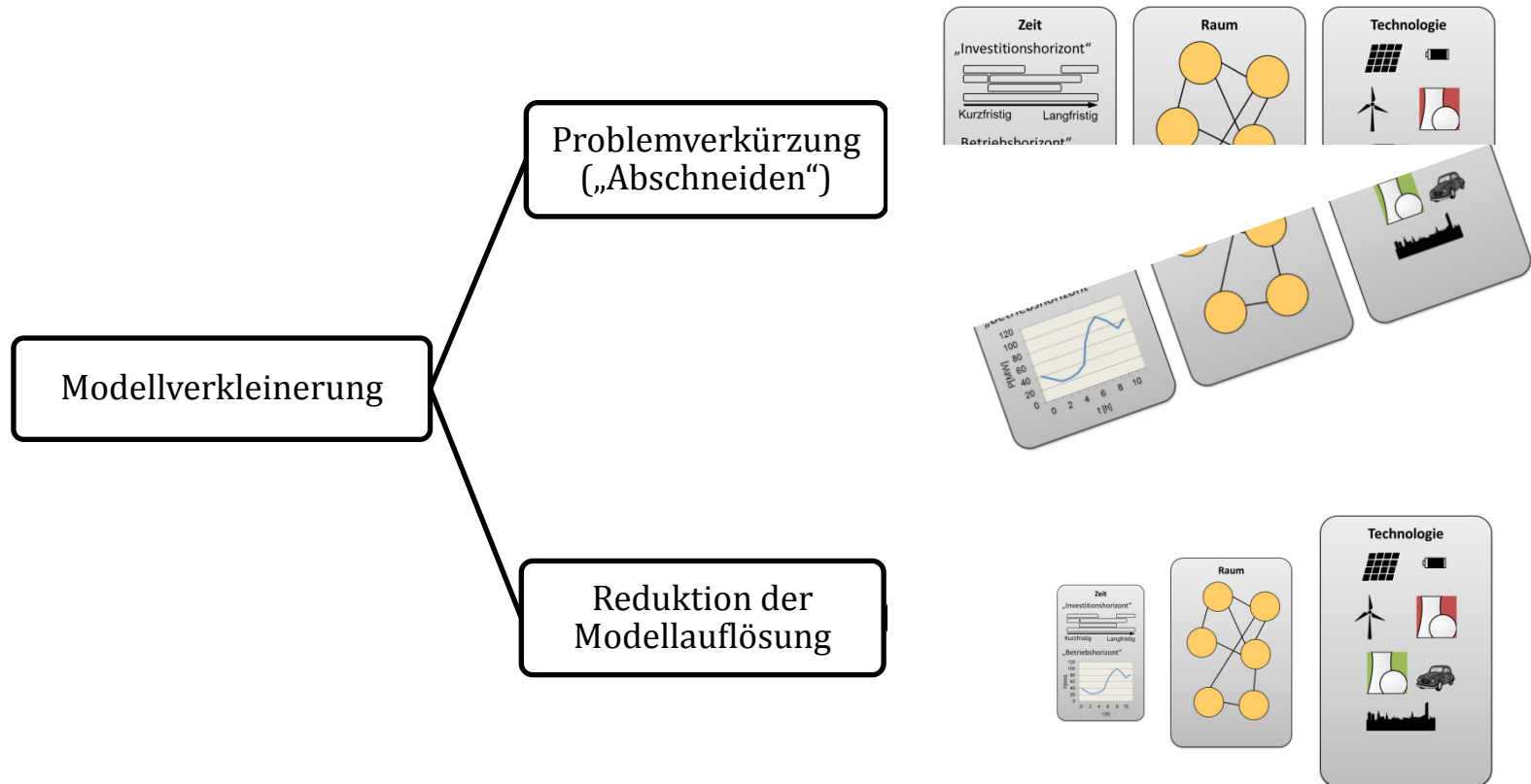
Technologie



Kategorisierung von Beschleunigungsstrategien

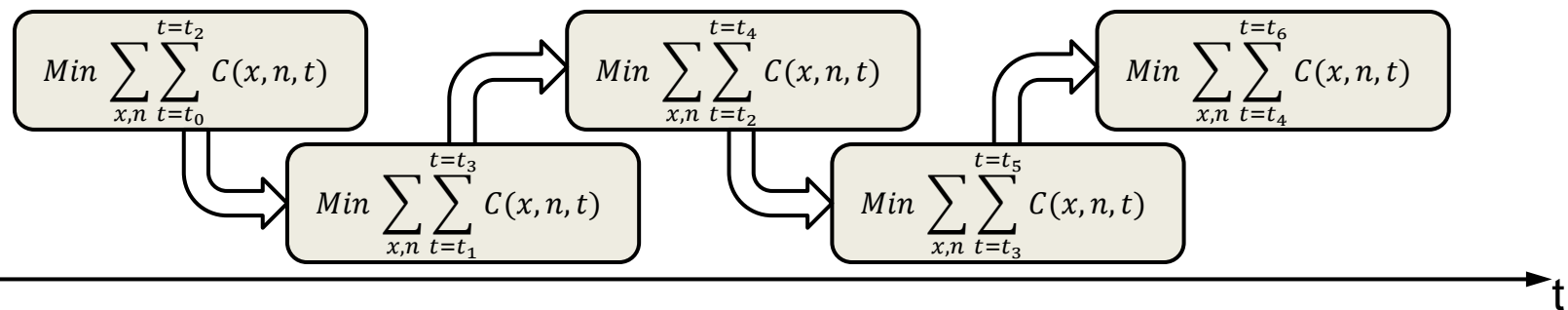


Einfache Möglichkeiten zur Modellverkleinerung

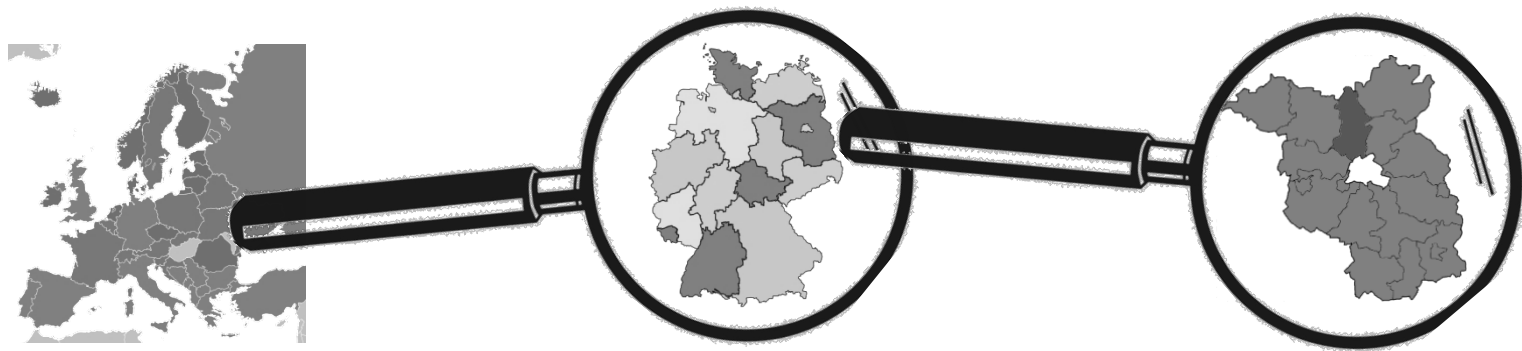


Beispiel: Serielle Beschleunigungsstrategien

„Verkürzung von Zeithorizonten“ → Rollierendes Verfahren



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



Beschleunigungsstrategien

Parallelisierung?

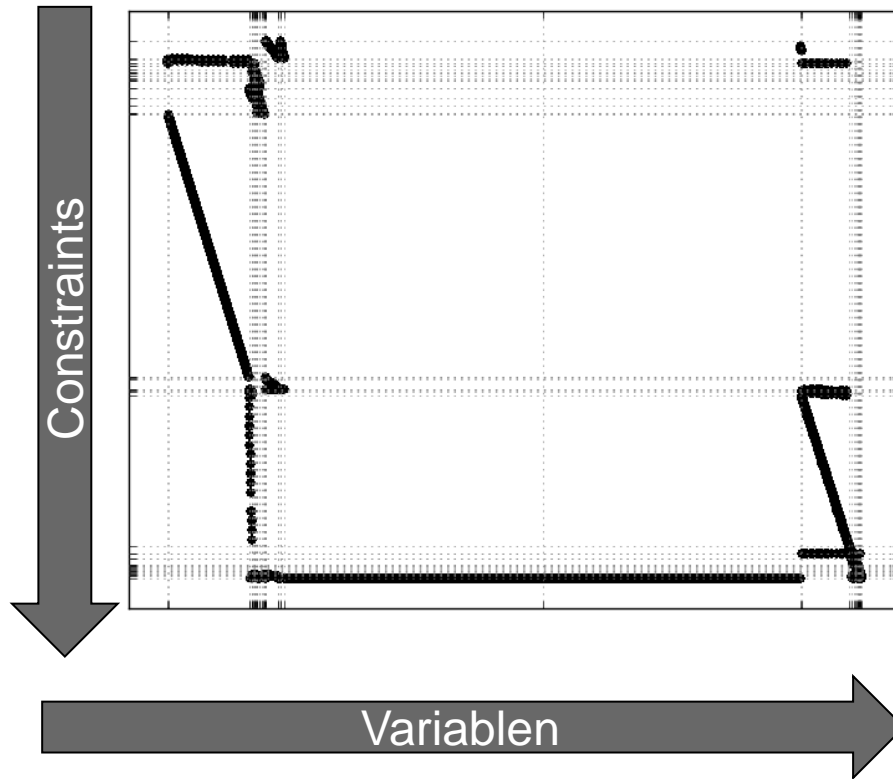


Knowledge for Tomorrow

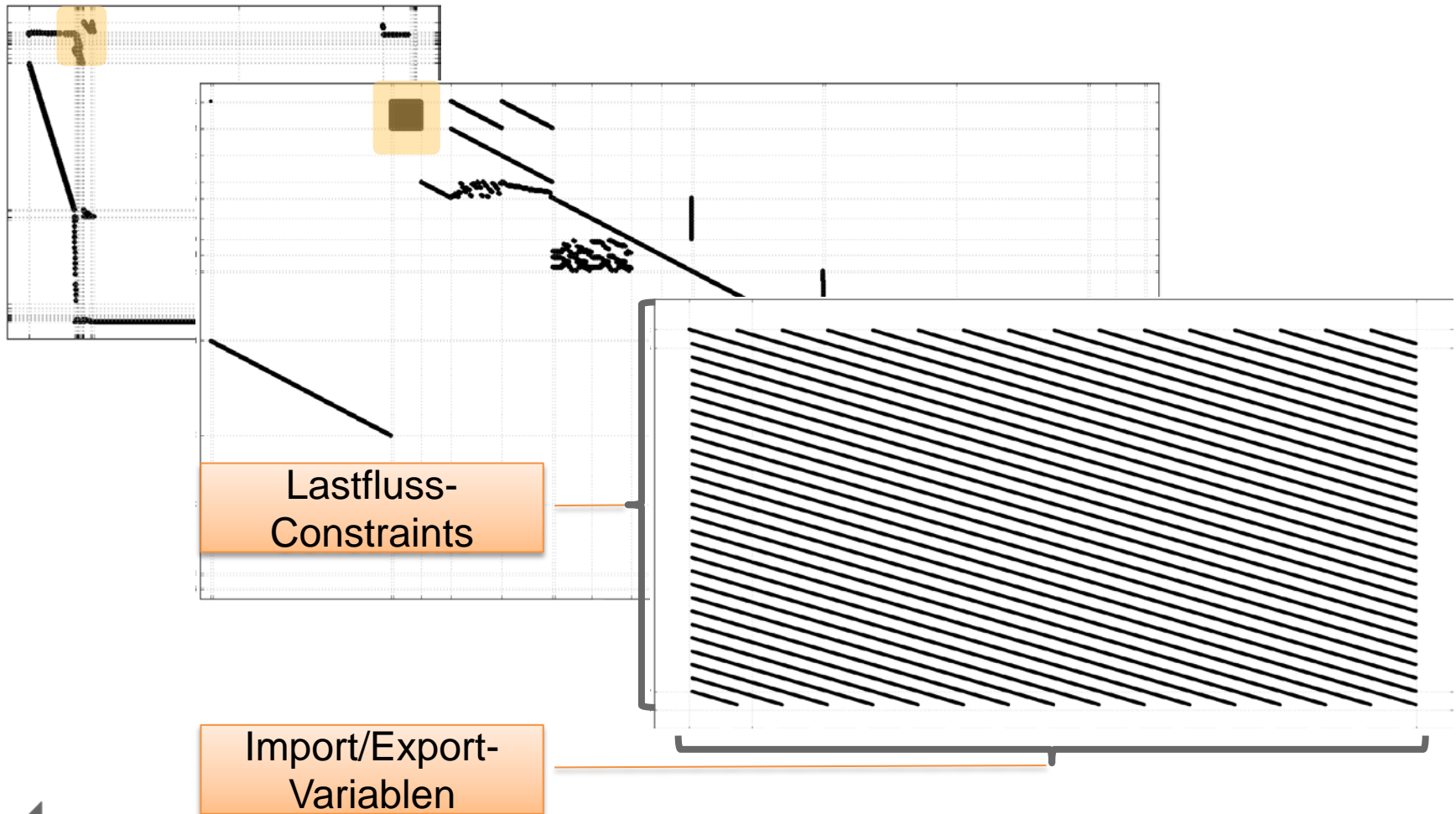


Beispiel: Matrix-Struktur

(12 Mio. Variablen)



Beispiel: Matrix-Struktur

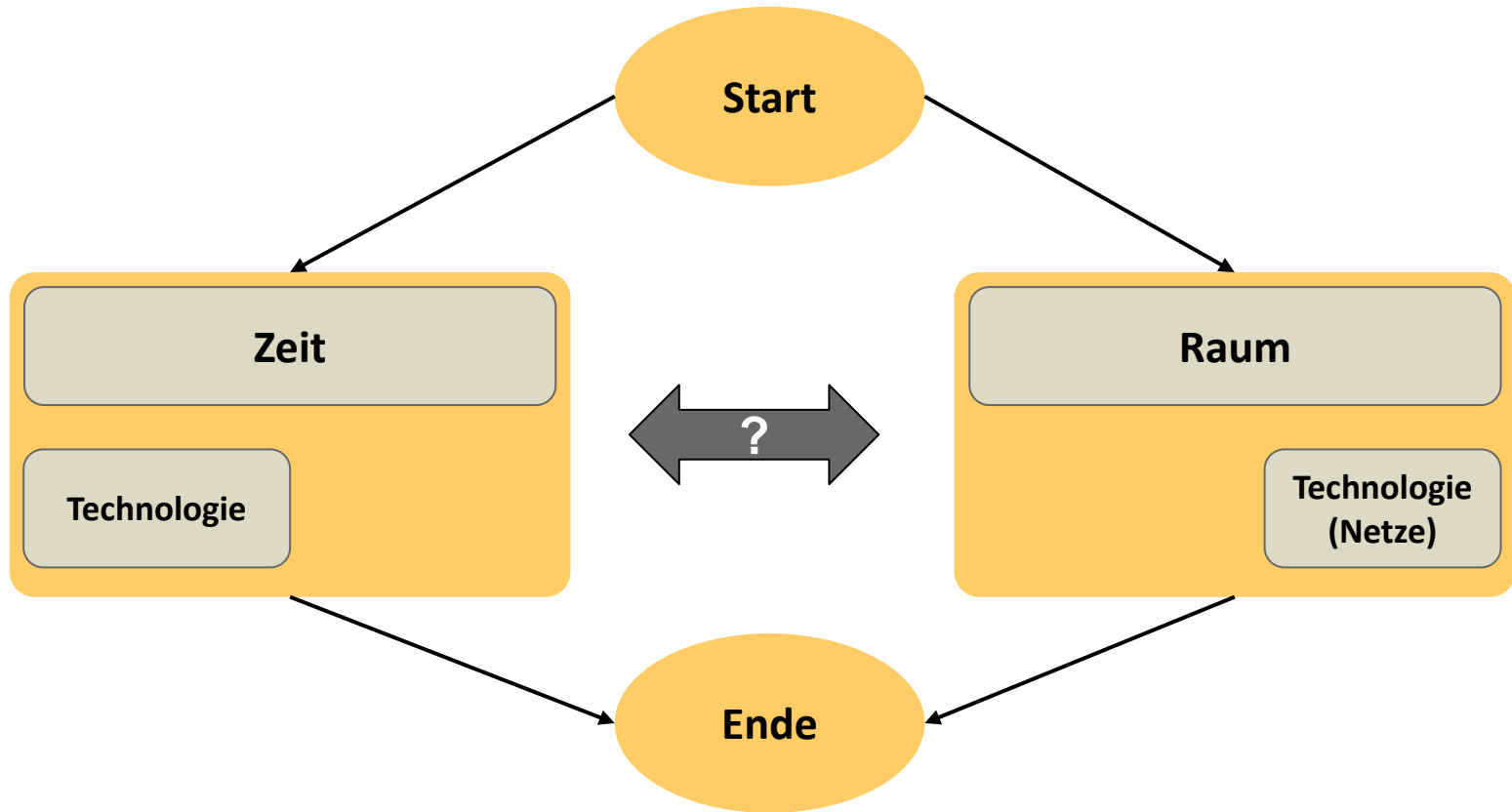


Ausgangspunkt: Integrales Problem

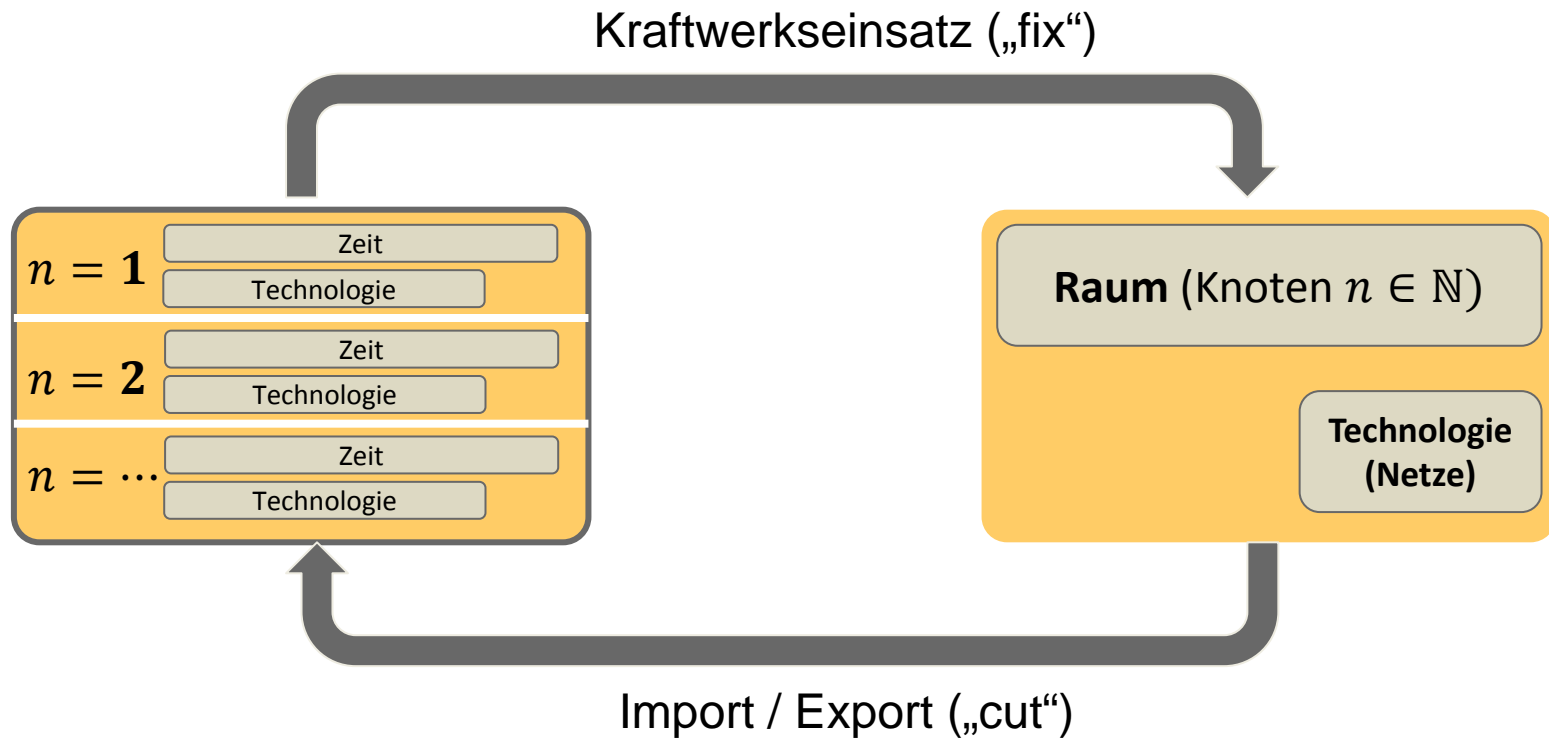
Idee: Dimensionen trennen



Idee



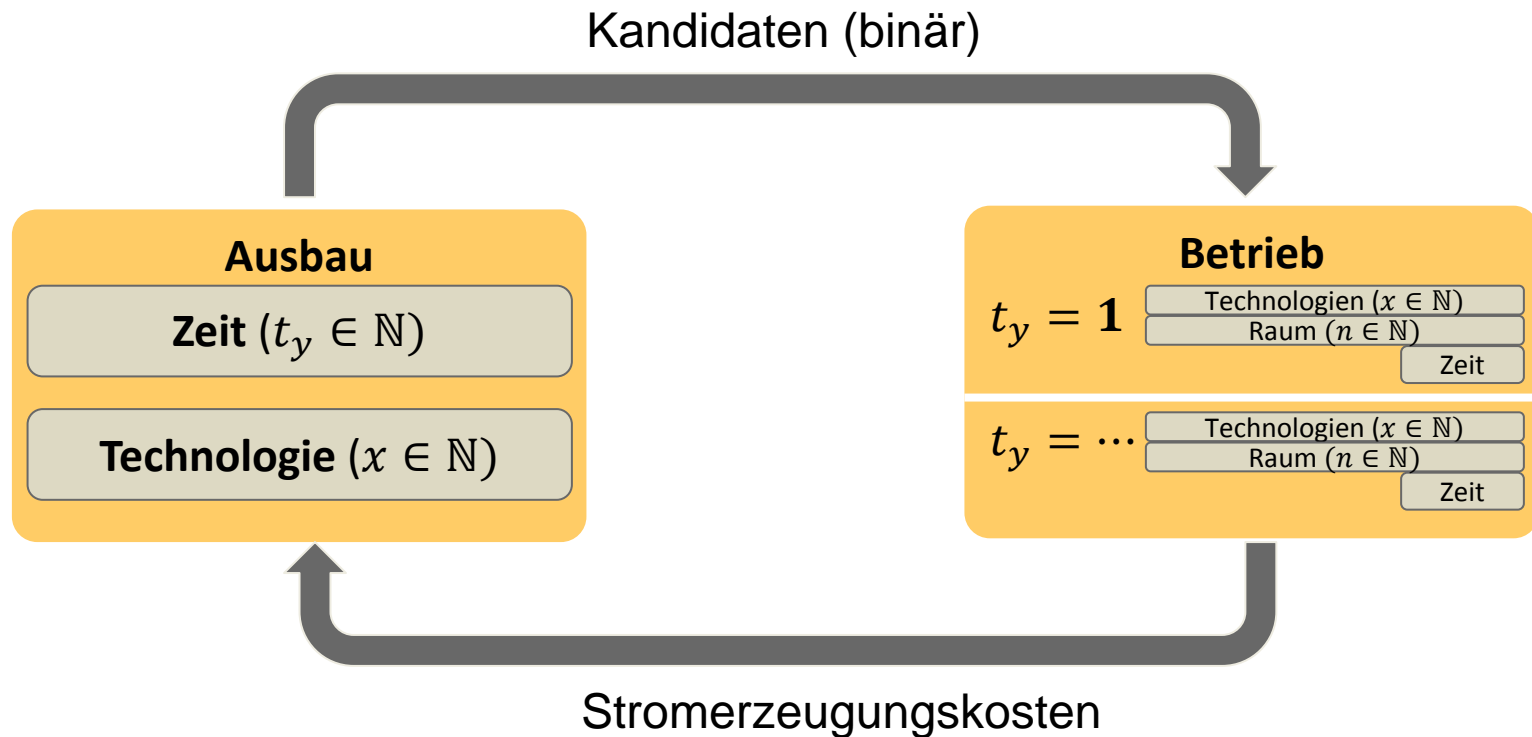
Dekomposition Beispiel: „Raumparallel“



Dekomposition: Typische Anwendung

Benders Dekomposition in Ausbauplanung mit MIP:

- Generation Expansion Planning¹ (**ohne Speicher**)



Performance Vergleich

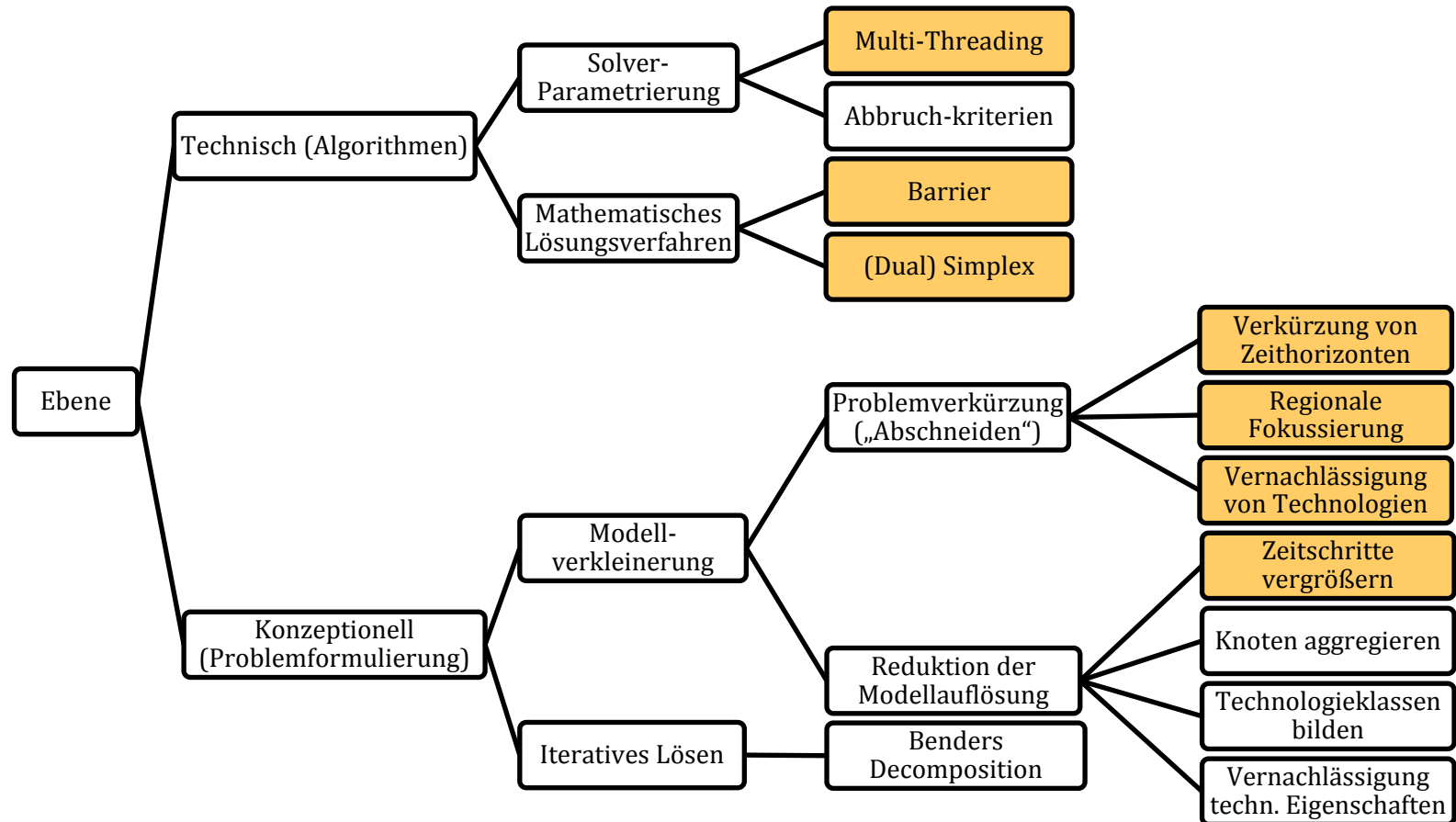
Methodik



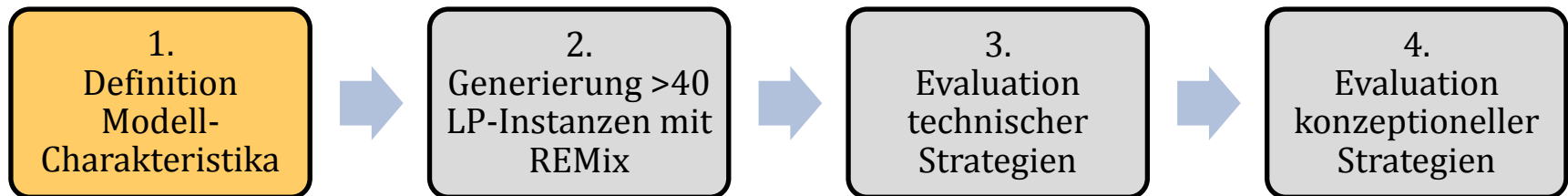
Knowledge for Tomorrow



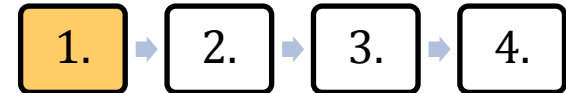
Auswahl der Beschleunigungsstrategien



Überblick Vorgehensweise



Charakteristika der LP-Instanzen



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



Ergebnisse

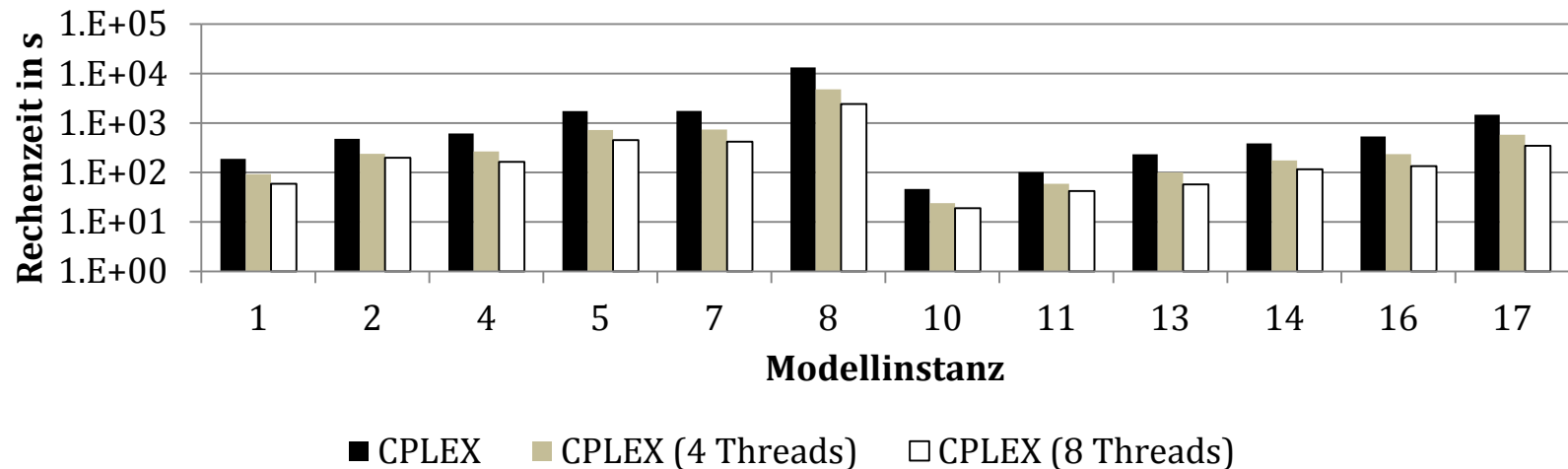
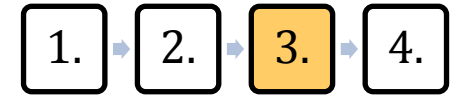


Knowledge for Tomorrow



Technische Strategien

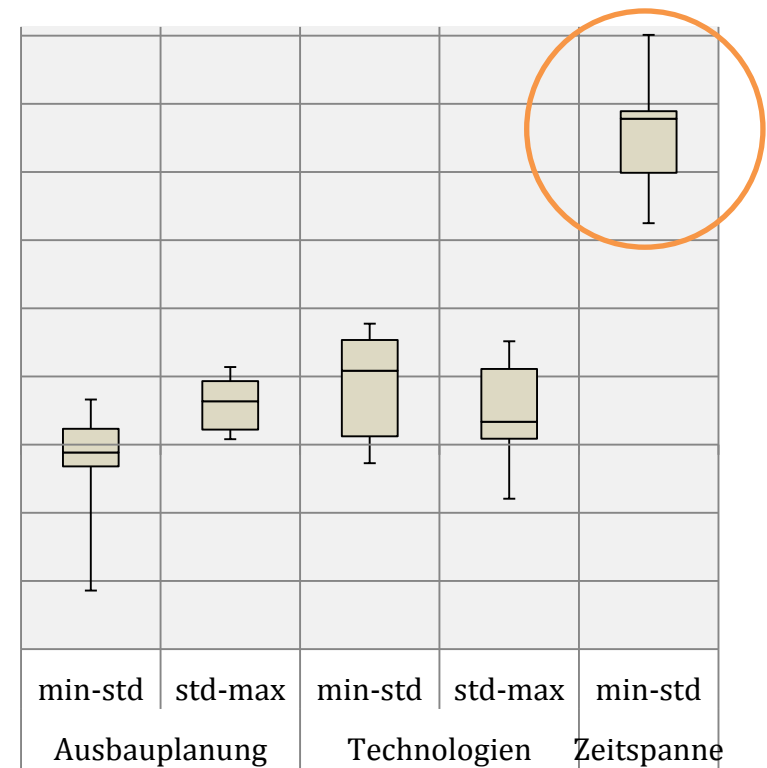
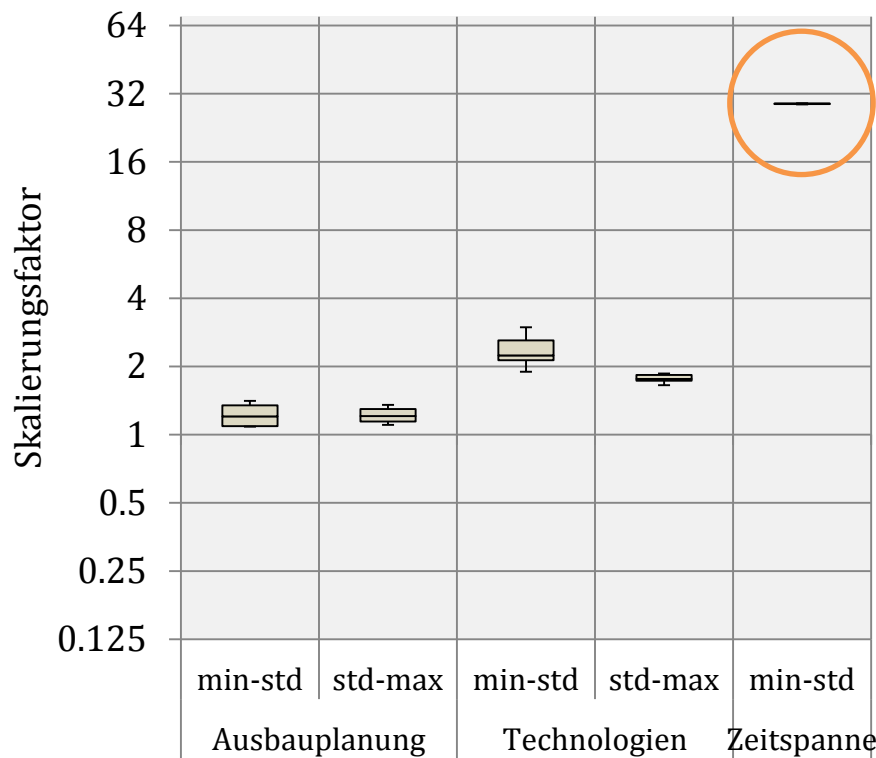
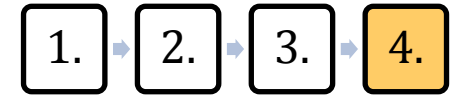
- Simplex gegen Barrier chancenlos
- Cross-Over erhöht Rechenzeit um das 3,3- bis 8-fache
- CPLEX i.d.R. am schnellsten und stabilsten
- Speed-Up durch Multi-Threading: 2- bis 4-fach



Konzeptionelle Strategien: Modellverkleinerung

Modellgröße:

Rechenzeit:



Erinnerung: Charakteristika der LP-Instanzen

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



Zusammenfassung

- Modellgröße und Rechenzeit skalieren ähnlich
- Rechenzeit variiert stärker

Empfehlung:

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



Beschleunigungsstrategien

Ausblick



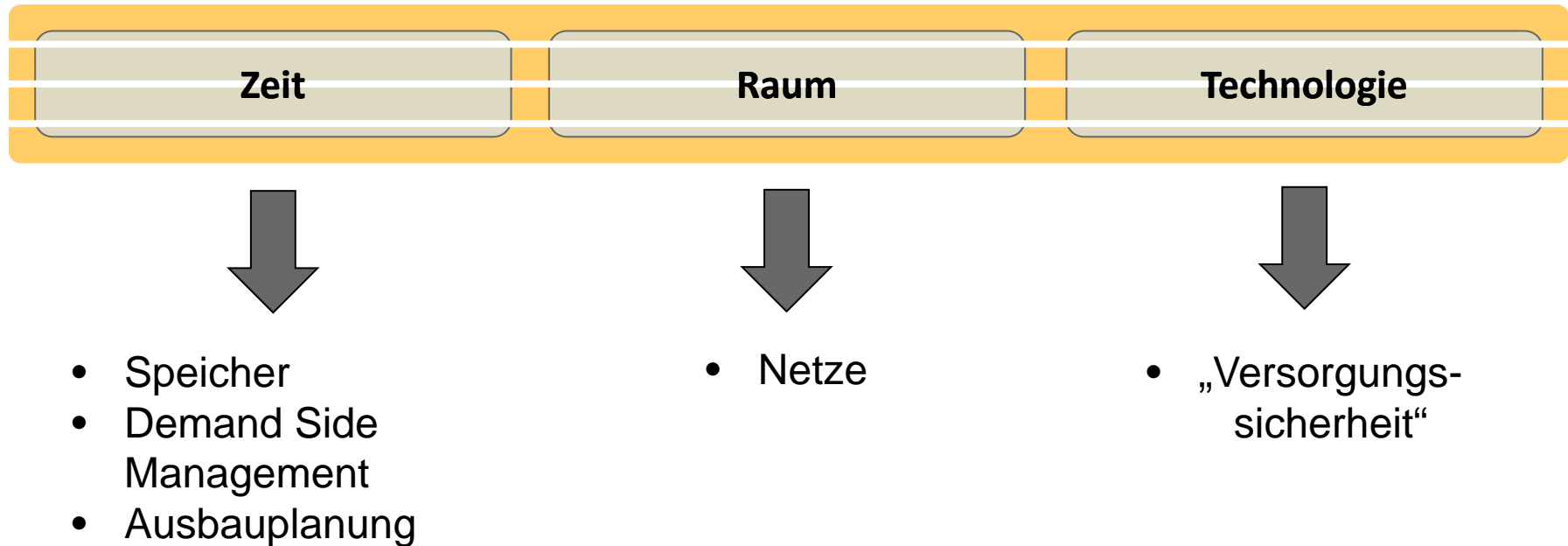
Knowledge for Tomorrow



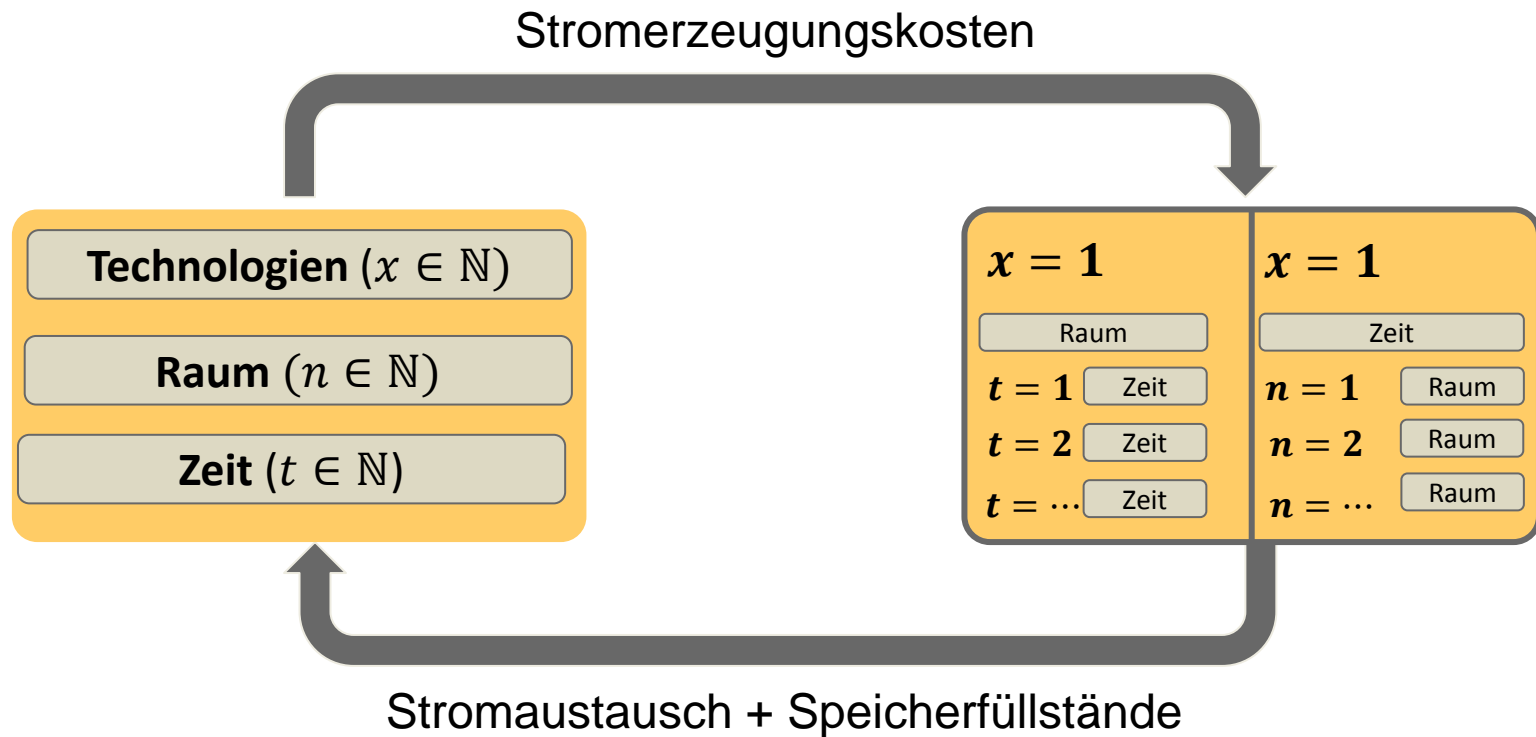
Ausblick: Auffinden effektiver Dekompositionen

Herausforderung:

- Integrale Variablen und Constraints innerhalb einer Dimension



Ausblick: Beispiel „Raum- und Zeitparallel“?



Vielen Dank!

Fragen?



Knowledge for Tomorrow

