

DT.HYDRO - Cross Market Optimization

Integrierte Day-Ahead- und Regelenergieangebotsoptimierung

Präsentation bei 9. OeGOR-IHS Wien, 06. März 2014

Ömer Kuzugüden



decision trees
stochastic optimization

Unternehmen & Produktvorstellung



- Wir bieten Energieunternehmen maßgeschneiderte Software und Beratung bei der Entwicklung und Einführung neuer Bewertungs-, Modellierungs- und Optimierungsansätze mit den neuesten Methoden aus der
 - Simulation
 - Statistik
 - Zeitreihenanalyse
 - Mathematisch stochastischen Optimierung (Scenario Tree).
- DT.HYDRO ist das stochastische Optimierungstool der Decision Trees GmbH zur vorausschauenden Bewertung und optimalen Einsatzplanung von Wasserkraft- und Pumpspeichersystemen.

Agenda

Vorstellung

- Unternehmen & DT.HYDRO

Regelenergie

- Kompakte Vorstellung des Regelenergiemarkts

Motivation &
Herausforderungen

- Notwendigkeit des Handels an RE-Märkten
- Schwierigkeiten bei der Umsetzung

Integrierter
Optimierungsprozess

- Integration in den täglichen Optimierungsworkflow

Mathematische
Modellierung

- Skizzierung der Modellierung und der Herausforderungen

Ergebnisse

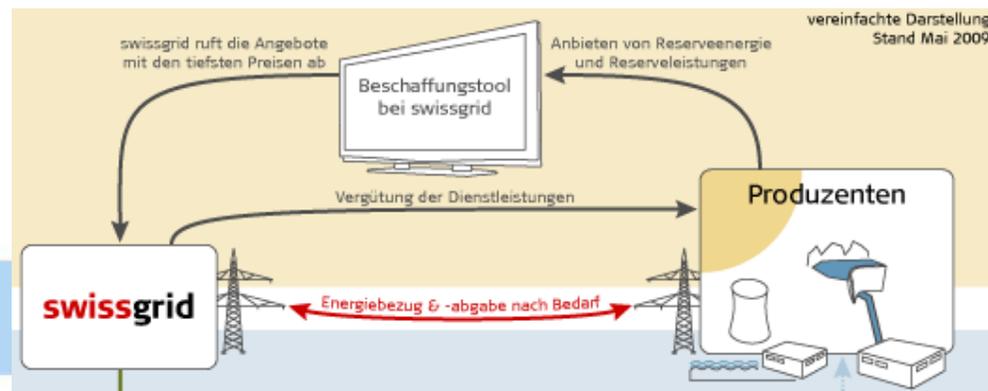
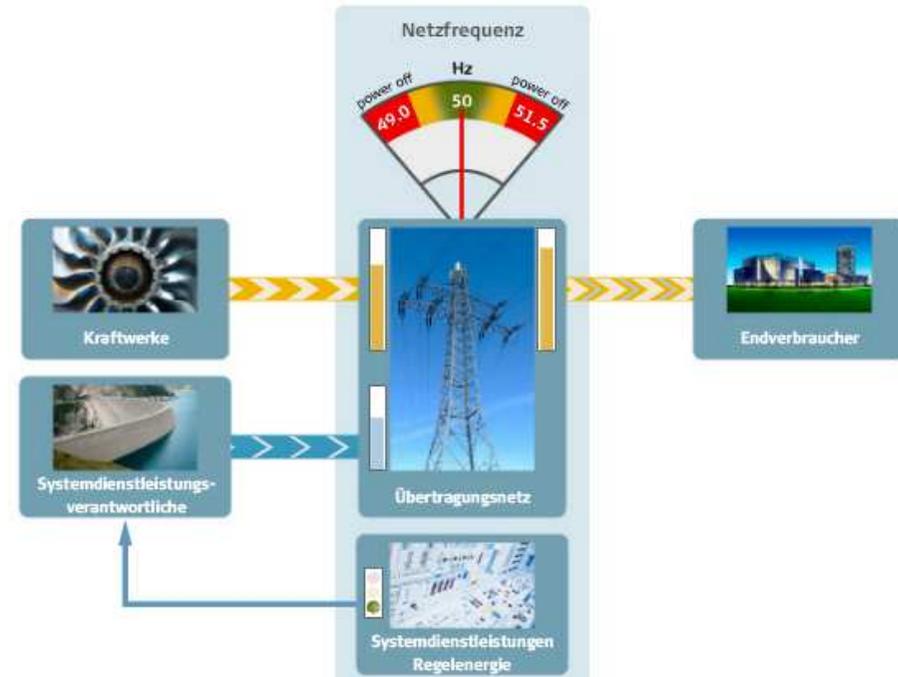
- Exemplarische Darstellung einiger Optimierungsergebnisse

Studien/Entwicklungen

- Forschung & Entwicklung zur Weiterentwicklung der
Regelenergieangebotsoptimierung

Aufgabe und Funktionsweise von Regelenergie

- Da sich elektr. Energie nicht speichern lässt, muss zu jedem Zeitpunkt exakt genau so viel elektrische Energie erzeugt werden, wie verbraucht wird.
- Dieses Gleichgewicht gewährleistet den sicheren Betrieb des Stromnetzes bei einer konstanten Frequenz von 50 Hertz (Hz).
- Unvorhergesehene Schwankungen zwischen der Einspeisung elektrischer Energie in das Netz und der Entnahme aus demselben müssen kurzfristig ausgeglichen werden.
- Dies geschieht, indem die Lieferanten von so genannter Regelenergie die Kraftwerksleistung erhöhen oder senken.



Quelle: SwissGrid

Regelenergieprodukte

	APG		
	Primär	Sekundär	Tertiär
Produkte	1 Produkt: Base-Week +/- (Mo-So)	6 Produkte (je + und -): Base-Weekend, Peak-Week, Offpeak-Week	24 Produkte (je + und -): Mo-Fr 4 Stunden Blöcke, Sa und So 4 Stundenblöcke
Mindestgebot	+/- 2MW	5 MW	10MW bis max. 50MW
Losgröße	1 MW	5 MW	1 MW
Ausschreibungstag	Mittwoch für folgende Woche	Dienstag für folgende Woche	Mittwoch für folgende Woche
Vergütung	Leistungspreis	Leistungspreis & Arbeitspreis	Leistungspreis & Arbeitspreis
Zuschlagsverfahren	Sortierung nach aufsteigendem Leistungspreis	Sortierung nach aufsteigendem Leistungspreis und bei Abruf nach aufsteigendem Arbeitspreis	Sortierung nach aufsteigendem Leistungspreis und bei Abruf nach aufsteigendem Arbeitspreis

Agenda

Vorstellung

- Unternehmen & DT.HYDRO

Regelenergie

- Kompakte Vorstellung des Regelenergiemarkts

Motivation & Herausforderungen

- Notwendigkeit des Handels an RE-Märkten
- Schwierigkeiten bei der Umsetzung

Integrierter Optimierungsprozess

- Integration in den täglichen Optimierungsworkflow

Mathematische Modellierung

- Skizzierung der Modellierung und der Herausforderungen

Ergebnisse

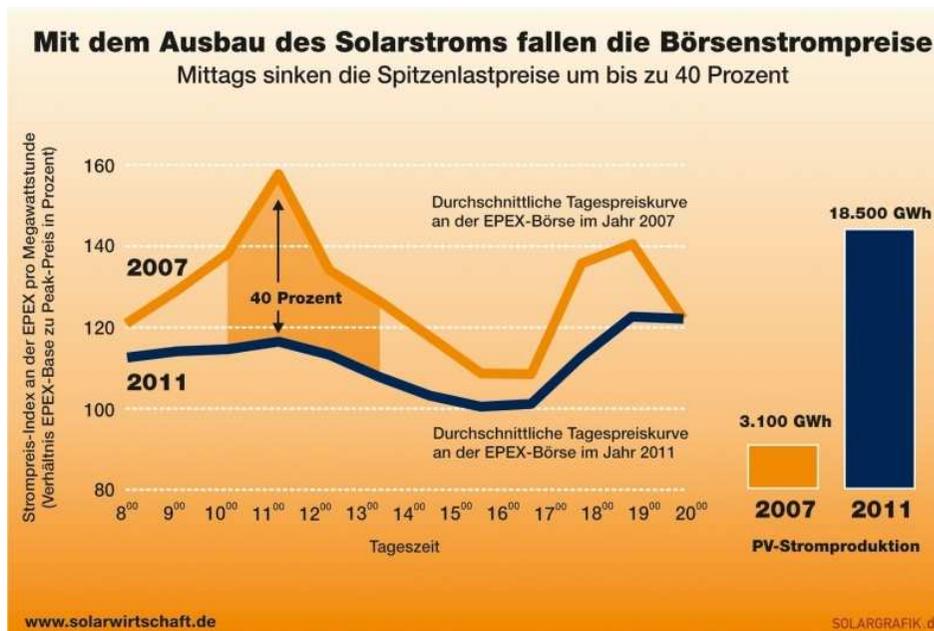
- Exemplarische Darstellung einiger Optimierungsergebnisse

Studien/Entwicklungen

- Forschung & Entwicklung zur Weiterentwicklung der Regelenergieangebotsoptimierung

Motivation

- Durch den Zubau von Photovoltaik- und Windkraftanlagen sind Betreiber von Wasserkraftanlagen mit verringerten Base-Peak- Spreads konfrontiert.

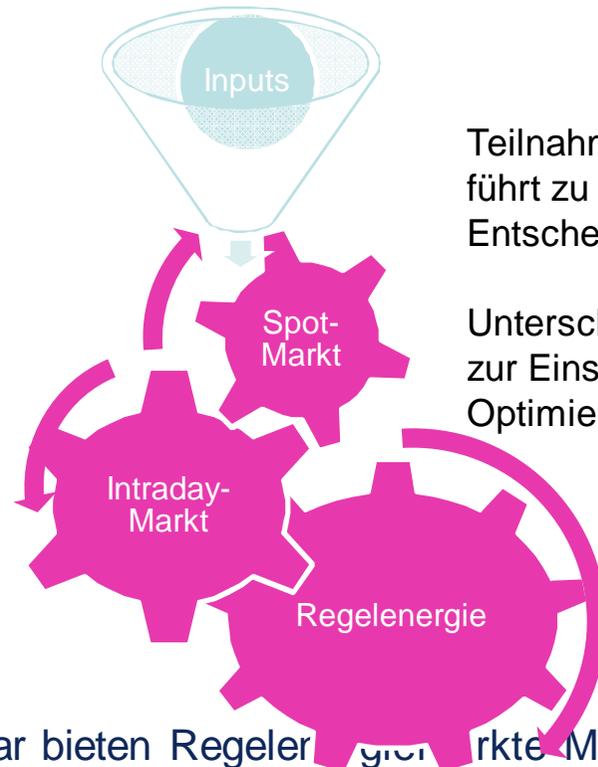


Der Ausbau von erneuerbaren Energien sowie das Atommoratorium führen zu **sinkenden Peak bzw. hohen Offpeak Preisen.**

- Aktuelle Bewertungsstudien zeigen, dass die Investitionskosten von geplanten Pumpspeichieranlagen durch deren Einsatz im Day-Ahead-Markt nicht amortisiert werden können

Aushebung neuer Gewinntrieber

- Die wesentlich höheren Gewinnpotenziale von Wasserkraftwerken, insbesondere von Pumpspeicherkraftwerken liegen in den Regel- und Intraday-Märkten.

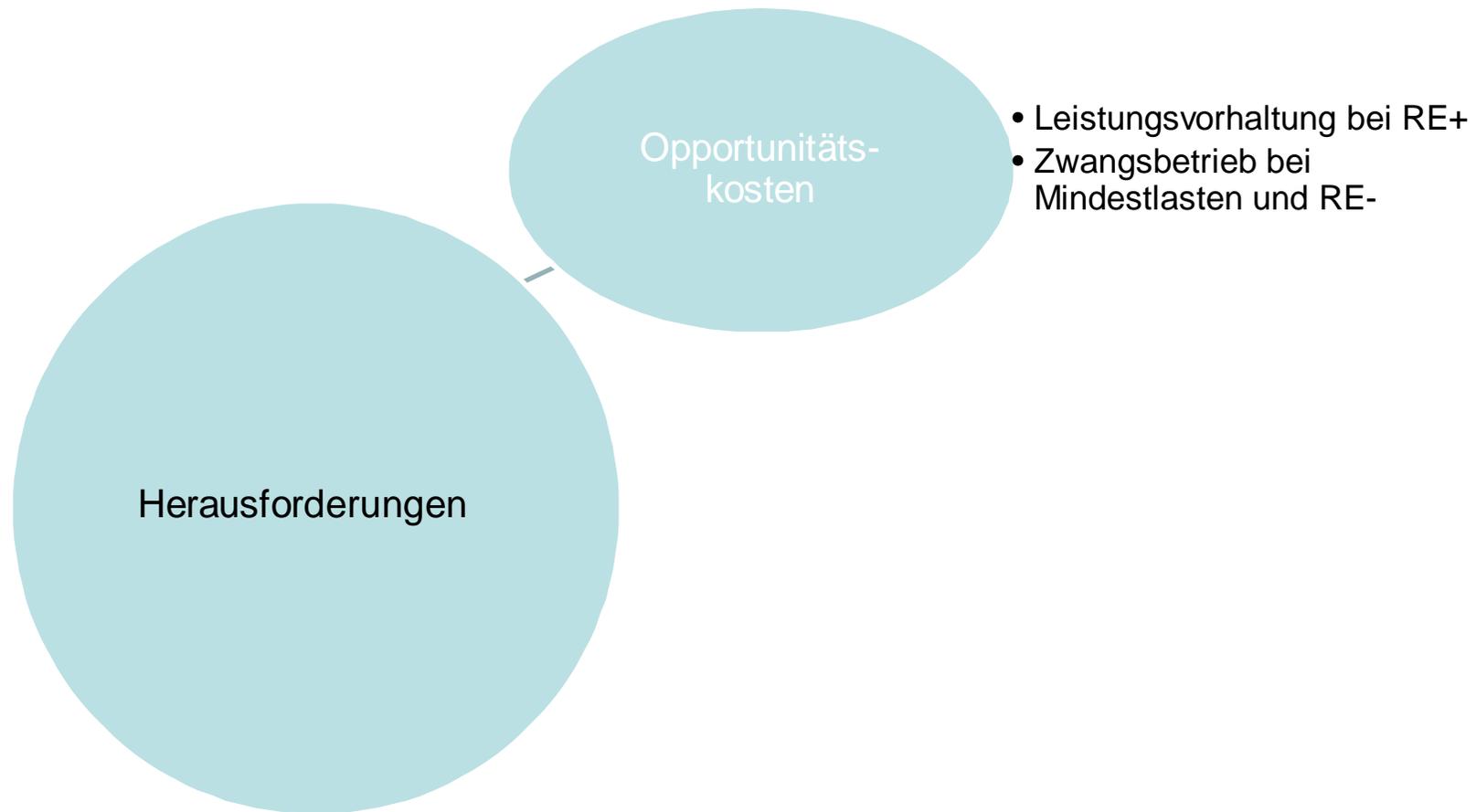


Teilnahme an mehreren, zeitlich sich überschneidenden Märkten führt zu sehr komplexen, voneinander abhängigen Entscheidungsproblemen

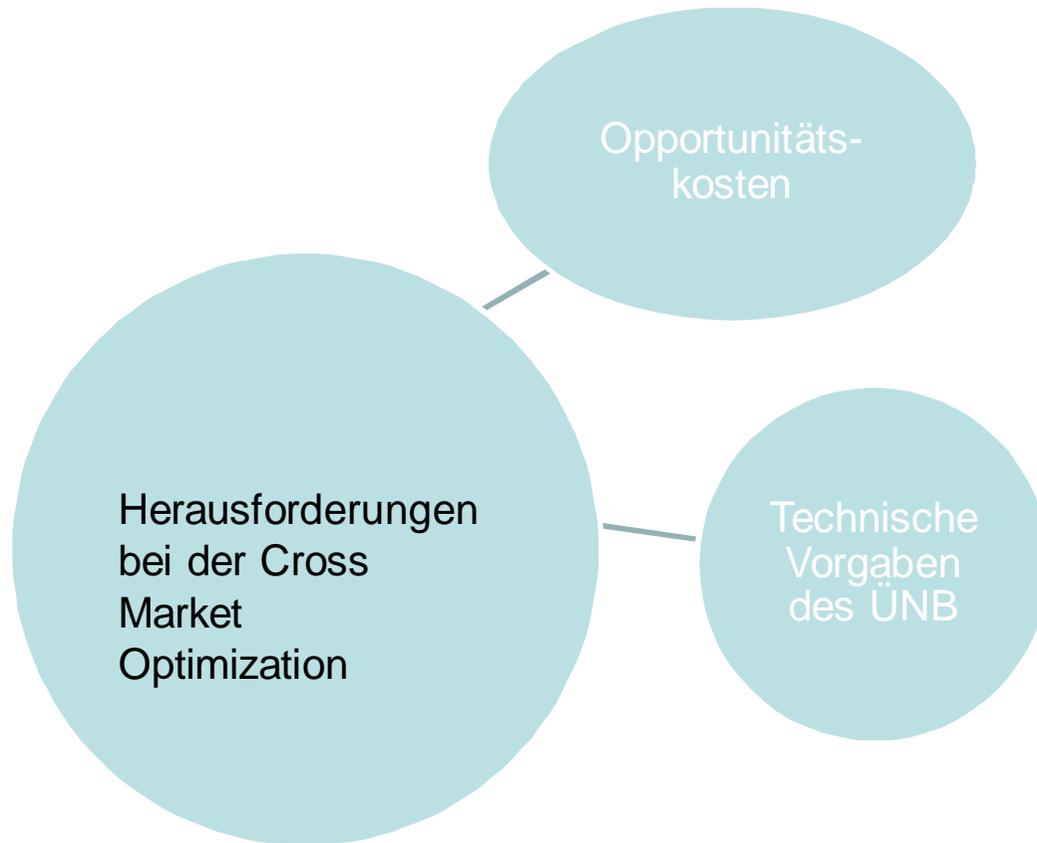
Unterschiedliche Zeitpunkte zur Anmeldung von Fahrplänen bzw. zur Einstellung von Regelenergieangeboten erfordert sukzessive Optimierung der Betriebsführung mit unterschiedlichen Modellen

- Zwar bieten Regelmärkte höhere Mehrgewinne, allerdings erfordert dies ein System der integrierten Entscheidungsfindung und stellt Wasserkraftbetreiber vor enorme Herausforderungen.

Herausforderungen

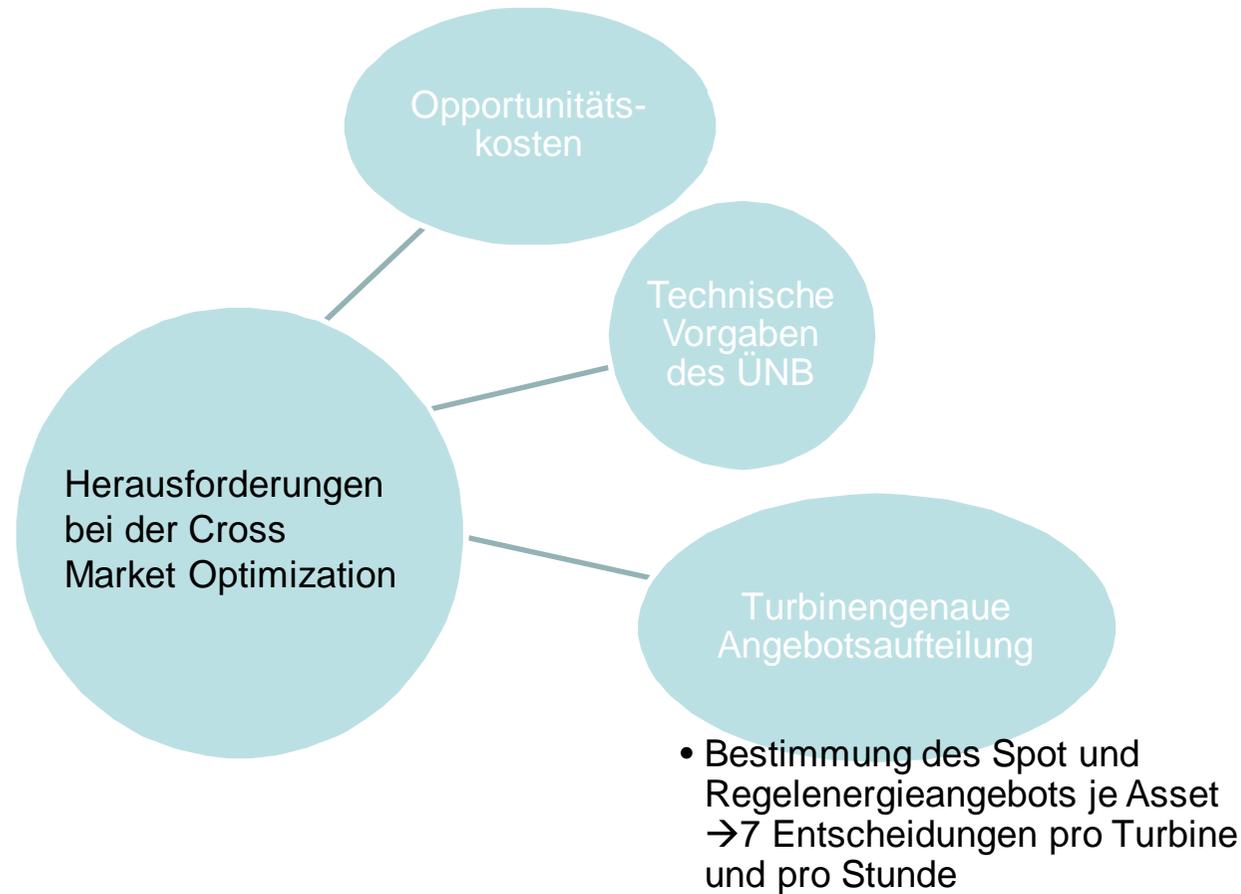


Herausforderungen

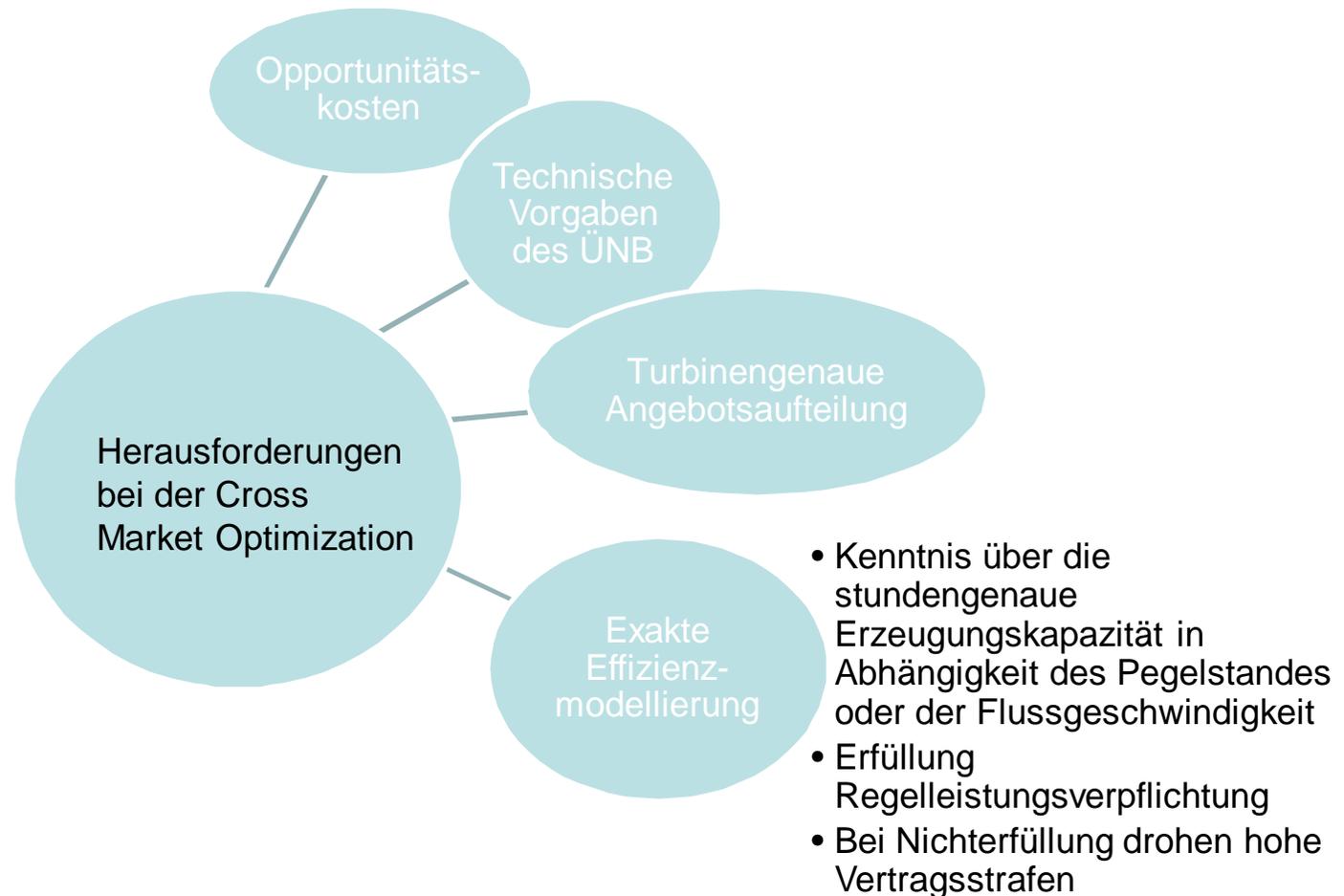


- Modellierung der Vorgaben/Präqualifikation in Form von
 - Mindestlasten
 - Sperrbereiche
 - Maximal erlaubtes Regelenergieangebot je Asset
 - Etc.

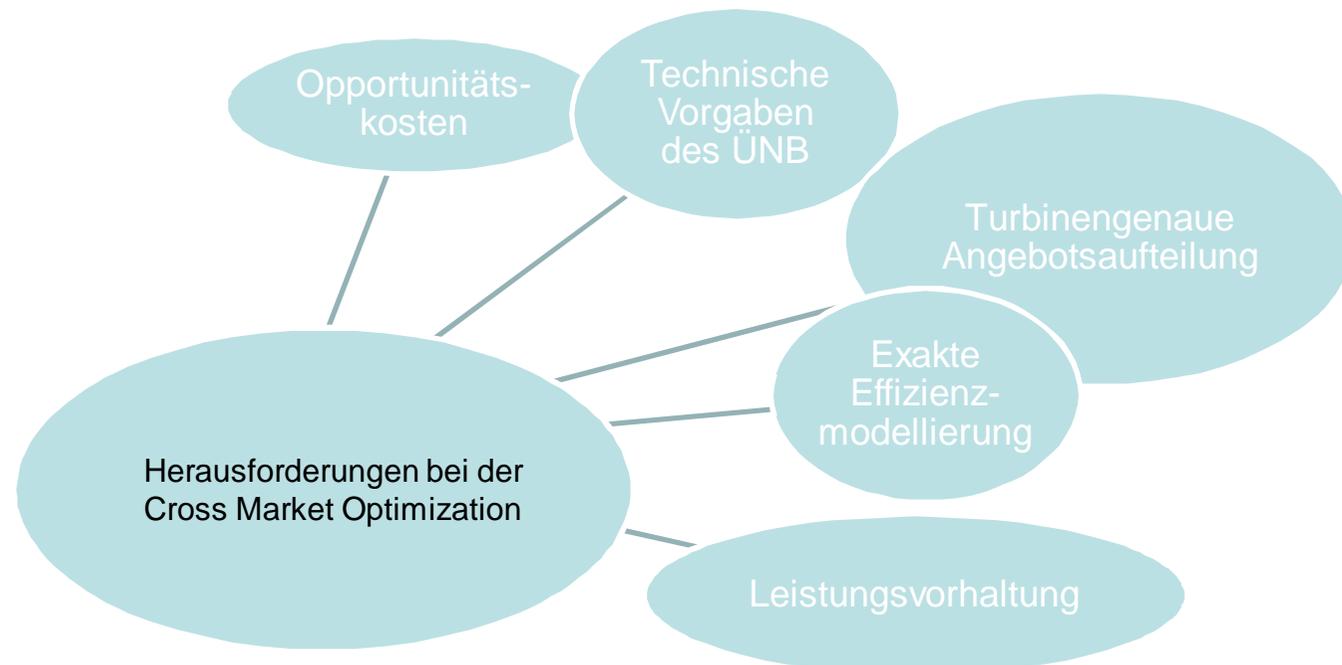
Herausforderungen



Herausforderungen

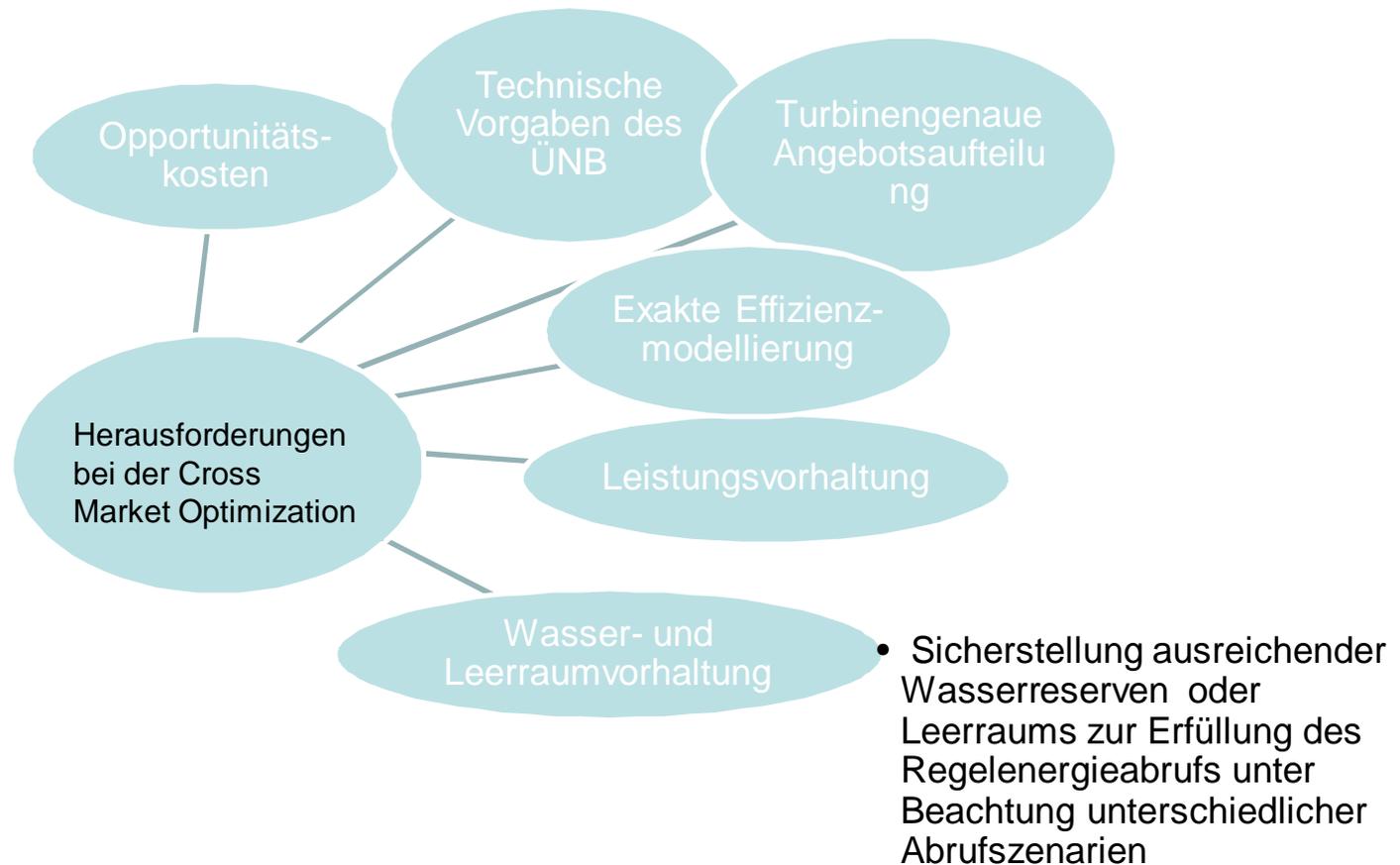


Herausforderungen

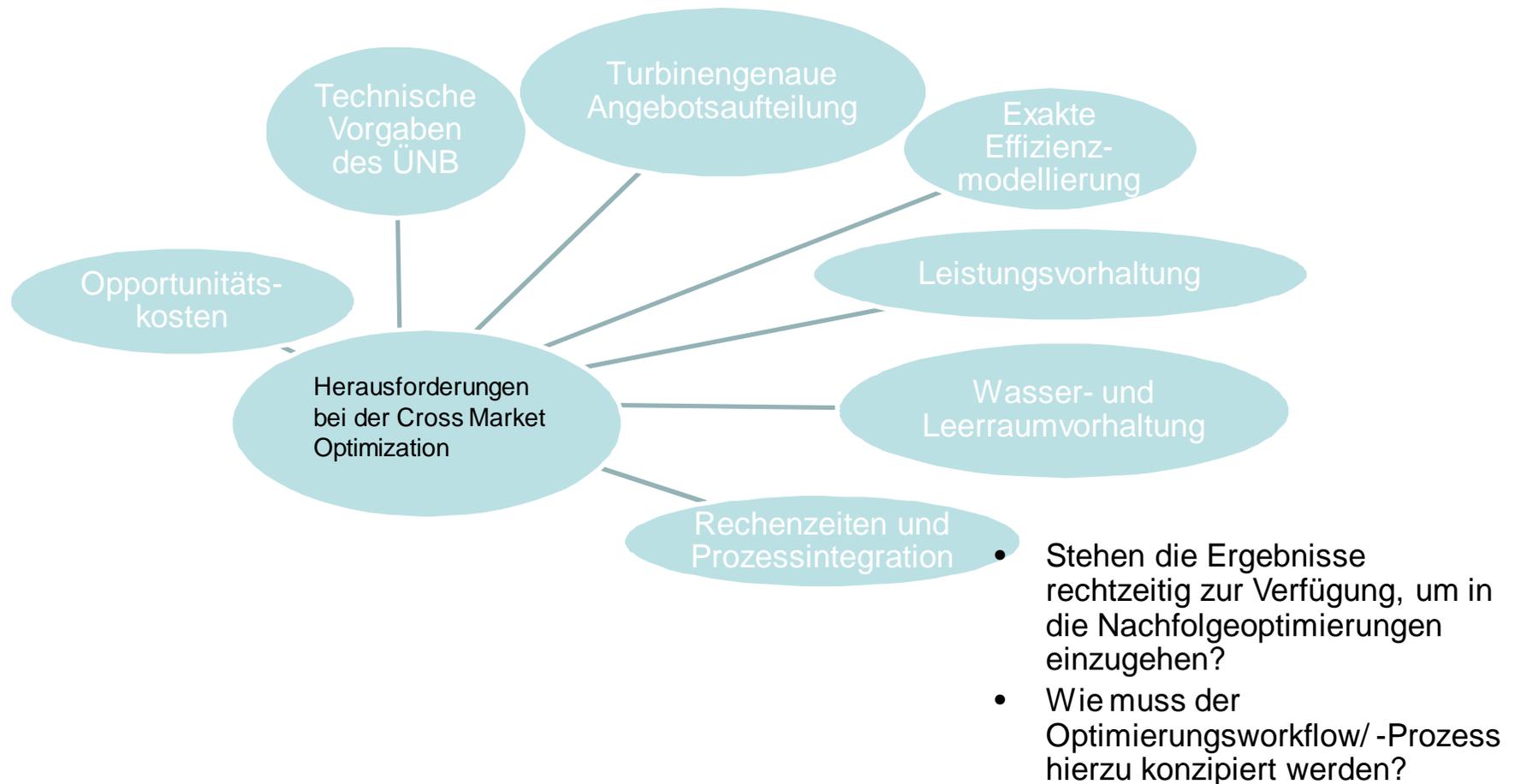


- Halten freier Kapazitäten für RE+
- Zwangsbetrieb bei RE-
- Unter Berücksichtigung aller Regelenergiemärkte, in denen angeboten werden soll, und zugehöriger Mindestlasten

Herausforderungen

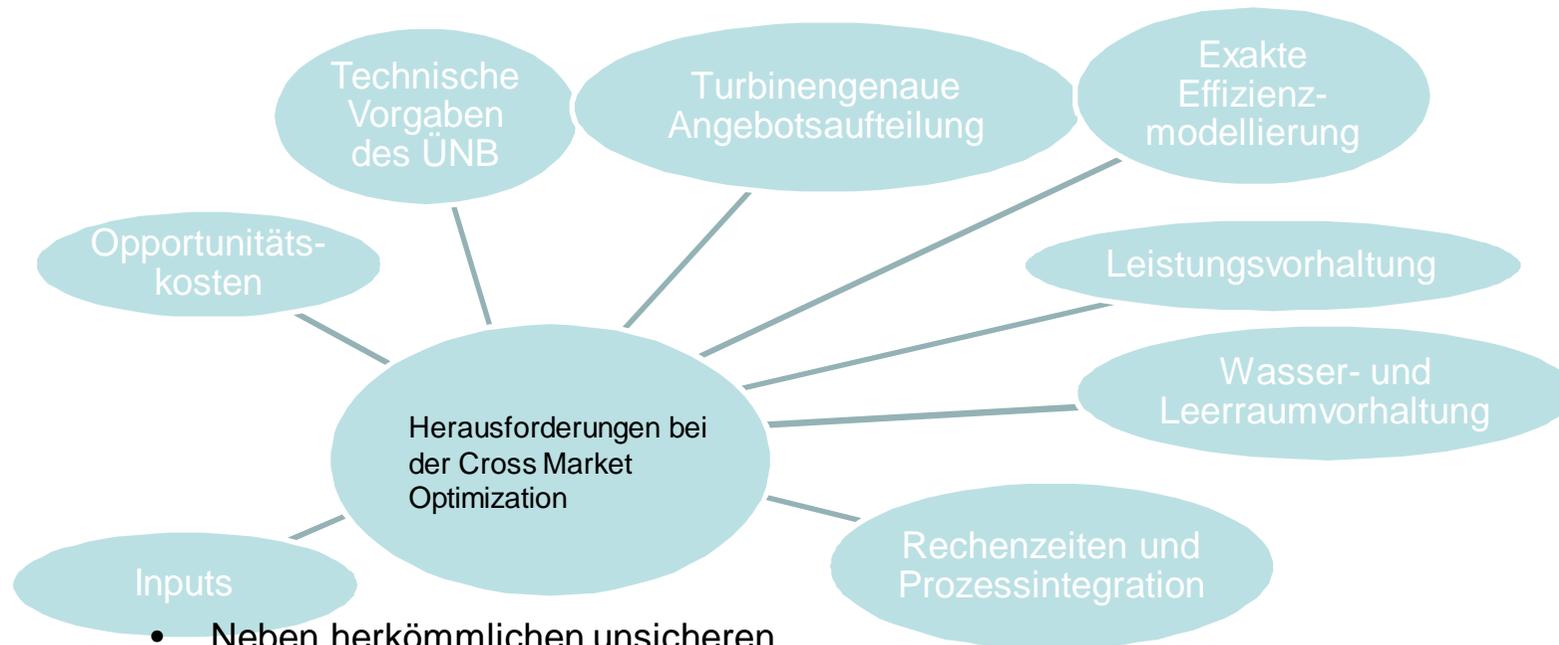


Herausforderungen



Herausforderungen

- Ohne die Bewältigung dieser Herausforderungen, können statt Mehrgewinne stark risikobehaftete und somit verlustreiche irreversible Entscheidungen getroffen werden



- Neben herkömmlichen unsicheren Inputs (Preise, Zuflüsse) kommen weitere hinzu:
 - Leistungs- und Arbeitspreise
 - Abrufwahrscheinlichkeiten

Agenda

Vorstellung

- Unternehmen & DT.HYDRO

Regelenergie

- Kompakte Vorstellung des Regelenergiemarkts

Motivation &
Herausforderungen

- Notwendigkeit des Handels an RE-Märkten
- Schwierigkeiten bei der Umsetzung

**Integrierter
Optimierungsprozess**

- Integration in den täglichen Optimierungsworkflow

Mathematische
Modellierung

- Skizzierung der Modellierung und der Herausforderungen

Ergebnisse

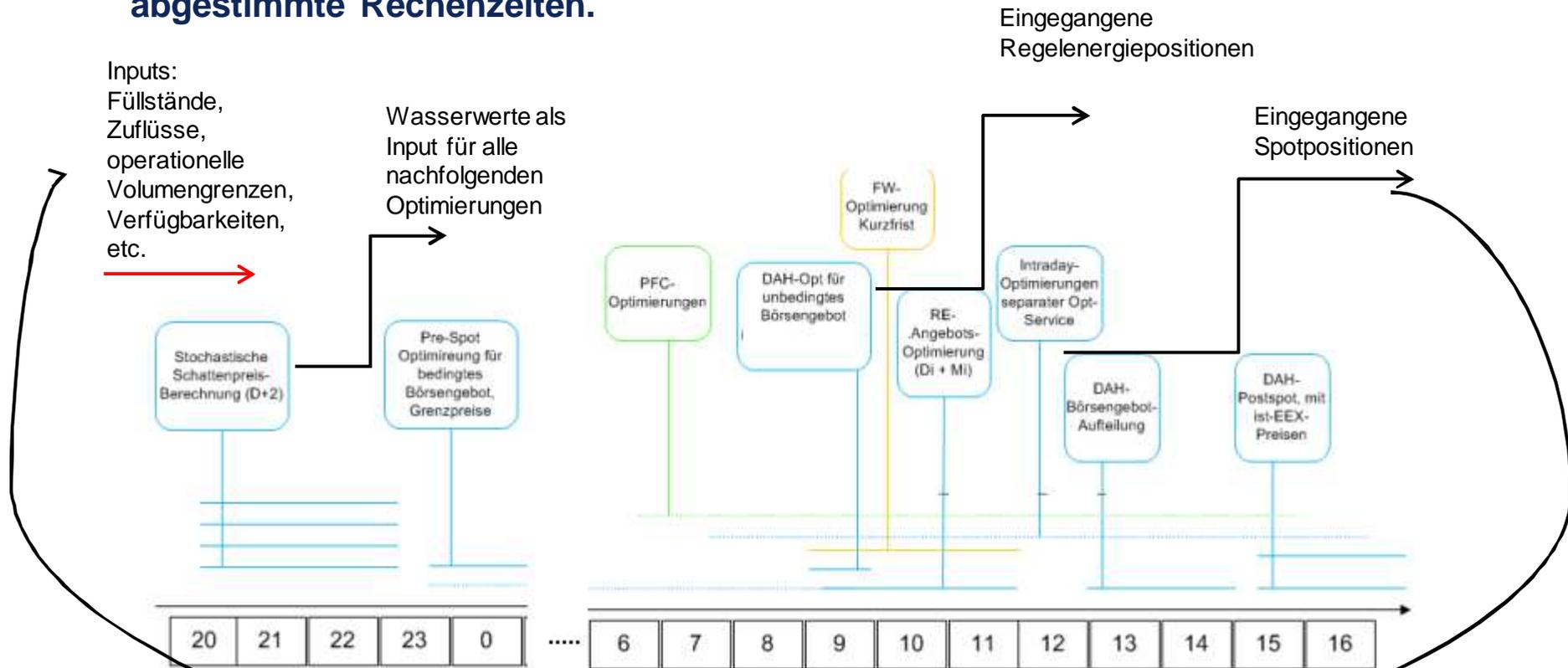
- Exemplarische Darstellung einiger Optimierungsergebnisse

Studien/Entwicklungen

- Forschung & Entwicklung zur Weiterentwicklung der
Regelenergieangebotsoptimierung

Automatischer Optimierungsworkflow

- Die Konzeption eines automatisierten Optimierungsworkflows mit entsprechenden Imports/Exports ist mindestens genau so wichtig wie die mathematischen Modelle. Die Aufrechterhaltung dieser Optimierungskette erfordert **kurze und aufeinander abgestimmte Rechenzeiten**.



Agenda

Vorstellung

- Unternehmen & DT.HYDRO

Regelenergie

- Kompakte Vorstellung des Regelenergiemarkts

Motivation &
Herausforderungen

- Notwendigkeit des Handels an RE-Märkten
- Schwierigkeiten bei der Umsetzung

Integrierter
Optimierungsprozess

- Integration in den täglichen Optimierungsworkflow

**Mathematische
Modellierung**

- Skizzierung der Modellierung und der Herausforderungen

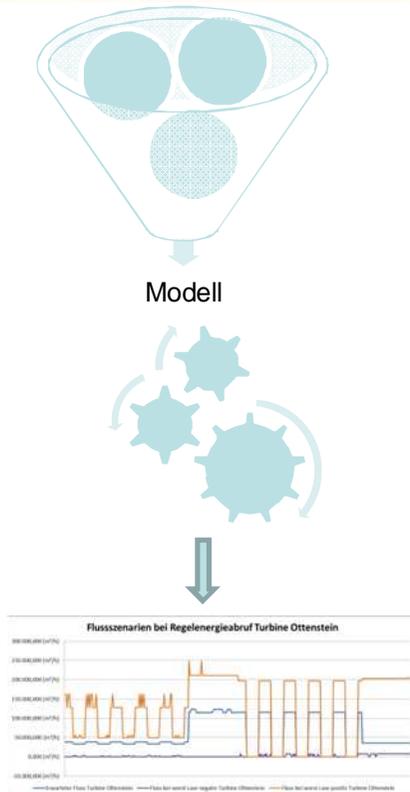
Ergebnisse

- Exemplarische Darstellung einiger Optimierungsergebnisse

Studien/Entwicklungen

- Forschung & Entwicklung zur Weiterentwicklung der
Regelenergieangebotsoptimierung

Erwartetes Ergebnis

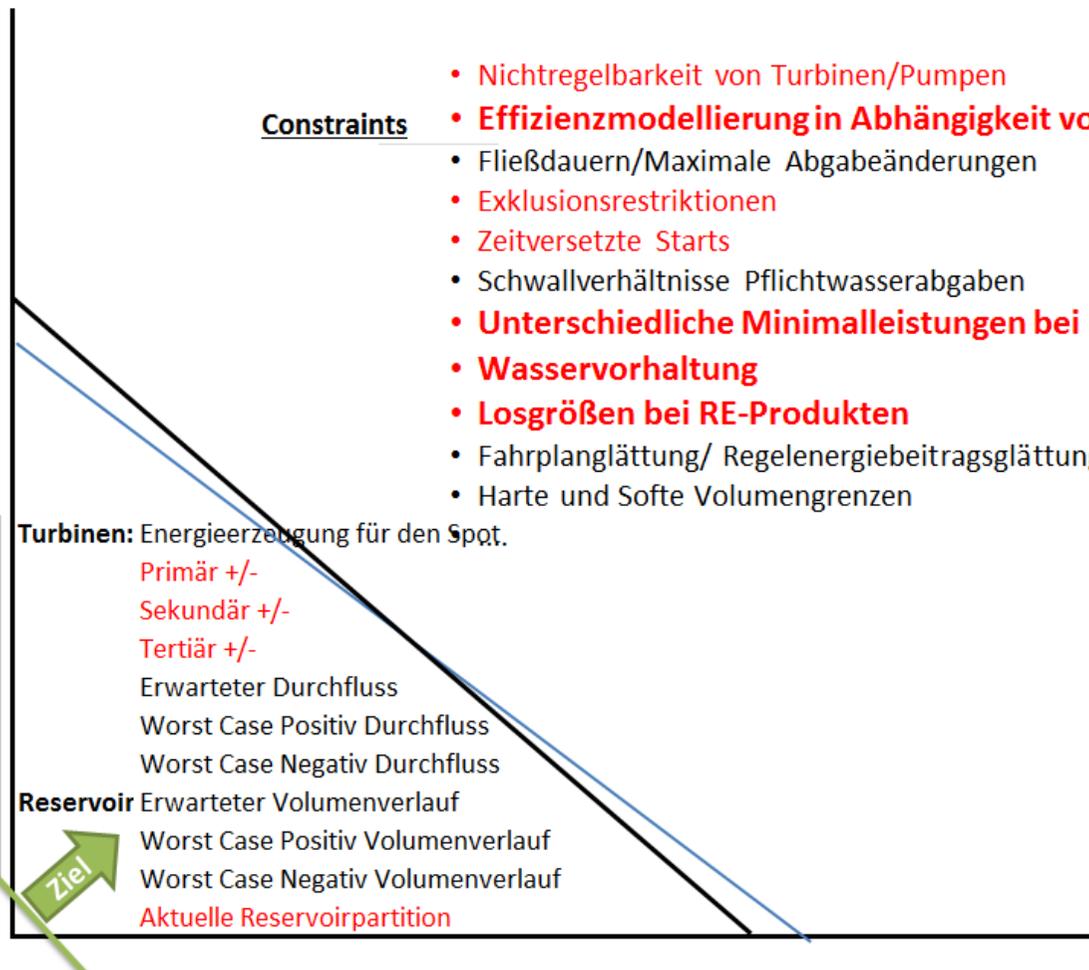


- Deckungsbeitragsmaximierung durch stündliche, turbinengenaue Entscheidungen über Regelenergie/Spot-Angebote
- Die Fahrpläne sollen dabei so gestaltet sein, dass die Turbinen jederzeit „voll“ Abrufbereit sind
 - Entscheidungen bei voller Abrufbereitschaft
- Die Bewirtschaftung von Reservoirs erfolgt gemäß erwarteter Abrufwahrscheinlichkeit
 - Entscheidungen bei erwartetem Abruf
- Gleichzeitig muss diese erwartete Bewirtschaftung ausreichend Wasser- und Leerraum für Worst-Case Szenarien vorhalten
 - Entscheidungen im Worst-Case

Modell

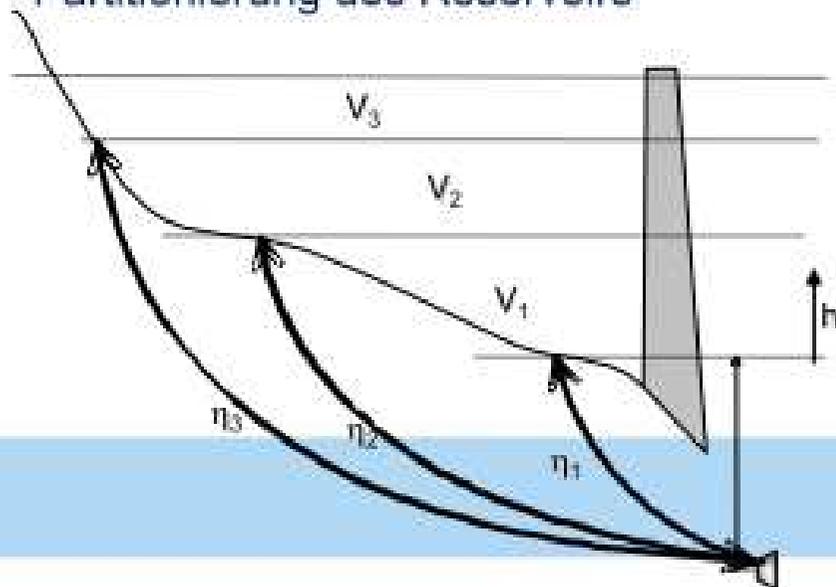


Erlöse - Kosten =
Spothandel
+ RE-Leistungspreise
+ E(RE-Abrufpreise)
- Spot
- Fixkosten
- Variable Kosten
- Glättungskosten

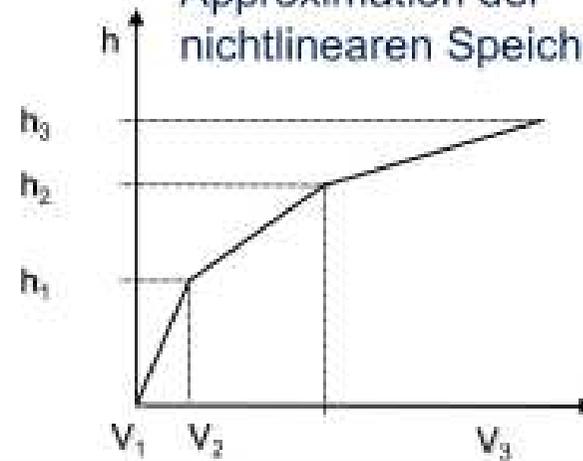


Partitionierung von Reservoirs

Partitionierung des Reservoirs



Approximation der nichtlinearen Speicherfunktion



Leistungsvorhaltung/ Turbinengenauere Aufteilung

Prinzip

	Technische Max. Kapazität	
Verlust am Spot	positiv RE	Positiver RE
Entscheidung Spotmarkt	S p o t	
Zwangsvermarktung	Negativ RE	Negativer RE

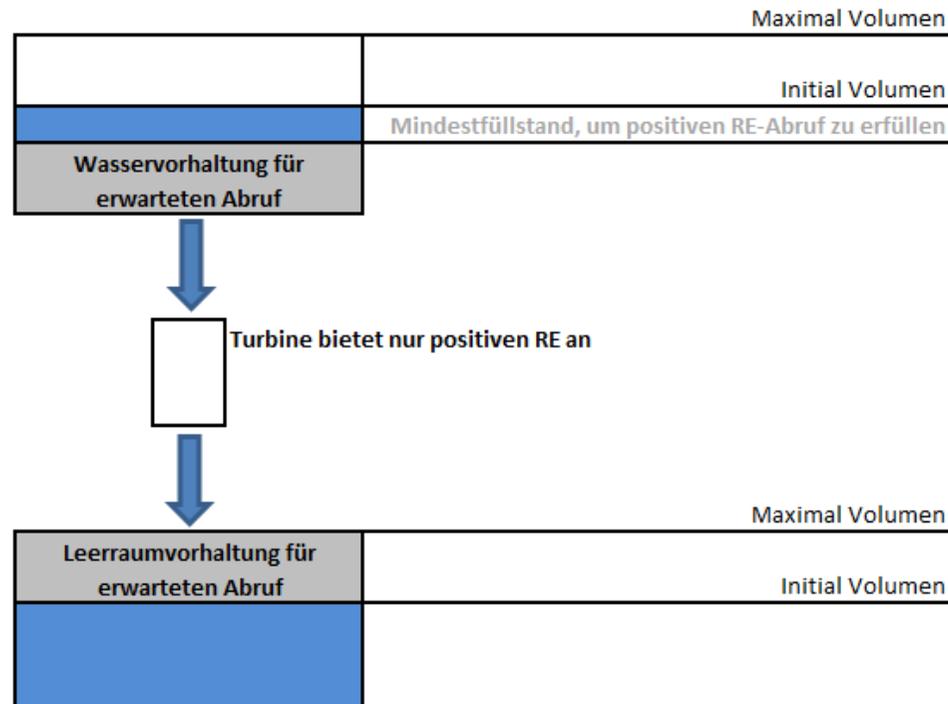
Realitätsnahe Modellierung Exemplarisches Angebot

	Technische Max. Kapazität
	Real verfügbare Kapazität (Fallhöhe)
	Leistungsband PRE positiv
	Mindestlast bei Angebot SRE
	Mindestlast bei Angebot TRE
	Leistungsband PRE Negativ

	Technische Max. Kapazität
	Real verfügbare Kapazität (Fallhöhe)
PRE +	Leistungsband PRE positiv
SRE +	Max Cap wegen Positiver SRE
S p o t	
	(Zwangs-)Mindestbetrieb
	Angebot SRE negativ
	Mindestlast bei Angebot SRE
SRE -	Leistungsband PRE Negativ

Wasservorhaltung

- Prinzip der Wasservorhaltung gemäß Abrufwahrscheinlichkeit



- Die Bewirtschaftung von Reservoirs erfolgt gemäß einer erwarteten Abrufwahrscheinlichkeit.
- Wasserkraftbetreibern ist es aber auch wichtig, genug Wasser/Leerraum vorzuhalten, wenn Worst-Case Szenarien eintreten sollten.

Agenda

Vorstellung

- Unternehmen & DT.HYDRO

Regelenergie

- Kompakte Vorstellung des Regelenergiemarkts

Motivation &
Herausforderungen

- Notwendigkeit des Handels an RE-Märkten
- Schwierigkeiten bei der Umsetzung

Integrierter
Optimierungsprozess

- Integration in den täglichen Optimierungsworkflow

Mathematische
Modellierung

- Skizzierung der Modellierung und der Herausforderungen

Ergebnisse

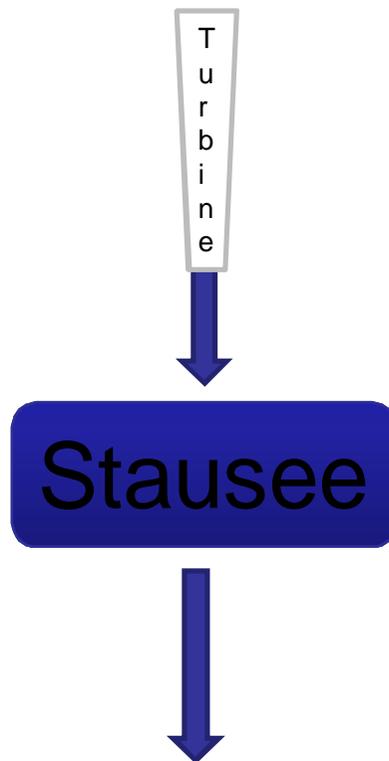
- Exemplarische Darstellung einiger Optimierungsergebnisse

Studien/Entwicklungen

- Forschung & Entwicklung zur Weiterentwicklung der
Regelenergieangebotsoptimierung

Kaskade

Eine einfache Kaskade für Demonstrationszwecke

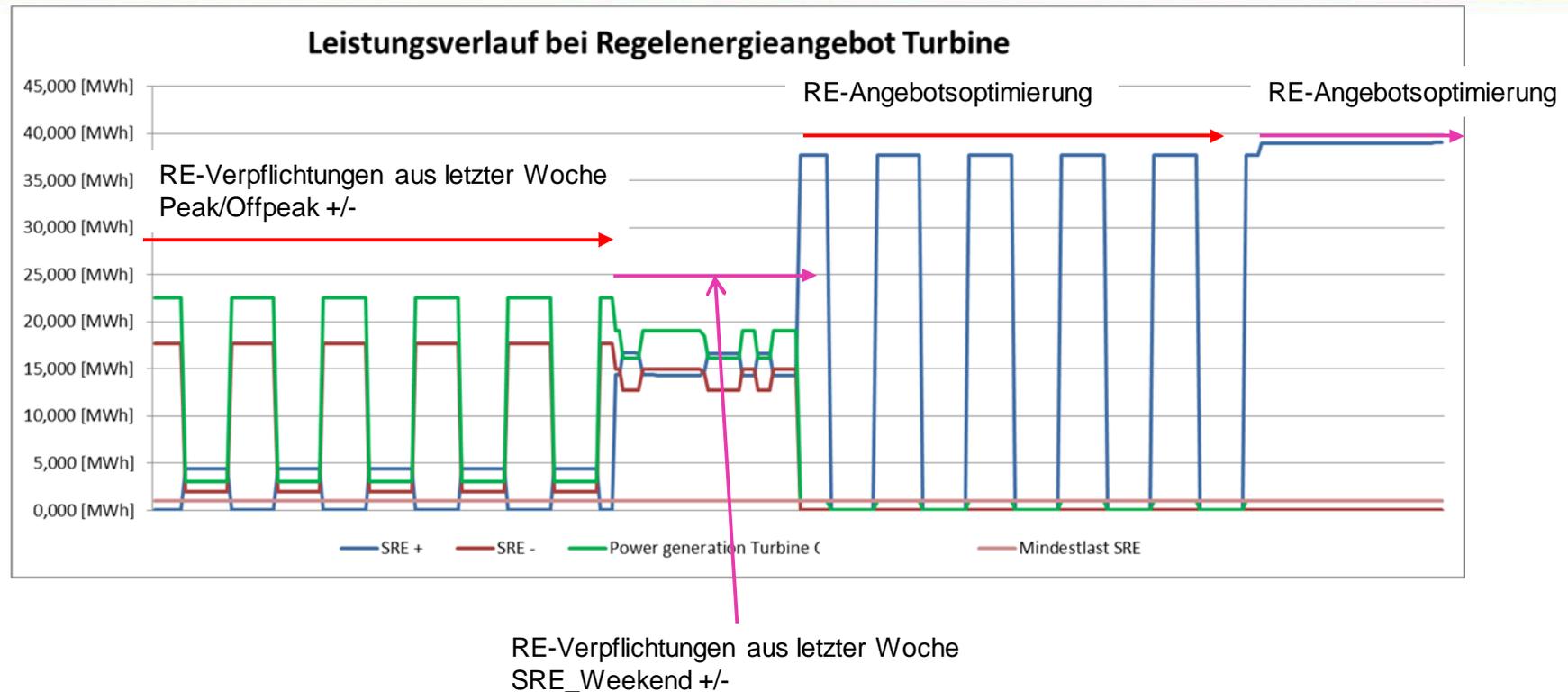


Regelenergieprodukte

- Nur Sekundärdienstleistung: Peak, Offpeak, Weekend Produkte je positiv und negativ
- Planungshorizont: 27.01.2014 – 10.02.2014
 - 27.01.2014 – 03.02.2014 RE-Verpflichtungsaufteilung für diese Woche
 - 04.02.2014 – 10.02.2014 RE-Angebotsoptimierung für nächste Woche

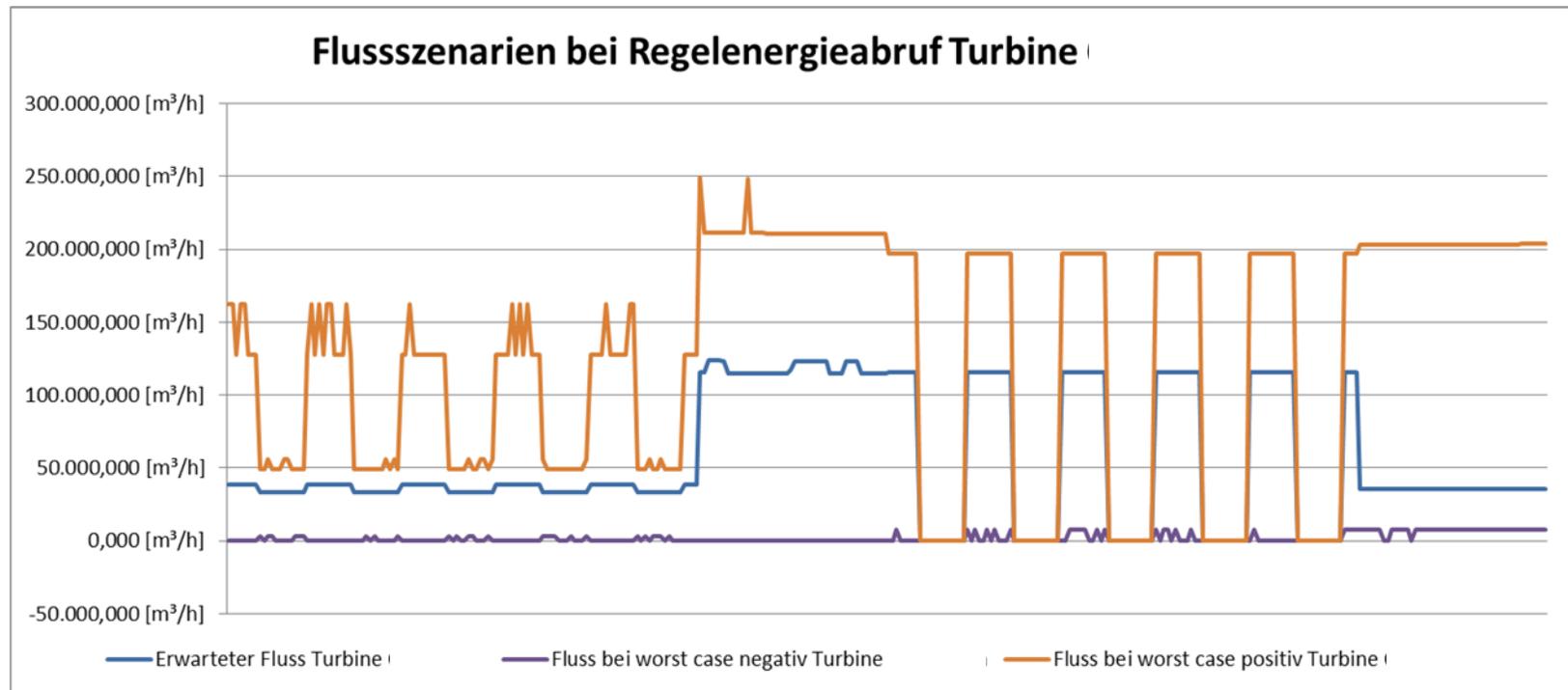
Produkte	Leistungspreis €/MWh	Arbeitspreis €/MWh	Obligation	Min Offer	Max Offer	Abruf WS	Min AbrufWS	WorstCase AbrufWS
SRL_Peak_+	0	0	10,00 MW	0,00 MW	0,00 MW	0,8	0	1
SRL_Peak_+	9,98	110	0,00 MW	0,00 MW	40,00 MW	0,45	0	0,7
SRL_OffPeak_+	0	0	2,00 MW	0,00 MW	0,00 MW	0,8	0	1
SRL_OffPeak_+	18,48	105	0,00 MW	0,00 MW	40,00 MW	0,4	0	0,7
SRL_Weekend_+	0	0	20,00 MW	0,00 MW	0,00 MW	0,8	0	1
SRL_Weekend_+	15,5	180	0,00 MW	0,00 MW	40,00 MW	0,1	0	0,7
SRL_Peak_-	0	0	2,00 MW	0,00 MW	0,00 MW	0,7	0	1
SRL_Peak_-	35	25	0,00 MW	0,00 MW	40,00 MW	0,25	0	0,7
SRL_OffPeak_-	0	0	20,00 MW	0,00 MW	0,00 MW	0,7	0	1
SRL_OffPeak_-	14,75	70	0,00 MW	0,00 MW	40,00 MW	0,08	0	0,7
SRL_Weekend_-	0	0	15,00 MW	0,00 MW	0,00 MW	0,7	0	1
SRL_Weekend_-	46	30	0,00 MW	0,00 MW	40,00 MW	0,2	0	0,7

Leistungsvorhaltung



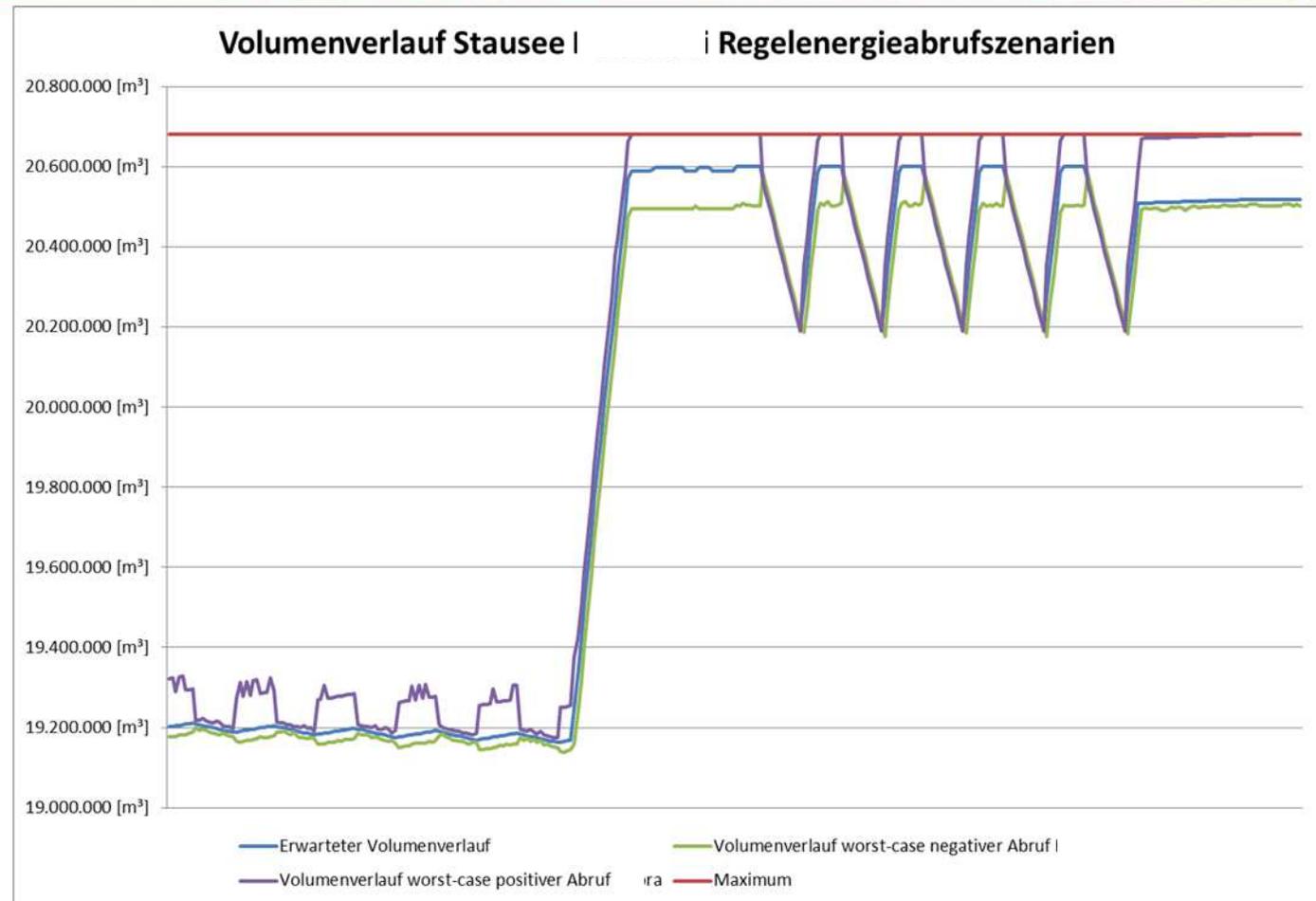
- Die Leistungsvorhaltung, Mindestlasten, Zwangsbetrieb, Beachtung aktueller Füllstände sind für Turbinen jederzeit gewährleistet. Somit werden jederzeit nur erfüllbare RE-Angebote den Turbinen aufgeteilt.

Flussszenarien



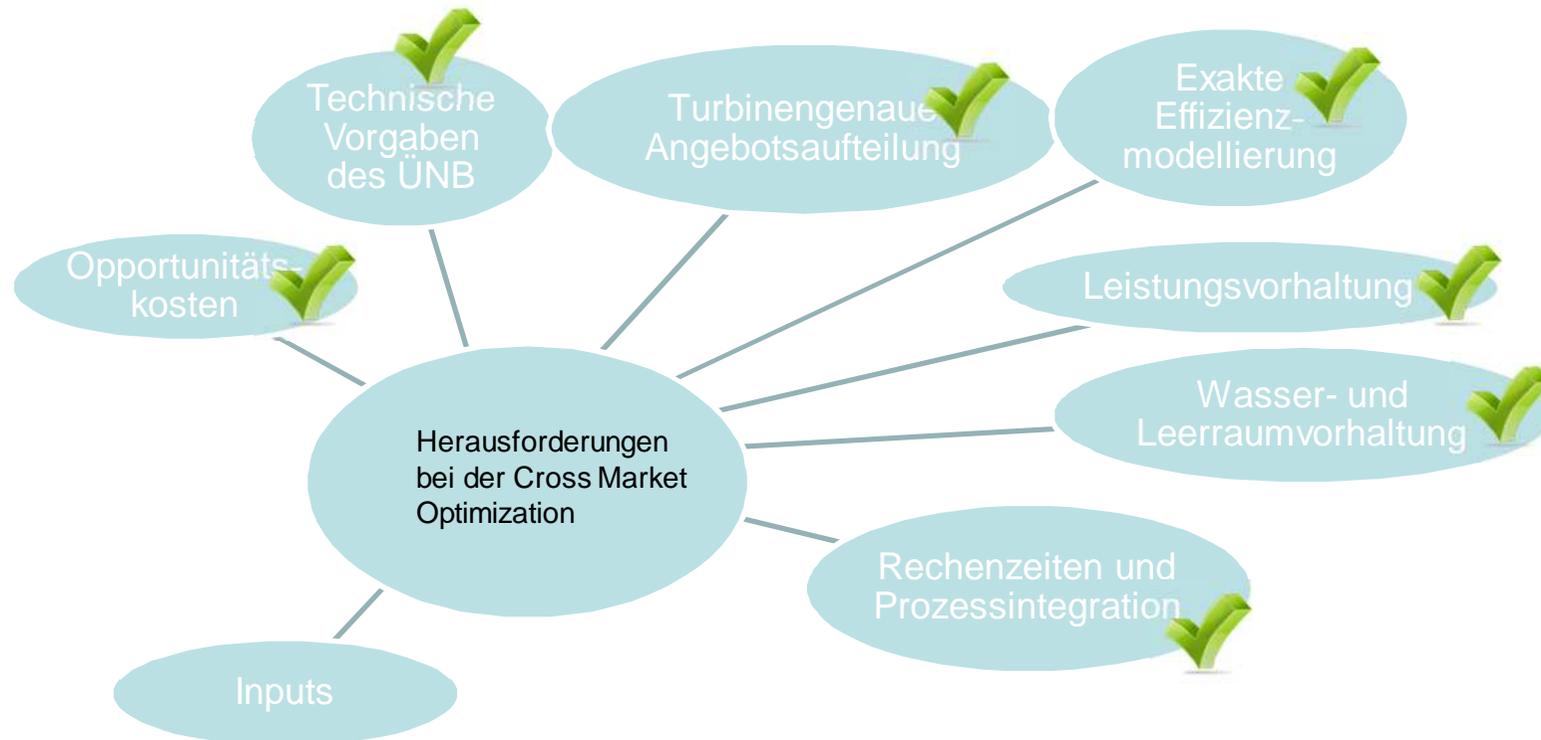
- Das Modell berücksichtigt integriert erwartete sowie worst-case Flüsse, um nur „lösbare“ Angebote zu erstellen

Wasservorhaltung



- Die Bewirtschaftung des Reservoirs beim erwarteten Abruf kann gleichzeitig worst-case Abrufszszenarien in beide Richtungen abfangen

Bewältigung der Herausforderungen



Agenda

Vorstellung

- Unternehmen & DT.HYDRO

Regelenergie

- Kompakte Vorstellung des Regelenergiemarkts

Motivation &
Herausforderungen

- Notwendigkeit des Handels an RE-Märkten
- Schwierigkeiten bei der Umsetzung

Integrierter
Optimierungsprozess

- Integration in den täglichen Optimierungsworkflow

Mathematische
Modellierung

- Skizzierung der Modellierung und der Herausforderungen

Ergebnisse

- Exemplarische Darstellung einiger Optimierungsergebnisse

Studien/Entwicklungen

- Forschung & Entwicklung zur Weiterentwicklung der
Regelenergieangebotsoptimierung

Entwicklungen

- Bestimmung des optimalen Leistungspreises sowie der anzubietenden Menge
- Berücksichtigung der Regelenergie bei der langfristigen Stochastik zur Ermittlung der Wasserwerte
- Langfristige deterministische Rollierung zur Quantifizierung des Mehrwerts bei Aktivität im Regelenergiemarkt