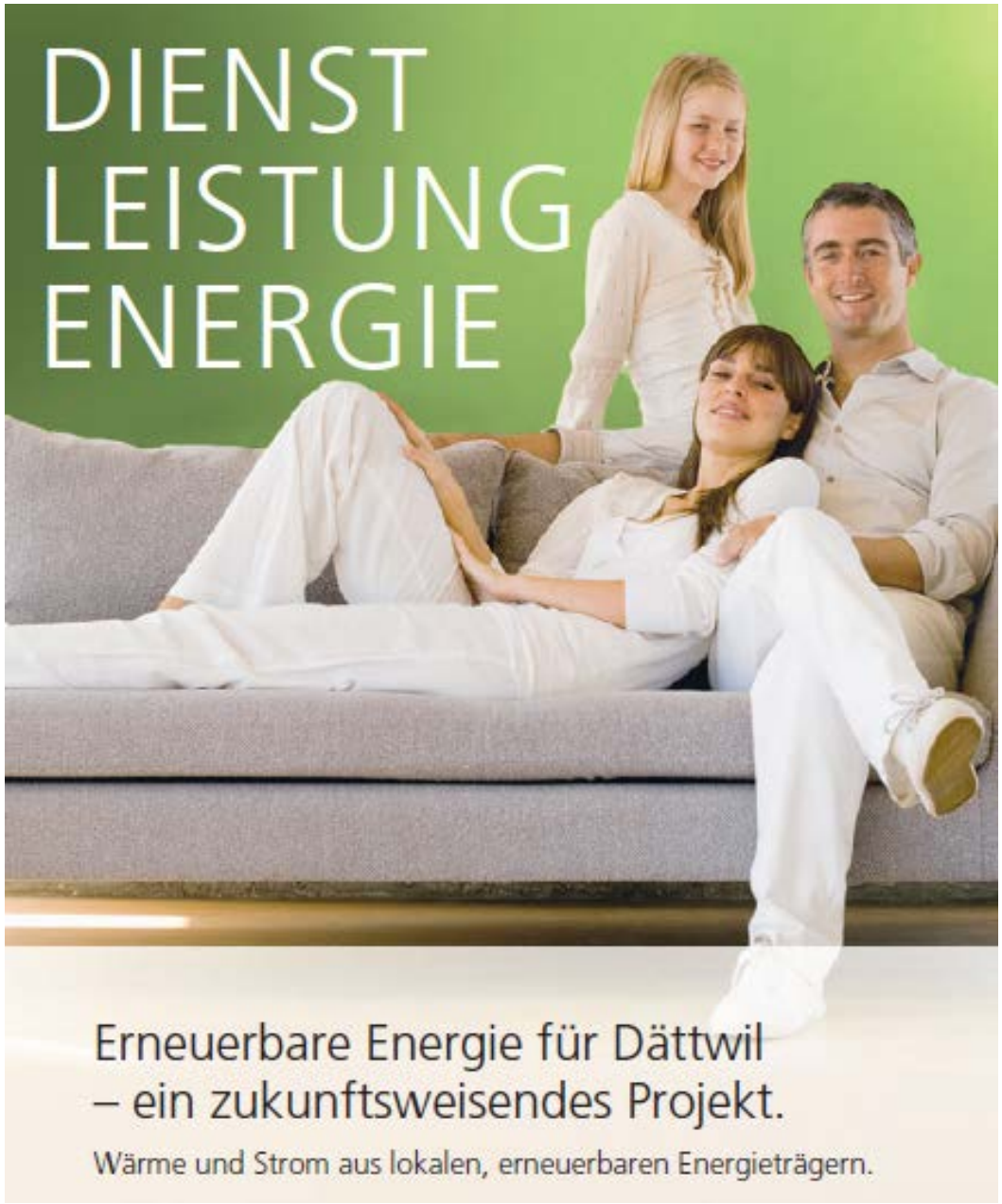


Regionalwerke Baden

3. ORC-Symposium

Hochschule Luzern – Technik & Architektur

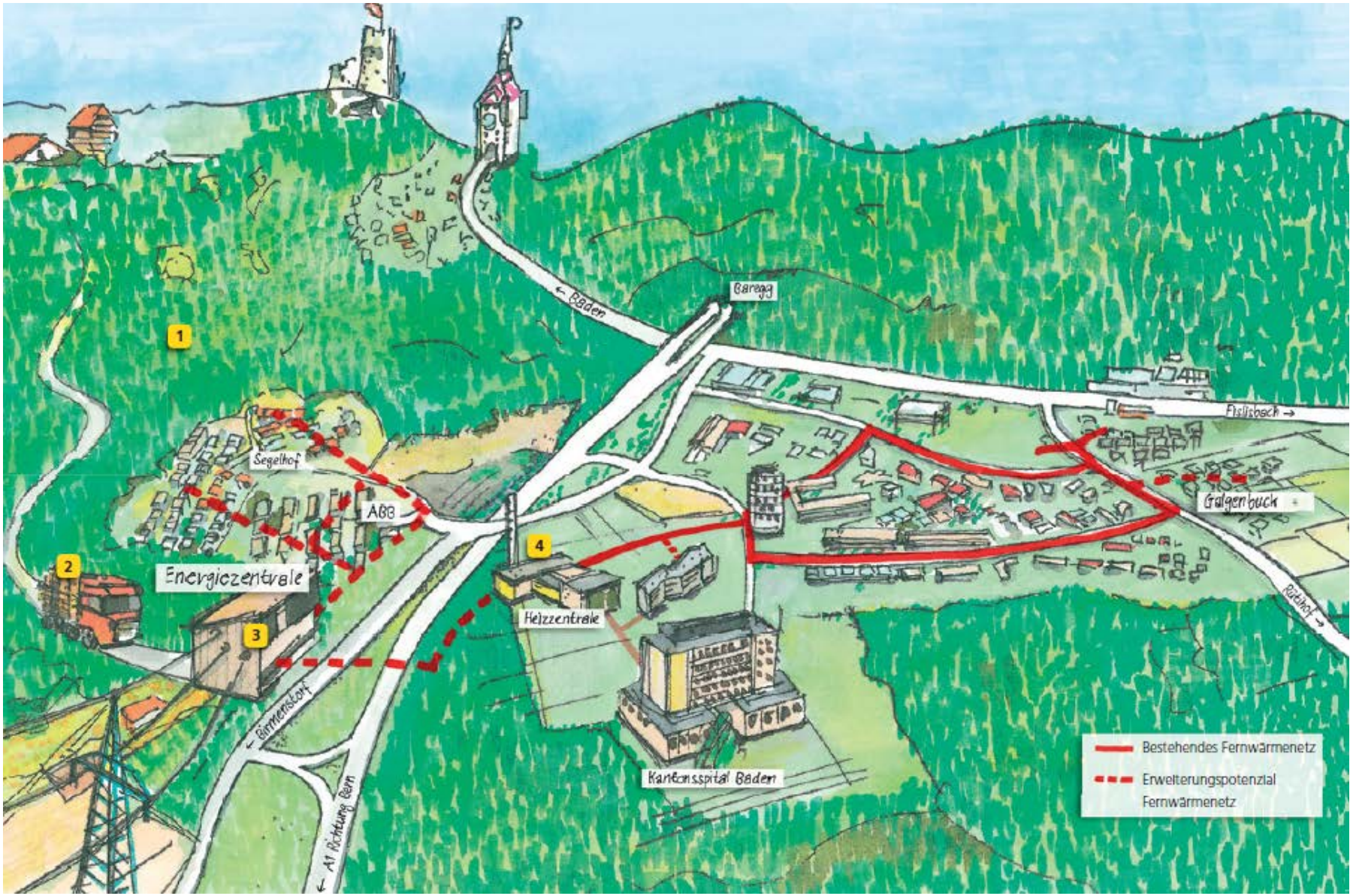
Horw, 11.11.2016

Regionalwerke Baden

- Ausgangslage und Wärmeabsatz Analyse
- Projektziele
- Konzeptentwicklung und Business Case Analysen
- Betriebskonzept Entwicklung und Simulation
- Projektrealisierung

Übersicht Projekt Energiezentrale Dättwil

Regionalwerke Baden

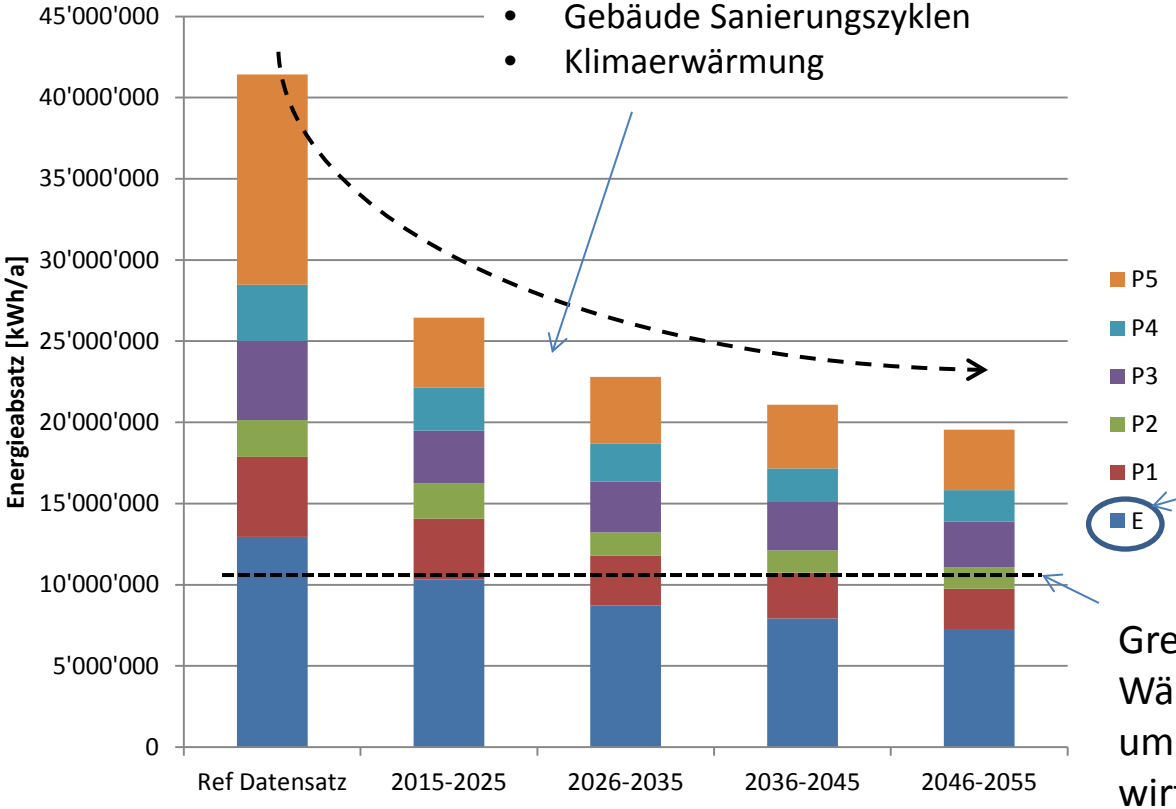


Wärme- und Leistungsbedarf Analyse Dättwil

Regionalwerke Baden

Wärmeabsatzanalyse unter Berücksichtigung von:

- Gebäude Sanierungszyklen
- Klimaerwärmung



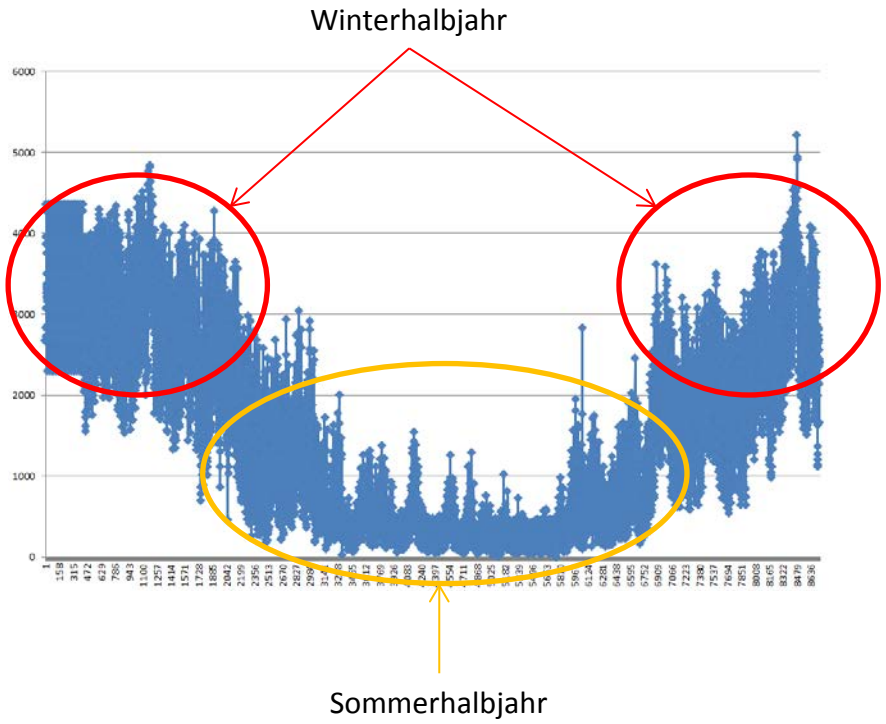
Wärmeabsatz heutiges Fernwärmesystem

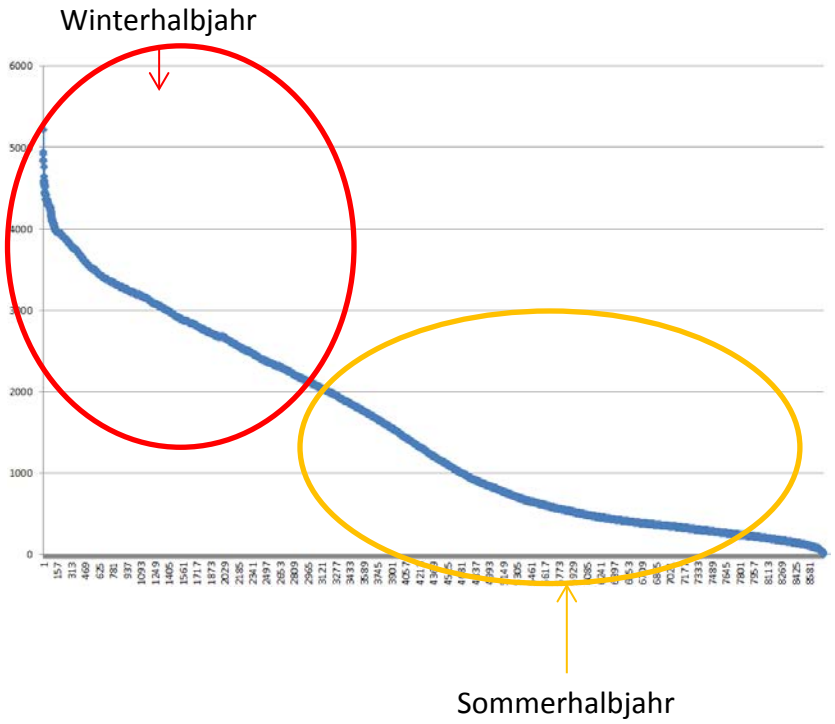
Grenzwert der Wärmeabgabe ab Energiezentrale um Fernwärmeverbund wirtschaftlich zu betreiben:
ca. 10'000 MWh/Jahr

Zunehmend Bedarf/Kundenanfragen an erneuerbarer Wärme um Minergie Gebäude-Standards im Neubau und Sanierungszyklus zu erreichen, meist auch gekoppelt an tiefen Zins einer Hypothek.

Wärme- und Leistungsbedarf Dättwil

Regionalwerke Baden

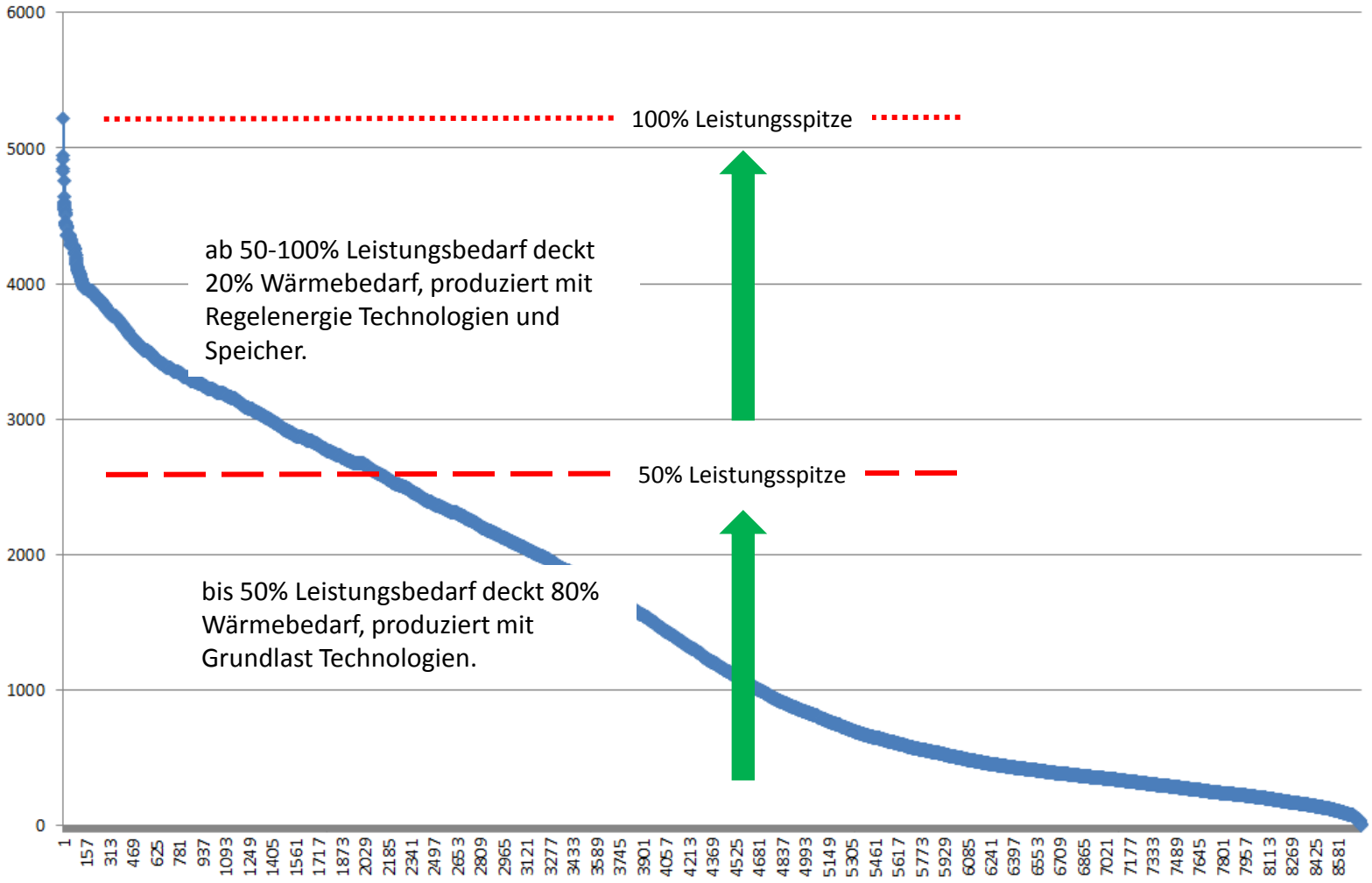




Wie wird Grund-, Spitzenlast und Reserve abgedeckt?

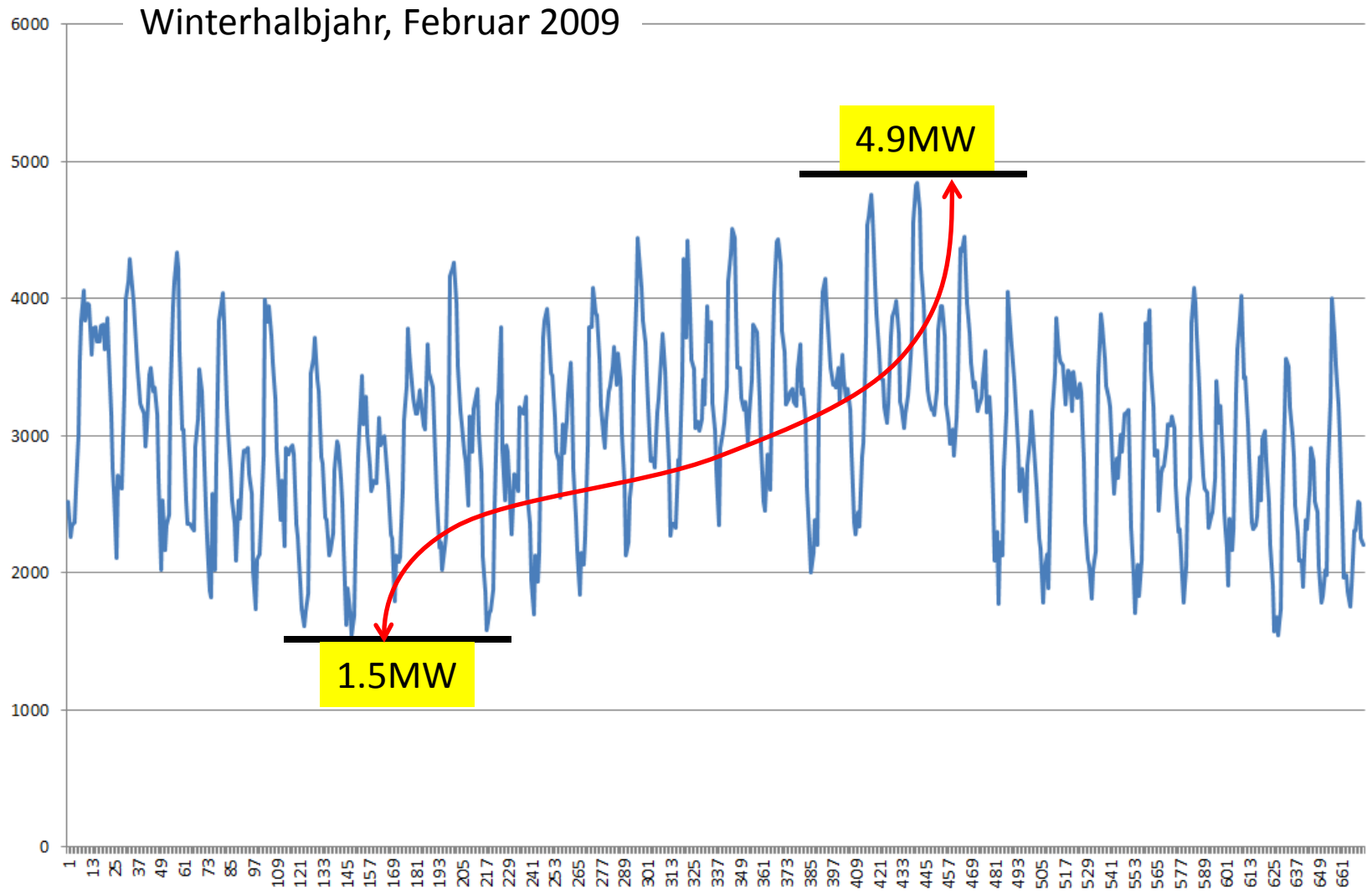
Erste Schätzung
Wärme- und Leistungsbereitstellung

Regionalwerke Baden



Wärme- und Leistungsbedarf Schwankungen

Regionalwerke Baden



Vorgabe GL an Projektentwicklung Dättwil

Regionalwerke Baden

Vorgaben für Projektentwicklung:

- Eine regionale und nachhaltige Energieversorgung (lokalen Stoffstromkreislauf)
- Marktgerechte Wärmepreise
- Mindestens 75% erneuerbarer Anteil ab 1. Betriebsjahr
- Erprobte Technik
- Anlage kann Wärmezunahme/Abnahme auffangen, intelligentes Betriebskonzept
- Betriebsführung durch Regionalwerke eigenes Personal

Projektentwicklungen unter diesem Aspekt bieten:

- weniger Umweltbelastung durch intelligente Konzepte
- optimierte Nutzung der eigenen Potenziale
- Steigerung der regionalen Wertschöpfung
- Stärkung der lokalen Wettbewerbsfähigkeit
- mehr Kooperation durch aktive Netzwerke
- mehr Partizipation und Akzeptanz durch projektorientierte Kommunikation

Betriebskonzept Analyse

Regionalwerke Baden

Nach Technologie-Screnning mehr als 75 Prozessvarianten in Vorstudie evaluiert:

Technologie:

- Holzvergasung (Schnitzel/ Pellet)
- ORC, BHKW
- Gas-/Dampfturbinen
- Holz-/ Pellet Feuerungen
- Gas-/Biogas-/Ölkessel
- Solarthermie
- Geothermie

Analytisches Modell:

Input:

- Stündlicher Wärmebedarf
- Investitionskosten
- Betriebs-/ Kapitalkosten

Output:

- Aufwand
- Ertrag

Evaluation/Risikoanalyse:

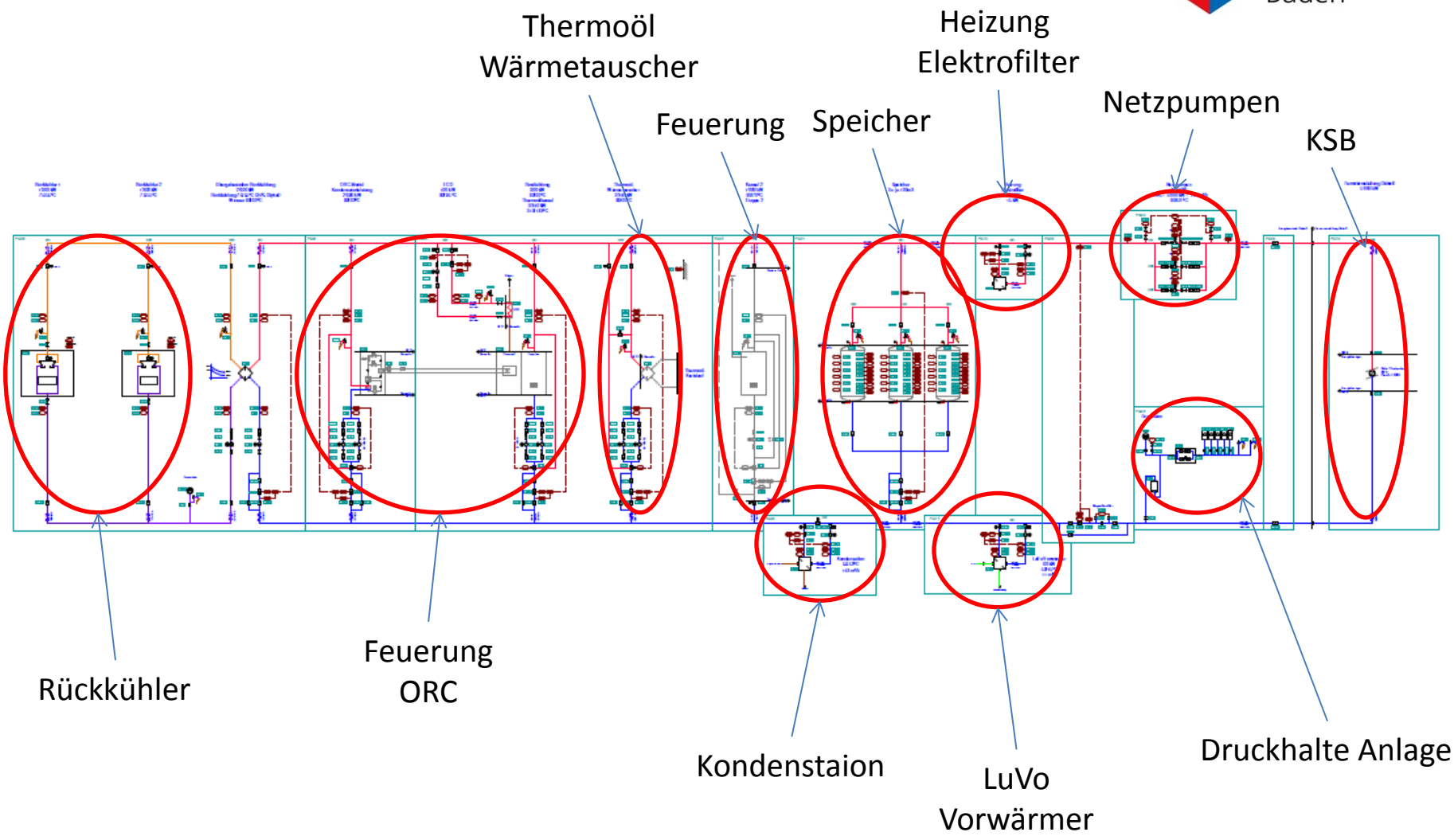
- Arbeitsschutz
- Sicherheit am Arbeitsplatz
- Umwelt Emiss/Imiss
- Know-How Transfer zu RWB
- Realisierbarkeit
- Referenzanlagen
- Bewilligungsfähigkeit
- Betriebskosten/Business Case

Parameterstudie mit den «Siegern» aus Vorstudie:

	Nur Thermoöl-Biomassekessel mit ORC		Thermoöl-Biomassekessel mit ORC & zusätzlicher Biomassekessel	
Betriebskonzept	**Wärmegeführt**	**Stromgeführt**	**Wärmegeführt**	**Stromgeführt**
ORC-Modulgrösse / Varianten-Nummer	200 kWel **Variante 1.1**	200 kWel **Variante 2.1**	200 kWel **Variante 3.1**	200 kWel **Variante 4.1**
	300 kWel **Variante 1.2**	300 kWel **Variante 2.2**	300 kWel **Variante 3.2**	300 kWel **Variante 4.2**
	600 kWel **Variante 1.3**	600 kWel **Variante 2.3**	600 kWel **Variante 3.3**	600 kWel **Variante 4.3**

Anlagenkonfiguration

Regionalwerke Baden



Betriebskonzepte & Lastregler

Ausgangslage:

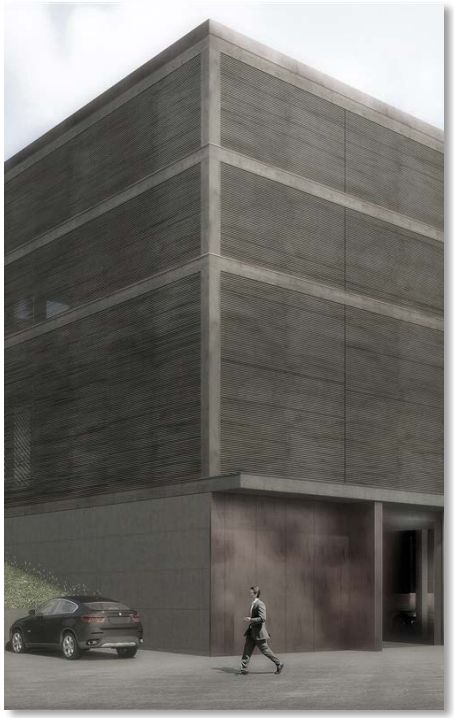
Hohe Investitionskosten

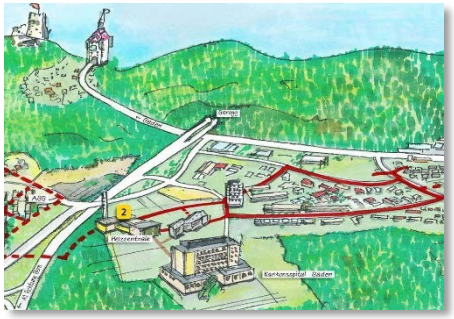
Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) für Erneuerbare E.

Wirtschaftlicher Betrieb trotz Förderung kein Selbstläufer

Betriebskonzept beeinflusst Erfolg massgeblich

Sorgfältige Entwicklung des optimalen Betriebskonzeptes wichtig



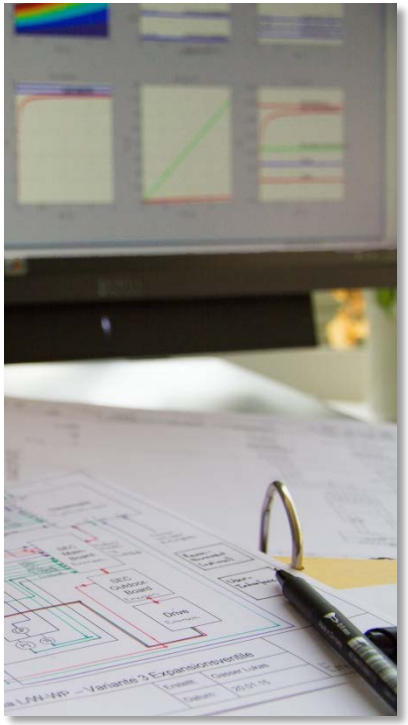


Betriebskonzepte & Lastregler

Ziele:

Maximierung des jährlichen Erlöses

Hohe technische und wirtschaftliche Betriebssicherheit



Vorgehen:

Evaluation optimales Konzept durch quasi-statische Simulationen

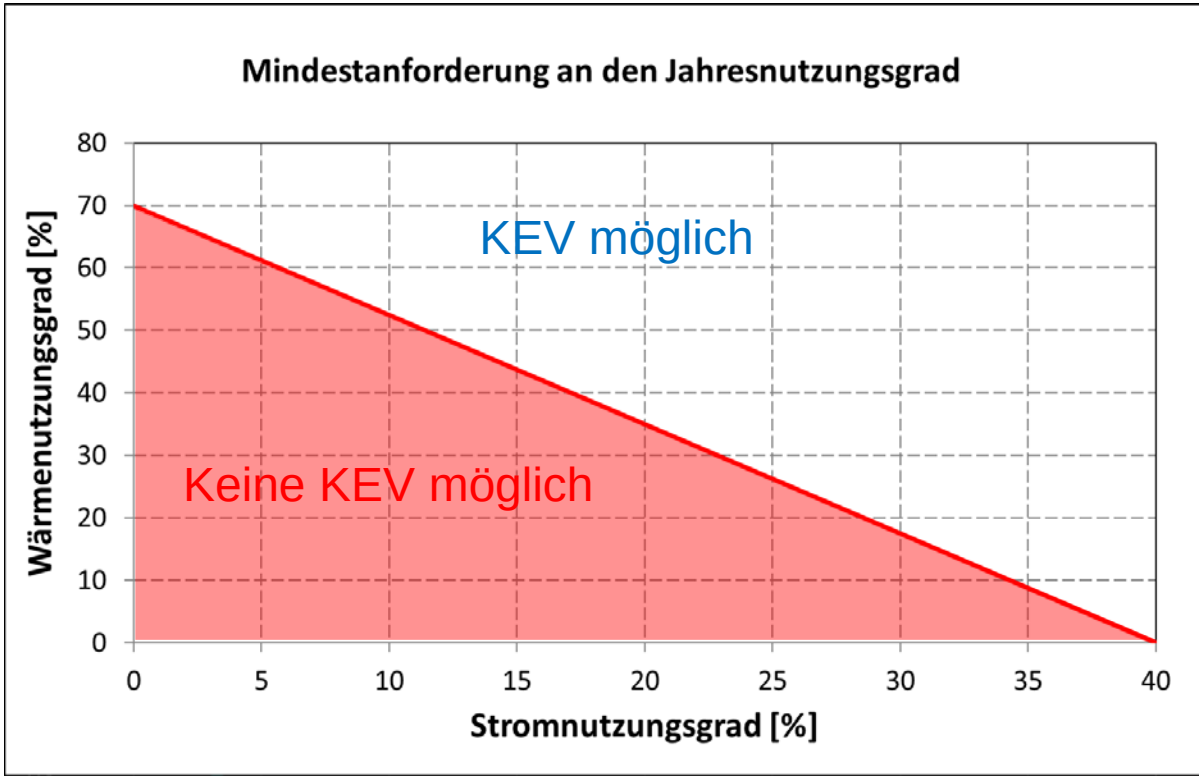
Ableitung und Design des Lastreglers bzw. Lastmanagements

Dynamische Simulationen

- Verifizierung und Optimierung des Lastregelkonzeptes
- Unterstützung der Implementierung (Virtual Commissioning)

Evaluation Optim. Betriebskonzept

Kostendeckende Einspeisevergütung KEV

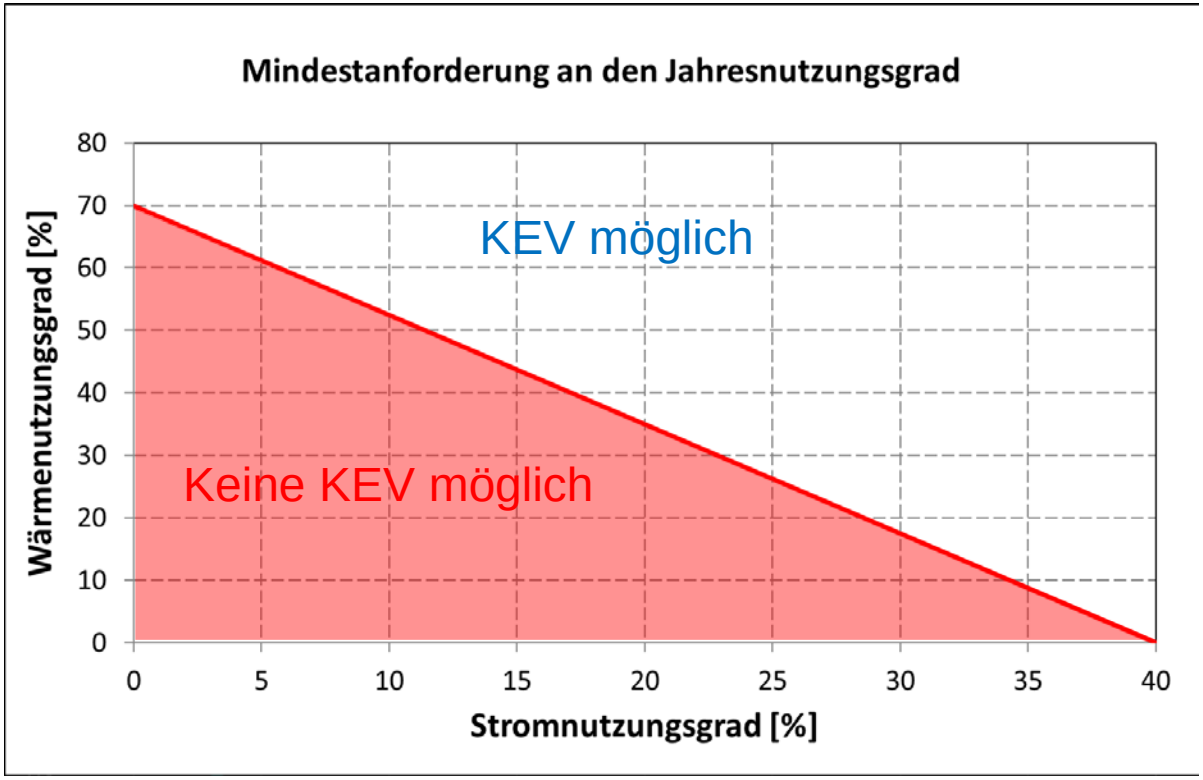


Stromnutzungsgrad: Totale Stromproduktion gemessen am Stromerzeuger (Generator ORC-Modul) dividiert durch totalen Energieinput

Wärmenutzungsgrad: Ausserhalb der Energiezentrale genutzte (ins Fernwärmenetz abgegebene) Wärmeenergie dividiert durch totalen Energieinput

Evaluation Optim. Betriebskonzept

Kostendeckende Einspeisevergütung KEV

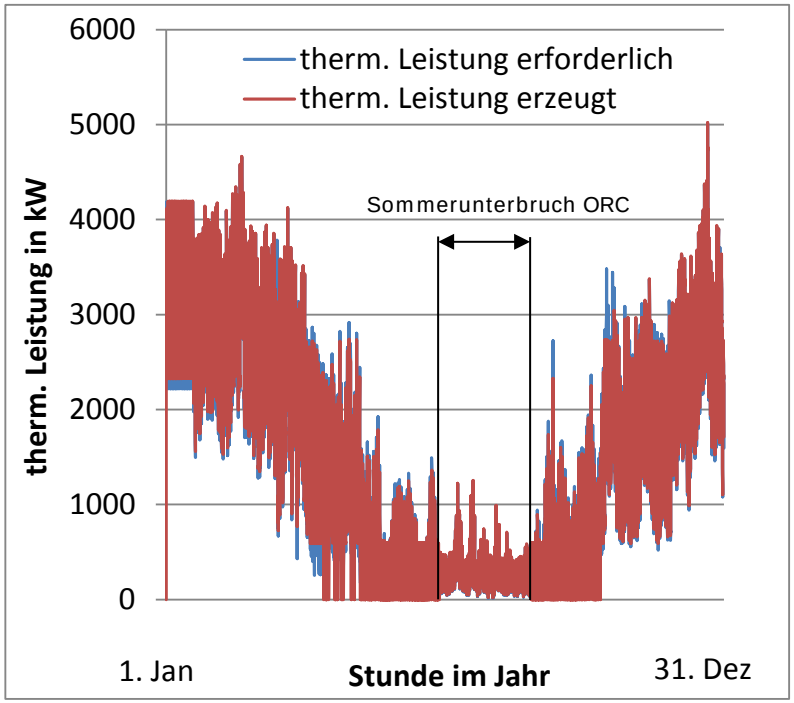


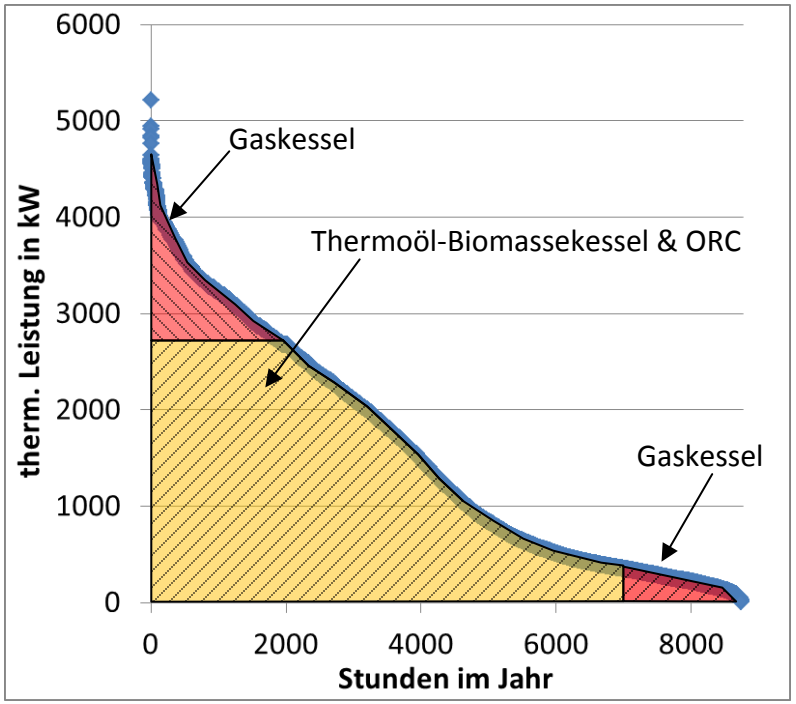
Wirtschaftlicher Betrieb ohne KEV kaum möglich!

KEV als Hebel zur Maximierung der Wirtschaftlichkeit

Evaluation Optim. Betriebskonzept

«Wärmegeführter» Betrieb

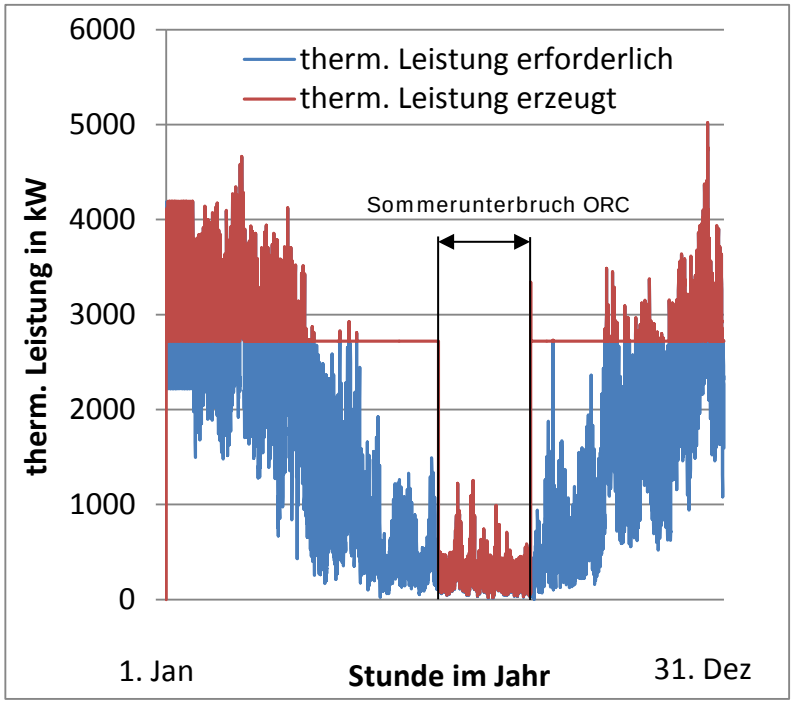


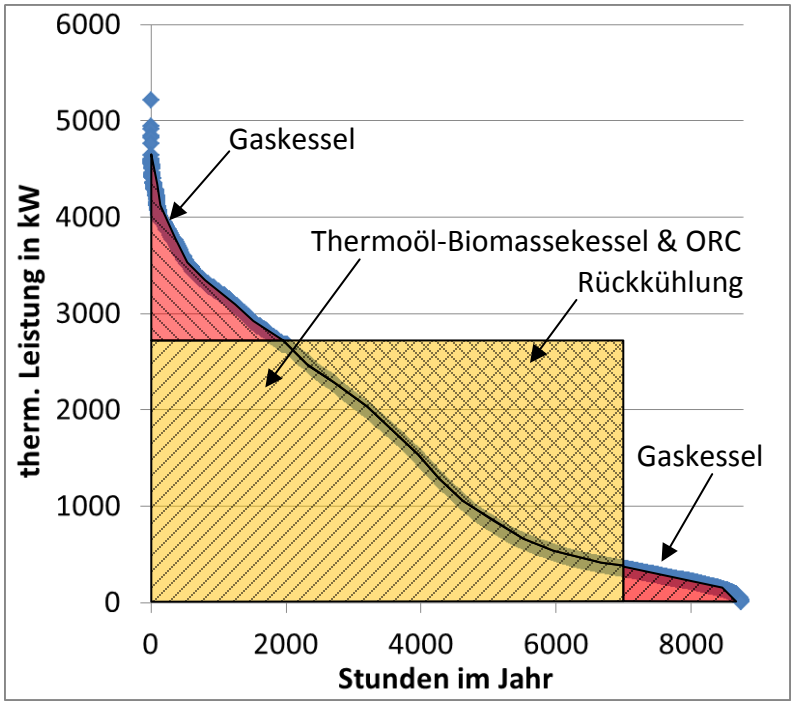


- Keine Rückkühlung thermischer Energie
- KEV möglich, jedoch resultierender jährlicher Erlös gering
- Wirtschaftlicher Betrieb der Energiezentrale schwierig

Evaluation Optim. Betriebskonzept

«Stromgeführter» Betrieb

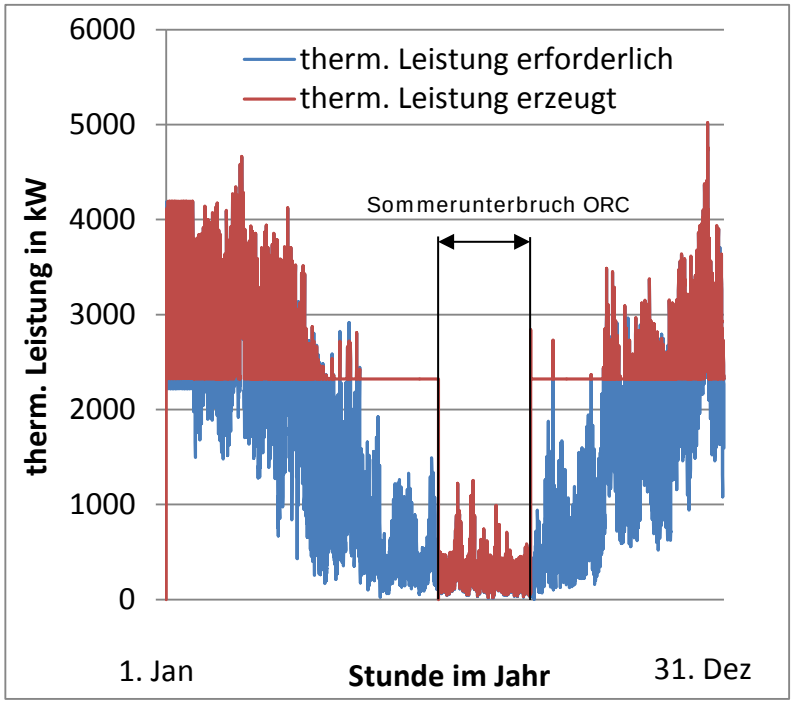


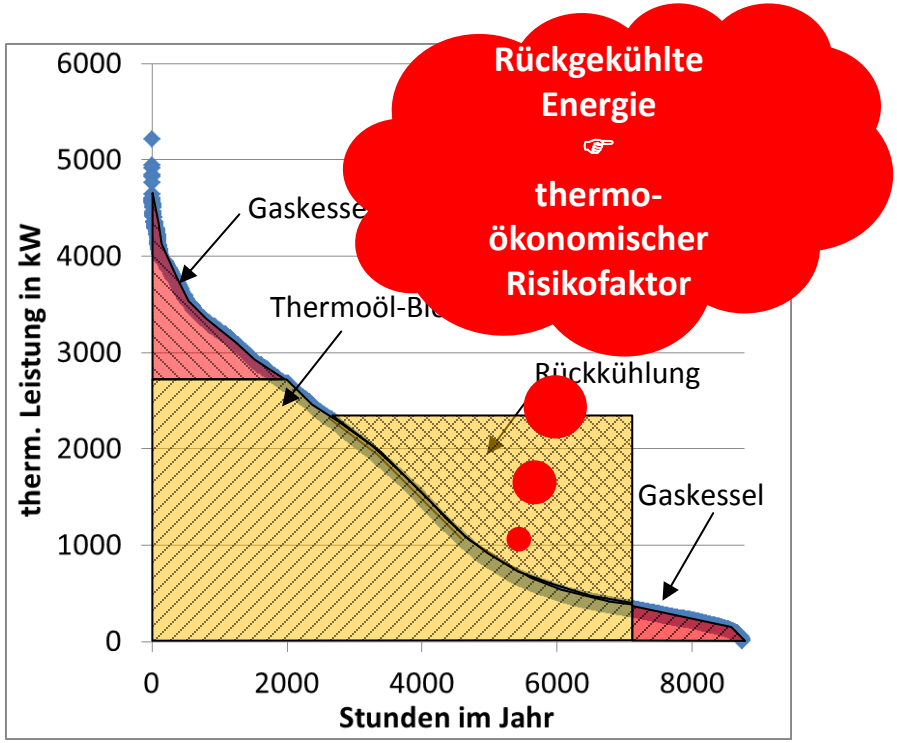


- Rückkühlung zur Erreichung eines permanenten Vollastbetriebes
- Keine KEV möglich
- Wirtschaftlicher Betrieb der Energiezentrale nicht möglich

Evaluation Optim. Betriebskonzept

«Quasi-Stromgeführter» Betrieb

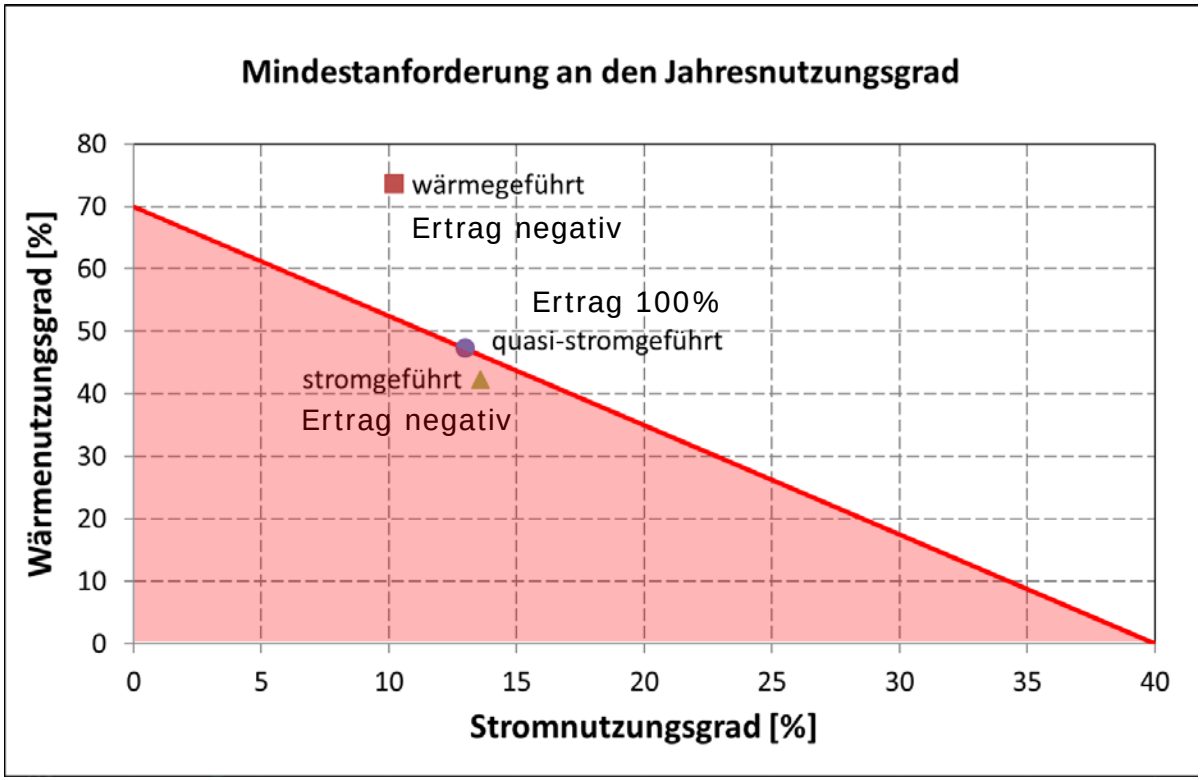




- Gezielte Rückkühlung gemäss KEV Mindestanforderungen
- KEV möglich, resultierender jährlicher Erlös maximal
- Wirtschaftlicher Betrieb der Energiezentrale möglich

Evaluation Optim. Betriebskonzept

Herausforderung



Wie kann die KEV-Mindestanforderung angefahren werden ohne, dass dadurch ein signifikantes Risiko einer **Nichterreichung der KEV-Anforderungen** resultiert?

Design Lastregler

Credo: einfach & funktional!

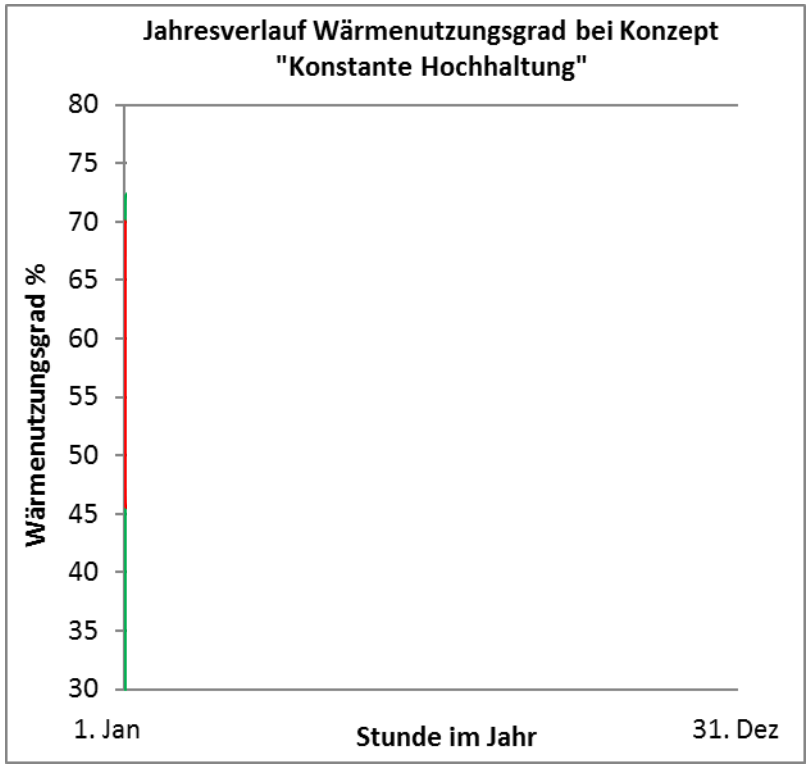
Drei unterschiedliche Ansätze kommen in Frage:

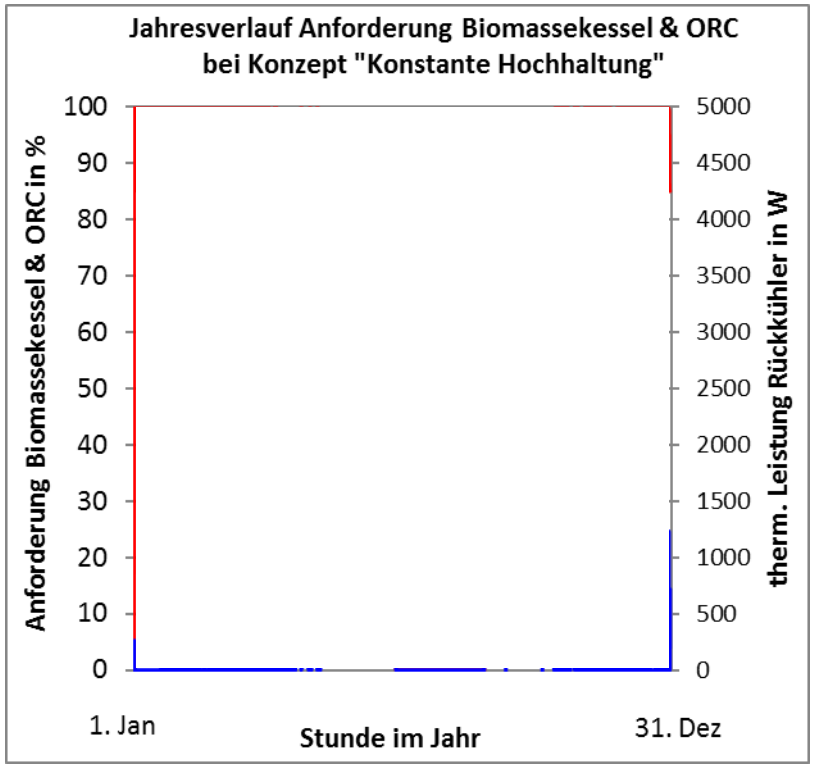
1. Regelung von Biomassekessel, ORC und Rückkühler auf Minimalanforderung KEV
2. Konstante Hochhaltung von Biomassekessel und ORC durch gezielte, variable Rückkühlung
3. Variable Hochhaltung von Biomassekessel und ORC durch gezielte, variable Rückkühlung

Bild: www.designnetzwerk-mv.de

Design Lastregler

Konstante Hochhaltung Biomassekessel / ORC



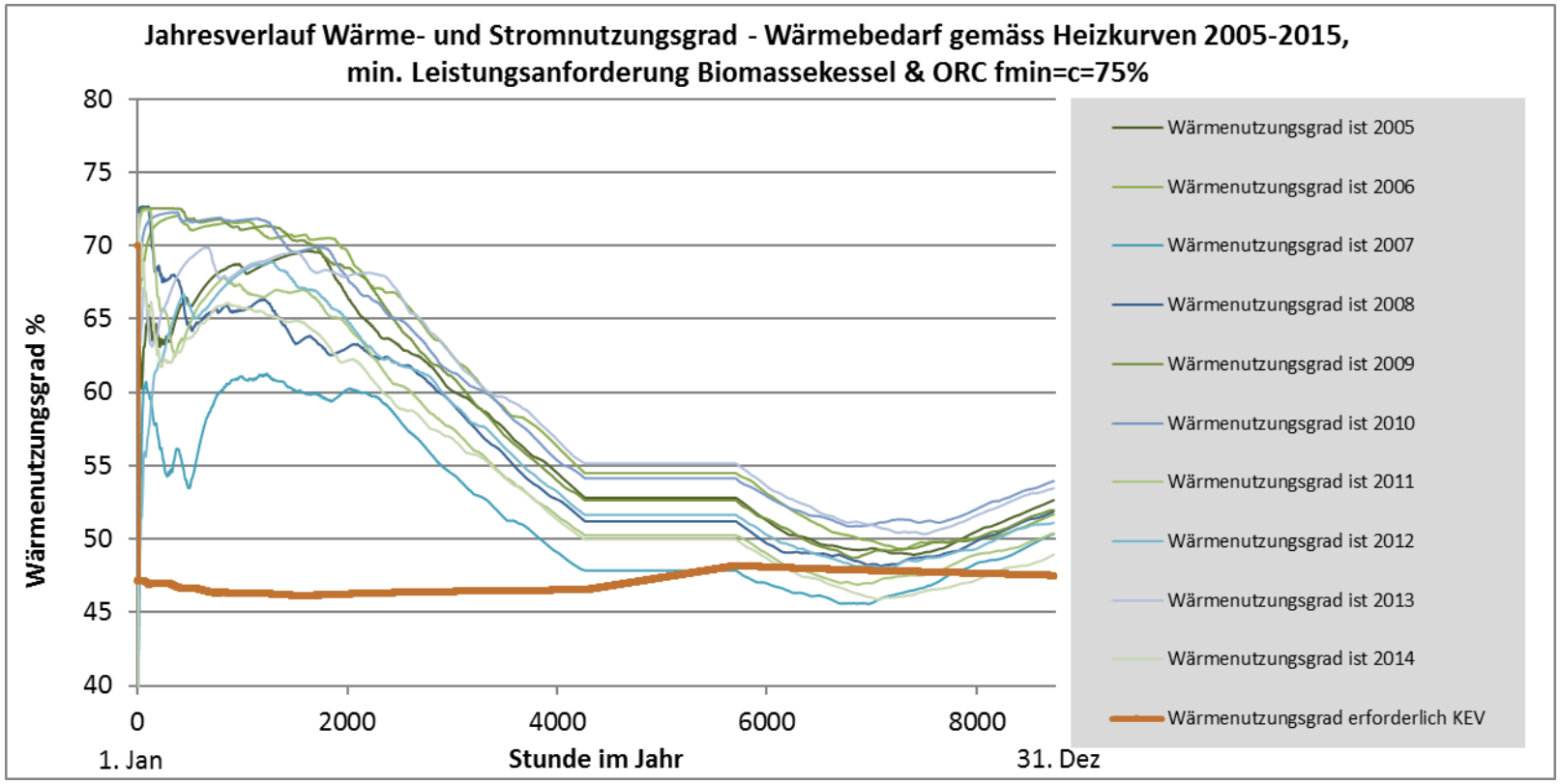


Dieser einfache Ansatz erlaubt eine ausreichende Sicherheit zur Erreichung der KEV-Mindestanforderungen bei gleichzeitigen hohen jährlichen Erlösen!

[1] Bezogen auf quasi-stromgeführte Referenzvariante

Design Lastregler

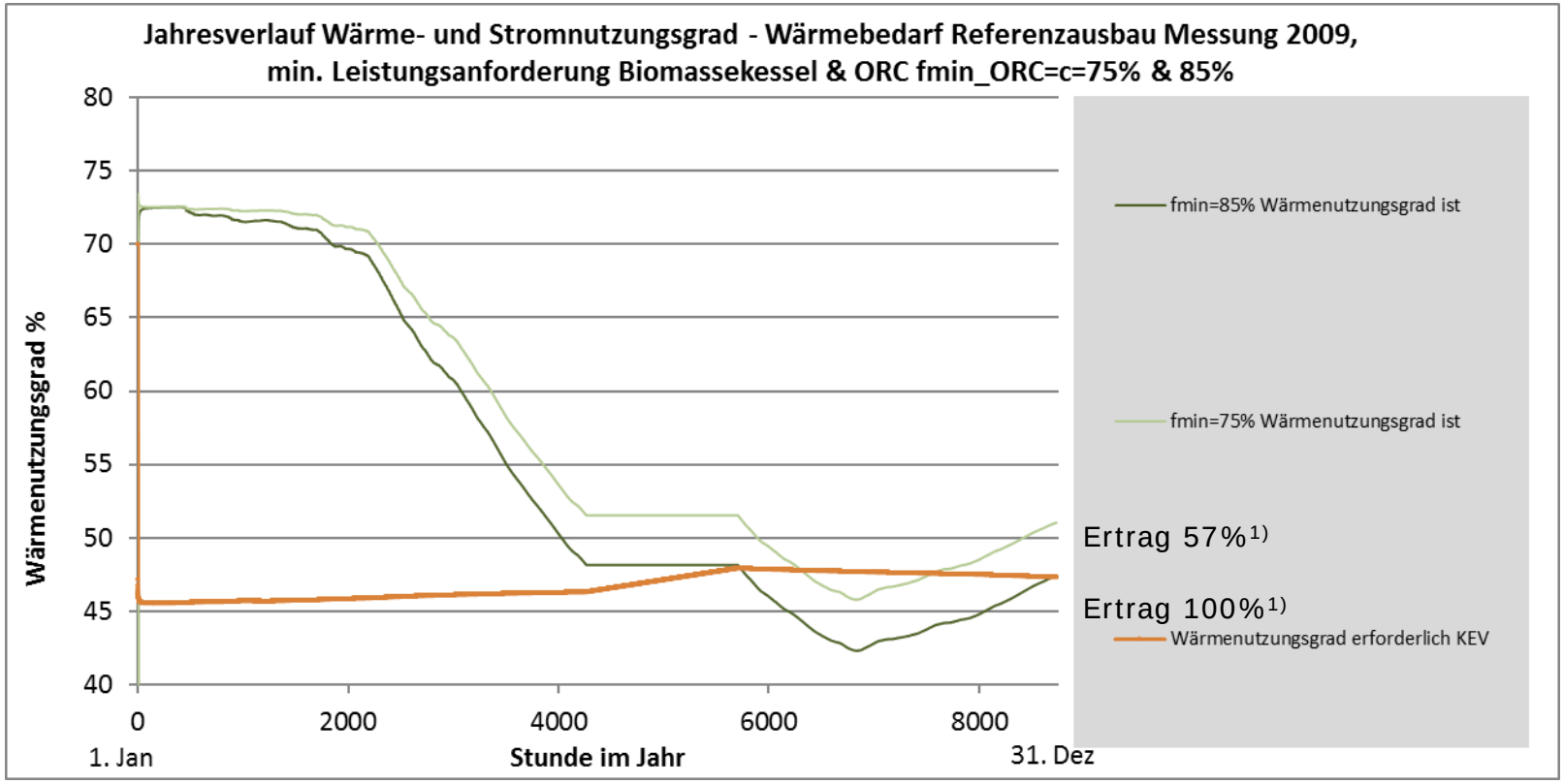
Konstante Hochhaltung Biomassekessel / ORC



Damit die KEV-Mindestanforderungen mit genügender Sicherheit erreicht werden können muss ein sicherer Wert der minimalen Leistungsanforderung angesetzt werden!

Design Lastregler

Konstante Hochhaltung Biomassekessel / ORC



Einbussen in «kalten» Jahren bei diesem Ansatz kaum vermeidbar!

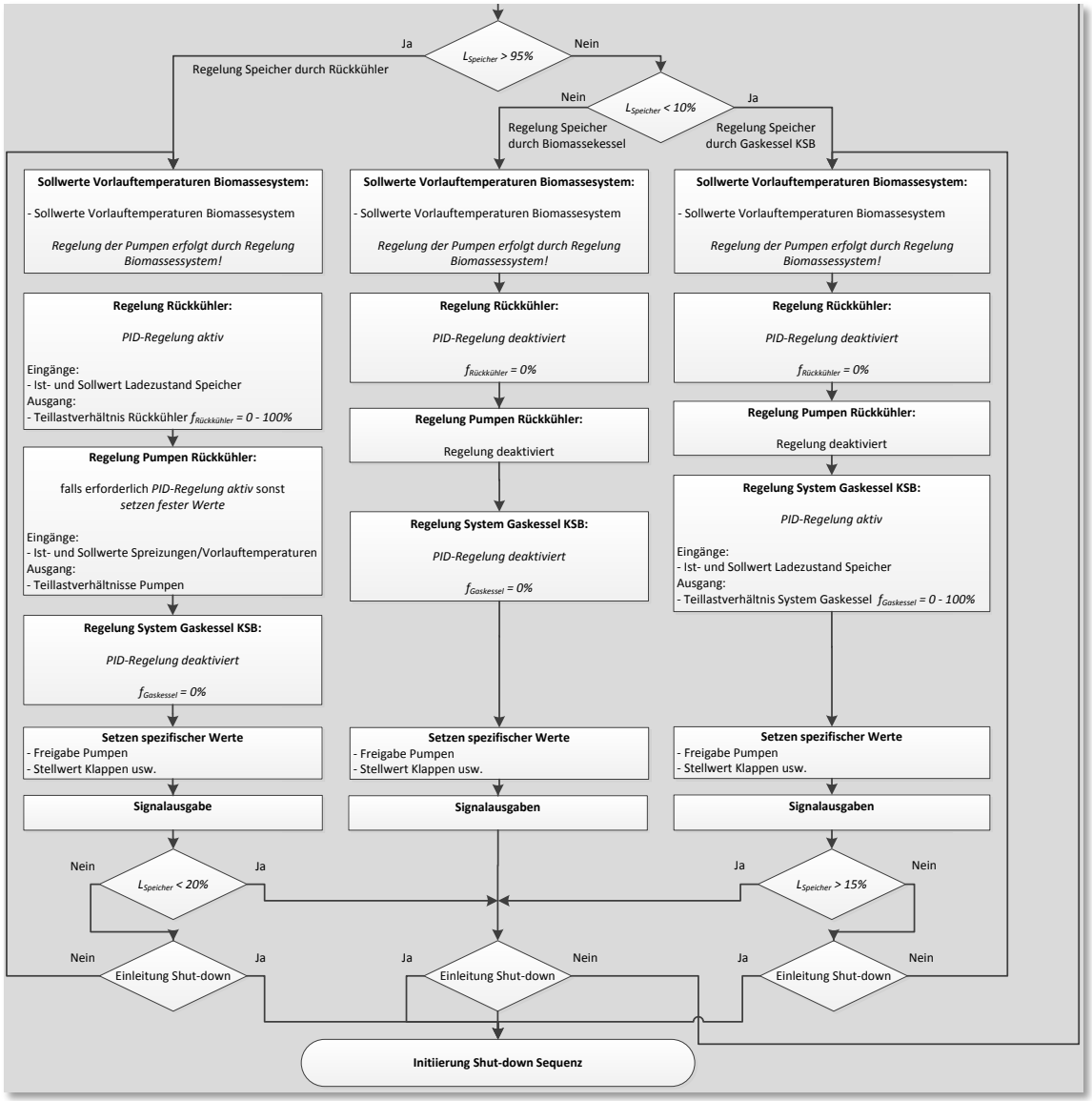
Beispiel Jahr 2009: f_{min}=75% -> jährlicher Ertrag 57%[1)]

f_{min}=85% -> jährlicher Ertrag 100%[1)]

[1)] Bezogen auf quasi-stromgeführte Referenzvariante

Design Lastregler

Ableitung der Schrittketten



Dynamische Simulationen

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN

Motivation:

- Quasi-statische Simulation: Was ist zu tun?
- Ableitung Schrittketten: Wie ist es zu tun?
- Dynamische Simulation: Implementierung/Verifizierung Regelkreise

Merkmale des Gesamtmodells:

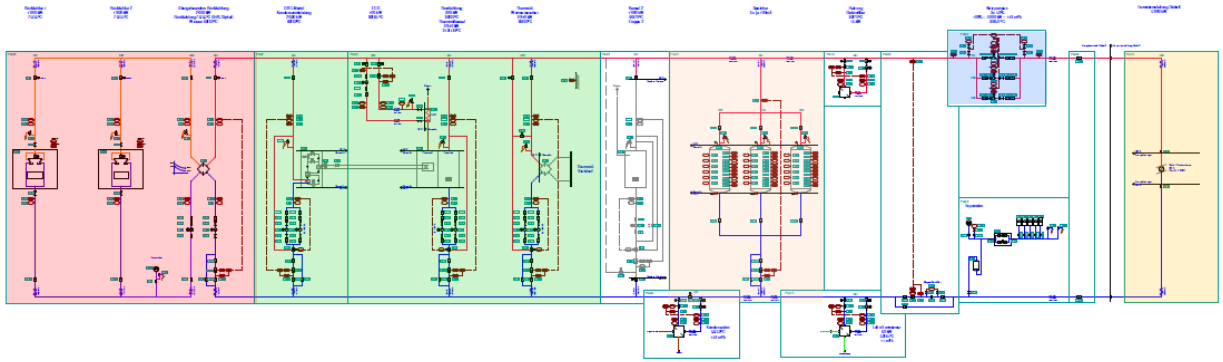
- Physikalisch- und empirisch-basierte Modelle (Modelica)
- Enthält Modelle für Aktuatoren (Pumpen, Ventile)
- Simulierte Zustandsgrössen für Regelkreise verwendbar
- Übergeordnetes Leitkonzept implementiert
- Thermische Trägheiten berücksichtigt

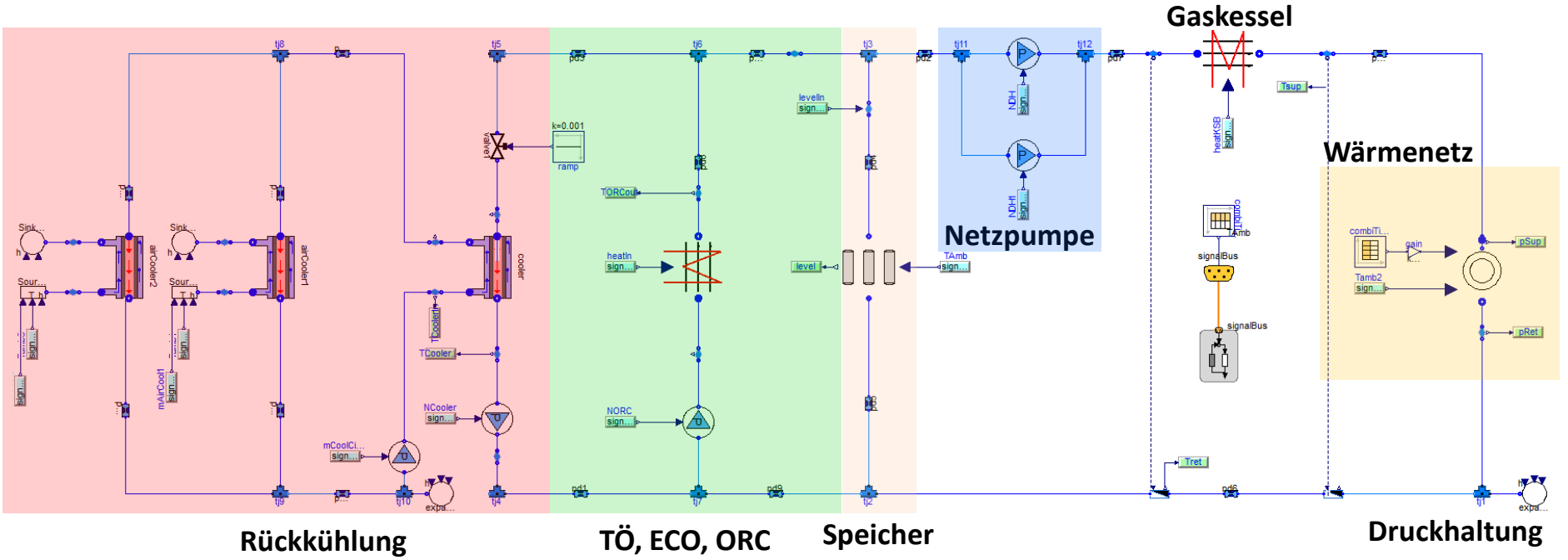
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Dynamische Simulationen

Vereinfachtes Modell der Gesamtanlage



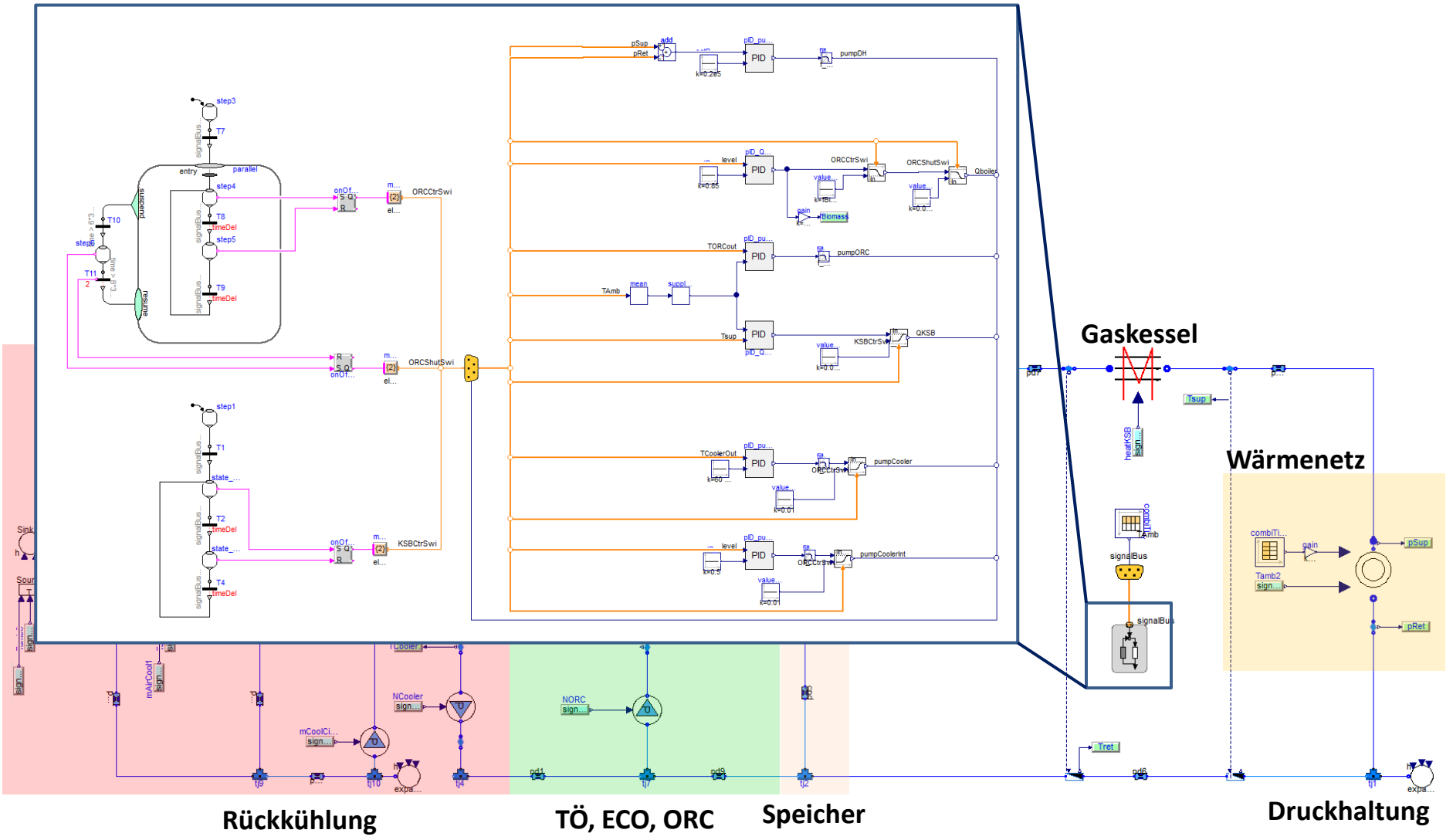


Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Dynamische Simulationen

Lastregler-Modell

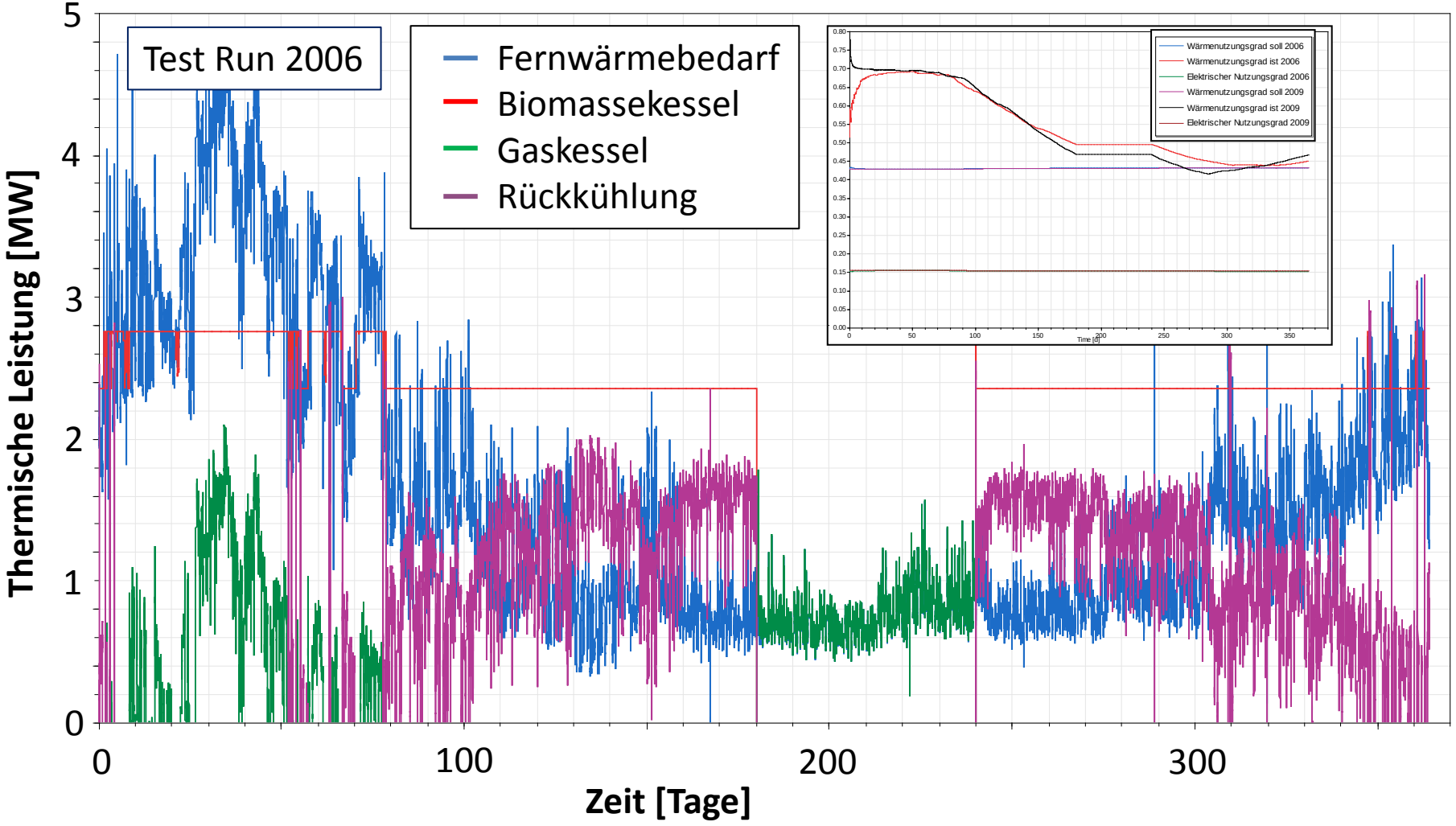


Dynamische Simulationen

Verifizierung Lastregelkonzept

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN



Dynamische Simulationen

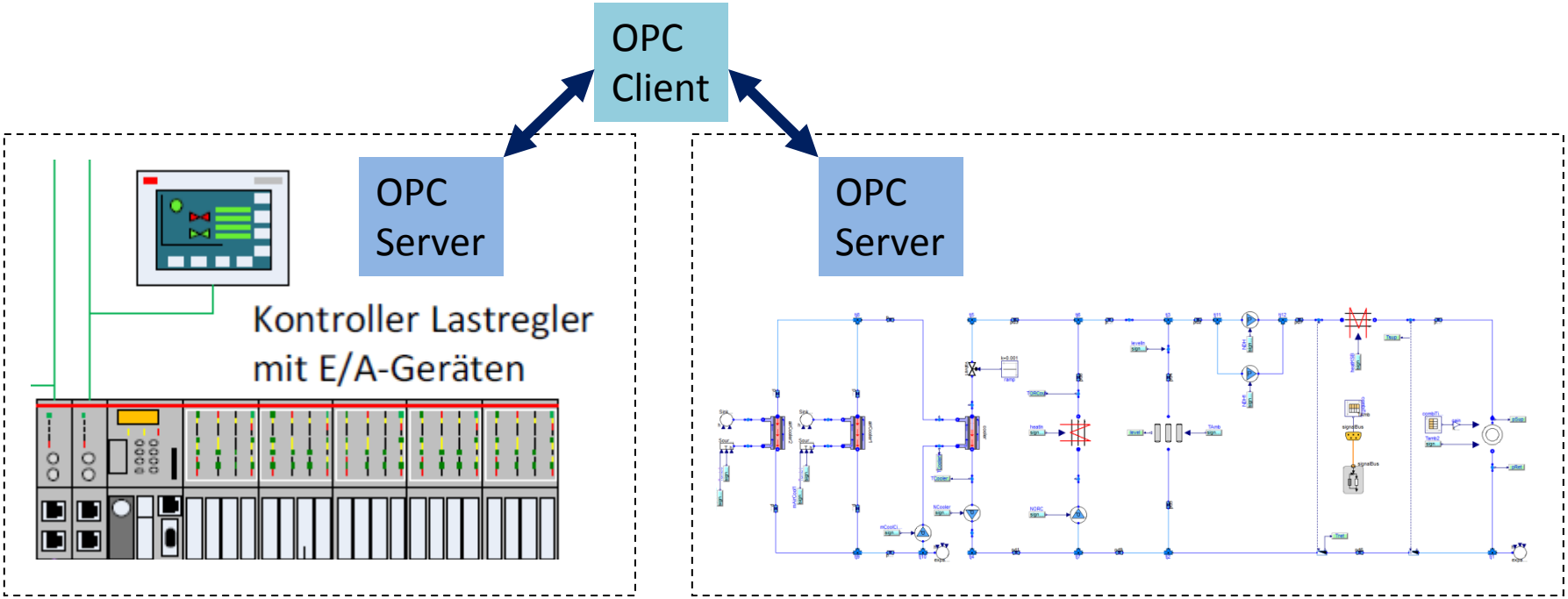
Implementierung (Virtual Commissioning)

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN

Modell als virtuelle Anlage

Unterstützung bei Implementierung des «produktiven» Lastreglers

Verwendung des Modells für Pre-Tuning der Regelparameter



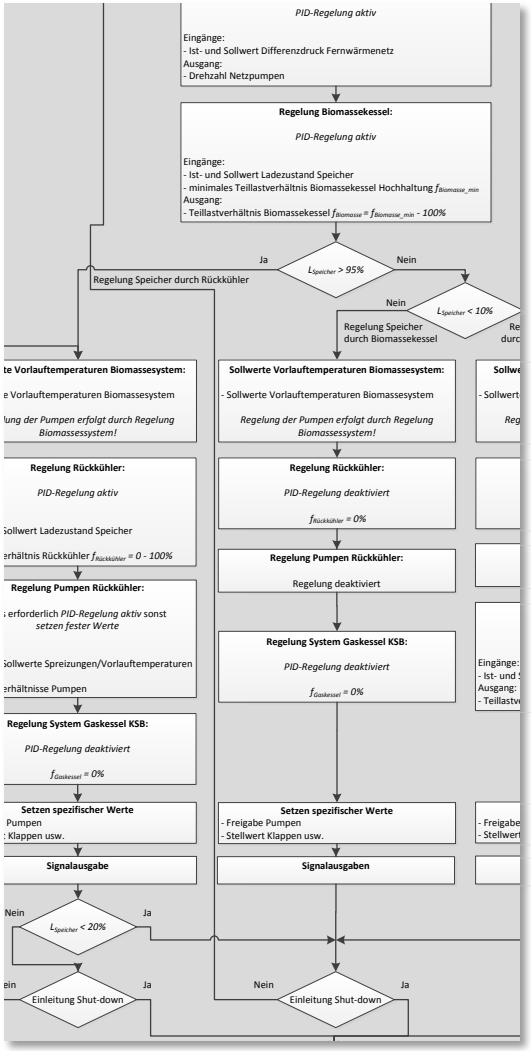
Schaltschrank ABB

Dymola-Modell HSLU

Betriebskonzepte Energiezentrale

Zusammenfassung

- Der wirtschaftliche Erfolg der neuen Energiezentrale Baden-Dättwil ist massgeblich abhängig von der Funktion und Qualität des übergeordneten Betriebskonzepts!
- Geeignete Regelkonzepte konnten erarbeitet und anhand von Simulationen überprüft werden.
- Zur kontinuierlichen Verbesserung des Betriebskonzepts sind statistische Betriebs-daten und dynamische Simulationen erforderlich!



Modellierung und Risikoanalysen/ Mitigation

Regionalwerke Baden

Zunahme Wärmeabsatzes:

Rückgekühlte Energie in der Übergangszeit und im Sommer reduzieren, ORC Volllastbetrieb bleiben konstant.
Zusätzliche benötigte Energie im Winter aus der KSB Heizzentrale.
Nahezu Verdoppelung des Wärmeabsatzes, bis sich ein zweiter Biomassekessel unter der heutigen Preisstruktur von Gas und Holz lohnen würde.

Abnahme Wärmeabsatz:

Rückgekühlte Menge in der Übergangszeit kontinuierlich erhöhen, bis zu Zeitpunkt wo es sich lohnt die Anlage mehr als 2 Monate im Sommer ganz abzustellen.
„Sommerloch“ mit Erdgas oder Biogas aus KSB decken.

Kurzfristige Schwankungen

Kompensation kurzfristig klimatischer und Verbraucher Schwankungen, die nicht (mehr) über den Tagesspeicher geglättet werden können, können bei kontinuierlichem Feuerungsbetrieb mit der Rückkühlmenge absorbiert werden.

Holzqualität vs. Teil-Last Kessel & ORC

Rückgekühlte Menge beeinflusst Teillastbetriebspunkt des Kessels -> Einfluss auf die geforderte Qualität der Schnitzel:
- hoher Teillastbetrieb -> mehr Landschaftspflegeholz
- tiefer Teillastpunkt -> mehr Waldhack-schnitzel.

Waldhackschnitzel doppelt so teuer wie Landschaftspflegeholz

Projektrealisierung

Regionalwerke Baden

Phasen (SIA108)		Teilphasen		Terminplan	Bemerkungen, Geleistete Arbeiten
1	**Startegische Planung**	1.1	Bedürfnisfomulierungen Lösungsstrategien	**Q1/13 - Q2/13**	**Bedürfnis 100% erneuerbare Wärme in Fernwärmenetz Dättwil Potentialstudie Holz WKK gezeigt**
			Entscheid Lösungsstrategie:	**15. Mrz 13**	**Erstellen Antrag VR für eine vertiefte Machbarkeitsstudie/Vorprojekt mit Fokus: Nutzungskonzept Werkhof Segelhof, Anbindung Fernwärme Segelhof an Netz in Dättwil**
			Antrag VR RWR	**21. Aug 13**	**Freigabe Kredit für Vorstudie/Vorprojekt**
2	**Vorstudie** Projektnr.: 53010	2.1	Projektdefinition Machbarkeitsstudie	**Q4/13-Q1/14**	**Machbarkeit gezeigt: Nutzungskonzept, Stromanbindung, Wärmeanbindung, Prozessauslegung und Betriebskonzept, MSRL Einbindung in RWB Leitsystem**
		2.2	Auswahlverfahren		
			Resultate Vorstudie:	**Q2/14**	**Projektorganisation, Vorgehen mit Fachexperten, Kosten +/-15%, Kosten- und Terminplan, Auswahlverfahren definiert**
			Antrag VR RWB:	**17. Nov 14**	**Grundsatzeinscheid: Eintreten in Projekt Freigabe Projektierungskredit**
3	**Projektierung**	3.1	Vorprojekt	**Q4/14-Q1/15**	Baureifes Projekt, ~~Mediation Öffentlichkeit und Stadt~~
		3.2	Bauprojekt		
		3.3	Bewilligungsverfahren, Auflageprojekt		
			Resultate Projektierung:	~~**01.03.2015**~~ **20.03.2015**	Projektorganisation, Vorgehen mit Fachexperten, Kosten +/-10%, Kosten- und Terminplan, technische und kommerzielle Ausführung/Betriebsführung definiert
			Antrag VR RWB:	~~**19.03.2015**~~ **22.04.2015**	**Freigabe von VR zur Realisierung, Bildung einer Baukommission und Mediation Öffentlichkeit und Stadt**
			Baugesuchsauflage	~~**April/Mai/Juni 15**~~ **Mai/Juni/Juli/Aug 15**	**Bewilligungsphase**
4	**Ausschreibung**	4.1	Ausschreibung, Offertvergleich Vergabeantrag	~~**Q3/15- Q4/15**~~ **Q3/15- Q1/16**	genauere Kostenschätzung +/-10% nur möglich mit Preisen aus Submission -> ab Mai ausschreiben Umbaumassnahmen Fernwärmenetz (+0.5Mio CHF) in Projekt Energiezentrale integrieren
5	**Realisierung**	5.1	Ausführungsprojekt	~~**Q1/16 - Q4/16**~~ **Q2/16 - Q1/17**	***Definition Umfang Energiezentrale:*** Energiezentrale Segelhof/ Querung A1/ Umbau KSB Heizzentrale/ Umbauten Wärmenetz Dättwil Neuanschlüsse KSB und ABB in Linien Budget Abteilung G 2016 (-2019) aufnehmen
		5.2	Ausführung		
		5.3	Inbetriebnahme, Abschluss		
6	**Bewirtschaftung**	6.1	Betrieb	**ab Q1/17**	
		6.2	Erhaltung		

Projektrealisierung

Regionalwerke Baden

http://www.baucam.ch

cam1504
s5x4ZNO!z

Projektrealisierung
1. April 2016

Regionalwerke Baden

Projektrealisierung
15. April 2016

Regionalwerke Baden

Projektrealisierung
1. Mai 2016

Regionalwerke Baden

Projektrealisierung
15. Mai 2016

Regionalwerke Baden

Projektrealisierung
1. Juni 2016

Regionalwerke
Baden

Projektrealisierung
15. Juni 2016

Regionalwerke Baden

Projektrealisierung
1. Juli 2016

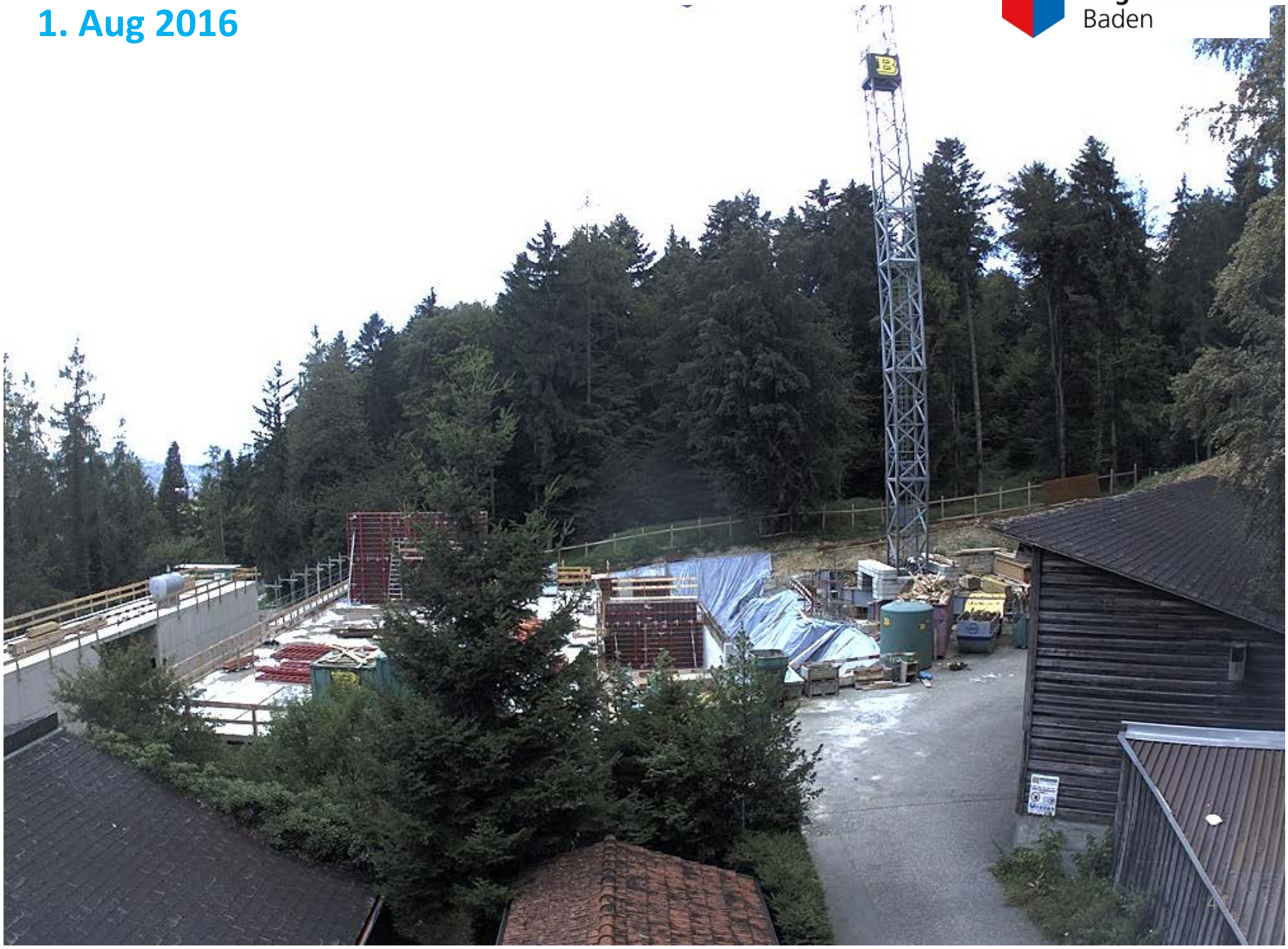
Regionalwerke Baden

Projektrealisierung
15. Juli 2016

Regionalwerke
Baden

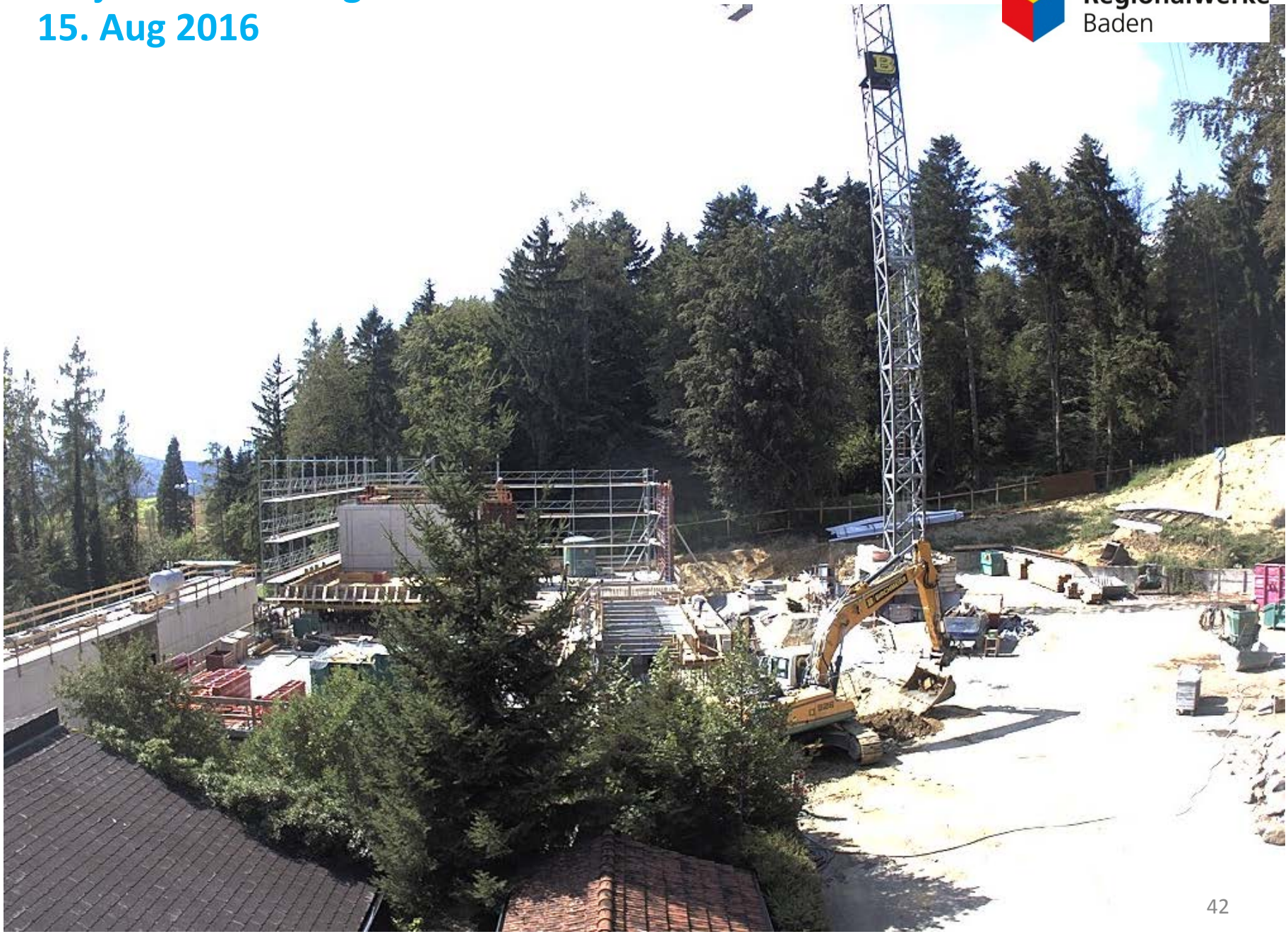
Projektrealisierung
1. Aug 2016

Regionalwerke Baden



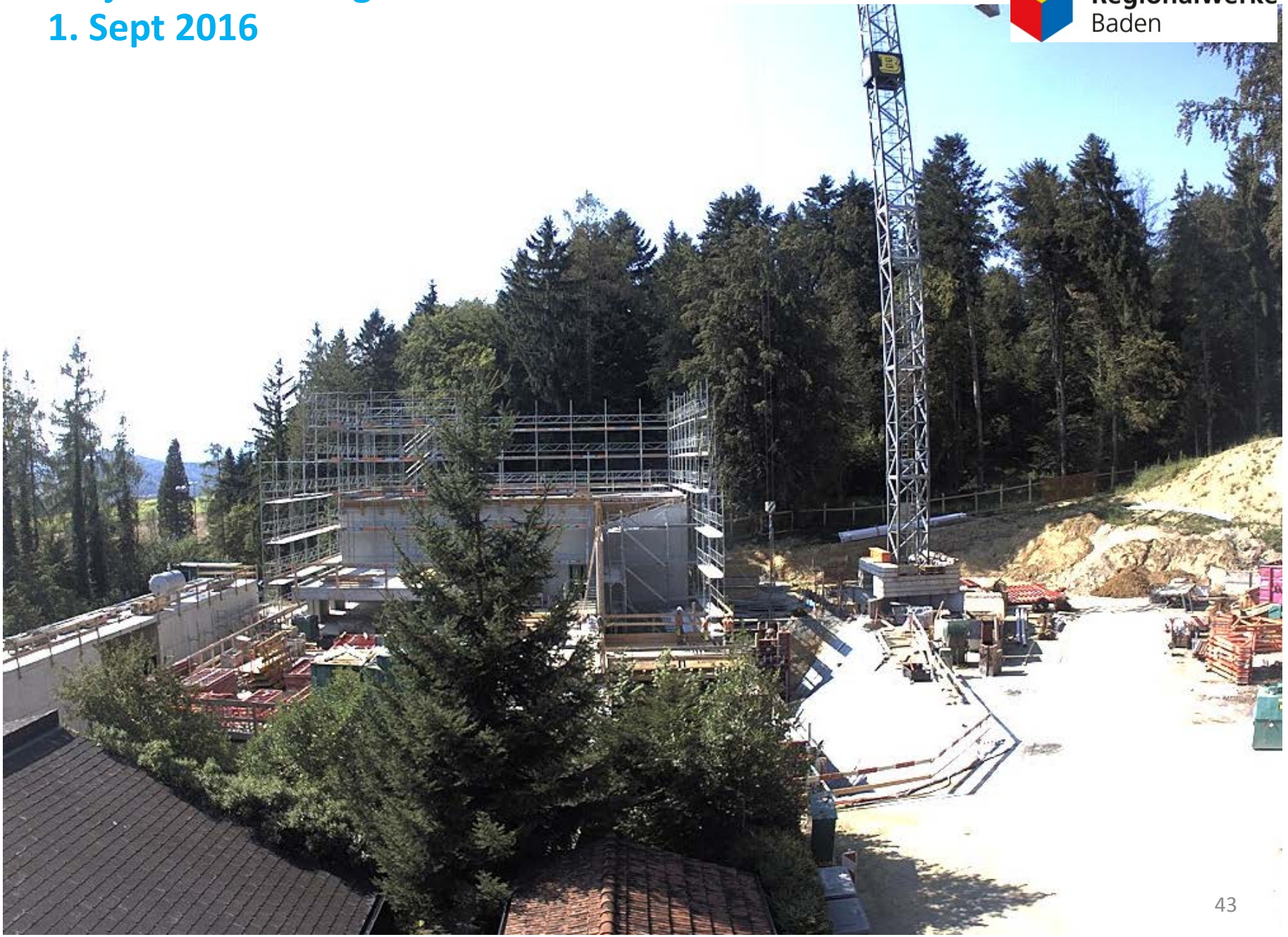
Projektrealisierung
15. Aug 2016

Regionalwerke Baden



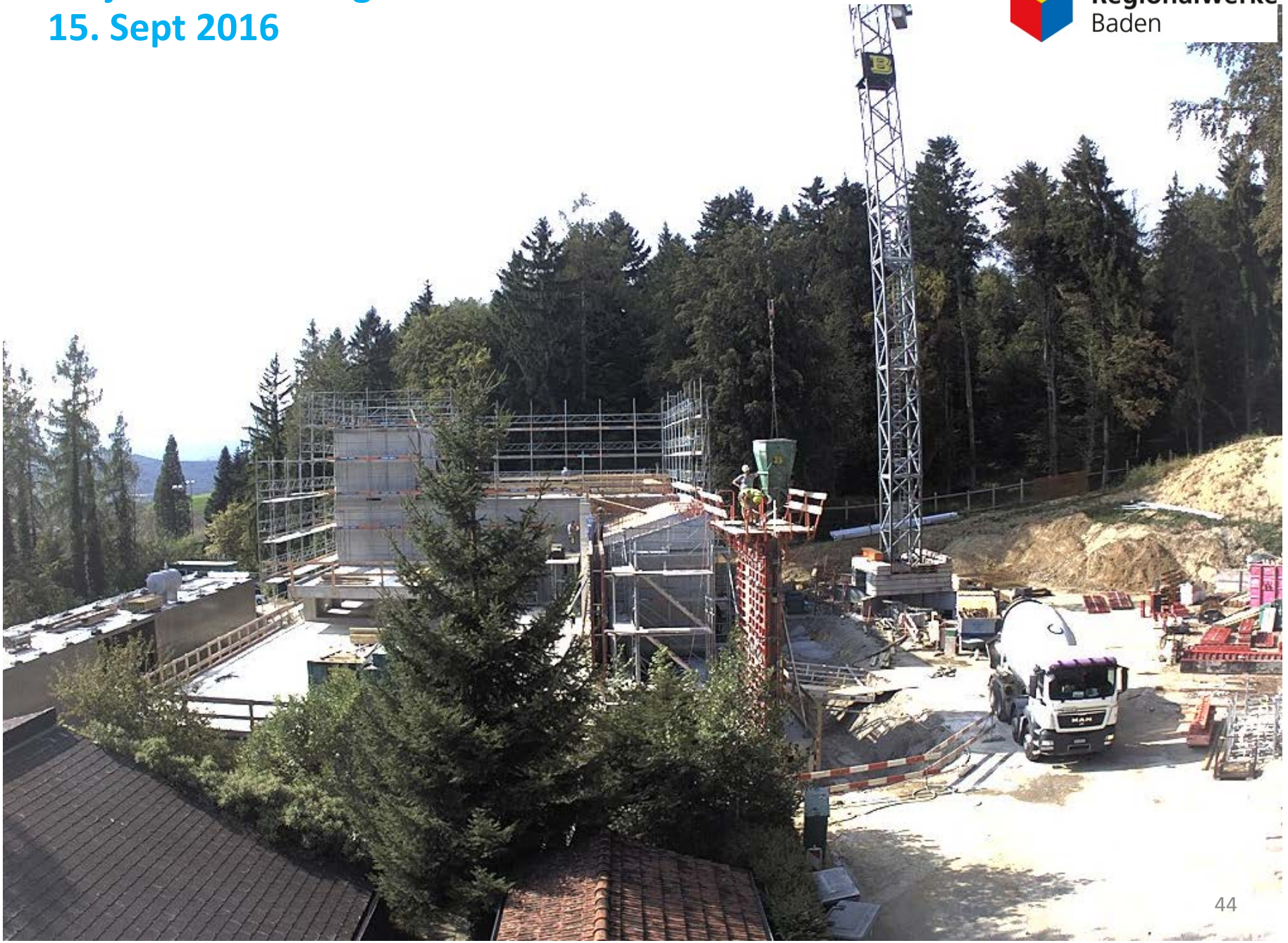
Projektrealisierung
1. Sept 2016

Regionalwerke Baden



Projektrealisierung
15. Sept 2016

Regionalwerke Baden

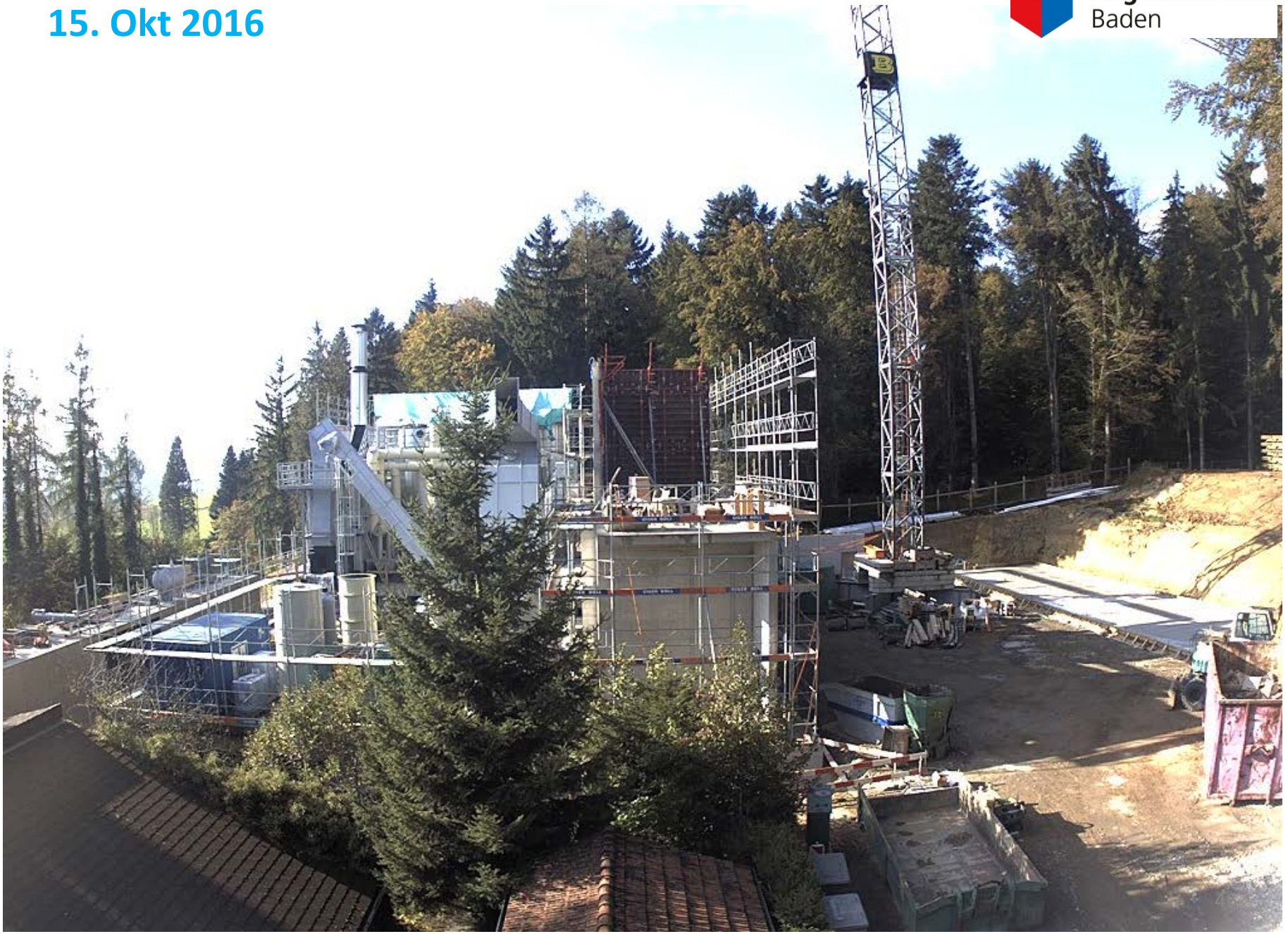


Projektrealisierung
1. Okt 2016

Regionalwerke Baden

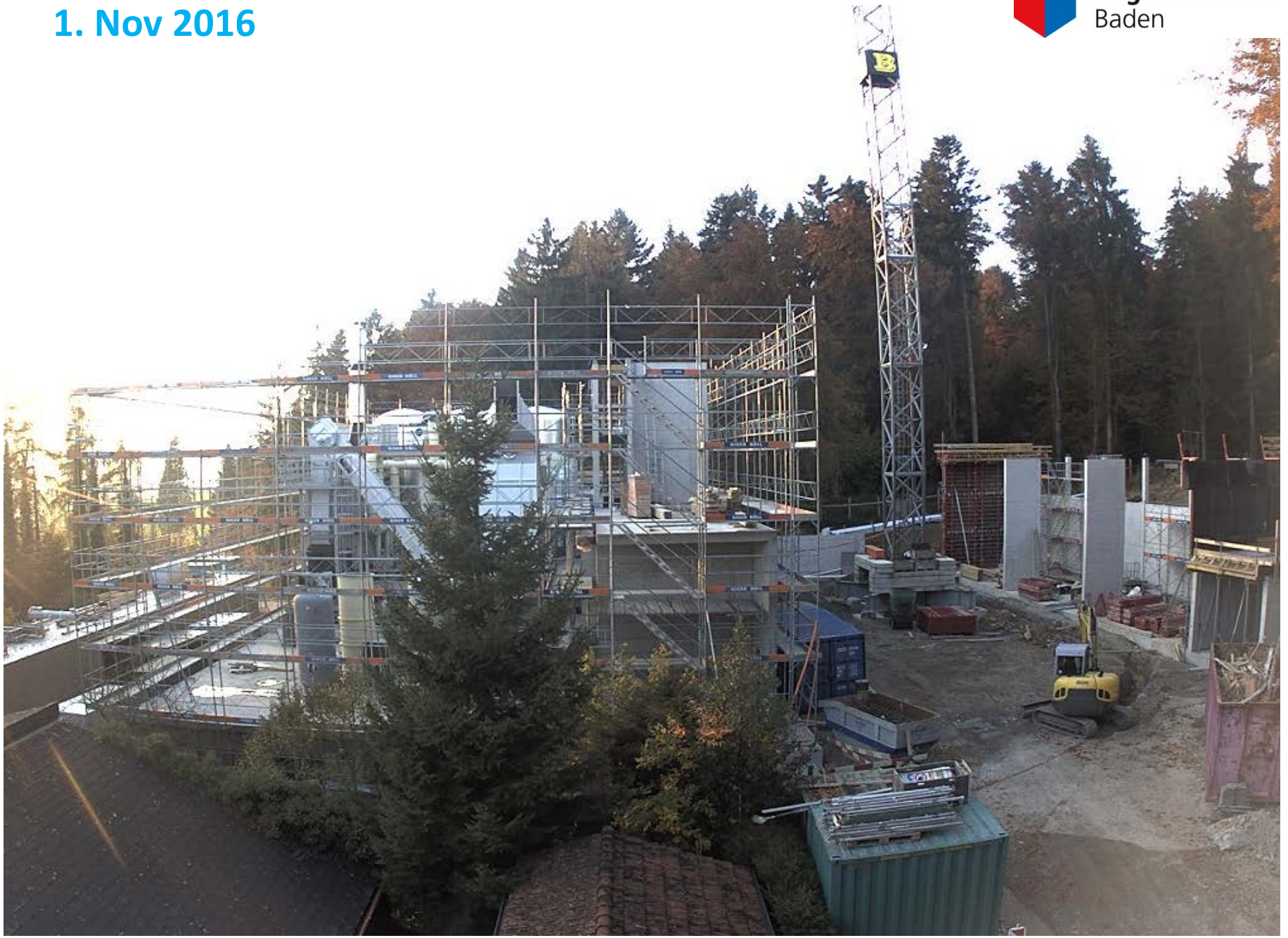
Projektrealisierung
15. Okt 2016

Regionalwerke Baden



Projektrealisierung
1. Nov 2016

Regionalwerke Baden



Regionalwerke Baden

Diskussion

Fragen

Kappisee, 16.Jan 14