



Effizienz- und Lastverschiebung in der Wasserversorgung

Andreas Hurni
Rafael Osswald

Tagung electrosuisse, Aarau, 21. März 2014

Agenda

- Aufgabenstellung / Leuchtturmprojekt BFE
- Wasserversorgung Winterthur
- Effizienzpotentiale und hydraulisches Modell
- Strommarkt
- Lastverschiebungspotentiale
- Optimierungspotential

Aufgabenstellung

- Zertifikatsarbeit für CAS Effiziente Energienutzung am Institut WERZ, 2013
- Technische Beschreibung der Wasserversorgung Winterthur
- Inventar der elektrischen Verbraucher (v.a. Pumpen). Analyse des Versorgungsnetzes (Hydraulik, Reservoir, Wasserbezugsorte usw.)
- Beschreibung des Strommarktes und der Verwertung der Flexibilitäten im Strommarkt
- Flexibilität und Steuerungsmöglichkeiten des Stromverbrauches einer Wasserversorgung
- Optimierungsansätze und Erlösberechnungen

Leuchtturmprojekt BFE

- Fördergesuch für Leuchtturmprojekt an BFE durch InfraWatt /Ryser Ingenieure und Alpiq 2013 eingereicht
- Ziel: Technische Einbindung von 5 – 10 grossen Wasserversorgungen und 1 Kläranlage (Regelpotential > 5 MW)
- Leuchtturmprojekt durch GL BFE am 18. Februar 2014 genehmigt
- Durchführung des Projektes 2014 bis 2016

Agenda

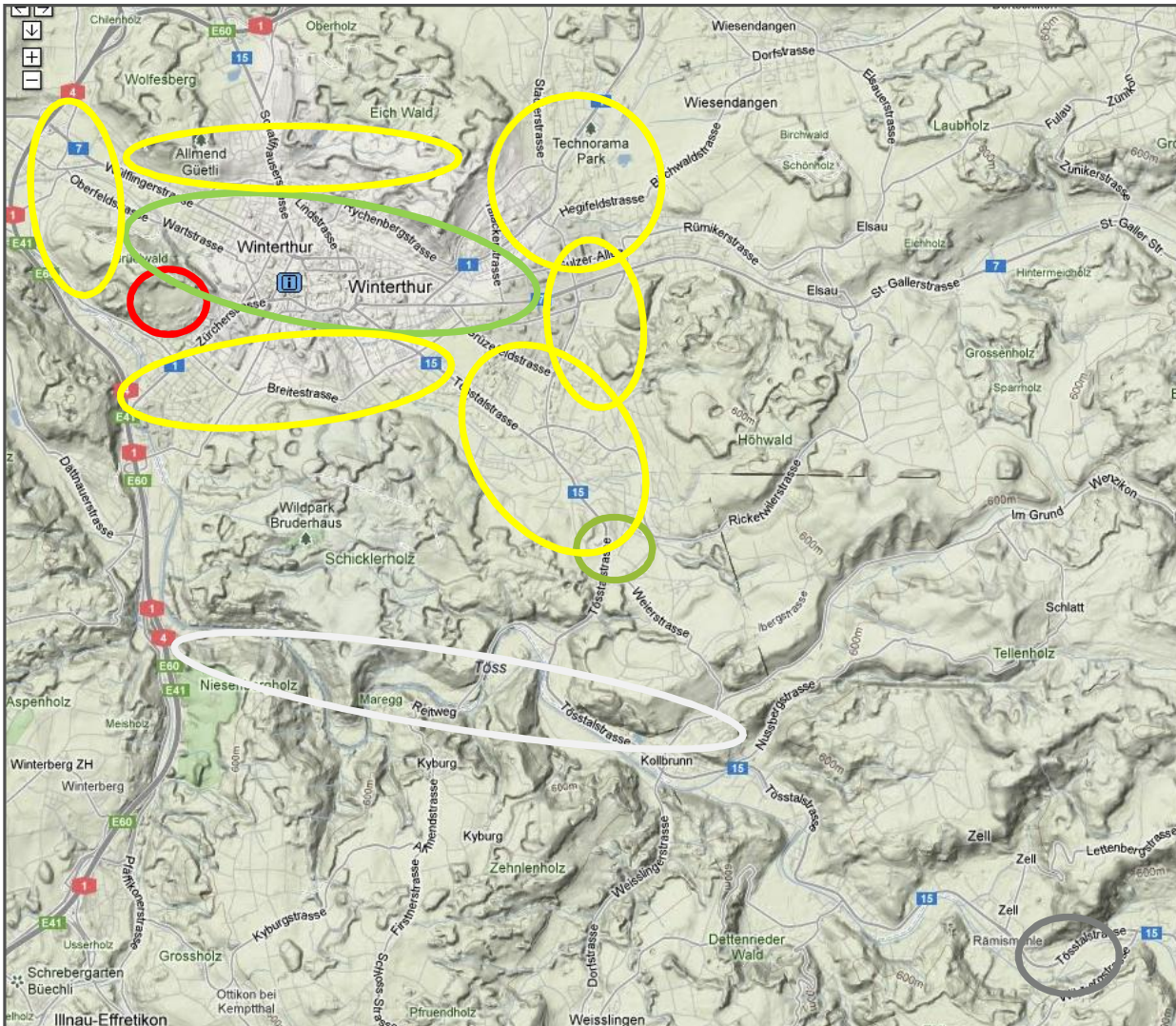
- Aufgabenstellung / Leuchtturmprojekt BFE
- Wasserversorgung Winterthur
- Effizienzpotentiale und hydraulisches Modell
- Strommarkt
- Lastverschiebungspotentiale
- Optimierungspotential

Gesetzliche Grundlagen der Wasserversorgung

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel

- Trinkwasserqualität hat die höchste Priorität und darf weder kurz- noch langfristig gefährdet werden
- Die Versorgungs- und Betriebssicherheit der Wasserversorgungsanlagen ist zu gewährleisten

Vorstellung Wasserversorgung Winterthur



Quellfassung Zell Hornsäge,
541 m

Grundwasserpumpwerke,
zw. 440 m und 460 m

Reservoire
Ganzenbüehl, Waldhof,
509 m und 506 m

Hauptzone, 405 m - 485m

Nebenzzone, 506 m – 640 m

Agenda

- Aufgabenstellung / Leuchtturmprojekt BFE
- Wasserversorgung Winterthur
- Effizienzpotentiale und hydraulisches Modell
- Strommarkt
- Lastverschiebungspotentiale
- Optimierungspotential

Theoretische Grundlagen

Offenes System

Statische (geodätische) Förderhöhe (h) +

Dynamische Druckverluste (H_f)

Allgemein gilt für die manometrische Förderhöhe:

$$H_1 = (H_D - H_S) + ((p_D - p_S) / (\rho * g)) + ((c_D^2 - c_S^2) / 2g)$$

mit:

H = Förderhöhe in [m]

p = Systemdruck in [Pa = N/m²]

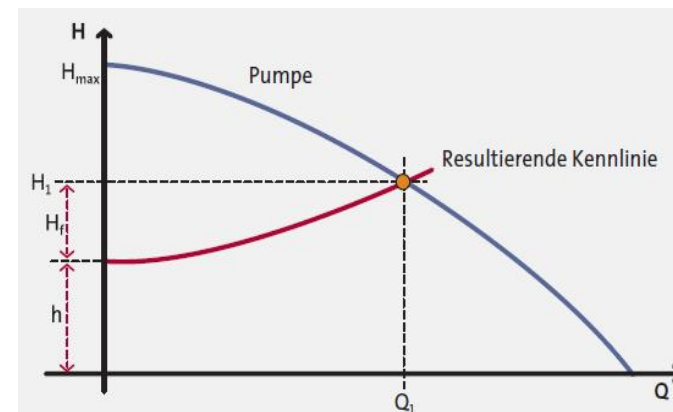
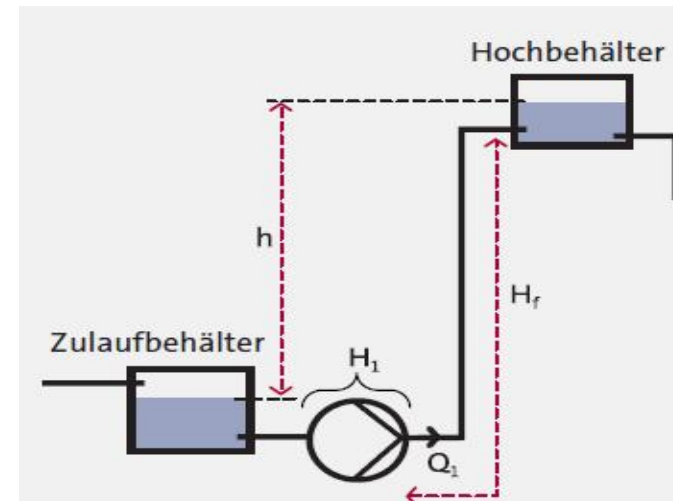
ρ = Flüssigkeitsdichte in [kg/m³]

g = Erdbeschleunigung in [m/s²]

c = Geschwindigkeit der Flüssigkeit in [m/s]

Index D = druckseitig

Index S = saugseitig



Effizienzpotentiale

Wesentliche Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch:

- Förderhöhe / Fördermenge
- Druckverluste
- Betriebspunkt
- Wirkungsgrad von Pumpe und Motor

Gesamtpotential ca. 10%

→ Grobcheck als Stichprobe:

→ Zweistufige Hochdruckpumpe, 1'150 h/a in Betrieb

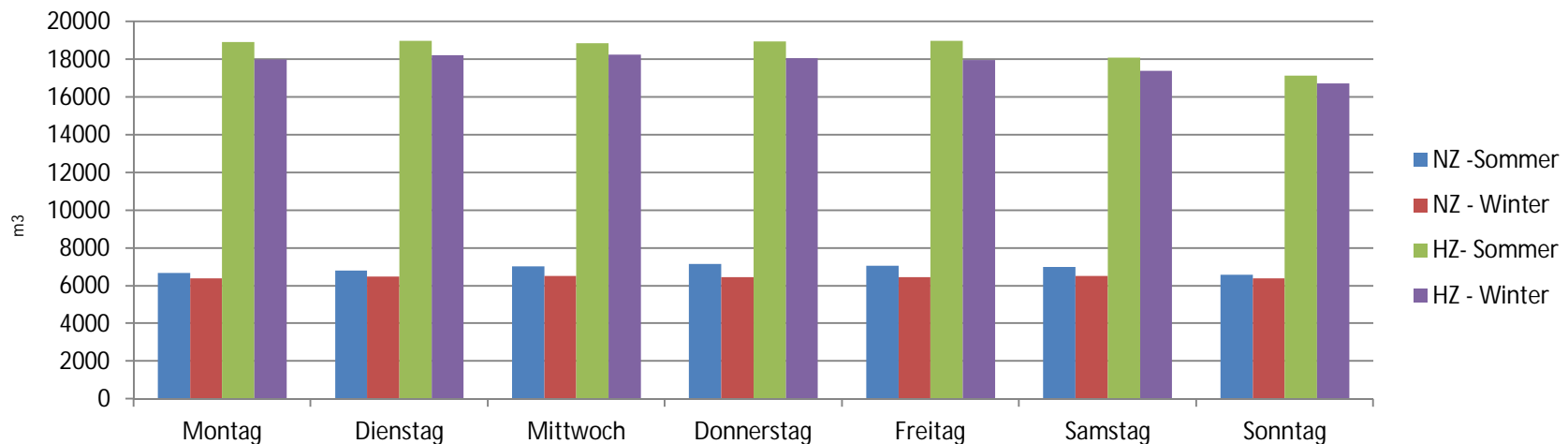
→ Auslegung $Q_n = 56 \text{ l/s}$, $H_n = 62 \text{ m}$

→ Messung $Q = 56.9 \text{ l/s}$, $H = 56.60 \text{ m}$

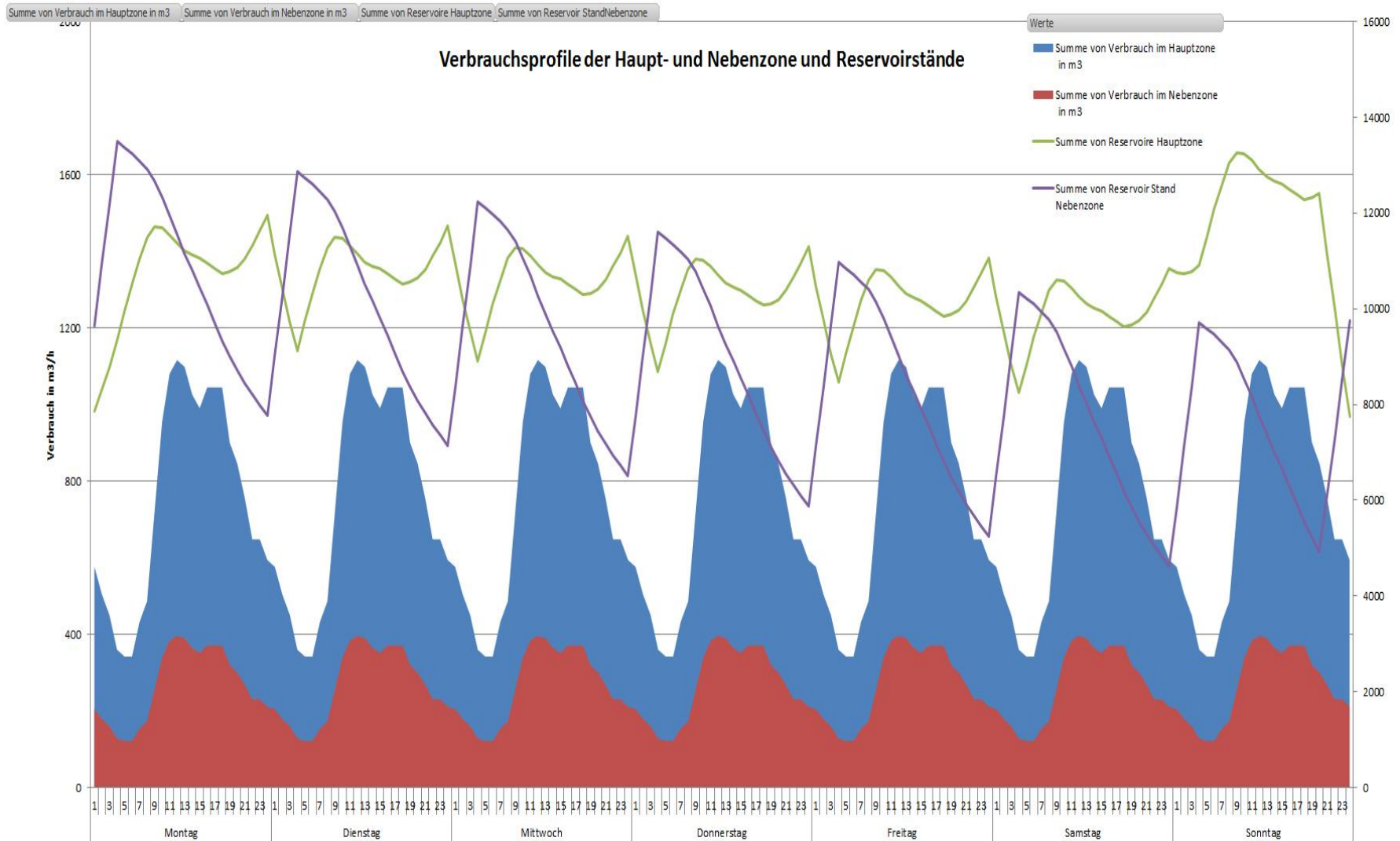
→ Abweichung von ca. 17 % von Optimum (→ 10 000 kWh)

Vorstellung Wasserversorgung Winterthur

- Pro Jahr werden ca. 10 Mio. m³ Wasser an Kunden geliefert
- Natürlicher Zufluss ca. 70 % über Heberfassung Hornsäge
- 5 relevante Grundwasserpumpwerke ($P_{el} = 0.76$ MW)
- Grosse Hauptzone (HZ) mit zwei Reservoiren (15 000 m³)
- 13 Nebenzonen (NZ) und Stufenpumpwerke ($P_{el} = 0.40$ MW)
- Reservoir Nebenzone (14 000 m³) werden über HZ gefüllt
- Durchschnittliche Tagesverbräuche



Hydraulisches Modell



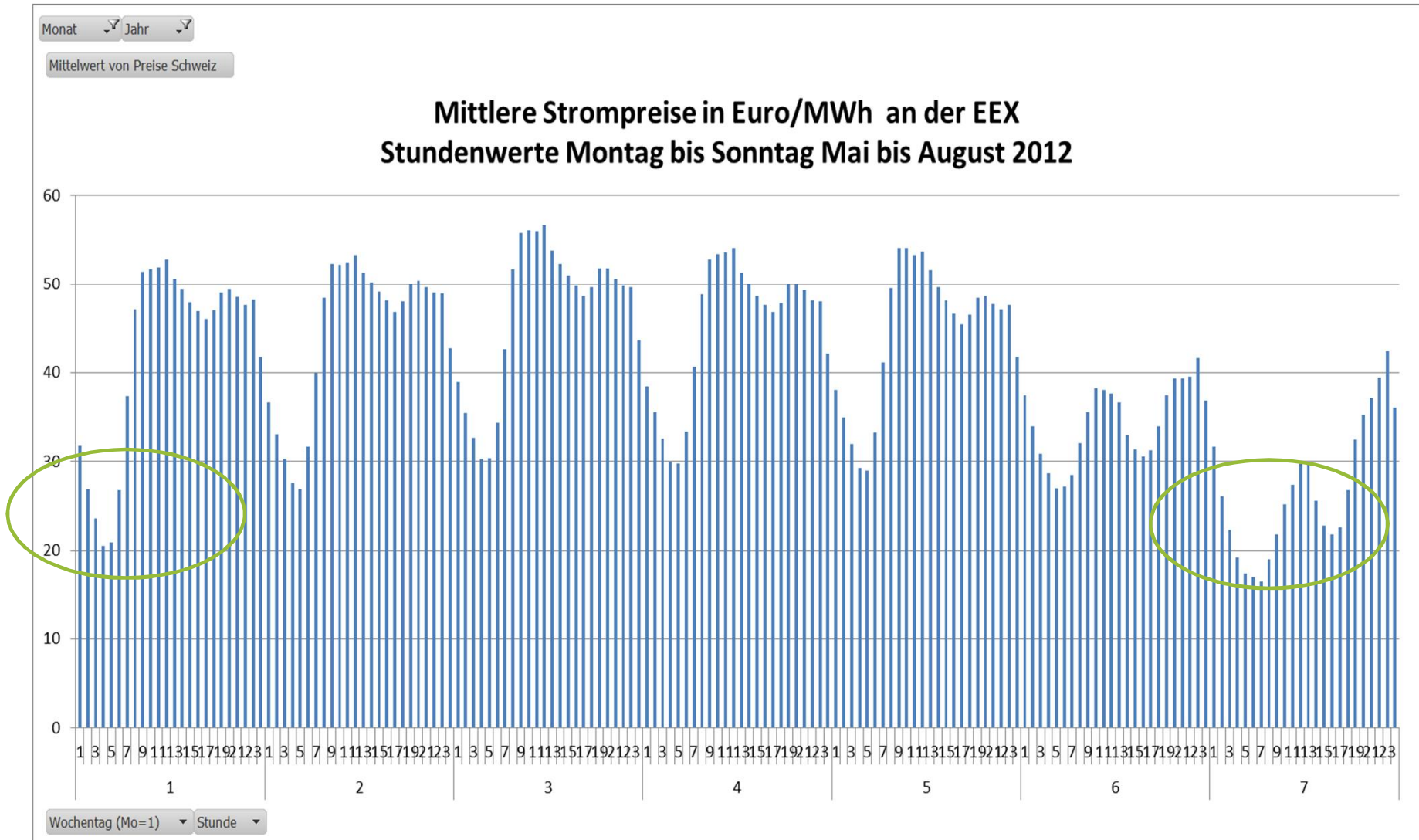
Agenda

- Aufgabenstellung / Leuchtturmprojekt BFE
- Wasserversorgung Winterthur
- Effizienzpotentiale und hydraulisches Modell
- **Strommarkt**
- Lastverschiebungspotentiale
- Optimierungspotential

Grundlagen Strommarkt

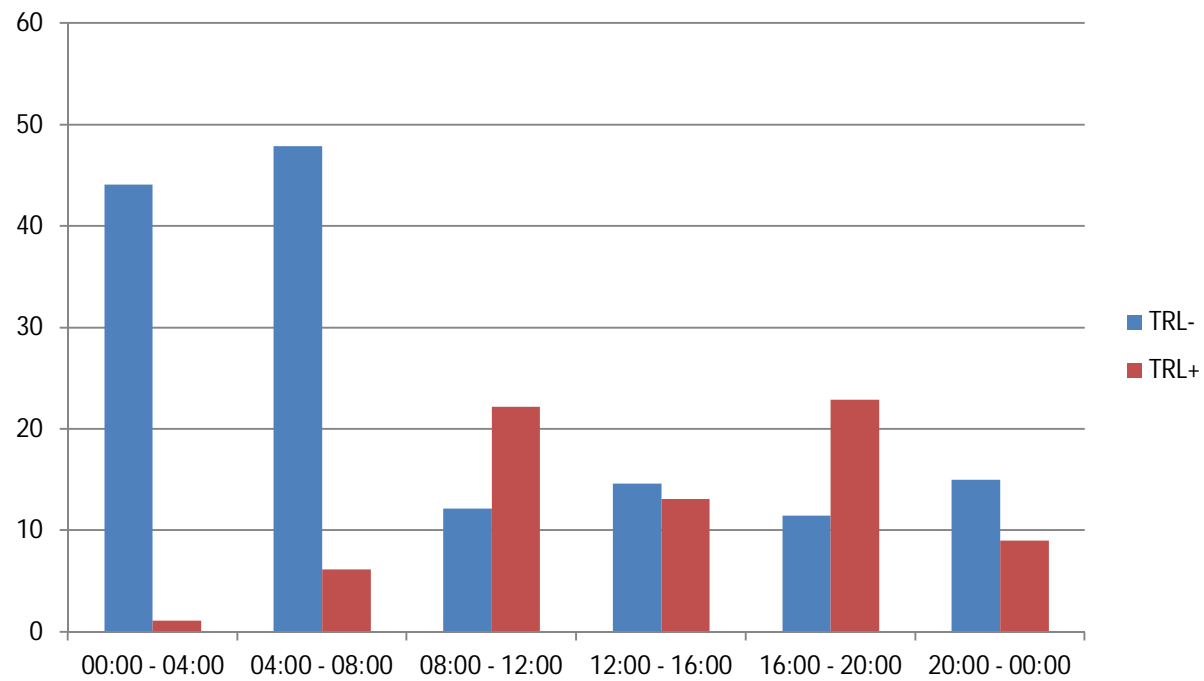
- Marktöffnung 1.1.2009 → Trennung von Energie und Netz
- Endverbraucher mit 100 MWh/a Jahresverbrauch haben einmalig das Recht, die Grundversorgung zu verlassen
- **Spotmarkt:** Handel für den nächsten Tag, jede Stunde hat einen Preis
- Intradaymarkt: nach Handelsschluss am Spotmarkt, kann wieder zu- oder verkauft werden
- **Regelenergiemarkt:** swissgrid benötigt Flexibilität für die Versorgungssicherheit (rund +/- 800 MW)
- Kraftwerksbetreiber bieten «Kraftwerkscheiben» an

Swissix Sommerpreise im Jahr 2012



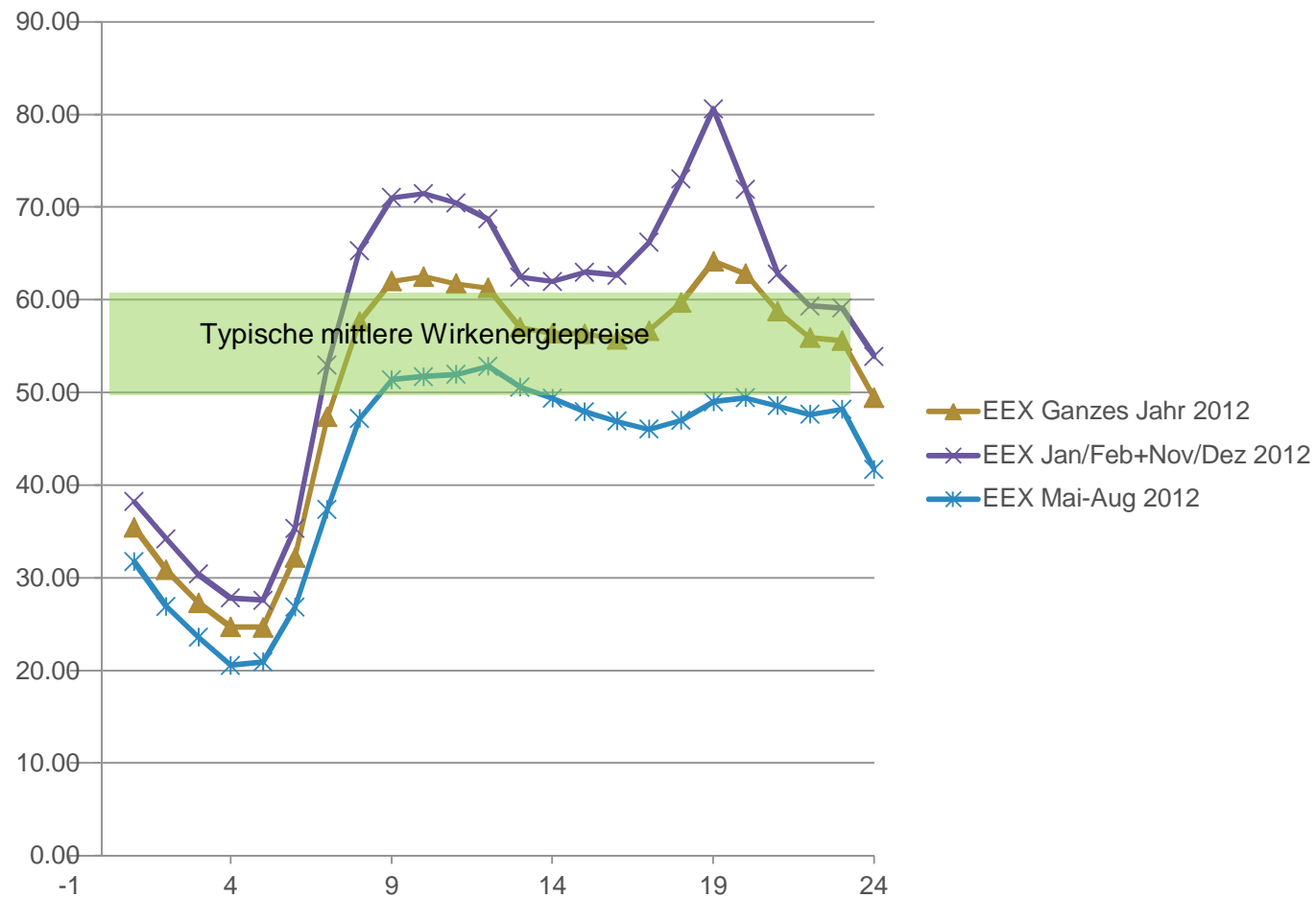
Erlöse 2012 für Tertiärenergievorhaltung

Preise in CHF/ MW und 4h Block



Preisvergleich Wasserversorgungen / Strommarkt

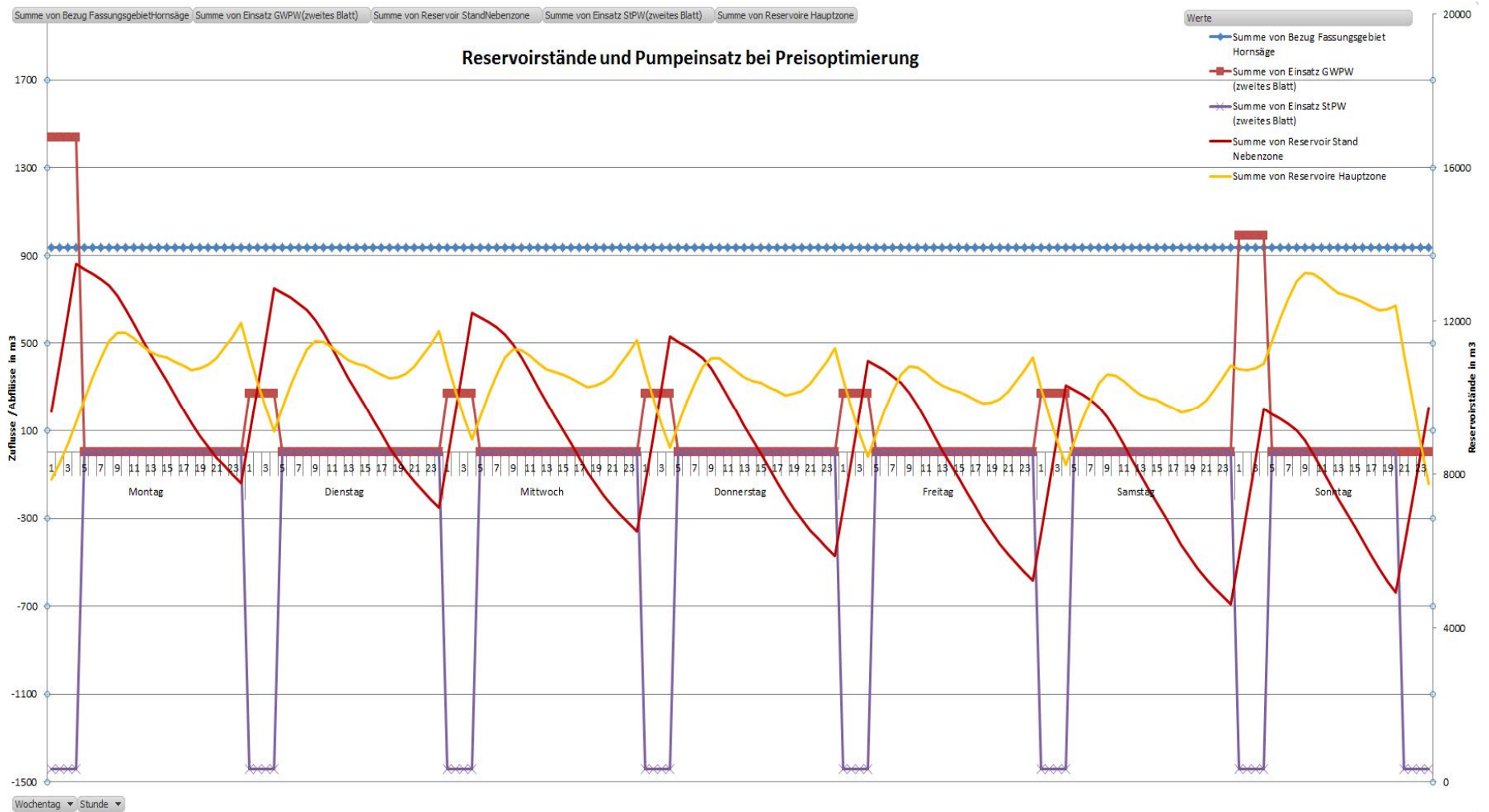
Preise in EUR/MWh im Stundenraster



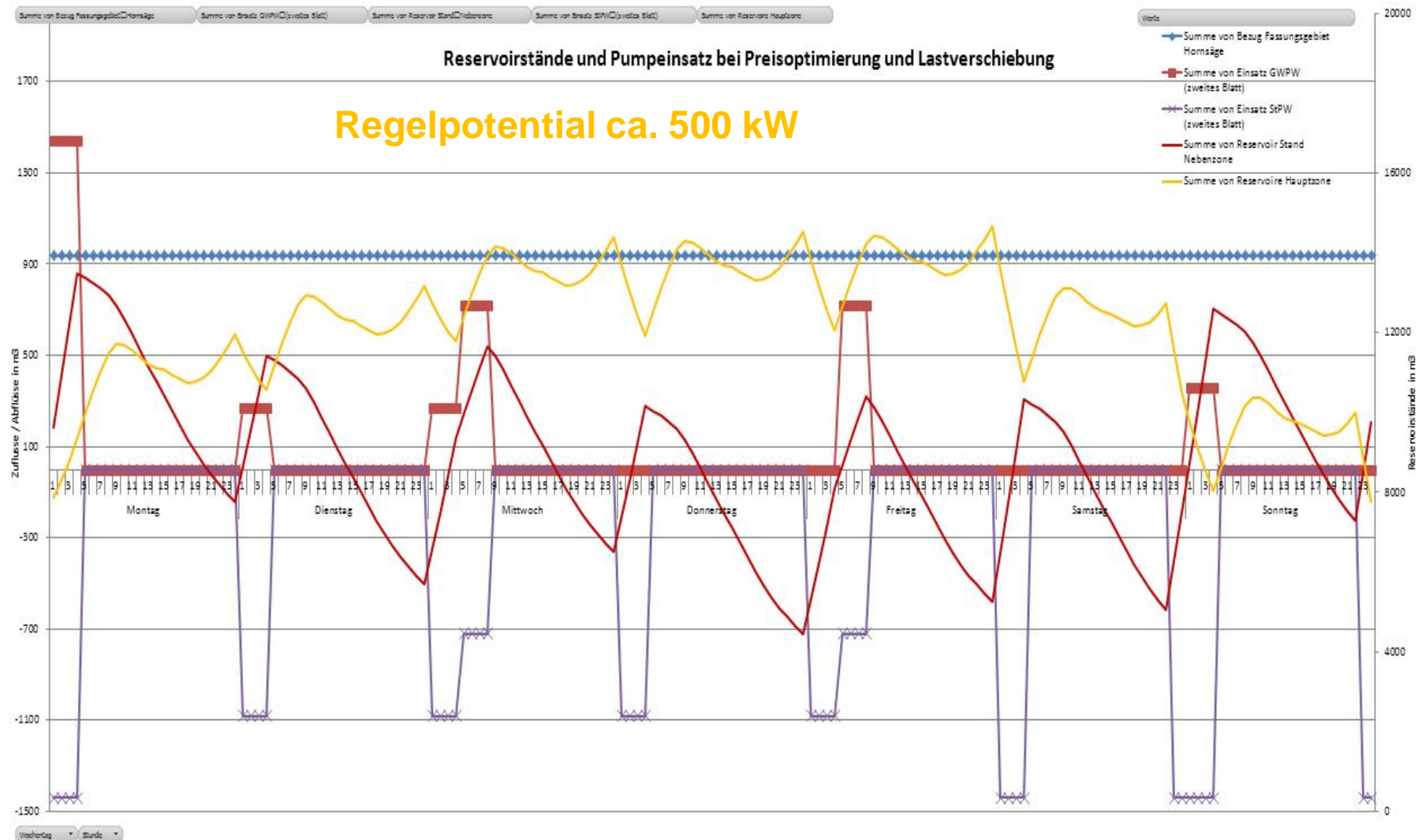
Agenda

- Aufgabenstellung / Leuchtturmprojekt BFE
- Wasserversorgung Winterthur
- Effizienzpotentiale und hydraulisches Modell
- Strommarkt
- Lastverschiebungspotentiale
- Optimierungspotential

Einkaufspreisoptimierung



Einkaufspreisoptimierung und Lastverschiebung



Agenda

- Aufgabenstellung / Leuchtturmprojekt BFE
- Wasserversorgung Winterthur
- Effizienzpotentiale und hydraulisches Modell
- Strommarkt
- Lastverschiebungspotentiale
- Optimierungspotential

Optimierungspotential

Handlungsoption	Einsparungen bzw. Erlöse (in % der Jahresstromkosten)	Umsetzungszeitraum
Elektrizitätsbezug zu Marktpreisen	ca. 0 - 15%	Kurz- bis mittelfristig
Anbieten von Systemdienstleistungen über einen Regelpool	ca. 3 - 7%	Mittelfristig (1 – 2 Jahre)
Verbesserung Energieeffizienz Pumpen	ca. 0 - 20%	Mittel- bis langfristig (1 – 10 Jahre)
Gesamtnutzen	ca. 10 - 30%	



Effizienz- und Lastverschiebung in der Wasserversorgung

Andreas Hurni, Ryser Ingenieure AG, Bern
andreas.hurni@rysering.ch



Rafael Osswald, Alpiq AG, Olten
rafael.osswald@alpiq.com

