

GEFÖRDERT VOM

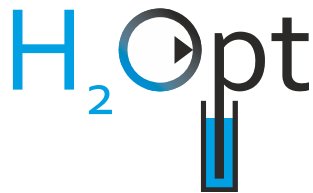


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

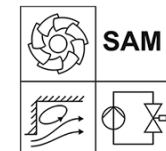


Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft

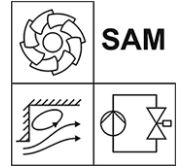
H2OPT: Interaktive Entscheidungsunterstützung für das Betriebs- und Energiemanagement von Wasserversorgungsbetrieben auf der Grundlage von mehrkriteriellen Optimierungsverfahren



Prof. Dr.-Ing. Martin Böhle

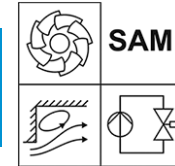


Dienstag, 22. Juli 2014



Gliederung

- **Projektpartner**
- **Motivation**
- **Projektziele**
- **Pilotprojekt**



Projektpartner

- TU Kaiserslautern: Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen



- Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, Kaiserslautern



- EWR Netz GmbH Worms



- Obermeyer Planen + Beraten GmbH, Kaiserslautern  OBERMEYER

- SWK Stadtwerke Kaiserslautern Versorgungs-AG



Motivation: Energieeinsparung durch Pumpenaustausch

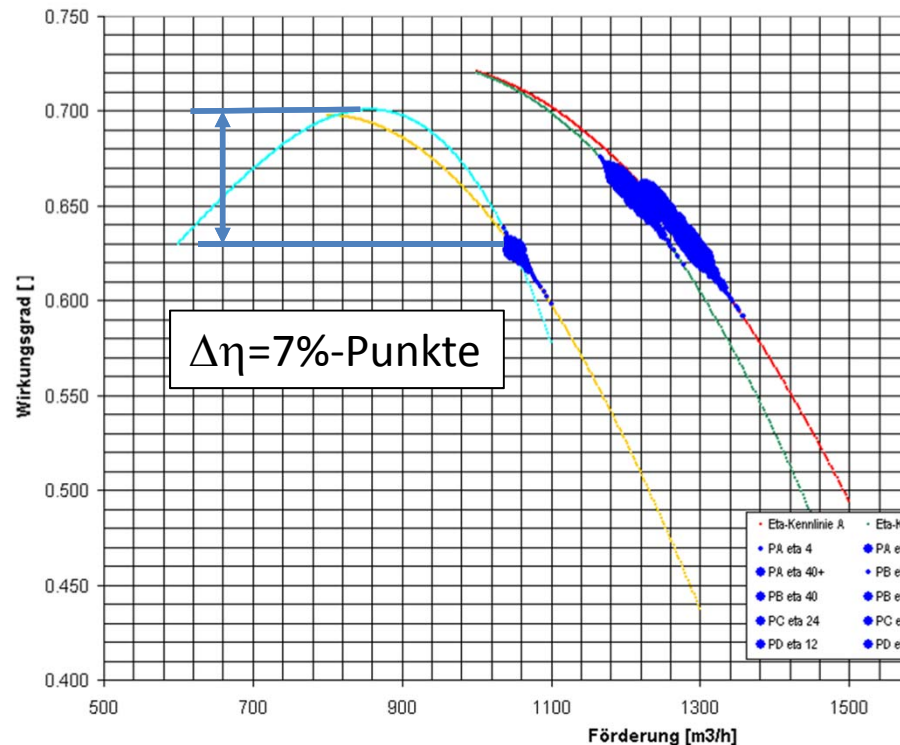
	Transportpumpe HB 3		Brunnenpumpe 1		Brunnenpumpe 2		Brunnenpumpe 3		Brunnenpumpe 4	
	IST-Daten	Optimiert	IST-Daten	Optimiert	IST-Daten	Optimiert	IST-Daten	Optimiert	IST-Daten	Optimiert
Q [m³/h]	180	180	106	106	140	140	100	100	90	90
H [m]	140	100	80	73	90	74	88	65	88	53
Wirkungsgrad [%]	68	68	64	64	70	70	68	68	65	65
Leistungsbedarf [KW]	101	72	36	33	49	40	35	26	37	22
Einsparung in KW pro h (Förderung)	~ 29		~ 3		~ 9		~ 9		~ 15	
Betriebsstunden [h]	2*4.300		4.100		4.100		2.700		900	
Energieeinsparung [kWh]	249.400		12.300		36.900		24.300		13.500	
Energiekosten [€]	34.916		1.722		5.166		3.402		1.890	

Σ Energieeinsparung= 336.400 kWh/a

Σ Energiekosten= 47.096 €/a

 OBERMEYER

Motivation



- Durch falsche Pumpenauswahl:
- Verschenkter Wirkungsgrad
 - Kavitationsschäden

37% von 2500 Brunnenpumpen arbeiten ineffizient aufgrund fehlerhafter Auswahl bzw. Regelung

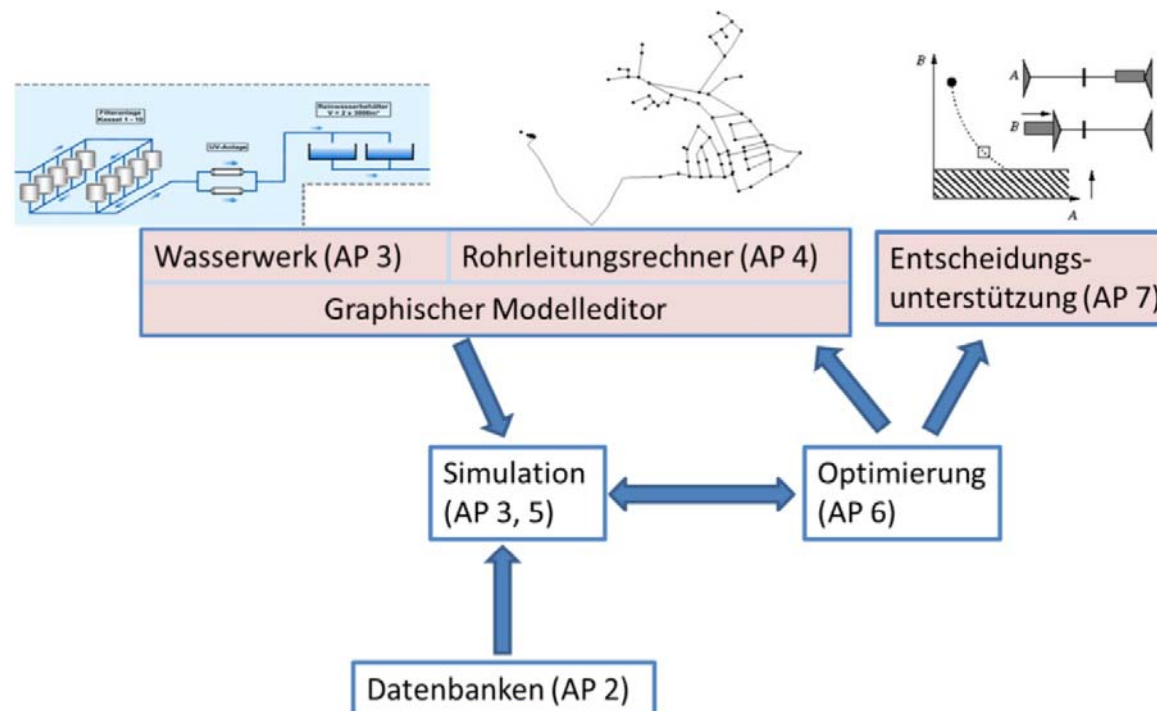
Quelle: **Brodersen, Sönke.** Lebenszykluskosten für Förderanlagen – Auswahlkriterien für wirtschaftliche Entscheidungen. *wat2006.*

Motivation

- **Komplexität der Anlagen:**
 - Viele Anlagenkomponenten, deren Betrieb aufeinander abgestimmt werden muss
 - Starke Schwankungen bei der Trinkwasserabnahme und der Verfügbarkeit der Brunnen
 - Nachhaltige Wasserentnahme
 - Gewährleistung von Trinkwasserqualität und Versorgungssicherheit
- **Sehr langen Laufzeiten der Pumpen (> 20 Jahre)**
- **Optimale Pumpenauswahl und Betriebskonzepte?**
- **Optimale Transportwege zum Verbraucher?**

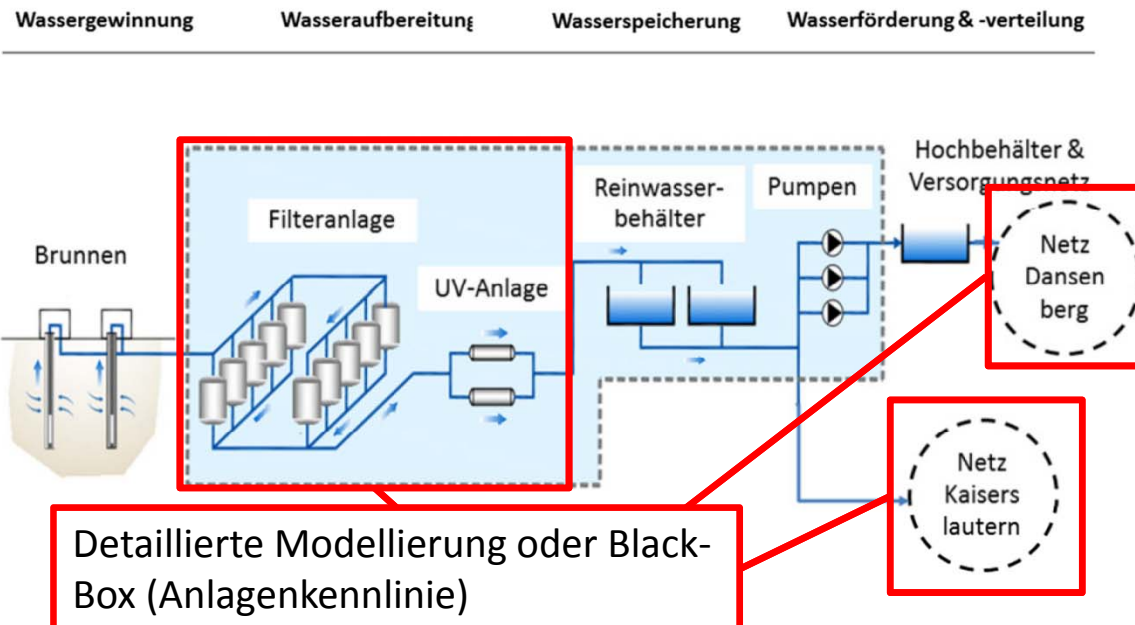
Projektziel

Erstellung einer Software zur Simulation, Optimierung und Entscheidungsunterstützung einer Anlage zur Trinkwasserversorgung im Hinblick auf die Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit



Modellierung

- Ziel: ganzheitliche Betrachtung der Anlage
- Erstellung eines graphischen Modelleditors mit dem Modelle beliebiger Anlagen per Drag & Drop erstellt werden können
- Simulation vom Brunnen bis zum Verbraucher



Optimierung und Entscheidungsunterstützung:

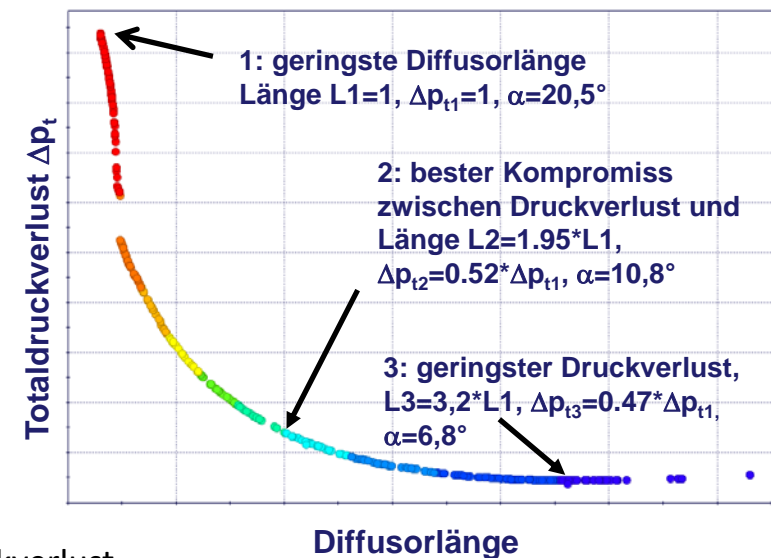
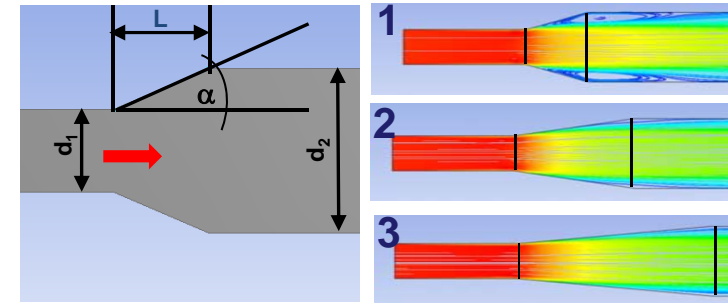
- Entwicklung maßgeschneiderter Optimierungsalgorithmen
- Entwicklung einer graphischen Oberfläche zur interaktiven Entscheidungsunterstützung zur Darstellung und Analyse der Optimierungsergebnisse

Vorteile von numerischen Optimierungsverfahren:

- **Ganzheitliche** Betrachtung
- **Vermeidung** von Trial & Error
- Beispiel: Optimierung eines Diffusors:
 - Optimalität bezüglich:
 - Strömung (geringer Druckverlust $\rightarrow \alpha = 7^\circ$)
 - Kosten (minimale Diffusorlänge)
 - Bauraum (minimale Diffusorlänge)

Entscheidungsunterstützung:

- Überblick über Lösungsgesamtheit durch Vorberechnung bester Kompromisse \rightarrow vollständige Analyse des Problems
- Beispiel Diffusor: Wie erwartet nimmt der Totaldruckverlust mit längerem Diffusor ab, es existiert ein Design mit minimalem Druckverlust, danach Anstieg der Reibungsverluste durch längere Rohrleitung
- Gewichtung der Optimierungsziele ermöglicht die Ermittlung und Quantifizierung des besten Kompromisses, z.B. Variante 2 gleiche Gewichtung von Druckverlust und Länge
- Ziel: Anwendung von Optimierung und Entscheidungsunterstützung auf das komplexe System Trinkwasseranlage



Pilotprojekt

- **Optimierung der Betriebsführung der Brunnenpumpen im Fördergebiet KL-Ost (12 Brunnen und 1 Quelle)**
 1. Aufnahme Ist-Zustand (R+I-Schema, Messungen) und Modellierung der Anlage mit der Software
 2. Optimierung der Anlage durch Veränderung der Betriebsführung mit den bestehenden Pumpen
 3. Optimierung der Anlage durch Auswahl von optimalen Pumpen und einer dazu passenden Betriebsführung
 4. Umbau der Anlage
 5. Vergleich Vorher – Nachher zur Demonstration der Leistungsfähigkeit der Software