


Energetische Optimierung der Wassergewinnung von Brunnenfeldern

28. Mülheimer Wassertechnisches Seminar

9. März 2017

Michael Rustler, Victor Philippon & Hauke Sonnenberg
(Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH)



Projekt finanziert von: The logo for VEOLIA EAU, featuring a red circle with a white dot inside, followed by the word "VEOLIA" in red and "EAU" in black below it.

KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin

Applied Research on the Urban Water Cycle

DEPARTMENT OF

Drainage Systems & Surface Water Pollution Control

- Adaptation of urban water management systems to cope with climate change
- Stormwater management
- Management of sewage flows and surface water quality
- Challenges of sewer operation and rehabilitation
- Reduction of agricultural run-offs by creating near-natural buffer zones



DEPARTMENT OF

Water & Wastewater Technologies

- Developing methods to improve treatment, in particular the removal of phosphorus, pathogens and trace substances
- Improving energy efficiency and recovery of energy and nutrients in wastewater treatment processes and sludge handling
- Evaluating technical processes in water management with life cycle assessment



DEPARTMENT OF

Groundwater Management

- Hybrid processes for aquifer recharge
- Natural methods for water treatment
- Risk assessment of carbon capture and storage methods, geothermal energy production and hydrofracking
- Energy efficiency, operational safety and maintenance of drinking water wells



Bereich Grundwasser

- Naturnahe Wasseraufbereitung durch Uferfiltration und künstliche Grundwasseranreicherung
- Optimierung von Brunnenbau und Betrieb
- Energieeffiziente Wasserförderung

T-Mon

*Eignung saisonaler
Temperaturgänge zur
Fließzeitüberwachung*



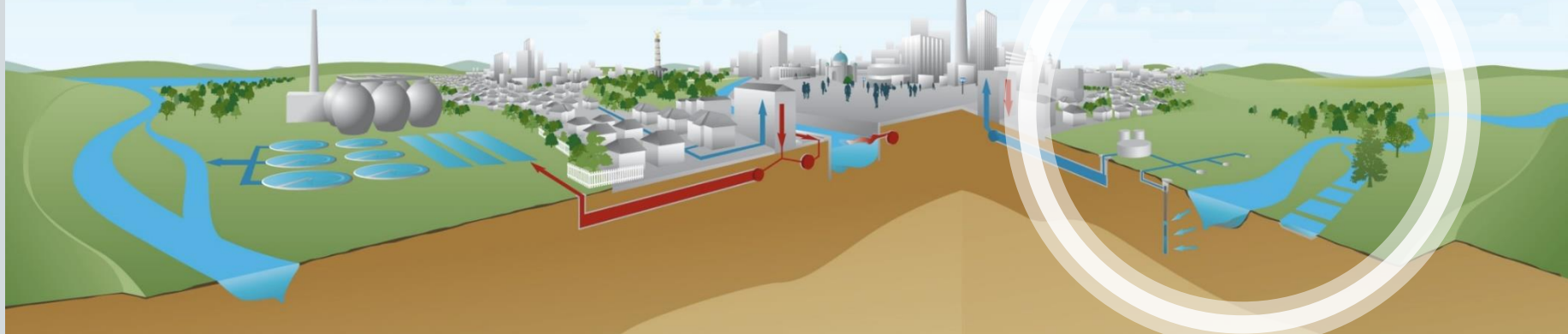
RWE-BO

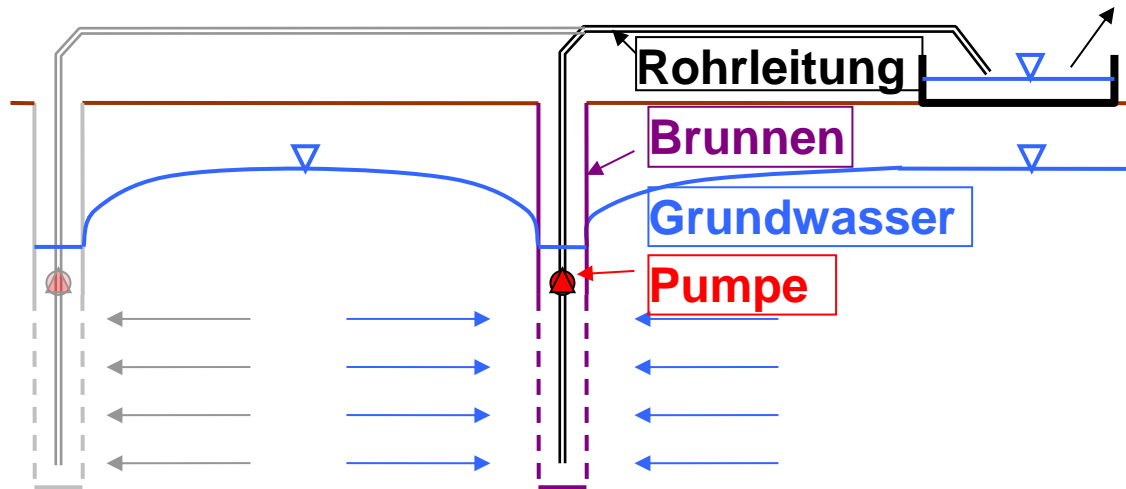
Leistungserhalt und Energieeffizienz von Entwässerungsbrunnen in Tagebauen



OPTIWELLS

*Energieeffizienter
Brunnenfeldbetrieb*





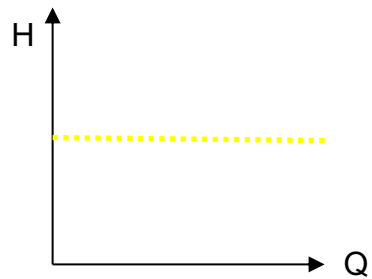
Energetische Optimierung durch:

1) „Smarter“
Brunnenfeld-
betrieb

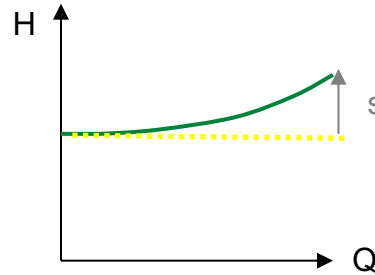
2) Pumpen-
erneuerung

3) „Smarter“
Brunnenfeldbetrieb
& Pumpenerneuerung

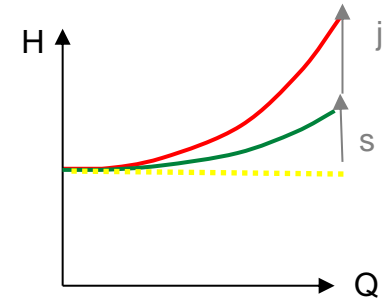
Bestimmung der Systemkennlinie (erforderliche Förderhöhe)



+



+

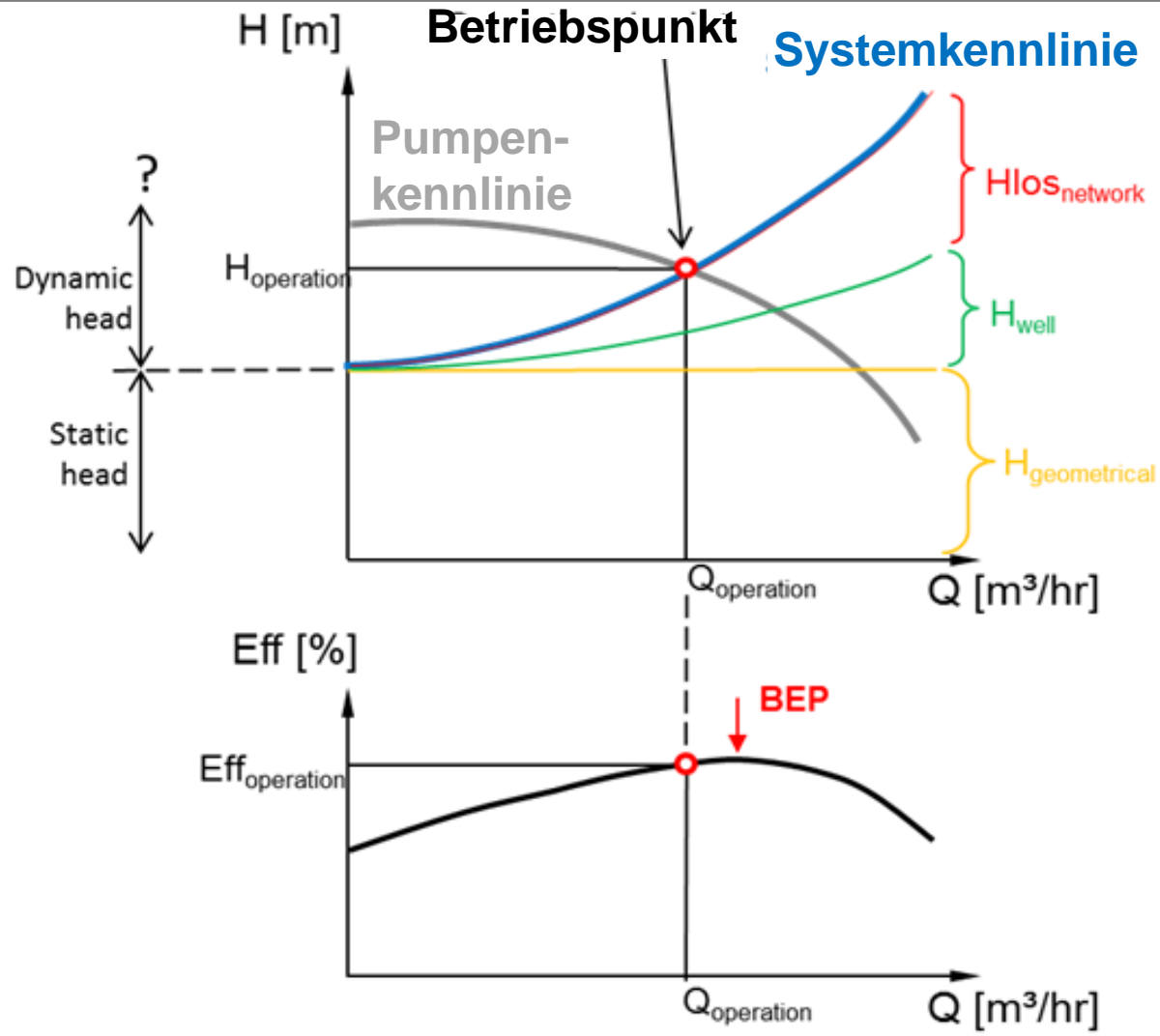


**Statische
Förderhöhe**

**Brunnen-
absenkung**

**Rohrleitungs-
verluste**

Dynamische Förderhöhe

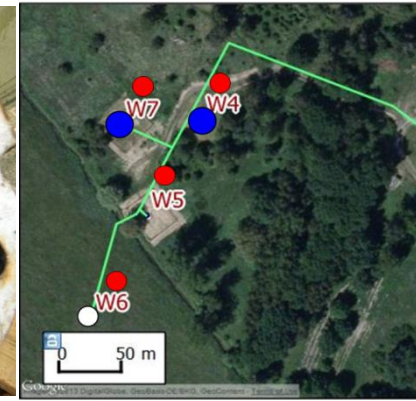
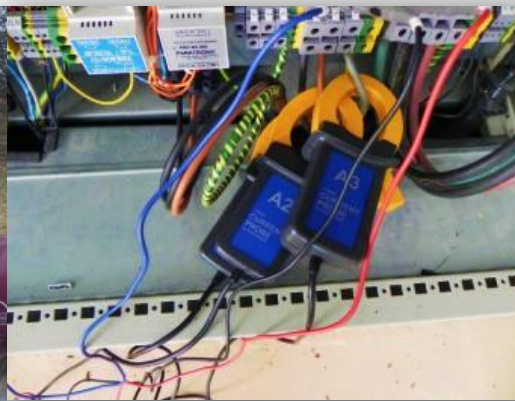


Energiebedarf

$$E = f\left(\frac{Q \times H}{\eta_{global}}\right)$$

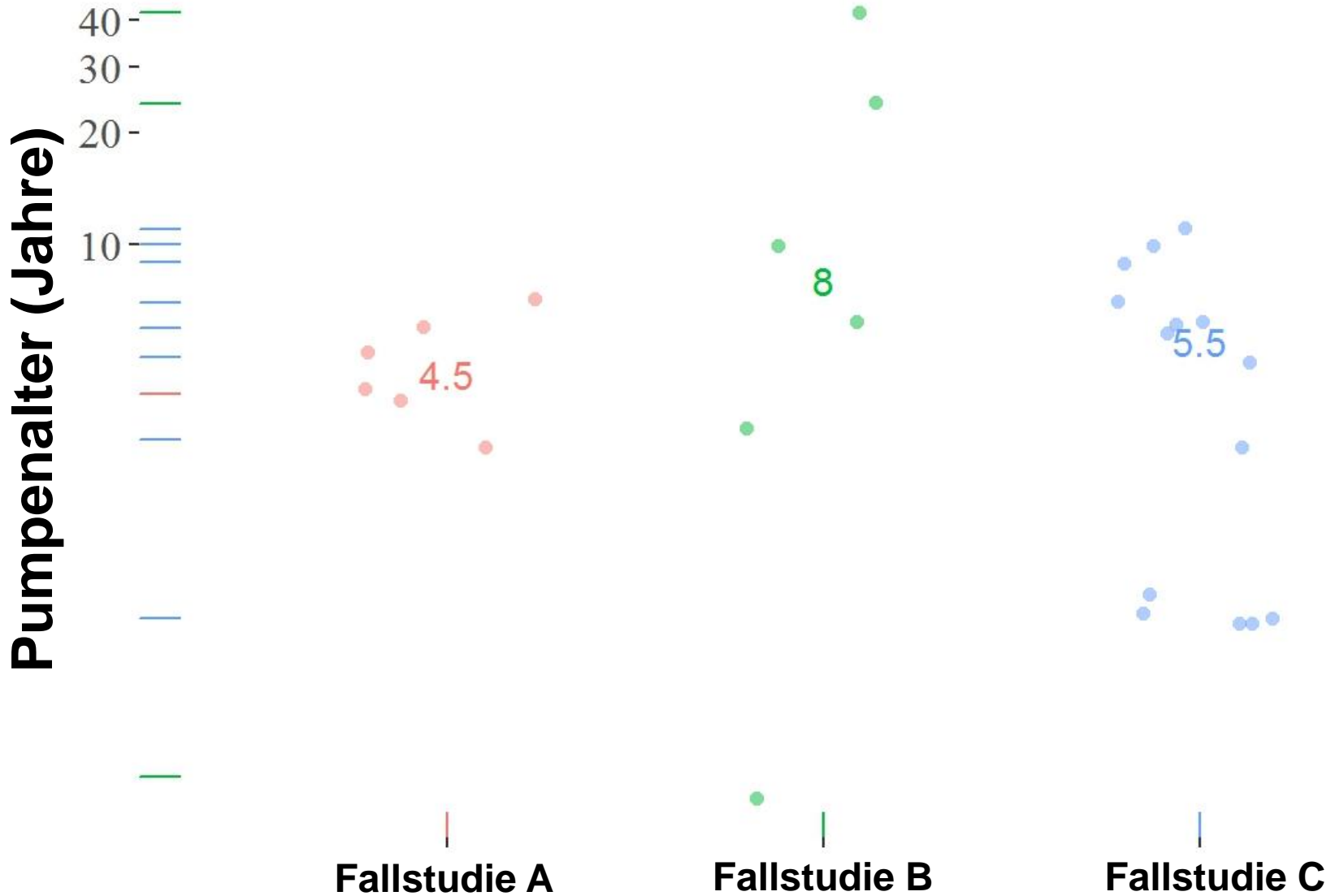
Modellierung und Optimierung des spezifischen Energieverbrauchs von Brunnenfeldern

- **Pumpenaudits** für drei Fallstudien zur Ermittlung der gegenwärtigen Pumpeneigenschaften
- **Testen der entwickelten Modellierungs- und Optimierungsmethodiken** für die drei Fallstudien und Ableiten von energetischen Optimierungsempfehlungen für die Brunnenfeldbetreiber
- **Sensitivitätsanalysen** zur Beurteilung des Einflusses der Modelleingangsdaten auf dessen Progosegüte

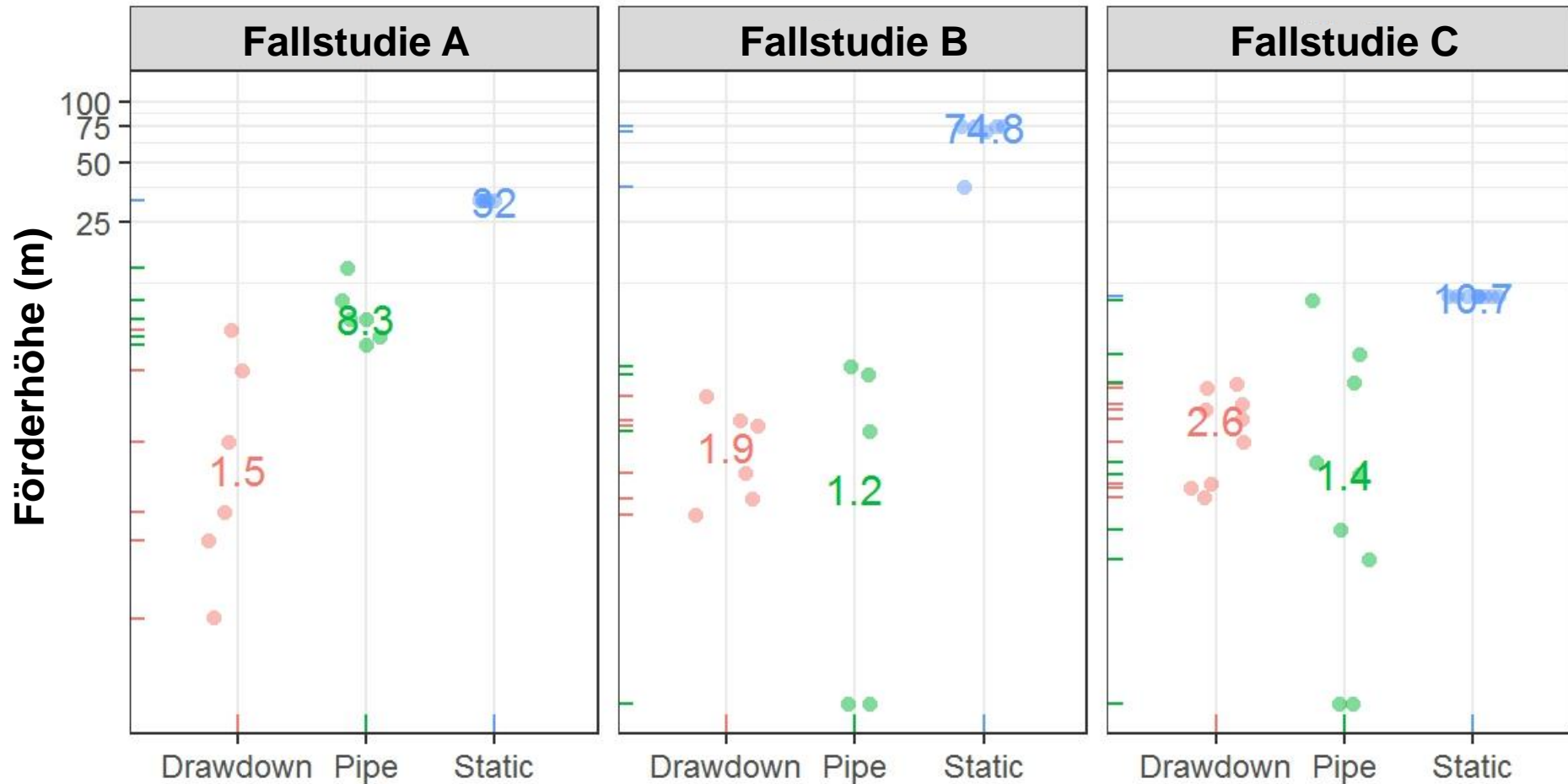


	A	B	C
Brunnenanzahl	6	5	12
Pumpenanzahl	6	6	16
Ø Förderrate des Brunnenfeldes	70 m ³ /h	400 m ³ /h	480 m ³ /h
Statische Förderhöhe	~ 32 m	35 – 75 m	~ 11 m
Ø spezifischer Energieverbrauch	0,23 kWh/m ³	0,45 kWh/m ³	0,10 kWh/m ³

Pumpenalter (zum Zeitpunkt des Audits)



Systemkomponenten

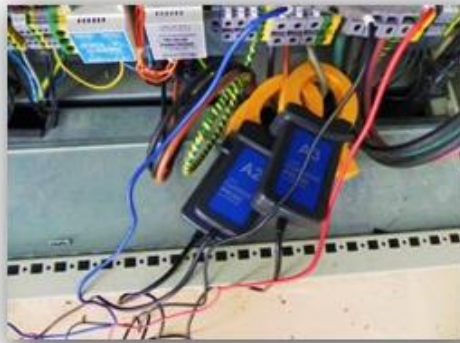


Betriebsdatenverfügbarkeit

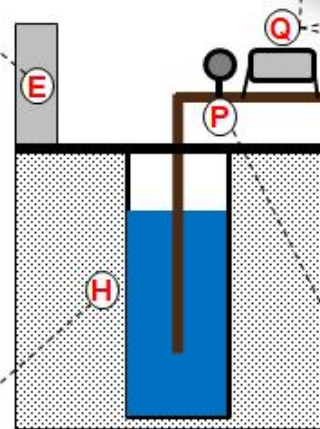
Verfügbare Parameter		Fallstudie		
		A	B	C
Förderrate je Pumpe		2-wöchig (Handmessung)	Volumen-Logger (alle 10 Minuten)	
Wasserstand im Brunnen		2-wöchig (Handmessung)	Wasserstands-Logger (alle 10 Minuten)	
Druck je Pumpe		X		
Leistungs- aufnahme	Je Pumpe	X		
	Brunnenfeld	wöchentlich	2-wöchig	monatlich

Pumpenaudit (für alle drei Fallstudien)

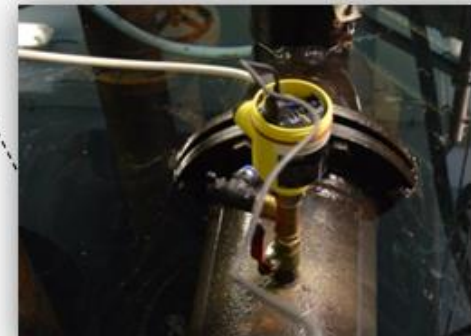
Leistungsaufnahme



Förderrate

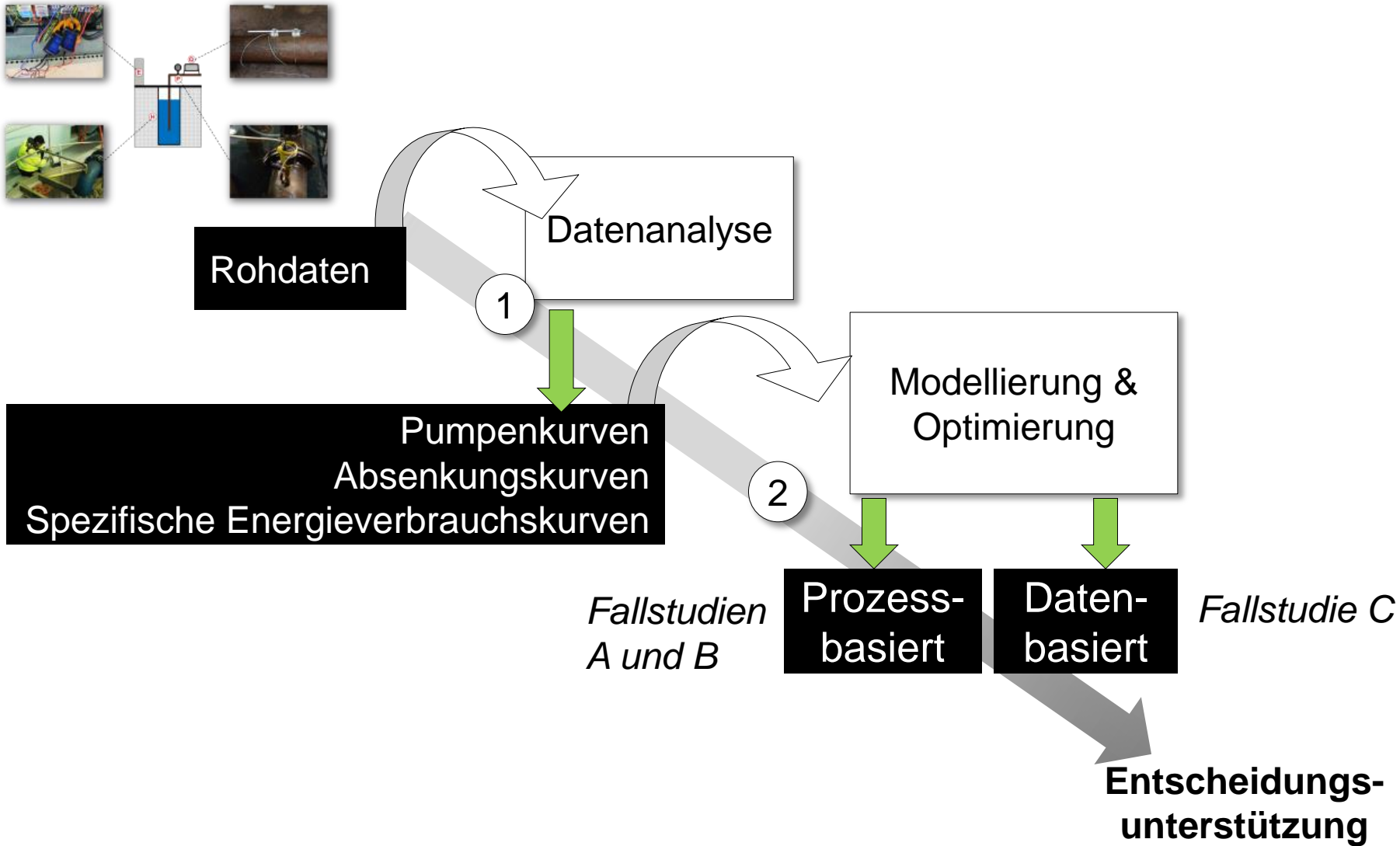


Druck



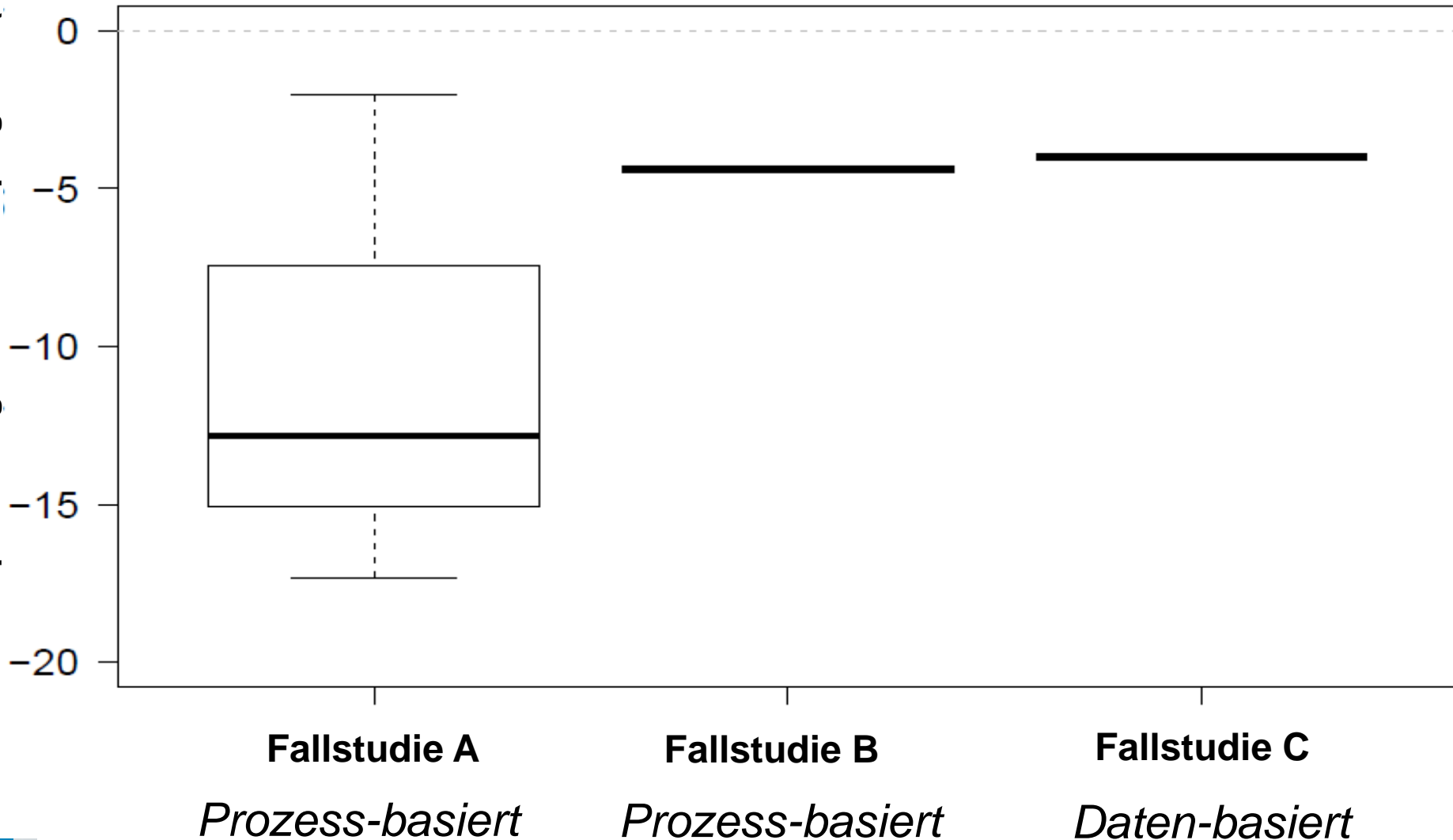
Wasserstand

Pumpenaudit (für alle drei Fallstudien)

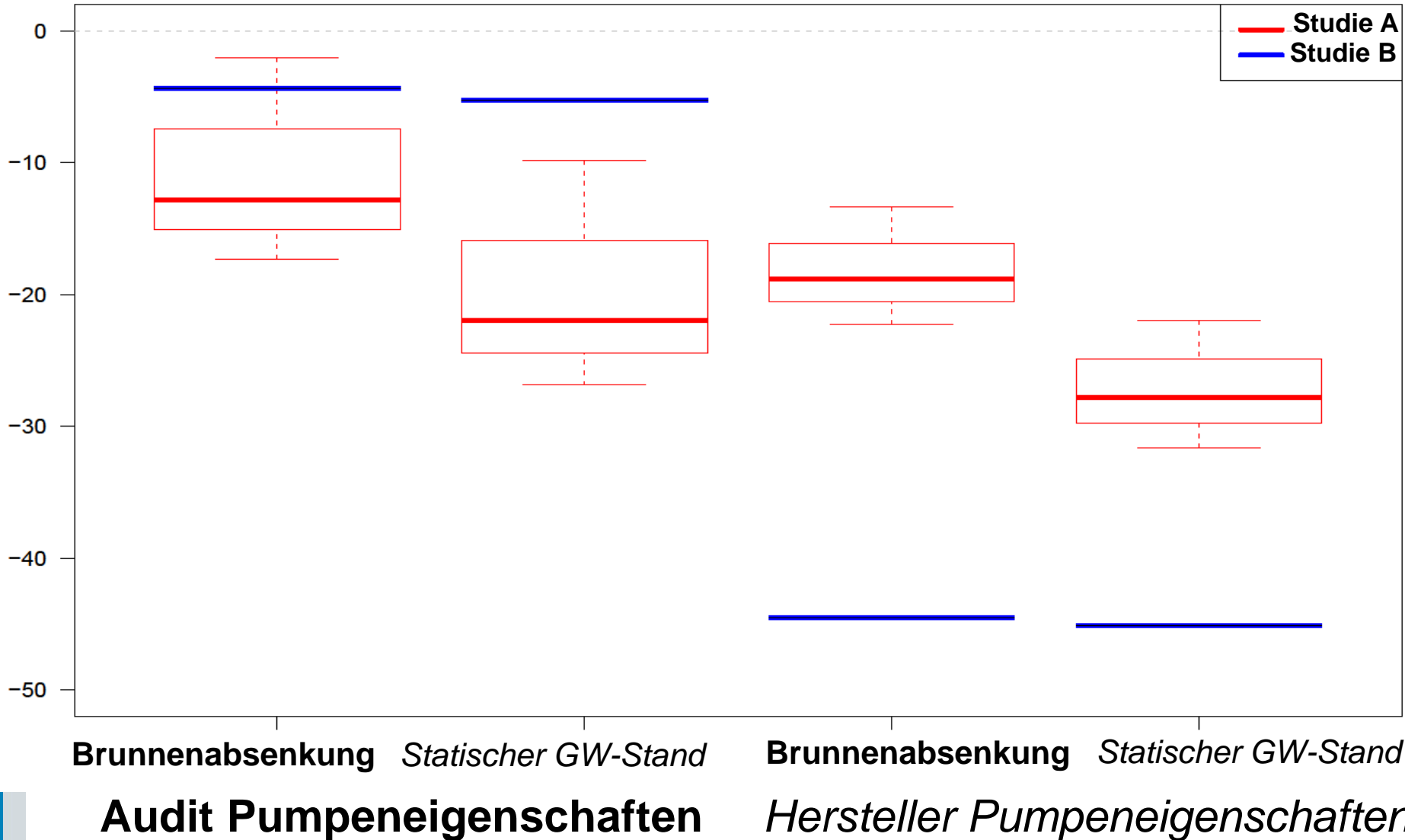


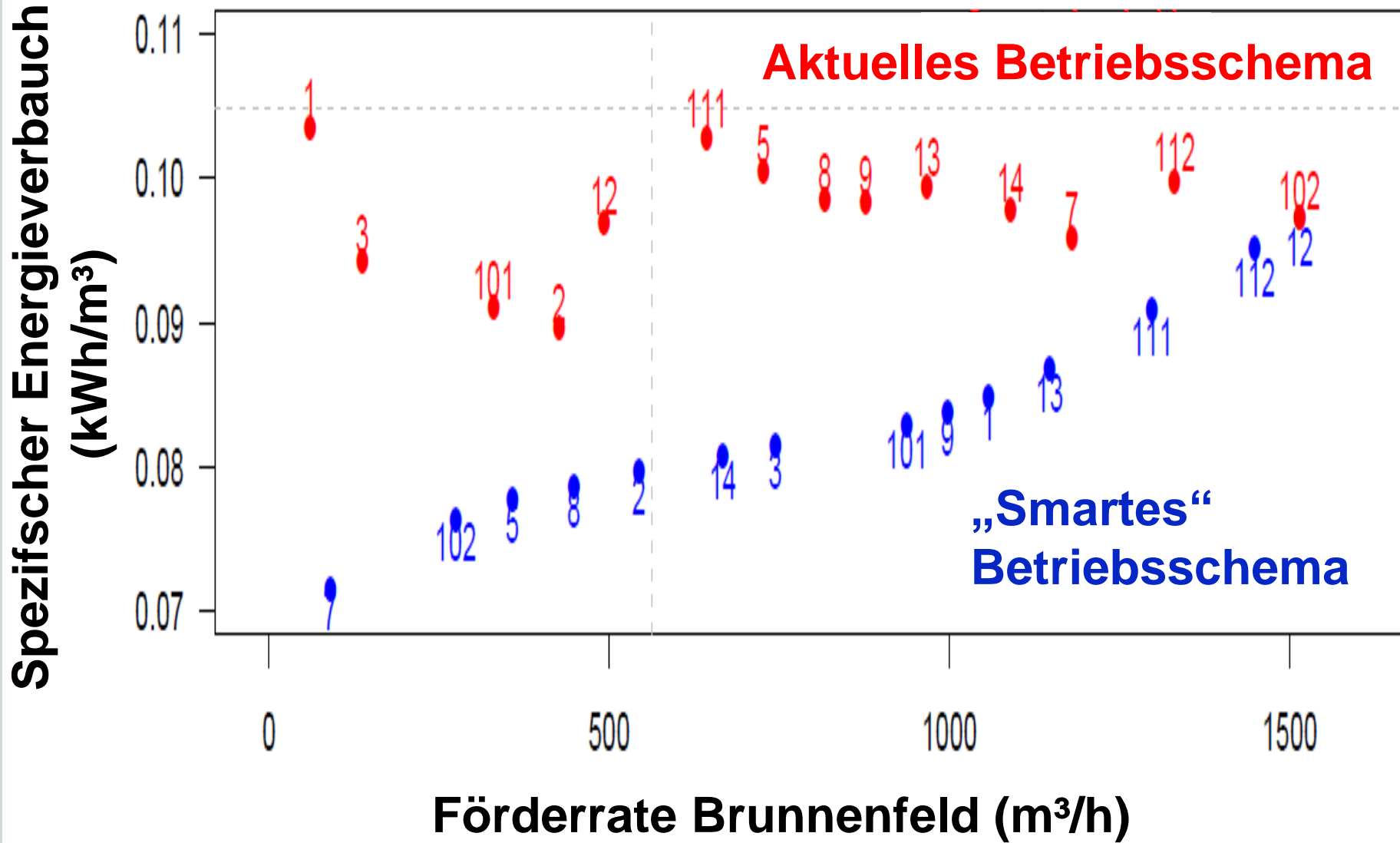
Datenanforderungen	Modellierungsansatz	
	Prozess- basiert	Daten- basiert
Rohrleitungsnetz	✓	✗
Brunnenabsenkkurven für jeden Brunnen	✓	✗
Pumpeneigenschaften		
Pumpenkurven (Q, H)	✓	✗
Globale Effizienzkurven je Pumpe (Q, H, E)	✓	✗
Spezifische Energieverbrauchskurven je Pumpe (Q, E)	✗	✓
Betriebsdaten		
Fördermenge je Pumpe (V)	✓	✓
Förderrate je Pumpe (Q)	✓	✓
Leistungsaufnahme je Pumpe (E)	✓	✓
Förderhöhe je Pumpe (H)	✓	✗
Spezifischer Energieverbrauch des Brunnenfeldes (E/Q)	✓	✓

Fehler der spez. Energieverbrauchsprognose (%)



Fehler der spez. Energieverbrauchsprognose (%)




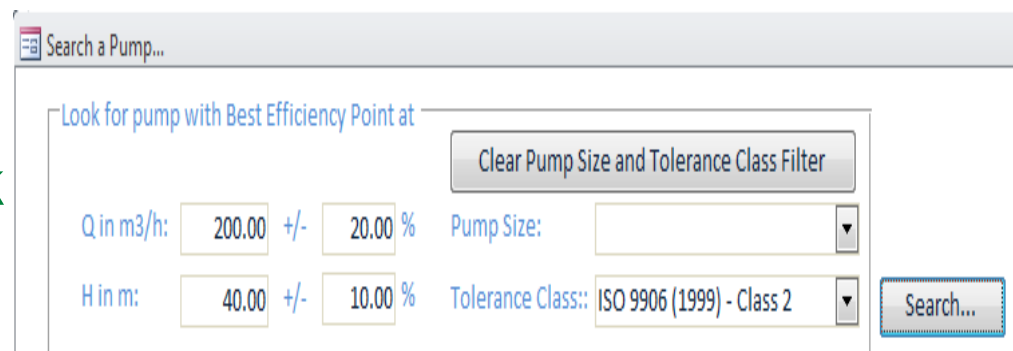


- **Sensitivitätsanalyse:** **aktuelle Pumpeneigenschaften** (abgeleitet durch Pumpenaudits) anstelle der **Herstellerangaben** als Modelleingang **verbesserte die energetische Prognosegüte um bis zu 40 %** (Fallstudie B, mit bis zu 40 Jahre alten Pumpen)
- **Energetische Optimierungsmodellierung**
 - **Daten-basierter Ansatz** ist
 - **Weniger zeitaufwendig bei geringeren Datenanforderungen** im Vergleich zum prozess-basierten Ansatz, hat aber
 - **Ähnlich hohe Prognosegüte** (~ 5% Fehler i.V. zu Messdaten)
 - **Maximales energetisches Einsparpotenzial:**

Managementstrategie	Prozess-basiert		Daten-basiert
	Studie A	Studie B	Studie C
„Smarter“ Brunnenfeldbetrieb	3 %	18 %	12 - 20 %
Kombination von “smartem” Brunnenfeldbetrieb & Pumpenerneuerung	3 %	48 %	<i>Nicht möglich</i>

- **Unzureichende Betriebsdaten für Modellierung:**
 - beseitigt durch **Pumpenaudits für alle drei Fallstudien**, aber
 - bieten nur einen `Schnappschuss` der Leistungsfähigkeit (d.h. schnell veraltet bei Pumpenerneuerung)
- **Umrüstung auf Frequenzumrichter aus energetischer Sicht nicht sinnvoll !** (für alle drei Fallstudien: Förderratenschwankungen $< \pm 10\%$)
- **Pumpenerneuerung mit anderem Pumpentyp** ist indiziert falls:
 - **Falsch dimensioniert** (außerhalb von 80 – 120 % der optimalen Förderrate) oder
 - **Globale Effizienz am optimalen Betriebspunkt** signifikant niedriger im Vergleich zur gegenwärtig besten verfügbaren Pumpe aus den Herstellerkatalogen

 **Vergleich mit Pumpendatenbank (D.2.2)**



Search a Pump...

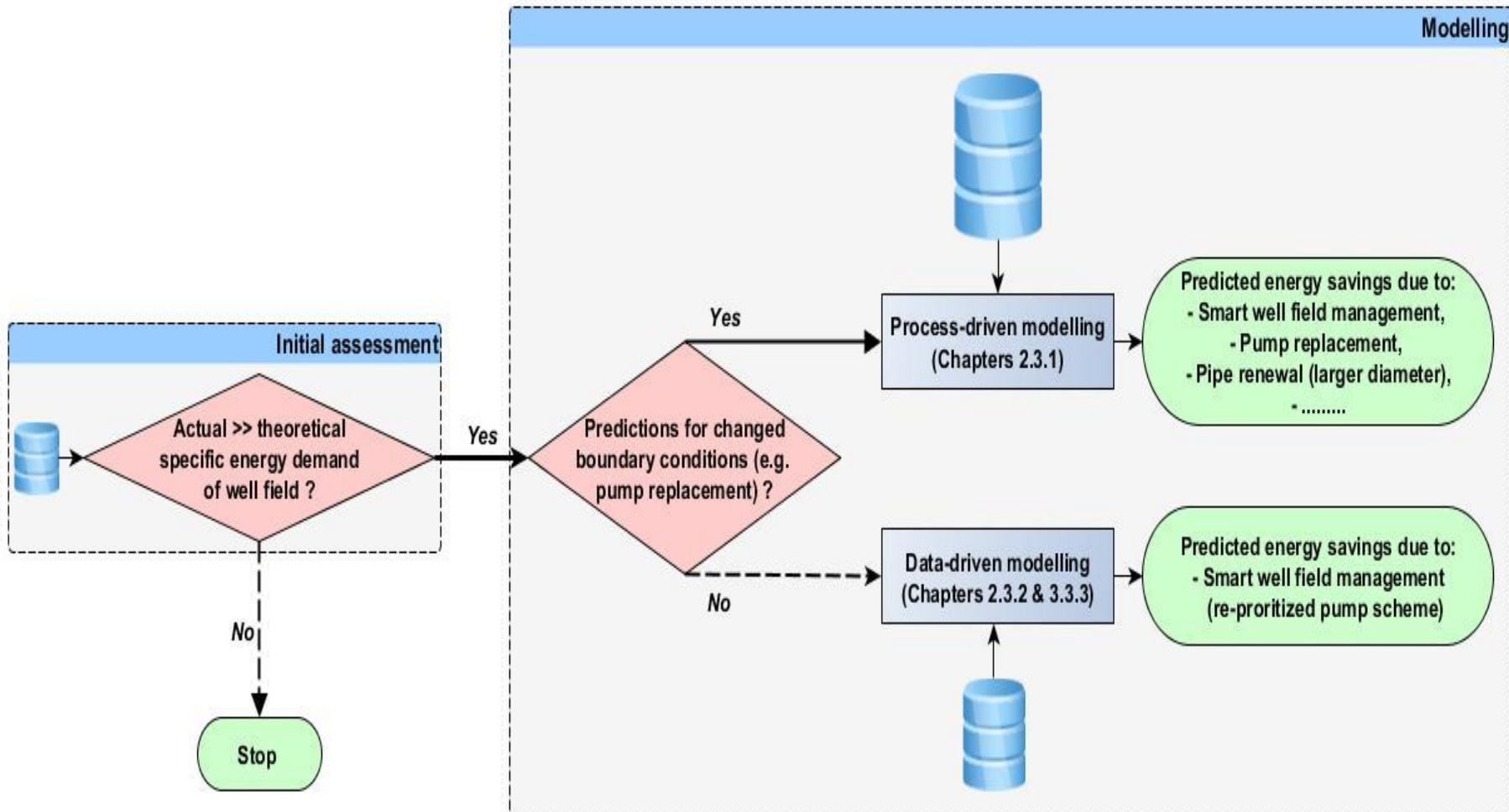
Look for pump with Best Efficiency Point at

Clear Pump Size and Tolerance Class Filter

Q in m³/h: 200.00 +/- 20.00 % Pump Size:

H in m: 40.00 +/- 10.00 % Tolerance Class: ISO 9906 (1999) - Class 2

Search...





für die Projektfinanzierung und die gute Zusammenarbeit
(B. David, M. Alary, K. Böhm und M. Biegel)



für die fachliche Unterstützung und die Durchführung der Pumpenaudits *(Fachbereich Fluidsystemdynamik, Prof. Thamsen: S. Wulff, S. Gerlach, A. Bauer)*



für die Projektfinanzierung und die gute Zusammenarbeit
(B. David, M. Alary, K. Böhm und M. Biegel)



für die fachliche Unterstützung und die Durchführung der Pumpenaudits *(Fachbereich Fluidsystemdynamik, Prof. Thamsen: S. Wulff, S. Gerlach, A. Bauer)*

FORSCHUNG

Grundwasser

- OPTIWELLS 2
- T-MON
- Archiv

Oberflächenwasser

- FLUSSHYGIENE
- KURAS
- netWORKS
- NITROLIMIT
- RELIABLE SEWER
- SEMA-Berlin
- Archiv

Wasseraufbereitung und
Abwasserbehandlung

- AquaNES
- DEMOWARE
- IST4R
- NewFert
- OEMP
- PHORWärts
- POWERSTEP
- SMART-Plant
- TestTools
- Archiv



Mitwirkung an

OPTIWELLS 2 - Betriebsoptimierung von Trinkwasserbrunnen

Projekttitle	Optimierung der Energieeffizienz des Brunnenfeldbetriebes (Phase 2)
Projektnehmer	Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH mit Kooperationspartner TU Berlin, Fachgebiet Fluidsystemdynamik
Projektvolumen	400.190 €
Projektbeginn	01.06.2012
Laufzeit	28 Monate
Kurzbeschreibung	<p>Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise und der Debatte zum Klimawandel spielt das Thema der Energieeffizienz auch in der Trinkwassergewinnung eine immer größere Rolle. Die in der ersten Projektphase durchgeführte Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass die wesentlichen Energieeinsparungen durch intelligente Brunnenfeldsteuerung sowie Investitionen in neue Pumpentechnik erzielt werden können. Dabei ist das aufeinander abgestimmte Zusammenwirken von Pumpen, Brunnen, Grundwasser- und Rohwasserleitungen der Schlüssel für einen energieoptimierten Brunnenfeldbetrieb.</p> <p>In der zweiten Projektphase soll nun über mathematische Modelle die Kopplung dieser Systemkomponenten simuliert und anschließend im technischen Betrieb validiert werden. Am Ende der theoretischen und praktischen Untersuchungen steht die Entwicklung eines Werkzeugs, das Wasserversorgern dabei unterstützen kann, bei der Suche nach Einsparmöglichkeiten im Brunnenbetrieb die wesentlichen Optimierungskriterien und Randbedingungen zu identifizieren. Das Vorhaben wird zusammen mit der TU Berlin, Fachgebiet Fluidsystemdynamik, durchgeführt. Veolia finanziert das Vorhaben als Sponsor.</p>

- [Download Fact Sheet](#)
- [Optiwells-2 Synthesis Report](#)

OPT | WELLS

