Wann ist eine Abwasserpumpe eigentlich verstopft?

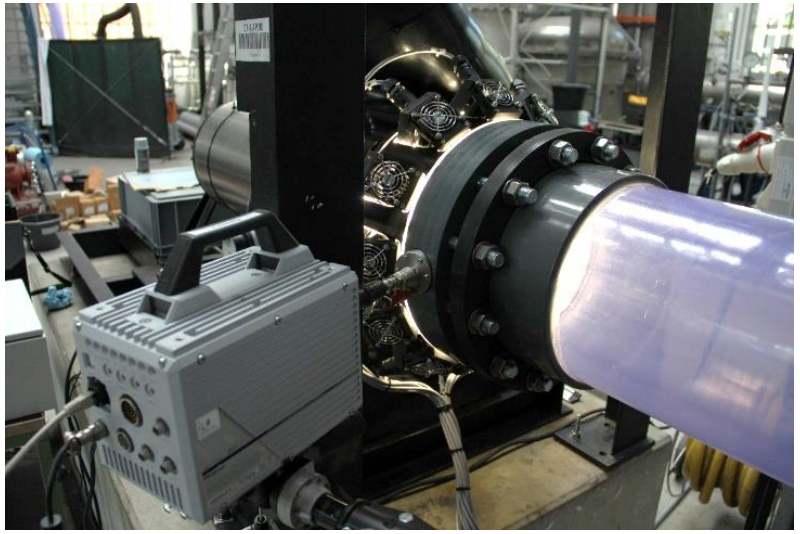
Prof. Dr.-Ing. P. U. Thamsen; David Beck, Enrico Müller

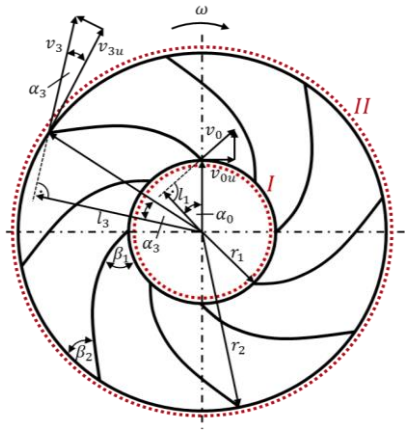
Fachgebiet Fluidsystemdynamik, Technische Universität Berlin

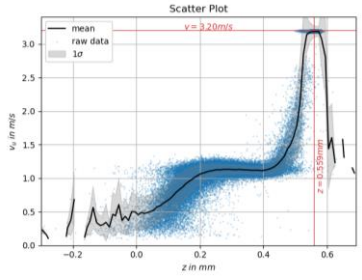
Fachgebiet Fluidsystemdynamik

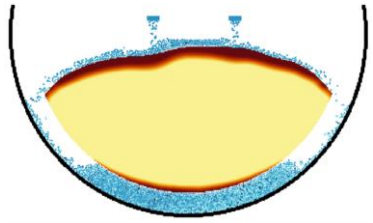
Lehre: Strömungsmechanik,
Strömungsmaschinen,
Windenergieanlagen,
etc.

Forschung: Pumpen und Systeme,
Strömungsmesstechnik,
Wasser & Abwasser,
Digitalisierung,
etc.









Forschungsschwerpunkt Abwasser

Pumpstation

Reales Pumpwerk

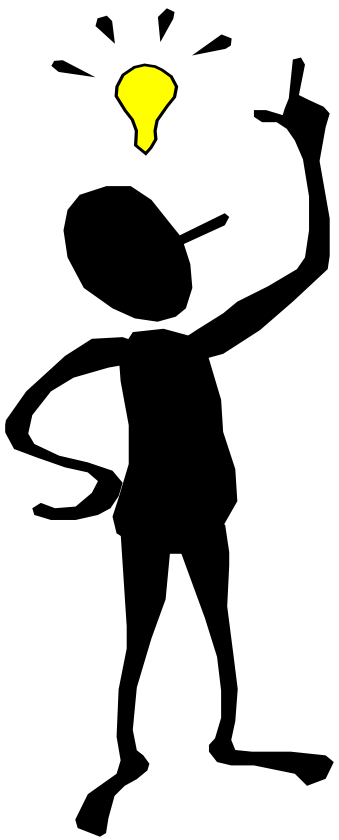
Funktionsprüfstand

Abwasserpumpen

Schachtpumpen

Digitaler Zwilling

Verstopfungen in Abwasserpumpen



Verstopfungen in Abwasserpumpen **- real**

Verstopfungen in Abwasserpumpen **- real**

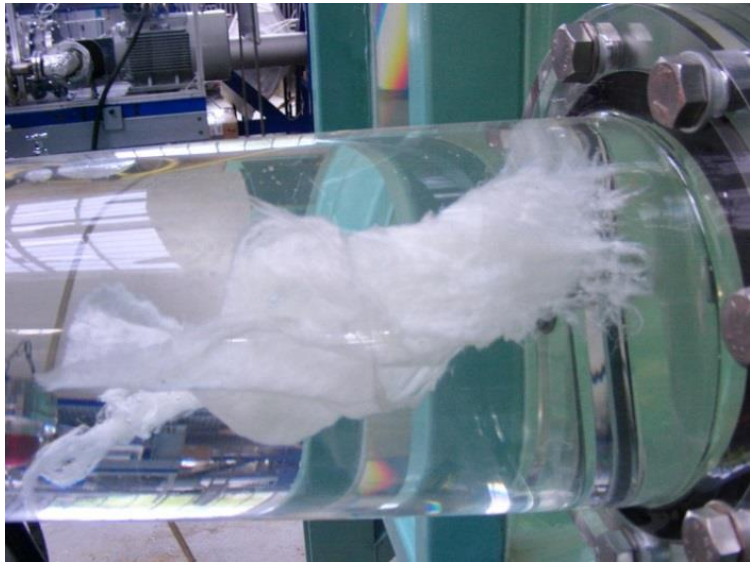
Technische Universität Berlin

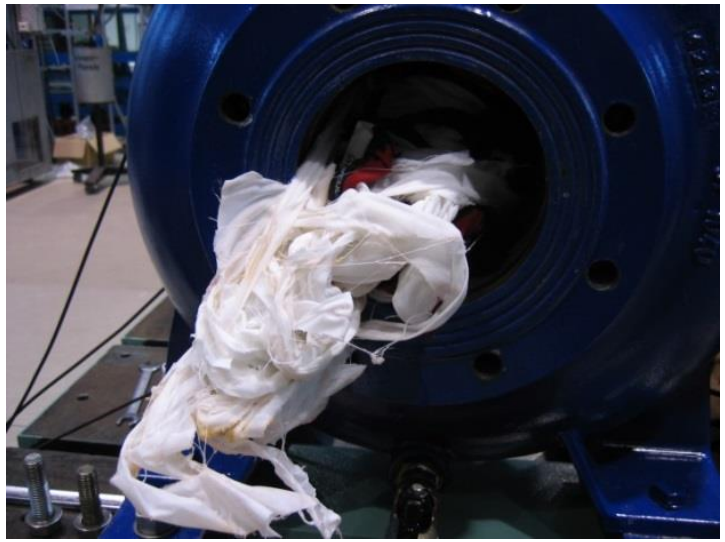
Verstopfungen in Abwasserpumpen **– im Labor**

Technische Universität Berlin

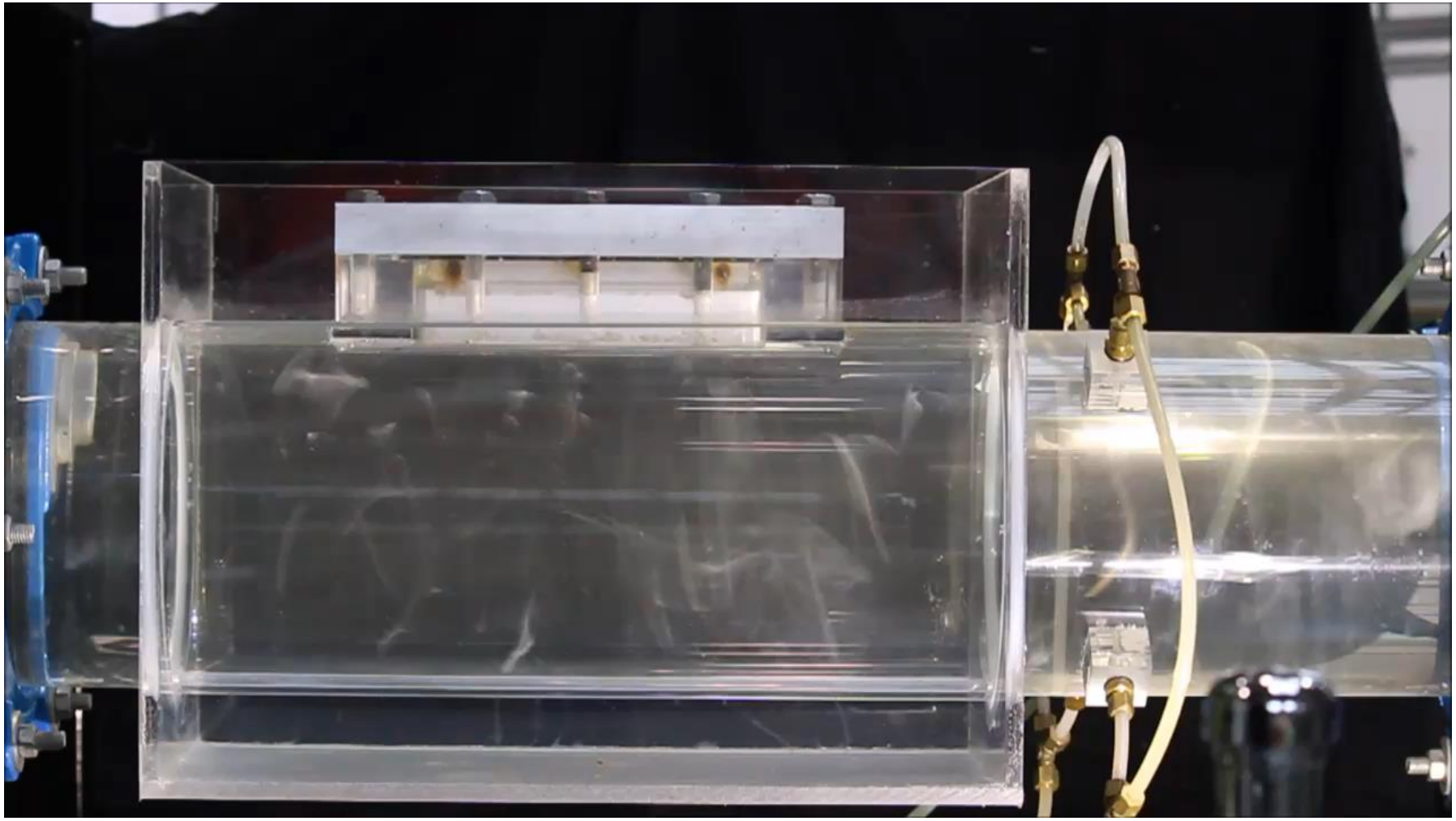
Verstopfungen in Abwasserpumpen **– im Labor**

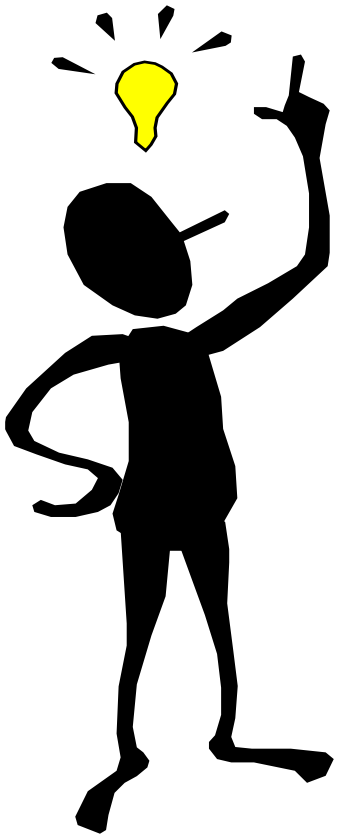
Technische Universität Berlin





Verzopfung vor der Abwasserpumpe





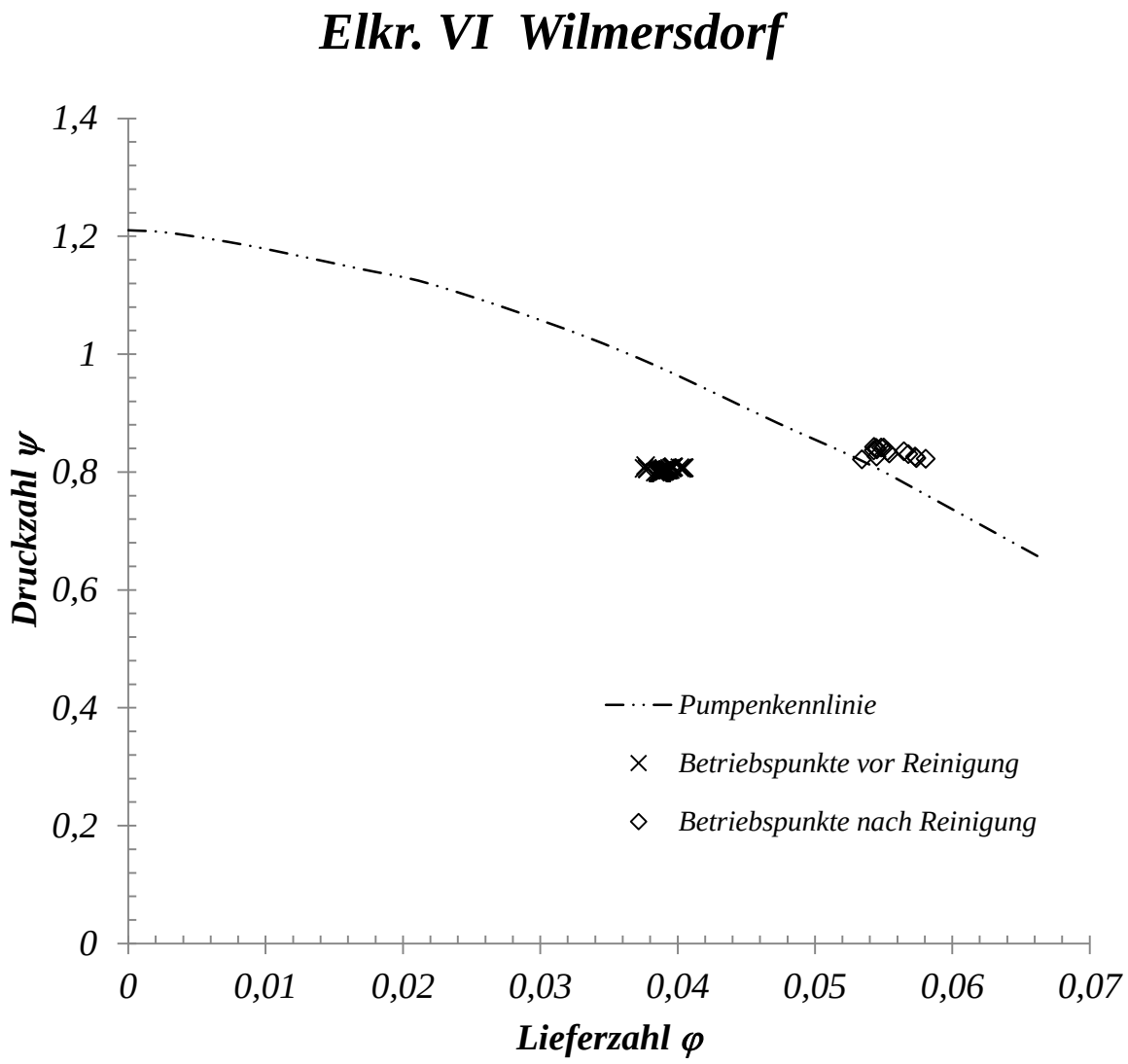
… und was machen eigentlich
die Betriebsdaten ?

Wann gilt die Abwasserpumpe als verstopft?

- Förderhöhe fällt ab
- Volumenstrom wird kleiner
- Leistungsaufnahme steigt
- Schwingwerte steigen
- Geräuschwerte steigen
- etc.

Verstopft
=
Veränderung
von 30% ?

Betriebspunkte bei Verstopfung



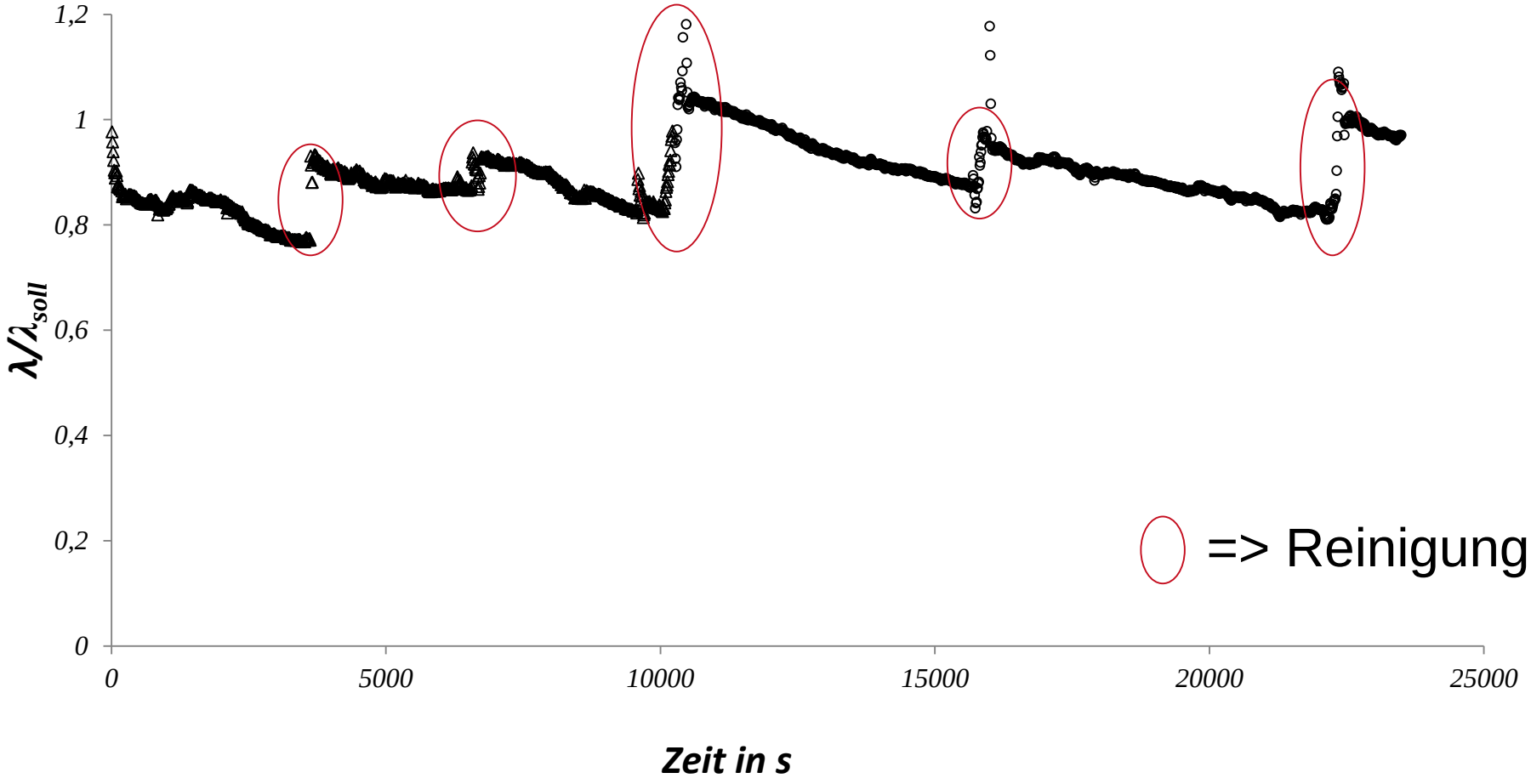
Sauber

Verstopft

$$\varphi = \frac{4 \cdot Q}{\pi^2 \cdot D^3 \cdot n}$$

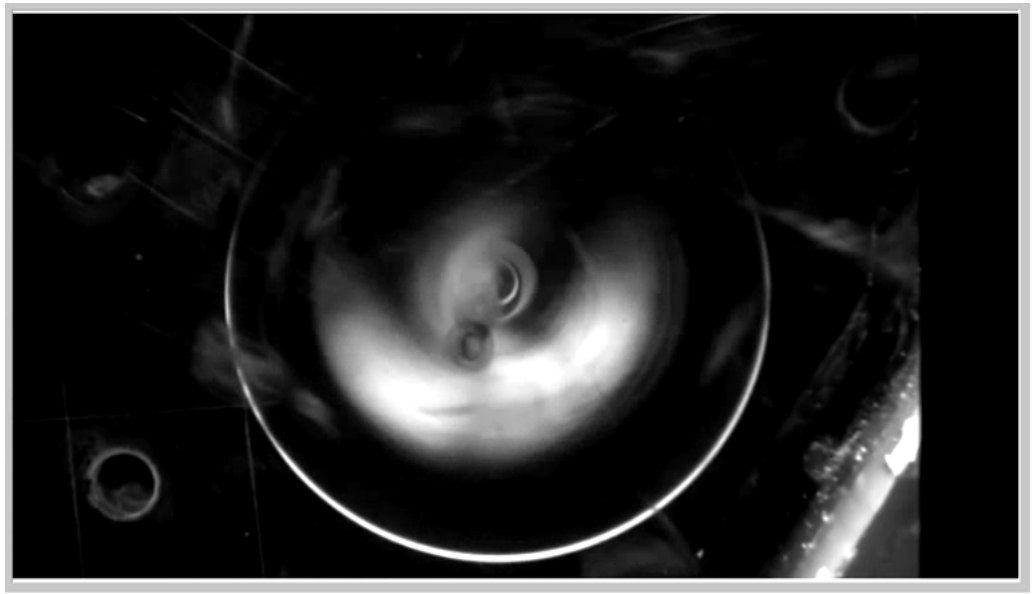
$$\phi = \frac{2 \cdot g \cdot H}{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n^2}$$

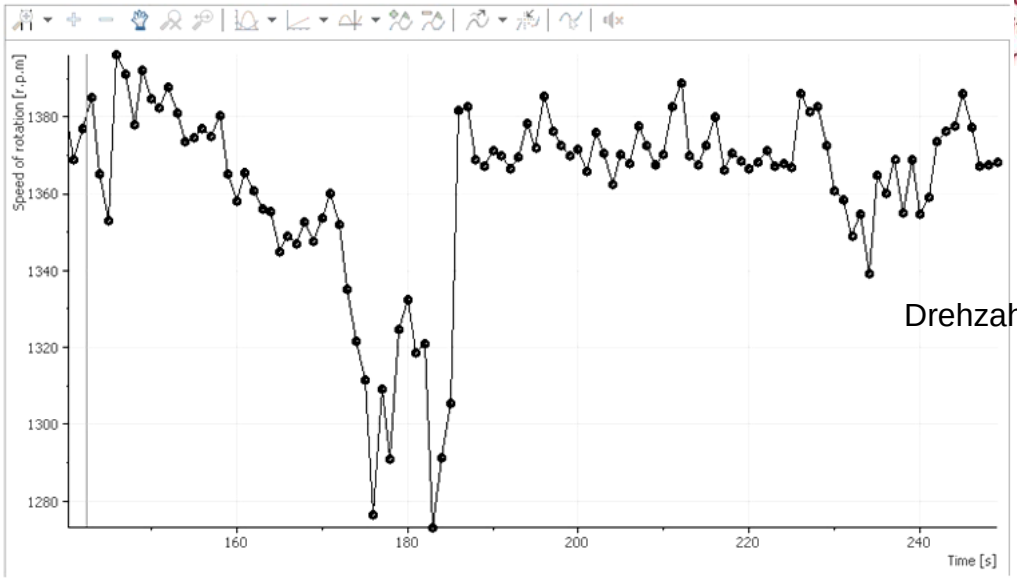
Betriebspunkte über 7h in einer Pumpstation



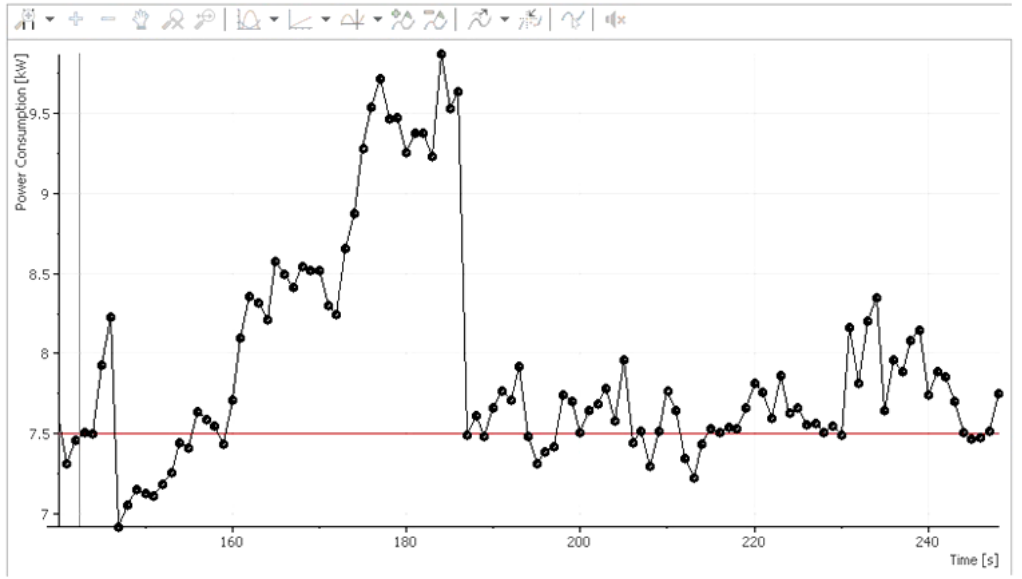
$$\lambda = \frac{\varphi \cdot \phi}{\eta}$$

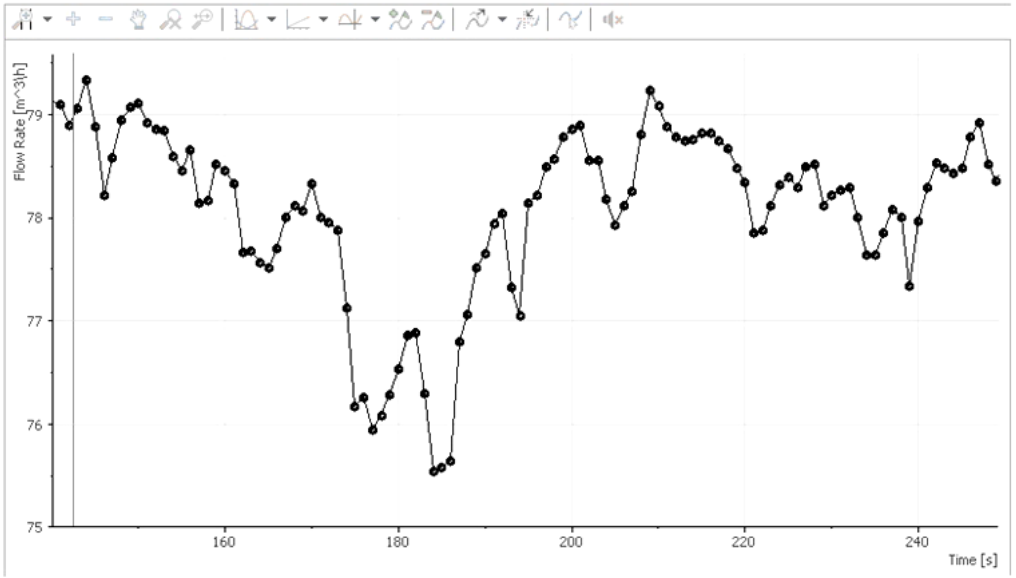
Betriebspunkte bei Verstopfung





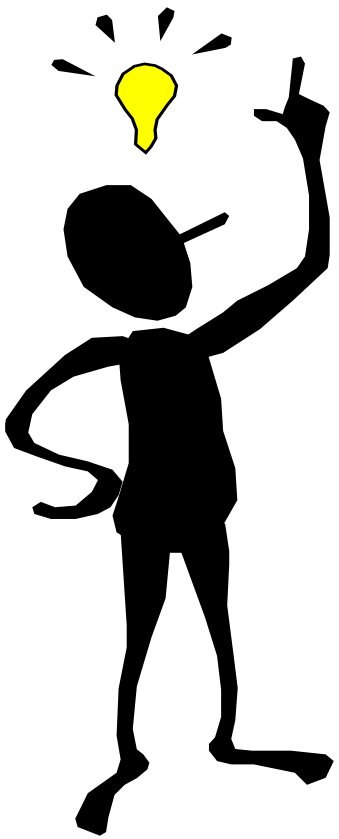
Drehzahl





Technische Universität Berlin

Funktionstest für Abwasserpumpen



Funktionstest für Abwasserpumpen

… im Abwasser … im Labor

Beladungsklasse		Tücher je m³
Klarwasser		0
leicht belastet	(L25)	25
mittel belastet	(L50)	50
schwer belastet	(L100)	100

Funktionstest für Abwasserpumpen

Prüfung der Funktionalität - Funktionsprüfung

- Einstellen des zu prüfenden Betriebspunktes
- Vormischen des künstlichen Abwassers
- Starten der Messung
- **Aus Abwassertank in den Frischwassertank durch den Filter pumpen**
- Nach Messung:
  - Pumpe/ Filter öffnen und dokumentieren
  - Kreislauf spülen

- Resultiert in Funktionsgrad D_F

$$D_F = \frac{geförderte\ Schmutzmenge\ [g/m^3]}{Gesamtschmutzmenge\ [g/m^3]}$$

Funktionstest für Abwasserpumpen

Prüfung der Funktionalität - Dauerfunktionsprüfung

- Einstellen des zu prüfenden Betriebspunktes
- Vormischen des künstlichen Abwassers
- Starten der Messung
- **Für eine Stunde im Kreis pumpen**
- Nach Messung:
  - Pumpe/ Filter öffnen und dokumentieren
  - Kreislauf spülen

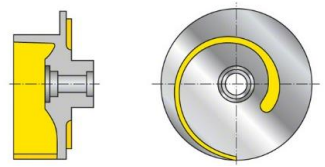
- Resultiert in Dauerfunktionsgrad D_{LTF}

$$D_{LTF} = \frac{1}{2}\frac{Wirkungsgrad\ in\ der\ Zeit\ von\ 0-60\ [\%]}{Klarwasserwirkungsgrad\ \ [\%]} + \frac{1}{2}\frac{Gesamtschmutzmenge\ [g] - Rückstände\ im\ Laufrad[g]}{Gesamtschmutzmenge\ [g]}$$

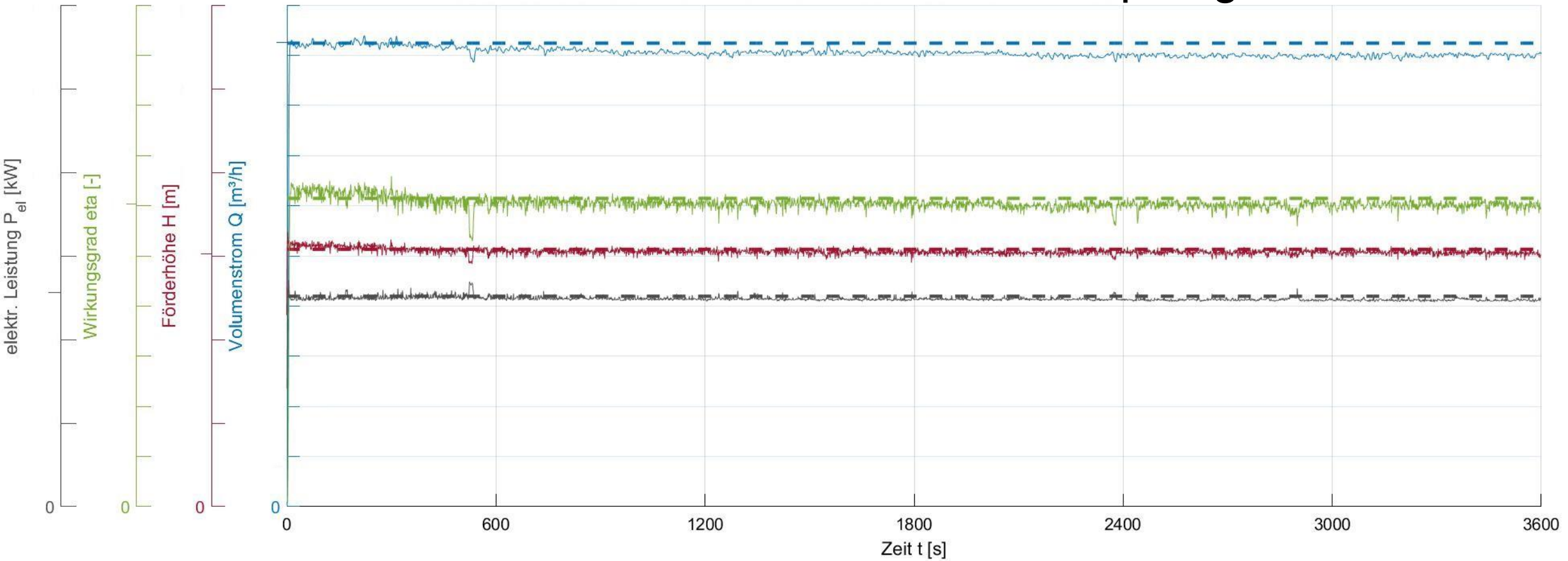
Funktionstest – Verlauf der Betriebsdaten

Technische Universität Berlin

Verlauf von Volumentrom, Förderhöhe, Leistungsaufnahme und Wirkungsgrad während eines Dauerfunktionstest

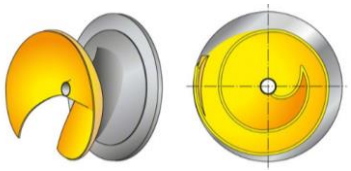


→ keine Verstopfung !

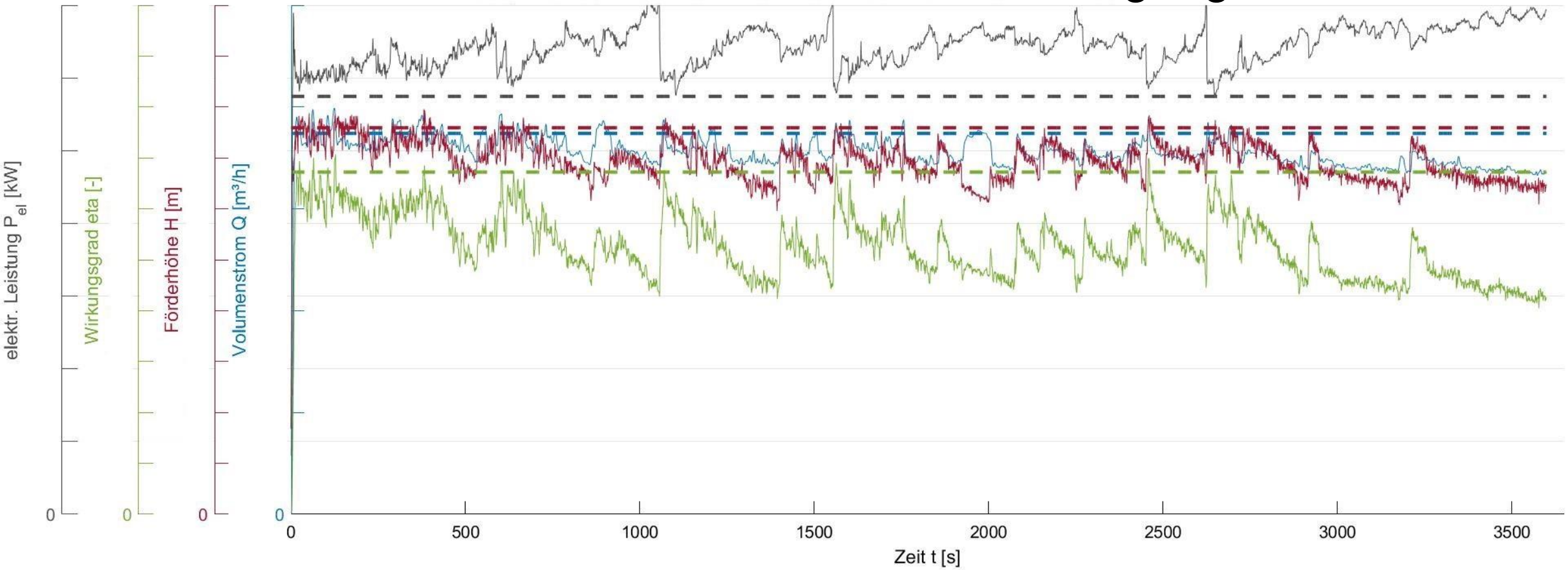


Funktionstest – Verlauf der Betriebsdaten

Verlauf von Volumentrom, Förderhöhe, Leistungsaufnahme und Wirkungsgrad während eines Dauerfunktionstest



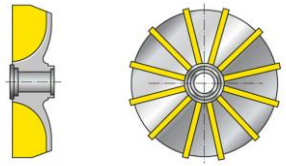
→ Selbstreinigung !



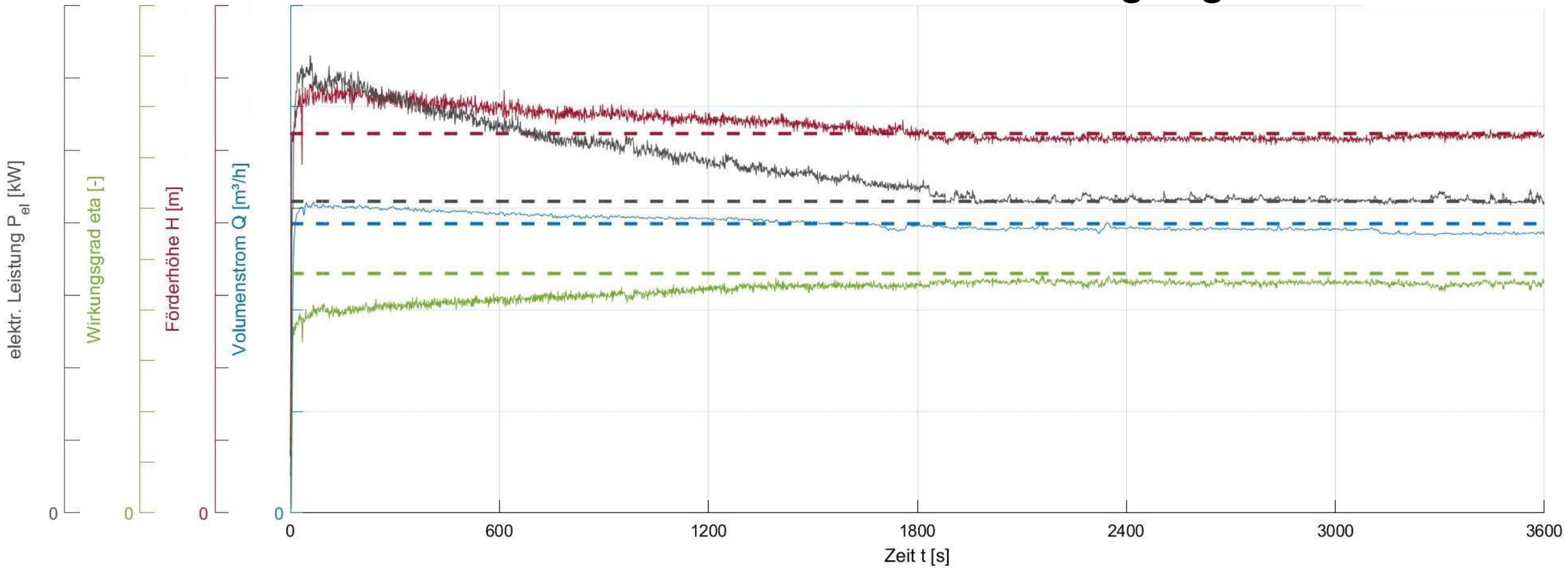
Funktionstest – Verlauf der Betriebsdaten

Technische Universität Berlin

Verlauf von Volumentrom, Förderhöhe, Leistungsaufnahme und Wirkungsgrad während eines Dauerfunktionstest



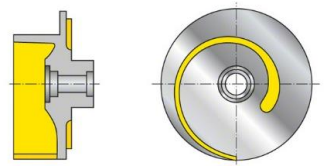
→ Selbstreinigung !



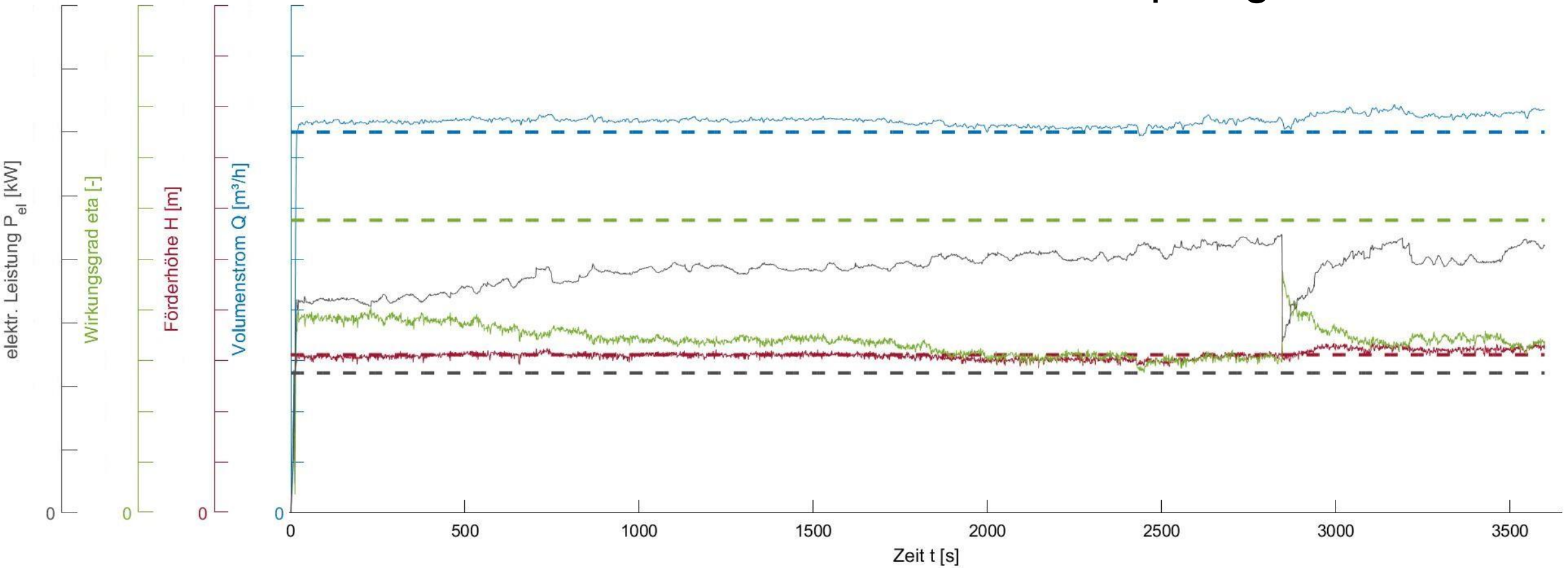
Funktionstest – Verlauf der Betriebsdaten

Technische Universität Berlin

Verlauf von Volumentrom, Förderhöhe, Leistungsaufnahme und Wirkungsgrad während eines Dauerfunktionstest



→ Laufradverstopfung !



Funktionstest – Funktionskennwerte

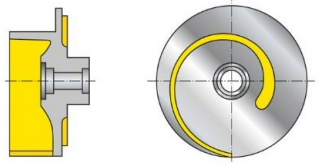
Name	Gleichung
Dauerfunktionsgrad - Rückstände Laufrad	$D_{LTW} = \frac{m_{W,total}[g] - m_{W,pump}[g]}{m_{W,total}[g]}$
Dauerfunktionsgrad - Wirkungsgrad	$D_{LT\eta} = \frac{\eta_{test,0-60min}[-]}{\eta_{CW,OP}[-]}$
Dauerfunktionsgrad - Pumpleistung	$D_{LTPh} = \frac{P_{H,test,0-60min}[W]}{P_{H,CW,OP}[W]}$
Dauerfunktionsgrad - Leistungsaufnahme	$D_{LTPe} = \frac{P_{El,test,0-60min}[W]}{P_{El,CW,OP}[W]}$
Dauerfunktionsgrad - Förderstrom	$D_{LTQ} = \frac{Q_{test,0-60min}\left[\frac{m^3}{h}\right]}{Q_{CW,OP}\left[\frac{m^3}{h}\right]}$
Dauerfunktionsgrad - Förderhöhe	$D_{LTH} = \frac{H_{test,0-60min}[m]}{H_{CW,OP}[m]}$
Sättigungsgrad der Rückstände Laufrad	$D_G = m_{W,pump,max}[g]$

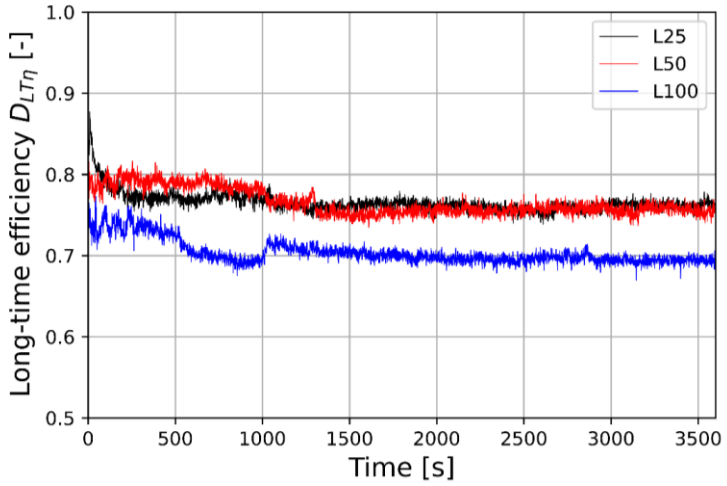
Dauerfunktionsprüfung

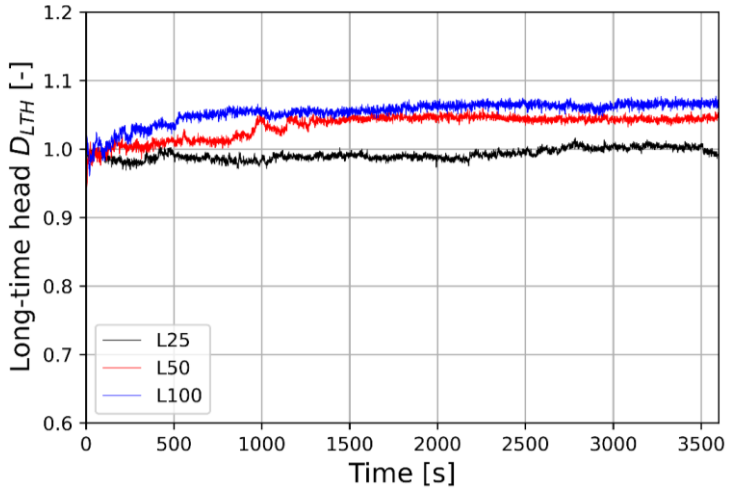
Pumpe A: Einschaufelradpumpe

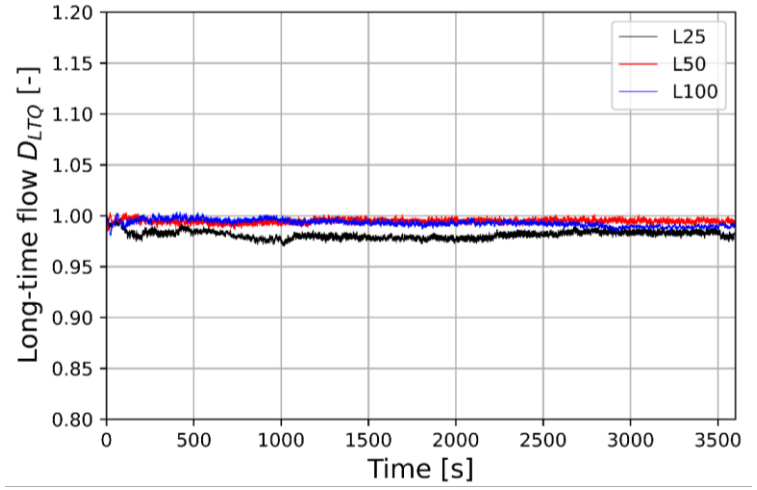
	L25	L50	L100
D_F	0,68	0,69	0,78
D_{LTF}	0,41	0,64	0,69
D_{LTW}	0,06	0,52	0,67
$D_{LT\eta}$	0,76	0,76	0,70
D_{LTPh}	0,97	1,02	1,05
D_{LTPe}	1,28	1,35	1,50
D_{LTQ}	0,98	0,99	0,99
D_{LTH}	0,99	1,03	1,05
D_G		470 g	

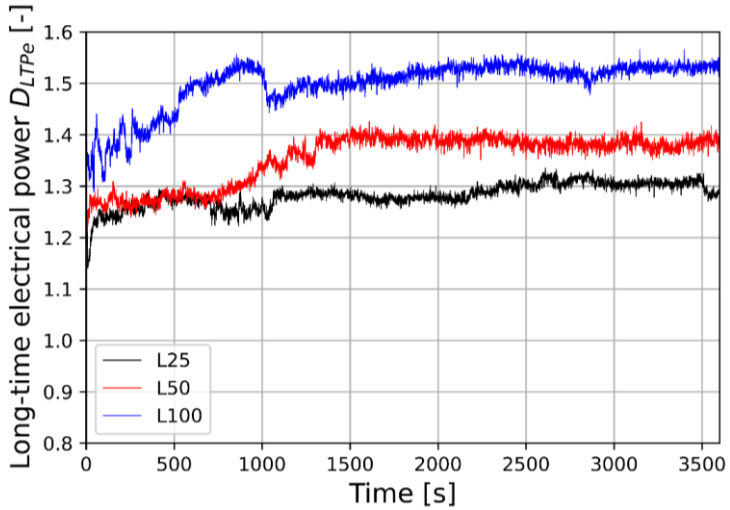
Rückstände im Laufrad bei L100









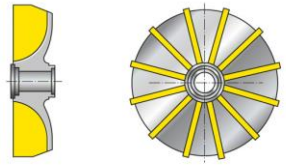


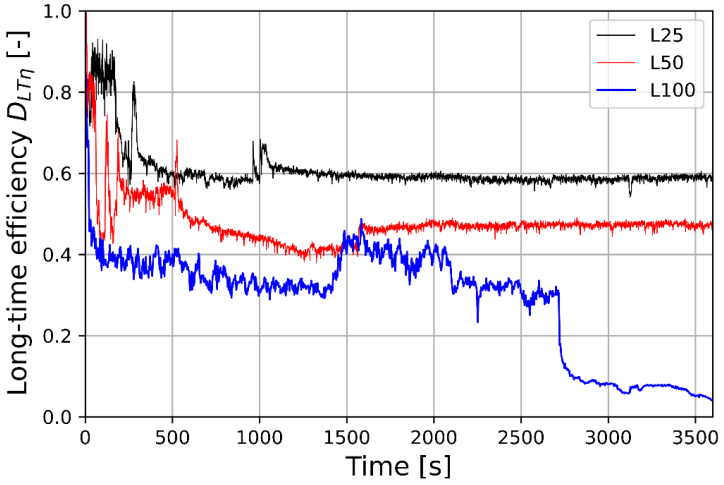
Dauerfunktionsprüfung

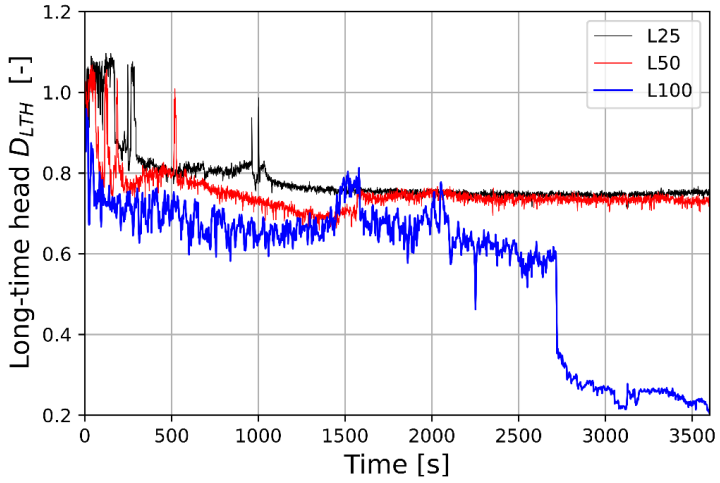
Pumpe B: Freistromradpumpe

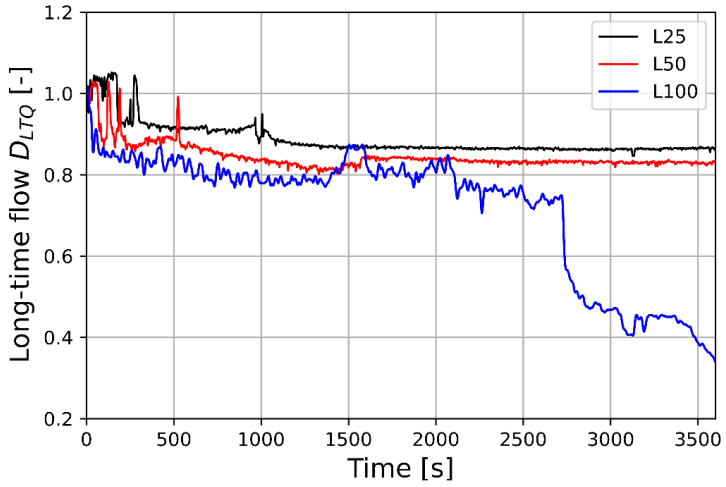
	L25	L50	L100
D_F	0,63	0,6	0,75
D_{LTF}	0,40	0,43	0,32
D_{LTW}	0,19	0,37	0,35
$D_{LT\eta}$	0,62	0,48	0,29
D_{LTPh}	0,70	0,63	0,44
D_{LTPe}	1,13	1,31	1,50
D_{LTQ}	0,89	0,85	0,72
D_{LTH}	0,78	0,75	0,57
D_G		490 g	

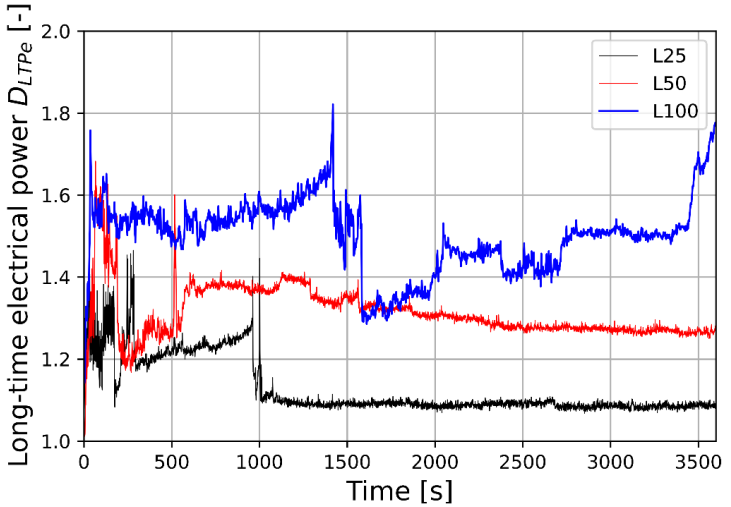
Rückstände im Laufrad bei L100









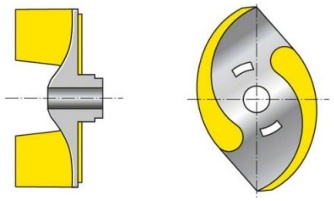


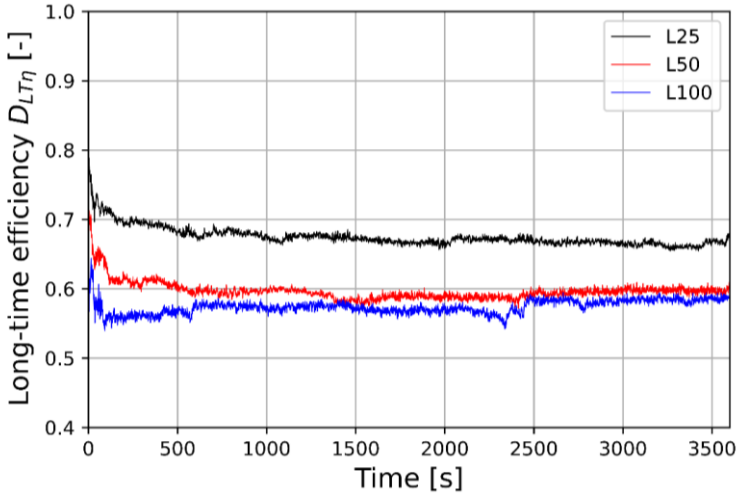
Dauerfunktionsprüfung

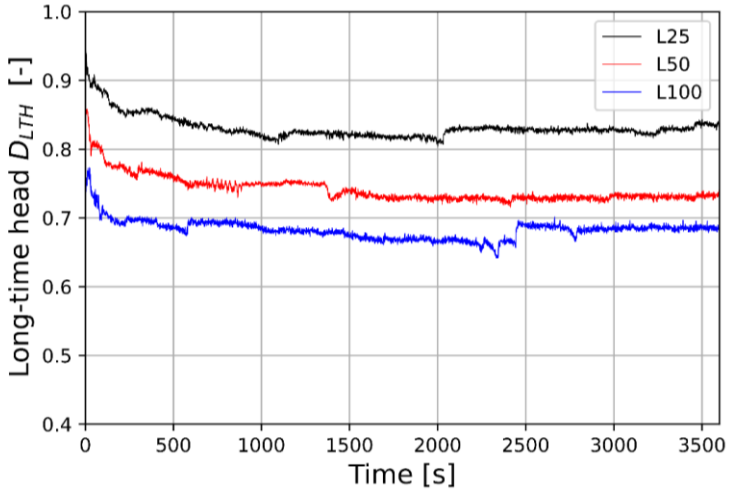
Pumpe C: Zweischaufelradpumpe

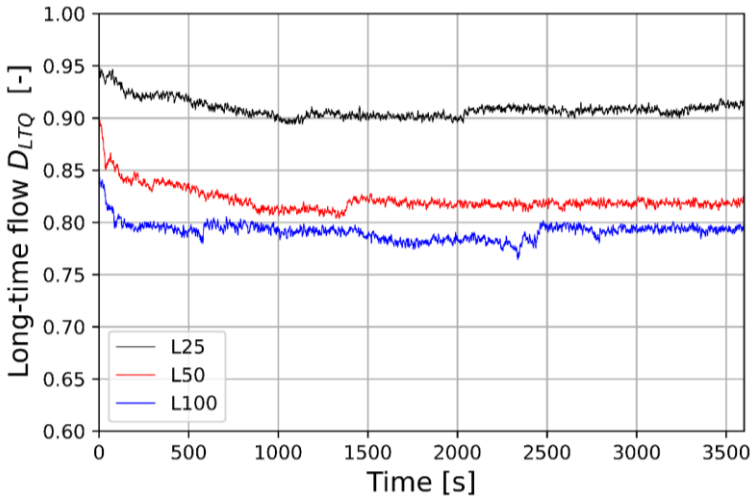
	L25	L50	L100
D_F	0,72	0,70	-
D_{LTF}	0,41	0,45	0,60
D_{LTW}	0,15	0,31	0,63
$D_{LT\eta}$	0,68	0,59	0,57
D_{LTPh}	0,76	0,60	0,53
D_{LTPe}	1,11	1,02	0,93
D_{LTQ}	0,91	0,82	0,79
D_{LTH}	0,83	0,74	0,68
D_G		460 g	

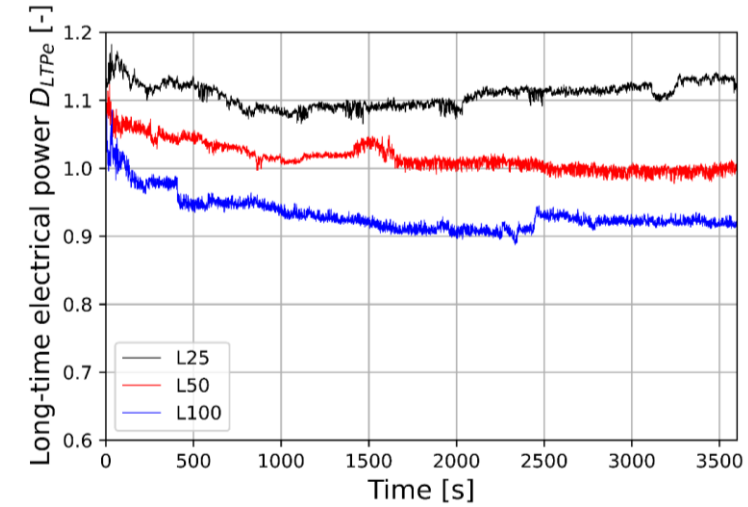
Rückstände im Laufrad bei L100











Zusammenfassung

Pumpe A	Pumpe B	Pumpe C
- Pumpleistung konstant - Leistungsaufnahme ansteigend - $D_G = 470g$	- Pumpleistung abfallend - Leistungsaufnahme ansteigend - $D_G = 490g$	- Pumpleistung abfallend - Leistungsaufnahme konstant - $D_G = 460g$

- Abwasserpumpen verhalten sich unterschiedlich während des Auftretens von Verstopfungen
- Funktionsprüfung als Dauerfunktionsprüfung über 60 Minuten lässt die unterschiedlichen Verhalten von Abwasserpumpen bei Verstopfungen erkennen
- Insbesondere Selbstreinigungseffekte sind bei Dauerfunktionsprüfungen erkennbar
- Der Funktionstest ist als Baumusterprüfung in der neuen DWA A 120-2 (Anhang D) verfügbar

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !