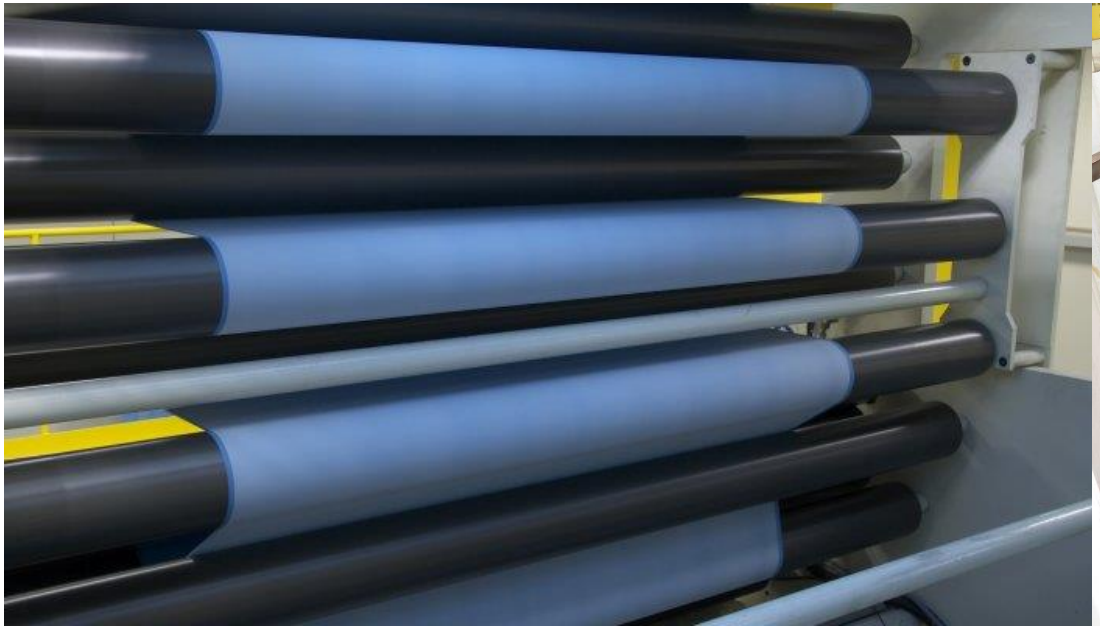
SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



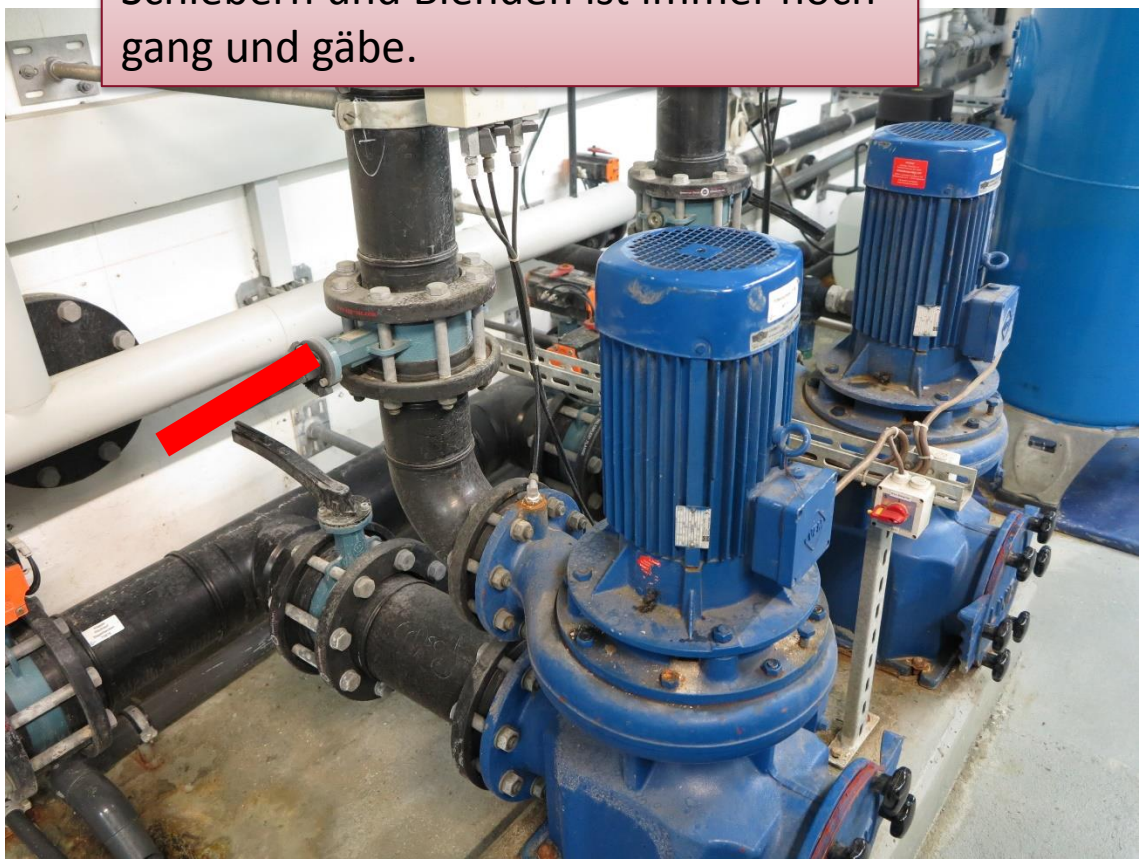
Pumpenoptimierung in Industriebetrieben

Thomas Grieder, DM Energieberatung AG

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Durchflussregulierung in der Praxis

Einstellung von Durchflussmengen mit Schiebern und Blenden ist immer noch gang und gäbe.



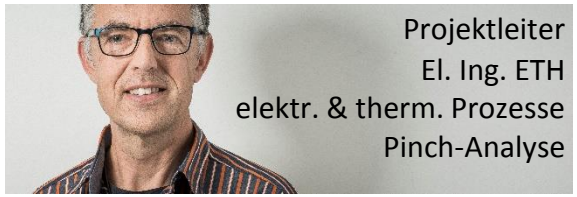
DM Energieberatung AG

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Daniel Meier

Projektleiter
El. Ing. FH
Geschäftsleitung

Thomas Grieder



Projektleiter
El. Ing. ETH
elektr. & therm. Prozesse
Pinch-Analyse

Martin Steiger

Projektleiter
Masch. Ing. FH
MAS Umwelt

Patrik Küttel

Projektleiter
Techn. TS Sanitär
Betriebsoptimierung
QM-Holzheizwerke

Maik Albert

Projektleiter
Masch. Ing. FH
Wärmepumpen
Pinch-Analyse

Andrea Urech

Assistenz
Kauffrau
FiBu
Sekretariat

Michael Wild

Sachbearbeiter
BSc ETH
Masch. Ing.
Energie

Gregor Zadori

Sachbearbeiter
BSc FH
Masch. Ing.
Therm. Energie

Patrick Fehlmann

Sachbearbeiter
BSc FH Energie-
und Umwelttechnik
Energiesysteme

Darko Weber

Sachbearbeiter
BSc FH Energie-
und Umwelttechnik
Energiesysteme

Privates Ingenieurbüro für Energieberatung seit 2008

energieschweiz – Unser Engagement: unsere Zukunft.
energo® partner
ENERGIE-AGENTUR DER WIRTSCHAFT EnAW
pinch – saves energy and costs
QM Holzheizwerke

DM Energieberatung AG

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Istzustands- und Potenzialanalyse
«Sehen Sie Ihr Unternehmen mit anderen Augen – Sie werden überrascht sein!»

Zielvereinbarungen, Energieaudit
«Gesetzliche Vorgaben erfüllen – Verpflichtung und Chance.»

Betriebsoptimierung
«Kein Betrieb ohne Nutzen – Kostenreduktion sofort»

Messgeräte
«Keine Investition ohne gesicherte Entscheidungsgrundlagen»

Prozessanalyse, Prozessverbesserung
«Legen Sie die Messlatte höher – der Beste gewinnt»

Konzept- und Variantenstudien
«Weichenstellung für die Zukunft – rechtzeitig mit Denken beginnen...»

Messkonzept, Energiebuchhaltung und Energiemonitoring
«Ziele setzen – Zielerreichung überwachen»

QM Holzheizwerke®
«Kein böses Erwachen – Qualität zahlt sich aus»

Bauherrenvertretung
«Konzentration auf das Kerngeschäft – wir halten Ihnen den Rücken frei.»

Förderprogramme
«Mehr als das gesetzliche Minimum – dafür mit finanzieller Förderung»

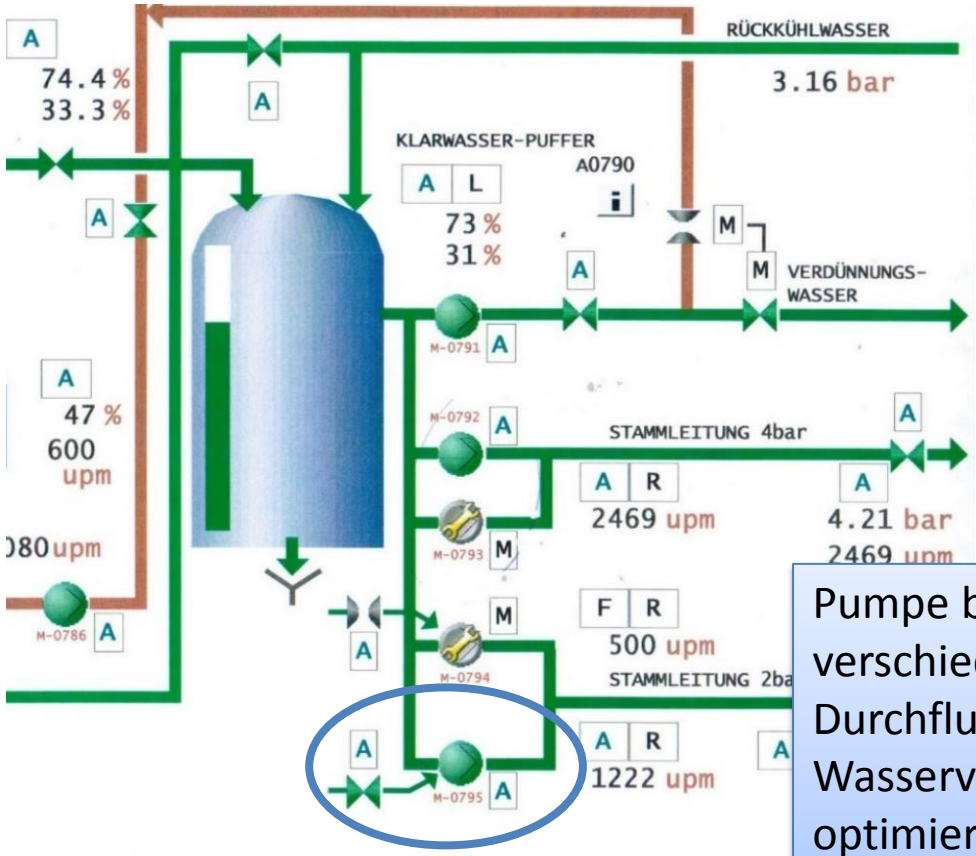
DM Energieberatung AG

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Seit 2014 Zusammenarbeit mit der Planair S.A. für den Aufbau und die Durchführung des ProKilowatt-Programms SPEED in der Deutschschweiz.

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

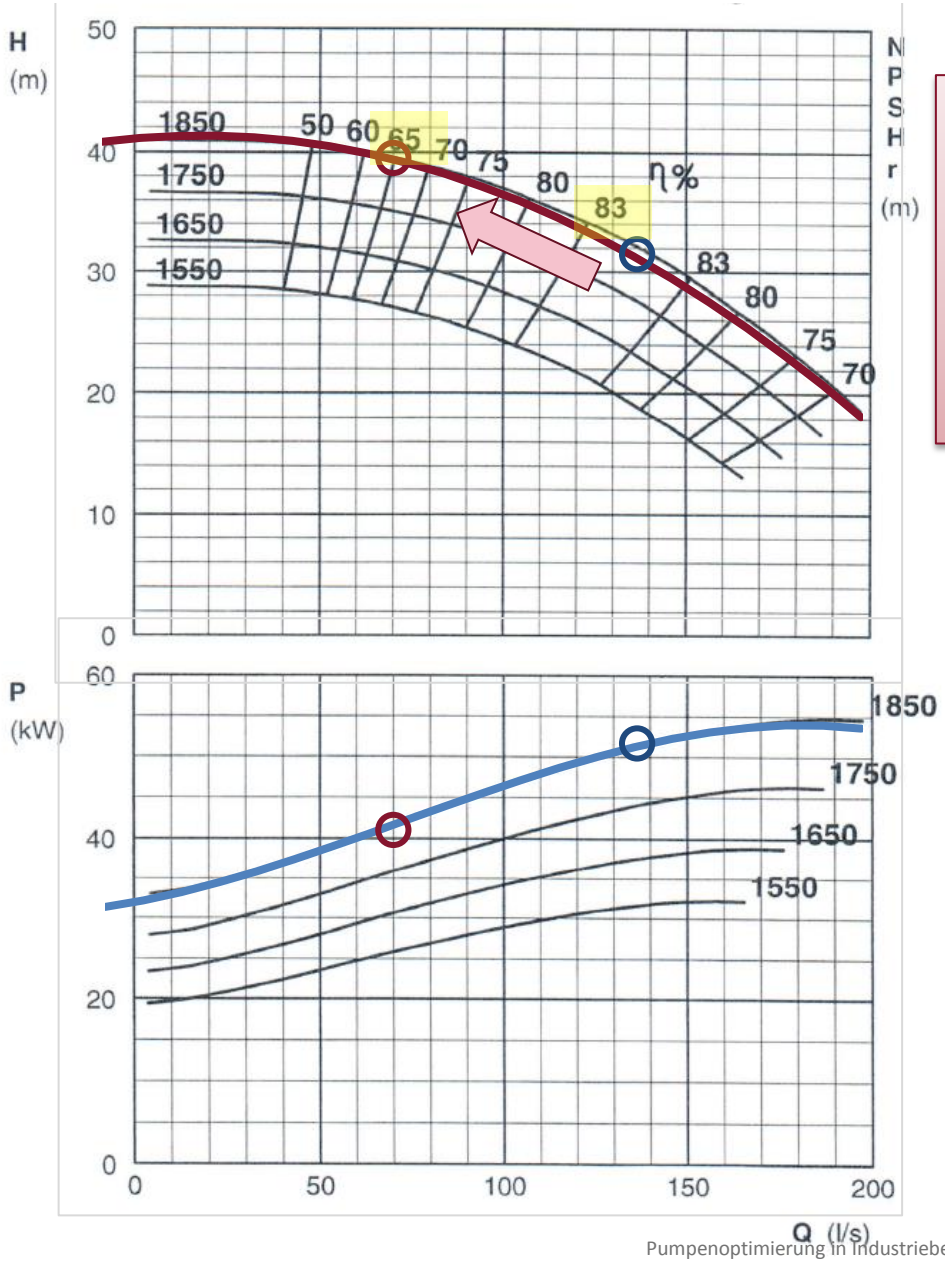
Beispiel 1: sog. Klarwasserpumpe in Papierfabrik



Pumpe bedient eine 2 bar – Versorgungsleitung mit verschiedenen Verbrauchern, stark wechselnde Durchflussmengen.
Wasserverbrauch wurde in den letzten Jahren stark optimiert. Passt die Pumpe für die heutige Situation noch?

SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

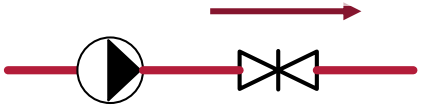
SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



Pumpe ohne FU verhält sich gemäss ihrer Pumpenkennlinie: Reduktion der Durchflussmenge über Schieber oder Blende führt zu höherem Pumpendruck und schlechterem Wirkungsgrad. Zusätzlicher Druck wird über der Drosselung abgebaut.

135 l/s, 31 mWS
Wirkungsgrad 83%

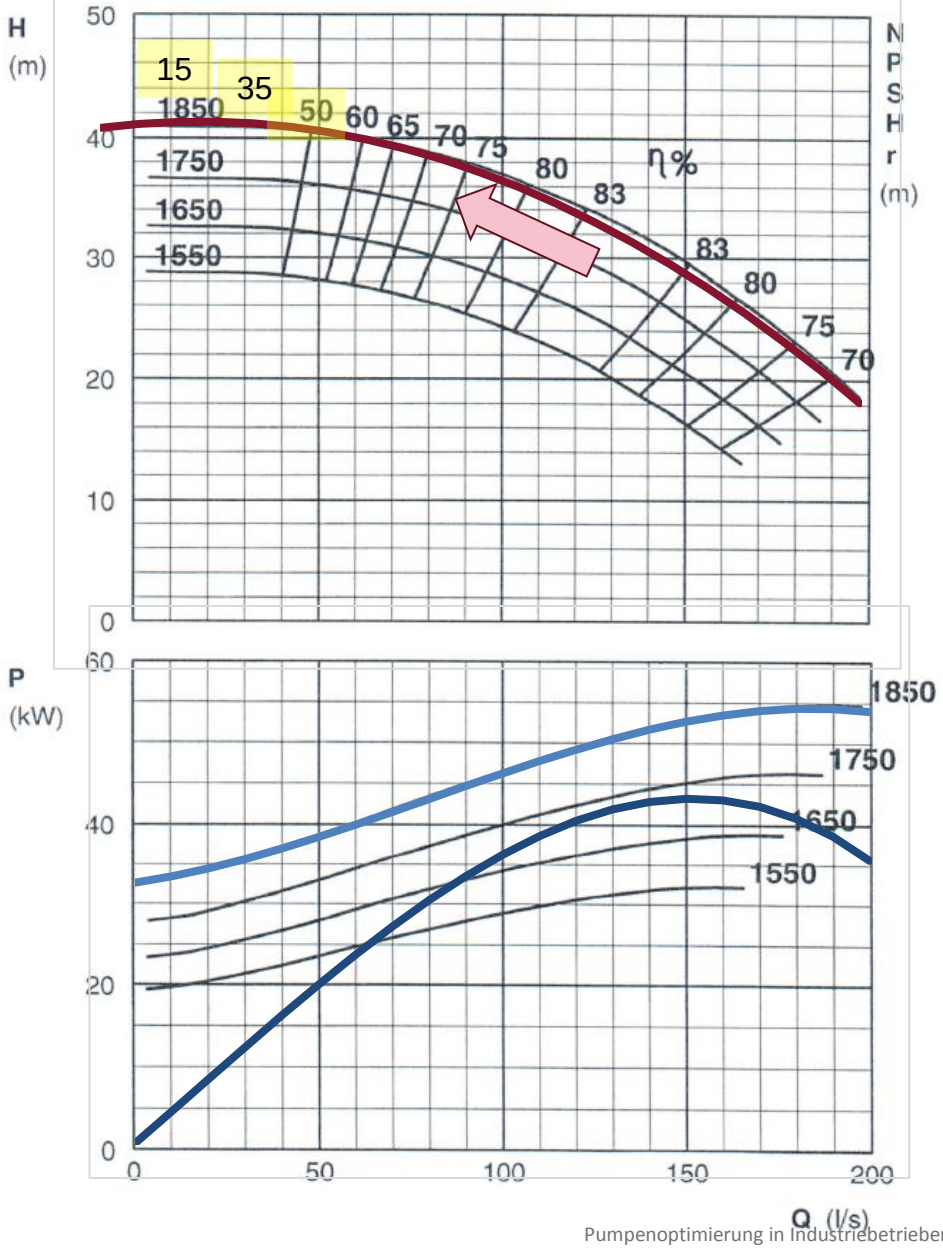
Druckabfall 8 mWs, entspricht 20% des Pumpendrucks



70 l/s, 39 mWS
Wirkungsgrad 65%

SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



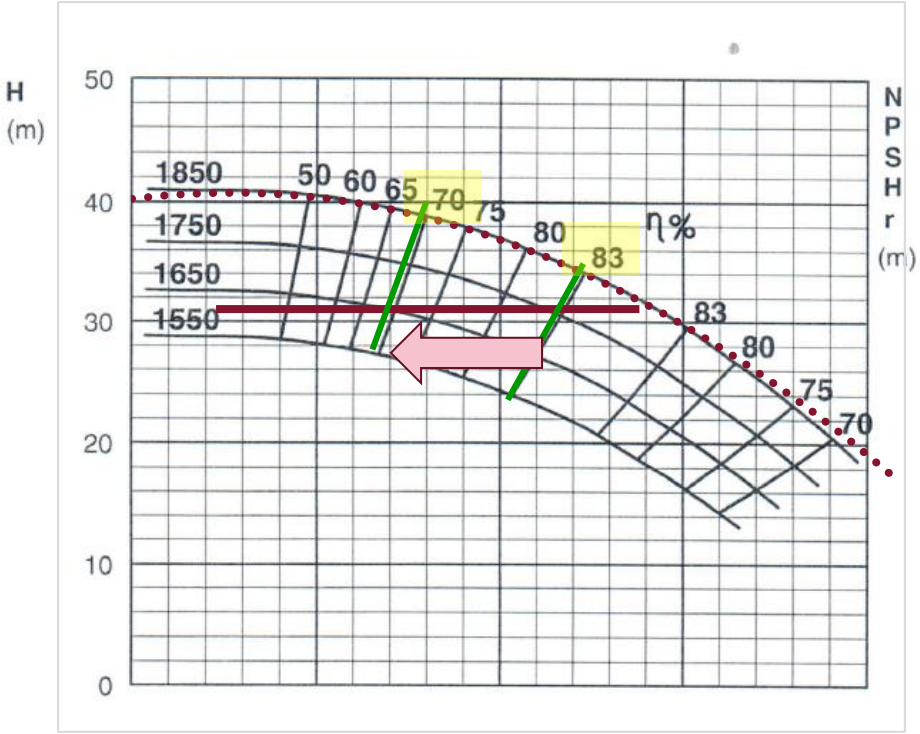
Bei starker Drosselung nimmt der Wirkungsgrad der Pumpe rapide ab. Zudem verringert sich die Lebensdauer.

Erforderliche Wellenleistung der Pumpe

Resultierende Strömungsleistung

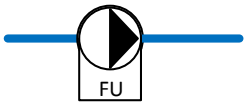
SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



Reduktion der Durchflussmenge über Drehzahlvariation vermeidet die Verluste am Schieber/der Blende. Wirkungsgrad verschlechtert sich trotzdem!

1850 $Umin^{-1}$
135 l/s, 31 mWS
Wirkungsgrad 83%



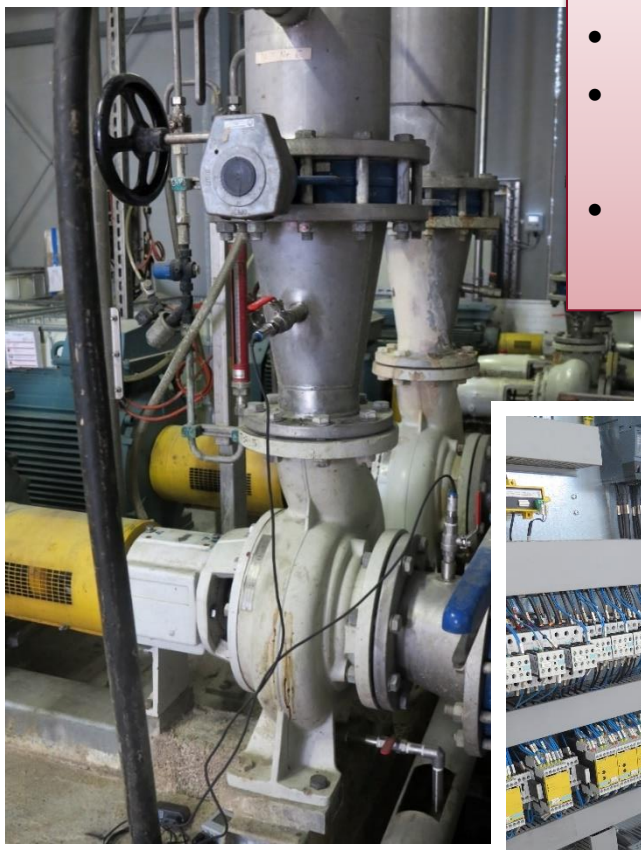
1600 $Umin^{-1}$
70 l/s, 31 mWS
Wirkungsgrad 70%

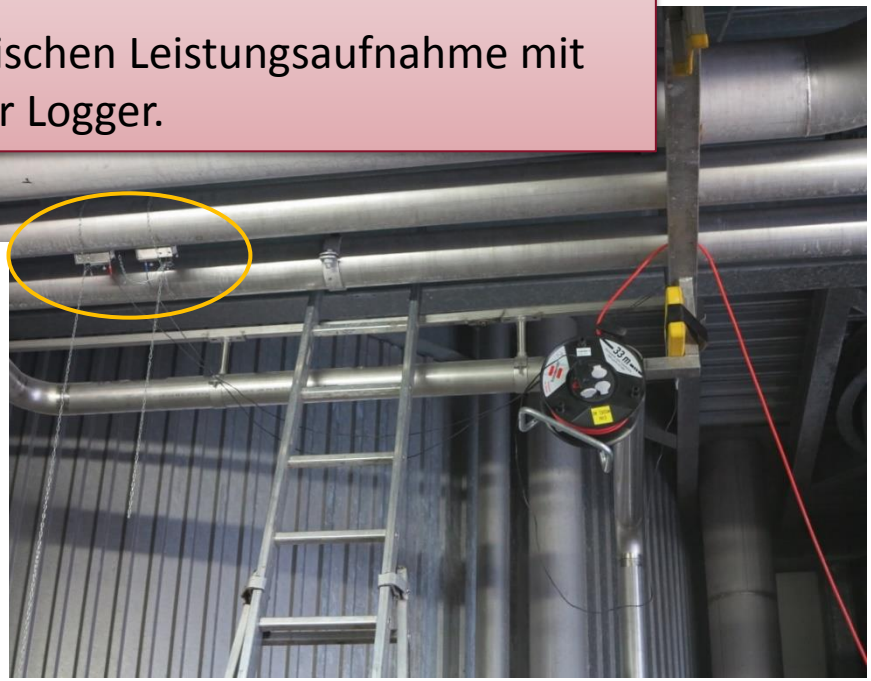
SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Vollständige Messung der Betriebsdaten:

- Messung des Differenzdrucks mit KSB-PumpMeter.
- Messung der Durchflussmenge mit Ultraschall-Messgerät.
- Messung der elektrischen Leistungsaufnahme mit dreiphasigem Power Logger.

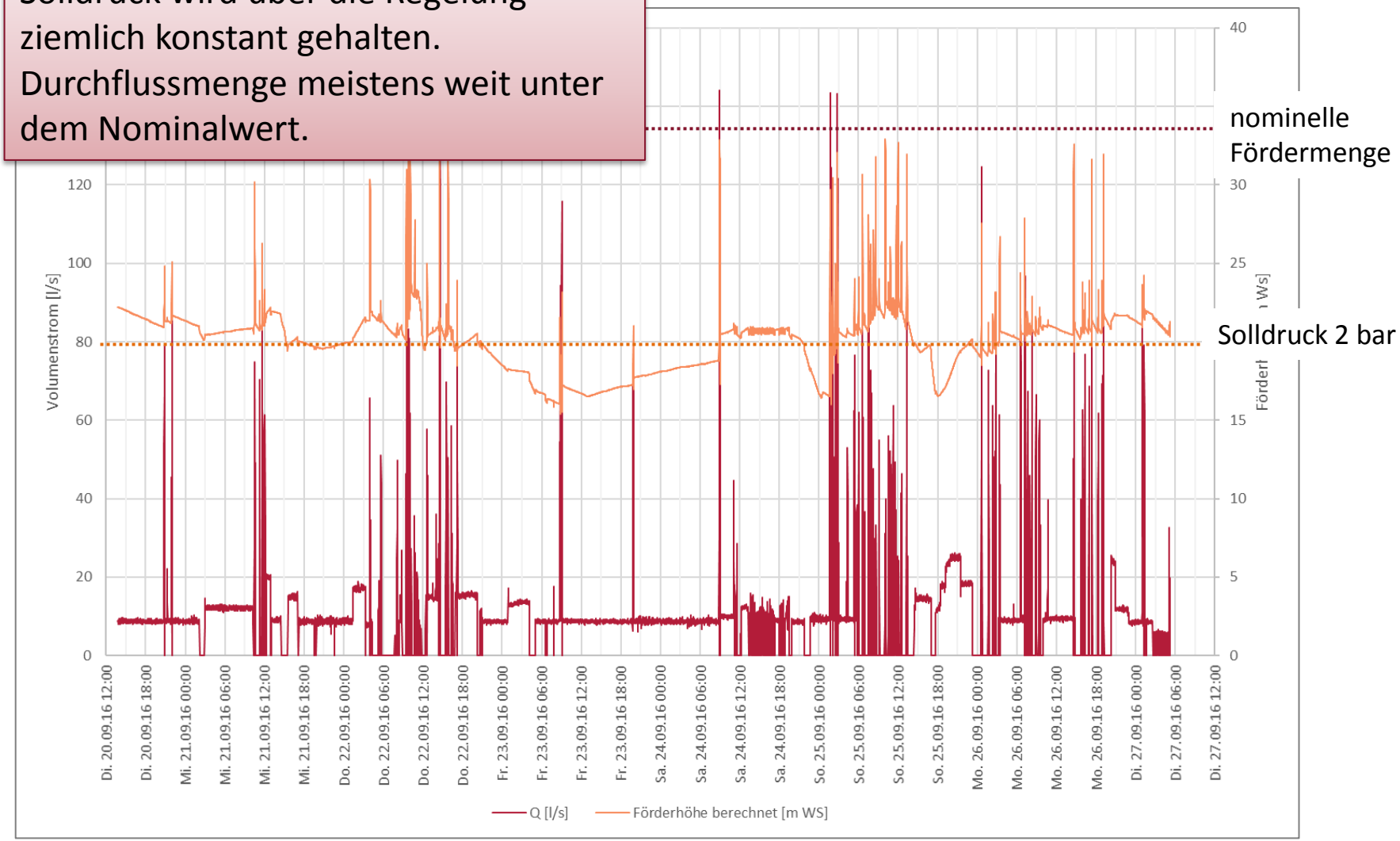




Zeitlicher Verlauf von Druck und Volumenstrom

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

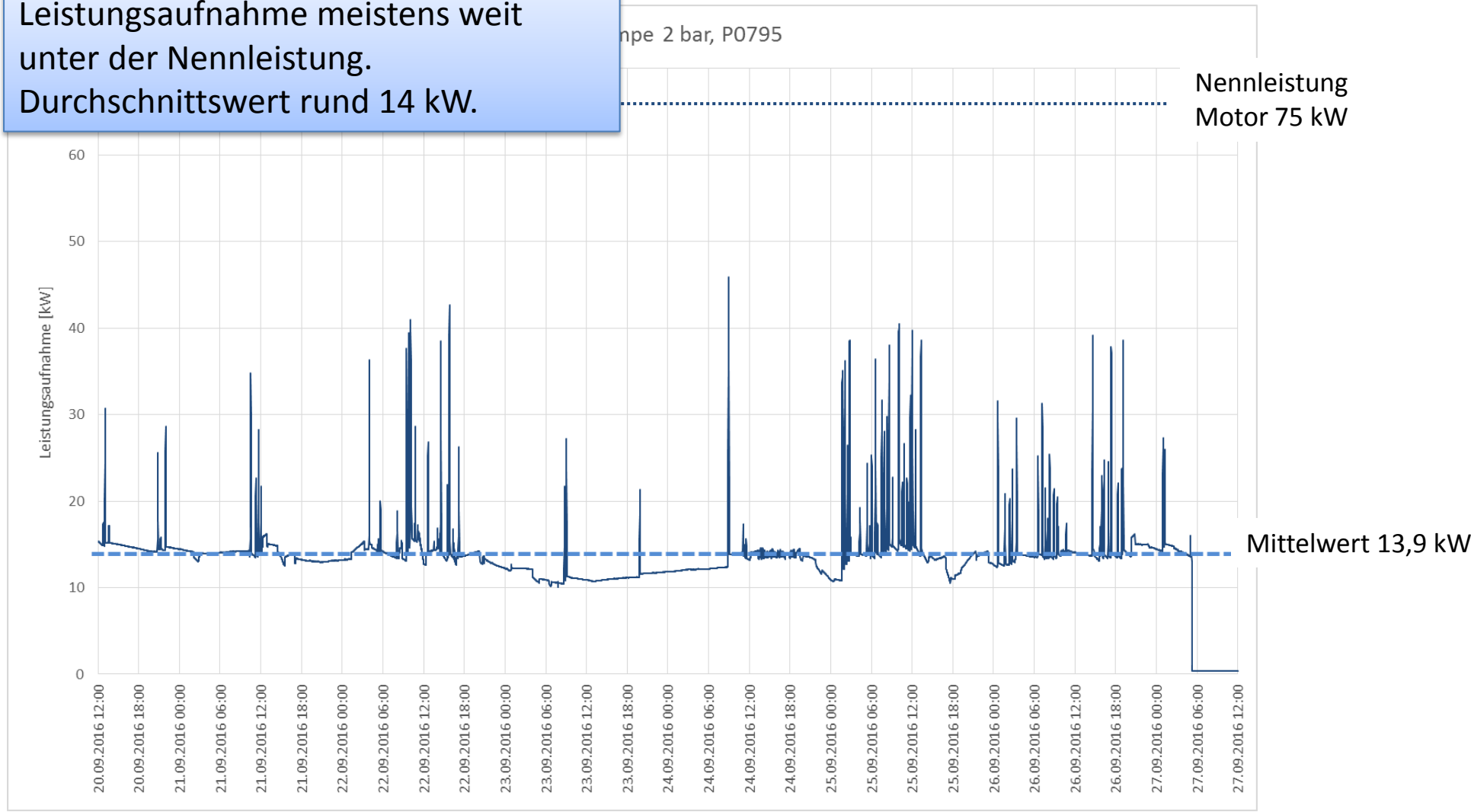
Solldruck wird über die Regelung ziemlich konstant gehalten. Durchflussmenge meistens weit unter dem Nominalwert.



Klarwasserpumpe 2 bar: el. Leistungsaufnahme

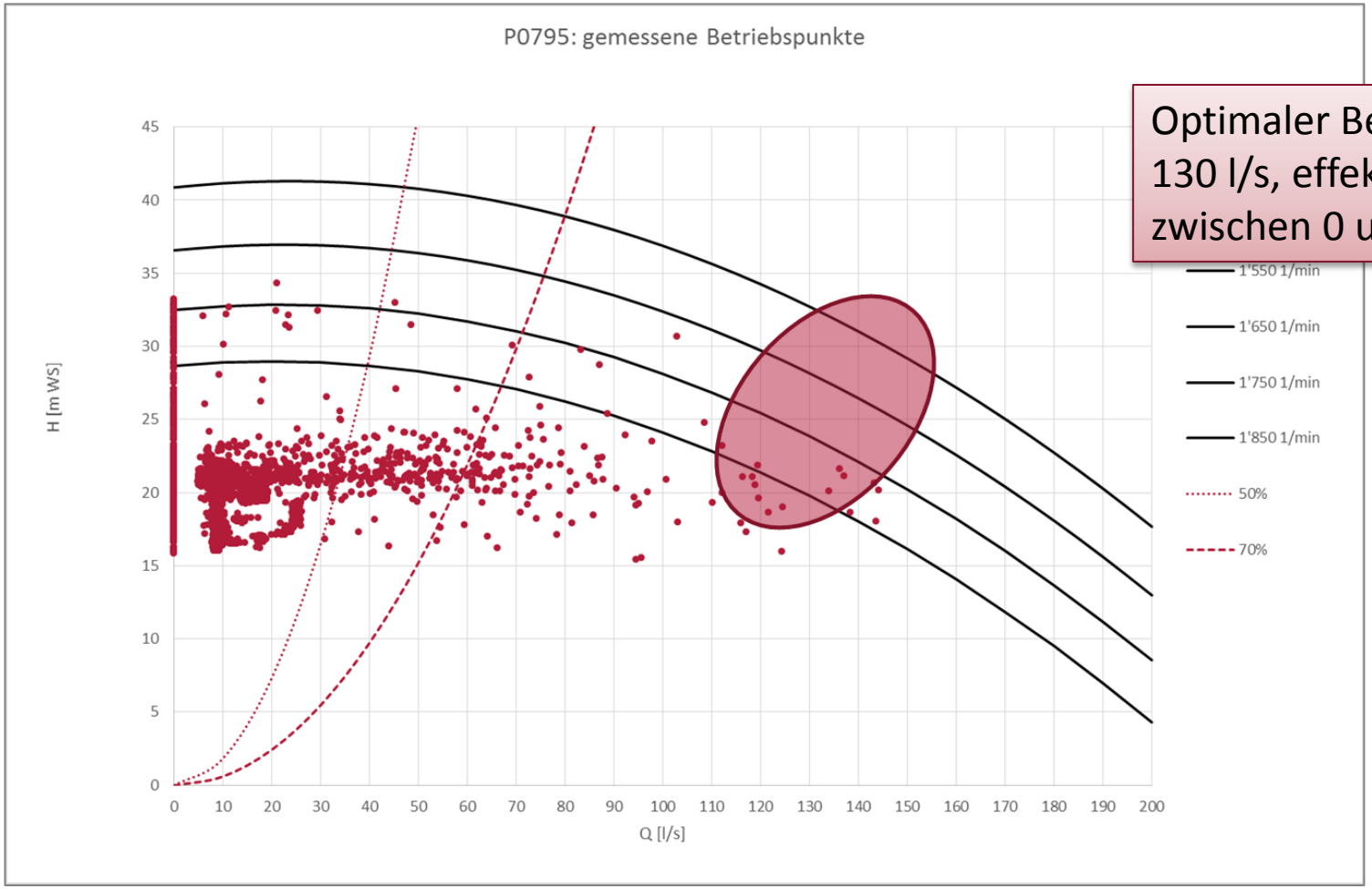
SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Leistungsaufnahme meistens weit unter der Nennleistung.
Durchschnittswert rund 14 kW.



Klarwasserpumpe 2 bar: Betriebspunkte

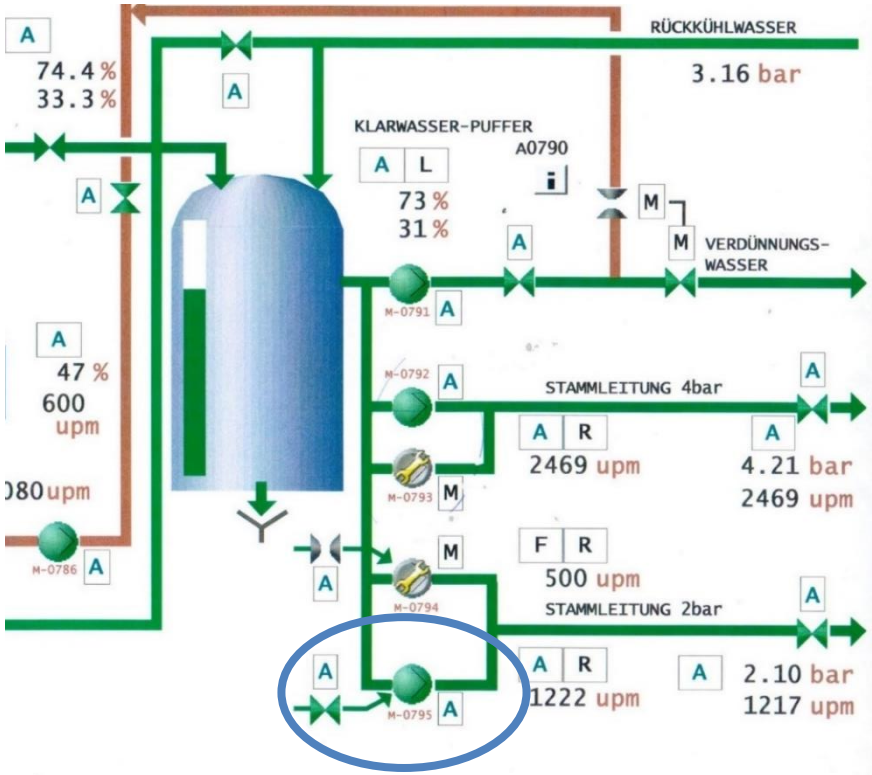
SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



Optimaler Betriebsbereich bei ca. 130 l/s, effektiver Betrieb zwischen 0 und 80 l/s

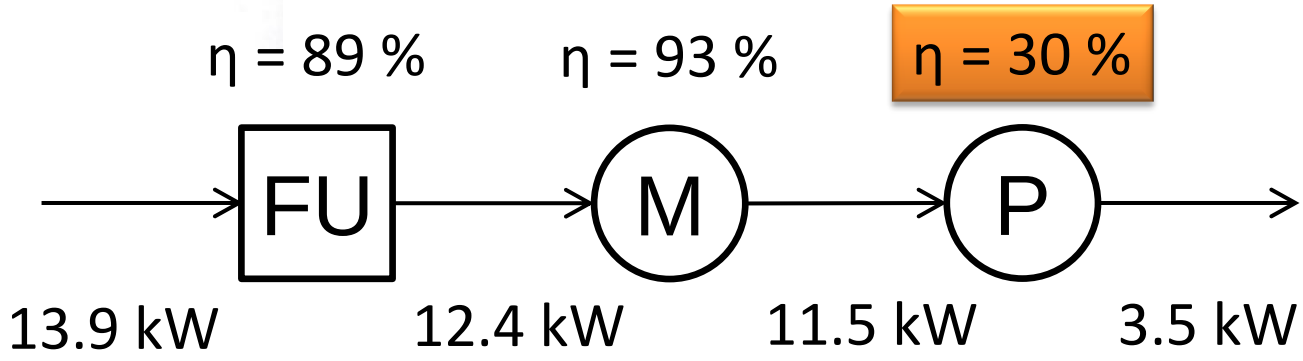
Schema

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



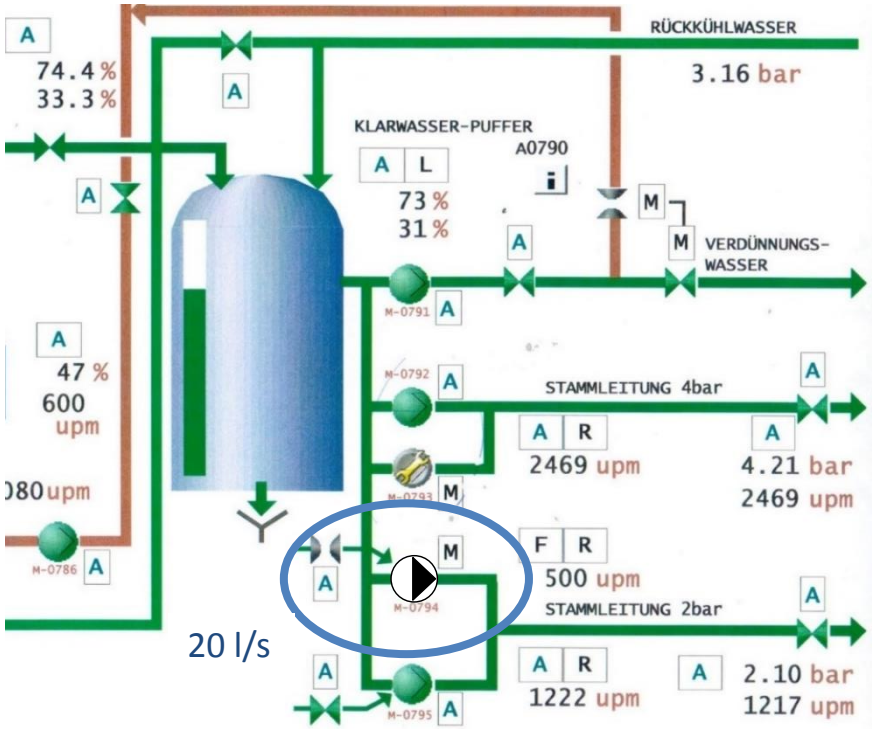
135 l/s

Mittlere Leistungsaufnahme
13.9 kW x 8600 h/a = 119 MWh/a

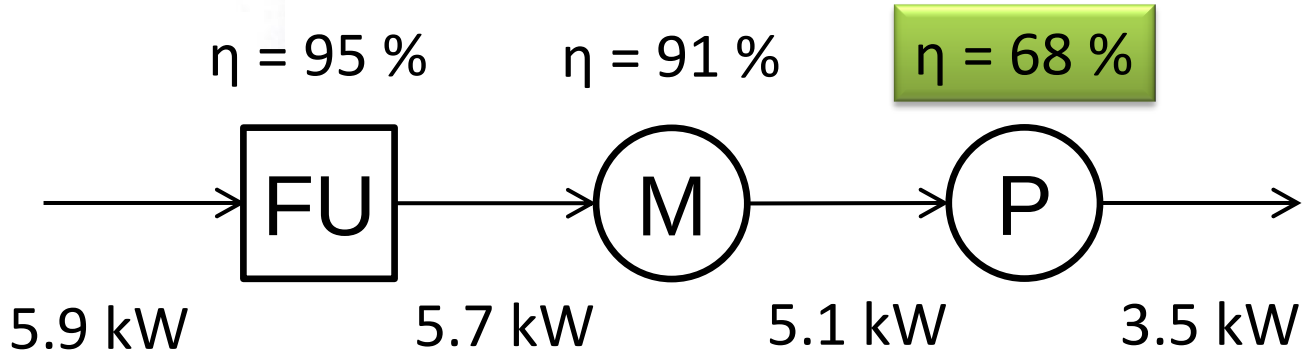


Schema

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben



Einbau einer kleineren Pumpe in Parallel-betrieb
5.9 kW x 8000 h/a = 47 MWh/a
Paybackzeit ca. 2 Jahre.



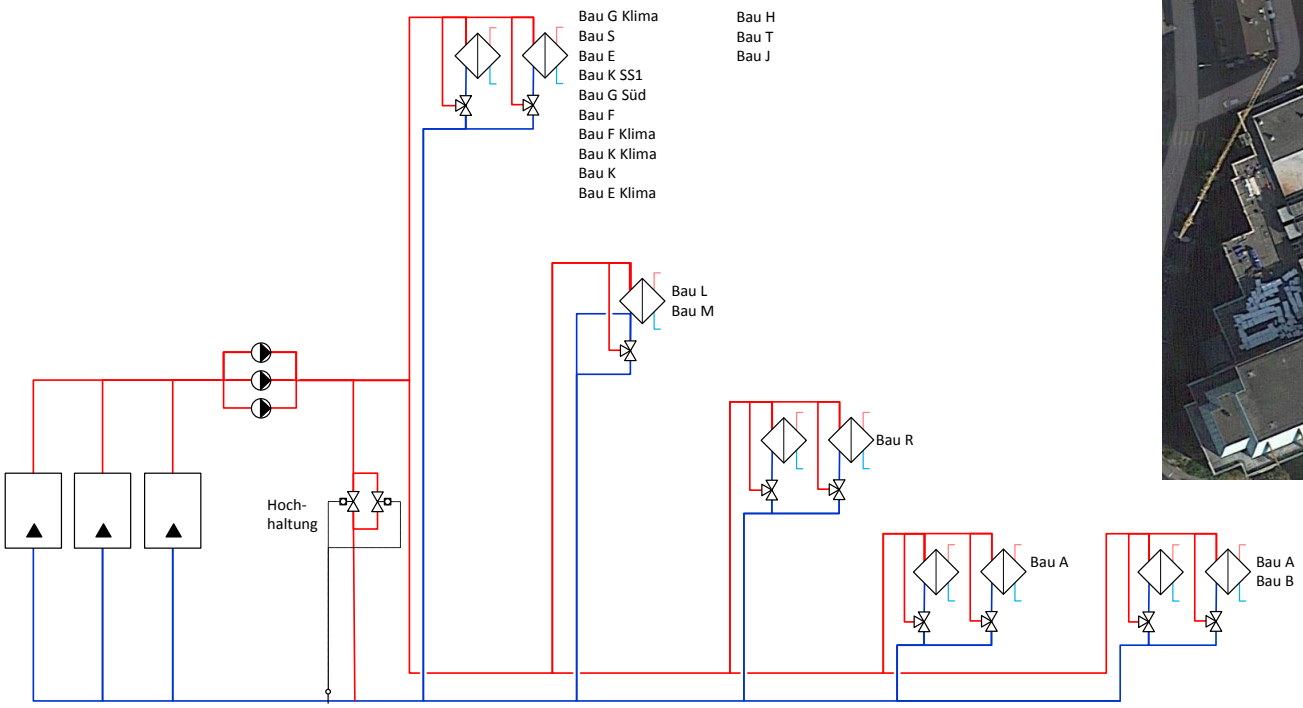
SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Beispiel 2: Fernleitungspumpen für Werkareal

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Beispiel 2: Fernleitungspumpen für Werkareal

Weit verzweigtes Heizungsnetz für ein grosses Werkareal. Stark wechselnde Betriebsbedingungen erwartet.



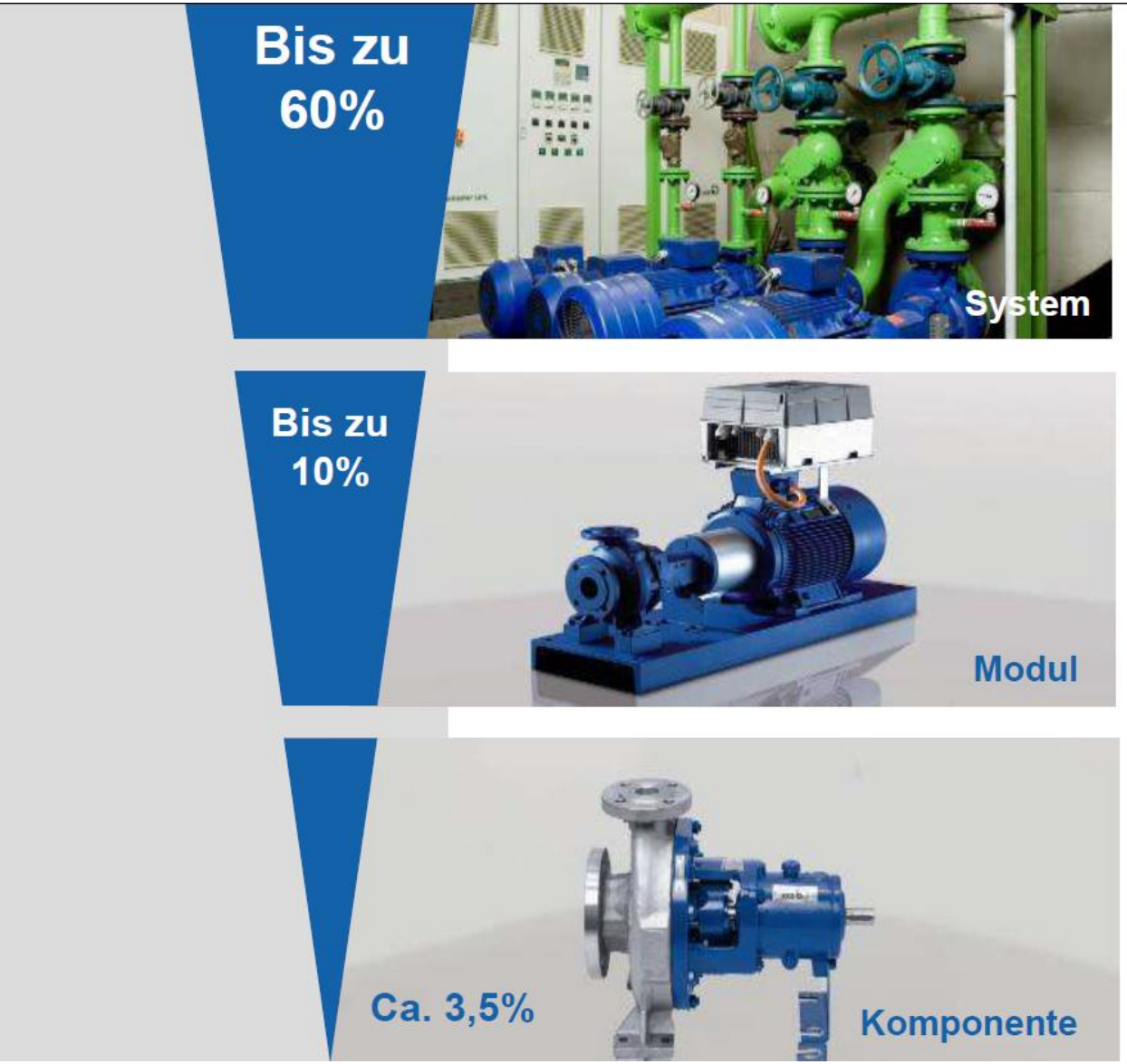
SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Messung des Pumpendrucks mit KSB-PumpMeter.
Kann auch fest eingebaut werden und bietet dann eine permanente Überwachung des Betriebszustands der Pumpe.

SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von



Analyse des Systems

Übersicht der möglichen Einsparpotenziale

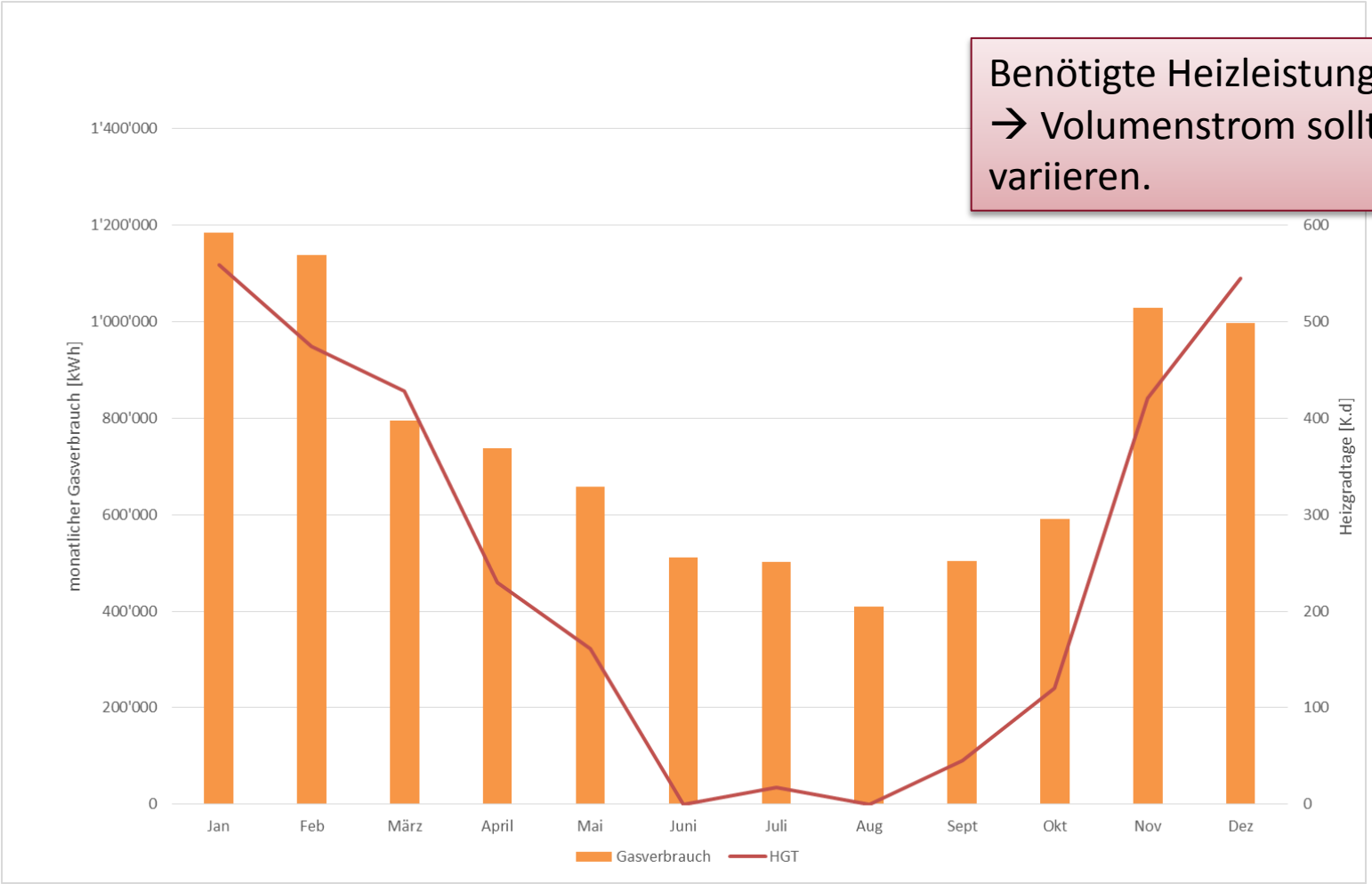
- KSB-Berater betrachten immer das gesamte hydraulische System um die maximalen Einsparpotenziale zu heben.

21 I S-E172 I Heiko Flurschütz I 2012 I

KSB

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Beispiel 2: Fernleitungspumpen für Werkareal

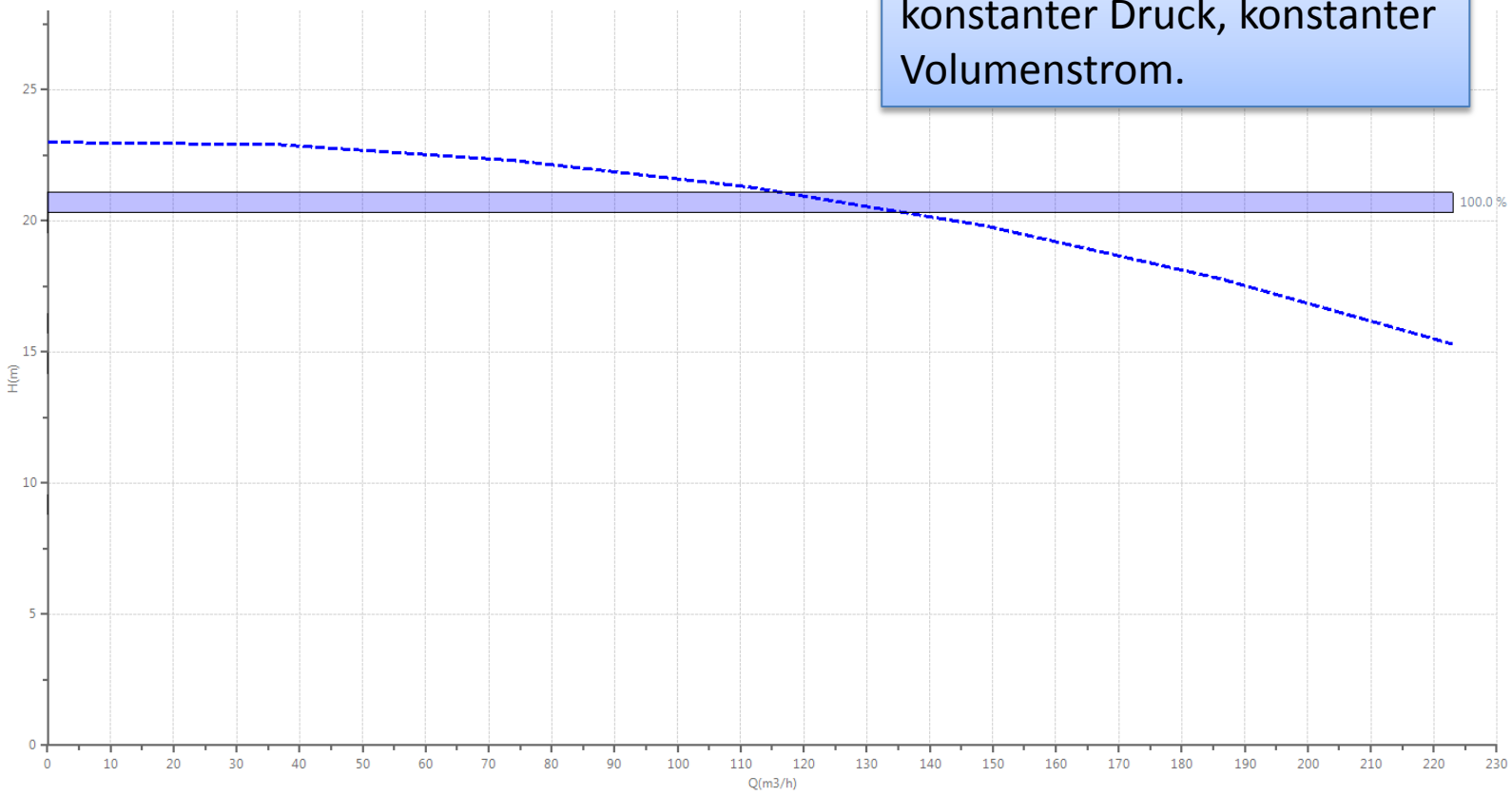


Benötigte Heizleistung variiert stark
→ Volumenstrom sollte stark variieren.

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

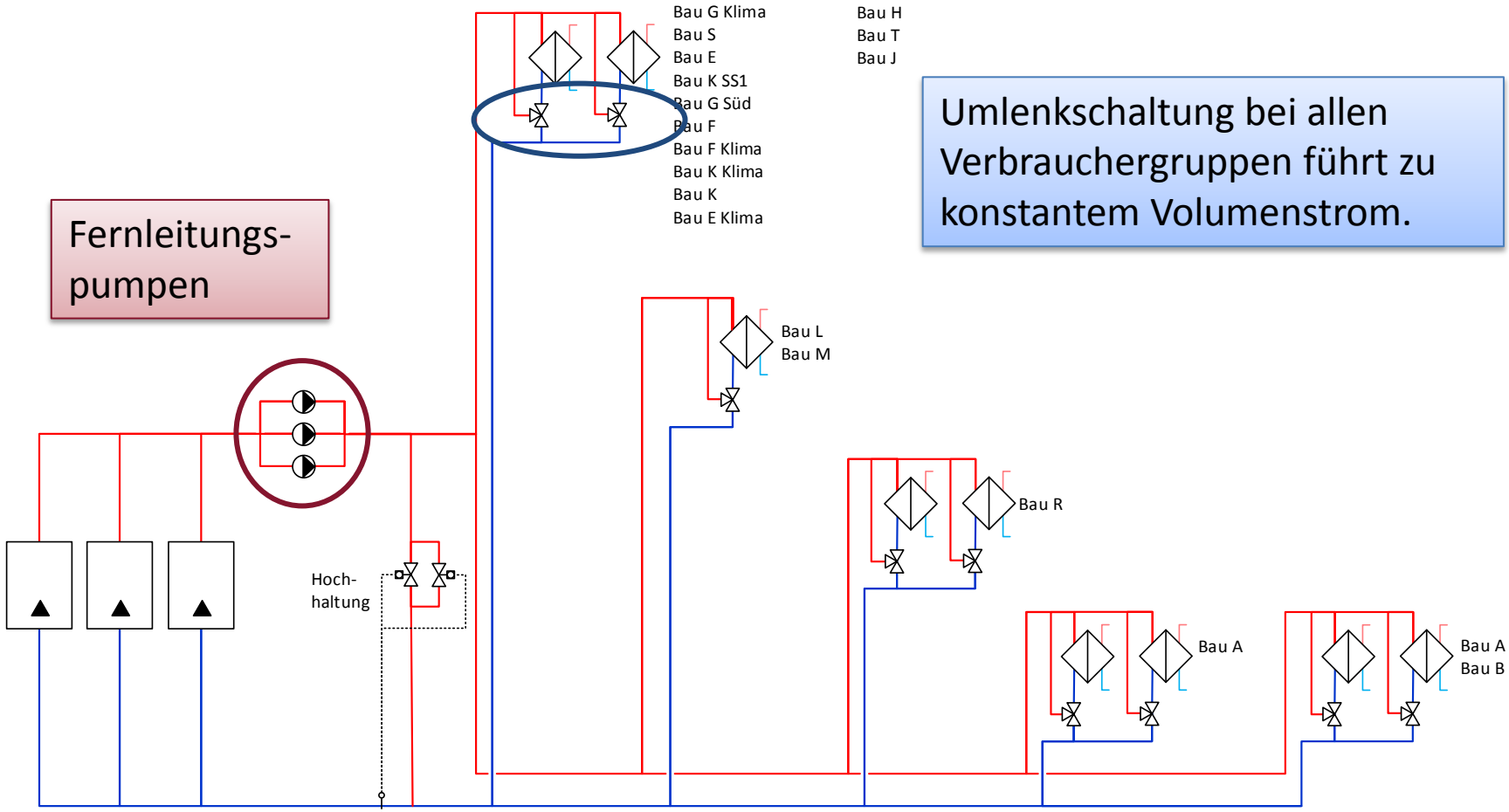
Auswertung PumpMeter

Konstanter Betrieb, d.h. konstanter Druck, konstanter Volumenstrom.



SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

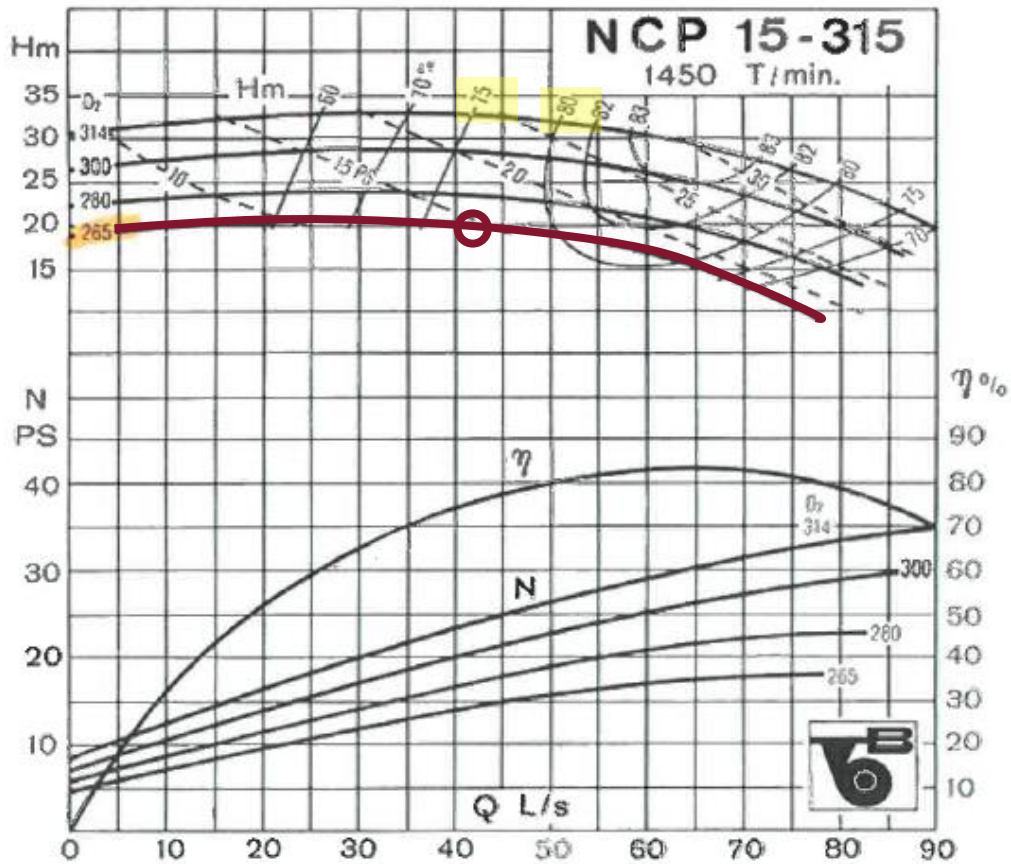
Beispiel 2: Fernleitungspumpen für Werkareal



Umlenkschaltung bei allen Verbrauchergruppen führt zu konstantem Volumenstrom.

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Beispiel 2: Fernleitungspumpen für Werkareal



Betriebspunkt der Pumpe ist in Ordnung. Redimensionierung ergibt nur geringe Einsparung.

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

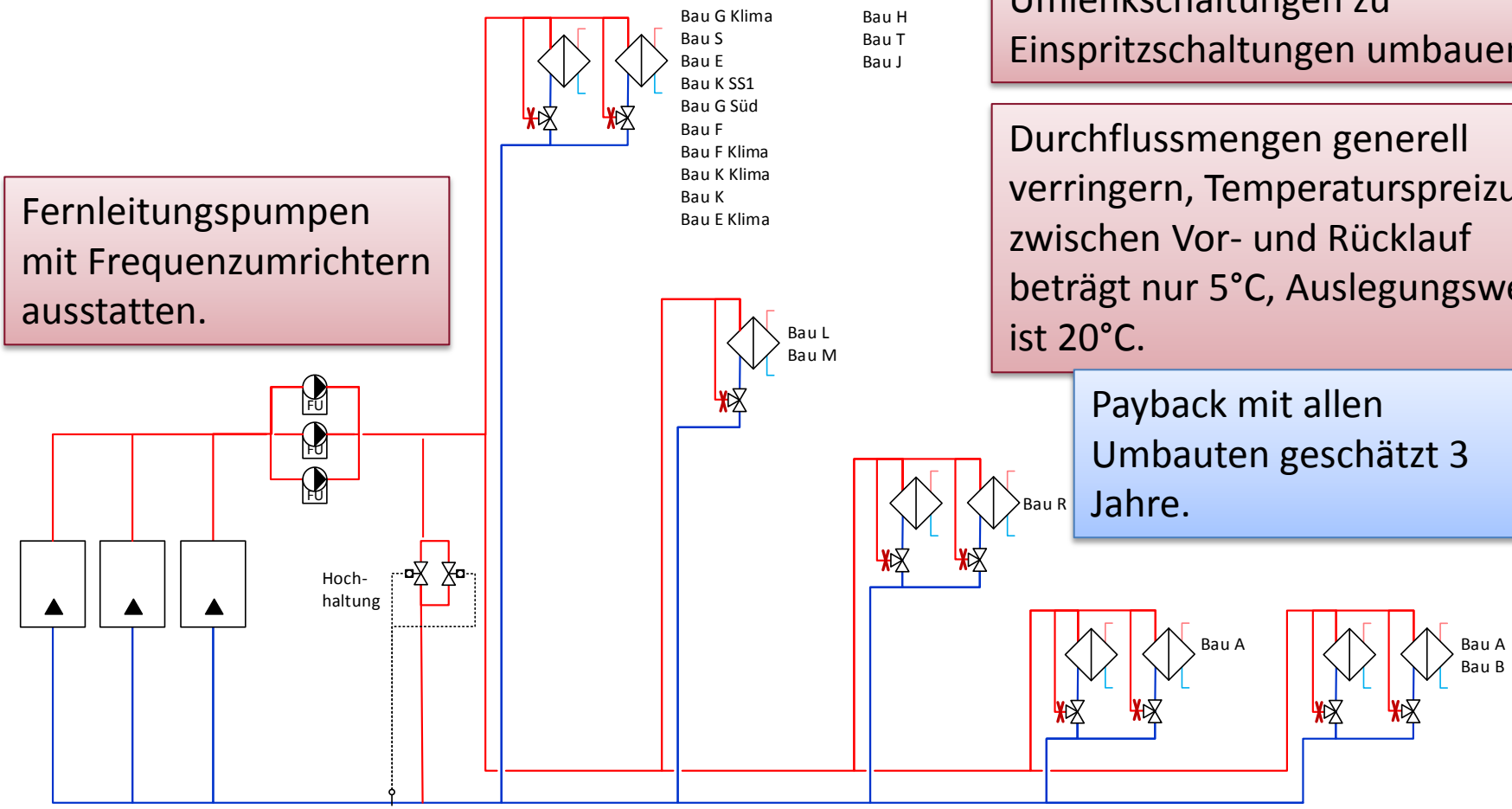
Beispiel 2: Fernleitungspumpen für Werkareal

Fernleitungspumpen mit Frequenzumrichtern ausstatten.

Umlenkschaltungen zu Einspritzschaltungen umbauen.

Durchflussmengen generell verringern, Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf beträgt nur 5°C, Auslegungswert ist 20°C.

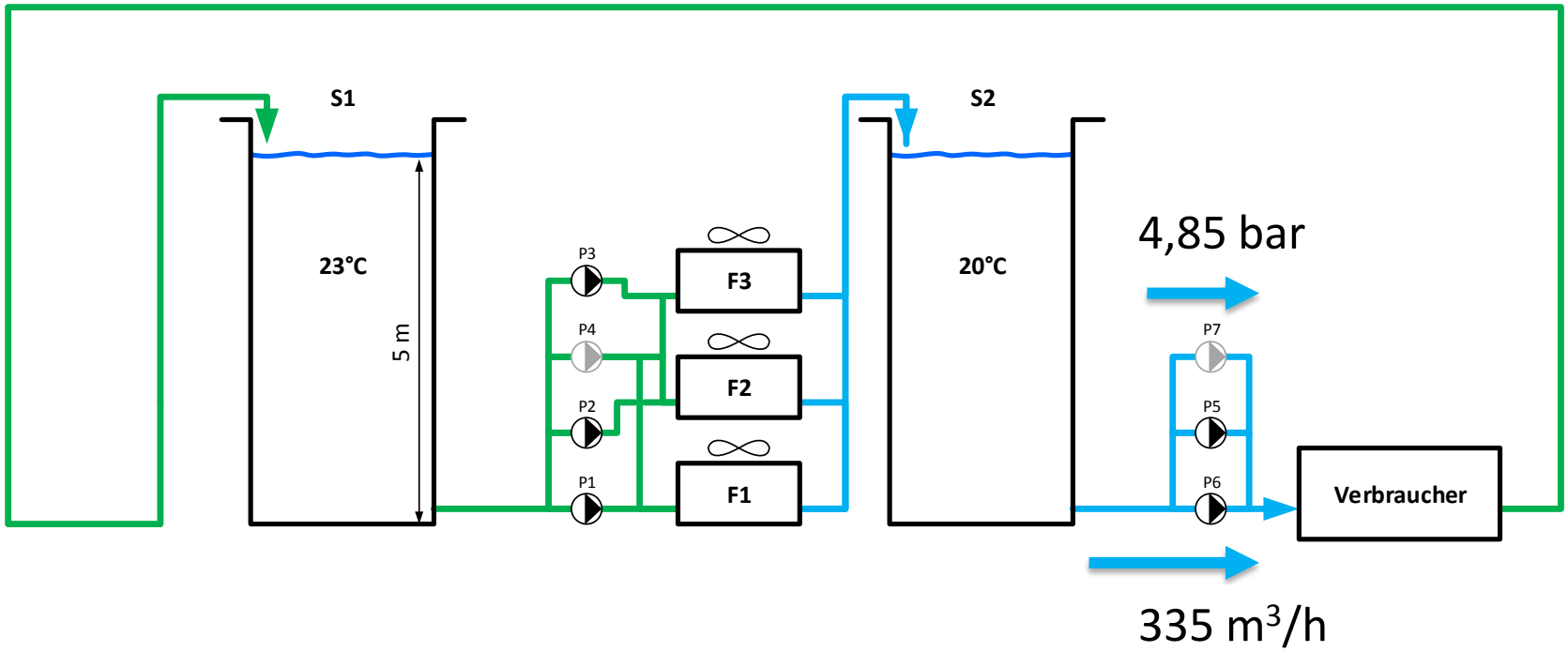
Payback mit allen Umbauten geschätzt 3 Jahre.



SPEED
Optimisation énergétique des entraînements électriques

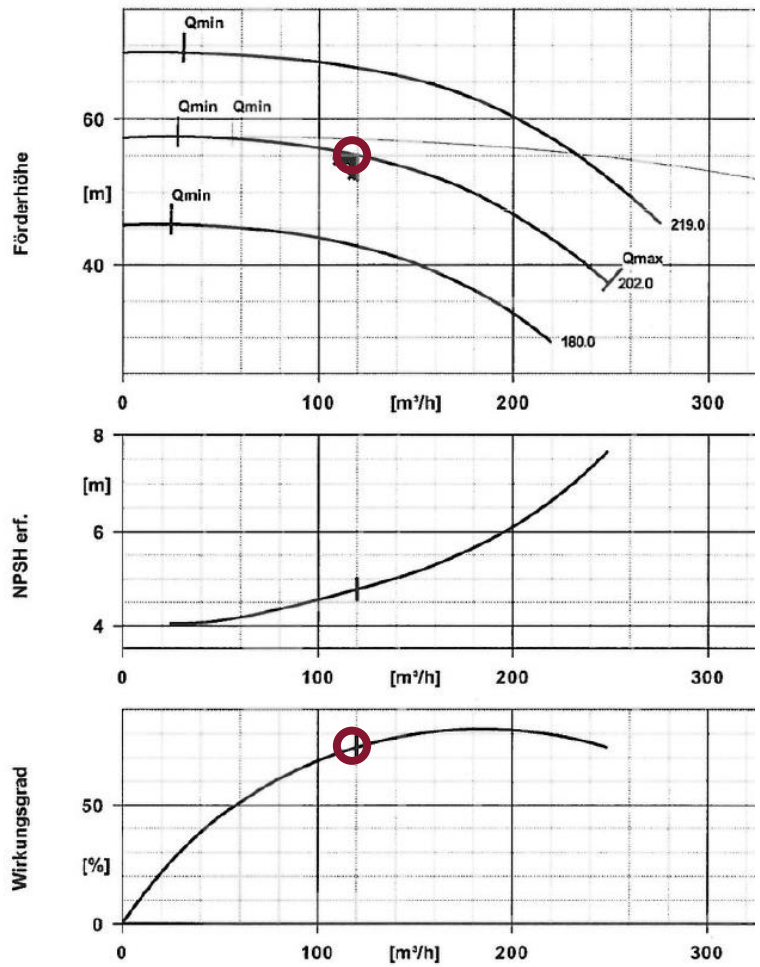
Beispiel 3: offenes Kaltwassernetz

grosse Durchflussmenge und grosse Druckdifferenz ergibt grosse Pumpenleistung (2 x 30 kW).



SPEED
Optimisation énergétique des entraînements électriques

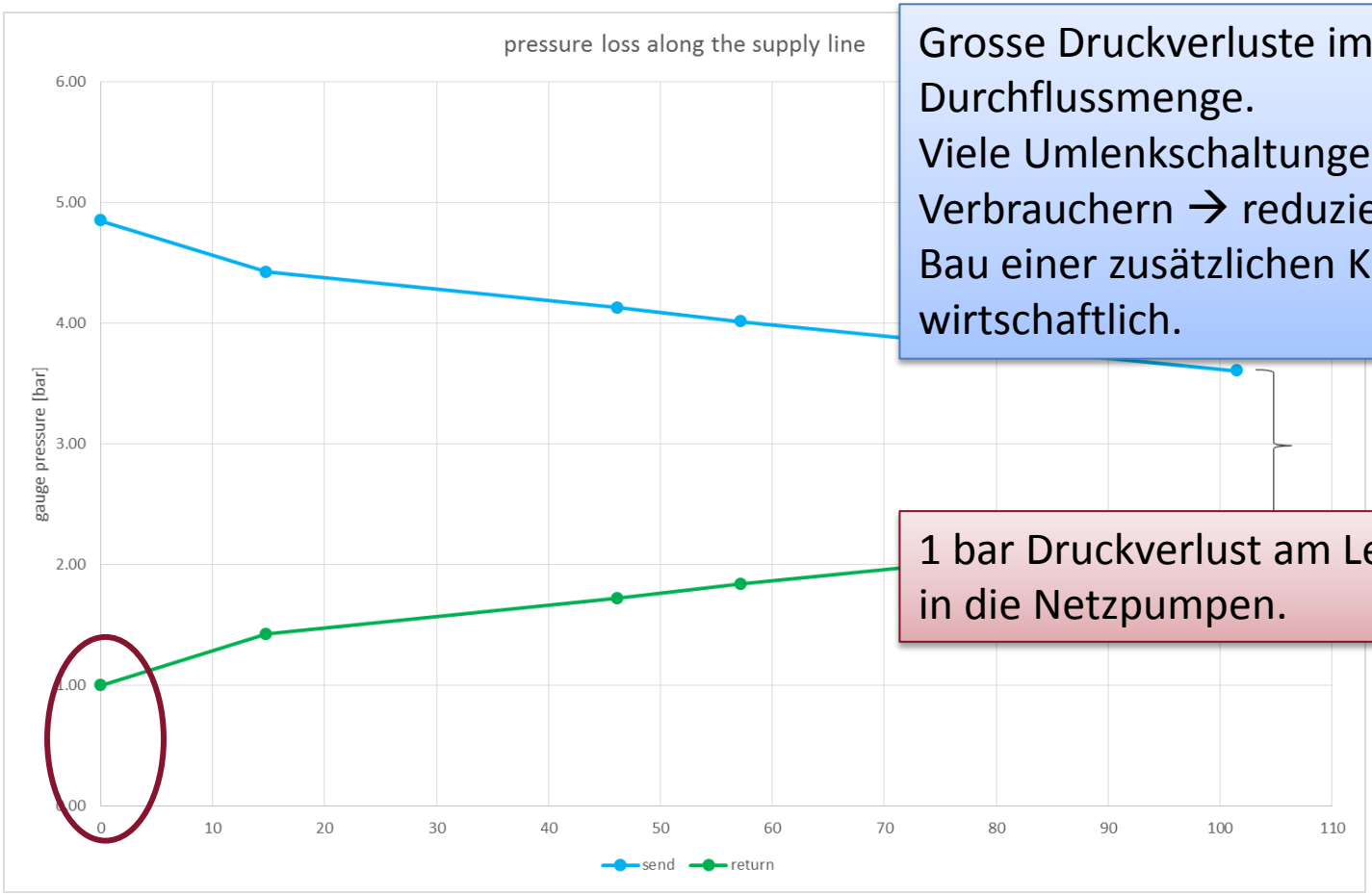
Beispiel 3: offenes Kaltwassernetz



Pumpen laufen in einem guten Betriebspunkt, Wirkungsgrad ca. 75%

SPEED
Optimisation énergétique des entraînements électriques

Beispiel 3: offenes Kaltwassernetz



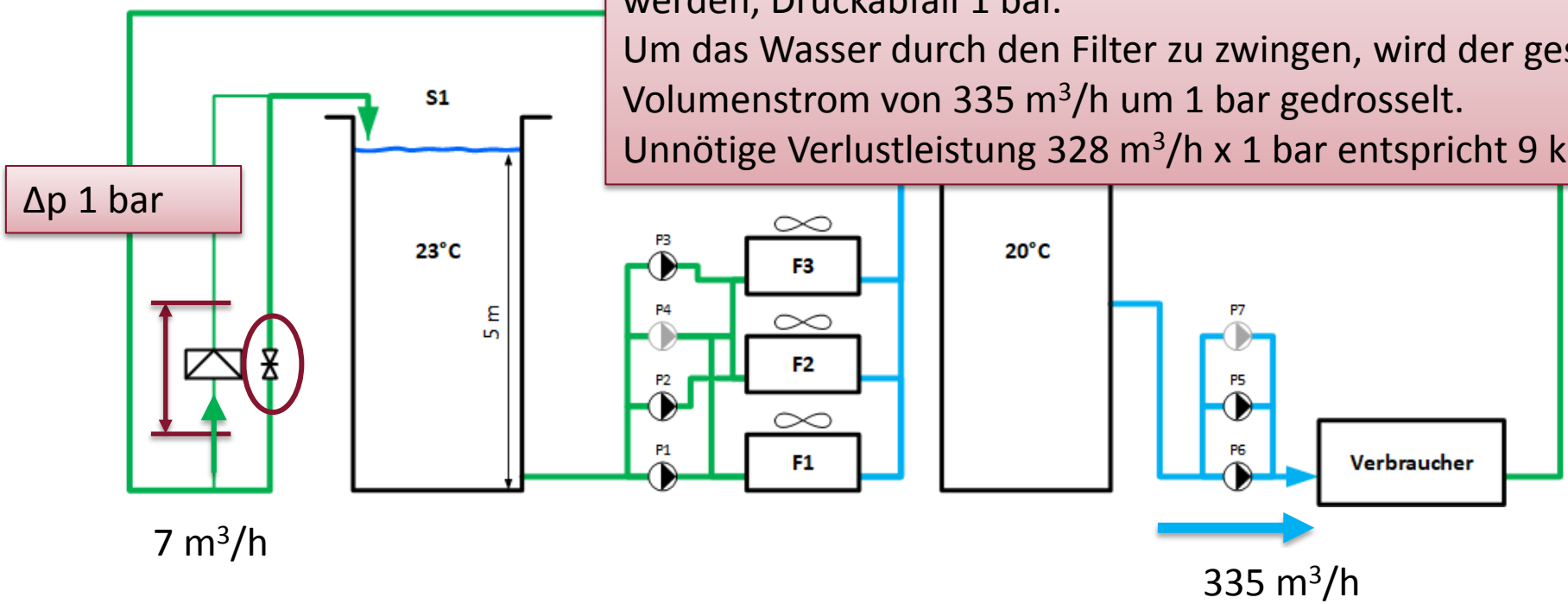
Grosse Druckverluste im Netz wegen der hohen Durchflussmenge.
Viele Umlenkschaltungen bei den Verbrauchern → reduzieren.
Bau einer zusätzlichen Kaltwasserleitung wäre wirtschaftlich.

1 bar Druckverlust am Leitungsende vor Eintritt in die Netzpumpen.

SPEED
Optimisation énergétique des entraînements électriques

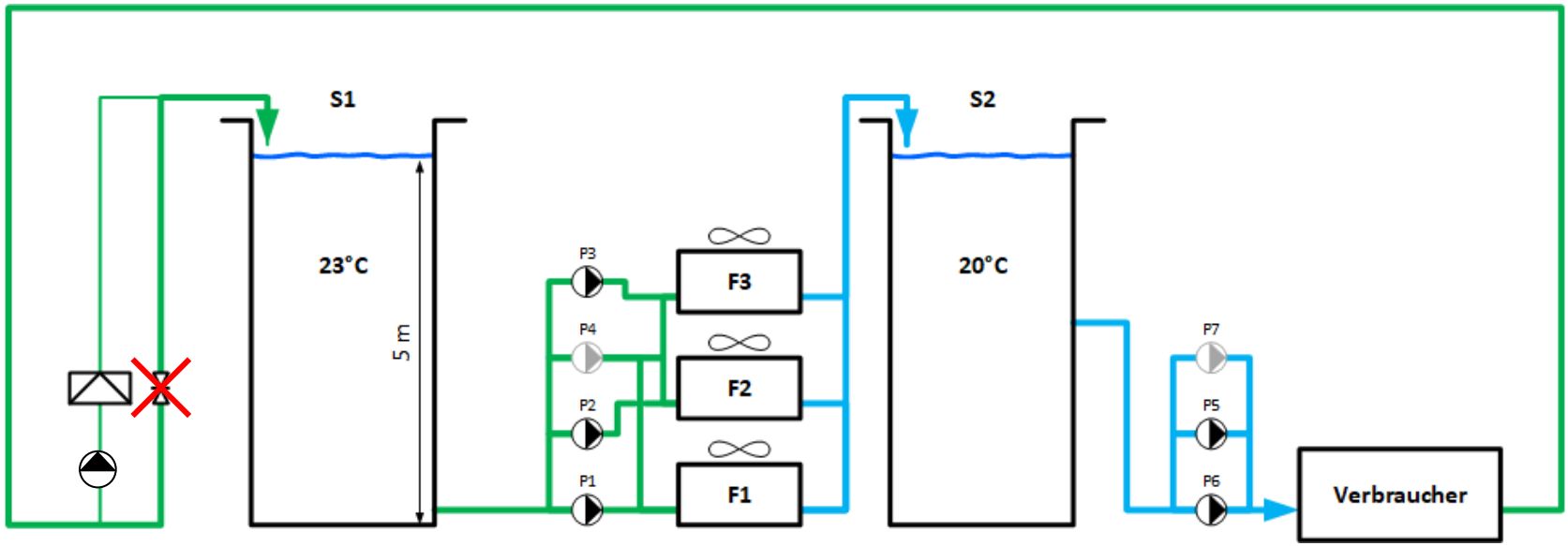
Beispiel 3: offenes Kaltwassernetz

Einbau Schmutzfilter:
2% des Volumenstroms müssen über einen Filter geführt werden, Druckabfall 1 bar.
Um das Wasser durch den Filter zu zwingen, wird der gesamte Volumenstrom von 335 m^3/h um 1 bar gedrosselt.
Unnötige Verlustleistung 328 m^3/h x 1 bar entspricht 9 kW.



SPEED
Optimisation énergétique des entraînements électriques

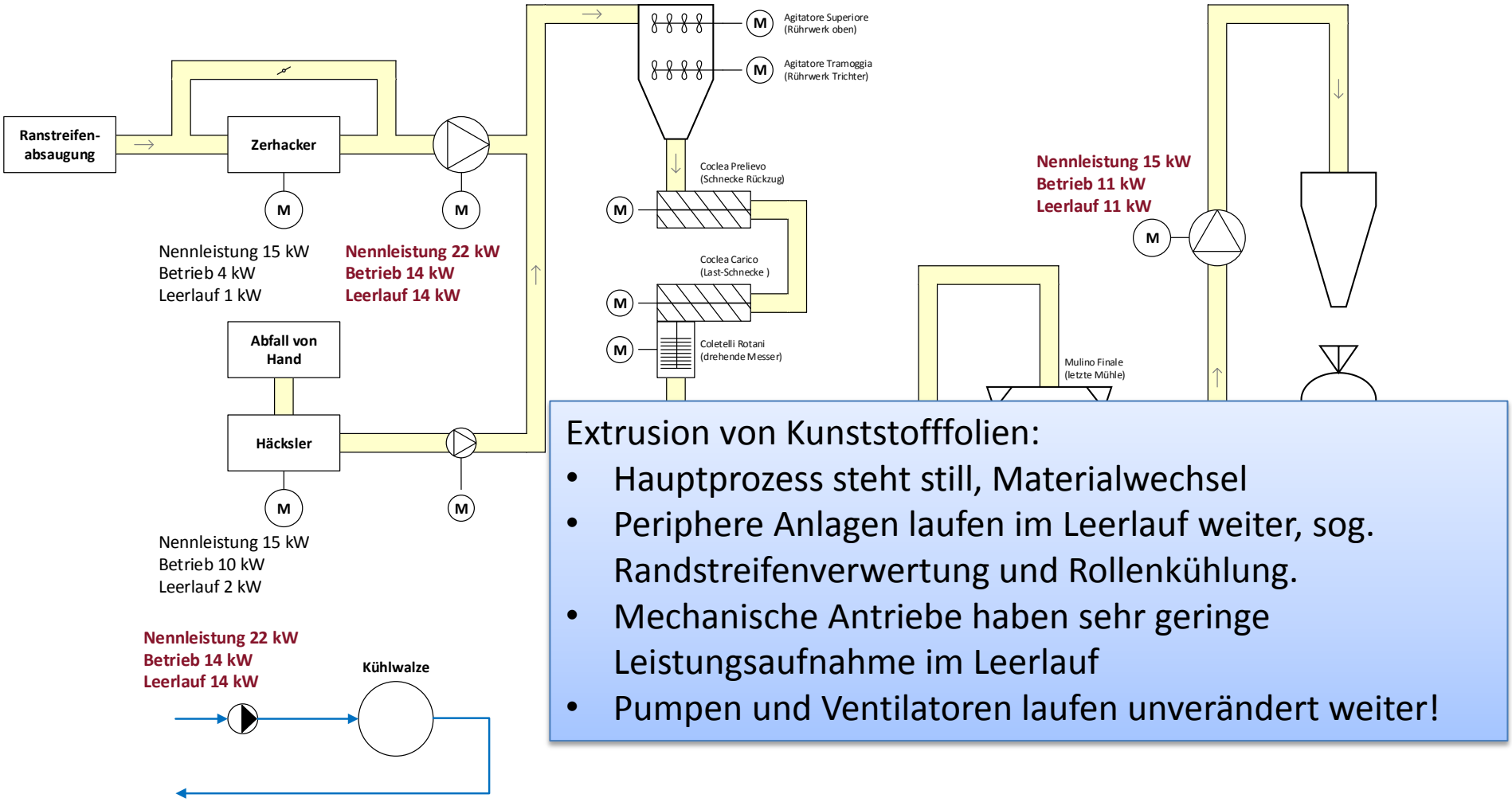
Beispiel 3: offenes Kaltwassernetz



Einbau einer kleinen Pumpe für den Druckabfall des Filters. Drosselung im Haupt-Volumenstrom entfernen.
9.1 kW – 0.3 kW = 8.8 kW
8.8 kW x 8000 h = 70 MWh

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Betrieb ohne Nutzen



Extrusion von Kunststofffolien:

- Hauptprozess steht still, Materialwechsel
- Periphere Anlagen laufen im Leerlauf weiter, sog. Randstreifenverwertung und Rollenkühlung.
- Mechanische Antriebe haben sehr geringe Leistungsaufnahme im Leerlauf
- Pumpen und Ventilatoren laufen unverändert weiter!

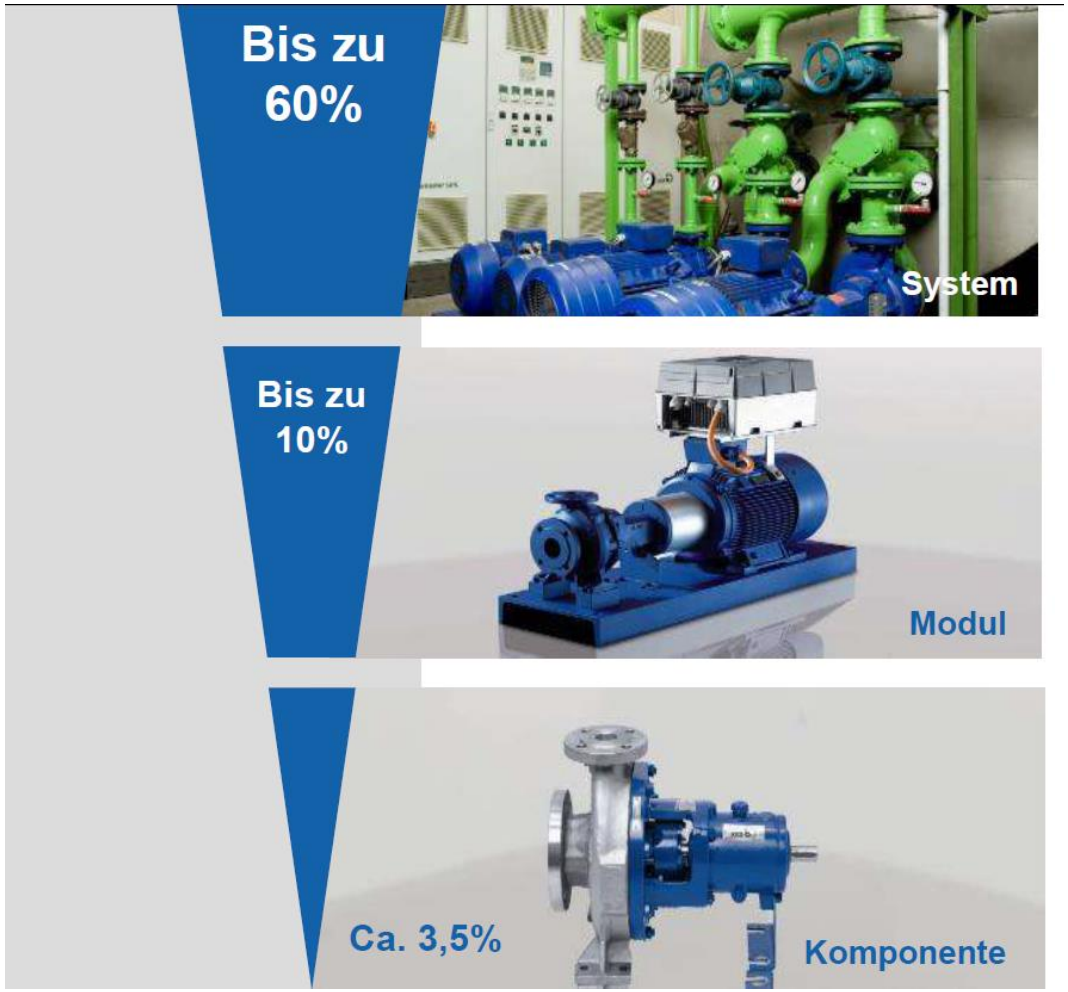
SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Erkenntnisse aus 3 Jahren SPEED

- Einsparpotenzial ist immer noch riesig. Potenziale sind überall vorhanden.
- Am erfolgversprechendsten sind wenig beachtete Nebenprozesse (Kälteversorgung, ältere Heizungsnetze, Wasserversorgung)
- Hauptprozesse, Medientransport: grosse Leistungen, lange Laufzeiten aber weniger gravierende Fehler.
- Einsatz von Frequenzumrichtern (mit Regelung) ist noch lange nicht ausgereizt.
- Viele veraltete Hydraulische Schaltungen im Einsatz, gerade bei grossen Verteilnetzen.

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Erkenntnisse aus 3 Jahren SPEED



Nebenprozesse: viele Systemfehler, veraltete Technologie, keine FU, sehr grosse Einsparpotenziale

Hauptprozesse: grosse Leistungen, lange Laufzeiten. Ersatz Komponenten in Betracht ziehen.

21 I S-E172 I Heiko Flurschütz I 2012 I KSB

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Erkenntnisse aus 3 Jahren SPEED

- Förderprogramm SPEED wirkt als Türöffner. Aussicht auf Rückerstattung der Messkosten löst Analysen aus.
- Förderung von Massnahmenumsetzung ist nicht notwendig:
  - Fall 1: Analyse zeigt hoch wirtschaftliche Massnahmen auf → werden sofort und ohne Fördergelder umgesetzt.
  - Fall 2: Analyse zeigt knapp wirtschaftliche Massnahmen auf (Payback > 4 Jahre). Förderbeitrag reicht nicht aus, um der Massnahme zum Durchbruch zu verhelfen. Unternehmen setzt andere Prioritäten.
- Empfehlung BFE: Förderung von Analysen ähnlich wie bei Pinch-Analyse ist am wirksamsten. Analyse deckt Potenziale in der ganzen Breite auf. Wirtschaftlichste Massnahmen werden schnell umgesetzt (z.T. durch reine Betriebsoptimierung).

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Unternehmen: Potenziale nutzen

- **Geld ist vorhanden:**
  Dank dem Geld aus den Netzzuschlägen (ProKilowatt) ist sehr viel Fördergeld verfügbar. Seit langem hängige Projekte jetzt in Angriff nehmen.
- **Wissen ist vorhanden:**
  Grössere Unternehmen: eigenen Energieingenieur einstellen oder Mitarbeiter ausbilden. Angebot für Weiterbildung ist vielfältig.
- **Ressourcen vorhanden?**
  Ertragslage in vielen Branchen nicht rosig, Personalbestand optimiert. Kompetente Mitarbeiter sind chronisch überlastet. Grosses Hindernis für Umsetzung von komplexeren Massnahmen.

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Unternehmen: Potenziale nutzen

ProEPA

PUMPIND

SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Energieeffizienz und Erneuerbare Energien

Aus- und Weiterbildungen in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien sind zahlreich.

Höhere Berufsbildung

Energieberater/in Gebäude BP
Energie- und Effizienzberater/in HFP
Projektleiter/in Solarmontage BP
Techniker/in HF Energie und Umwelt

Spezialisierung

Solarkompetenz für Baufachleute, diverse Kurse
Solarteur/-in, diverse Kurse
Solarstrom Basis, Swissolarkurse
Solarstrom Planer, Swissolarkurse
Solarwärme Basis, Swissolarkurse
Solarwärme Planung, Swissolarkurse

UMWELTPROFIS.CH
OdA Umwelt • Netzwerk der Cleantech- und Umweltberufe

Hochschulberufe (Bachelor of Science)

Energie- und Umwelttechnikingenieur/in FH
Energie- und Umwelttechnik FH
Erneuerbare Energien und Umwelttechnik FH

Hochschulberufe (Master of Science)

Energy and Environment (EE) FH (Englisch)
Energy Management and Sustainability (Englisch)

Weiterbildungen (DAS, CAS, MAS)

CAS Bauphysik im Holzbau
CAS Energie in der Gebäudetechnik
CAS Energie und Ressourceneffizienz
CAS Energieberatung
CAS Energieberatung in Betrieben
CAS Energiemanagement
CAS Energieoptimiertes Entwerfen und Konstruieren
CAS Erneuerbare Energien
CAS Photovoltaik
CAS Photovoltaik und Solarthermie im Gebäude
CAS Solararchitektur
CAS Solare Wärme
CAS Solarthermie
DAS Energieexpert/in Bau
DAS Renewable Energy Management (Englisch)
MAS Energie und Ressourceneffizienz
MAS Energiesysteme

SPEED – Optimierung elektrische Antriebe

SPEED
energetische Optimierung von elektrischen Antrieben

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

www.dmeag.ch

www.speed-program.ch

Thomas Grieder
Dipl. El. Ing. ETH
Dipl. Energieing. NDS/FH
Projektleiter

Tel: +41 56 444 25 51
thomas.grieder@dmeag.ch