Energieeffiziente Regelung der Belüftung beim Belebungsverfahren

Dr.-Ing. G. Seibert-Erling

Maschinenbauingenieur

Spezialisierung: Mess- und Regelungstechnik

Dissertation (1992): Regelung von Kläranlagen

Geschäftsführer der setacon GmbH
Beratungsleistungen Umwelt, Verfahren, Energie

Persönliches Mitglied in VDI und DWA

Mitglied in folgenden Gremien
- DWA FA KEK10 Energie
- DWA KEK 10.2 Abwasserwärme
- DWA AG 6.5 Durchmischung und Belüftung

Inhalt und Gliederung

(1) Belüftungssystem und Belüftungsregelung

Druckbelüftung, Aggregate, (konventionelle) Regelung

(2) Regelungstechnik, Energieeffizienz

Grundlagen, energetische Kennwerte

(3) Verbesserungsmöglichkeiten

Schwachstellen, Erfahrungen (aus 25 Jahren!)
Trends, Aggregateauswahl, Dimensionierung, Staffelung

(4) Lösungen, Praxisbeispiele

Nachrüstung effizienter Verdichter
Verbesserung bestehender Regelungen

(5) Zusammenfassung

Wirtschaftliche Optimierungspotenziale

Ergänzungen zum Vortrag

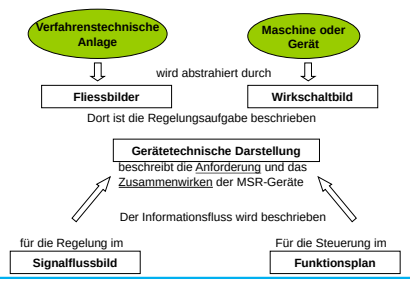
Regelungsarten, -strukturen und -methoden

Regelungsarten
- Selbsttätige Regelung
- Handregelung
- Festwertregelung
- Folgeregelung
- Zeitgeführte Regelung

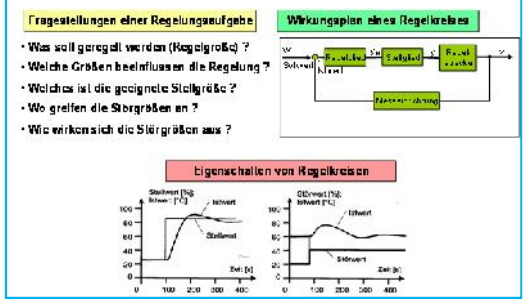
Regelungsstrukturen
- Mehrpunktregelung
- Kaskadenregelung
- Verhältnisregelung
- Regelung mit Störgrößenaufschaltung
- Ablöseregelung (Override)
- Regelung mit Bereichsaufspaltung (split range)

neue Regelungsmethoden
- Fuzzy
- Neuronale Netze
- IMC
- Prädiktive Verfahren
- Zustandsregelung

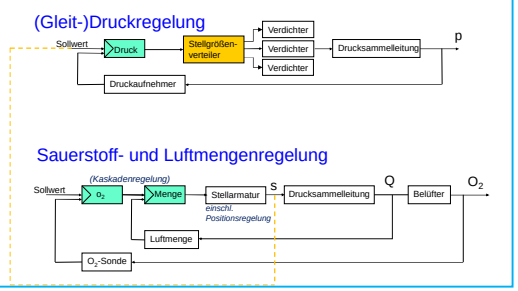
Planungsunterlagen der Regelungstechnik



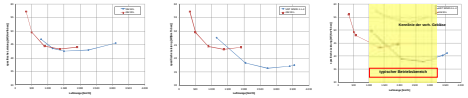
Entwurf einer Regelung



Grundstruktur einer Belüftungsregelung

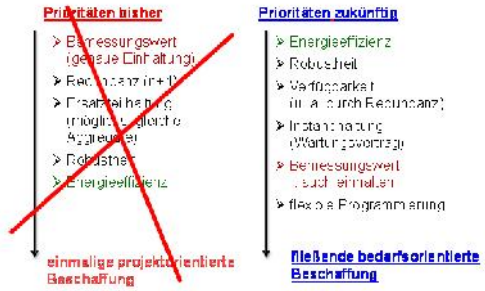


Systematische Vorgehensweise



- Der Belastungszustand (Luftmenge) anhand von Betriebsdaten aus zurückliegenden Jahren analysieren (Erzielte Reinigungsleistung und Energieverbrauch im üblichen Rahmen?)
- Verschieben sich die ermittelten Auslegungsdaten durch weitere Optimierungen (Austausch von Belüftern, Veränderung von Sollwerten, neue Gebläse/Verdichter, geänderte Belastung, etc.)?
- Dimensionierung aufgrund der größten Häufigkeit der Belastungswerte mit einem einzigen möglichst energieeffizienten Aggregat („**Rennpferd**").
- Für die seltener auftretenden Betriebszustände Aggregate ergänzen, so dass Forderungen nach Verfügbarkeit, Überdeckung und robustem Betrieb erfüllt werden („ **Ackergaul**").
- Grundsteine für energieeffizienten Betrieb und gute Regelung

Paradigmenwechsel



Einteilung der Messtechnik – früher - heute

1990 – 2010 (… in der Verfahrenstechnik)

Betriebs-messtechnik	Prozess-messtechnik	Analysen-messtechnik	Labor-messtechnik
Temperatur Durchfluss Füllstand Druck Stellung	pH Leitfähigkeit	Sauerstoff Trübung Schlamm-spiegel	BSB CSB TOC Wasserinhalts-stoffe Toxizität

heute (… in der Abwassertechnik)

Prozess-messtechnik	Prozessanalysen-messtechnik	Betriebs-analytik

Mess- und Regelungstechnik in abwassertechnischen Anlagen DWA

Kontakt:

Platzhalter für Foto

Name: Dr. Johannes Broll, René Mannel
Firma: Berliner Wasserbetriebe
Straße: Neue Jüdenstrasse 1
Postleitzahl/Stadt: 10179 Berlin
Land: Deutschland
Email: johannes.broll@bwb.de, rene.mannel@bwb.de

ENERGETISCHE OPTIMIERUNG UND AUTOMATISIERUNG VON KREISELPUMPEN IM PARALLELBETRIEB

Folien stehen im Großformat zum Download bereit unter www.setacon.de

Belüftungssystem

Alles ganz einfach – oder doch nicht?

Anlagen der Wasser- und Abwasserwirtschaft werden so ausgelegt,

- dass sie die gesetzlichen Grenzwerte einhalten und
- die Investitionskosten und die Bauzeiten möglichst gering sind.

Das einwandfreie Funktionieren der relativ einfachen „feldnahen“ Regelungen ist für den störungsarmen und ökonomischen Betrieb einer meist recht komplizierten Anlage ganz wesentlich.

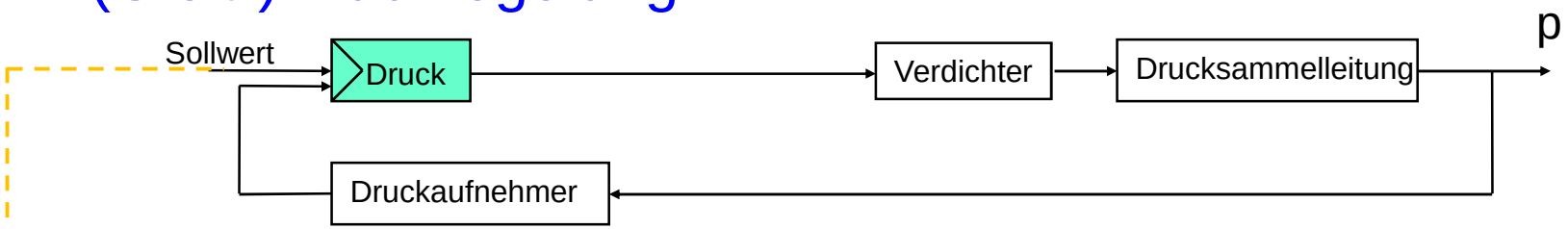
Wegen des Zeit- und Kostendrucks werden solche Regelungen aber oft etwas stiefmütterlich behandelt, und manchmal ist auch ein gewisser Dilettantismus nicht zu verkennen.

Sparen an Sachkunde wie an Zeit birgt aber die Gefahr, dass anschließend mit unverhältnismäßigem Aufwand nachgebessert werden muss.

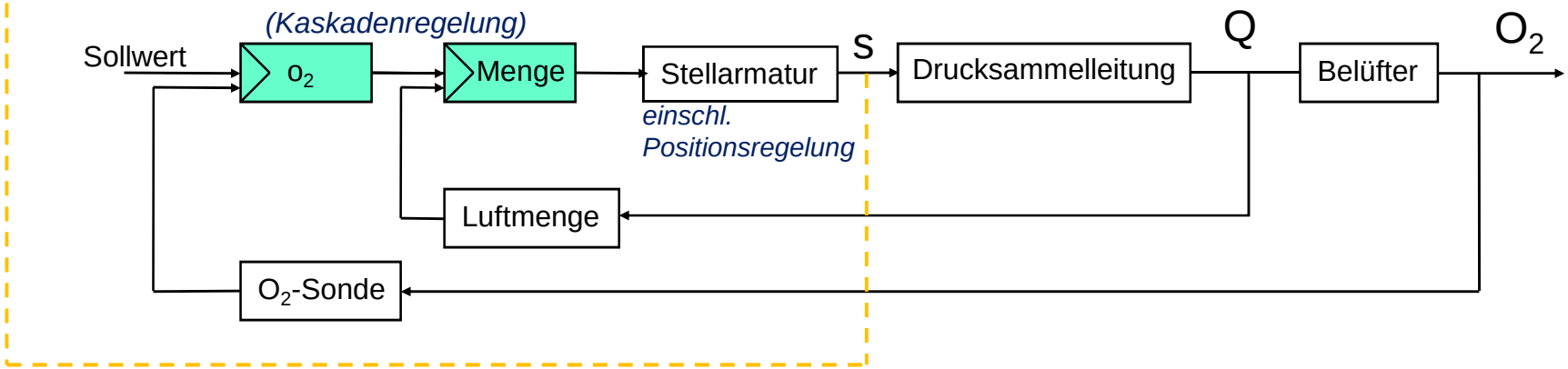
Hertlein, K.: Alles ganz einfach – oder doch nicht? Zur Umsetzung von Regelungskonzepten für den Sauerstoffeintrag
In: VDI-Berichte 1516 (Hg.): Mess- und Regelungstechnik in abwassertechnischen Anlagen, Konzepte, Erfahrungen, Trends
Langen, Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Verlag, 1999

Grundstruktur einer Belüftungsregelung

(Gleit-)Druckregelung

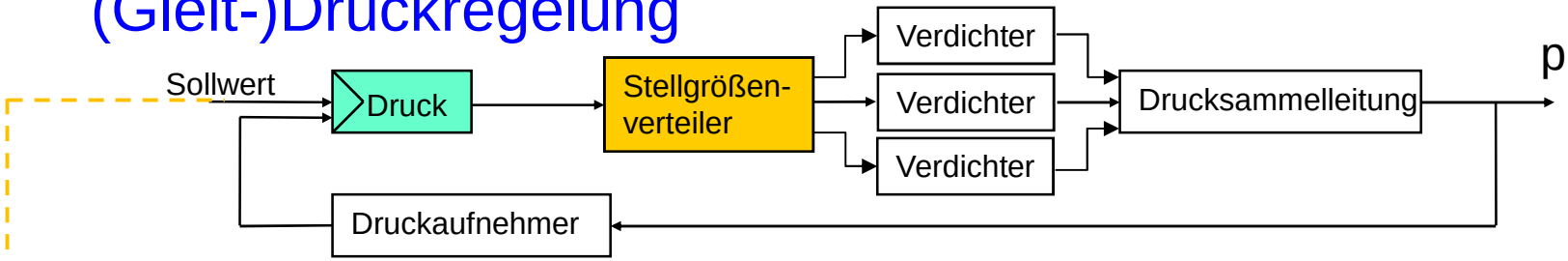


Sauerstoff- und Luftmengenregelung

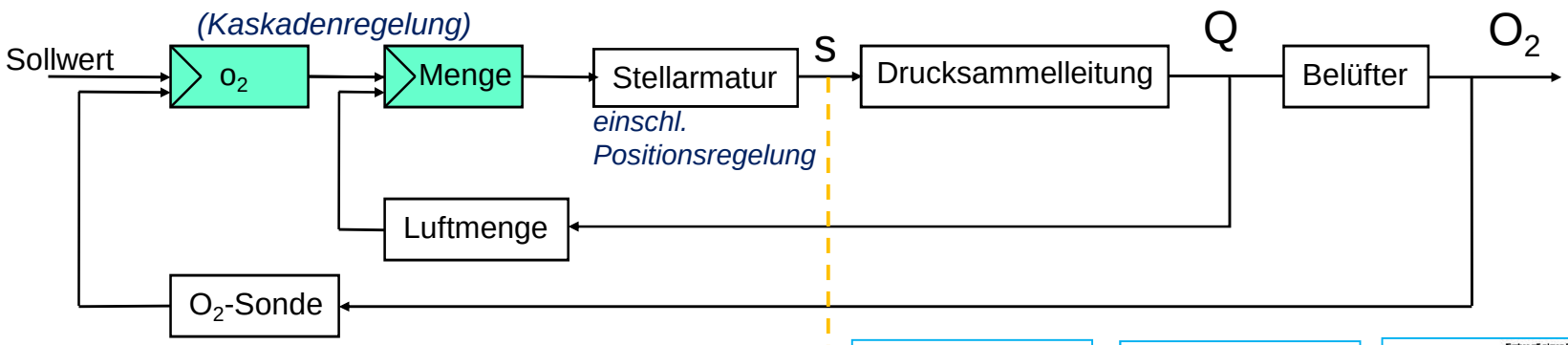


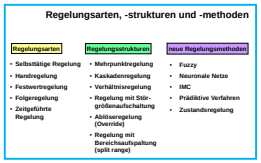
Grundstruktur einer Belüftungsregelung

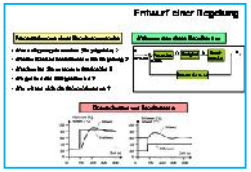
(Gleit-)Druckregelung



Sauerstoff- und Luftmengenregelung







Ursachen erhöhten Energieverbrauchs

- **Ineffektive Verfahrensführung**
  Reinigungsverfahren, Schlammalter, Durchmischung (*)
- **Belüfterelemente**
  falsche Auslegung, Anordnung, Ablagerungen, mangelnde Wartung (*)
- **Drucklufterzeuger**
  Auslegung, Betriebsbedingungen, Verschleiß
- **Ungünstige Betriebsverhältnisse**
  undefinierte Verhältnisse (0,3 – 0,8 mg/l vermeiden) (*)
- **Unzulängliche EMSR-Technik**
  instabiles Verhalten, „seltsame“ Regler, Messfehler
- **Instandhaltungsdefizite**
  Lagerschäden, Rückschlagklappen, Kondensat, Filter (*)
-

(*) nach Unterlagen von Prof. Wagner (2001)

Einflüsse auf die Energieeffizienz

- **Verdichter**
  Bauart: Drehkolbengebläse, Schraubenverdichter, Turboverdichter
  Dimensionierung: gewählter Betriebsbereich vs. Auslegungspunkt
- **Aggregategruppe/Gebläsestation**
  Kombination: gleichartige Aggregate oder Mix mehrerer Bauarten
  Staffelung: Maschinengröße, Überdeckungsgrad
  Anpassung: Betriebsverhalten bei realer Belastung (Kennlinie)
  Ansaugung: Raumluft oder Außenluft (Rohransaugung)
- **Luftverteilung**
  Rohrleitungen: Druckverluste
  Armaturen (Regulierschieber): Dimensionierung, Kennlinie
  Undichtigkeiten: Rohrkupplungen, Gebläseanschlüsse
- **Belüfter**
  Auslegung: Beaufschlagung, Anordnung
  Durchmischung: kombiniert mit Belüftung oder getrennte Aggregate
  Effizienz: Sauerstoffertrag, Wartung, Langlebigkeit
- **Automatisierung, Regelung**
  Regelungsstruktur, Parametrierung
  Messtechnische Ausstattung

Technische Regelwerke (neu < 3 Jahre)

Automatisierung

- **ATV-DVWK-M 265**
  Automatisierung der Sauerstoffzufuhr
- **ATV-M 266**
  Regelung des TS-Gehaltes
- **DWA-M 268**
  Automatisierung der N-Elimination

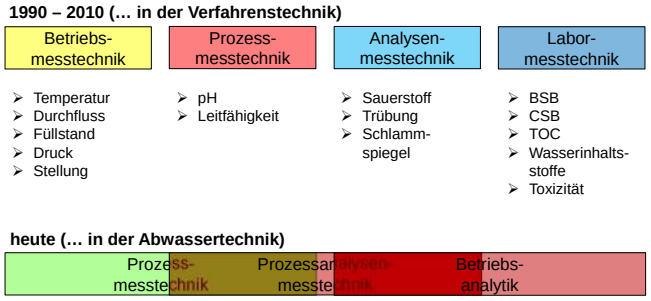
DWA-A 268 (Gelbdruck)
Automatisierung von einstufigen Belebungsanlagen

Einspruchsfrist bis 15.7.2015
Weißdruck vorauss. 2016

Energetische Kennwerte

- **DWA-A 216**
  Energiecheck und Energieanalyse
  Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen
- **DWA-M 229 T1**
  Systeme zur Belüftung und Durchmischung von Belebungsanlagen
  Teil 1: Planung, Ausschreibung und Ausführung
  Teil 2: Betrieb (in Vorbereitung, Gelbdruck 2015/2016)

Einteilung der Messtechnik – früher - heute



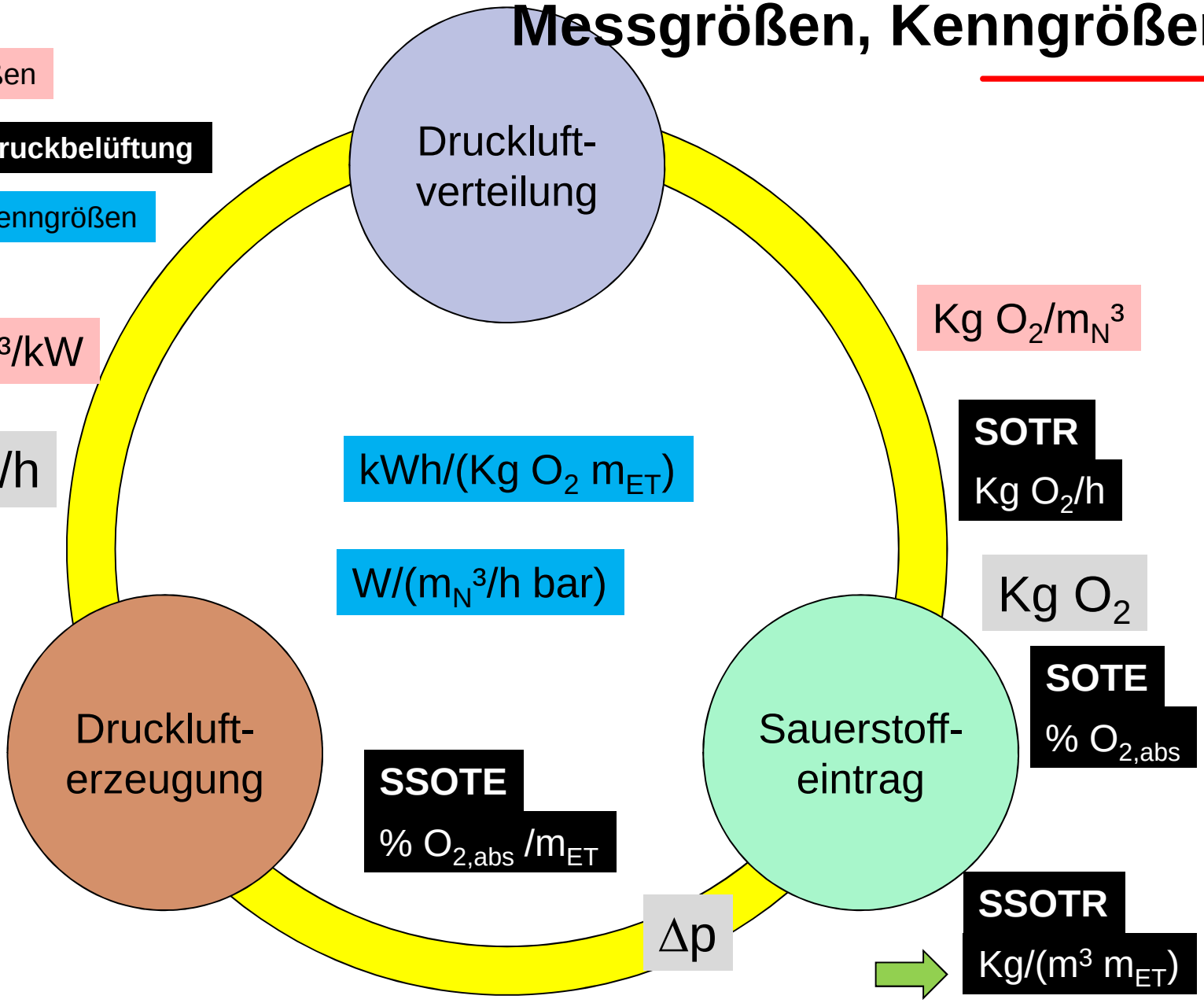
Messgrößen, Kenngrößen

Messgrößen

phys. Kenngrößen

Kenngrößen Druckbelüftung

Energetische Kenngrößen



Voraussetzungen für energieeffiziente Regelung

Bekannte Schwachstellen

- Nicht plausible Messwerte
- Nicht erkannt Defekte oder Verschleiß an Verdichtern
- Undichtigkeiten
- Schlechtes Regelverhalten (Instabilitäten)
- SPS/PLS-Programmierung nicht standardisiert und nicht transparent

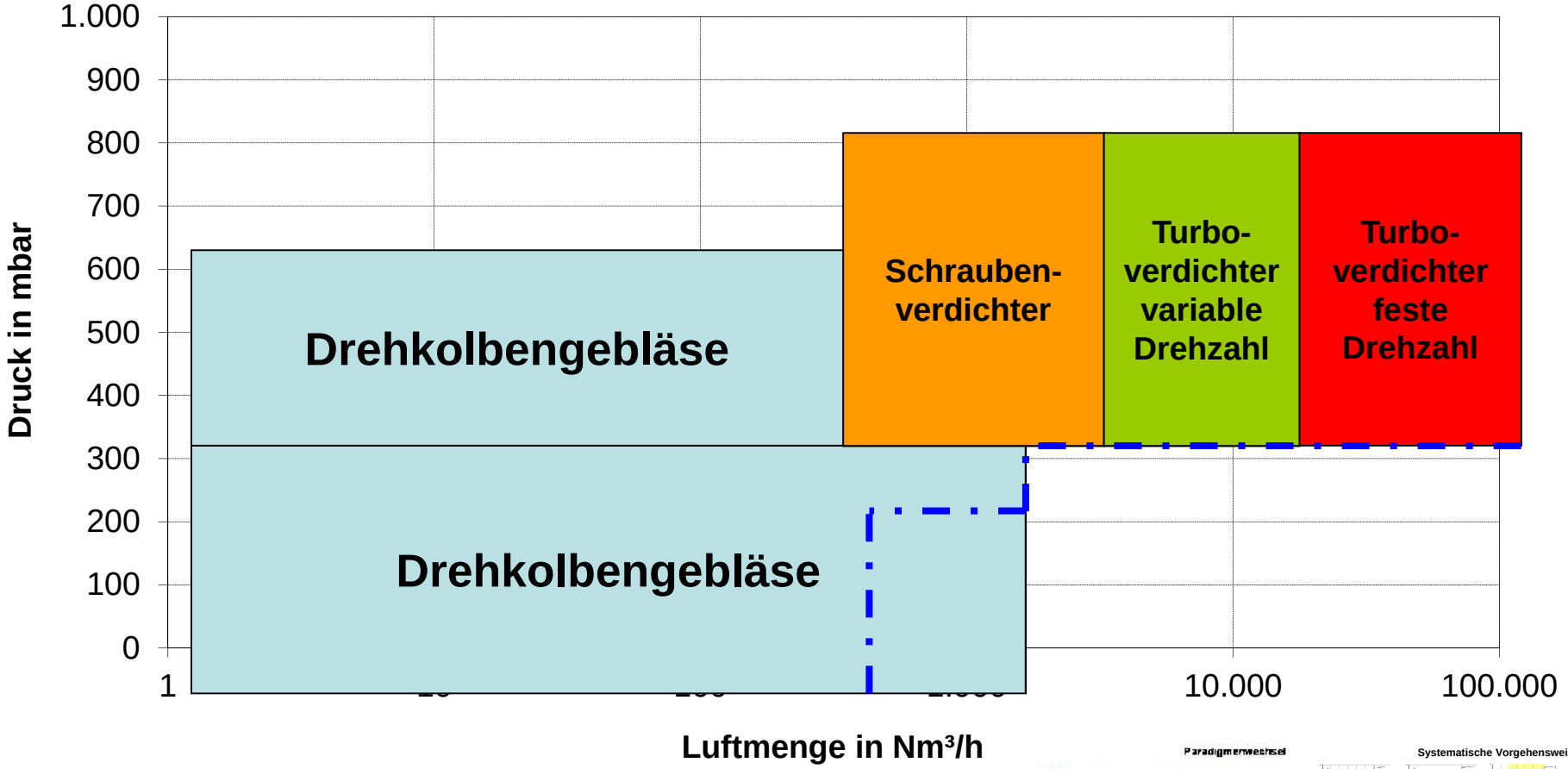
Neue Anforderungen

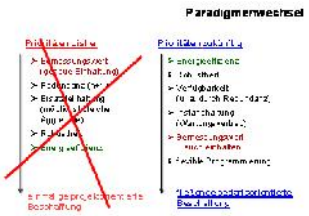
- Kombination unterschiedlicher Bauarten/Größen („Rennpferde“ und „Ackergäule“)
- Energieverbrauch senken bei hoher Reinigungsleistung (kein Widerspruch!)
- Flexibler Betrieb der Belebungsanlage (Zonen zu- und abschalten)
- Höhere Anforderungen an die Regelgüte
- Absehbaren Verschleiß (Belüfter) einkalkulieren (aber nicht überdimensionieren)
- Komplexität durch neue Technik („Industrie 4.0“) und bessere Ausstattung

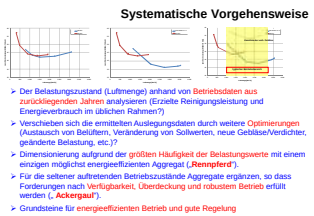
Drucklufterzeugung - Hersteller und Aggregate

Verdrängermaschinen			Strömungsmaschinen		
Gebläse ohne innere Verdichtung	**Verdichter** mit innerer Verdichtung		**Turboverdichter** mit Leitapparaten	**Turboverdichter** mit Drehzahlverstellung	
Drehkolben-gebläse	Hybrid-gebläse	Schrauben-verdichter	Siemens (HV-Turbo, KKK)	Sulzer (HST), Aerzener	Atlas Copco, Piller
Aerzener, Kaeser, Robuschi, Baratti, Becker, Rietschle, …					

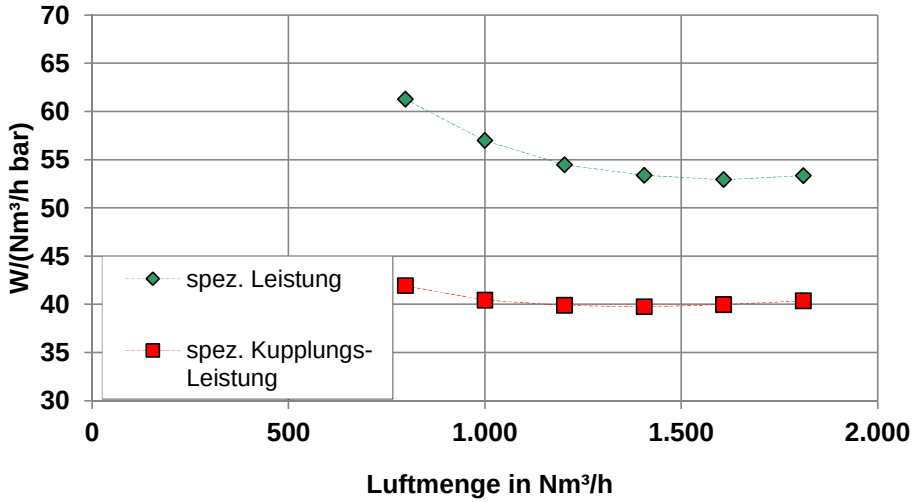
Einsatzbereiche unterschiedlicher Aggregate

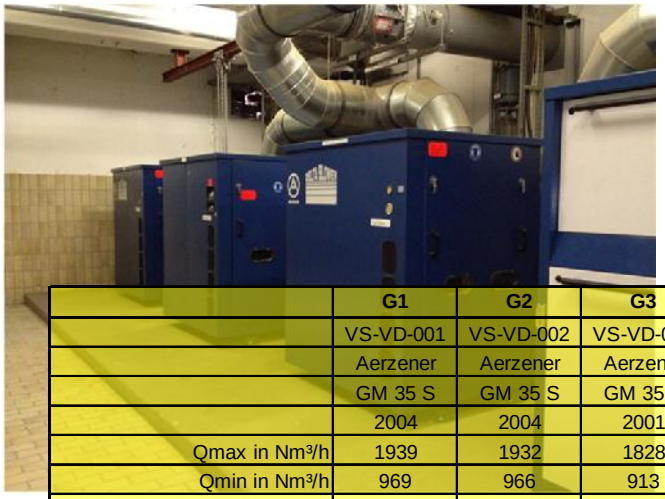




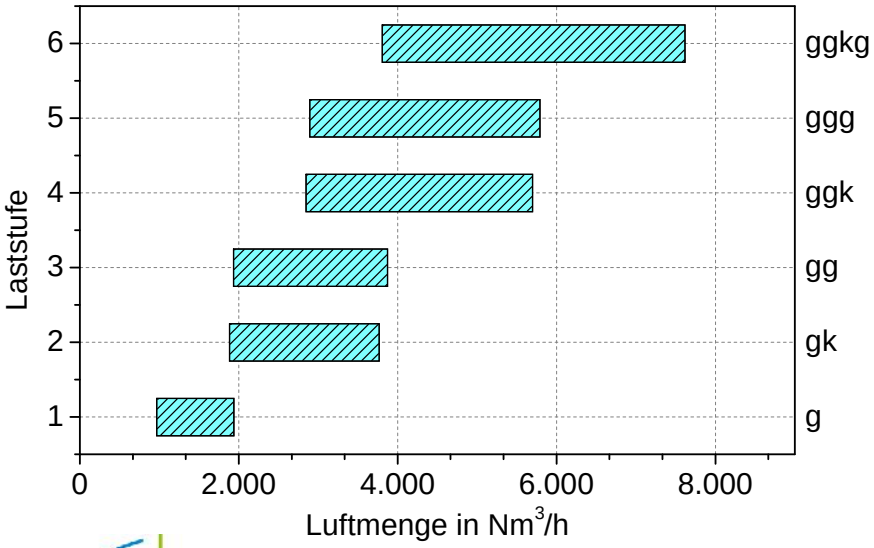


Kläranlage Darmstadt-Süd (Istzustand)



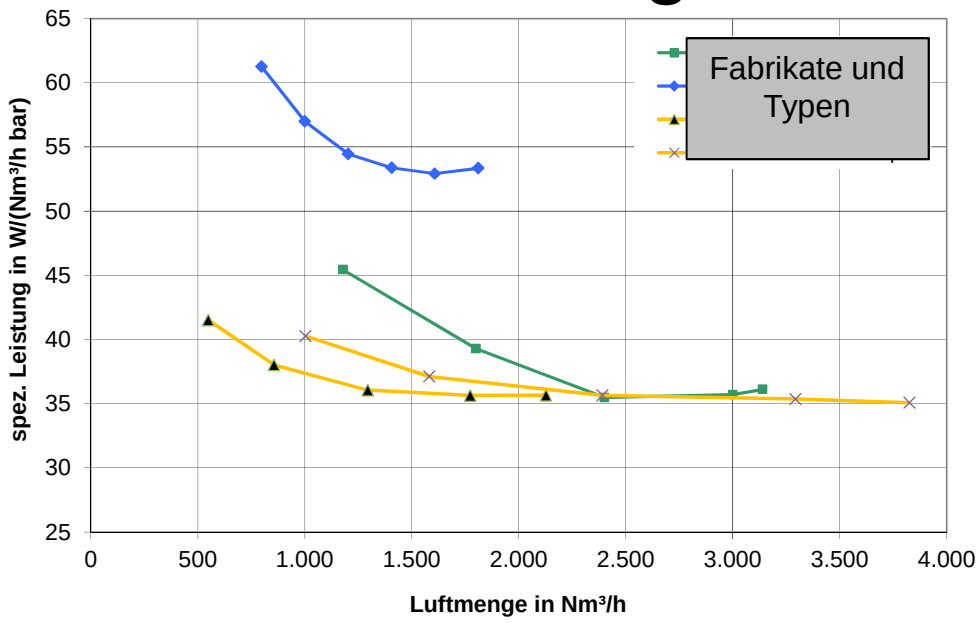


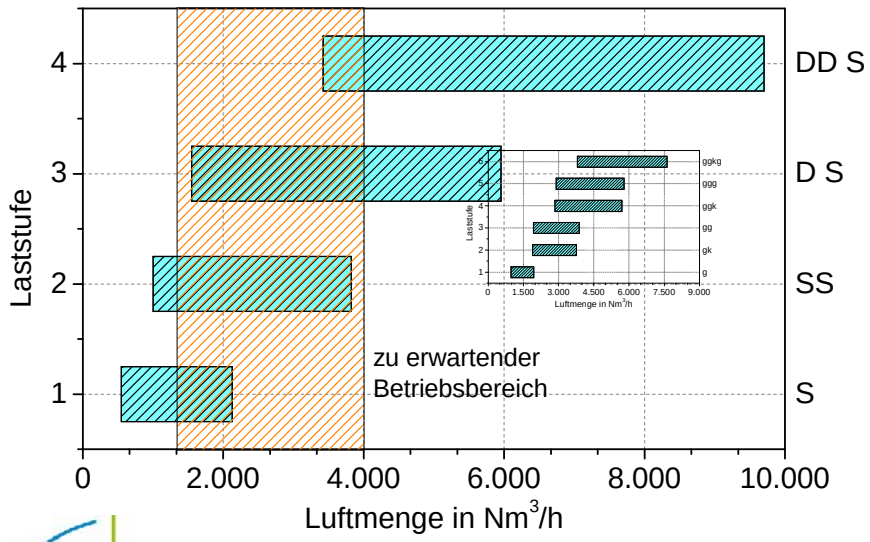
	G1	G2	G3	G4
	VS-VD-001	VS-VD-002	VS-VD-003	VS-VD-004
	Aerzener	Aerzener	Aerzener	Aerzener
	GM 35 S	GM 35 S	GM 35 S	GM 35 S
	2004	2004	2001	2009
Qmax in Nm³/h	1939	1932	1828	1919
Qmin in Nm³/h	969	966	913	958
Kupplungsleistung in kW	43,60	43,60	41,20	43,63
Motorleistung in kW	55,0	55,0	45,0	55,0



- Bestand: 4 Drehkolbengebläse
- typgleich, jedoch 1 Gebläse nachträglich kleiner übersetzt
- Regelung (deshalb) an den Anforderungen gewachsen
- SPS-Programm automatisch generiert und (deshalb) nicht kommentiert

Kläranlage Darmstadt-Süd Umbau 2015/16



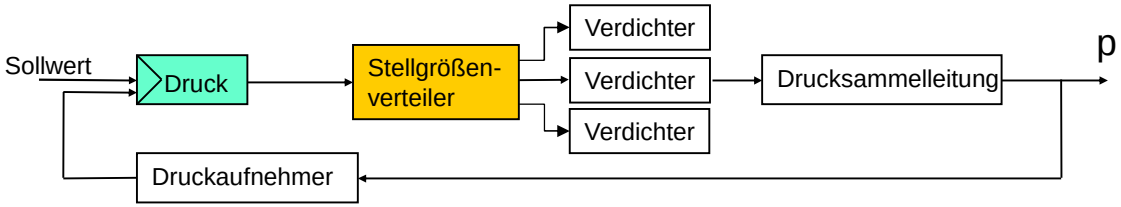


- Beschaffung von 2 neuen abgestuften Schraubenverdichtern
- Neue Verdichter decken den normalen Betriebsbereich vollständig ab
- Erwartete Effizienzverbesserung bzw. Einsparung ca. 30 - 35%
  20% durch neue und besser abgestufte Verdichter,
  15% aufgrund von Verschleiß an den alten Gebläsen
- Die verbleibenden zwei alten Gebläse diesen vorerst als Reserve
- Modernisierung später unter Berücksichtigung der gewonnenen Betriebserfahrungen
- …zeitlich fließende Modernisierung

Stellgrößenverteiler

bisher

- Gleich große Gebläse
- Sequenzielle Zuschaltung bei max. Leistung
- Nur eines der eingeschalteten Gebläse wird geregelt
- Regelkreisdynamik wird nicht angepasst trotz unterschiedlicher Kreisverstärkung

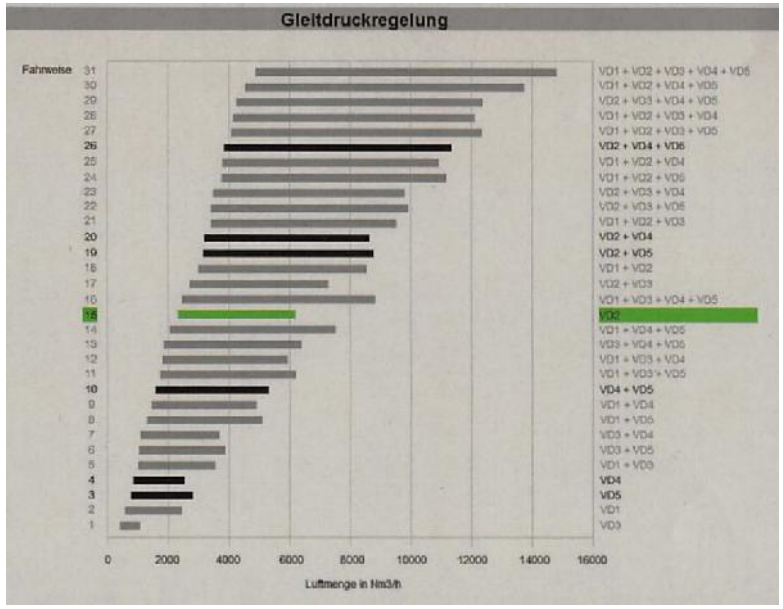


zukünftig

- Unterschiedlich große Drucklufterzeuger können gemeinsam betrieben werden
- Änderung allein durch Parametrierung, keine Programmierarbeiten erforderlich
- Nur eine einzige Universalgleichung zur Ansteuerung aller Gebläse
- Automatische Stellgrößenaufteilung (parametrierbar)
- Regelkreisdynamik in Berechnung berücksichtigt, keine Anpassung erforderlich
- verkürzte Inbetriebnahme, Einzelprüfung der Laststufen nicht erforderlich!

Kläranlage Köln-Rodenkirchen

G1 (Drehkolben, alt)	xmin	%	38
	xmax	%	100
	Qmin	Nm³/h	660
	Qmax	Nm³/h	2.338
G2 (Turboverdichter)	xmin	%	0
	xmax	%	100
	Qmin	Nm³/h	2.400
	Qmax	Nm³/h	6.100
G3 (Drehkolben, neu)	xmin	%	40
	xmax	%	100
	Qmin	Nm³/h	365
	Qmax	Nm³/h	1.129
G4 (Drehkolben, alt)	xmin	%	38
	xmax	%	95
	Qmin	Nm³/h	790
	Qmax	Nm³/h	2.505
G5 (DeltaHybrid)	xmin	%	38
	xmax	%	100
	Qmin	Nm³/h	715
	Qmax	Nm³/h	2.760

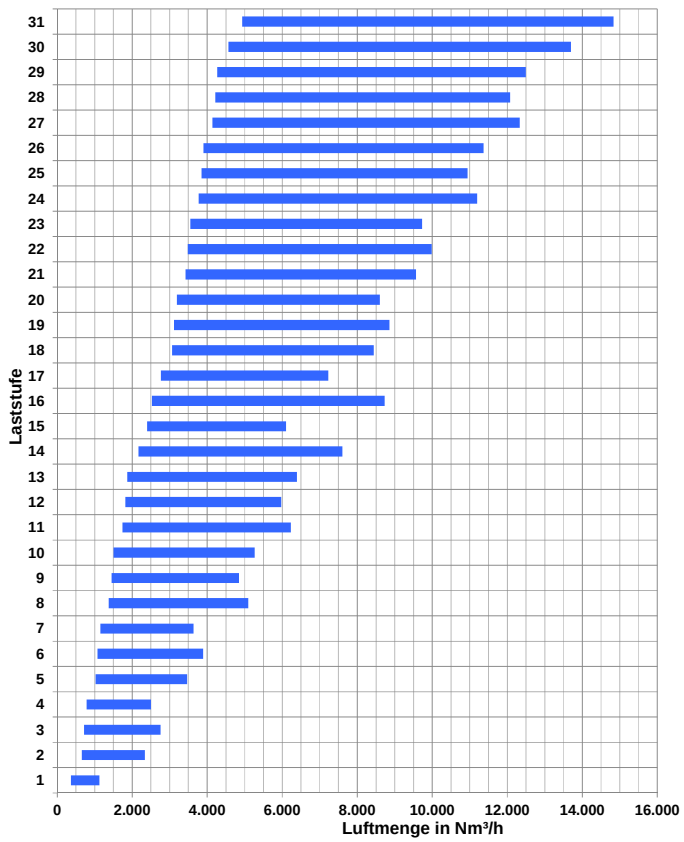


Kläranlage Köln-Rodenkirchen

Umsetzung mit Stufe		19
Luftmenge		6.300
xmin		0
xmax		100
Qmin		3.115
Qmax		8.860
m		57
Q0		3.115
Stellwert Stufe		55,4

		G1	G2	G3	G4	G5	Summe
ein/aus		1	1	1	0	0	
x1	%	38	0	40	38	38	
x2	%	100	100	100	95	100	
Qmin	Nm³/h	660	2.400	365	790	715	
Qmax	Nm³/h	2.338	6.100	1.129	2.505	2.760	
Stellwert	/100	0,468	0,468	0,468	0,468	0,468	
Steigung	(Nm³/h)/%	27	37	13	30	33	
Q0	Nm³/h	-368	2.400	-144	-353	-538	
Q	Nm³/h	1.445	4.132	723	1.593	1.672	9.565
Ansteuerung	%	67	47	68	0	0	
k1*Q	Nm³/h	1.445	4.132	723	0	0	6.300

Laststufe	uftmenge m	uftmenge ma	Hilfsgröße	0	G1 ein/aus	G2 ein/aus	G3 ein/aus	G4 ein/aus	G5 ein/aus	G1 min	G1 max	G2 min	G2 max	G3 min	G3 max	G4 min	G4 max	G5 min	G5 max
0	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	0	0	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h	Nm³/h
1	365	1.129	764	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	365	1.129	0	0	0	0
2	660	2.338	1.678	16	1	0	0	0	0	660	2.338	0	0	0	0	0	0	0	0
3	715	2.760	2.045	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	715	2.760
4	790	2.505	1.715	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	790	2.505	0	0
5	1.025	3.467	2.442	20	1	0	1	0	0	660	2.338	0	0	365	1.129	0	0	0	0
6	1.080	3.889	2.809	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	365	1.129	0	0	715	2.760
7	1.155	3.634	2.479	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	365	1.129	790	2.505	0	0
8	1.375	5.098	3.723	17	1	0	0	0	1	660	2.338	0	0	0	0	0	0	715	2.760
9	1.450	4.843	3.393	18	1	0	0	1	0	660	2.338	0	0	0	0	790	2.505	0	0
10	1.505	5.265	3.760	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	790	2.505	715	2.760
11	1.740	6.227	4.487	21	1	0	1	0	1	660	2.338	0	0	365	1.129	0	0	715	2.760
12	1.815	5.972	4.157	22	1	0	1	1	0	660	2.338	0	0	365	1.129	790	2.505	0	0
13	1.870	6.394	4.524	7	0	0	1	1	1	0	0	0	0	365	1.129	790	2.505	715	2.760
14	2.165	7.603	5.438	19	1	0	0	1	1	660	2.338	0	0	0	0	790	2.505	715	2.760
15	2.400	6.100	3.700	8	0	1	0	0	0	0	0	2.400	6.100	0	0	0	0	0	0
16	2.530	8.732	6.202	23	1	0	1	1	1	660	2.338	0	0	365	1.129	790	2.505	715	2.760
17	2.765	7.229	4.464	12	0	1	1	0	0	0	0	2.400	6.100	365	1.129	0	0	0	0
18	3.060	8.438	5.378	24	1	1	0	0	0	660	2.338	2.400	6.100	0	0	0	0	0	0
19	3.115	8.860	5.745	9	0	1	0	0	1	0	0	2.400	6.100	0	0	0	0	715	2.760
20	3.190	8.605	5.415	10	0	1	0	1	0	0	0	2.400	6.100	0	0	790	2.505	0	0
21	3.425	9.567	6.142	28	1	1	1	0	0	660	2.338	2.400	6.100	365	1.129	0	0	0	0
22	3.480	9.989	6.509	13	0	1	1	0	1	0	0	2.400	6.100	365	1.129	0	0	715	2.760
23	3.555	9.734	6.179	14	0	1	1	1	0	0	0	2.400	6.100	365	1.129	790	2.505	0	0
24	3.775	11.198	7.423	25	1	1	0	0	1	660	2.338	2.400	6.100	0	0	0	0	715	2.760
25	3.850	10.943	7.093	26	1	1	0	1	0	660	2.338	2.400	6.100	0	0	790	2.505	0	0
26	3.905	11.365	7.460	11	0	1	0	1	1	0	0	2.400	6.100	0	0	790	2.505	715	2.760
27	4.140	12.327	8.187	29	1	1	1	0	1	660	2.338	2.400	6.100	365	1.129	0	0	715	2.760
28	4.215	12.072	7.857	30	1	1	1	1	0	660	2.338	2.400	6.100	365	1.129	790	2.505	0	0
29	4.270	12.494	8.224	15	0	1	1	1	1	0	0	2.400	6.100	365	1.129	790	2.505	715	2.760
30	4.565	13.703	9.138	27	1	1	0	1	1	660	2.338	2.400	6.100	0	0	790	2.505	715	2.760
31	4.930	14.832	9.902	31	1	1	1	1	1	660	2.338	2.400	6.100	365	1.129	790	2.505	715	2.760



Excel-Tabelle

- Berechnung der Stufen für alle möglichen Kombinationen
- Berechnung der Parameter für die Verdichteransteuerung
- Stoßfreier Übergang bei Umschaltung von einer Stufe auf die nächste

Berliner Wasserbetriebe Pumpenregelung

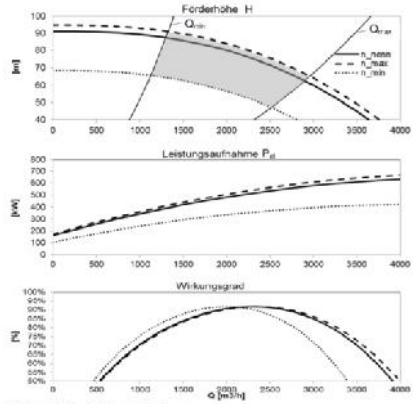


Abbildung 1: Kennfeld einer Kreiselpumpe

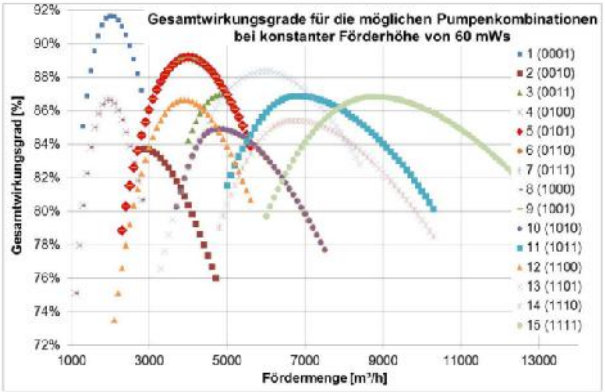


Abbildung 4: Wirkungsgradverlauf bei 60m Förderhöhe

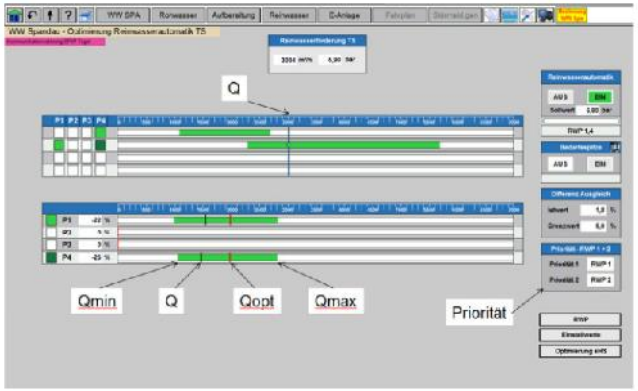


Abbildung 7: Visualisierung der Automatik im SCADA System

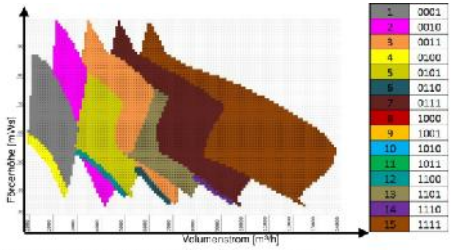


Abbildung 2: Optimale Kombinationen für das Werk Spandau

$$Min_{pel(q_i,h,S_i)} = \sum_{i=1}^{n_{Ppe}} \left(S_i \cdot \left(\frac{b_{0i} \cdot \left(-a_{1i} \cdot q_i + \sqrt{4 \cdot a_{0i} \cdot h + (a_{1i}^2 - 4 \cdot a_{0i} \cdot a_{2i}) \cdot q_i^2}\right)^3}{8 \cdot a_{0i}^3} + \frac{b_{1i} \cdot q_i \left(-a_{1i} \cdot q_i + \sqrt{4 \cdot a_{0i} \cdot h + (a_{1i}^2 - 4 \cdot a_{0i} \cdot a_{2i}) \cdot q_i^2}\right)^2}{4 a_{0i}^2} + \frac{b_{2i} \cdot q_i^2 \cdot \left(-a_{1i} \cdot q_i + \sqrt{4 \cdot a_{0i} \cdot h + (a_{1i}^2 - 4 \cdot a_{0i} \cdot a_{2i}) \cdot q_i^2}\right)}{2 a_{0i}} \right) \right)$$

n_{Ppe} = Anzahl der Pumpen
i = Pumpennummer
S_i = Schaltvariable der Pumpen An/Aus mit den Werten [0,1]

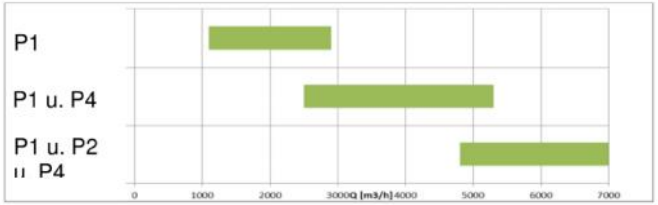
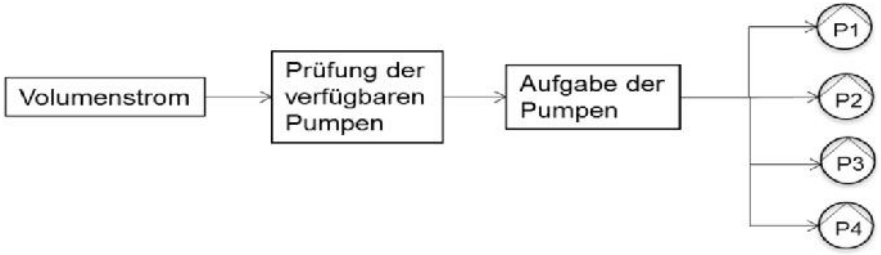


Abbildung 5: Betriebsbereich der einzelnen Pumpenkombinationen.

Grundsätzlich ist es wünschenswert, wenn nur eine Pumpe die eigentliche Regelaufgabe übernimmt. Die restlichen in Betrieb befindlichen Pumpen werden nach einem Regime betrieben, das die Gesamtanlage an das energetische Optimum führt, ohne dabei die Regelaufgabe unnötig zu stören.

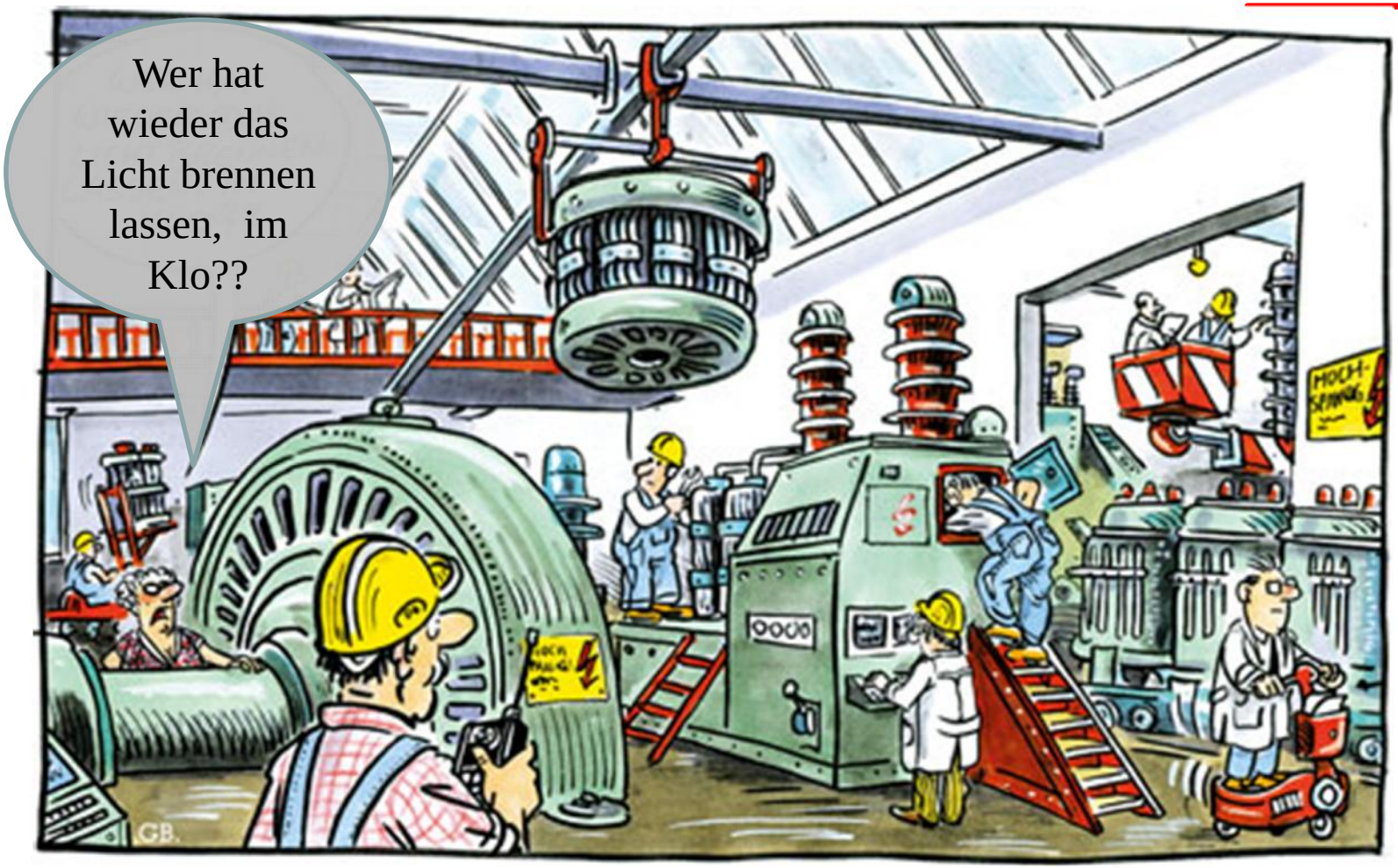
Diese Aufgabe wird in einem Ausgleichsmodul gelöst. Im Ausgleichsmodul werden die Abstände des jeweiligen Volumenstroms Q_i zum optimalen Punkt $Q_{opt\ i}$ der jeweiligen Pumpe i berechnet. In einem festen Zyklus wird diejenige Pumpe, die am weitesten von ihrem Optimum entfernt steht und die sich nicht in Regelung befindet, einen vorher definierten Schritt in Richtung Optimum bewegt. Ausgleichende Pumpen und die Regelpumpe sind so parametrierbar, dass es nicht zu einer gegenseitigen Beeinflussung kommt.



Wirtschaftliche Optimierungspotenziale

- An Drucklufterzeuger sind höchste Maßstäbe an die Effizienz anzulegen.
- Gestiegene Energiekosten führend zu einem großer Modernisierungsbedarf.
- Hocheffiziente Einzelkomponenten sind kein Garant für Einsparungen.
- Durch Kombination unterschiedlicher Bauarten und die Einbindung vorhandener Aggregate als Reserve sind kostengünstige hocheffiziente Lösungen möglich.
- Einsatz eines Stellgrößenverteilers zur Ansteuerung unterschiedlicher Aggregate in dem jeweils effizienten Betriebsbereich.
- Eine zeitlich gestaffelte Beschaffung ermöglicht eine fließende Anpassung an die Belastung und den Stand der Technik.
- Betriebspersonal einbinden (Schulung und Mitwirkung bei Überprüfungen).
- Energetische Kennwerte im PLS berechnen und online anzeigen
- Stationäre/Mobile Luftmengenmesseinrichtung zur Überprüfung der Verdichter (saugseitige Einzelmessung)
- „Rotationsprinzip“ für Drucklufterzeuger bei Betreibern mehrerer Kläranlagen und bei Verbänden → Jede Kläranlage erhält für den aktuellen Betriebsbereich einen angepassten hocheffizienten Verdichter.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dr.-Ing. Gerhard Seibert-Erling

setacon GmbH - Augustinusstrasse 9b - 50226 Frechen - Tel. (02234) 988095-0

Kontaktaufnahme: g.seibert-erling@setacon.de

Ergänzungsfolien

Regelungsarten, -strukturen und -methoden

Regelungsarten

- Selbsttätige Regelung
- Handregelung
- Festwertregelung
- Folgeregelung
- Zeitgeführte Regelung

Regelungsstrukturen

- Mehrpunktregelung
- Kaskadenregelung
- Verhältnisregelung
- Regelung mit Stör-größenaufschaltung
- Ablöseregelung (Override)
- Regelung mit Bereichsaufspaltung (split range)

neue Regelungsmethoden

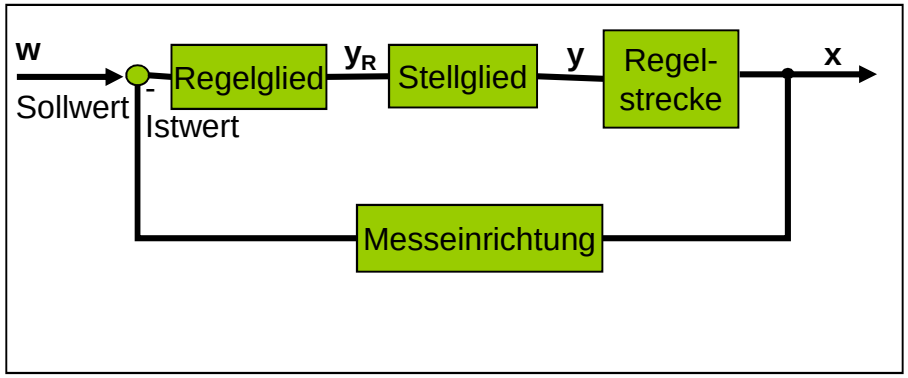
- Fuzzy
- Neuronale Netze
- IMC
- Prädiktive Verfahren
- Zustandsregelung

Entwurf einer Regelung

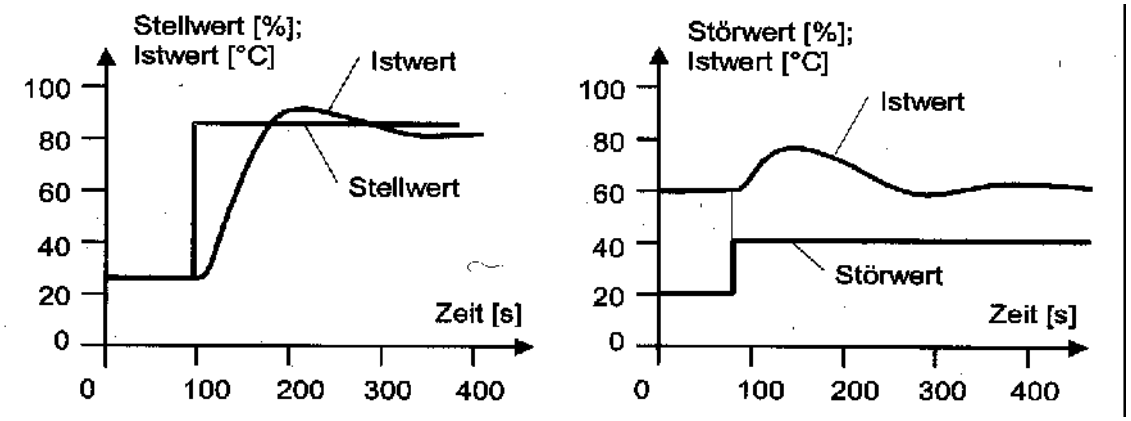
Fragestellungen einer Regelungsaufgabe

- Was soll geregelt werden (Regelgröße) ?
- Welche Größen beeinflussen die Regelung ?
- Welches ist die geeignete Stellgröße ?
- Wo greifen die Störgrößen an ?
- Wie wirken sich die Störgrößen aus ?

Wirkungsplan eines Regelkreises



Eigenschaften von Regelkreisen



Planungsunterlagen der Regelungstechnik

Verfahrenstechnische Anlage

Maschine oder Gerät

wird abstrahiert durch

Fliessbilder

Wirkschaltbild

Dort ist die Regelungsaufgabe beschrieben

Gerätetechnische Darstellung

beschreibt die Anforderung und das Zusammenwirken der MSR-Geräte

Der Informationsfluss wird beschrieben

für die Regelung im

Signalflussbild

Für die Steuerung im

Funktionsplan

Einteilung der Messtechnik – früher - heute

1990 – 2010 (… in der Verfahrenstechnik)

Betriebs-messtechnik	Prozess-messtechnik	Analysen-messtechnik	Labor-messtechnik
➢ Temperatur ➢ Durchfluss ➢ Füllstand ➢ Druck ➢ Stellung	➢ pH ➢ Leitfähigkeit	➢ Sauerstoff ➢ Trübung ➢ Schlamm-spiegel	➢ BSB ➢ CSB ➢ TOC ➢ Wasserinhalts-stoffe ➢ Toxizität

heute (… in der Abwassertechnik)

Berliner Wasserbetriebe Pumpenregelung

Mess- und Regelungstechnik in abwassertechnischen Anlagen

Kontakt:

Platzhalter für Foto

Name:	Dr. Johannes Broll, René Mannel
Firma:	Berliner Wasserbetriebe
Straße:	Neue Jüdenstrasse 1
Postleitzahl/Stadt:	10179 Berlin
Land:	Deutschland
Email:	johannes.broll@bwb.de, rene.mannel@bwb.de

ENERGETISCHE OPTIMIERUNG UND AUTOMATISIERUNG VON KREISELPUMPEN IM PARALLELBETRIEB

Paradigmenwechsel

Prioritäten bisher

- Bemessungswert (genaue Einhaltung)
- Redundanz (n+1)
- Ersatzteilhaltung (möglichst gleiche Aggregate)
- Robustheit
- Energieeffizienz

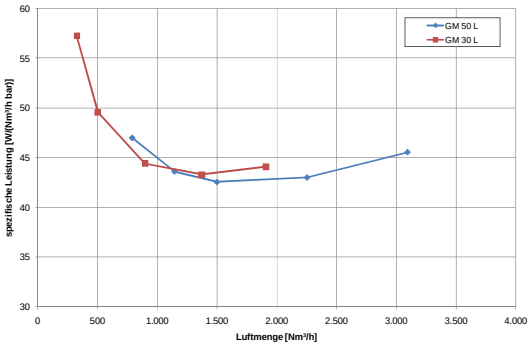
einmalige projektorientierte Beschaffung

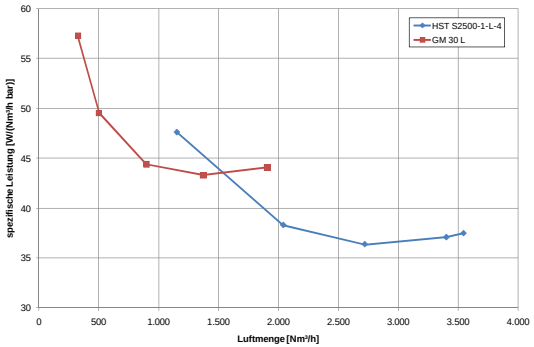
Prioritäten zukünftig

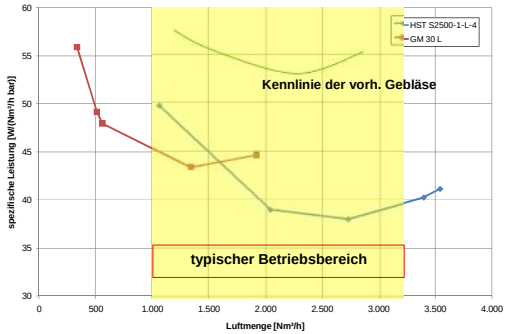
- Energieeffizienz
- Robustheit
- Verfügbarkeit (u. a. durch Redundanz)
- Instandhaltung (Wartungsvertrag)
- Bemessungswert ...auch einhalten
- flexible Programmierung

fließende bedarfsorientierte Beschaffung

Systematische Vorgehensweise







- Der Belastungszustand (Luftmenge) anhand von Betriebsdaten aus zurückliegenden Jahren analysieren (Erzielte Reinigungsleistung und Energieverbrauch im üblichen Rahmen?)
- Verschieben sich die ermittelten Auslegungsdaten durch weitere Optimierungen (Austausch von Belüftern, Veränderung von Sollwerten, neue Gebläse/Verdichter, geänderte Belastung, etc.)?
- Dimensionierung aufgrund der größten Häufigkeit der Belastungswerte mit einem einzigen möglichst energieeffizienten Aggregat („**Rennpferd**“).
- Für die seltener auftretenden Betriebszustände Aggregate ergänzen, so dass Forderungen nach Verfügbarkeit, Überdeckung und robustem Betrieb erfüllt werden („ **Ackergaul**“).
- Grundsteine für energieeffizienten Betrieb und gute Regelung