

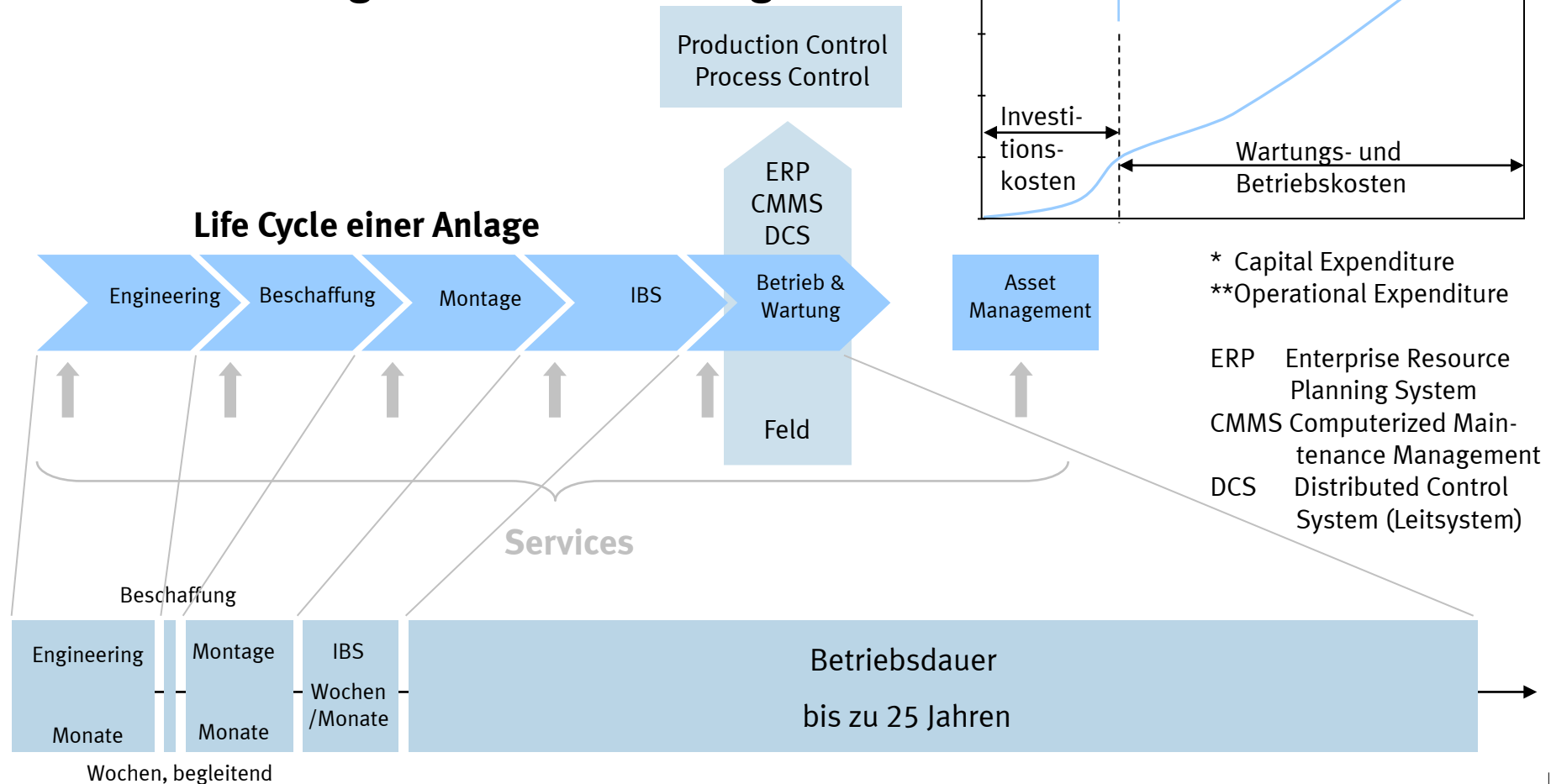
Vergleichende Beurteilung von Anlagenkonzepten auf Basis der Total Cost of Ownership (TCO)



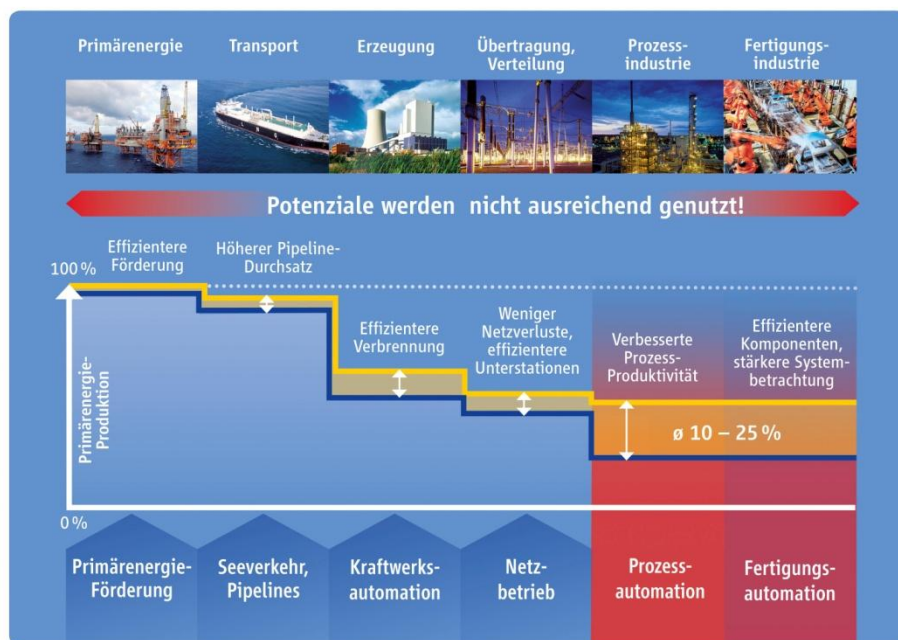
Dr.-Ing. Eckhard Roos
Leiter Industry Segment Management
Processautomation
Festo AG&Co KG, Esslingen, Germany

Hannover, 5. April 2011

Life Cycle Management und Energieeffizienz sind die zukünftigen Herausforderungen



Gründe, die Energieeffizienz von Produktionsanlagen forciert zu betrachten

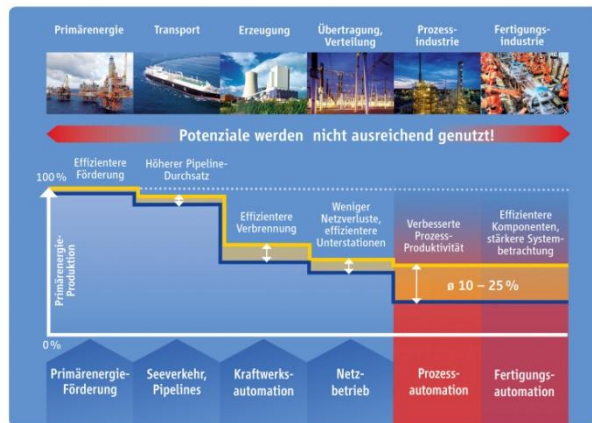


In den industriellen Prozessen können besonders hohe Energieeffizienzsteigerungen realisiert werden.

Quelle: ABB Group, ZVEI.

- In der Gesamtkette der elektrischen Energie von der Erzeugung bis zum Verbrauch ist das **größte Potential zur Effizienzsteigerung** in den Produktionsanlagen (Endverbrauch)
- Dieses Potential kann durch verschiedene Maßnahmen ausgeschöpft werden, wie z.B.
 - Einzelkomponenten (z.B. energieeffizientere Motoren)
 - anforderungsgerechtere Automatisierungsstrukturen (wie z.B. anforderungsgerechter Sauerstoffeintrag bei Kläranlagen)
 - geänderte verfahrenstechnische Auslegungen der Anlagen

Gründe, die Energieeffizienz von Produktionsanlagen forciert zu betrachten am Beispiel Kläranlagen (1 v 2)



In den industriellen Prozessen können besonders hohe Energieeffizienzpotenziale verwirklicht werden.



- Kommunale Kläranlagen verbrauchen im Durchschnitt ca. 4400 GWh/a an elektrischer Energie
 - ➔ 0,7 % des bundesweiten Verbrauchs elektrischer Energie
 - ➔ 20% des Verbrauchs elektrischer Energie der Kommunen
 - ➔ 3 Mio. t CO₂ Äquivalente
- Die größten Anteile haben dabei
 - Einrichtungen zur Belüftung
 - Pump- und Rührwerke
 - Schlammbehandlung
- Lediglich 865 GWh/a werden durch Verstromung von Faulgas in den zumeist sehr großen Anlagen erzeugt

Gründe, die Energieeffizienz von Produktionsanlagen forciert zu betrachten am Beispiel Kläranlagen (2 v 2)



- Wichtigster Ansatzpunkt für verbesserte Energieeffizienz ist die Erhöhung der Faulgaserzeugung, -verwertung und die thermische Klärschlammverwertung.

Eine Verdopplung der Stromerzeugung erscheint heute möglich...

aber

- eine realistisch erscheinende Einsparung des Bedarfs an elektrischer Energie um 20% hat den gleichen energetischen Effekt wie die Verdopplung der Faulgas- und Klärschlammverwertung.
 - ➔ Energieeffizienz rechnet sich
 - ➔ Energiemonitoring schafft Bewußsein aber
 - ➔ ein stärkeres und konsequentes Denken und Handeln in diese Richtung ist zwingend erforderlich



Aktuelle Situation und abgeleiteter Handlungsbedarf

ZVEI: Investitionsprojekt 1

TEUR Eingabedaten

Jahr der Nutzung: 1 2 3

Phase: Installationsphase Betriebsphase Betriebsphase

Allgemeine Prämissen

Nummer des Investitionsprojekts: 1

Name des Investitionsprojekts: Pumpstationsautomatisierung, Rückschlagklappe vs Schieber, Rückschlagklappenlösung

Anbieter:

Leistung je Anlage (TBD): 100

Nutzungsdauer (Jahre): 26

Installationsphase (Jahre): 1

Betriebsphase (Jahre): 24

Deinstallationsphase (Jahre): 1

Kostentreiber

Personal

Kostentreiber aktivieren

Löhne und Gehälter	Ja			
Sozialversicherungsabgaben	Ja			
Schulungskosten (intern)	Ja			
Sonstige	Ja			
Personal gesamt		=	=	=

Material

Energiekosten	Ja		588.278,0	588.278,0
Rohstoffe	Ja			
Hilfsstoffe	Ja			
Betriebsstoffe	Ja			
Abfälle	Ja			
Material gesamt		=	588.278,0	588.278,0

Bezogene Leistungen

Gutachten und Beratung	Ja			
Schulungskosten (extern), Reisekosten	Ja			
Kosten Projektgesellschaft	Ja			
Versicherungen und Garantien	Ja			
(externe) Ersatzleistungen für Ausfälle	Ja			
Sonstige	Ja			
Bezogene Leistungen gesamt		=	=	=

Anlagen

Grundstück	Ja			
Infrastruktur	Ja			

- Aktuell gibt es noch Barrieren in der Implementierung der Bewertung von Maßnahmen zur Minimierung der Life Cycle Kosten (LCC) bei Anlagenumbauten oder –neubauten. Diese sind

- ‘Blaupausenmentalität’
- Aufwand und mangelnde Erfahrungen im wirtschaftlichen Vergleich unterschiedlicher technischer Varianten
- keine Tätigkeit mit Wiederholcharakter für Endanwender
- ...

➔ ZVEI Initiative in Zusammenarbeit mit Deloitte zur Schaffung einer Toolunterstützung für einen einfachen Vergleich von Investitionsalternativen in Bezug auf die Anlagen-LCC

Toolunterstützung für die Evaluierung von Investitionsalternativen über den Life Cycle von Produktionsanlagen

ZVEI:

Auswertung

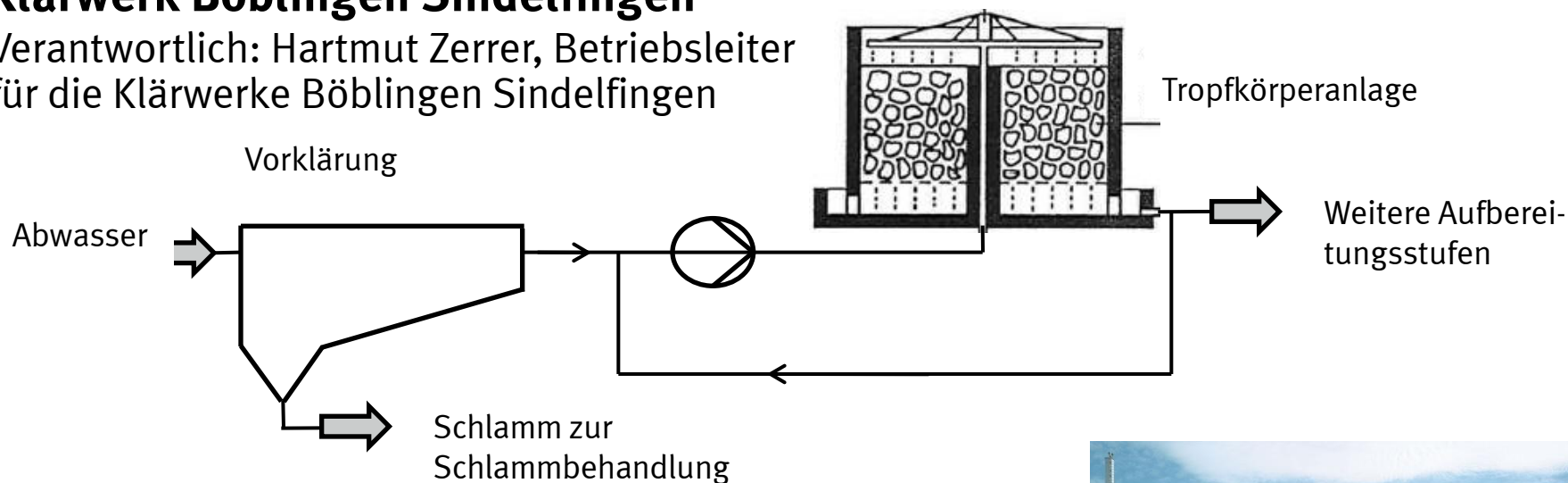
Einheit für Grafiken	Mio. EUR	
Wirtschaftlichkeitsvergleich	Investitionsprojekt I	Investitionsprojekt II
Leistung je Anlage	250000	250000
Anzahl Anlagen zur Harmonisierung der Leistung	1	1
Nutzungsdauer (Jahre)	26	26
Installationsphase (Jahre)	1	1
Betriebsphase (Jahre)	24	24
Deinstallationsphase (Jahre)	1	1
Anzahl Wiederholungen zur Harmonisierung der Projektlaufzeit	1	1
Nutzungsdauer bei harmonisierter Projektlaufzeit (Jahre)	26	26
Diskontierungszinssatz	0,0%	0,0%
Barwert Lebenszykluskosten bei einmaliger Projektdurchführung (EUR)	14.118,67 2,0	13.865,41 6,0
Barwert Lebenszykluskosten bei harmonisierter Projektlaufzeit (EUR)	<u>14.118,67</u> <u>2,0</u>	<u>13.865,41</u> <u>6,0</u>
Jährliche Annuität (EUR)	<u>543.025,8</u>	<u>533.285,2</u>

Das vom ZVEI erarbeitete, Excel-basierte Tool zum Vergleich von Investitionsalternativen

- ermöglicht die Abbildung des gesamten Lebenszyklus einer Anlage
- berücksichtigt sämtliche betriebswirtschaftlichen Kostenkategorien, wie z.B. Personal, Energie, Material, bezogene Leistungen...
- ermöglicht die Ermittlung der Barwerte der LCC zum Investitionszeitpunkt über einen parametrierbaren Diskontierungssatz
- ermöglicht Sensitivitätsanalysen
- erzeugt eine transparente Darstellung der Ergebnisse über Kennzahlen und graphische Aufbereitungen
- ist nicht auf Projekte öffentlicher Auftraggeber beschränkt, sondern generell anwendbar

Beispiel 1: Optimierung der LCC und Steigerung der Energieeffizienz im Klärwerk Böblingen Sindelfingen

Verantwortlich: Hartmut Zerrer, Betriebsleiter für die Klärwerke Böblingen Sindelfingen

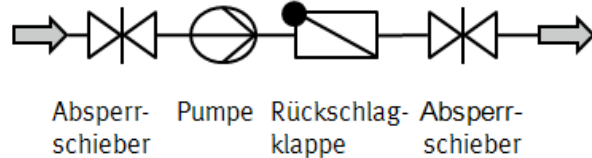


Das Abwasser aus der Vorklärung wird über Pumpen in sieben Tropfkörperanlagen gepumpt. Dies erfolgt über

- sechs Pumpen im Pumpenkeller, davon zwei drehzahlregelt
- 3-5 Pumpen nach Lastfall in Betrieb, 1 Pumpe redundant
- Pumpenparameter: el. Leistung 90 kW, Spannung 400 V, Durchfluss 500 l/s
- Förderhöhe 8-9 m
- Rohrleitungsdurchmesser DN 350



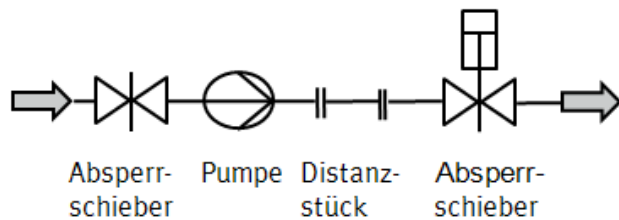
Standardkonfiguration von Pumpenanschlüssen vor dem Umbau



Standardkonfiguration der Pumpenanschlüsse war gekennzeichnet durch

- Druckabfall und damit Energieverlust über der Rückschlagklappe
- Reduzierung des effektiven Rohrleitungsquerschnittes durch die Scheibe der Rückschlagklappe
- Wasserschläge beim Schließen der Rückschlagklappe mit entsprechenden Rohrleitungsschwingungen
- Bei Pumpenstillständen bildeten sich gelegentlich Gase im Raum vor der Rückschlagklappe, die das automatische Pumpenanfahren verhindern, manuelle Eingriffe sind erforderlich
- größere Einbaumaße, bewegliche Teile mit entsprechenden Personenschutzeinrichtungen

Standardkonfiguration von Pumpenanschlüssen nach dem Umbau

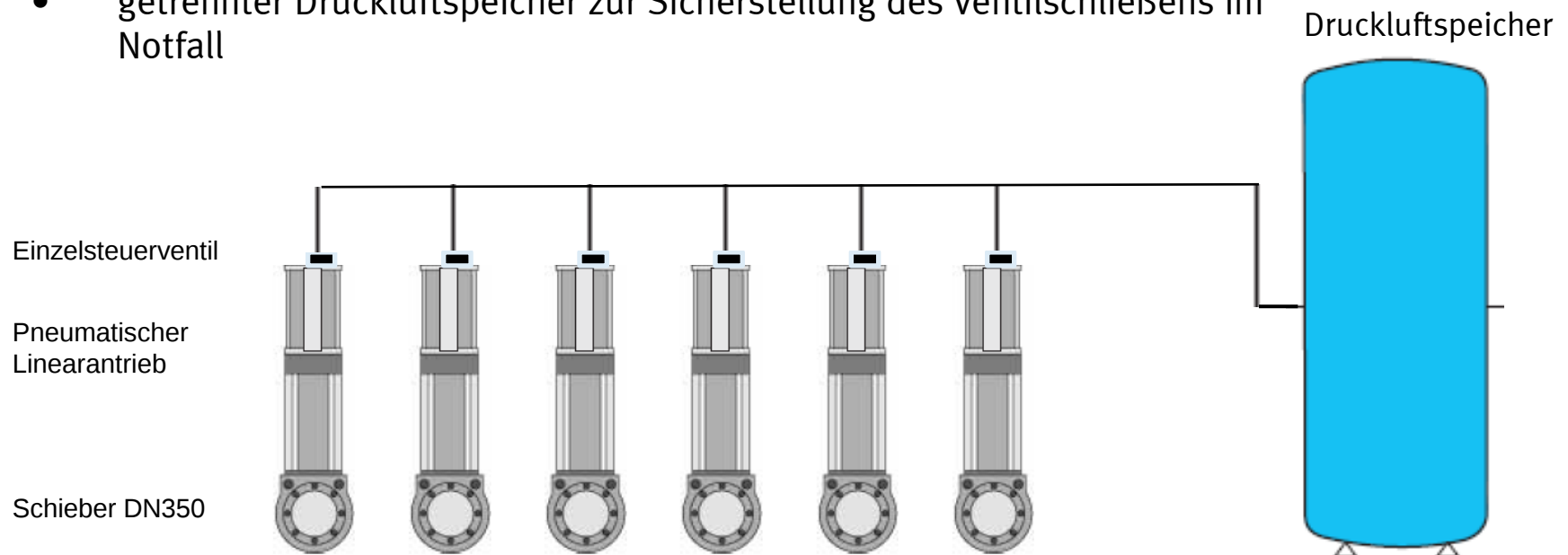


Die Rückschlagklappen wurden vollständig und funktional ersetzt durch Schieber mit pneumatischen Antrieben. Daraus resultieren

- gleiche Durchflußmengen bei niedrigerer elektrischer Pumpenleistung bzw. bei gleicher elektrischer Pumpenleistung ein größerer Durchfluß erreicht
- keine Reduzierungen des effektiven Rohrleitungsquerschnittes
- geringere Geräuscentwicklung
- geringerer Platzbedarf
- verbessertes Anfahrverhalten der Pumpen, da eine Gasbildung bei der Schieberlösung kein Problem darstellt
- längere Lebensdauer, da keine beweglichen Teile im befrachteten Volumenstrom

Technische Lösung nach dem Umbau

- 6 Schieber mit pneumatischen Linearantrieben
- Ansteuerung der Linearantriebe über Einzelvorsteuerventile
→ schnelles Anfahren und Schalten durch den Linearantrieb
- getrennter Druckluftspeicher zur Sicherstellung des Ventilschließens im Notfall



Bilder aus der Kläranlage Sindelfingen nach dem Umbau

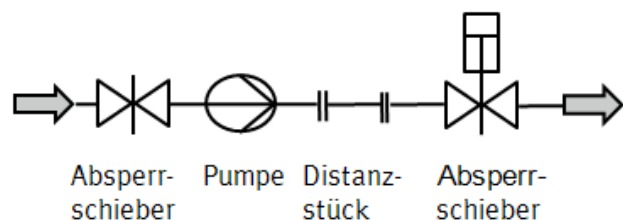


Pumpen mit Schiebern und pneumatischen Linearantrieben



Druckluftspeicher mit Trockner und Verteilung

Energieeffizienz und Zusatznutzen im Betrieb bei dieser Umrüstung



Investitionskosten der Nachrüstung

- einmalig ca. 25 TEUR

Die Energieeinsparungen betragen ca.

- 2% des Gesamtenergiebedarfs der Kläranlage und 4% des Pumpenenergiebedarfs
- 11300 EUR/a, ROI < 1a bei Ersatzinvestition
- Bei besseren hydraulischen Verhältnissen werden ca. 10% Kosteneinsparungen erwartet

Betrieblicher Zusatznutzen (nicht quantifiziert)

- Nutzung von Rohrleitungen in beiden Fließrichtungen (in anderen Anlagen)
- ➔ geringere Anzahl von Armaturen und Rohrleitungen
- ➔ niedrigere Investitionen

Beispiel 2: Vergleich unterschiedlicher Antriebstechnologien für eine Wasseraufbereitung (Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig)



Für eine reale Neuanlage wurde durch die Universität Braunschweig ein Vergleich alternativer Antriebstechnologien für Prozessventile durchgeführt. Verglichen wurden

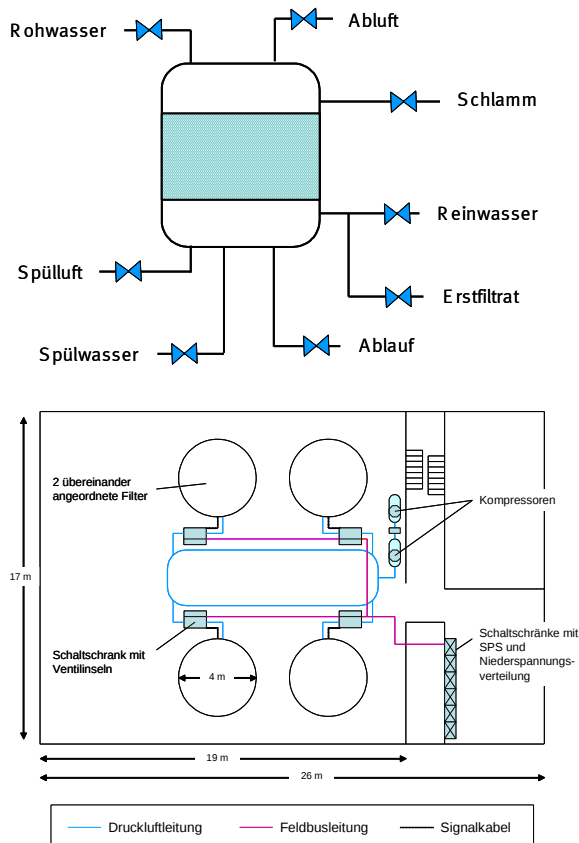
- elektrische Antriebe mit
- pneumatischen Antrieben

für diesen Anwendungsfall, der gekennzeichnet ist durch

- geringe Schaltheufigkeit der Ventile (ca. 1x/d)
- geringen Anteil an geregelten Ventilen (1 von 8)

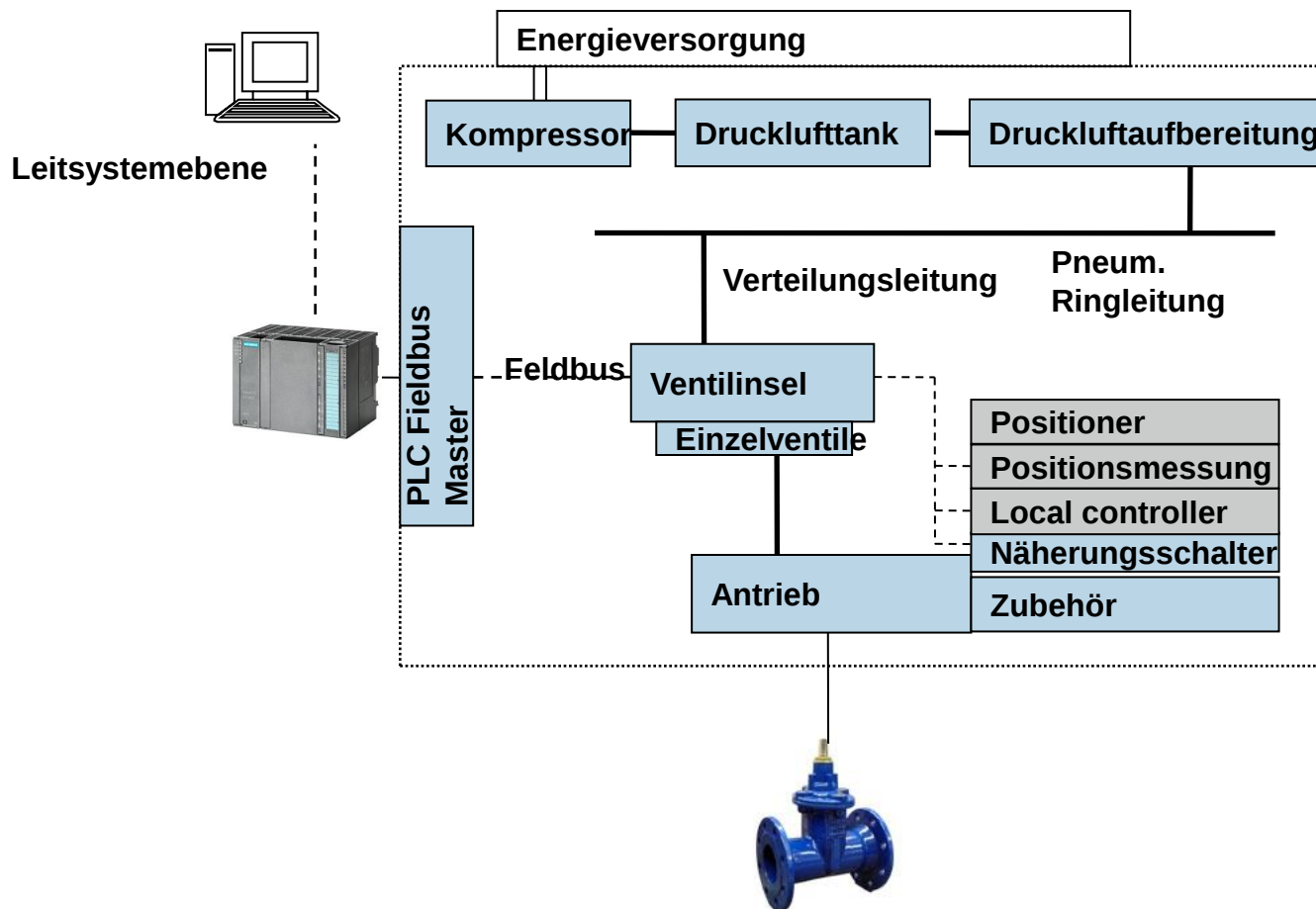
Ergebnisse sind nicht allgemein gültig, sondern hängen vom jeweiligen Anwendungsfall ab.

Beispiel 2: Anlagenübersicht

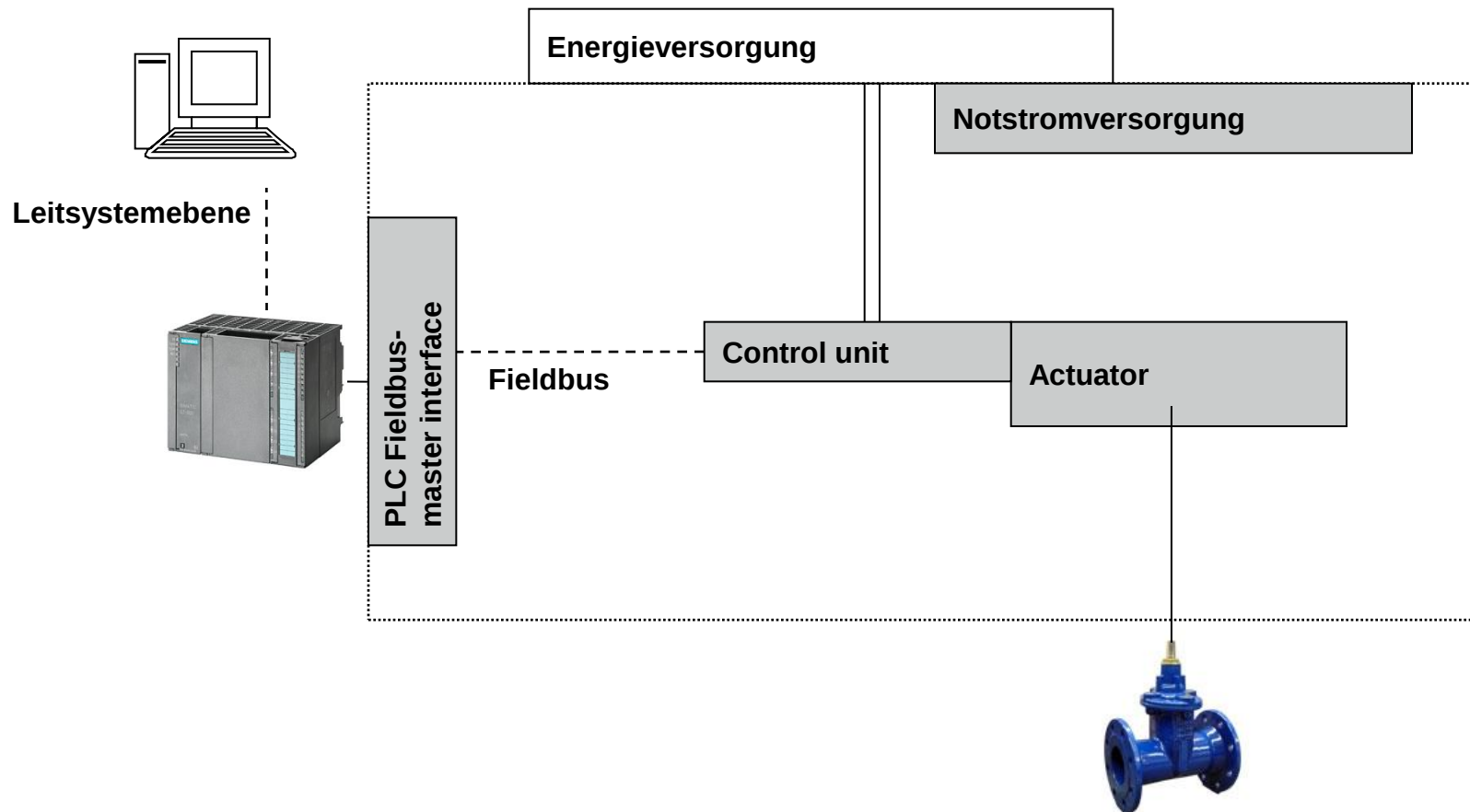


- Die Wasseraufbereitung ist eine Sandfiltration und besteht in Summe aus
 - 8 Filtrationsbecken,
 - jedes ausgerüstet mit 8 Prozessventilen für Ablauf, Spülwasser, Rohwasser, Schlammabzug etc.
 - 7 der Prozessventile haben nur eine AUF/ZU Funktion, ein Ventil ist geregelt
 - die Schalzhäufigkeit der Ventile ist äußerst gering, in der Regel 1x/d
- In der Untersuchung wurden berücksichtigt
 - Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten
 - Für einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren

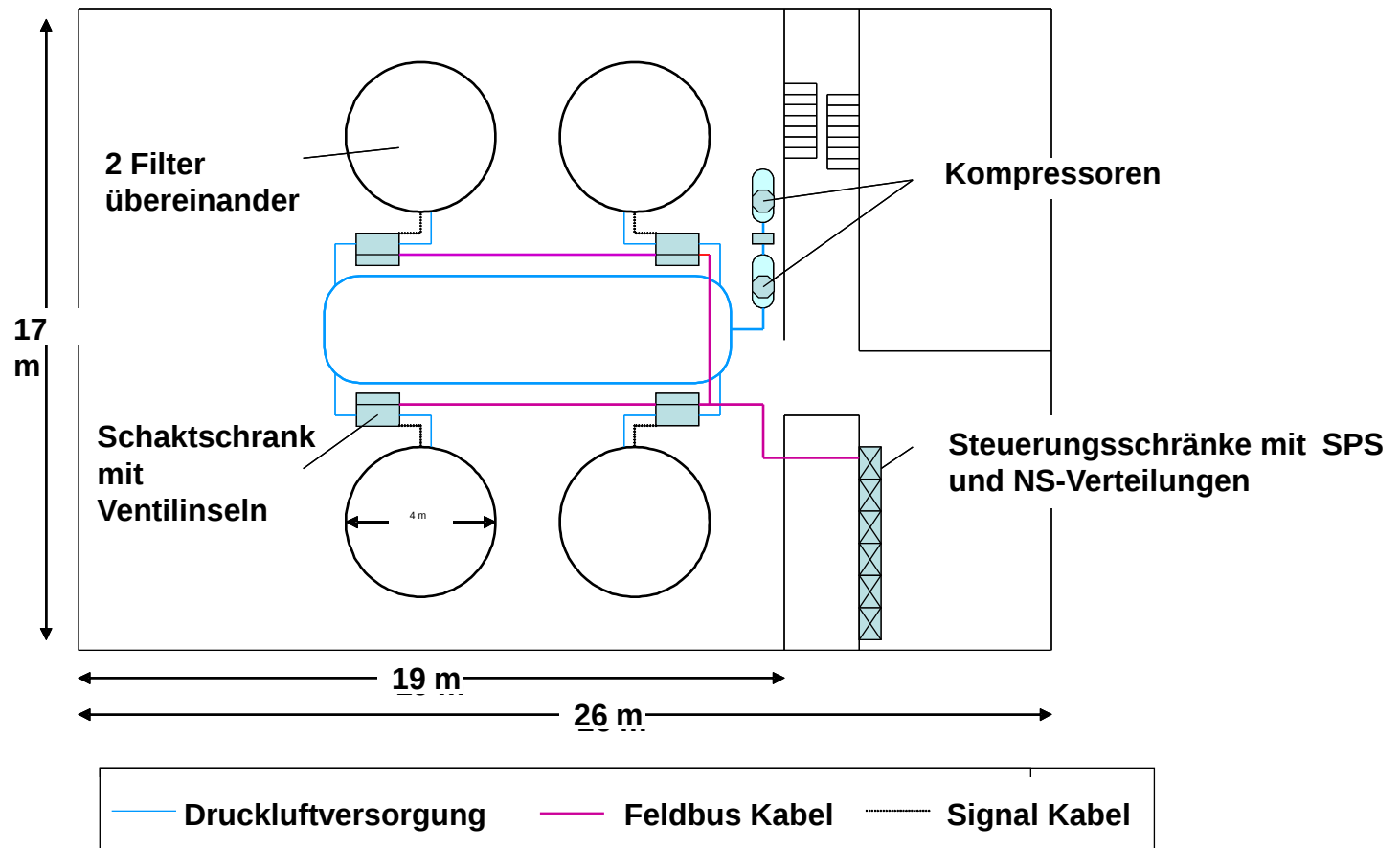
Beispiel 2: Abgrenzung pneumatisches Antriebssystem



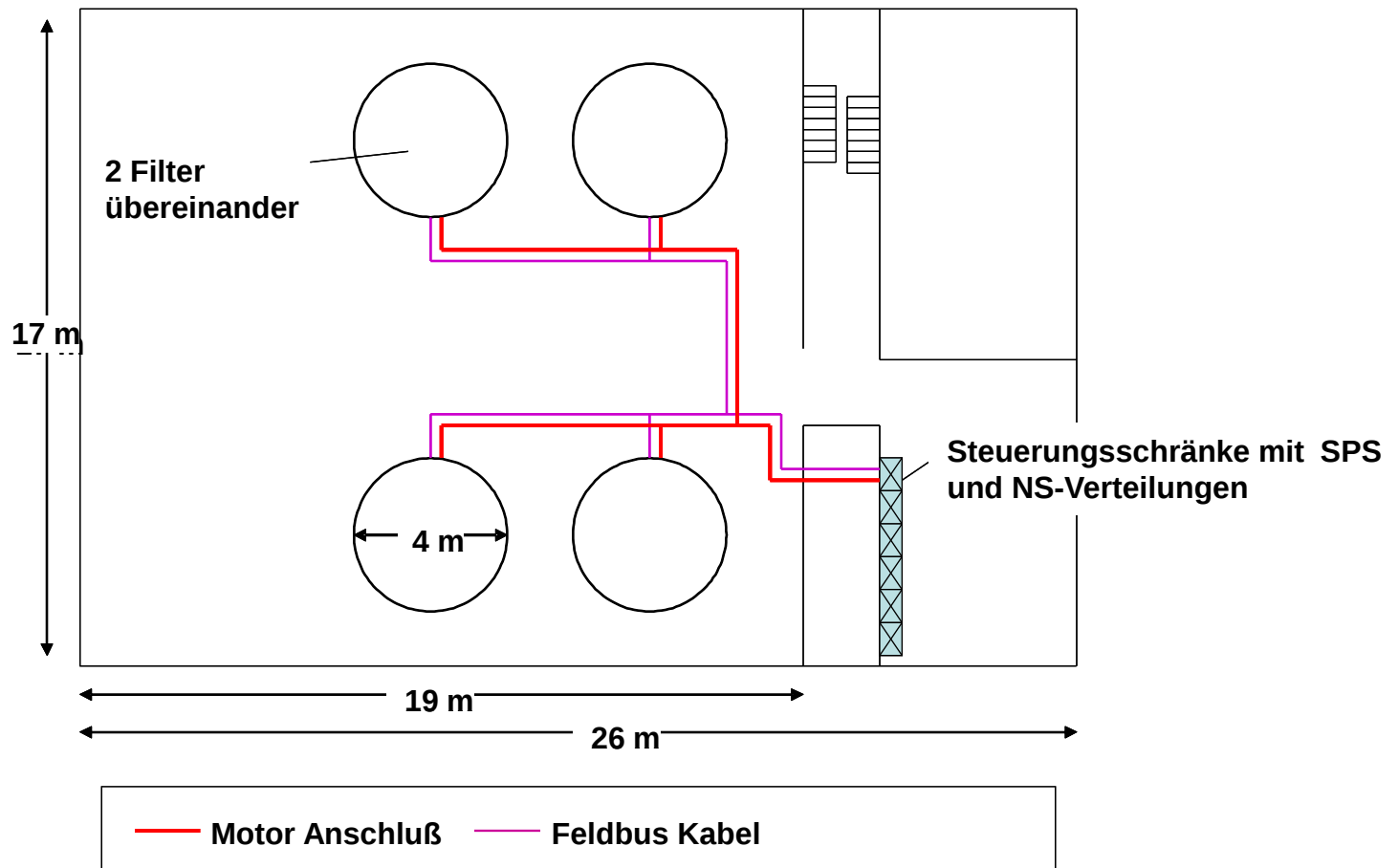
Beispiel 2: Abgrenzung elektrisches Antriebssystem



Beispiel 2: Anlagenübersicht für pneumatische Antriebe



Beispiel 2: Anlagenübersicht mit elektrischen Antrieben

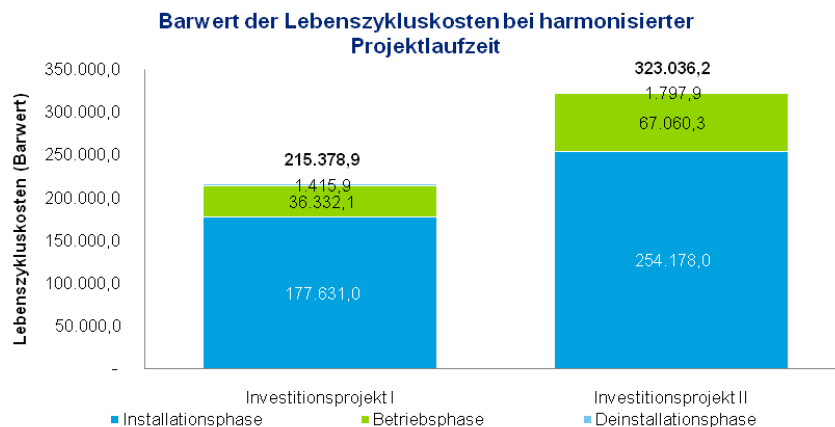


Beispiel 2: Ergebnisse der LCC Analyse für Alternativinvestitionen



Auf Basis der Parameter dieser speziellen Anwendung (z.B. Schalzhäufigkeit) und des funktionalen Vergleichs sind

- die Betriebs- und Wartungskosten deutlich geringer als die Investitionskosten
- Kosten für elektrische bzw. pneumatische Energie von untergeordneter Bedeutung bzw. vernachlässigbar



Die Ergebnisse sind nicht ohne weiteres auf andere Anlagen übertragbar, vielmehr ist die jeweilige individuelle Charakteristik einer Anlage zu analysieren

Investitionsprojekt I: pneumatische Antriebstechnik
Investitionsprojekt II: elektrische Antriebstechnik

Energieeffizienz und LCC Optimierung, das Thema der Zukunft



- In der Steigerung der Energieeffizienz und der Optimierung der LCC liegt ein wesentlicher Schlüssel zur
 - Vermeidung von CO2 Emissionen
 - Verringerung des Bedarfs an Kraftwerksleistung
 - Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie
 - Wissen schafft Bewußtsein. Transparenz in den Energieverbräuchen in Anlagen ist ein absolutes Muß.
 - Effizienz bracht ganzheitliches Denken und keine 'Blaupausenmentalität'
 - Barrieren in der Analyse von Alternativtechnologien können durch das Tool des ZVEI verringert werden.
 - Die Anwendbarkeit ist universell und nicht auf Wasseraufbereitungs- und Kläranlagen beschränkt.
- ➔ Nutzen wir die Chancen...

Sehen wir die Zukunft nicht als Gefahr, sondern als Chance und Herausforderung!

