

Pumpen clever ersetzen – energieeffizient in die Zukunft

Pumpen sind in vielen Industrieprozessen und Infrastrukturanlagen unentbehrlich – ihr Ersatz birgt Herausforderungen, aber auch enormes Potenzial für mehr Effizienz und tiefere Kosten.

Pumpen verrichten in Industriebetrieben und Infrastrukturanlagen rund um die Uhr unverzichtbare Arbeit – sie fördern und verteilen, sie sichern Prozesse. Doch oft sind sie unsichtbare Stromfresser. Ihre Lebensdauer kann Jahrzehnte betragen, und dabei geraten sie technisch aus der Zeit. Oft scheint ein Ersatz riskant, denn schliesslich lautet eine verbreitete Maxime: «Never touch a running system!»

Dieser Denkansatz verhindert aber oft, dass grosse Einsparpotenziale ausgeschöpft werden. Alte, überdimensionierte oder ungeregelt betriebene Pumpen verbrauchen über Jahre hinweg – und häufig unbemerkt – unnötig viel Strom. Ein effizienter Pumpenersatz senkt nicht nur den Energieverbrauch um bis zu 50%, sondern steigert auch die Prozesssicherheit und verringert die Wartungskosten eines Betriebs spürbar. Vorausgesetzt, die neue Anlage ist richtig dimensioniert, optimal geregelt und in das bestehende System eingebettet.



«Pumpen machen bei Lonza 44%
des Energieverbrauchs aus. Wir
sind laufend daran, ihre Effizienz zu
analysieren und zu ermitteln, bei
welchen Pumpen ein
Handlungsbedarf besteht.»

Andreas Imstepf, Energiemanagement, Lonza AG, Visp

Dieses Merkblatt vermittelt das notwendige Wissen, zeigt typische Fehlerquellen auf und stellt Praxisbeispiele vor. Für Planer und Betreiber ist es eine Orientierungshilfe, wie sich Effizienzgewinne mit Augenmass wirtschaftlich erschliessen lassen.

Inhalt

Alte Pumpen	2
Richtige Dimensionierung	3
Drosselung und Bypass	4
Frequenzumrichter	5
Gute Planung	6
Praxisbeispiele	7
Zum Schluss	8

Wenn Pumpen alt werden: versteckte Energiekosten

In vielen Industriebetrieben und Infrastrukturanlagen laufen Pumpen seit Jahrzehnten – oft unbeachtet, aber stets am Stromnetz. Was dabei vergessen geht: Über 95 % der Lebenszykluskosten einer Pumpe entfallen auf den Energieverbrauch. Veraltete Pumpen sind oft ineffizient, haben hohe Stillstands- und Wartungskosten und treiben die Stromrechnung in die Höhe. Ihr Motorwirkungsgrad liegt meist deutlich unter den heutigen Standards.

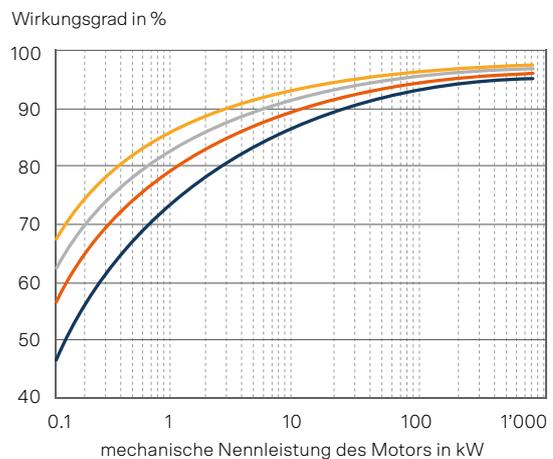
Die wichtigsten Fragen für eine erste Einschätzung:

- Wann wurde die Pumpe installiert?
- Welche elektrische Leistung hat die Pumpe?
- Wie viele Betriebsstunden leistet die Pumpe pro Jahr?
- Welche Effizienzklasse hat der Motor?
- Welche Förderhöhe muss die Pumpe überwinden?
- Welche Fördermenge muss die Pumpe liefern?

Vor allem bei langlaufenden Prozessen oder hohen Fördermengen kann der Ersatz besonders rentabel sein. Wichtig ist jedoch: Der Austausch muss technisch sinnvoll eingebettet sein und darf den laufenden Betrieb nicht gefährden.

Erfahrungsgemäss liegen die grossen Einsparpotenziale bei Pumpen, die

- älter sind (von vor 2005),
- viele Stunden in Betrieb sind (> 1'000 h/a)
- und grosse Leistungen aufweisen (über 30 kW).



— IE1 = Standard-Effizienz 50 Hz
 — IE2 = Hohe Effizienz 50 Hz
 — IE3 = Premium-Effizienz 50 Hz
 — IE4 = Super-Premium-Effizienz 50 Hz

Bild 1: Wirkungsgrad von 4-poligen Elektromotoren bei den Effizienzklassen IE1 (Standard) bis IE4 (Super-Premium).

Mindestanforderungen an die Effizienz von Motoren

Geräte-kategorie	Leistung in kW	Mindesteffizienz
Elektromotoren	2- bis 8-polig	IE2
	2- bis 8-polig	IE3
	2- bis 6-polig	IE4
Umwälzpumpen	(Nassläufer)	EEl ≤ 0,2
Wasserpumpen		MEI ≥ 0,4
Frequenzumrichter	0,12-1'000	IE2

IE = International Efficiency, EEl = Energy Efficiency Index, MEI = Minimum Efficiency Index

Tabelle 1: Energieeffizienzvorschriften für Geräte und Anlagen gemäss EnEV 2.7 bis 2.9 (Stand 2025).

Weniger ist oft mehr: Richtige Dimensionierung lohnt sich!

Eine häufige Ursache für Energieverschwendung ist die Überdimensionierung der Pumpen. Anlagenbauer und Betreiber greifen oft «zur Sicherheit» auf zu gross dimensionierte Anlagen zurück. Sie wollen damit das Risiko minimieren, bei unsicheren Prozessdaten oder potenziellen Ausbauszenarien zu kleine Komponenten und Pumpen eingeplant zu haben.

Doch diese Sicherheit hat einen hohen Preis:

Die Überdimensionierung führt dazu, dass die gesamte Anlage konstant gedrosselt werden muss, da sonst der Durchfluss zu gross wäre. Dabei wird sehr viel Energie verschwendet und die Pumpe arbeitet mit einem geringen Wirkungsgrad. Wenn Pumpen gedrosselt werden, zum Beispiel mit Schiebern oder Bypässen, arbeiten sie in einem sehr ineffizienten Betriebspunkt. Die Förderhöhe steigt, der Volumenstrom sinkt – doch der Energieverbrauch bleibt nahezu gleich.

Das passende Modell

Ein Abgleich zwischen realem Betriebsbedarf und technischer Auslegung hilft, das passende Modell zu finden. Bei Erneuerungen empfiehlt sich eine Neudimensionierung anhand gemessener Lastprofile. Besonders bei variablen Fördermengen sind kleinere Pumpen mit variabler Drehzahl die effizientere Wahl.

Typische Ursachen für Überdimensionierung:

- Sicherheitszuschläge bei der Auslegung
- unklare Prozessanforderungen
- zukünftige Reserveleistung, die einberechnet wird
- fehlende oder veraltete Planungsgrundlagen
- Veränderungen im (Produktions-)Prozess, womit ursprünglich korrekt bemessene Dimensionierungen obsolet werden

Der Effekt von Überdimensionierung

Die Pumpe fördert mehr, als für den Prozess benötigt wird (z. B. Abführen der Wärme). Die Pumpe liefert stets die maximale Fördermenge, unabhängig vom tatsächlichen Bedarf des Prozesses.

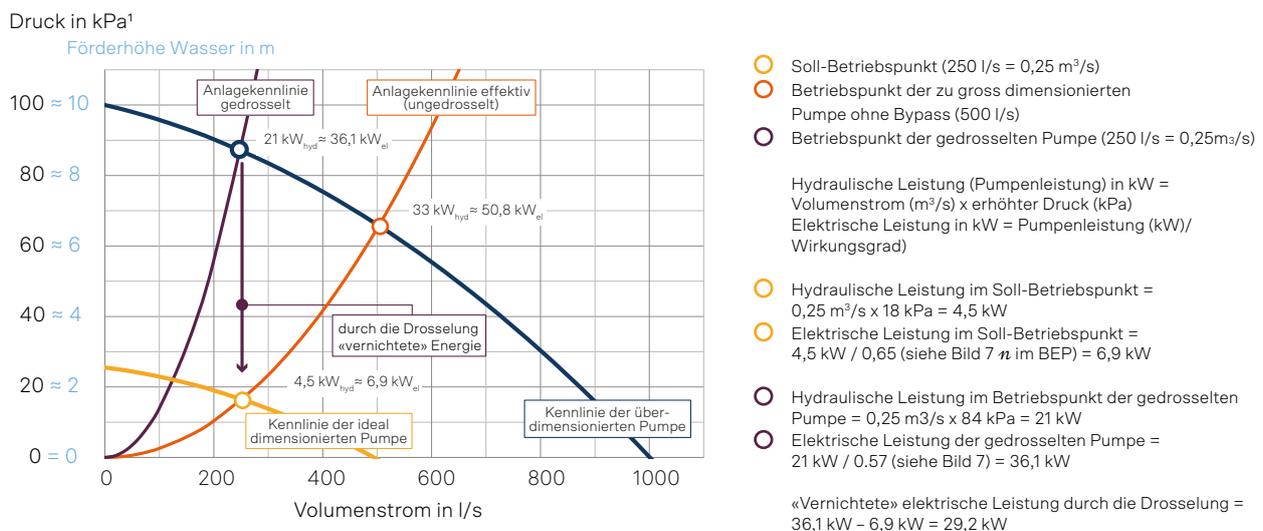


Bild 2: Beispiel einer überdimensionierten Pumpe, die gedrosselt werden muss. Durch die Drosselung verschiebt sich der Betriebspunkt, was zu einer teuren «Energievernichtung» führt.

¹ In der Praxis werden für Berechnungen sowohl der Druck (kPa) wie auch die Förderhöhe (m) verwendet. Ein Druck von 10 kPa entspricht einer Förderhöhe von 1,019 m. Für die Illustrationen werden für ein einfacheres Verständnis beide Grössen verwendet und ein Verhältnis von 10 kPa ≈ 1 m angenommen. Bei Förderpumpen entspricht 0 kPa dem statischen Druck.

Drosselung und Bypass, die versteckten «Energievernichter»

Die einfachste Methode, eine zu starke Pumpe für die richtige Fördermenge «einzufangen», ist die Drosselung oder die Teilnutzung (Bypass) des Volumenstroms. Der Vorteil dieser Lösungen liegt im geringen Aufwand für die rasche Umsetzung. Darum sind sie weit verbreitet. Die Kehrseite der Medaille: Solche Lösungen sind sehr ineffizient und erhöhen spürbar Stromverbrauch und Stromkosten. Der Umstieg auf eine bedarfsgerechte Regelung (z. B. mit einem Frequenzumrichter, FU) würde sich hier in vielen Fällen in kurzer Zeit amortisieren.

Drosselung – mechanische Abschnürung der Fördermenge

Mit einem Drosselventil (Schieber) wird der Gegen- druck erhöht und die Pumpe muss nun gegen einen höheren Widerstand arbeiten. Dadurch reduziert sich der Volumenstrom (siehe Bild 2). Als Folge einer Drosselung bleiben Stromverbrauch und Motorlast hoch, doch der Gesamtwirkungsgrad sinkt. Durch die Drosselung arbeitet das System ineffizient.

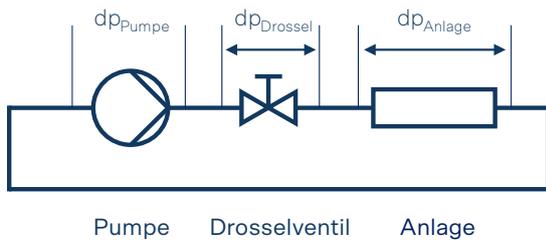


Bild 3: Mit einem Drosselventil wird die Durchflussmenge auf den effektiven Bedarf (m^3/s) gesenkt. Dabei gilt:
 $dp_{\text{Pumpe}} = dp_{\text{Drossel}} + dp_{\text{Anlage}}$

Bypass – wenn Wasser unsinnig im Kreis gefördert wird

Beim Bypass wird nur ein Teil des Volumenstroms \dot{Q}_{Anlage} zur Anlage gefördert. Der restliche Teil des Förderstroms \dot{Q}_{Bypass} wird über ein Bypassventil «umgeleitet» und ungenutzt wieder zur Pumpe geführt. Die Pumpe arbeitet auf Volleistung, obwohl nur ein Teil des Mediums gebraucht wird. Auch diese Lösung ist wenig effizient.

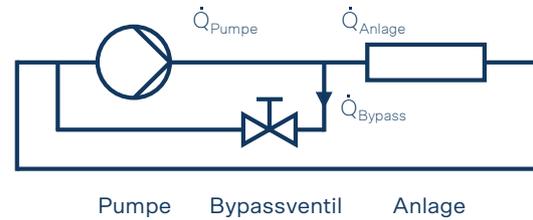
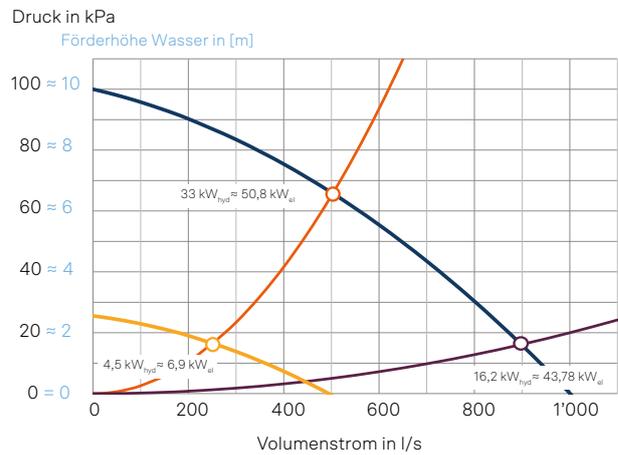


Bild 4: Über ein Bypassventil lässt man einen Teil des Volumenstroms direkt zur Pumpe zurückfließen und stellt so den effektiven Bedarf (m^3/s) ein. Dabei gilt: $\dot{Q}_{\text{Pumpe}} = \dot{Q}_{\text{Bypass}} + \dot{Q}_{\text{Anlage}}$



- Soll-Betriebspunkt (250 l/s)
- Betriebspunkt der zu gross dimensionierten Pumpe ohne Bypass (500 l/s)
- Betriebspunkt der Pumpe mit Bypass (900 l/s)
- Kennlinie der ideal dimensionierten Pumpe
- Kennlinie der überdimensionierten Pumpe
- Anlagekennlinie effektiv (ungedrosselt)
- Anlagekennlinie gedrosselt

Bild 5: Über ein Bypassventil fördert die Pumpe zusätzlich 650 l/s ohne Nutzen.

Drosselung und Bypass ersetzen

Bei grossen, konstant laufenden Pumpen bietet sich nicht nur die Nachrüstung eines Frequenzumrichters an (siehe Seite 5). Liegt der Betriebspunkt nahe am maximalen Wirkungsgrad, kann die Fördermenge durch einen Motor mit niedriger Drehzahl (bei grossen Pumpen) oder durch den Einbau eines kleineren Laufrads reduziert werden. Liegt der Betriebspunkt deutlich entfernt vom maximalen Wirkungsgrad, sollte die Pumpe durch eine kleinere, passend dimensionierte ersetzt werden.

Frequenzumrichter – ein Schlüssel für mehr Effizienz

Frequenzumrichter (FU) ermöglichen eine bedarfsgerechte Drehzahlregelung der Pumpe. Anstelle fixer Drehzahlen oder mechanischer Drosselung wird die Leistung flexibel dem tatsächlichen Prozessbedarf angepasst.

Vorteile

- deutliche Reduktion des Stromverbrauchs
- Vermeidung von unnötiger Vollast
- geringerer Verschleiss
- bessere Anpassung an wechselnde Prozessbedingungen
- tiefere Systemtemperaturen
- geringere Geräuschentwicklung

Typische Einsatzbereiche

- Prozesse mit stark variabler Fördermenge
- saisonale oder tageszeitliche Schwankungen
- sensorgesteuerte Systeme (z. B. Druck oder Füllstand)
- Optimierung der Energieeffizienz bei deutlich zu gross dimensionierten Pumpen, sofern der Betriebspunkt nahe am maximalen Wirkungsgrad des Systems liegt.

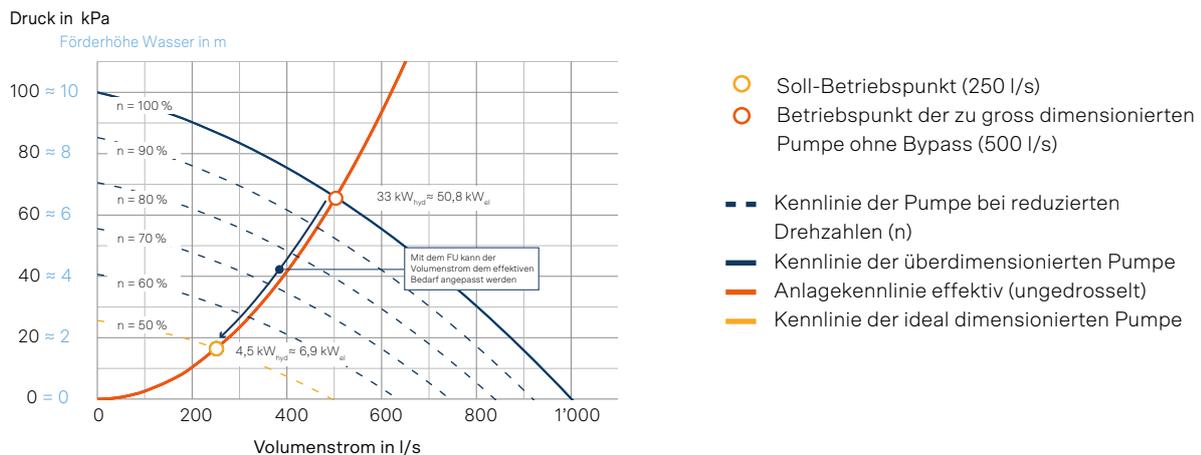


Bild 6: Die Pumpe fördert 500 l/s und eine Förderhöhe von 6,5 m. Wird der Motor der Pumpe mit einem Frequenzumrichter auf 50 % «gedimmt», können die 250 l/s mit einer Förderhöhe von 1,8 m bereitgestellt werden.

Eigenverbrauch und Mindestanforderungen an die Energieeffizienz beachten

Frequenzumrichter haben einen Eigenverbrauch von rund 2%, was oft übersehen wird. Bei konstanten Prozessen, die nicht geregelt werden müssen, ist es daher besser, die Pumpe korrekt zu dimensionieren und auf den Frequenzumrichter zu verzichten. Zudem gibt es auch für die Frequenzumrichter Effizienzvorgaben. Sie müssen mindestens die Effizienzklasse IE2 erfüllen.

Einsparungen mit kurzer Amortisationszeit

Ein Pumpensystem mit 6 Pumpen à 20 kW, die 4'000 Stunden im Jahr in Betrieb sind, verursacht bei einem Strompreis von 15 Rp./kWh jährlich 72'000 Franken Stromkosten. Durch eine FU-gesteuerte Regelung können bis zu 40 % Energie gespart werden – also über 25'000 Franken pro Jahr. Meist amortisiert sich die Investition in einen FU in kurzer Zeit.

Gute Planung – bessere Ergebnisse

Ein Pumpenersatz ist kein simpler Tausch – er verlangt eine sorgfältige technische und organisatorische Vorbereitung.

Typische Herausforderungen sind:

- kurze Revisionsfenster
- komplexe Integration ins Prozesssystem
- notwendige Anpassungen an Rohrleitungen, Sockel oder Steuerung
- Abstimmung mit anderen Anlagenteilen

Für die konkrete Umsetzung im Unternehmen wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Quick-Check durchführen

Prüfen Sie mit dem [Quick-Check](#) von EnergieSchweiz, ob Ihr Betrieb für eine vertiefte Analyse geeignet ist.



2. Grobanalyse erstellen

Mit dem [Tool zur Grobanalyse](#) elektrischer Antriebssysteme von EnergieSchweiz erfassen Sie die Pumpen in Ihrem Betrieb. Das Tool identifiziert dabei die Pumpen mit dem grössten Energiesparpotenzial.



3. Feinanalyse

Bei lohnendem Einsparpotenzial folgt eine [Feinanalyse](#) vor Ort zur genauen Bestimmung von Machbarkeit, Einsparungen und Kosten. Um ein genaues Bild der Anlage zu erhalten müssen ev. die notwendigen Fördermengen ermittelt werden. Dies ist ohne Eingriff ins System mit klemmbaren Ultraschall-Durchflussmessgeräten möglich. Sie können bei vielen Lieferanten von Messgeräten gemietet werden.

Merkmale zur Pumpendimensionierung

Richtig dimensionierte Pumpen

- laufen nahe dem Best Efficiency Point BEP,
- benötigen kaum Drosselung und
- takten selten – ideal mit drehzahlreguliertem Betrieb.

Best Efficiency Point (BEP)

Der Best Efficiency Point (BEP) liegt dort, wo die Wirkungsgrad-Kurve der Pumpe ihr Maximum erreicht. Die Pumpenauslegungstools der Hersteller beschreiben den BEP. Der Betriebspunkt der Pumpe sollte idealerweise im Band von 40 % bis 60 % der maximalen Fördermenge liegen.

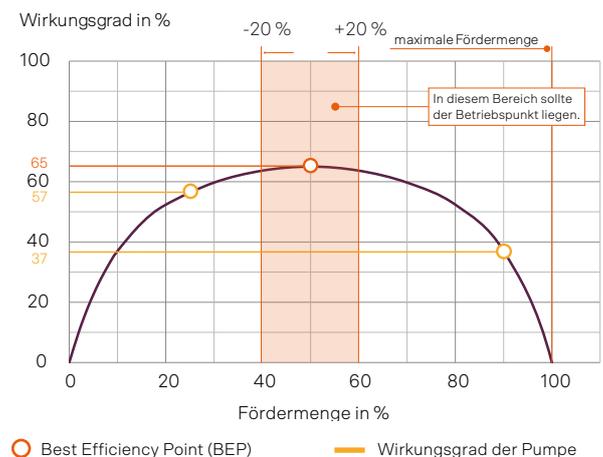


Bild 7: Der ideale Betriebspunkt liegt zwischen 40 % und 60 % der maximalen Fördermenge.

Standby-Betrieb mit einer kleinen Druckhaltepumpe decken

Es gibt Pumpen, die ausserhalb der Betriebszeit den Systemdruck aufrechterhalten müssen. Dazu gehören etwa Pumpen von Wasserversorgungen. Sie stellen sicher, dass sich das Wassernetz über die Lecks nicht leert. Allerdings sind grosse Netz-pumpen für kleine Wassermengen ineffizient. Es kann sich daher lohnen, kleine Druckhalte-pumpen einzusetzen, um Energieverbrauch und Kosten zu senken.

Beispiele aus der Praxis

Beispiel 1

ARA Foce Maggia, Locarno

Das Consorzio Depurazione Acque del Verbano (CDV) betreibt zwei Abwasserreinigungsanlagen (ARA) am Lago Maggiore: Foce Maggia (Locarno) und Foce Ticino (Gordola). In Gordola wird aus Klärschlamm beider Anlagen Biogas erzeugt. Die beiden Standorte sind durch eine 9 km lange Rohrleitung miteinander verbunden. Eine Klärschlammpumpe in Locarno pumpt täglich während drei bis vier Stunden rund 250 m³ Schlamm nach Gordola.

Die alten, lauten BBC-Gleichstrommotoren verbrauchten viel Strom, und der Aufwand für Kühlung und Wartung war hoch. Daher kommt heute stattdessen eine moderne frequenzgeregelter Tauchpumpe zum Einsatz. Sie benötigt rund 60 kW statt 130 kW, ist leiser, wartungsärmer und energieeffizienter.

«Jetzt kostet uns ein Ersatz mehr, aber über die Nutzungsdauer der Anlagen sparen wir ein Vielfaches ein.»

Matteo Rossi, Direktor CDV



Ergebnis:

- 80 MWh tieferer Stromverbrauch pro Jahr
- jährliche Einsparung: 12'000 – 15'000 Franken
- Investition: ca. 100'000 Franken
- Payback: 6 bis 8 Jahre

Beispiel 2

Kimberly-Clark, Niederbipp

Kimberly-Clark stellt in Niederbipp Hygienepapiere her. Im Zuge einer Betriebsoptimierung rückten auch die Pumpen in den Fokus. Ursprünglich ging es um Ersatzteilprobleme und die Umstellung von Öl- auf Fettschmierung. Dabei zeigte sich ein grosses, energetisches Sparpotenzial: Mehrere Pumpen waren ineffizient – teils gedrosselt, teils mit schlechtem Wirkungsgrad in Serie geschaltet.

So wurden 24 alte Pumpen mit elektrischen Leistungen zwischen 7,5 und 55 kW und einem jährlichen Stromverbrauch von 4,22 GWh durch effizientere Modelle ersetzt. Die neuen Pumpen wurden kleiner dimensioniert, mit modernen Dichtungen ausgestattet und durch IE3-Motoren ergänzt.

«Der Austausch der 24 Wasser- und Stoffpumpen hat sich für Kimberly-Clark in mehrfacher Weise gelohnt.»

Jan Tschudin, Kimberly-Clark



Ergebnis: Jährlich ...

- 1,54 GWh tieferer Stromverbrauch (minus 36%)
- 154'000 Franken tiefere Stromkosten
- 50'000 Franken weniger Wartungskosten

Weiterführende Informationen

Unterstützung bei der Auswahl von elektrischen Antrieben mit Einsparpotenzial

EnergieSchweiz

- Quick-Check
- Grobanalyse

incite-tool.ch

Effiziente Pumpen dank optimierten Pumpenanlagen

EnergieSchweiz

energieschweiz.ch/antriebssysteme/pumpen/

Förderung von Feinanalysen

EnergieSchweiz fördert Feinanalysen mit bis zu 40% oder 15'000 CHF (Stand 2025).

energieschweiz.ch/sich-beraten-lassen/feinanalyse/

Förderprogramm ProKilowatt

ProKilowatt unterstützt Projekte, die den Stromverbrauch senken. Das Programm übernimmt bis zu 30% der Investitionskosten, um den Austausch alter Anlagen und den Einsatz effizienter Technologien zu fördern.

prokw.ch/de/

Energieeffizienzsteigerungen durch Elektrizitätslieferanten

Die Elektrizitätslieferanten sind seit 2025 verpflichtet, mit Stromsparmassnahmen einen konkreten Beitrag zur Versorgungssicherheit zu leisten.

Erkundigen Sie sich bei Ihrem Elektrizitätslieferanten, ob er Ihr Effizienzprojekt im Bereich der Pumpen finanziell oder technisch unterstützt.



Wann ist eine Pumpe zu gross?

Eine Pumpe ist wahrscheinlich überdimensioniert, wenn sie

- nie mehr als 60% der Nennfördermenge erbringen muss,
- dauernd zu mehr als 30% gedrosselt wird,
- dauernd mehr als 30% über einen Bypass fördert,
- mit einem Frequenzumrichter nie mehr als 60% der Nennleistung bezieht.

Diese Publikation ist in Zusammenarbeit mit Swissem Industriesektor Pumpentechnik entstanden.

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz

Bildquellen:
Fotolia (46951342): Titelseite
Topmotors: Seite 7, links
Kimberly-Clark, Niederbipp: Seite 7, rechts

Illustrationen:
Topmotors, Merkblatt 23: Seite 2
«Chemie & more» 02.15: Seite 3 (Ursprung)
zweiweg und Gloor Engineering: Seite 3, 4, 5
und 6 (Weiterentwicklungen)