

Schlussbericht **Oktober 2002**

Einsparpotential an el. Energie bei Motoren und Antrieben in der Lonza

ausgearbeitet durch

Stefan Troger
Lonza AG
Walliser Werke
3930 Visp

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

Strom rationell nutzen



INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung / Résumé / Abstract	1
1.1	Zusammenfassung	1
1.2	Résumé.....	2
1.3	Abstract.....	4
2	Kurzbericht- Einsparpotential in den Lonza Walliser Werken	6
2.1	Stromverbrauch Lonza	6
2.2	Erzeugung	6
2.3	Umwandlung.....	6
2.4	Nutzung	7
2.5	Diplomarbeit „Strom rationell nutzen“	7
2.6	Energieeffizienz und Instandhaltung	8
2.7	Schätzung Energiesparpotential im Lonza-Werk Visp.....	9
2.8	Weiteres Vorgehen	9
3	Stromverbrauch im Werk	11
3.1	Stromverbrauch der Sektoren (2001).....	11
3.2	Stromverbraucher aufgeteilt nach Anwendungen	11
3.3	Stromverbrauch: Elektromotoren	11
4	Vorgehensweise	12
5	Erzeugung	13
5.1	Generator D26: kleines Einsparpotential.....	13
5.2	Notstromgruppen: kleines Einsparpotential	13
6	Verteilung	13
6.1	Hochspannungs-Leitungen: kleines Einsparpotential.....	13
6.2	Transformatoren: kleines Einsparpotential	14
7	Umwandlung	15
7.1	Elektromotoren: mittleres Einsparpotential (elektrische Energie → mechanische Energie).15	15
7.2	Heizung: kein Einsparpotential (elektrische Energie → Wärme).....	17
7.3	Beleuchtungen: kleines Einsparpotential (elektrische Energie → Licht)	18
7.4	EDV-Anlagen: kleines Einsparpotential (elektrische Energie → Speisung von EDV, usw) ...18	18

8	Nutzung der Energie.....	18
8.1	Pumpen: sehr grosses Einsparpotential	19
8.2	Kompressoren: sehr grosses Einsparpotential	24
8.3	Rührer, Gebläse, Zentrifugen, Mischer	25
8.4	Licht	25
8.5	Wärme: grosses Einsparpotential.....	26
8.6	Werkstätten, Büros, Labor, EDV, usw.	26
9	Diplomarbeiten	26
10	Diplomarbeiten Tanklager.....	27
10.1	Energieeffizienzverbesserung durch Reduktion der Betriebszeit	28
10.2	Energieeffizienzverbesserung durch optimierte Pumpengrösse	28
10.3	Energieeffizienzverbesserung durch variable Drehzahl	29
10.4	Energieeffizienzverbesserung durch Anpassung des Laufraddurchmessers	29
10.5	Energieeffizienzverbesserung durch Anlagenänderungen	30
11	Diplomarbeiten Ammoniakbetrieb.....	31
11.1	Bereits ausgeführte Energiesparmassnahmen im Ammoniakbetrieb.....	31
11.2	Reduktion der Betriebszeit der einzelnen Strombezüger im Ammoniakbetrieb	31
11.3	Energieoptimale Auslegung der Kühlwasserpumpen	32
11.4	Energieoptimaler Betrieb der Ammoniak-Kompressoren.....	32
11.5	Energieoptimale Auslegung des Ammoniakprozesses	33
11.6	Energieoptimaler Betrieb des Ammoniakprozesses	34
12	Diplomarbeiten Beleuchtung	34
12.1	Leuchtstofflampen im Werk Visp.....	34
13	Energieeffizienz und Instandhaltung	35
13.1	CO ₂ -Kompressor	35
14	Weiteres Vorgehen	36
14.1	Die Rolle der Stelle „Energie-Challenging“	37
14.2	Die Rolle der Anlagenplanung (Verfahrensingenieure)	37
14.3	Die Rolle der Anlagen-Betreiber (Betriebsingenieure)	38
14.4	Die Rolle der Energie-Lieferanten (Strom-, Dampf-, Wasser-, Kälteversorgung, usw.)	38
15	Grundlagen.....	39
15.1	Ausgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes „Strom rationell nutzen“).....	39
15.2	Literaturhinweis	39

15.3 Adressenverzeichnis	40
--------------------------------	----

1 Zusammenfassung / Résumé / Abstract

1.1 Zusammenfassung

1.1.1 Stromverbrauch in den Walliser Werken der Lonza

Die Lonza gehört mit knapp 1% des gesamten schweizerischen Stromverbrauchs zu den grössten Stromverbrauchern der Schweiz.

Die elektrische Energie wird in der Lonza in erster Linie dem Antrieb von Elektromotoren (94% Stromverbrauch der Lonza) genutzt. Diese treiben vor allem Pumpen (44% Stromverbrauch der Lonza) und Kompressoren (38% Stromverbrauch der Lonza) an.

1.1.2 Diplomarbeiten „Strom rationell nutzen“

Im Rahmen von drei Diplomarbeiten (Elektrotechnik, Verfahrenstechnik und Wirtschaft) wurden in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Energie im 2001/2002 eine typische, neuere Kleinanlage (Tanklager) und eine typische ältere Grossanlage (Ammoniakbetrieb) auf die Energieeffizienz untersucht. Aufgrund der Resultate dieser Arbeiten wurde das Potential für das gesamte Werk abgeschätzt.

1.1.3 Abschätzung Einsparpotential / Diplomarbeiten „Strom rationell nutzen“

Bei der Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie sowie bei der Umwandlung der elektrischen Energie in mechanische Energie (Elektromotoren), in Licht (Lampen), in Wärme (Heizzungen) besteht kein wesentliches Einsparpotential.

Bei der Nutzung der Energie beim Endverbraucher besteht jedoch ein wesentliches Einsparpotential. Die Ergebnisse in den untersuchten Anlagen haben gezeigt, dass in allen Anlagen ein beachtliches Stromsparpotential besteht, welches wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden kann.

Für Anlagen mit kleinen elektrischen Energieverbrauchern wird das wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Potential auf 10% bis 30% geschätzt, insbesondere durch die Reduktion der Betriebszeiten und durch eine energieoptimierte Auslegung der Pumpen.

Für Anlagen mit grossen elektrischen Energieverbrauchern wird das wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Potential auf 5% bis 20% geschätzt, insbesondere durch die Fahrweise der Anlage beim optimalen Betriebspunkt und durch die Optimierung der Anlage bei variabler Fahrweise (Teillastbetrieb).

1.1.4 Wirtschaftliche Nutzung des Einsparpotentiales

Das Potential ist bei der Planung von Neuanlagen wirtschaftlich am sinnvollsten nutzbar (Anlagenengineering). Es ist jedoch zu beachten, dass die Anlagenkonzeption ein Kompromiss zwischen detaillierten Kenntnissen der zukünftigen Anlage, Flexibilität und Reserven der zukünftigen Anlage sowie Planungsaufwand und Energieeffizienz ist. Durch eine Sensibilisie-

rung der Projektierungsingenieure kann eine energiebewusstere Planung der Anlagen verbessert werden.

Die Nutzung des Einsparpotentials bei bestehenden Anlagen ist nur mit entsprechend grossem Aufwand seitens der Anlageningenieure und Betriebsingenieure möglich. Die durchgeführten Massnahmen haben gezeigt, dass (neben eventuell nötigen Anlagenanpassungen) für jeden Franken Reduktion an jährlichen Stromkosten einmalig ca. 1 bis 2 Franken zusätzliche Engineeringleistung erbracht werden muss („Knochenarbeit“).

1.1.5 Weiteres Vorgehen

Einsparungen beim Energieverbrauch sind jährlich wiederkehrende Einsparungen, die bis zum Betriebsende der Anlage wirksam sind (Nachhaltigkeit: Kosten und Umweltschutz). Zudem werden Einsparungen beim Energieverbrauch in den nächsten Jahren noch wesentlich an Bedeutung gewinnen, aufgrund von Einschränkungen wie der CO₂-Ausstoss (CO₂-Gesetz) und wie die beschränkte Kühlwassermenge (Erwärmung der Rhone).

Aufgrund der vorliegenden Resultate wurde im Juli 2002 eine zusätzliche Stelle „Energie-Challenging“ geschaffen (Verfahrensingenieur) mit der Aufgabe, die Energieeffizienz bei einzelnen ausgewählten Energieverbrauchern zu verbessern, die Planung von neuen Anlagen und die Optimierung bestehender Anlagen proaktiv zu unterstützen, sowie die Sensibilisierung der Planer und Betreiber durch Ausbildung zu steigern.

1.2 Résumé

1.2.1 Consommation d'énergie électrique de l'entreprise Lonza

L'entreprise Lonza est l'un des plus grands consommateurs d'énergie de Suisse (presque 1% de la consommation d'énergie électrique totale en Suisse).

Lonza utilise principalement l'énergie électrique pour ses moteurs électriques (94% de la consommation d'énergie électrique de Lonza). Ceux-ci entraînent surtout des pompes (44% de la consommation) et des compresseurs (38% de la consommation).

1.2.2 Thèses de diplôme "utilisation rationnelle de l'énergie"

Dans le cadre de trois thèses de diplôme (électrotechnique, technologie des processus et économie) en collaboration avec l'Office fédéral de l'énergie, l'efficience énergétique d'une petite entreprise récente type (entrepôts d'essence), ainsi que d'une entreprise plus ancienne à exploitation commerciale type (entreprise d'ammoniaque), ont été examinées en 2001/2002. Sur la base des résultats de ces travaux, le potentiel d'économie de l'usine a pu être estimé.

1.2.3 Estimation du potentiel d'économie / thèse de diplôme "utilisation rationnelle de l'énergie"

Lors des phases de production et de distribution de l'énergie électrique ainsi que lors de la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique (moteurs électriques), en lumière (lampes) et en chaleur (chauffages), il n'existe aucun potentiel d'économie.

Il existe toutefois un potentiel d'économie important lors de la phase d'utilisation de l'énergie au niveau du consommateur final. Les résultats obtenus dans les installations examinées ont montré qu'un potentiel d'économie d'électricité considérable peut être réalisé de façon économiquement rentable dans toutes les installations.

Pour les installations à petits consommateurs d'énergie électrique, le potentiel d'économie réalisable se situe, selon les estimations, entre 10% et 30%. Cette économie est possible principalement par une réduction des périodes de fonctionnement et une optimisation des pompes au niveau énergétique.

Pour les installations à grands consommateurs d'énergie électrique, le potentiel économiquement réalisable se situe, selon les estimations, entre 5% et 20%, ceci grâce à une conduite de l'installation optimale et à l'optimisation de l'installation par un fonctionnement à charge partielle.

1.2.4 Rendement économique du potentiel d'économie

Le potentiel d'économies pouvant être réalisé de la manière la plus judicieuse (ingénierie d'installation) se situe lors de la planification de nouvelles installations. Il faut toutefois considérer que la conception d'installation est un compromis entre les connaissances détaillées de la future installation, la flexibilité et les réserves de l'installation future ainsi que les coûts de planification et l'efficience énergétique.

Une planification des installations qui tient compte des aspects énergétiques peut être améliorée par la sensibilisation des ingénieurs liés au projet.

La réalisation du potentiel d'économie avec des installations existantes demande un grand investissement de la part des ingénieurs d'installation et des ingénieurs de fabrication. Les mesures mises en oeuvre ont démontré que, (en dehors des adaptations d'installation éventuellement nécessaires) pour chaque franc de réduction des frais d'électricité annuels, il faut fournir environ 1 à 2 francs de prestations d'ingénierie supplémentaires.

1.2.5 Prochaine étape

La réduction de la consommation d'énergie représente des économies annuelles réalisées en continu jusqu'à la fin de l'utilisation de l'installation (les manières efficaces sont liées à une diminution des frais énergétiques et à la protection de l'environnement).

En outre, les économies d'énergie seront encore bien plus importantes dans les prochaines années grâce aux restrictions des émissions de CO₂ (loi sur le CO₂) et la limitation de la quantité d'eau de refroidissement (réchauffement du Rhône).

Sur la base des présents résultats, un poste de travail supplémentaire "défi de l'énergie" a été créé en juillet 2002 (ingénieur de procédure), avec pour but d'augmenter l'efficience énergétique de différents consommateurs d'énergie choisis, de soutenir activement la planification de nouvelles installations et l'optimisation d'installations existantes, ainsi que de sensibiliser les planificateurs et les opérateurs par une formation sans cesse améliorée.

1.3 Abstract

1.3.1 Use of energy in Lonza AG chemicals factory

The Lonza AG chemicals factory in Visp/Lalden is one of the largest consumers of electricity in Switzerland (almost 1% of the entire electricity consumption).

At Lonza, electricity is primarily used for driving electric motors (94% of its total consumption), which mainly power electric pumps (44% of consumption) and compressors (38%).

1.3.2 Savings potential in the area of energy use

Within the scope of three dissertations (electrical technology, process technology and economics), during 2001 and 2002 - in cooperation with the Swiss Federal Office of energy - a typical modern small-scale tank depot and a typical older large-scale system (ammonia production) were studied from the point of view of energy efficiency. On the results of these studies, the potential for the entire plant was estimated.

1.3.3 Estimation of saving potential

Generally speaking, there is little savings potential in the area of generation, transportation and conversion of electrical energy into mechanical energy (electric motors), light (lamps) and heat (heating systems).

However, regarding the final consumer's use of the energy, there is a substantial saving potential. Considerable potential for saving electricity exists in all installations and can be beneficially utilised.

The estimated utilisable potential in systems that are permanently in operation and use small-scale consumers is 10% to 30%, especially if operating times are reduced and pumps are optimally designed.

The estimated utilisable potential in systems that use large-scale consumers is 5% to 20%, especially if the system is operated at the optimum efficiency level or if it is configured for flexible use (partial load operation).

1.3.4 Economical use of the saving potential

Potential can best be utilised during the planning stage for new systems (systems engineering). However, it should be borne in mind that designing a system entails a careful balance between detailed knowledge of the future installation, flexibility, standardisation and reserves, as well as planning costs and energy efficiency.

It would be possible to bring about more energy-conscious planning of systems by sensitising project engineers.

In existing systems, utilisation of available potential is considerably more complex and, in view of the already existing components, does not offer the same economic benefits since it would be associated with much greater outlay on the part of systems and operations engineers. The various measures that have been implemented show that (alongside any necessary adjustments to the system), for each Swiss franc of annual electricity costs that is saved, 1 to 2 additional francs have to be spent on engineering measures (i.e. hard-earned savings!).

1.3.5 Next steps

Savings in energy consumption recur each year and remain effective until the end of the service life of the system concerned (sustainability).

Over the next few years, they will grow considerably more important due to regulations restricting CO₂ emissions (CO₂ Act), quantities of cooling water, etc.

In view of the results of these studies, a new position called "Energy Challenging" was created in February 2002. Job description: Enhance the energy efficiency of selected appliances, support the planning of new investments, support systems operators with the optimisation of existing installations, increase sensitisation on the part of planners and operators through training and further education

2 Kurzbericht- Einsparpotential in den Lonza Walliser Werken

Mit jährlich mehr als 400GWh wird im Chemiewerk Visp/Lalden rund 1% des gesamten schweizerischen Stromverbrauchs eingesetzt. Durch einen effizienteren Einsatz der elektrischen Energie besteht ein beachtliches Potential, die Energiebilanz zu verbessern und die Energiekosten im Werk zu senken.

Dieser Bericht soll das **Einsparpotential bei der Erzeugung, Verteilung, Umwandlung und Nutzung** der elektrischen Energie im Werk grob aufzeigen

Die Sensibilität betreffend optimaler Nutzung der elektrischen Energie soll gesteigert werden und somit die:

- Verbesserung der Energieeffizienz bei der Planung von neuen Anlagen
- Nutzung von Einsparpotential in bestehenden Anlagen.

Dieser Bericht zeigt in kurzer Form die in der Lonza vorhandenen Einsparpotentiale an elektrischer Energie auf. Die detaillierten Abklärungen können den ausführlichen Berichten/Diplomarbeiten „Strom rationell nutzen“ entnommen werden.

2.1 Stromverbrauch Lonza

Die Lonza gehört zu den grössten Stromverbrauchern der Schweiz (1% des gesamten schweizerischen Stromverbrauchs).

Die elektrische Energie wird in der Lonza in erster Linie für den Antrieb von Elektromotoren (94% Stromverbrauch Lonza) genutzt. Diese treiben vor allem Pumpen (44% Stromverbrauch Lonza) und Kompressoren (38% Stromverbrauch Lonza) an.

2.2 Erzeugung

Bei der Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie ist das vorhandene Einsparpotential gering, da diese Anlagen bereits optimiert wurden und mit hohem Wirkungsgrad η betrieben werden (Generator: $\eta > 95\%$; Transformatoren $\eta > 98\%$, Übertragungsleitungen $\eta > 99\%$).

2.3 Umwandlung

Bei der Umwandlung der elektrischen Energie in mechanische Energie (Elektromotoren), in Licht (Lampen), in Wärme (Heizungen) besteht meistens kein wesentliches Einsparpotential. Einzig bei krass überdimensionierten Elektromotoren (Belastung < 30% und somit sehr schlechtem Wirkungsgrad) besteht ein beachtliches Einsparpotential. Allgemein könnte durch den jeweiligen Einsatz des energetisch optimalen Motors ein zusätzliches Einsparpotential von 1 bis 2 % genutzt werden. Die Nutzung dieses zusätzlichen Potentials ist jedoch aufgrund des Einsatzes von genormten Standard-Elektromotoren meistens nicht sinnvoll. Bei der Beleuchtung (rund 2% des Werksverbrauchs) soll zukünftig durch den vermehrten Einsatz von „Energiespar“-Leuchten ein Einsparpotential von jeweils 10% genutzt werden.

2.4 Nutzung

Insbesondere bei der Nutzung der Energie beim Endverbraucher besteht ein beachtliches Einsparpotential.

Im Rahmen von drei Diplomarbeiten (Elektrotechnik, Verfahrenstechnik und Wirtschaft) wurde 2001/2002 eine typische, neuere Kleinanlage (Tanklager) und eine typische ältere Grossanlage (Ammoniakbetrieb) auf die Energieeffizienz untersucht. Diese Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der Hochschule Wallis und dem Bundesamt für Energie (BfE) ausgeführt.

Diese Arbeiten haben gezeigt, dass die Kleinanlagen sehr gut in Bezug auf Standardisierung und Flexibilität dimensioniert werden, jedoch die Energieeffizienz bei der Planung wenig berücksichtigt wird. Insbesondere besteht bei kleinen Anlagen ein sehr grosses Potential durch die Reduktion der Betriebszeit der einzelnen Anlageteile auf die notwendige Betriebszeit. Durch die Minimierung von Druckverlusten und insbesondere durch die Anpassung der Pumpen an den optimalen Betriebspunkt besteht ein weiteres beachtliches Potential.

Bei Anlagen mit grossen Energieverbrauchern besteht oft ein wesentliches Potential beim Betrieb der Anlage aufgrund von Teillastbetrieb oder aufgrund von Änderungen der Betriebszustände (Betrieb nicht beim optimalen Betriebspunkt). Das Beispiel des Niazol-Kältekompessors hat gezeigt, dass bei der Optimierung einzelner grosser Energieverbraucher die Energieeffizienz um mehr als 25% verbessert werden kann. Bei grossen Energieverbrauchern ist zu beachten, dass auch kleine Verbesserungen bereits wesentliche positive finanzielle Auswirkungen haben!

Durch eine systematische Kontrolle der Energieeffizienz kann das vorhandene Einsparpotential aufgezeigt bzw. schleichende Abweichungen (Defekte bei der Maschine, Änderungen im Prozess) rechtzeitig erkannt werden.

2.5 Diplomarbeit „Strom rationell nutzen“

Im Rahmen dieses Projektes wurden 2001/2002 drei Diplomarbeiten durchgeführt mit dem Ziel, anhand von konkreten Beispielen das vorhandene „Stromsparpotential“ bei den Kunden aufzuzeigen. Zwei für die Lonza typische Anlagen, ein kleines, flexibles Tanklager und der Ammoniakbetrieb (große „Mono-Anlage“) wurden auf ihre Energieeffizienz geprüft, indem jeweils eine Diplomarbeit in Elektrotechnik, Verfahrenstechnik und Wirtschaftsingenieurwissenschaft durchgeführt wurde.

2.5.1 Diplomarbeiten Tanklager

Das Tanklager ist ein neueres, typisches und kleines Tanklager mit rund 11 Standardpumpen, mit Wärmekabeln und Beleuchtung. Das Tanklager wurde sehr gut optimiert betreffend Standardisierung und Flexibilität, jedoch wurde die Energieeffizienz bei der Planung wenig gewichtet. Durch die Reduktion der Betriebszeiten (Steuerungsänderungen) wurde im Rahmen dieses Projektes der Gesamtenergieverbrauch der Anlage mit kleinem Aufwand bereits um rund 25% gesenkt.

In der bestehenden Anlage besteht durch die Anpassung der vorhandenen Pumpen („Abdrehen“ der Laufräder) an den optimalen Betriebspunkt bei einzelnen Antrieben ein wirtschaftlich nutzbares Potential von bis zu 60% (Payback-Zeit < 1 Jahr). Die abgedrehten Laufräder müssten jedoch beim Ersatz der Pumpe ausgetauscht bzw. als Verschleissobjekte entsorgt werden, da die Lagerhaltung bearbeiteter Laufräder als nicht sinnvoll betrachtet wird (Stan-

dardisierung). In einer neuen Anlage kann der Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben bei Pumpen mit verschiedenen Betriebspunkten und langen Betriebszeiten sinnvoll sein.

Aufgrund der verhältnismässig kleinen jährlichen Energiekosten im Tanklager (rund Fr. 6000.-/Jahr) wird der Energieeffizienz keine wesentliche Beachtung geschenkt. Werksweit verbraucht diese Art von Antrieben jährlich jedoch Strom im Wert von Fr. 5 bis 10 Mio.

2.5.2 Diplomarbeiten Ammoniakbetrieb

Der Ammoniakbetrieb ist einer der grösseren Energieverbraucher im Werk. Für die Kompression von Synthesegas und die hierzu notwendigen Hilfsbetriebe wird jährlich elektrische Energie von rund Fr. 2.0 Mio. eingesetzt. Die Produktion läuft das ganze Jahr ohne Unterbruch.

Der Ammoniakbetrieb wurde in den letzten Jahren bereits mehrmals betreffend Energieverbrauch optimiert. Dokumentationen der getroffenen Massnahmen sind kaum vorhanden. Insbesondere die Basis sowie die Resultate dieser Massnahmen beruhen fast ausschliesslich auf mündlichen Aussagen.

Die für das Tanklager gemachten Aussagen betreffend dem grossen Potential bei kleinen und mittleren Pumpen wurde im Ammoniakbetrieb vollumfänglich bestätigt. Durch die Reduzierung der Betriebszeit und durch die optimierte Anpassung der Pumpen an den effektiven Betriebspunkt besteht ein wesentliches Energieeinsparpotential (Beispiele: Reduktion der Betriebszeit um 90% durch kleine Anlagenanpassung bei den Druckerhöhungspumpen/3x9kW, bzw. Reduktion der Energie um 30% bei den Kühlwasserpumpen/2x25kW durch den Einsatz drehzahlvariabler Antriebe).

Bei den Grossantrieben (Ammoniak-Kompressoren) wurden in den letzten Jahren bereits die technisch sinnvollen Massnahmen ergänzt (Ventilabhebung), um den Wirkungsgrad der Kompressoren bei Teillast zu verbessern. Weiterreichende Massnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades (Drehzahlvariable Antriebe) sind wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Die Energieoptimierung des Ammoniak-Produktionsprozesses war schwierig, da die hierfür notwendigen Messwerte/Messpunkte nur teilweise vorhanden sind. Zudem fehlen bisherige Vergleiche von Ausbeute und Energieeinsatz.

Aufgrund einer ungenauen Gasgemisch-Messung war weder der aktuelle noch der optimale Betriebspunkt der Produktionsanlage exakt bekannt. Durch eine kleine Verbesserung in der Messung/Steuerung des Ammoniak-Produktionsprozesses konnte der Prozess anschliessend mit wesentlich kleineren Schwankungen gefahren werden. Zudem wurden dadurch die Voraussetzungen verbessert, zukünftig den optimalen Betriebspunkt exakter zu bestimmen und den Prozess besser beim optimalen Betriebspunkt zu fahren.

Der Ammoniak-Prozess kann energetisch weiter verbessert werden. Durch eine energieoptimierte Anordnung und Dimensionierung des Injektors im Ammoniak-Kreislauf kann der Druckverlust über den Injektor wesentlich verkleinert werden.

2.6 Energieeffizienz und Instandhaltung

Mit einer regelmässigen Kontrolle der Energieeffizienz kann der Betrieb einer technischen Einrichtung (Kompressor, Pumpe, ...) beim idealen Betriebspunkt kontrolliert und Abweichungen, bzw. eine schlechende Verschlechterung rechtzeitig erkannt werden. Dadurch wird neben der entsprechenden Energieeinsparung auch die Belastung (thermisch, mechanisch) der

technischen Einrichtung (Kompressor, Pumpe, ...) wesentlich reduziert. Das Beispiel des 400kW CO₂-Kompressors hat gezeigt, dass bei einer regelmässigen Energieeffizienzmessung Strom im Wert von rund Fr. 80'000.-/Jahr gespart und eventuell ein Kompressorschaden verhindert worden wäre.

Die Kontrolle der Energieeffizienz sollte für Grossantriebe standardmässig eingeführt werden.

2.7 Schätzung Energiesparpotential im Lonza-Werk Visp

Die Ergebnisse in den untersuchten Anlagen haben gezeigt, dass in allen Anlagen ein beachtliches Stromsparpotential besteht, welches wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden kann.

Für kontinuierliche Anlagen mit kleinen elektrischen Energieverbrauchern wird das wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Potential auf 10% bis 30% geschätzt, insbesondere durch die Reduktion der Betriebszeiten und durch eine optimierte Auslegung der Pumpen. Für Anlagen mit grossen elektrischen Energieverbrauchern wird das wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Potential auf 5% bis 20% geschätzt, insbesondere durch die Fahrweise der Anlage beim optimalen Betriebspunkt oder durch die Optimierung der Anlage bei einer flexiblen Fahrweise (Teillastbetrieb).

Das Potential ist bei der Planung von Neuanlagen wirtschaftlich am sinnvollsten nutzbar (Anlagenengineering). Es ist jedoch zu beachten, dass die Anlagenkonzeption ein Kompromiss zwischen detaillierten Kenntnissen der zukünftigen Anlage, Flexibilität, Standardisierung und Reserven der zukünftigen Anlage sowie Planungsaufwand und Energieeffizienz ist. Durch eine Sensibilisierung der Projektierungsingenieure kann eine energiebewusstere Planung der Anlagen verbessert werden. In bestehenden Anlagen ist die Nutzung des vorhandenen Potentials wesentlich aufwendiger und aufgrund der bereits vorhandenen Komponenten wirtschaftlich nicht gleichermaßen nutzbar. **Die Nutzung des Einsparpotentials bei bestehenden Anlagen ist nur mit entsprechendem grossem Aufwand seitens der Anlageningenieure und Betriebsingenieure möglich. Die durchgeföhrten Massnahmen haben gezeigt, dass (neben eventuell nötigen Anlagenanpassungen) für jeden Franken Reduktion an jährlichen Stromkosten einmalig ca. 1 bis 2 Franken zusätzliche Enginerringleistung erbracht werden muss** („Knochenarbeit“). Schlichter Zeitmangel, ungenügende Methodik und ungenügendes Fachwissen sind die wichtigsten Faktoren, dass Energiesparpotentiale nicht genutzt werden.

2.8 Weiteres Vorgehen

Einsparungen beim Energieverbrauch sind jährlich wiederkehrende Einsparungen, die bis zum Betriebsende des der Anlage wirksam sind (**Nachhaltigkeit**).

Einsparungen beim Energieverbrauch werden in den nächsten Jahren noch wesentlich an Bedeutung gewinnen, aufgrund von Einschränkungen wie der CO₂-Ausstoss (**CO₂-Gesetz**), wie die beschränkte Kühlwassermenge (Erwärmung der Rhone), etc.

2.8.1 Die Rolle des „Energie-Challenging“

Aufgrund der vorliegenden Resultate wurde im Frühjahr 2002 beschlossen, eine zusätzliche Stelle „Energie-Challenging“ zu schaffen. Diese Stelle wurde ab Juli 2002 mit einem Maschinen-/Verfahrensingenieur besetzt und in die Abteilung Energie-Management integriert. Die Aufgabe dieses Ingenieurs ist:

- Verbesserung der Energieeffizienz bei einzelnen ausgewählten Energieverbrauchern,
- Proaktive Unterstützung der Planung von Neuinvestitionen,
- Proaktive Unterstützung der Anlagenbetreiber bei der Optimierung bestehender Anlagen,
- Sensibilisierung der Planer und Betreiber durch Ausbildung.

2.8.2 Die Rolle der Anlagenplanung (Verfahrensingenieure)

Durch die energiebewusste Konzeption neuer Anlagen besteht das grösste Einsparpotential. Durch den Einsatz von günstigeren Energieträgern (soweit möglich: Kühlen mit Rhonewasser statt Sole; Heizen mit Dampf statt Strom) können die Energiekosten wesentlich reduziert werden.

Durch eine exakt auf den Betriebspunkt ausgelegte Dimensionierung und durch die Reduktion der Betriebszeit auf das Nötige kann der Energieverbrauch wesentlich reduziert werden. Die Dimensionierung der Anlage ist jedoch jeweils ein Kompromiss zwischen Aufwand, Unsicherheit, und Flexibilität. Neben der Einsparung an Energie kann die energiebewusstere Dimensionierung den weiteren Vorteil haben, dass hierdurch auch einzelne Komponenten kleiner und dementsprechend günstiger dimensioniert werden können (ev. kleinere Rohrleitungen, Pumpen, Ventile, etc.).

Durch den Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben, insbesondere bei langen Betriebszeiten und grösseren Leistungen, können obige Nachteile (Unsicherheit, Reserve, Engineeringaufwand) oft eliminiert werden.

Durch das Bereitstellen der nötigen Messpunkte und Bilanzen wird dem Betreiber die Kontrolle der Energieeffizienz ermöglicht.

2.8.3 Die Rolle der Anlagen-Betreiber (Betriebsingenieure)

Durch eine systematische Kontrolle der Energieeffizienz bei den Energieverbrauchern (Pumpen, Kompressoren, ...) können Energieeinsparpotentiale und schlechende Verschlechterungen erkannt werden. Die Anlagenoptimierung (Energieeffizienz) wird oft neben dem täglichen Betrieb der Anlage vernachlässigt (→ Betriebsingenieure).

Bei bestehenden Anlagen ist die Reduktion der Betriebszeit die effizienteste Möglichkeit, Energie zu sparen. Oftmals ist hierfür nur eine kleine Änderung in der Steuerung nötig.

2.8.4 Die Rolle der Energie-Lieferanten (Strom-, Dampf-, Wasser-, Kälteversorgung, usw.)

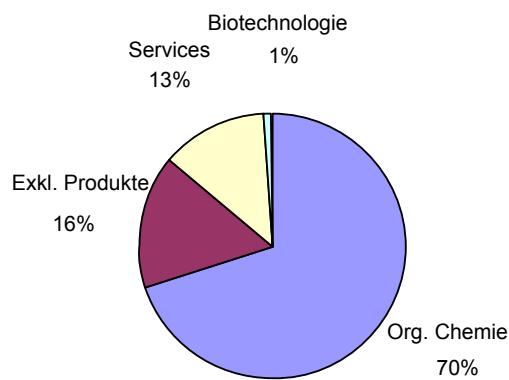
Die Energie-Versorger erfassen regelmässig (monatlich) den Energieverbrauch vieler einzelner Kunden.

Durch die systematische Bilanzierung und Weitergabe aller erfassten Energiemengen an den Endkunden würde diesem bereits ein wesentlicher Teil der Daten für seine Effizienzberechnungen zur Verfügung stehen. Durch erweiterte stationäre oder temporäre Messungen kann diese Hilfe noch verbessert werden.

3 Stromverbrauch im Werk

- > 400GWh/Jahr, dies entspricht ca. 1% des gesamten schweizerischen Stromverbrauchs

3.1 Stromverbrauch der Sektoren (2001)

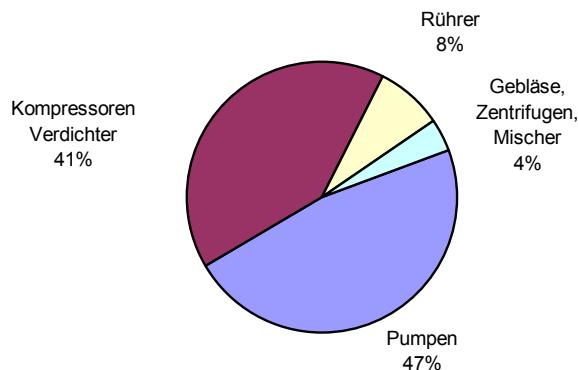


3.2 Stromverbraucher aufgeteilt nach Anwendungen



3.3 Stromverbrauch: Elektromotoren

Die Elektromotoren verbrauchen rund 94% des gesamten Stromverbrauchs im Werk für folgende Anwendungen:



4 Vorgehensweise

Systematische Untersuchung der Betriebsmittel jeweils nach denselben Ansätzen:

	<i>Einsparpotential jeweils durch:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Erzeugung <ul style="list-style-type: none"> - Generator Dampfturbine - Notstromgeneratoren • Verteilung <ul style="list-style-type: none"> - Leitungen - Transformatoren • Umwandlung <ul style="list-style-type: none"> - → mechanische Energie (Motoren) - → Wärme (Heizungen) - → Licht (Beleuchtungen) - ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierten Einsatz der bestehenden Betriebsmittel (Bsp. eine Pumpe mit 80% Last anstelle zwei Pumpen mit je 40% Last) • Ersatz der bestehenden Betriebsmittel durch Betriebsmittel mit generell bessrem Wirkungsgrad • Ersatz der bestehenden Betriebsmittel durch Betriebsmittel mit optimaler Dimensionierung, so dass diese beim optimalen Betriebspunkt belastet werden • Verminderung der Blindleistung
<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung der Energie <ul style="list-style-type: none"> - Mechanische Energie <ul style="list-style-type: none"> – Pumpen – Kompressoren – Rührer - Wärme - Licht - ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Effizientere Nutzung der Energie beim Endkunden • Vermehrte Nutzung von günstigeren Energieformen Sommerstrom statt Winterstrom Gas, Dampf,... statt Strom.

5 Erzeugung

5.1 Generator D26: kleines Einsparpotential

5.1.1 Ganzjahresbetrieb

Einsatz der Turbine/Generator D26 während des ganzen Jahres:

Projekt 11261 „Umbau Dampfturbine“

Potential: Durch den ganzjährigen und optimierten Betrieb der Dampfturbine können die Stromkosten im Werk Visp/Lalden gesenkt werden.



5.1.2 Blindleistungskompensation

Optimierter Einsatz des Generators zur Blindleistungskompensation: Mit dem Generator kann der Blindleistungsbezug des Werkes minimiert werden.

Potential: Die Blindleistungskompensation wird erst relevant, sobald durch den übermässigen Blindleistungsbezug zusätzliche Kosten entstehen (Strommarktliberalisierung).

5.2 Notstromgruppen: kleines Einsparpotential

5.2.1 Optimierter Einsatz, optimierter Wirkungsgrad

Die Notstromgruppen (Gesamtleistung: Max. 5MW / Werksleistung 60MW) werden nur in Notfällen und während Funktionsprüfungen (1h/Monat) betrieben.

Potential: Standardprodukte; Potential aufgrund der sehr kurzen Betriebsdauer äusserst gering.

6 Verteilung

6.1 Hochspannungs-Leitungen: kleines Einsparpotential

6.1.1 Optimierter Einsatz, optimierter Wirkungsgrad

Die gesamte Verlustleistung der Hochspannungsleitungen im Werk ist normalerweise kleiner als 100kW; 100kVar und somit kleiner als 0.2% des Werksverbrauchs.

Potential: Die Verlustleistung (Wirk) steigt quadratisch mit der Auslastung. Die Hochspannungsleitungen sind aufgrund der hohen Kurzschlussströme (Motorenkabel) und zur Sicherstellung der notwendigen Redundanzen (Übertragungsleitungen) bereits überdimensioniert. Somit kein Einsparpotential.

6.1.2 Verringerung der Blindleistungsverluste

Die Blindleistungsverluste sind durch den Einsatz von Kabeln gegeben, kapazitiv.

Potential: Durch den kapazitiven Anteil der Blindleistung tragen die Hochspannungskabel bereits einen (äusserst kleinen) Teil zur Kompensation der Blindleistung im Werk bei. Somit kein Einsparpotential.

6.2 Transformatoren: kleines Einsparpotential

6.2.1 Optimierter Einsatz der redundanten Transformatoren

Die Verlustleistung der Transformatoren setzt sich aus einer konstanten und einer belastungsabhängigen Komponente zusammen. Bei einer Trafobelastung, welche grösser als ca. 50% seiner Nennleistung ist, ist aus Sicht der Transformatorenverluste der Einsatz von zwei Transformatoren mit je halber Last sinnvoll.



Potential: Die redundanten Einspeisetransformatoren im Werk werden dementsprechend betrieben. Somit kein Einsparpotential bei den Einspeisetransformatoren. Bei den Verteiltransformatoren müssen die kleineren Verlustleistungen den Redundanzanforderungen gegenübergestellt werden. Das Einsparpotential ist gesamthaft (D29, E15N, H11, F18, H01, D08S) jedoch kleiner als 20kW.

6.2.2 Ersatz älterer Transformatoren

Die neueren Transformatoren haben wesentlich kleinere Verlustleistungen als ältere Transformatoren (ältere Verteiltransformatoren: Wirkungsgrad um 98%; heute üblicherweise 99.5%).

Beim Kauf von neuen Transformatoren werden die Verlustleistungen kapitalisiert und somit der betreffend Kosten und Verlustleistung optimierte Trafo eingesetzt.

Durch den Ersatz der älteren Transformatoren (ab Baujahr 1918) können die Verlustleistungen verringert werden.

Potential: Durch den prinzipiellen Ersatz aller Transformatoren durch neue Transformatoren wäre ein theoretisches Einsparpotential von 100'000.- Franken /Jahr vorhanden. Die jährliche Ersparnis ist bei allen Transformatoren kleiner als 15% und nur bei wenigen Transformatoren grösser als 10% des Neupreises. Diese Erkenntnisse sind im Rahmen der Sanierung der Stromversorgungsanlagen umzusetzen.

6.2.3 Optimale Dimensionierung der Transformatoren

Ein neuerer Transformator mit einem Wirkungsgrad von 99.3% bei Nennlast hat bei 25% Last einen Wirkungsgrad von 99.5%.

Potential: Kein Einsparpotential.

6.2.4 Verringerung der Blindleistungsverluste

Die Blindleistungsverluste sind durch den Einsatz der Transformatoren vorgegeben. Sie können durch Blindleistungskompensationen kompensiert werden.

Potential: Der Blindleistungsbezug kann kaum beeinflusst werden. Somit kein Einsparpotential. Zudem wird die Blindleistungskompensation erst relevant, sobald durch den übermässigen Blindleistungsbezug zusätzliche Kosten entstehen (Strommarktliberalisierung).

7 Umwandlung

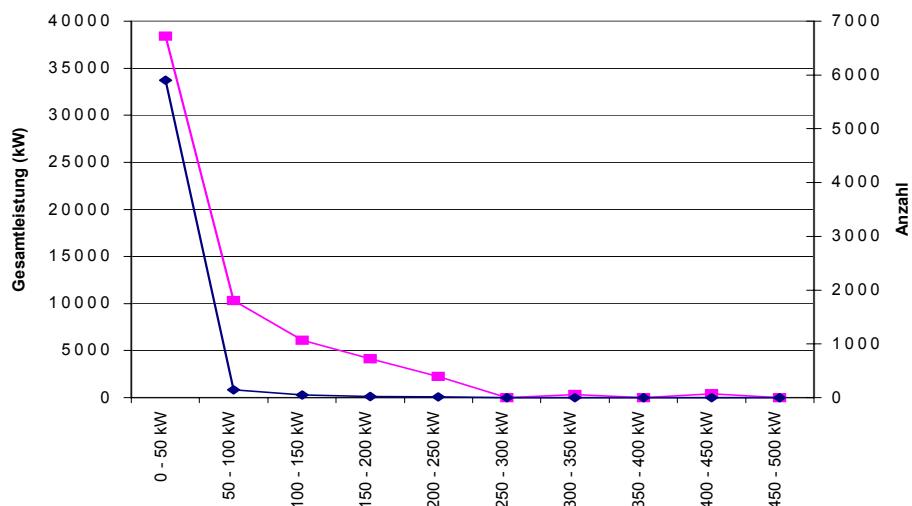
7.1 Elektromotoren: mittleres Einsparpotential (elektrische Energie → mechanische Energie)

Die Elektromotoren verbrauchen rund 94% des gesamten Stromverbrauchs im Werk.

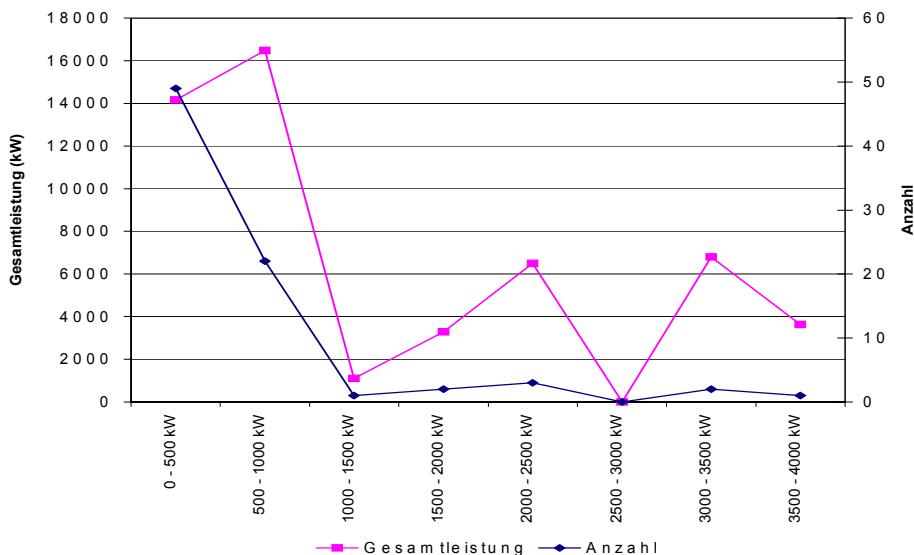


	Leistungsanteil	Anzahl
Niederspannungsmotoren	55 %	6140
Hochspannungsmotoren	45 %	85

7.1.1 Niederspannungsmotoren



7.1.2 Hochspannungsmotoren



7.1.3 Einsatz von Motoren mit besserem Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad neuerer gegenüber älteren Elektromotoren unterscheidet sich bei kleinen Motoren bis zu 5%, bei grossen Motoren bis zu 2%. Neuere Energiesparmotoren haben insbesondere bei Nennbelastung einen verbesserten Wirkungsgrad.

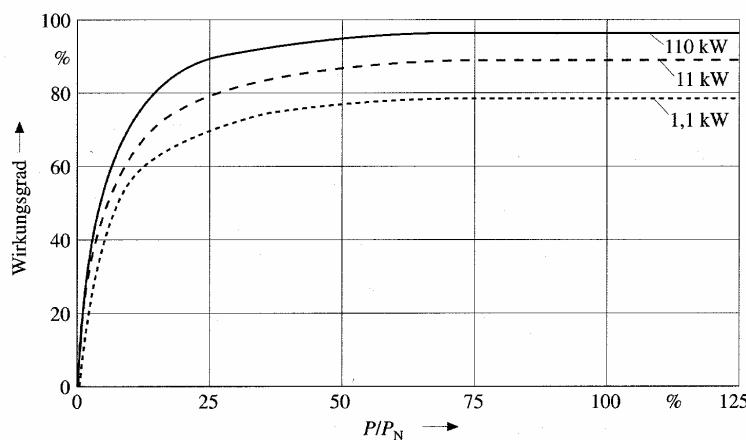
Potential: Der Ersatz vorhandener Motoren ist wirtschaftlich selten sinnvoll. Bei der Beschaffung von neuen Motoren muss der Wirkungsgrad in der Kostenkalkulation berücksichtigt werden.

Hochspannungsmotoren mussten teilweise aufgrund des Spannungswechsels von 3kV und 6kV umschaltbar eingesetzt werden. Dies hat zur Folge, dass diese einen bis zu 2% schlechteren Wirkungsgrad aufweisen.

Potential: Die jährliche Kostenersparnis an elektrischer Energie ist kleiner als 5 bis 10% der Kosten für einen neuen Motor. Somit kaum Einsparpotential.

7.1.4 Einsatz von optimal dimensionierten Motoren

Der Wirkungsgrad von Elektromotoren ist abhängig von der Auslastung des Motors.



Ab einer Belastung von 75% ist der Wirkungsgrad sehr konstant. Bei kleiner Belastung (unter 50%) sinkt der Wirkungsgrad wesentlich. Durch den Ersatz unterbelasteter Motoren durch kleinere Motoren kann der Wirkungsgrad verbessert werden.

Beispiel: Der Ersatz eines 50kW-Elektromotors (30% Last) durch einen 20kW-Motor bringt eine Wirkungsgradverbesserung von ca. 5%. Bei Dauerbetrieb ist die jährliche Kostenersparnis rund 25% der Anschaffungskosten eines neuen 20kW-Motors.

Die durchschnittliche Belastung der Niederspannungsmotoren im Werk liegt bei ca. 70% Auslastung. Bei mehrmaligen Messungen von 91 Elektromotoren zwischen 1kW bis 400kW in unseren „Monoanlagen“ waren 24 der 91 Niederspannungsmotoren weniger als 60% belastet.

Die durchschnittliche Belastung der Hochspannungsmotoren im Werk liegt bei ca. 80% Auslastung. Bei mehrmaligen Messungen von 33 Hochspannungsmotoren zwischen 280kW bis 2200kW in Monoanlagen waren 4 der 33 Elektromotoren weniger als 60% belastet.

Potential: Der Stromverbrauch der Elektromotoren beträgt rund 94% des gesamten Stromverbrauchs der Lonza Walliser Werke. Durch eine optimale Auslegung kann bei ca. 10% der Motoren eine Wirkungsgradverbesserung um mehrere Prozente erreicht werden.

Neben den Energiekosten können bei optimierter Dimensionierung in der Projektierung **zusätzlich beachtliche Anlagekosten (kleinere Motoren, kleinere Zu-
leitungen, kleinere Elektroverteilungen, etc.) eingespart werden.**

Bei Anlagen, deren Auslegung schwierig ist oder ändert, kann durch den Einsatz von geregelten Antrieben (Frequenzumformern) dasselbe Resultat erreicht werden!

7.1.5 Verringerung der Blindleistungsverluste

Die Blindleistungsverluste der Elektromotoren sind sehr stark von der Auslastung abhängig. Unterbelastete Motoren beziehen übermäßig viel Blindleistung.

Potential: Durch eine optimierte Auslegung der Elektromotoren verbessert sich zu den oben beschriebenen Einsparpotentialen zusätzlich der Blindleistungsbezug.

7.2 Heizung: kein Einsparpotential (elektrische Energie → Wärme)

7.2.1 Wirkungsgradverbesserung, Reduktion Blindleistung

Elektrische Heizungen haben einen optimalen Wirkungsgrad und stellen eine rein ohmsche Last dar.

Potential: Kein Potential bei der Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme.

7.3 Beleuchtungen: kleines Einsparpotential (elektrische Energie → Licht)

7.3.1 Beleuchtungskörper mit besserem Wirkungsgrad, optimale Dimensionierung

Neuere Lampen und Leuchten haben einen wesentlich verbesserten Wirkungsgrad. Hochdruckentladungslampen sind nur in grossen, offenen Hallen sinnvoll. In explosionsgefährdeten Bereichen müssen Lampen mit entsprechendem Explosionsschutz eingesetzt werden.

Potential: Durch den Ersatz von herkömmlichen Leuchtstoffröhren durch energiesparende Leuchtstoffröhren kann der Wirkungsgrad um rund 10% verbessert werden. Der prinzipielle Ersatz dauert im Rahmen der üblichen Instandhaltung einige Jahre. Die Beleuchtung der grossen Hallen L03, A07, B05 und C04 wurden in den letzten Jahren durch energiesparende Hochdrucklampen ersetzt. Durch den Ersatz von herkömmlichen Balkenlampen durch Reflektorbalkenlampen kann in nicht explosionsgefährdeten Bereichen ein kleines Energiesparpotential ausgenutzt werden. Bei neuen Anlagen ist eine korrekte Auslegung und der Einsatz von energiesparenden Leuchtstoffröhren oder Reflektorfällen sinnvoll.

7.4 EDV-Anlagen: kleines Einsparpotential (elektrische Energie → Speisung von EDV, usw)

7.4.1 Wirkungsgradverbesserung

Die Speisegeräte grösserer Datenverarbeitungsgeräte haben einen verhältnismässig guten Wirkungsgrad, da die Erwärmung der Geräte ein kritischer Faktor ist. Vielfach wird bei EDV-Geräten der Wirkungsgrad der elektrischen Versorgung nur aufgrund der Erwärmung berücksichtigt, da die Verfügbarkeit und die Anschaffungskosten der Geräte die Energieeinsparungen bei weitem überwiegen.

Potential: In Anbetracht der kleinen Leistungen ist kaum ein wesentliches Einsparpotential vorhanden.

8 Nutzung der Energie

	Stromverbrauch
Elektromotoren	94 %
Beleuchtungen	2 %
Heizungen	2 %
Werkstätten, Büros, Labor, usw.	1 %
EDV	1 %

Die Elektromotoren verbrauchen rund 94% des gesamten Stromverbrauchs im Werk für folgende Anwendungen:

	Stromverbrauch	Anzahl Motoren
Pumpen, Kompressoren,	47 %	77 %
Verdichter	41 %	9 %
Rührer	8 %	10 %
Gebläse, Zentrifugen, Mischer	4 %	4 %



8.1 Pumpen: sehr grosses Einsparpotential

Pumpen sind die grössten Stromverbraucher der Lonza. Neben einigen sehr grossen Pumpen (Rhonestrassenpumpen, etc.) haben Pumpen üblicherweise sehr kleine bis mittlere Leistungen.

Die Energieaufnahme einer Pumpe hängt im Wesentlichen ab, von

- Betriebszeit
- Durchflussmenge
- Förderhöhe
- Pumpenkennlinie und Wirkungsgrad
- Pumpenart

Die Energieaufnahme einer Pumpe kann konkret vermindert werden durch

- Reduktion der Betriebszeit
- Reduktion der benötigten Durchflussmenge
- Reduktion des benötigten Druckes
- Betrieb der Pumpen beim optimalen Betriebspunkt, optimalen Wirkungsgrad
- Optimierte Dimensionierung der Pumpen
- Einsatz von Pumpen mit besserem Wirkungsgrad

8.1.1 Reduktion der Betriebszeit

Die Reduzierung der Betriebszeit ist die effizienteste Möglichkeit um Energie zu sparen. Oft laufen insbesondere „kleine“ Stromverbraucher im Dauerbetrieb, da hierdurch auf eine entsprechende Steuerung verzichtet werden kann. Durch kleine einfache Steuerungsänderungen kann die Laufzeit des Motors/Pumpe in vielen Fällen wesentlich reduziert werden.

Pumpen, Kompressoren, ... erfüllen oft mehrere verschiedene Aufgaben (Bsp.: Eine Pumpe wird während 95% der Zeit mit kleiner Fördermenge für die Durchmischung und während 5% der Zeit mit grosser Fördermenge für die Füllung eines Rührwerkes betrieben). Durch den Einsatz weiterer Anlageteile z.B. zweite Pumpe, Hochgefäß, Rührer usw. kann hier eine weitere Möglichkeit bestehen, um die Betriebszeit einzelner grösserer Energieverbraucher zu reduzieren, indem die einzelnen Funktionen der Pumpen, Kompressoren usw. getrennt werden. Dadurch sind die einzelnen Anlageteile für den jeweiligen Betrieb optimal ausgelegt und können mit entsprechend kürzeren Laufzeiten betrieben werden.

8.1.2 Reduktion der Durchflussmenge

Durch die Optimierung der benötigten Durchflussmenge kann die notwendige Pumpleistung reduziert werden.

Oft werden Anlagen sehr flexibel geplant. Die einzelnen Pumpen fördern jeweils an mehrere Bezugsorte mit sehr unterschiedlichen Bezugsmengen. Der Bezug der einzelnen Orte ist nicht koordiniert, so dass die Bezugsmenge um ein vielfaches variiert. Die Pumpen werden auf den maximalen Bezug ausgelegt und mehrheitlich bei Teillast betrieben.

Beim Verzicht auf diese Flexibilität (insbesondere in kontinuierlichen Anlagen) kann durch eine Verringerung der max. benötigten Bezugsmenge (kleinere Menge über längere Zeit fördern) bzw. durch eine zeitliche Koordination der einzelnen Bezüger (nur an einen Ort gleichzeitig fördern) die max. Fördermenge und dadurch die Förderleistung reduziert werden.

Neben der Ersparnis an Energiekosten hätte dies zudem den Vorteil, dass die Leitungen entsprechend kleiner dimensioniert werden können und die Investition entsprechend kleiner wird.

8.1.3 Reduktion des benötigten Drucks

Durch eine energieoptimale Planung der Anlage (insbesondere möglichst keine Drosselung über Blenden, Stellventile im oberen Regelbereich offen; optimale Gestaltung der Rohranlagen) kann der benötigte Druck (für die gleiche Menge) wesentlich gesenkt werden.

Kleinanlagen werden aufgrund gewünschter Verfahrensflexibilität und grosser Reserven sehr oft grosszügig dimensioniert. Mit Hilfe von „Blenden“ und durch das Schliessen der Stellventile werden anschliessend die Fördermengen und Drücke an den gewünschten Betriebspunkt angepasst. Entsprechend der Dimensionierung sind auch die Stellventile oft überdimensioniert und regeln im untersten Bereich. Durch die Druckverluste in den Blenden und den Stellventilen wird ein grosser Teil der Förderleistung (die von der Pumpe auf den Förderstrom übertragene nutzbare hydraulische Leistung) vernichtet (in Wärme/Schall umgewandelt). Durch eine energieoptimale Planung der Anlage (insbesondere möglichst keine Drosselung über Blenden, Stellventile im Normalfall weit offen; optimale Gestaltung der Rohranlagen) kann der benötigte Druck oft wesentlich gesenkt werden. Dadurch wird bedeutend weniger Energie zur Förderung benötigt. Zudem können die Anlagen (Pumpen, Ventile, ...) oft kleiner dimensioniert werden.

In Grossanlagen (Z.B: Rhonewasserpumpen) können durch die Reduzierung des benötigten Druckes die Energiekosten massiv gesenkt werden. Der benötigte Druck kann reduziert werden, indem die Druckverluste reduziert werden, indem die Regelung den Betrieb beim Minimaldruck erlaubt und indem die „Kunden“ (Wärmetauscher,...) ihre Bedürfnisse optimieren.

Beispiel: Beim Rhonewassernetz Visp soll durch die Optimierung der Leitungen und durch die Absenkung des Druckes (geschlossene Kreisläufe) ca. 20% der benötigten elektrischen Energie eingespart werden.

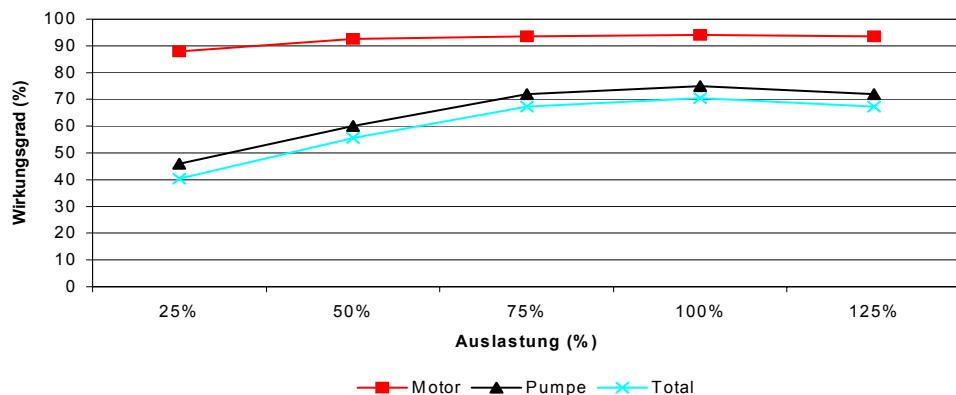
8.1.4 Betrieb der Pumpen beim optimalen Betriebspunkt

Der Wirkungsgrad einer Pumpe ist enorm vom Betriebspunkt der Pumpe abhängig.

Je weiter sich der effektive Betrieb vom optimalen Betriebspunkt entfernt, desto schlechter wird die Energieeffizienz.

Beispiel: Wirkungsgrad einer Radialpumpe mit Elektromotor:

Der gesamte Wirkungsgrad einer Radialpumpe mit Elektromotor ist bei 50% Belastung wesentlich schlechter als bei Nennbelastung.



Meistens werden Pumpen für den Betrieb mehrerer verschiedener Betriebszustände eingesetzt und dementsprechend an verschiedenen Betriebspunkten betrieben. Zudem werden Pumpen, insbesondere in Kleinanlagen, oft wesentlich überdimensioniert. Dies hat eine Abweichung vom optimalen Wirkungsgrad zur Folge.

Falls der Betrieb der Pumpe an einem einzigen Betriebspunkt möglich ist, kann durch den Einsatz der optimalen Pumpenkenngrösse ein wesentliches Potential ausgeschöpft werden. Eine kleinere, angepasste Pumpe ist zudem in der Beschaffung günstiger. In bestehenden Anlagen kann ein vorhandenes Potential oft genutzt werden, indem der Laufraddurchmesser der Pumpe nachträglich korrigiert wird („Abdrehen des Laufraddurchmessers“). Diese Massnahme kann aufgrund des üblicherweise sehr grossen Energie-Einsparpotentiales wirtschaftlich sinnvoll sein, obwohl das Laufrad aufgrund der Praxis in der Lagerhaltung als Verschleissobjekt entsorgt werden muss.

Falls der Betrieb der Pumpe an mehreren Betriebspunkten notwendig ist, kann durch den Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben die Anlagekennlinie den jeweiligen Zuständen angepasst und dadurch ein konstant guter Pumpenwirkungsgrad erreicht werden. Zusätzlich kann dadurch oft auf Drosselungen verzichtet werden. Diese Anwendung von Frequenzumformern (Drehzahlvariable Antriebe) ist meistens wirtschaftlich nur sinnvoll, falls die Pumpen bei höheren Leistungen (>20kW) und bei langen Betriebszeiten mit einem Energiesparpotential von mindestens ca. 40% betrieben werden. Der Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben wird in den nächsten Jahren, insbesondere auch für kleine Pumpen, durch neue Motoren mit integriertem Drehzahlumformer noch wesentlich interessanter.

Der Wirkungsgrad optimal ausgelegter Pumpen kann sich aufgrund von schleichenenden Veränderungen (Abnutzung von Pumpenteilen, Veränderung der Rahmenbedingungen,...) wesentlich verschlechtern. Mit systematischen Energieeffizienzmessungen kann dieses Potential, insbesondere bei grossen Antrieben, rechtzeitig erkannt werden.

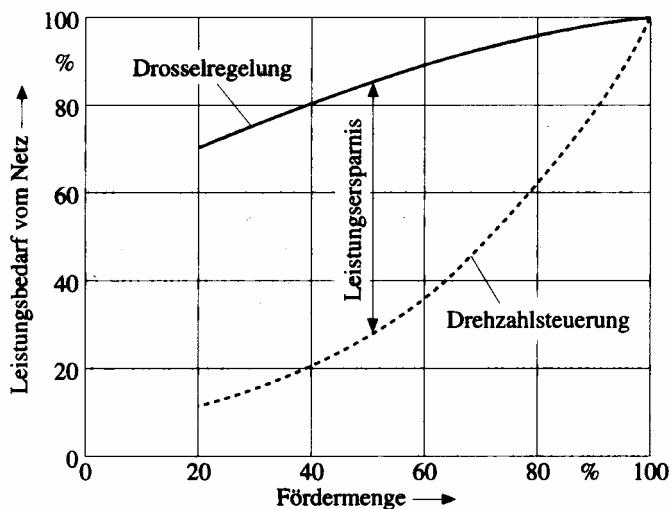
8.1.5 Einsatz von Pumpen mit besserem Wirkungsgrad, optimierte Dimensionierung der Pumpen

Für die Wahl der Pumpen werden Anschaffungspreis, Standardprodukt, etc. stärker gewichtet als der Wirkungsgrad. Insbesondere bei kleinen Pumpen wird der Wirkungsgrad wenig berücksichtigt. Durch die Spezifikation und Kontrolle des Wirkungsgrades bei der Beschaffung kann die Energieeffizienz (Wirkungsgrad) der Pumpen allgemein verbessert werden.

8.1.6 Vergleich Drosselregelung / Drehzahlregelung

Im Pumpenkreislauf werden sehr oft „Lochblenden“ zur Drosselung eingesetzt, um die Pumpe möglichst nahe beim optimalen Betriebspunkt zu betreiben und um die Pumpe bei „offenem“ Kreislauf zu schützen.

Durch diese Drosselregelung wird die entsprechende Energie in Wärme und Schallenergie umgewandelt, was einer Vernichtung der Energie gleichkommt.



Durch die Wahl der optimalen Pumpenkenngrösse, durch den Einsatz von geregelten Antrieben (Frequenzumformern) oder durch die Anpassung des Laufraddurchmessers kann oft die Drosselung mit „Lochblenden“ und Stellventilen wesentlich reduziert werden.

8.1.7 Vergleich Stromverbrauch überdimensionierter Pumpen

Pumpen werden oft überdimensioniert und falls nötig auf den benötigten Betriebspunkt mittels eines Stellventils (oder einer Blende) „abgeregelt“.

Bei nachträglichen Anlagenänderungen (reduzierte Förderhöhe oder -menge) besteht zudem die Gefahr, dass dieselbe Pumpe im Einsatz bleibt und somit wesentlich überdimensioniert ist.

In Anbetracht, dass die Pumpen rund 44% des gesamten Stromverbrauchs der Lonza ausmachen, ist das grosse Einsparpotential ersichtlich. Neben dem Einsparpotential Stromverbrauch muss ebenfalls das Einsparpotential an überdimensionierten Rohranlagen beachtet werden.

8.1.8 Beispiel mit Kennlinien

R1 = Rohrleitungskennlinie der Rohrleitung ohne „Blende“

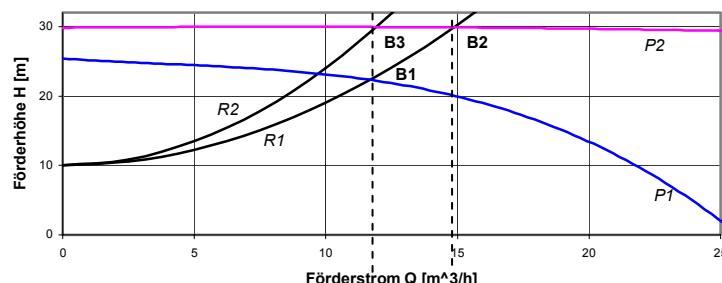
R1 = Rohrleitungskennlinie derselben Rohrleitung jedoch mit „Blende“

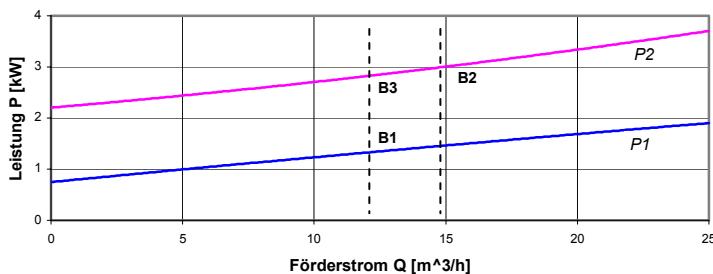
P1 = Pumpenkennlinie der Pumpe 1

P2 = Pumpenkennlinie der Pumpe 2

Benötigte Förderhöhe: 20m

Sollmenge: 12m³/h





- B1 = Die Pumpe 1 (P_1) fördert in der Rohrleitung ohne Blende (R_1) einen Förderstrom von $12\text{m}^3/\text{h}$ bei einer Förderhöhe von 22m und nimmt dabei eine elektr. Leistung von 1.3kW auf.
- B2 = Die Pumpe 2 (P_2) fördert in der Rohrleitung ohne Blende (R_1) einen Förderstrom von $14.8\text{m}^3/\text{h}$ bei einer Förderhöhe von 29.8m und nimmt dabei eine elektr. Leistung von 3.0kW auf.
- B3 = Die Pumpe 2 (P_2) fördert in der Rohrleitung mit Blende (R_2) den verlangten Förderstrom von $12\text{m}^3/\text{h}$ bei einer Förderhöhe von 30m und nimmt dabei eine elektr. Leistung von 2.9kW auf.

Wird die Pumpe 2 in die Rohrleitung ohne Blende eingebaut, so liefert diese einen den nötigen Bedarf übersteigenden Förderstrom und benötigt hierfür eine viel grössere elektrische Leistung als die Pumpe 1.

Um nur den benötigten Förderstrom von $25\text{m}^3/\text{h}$ mit der Pumpe 2 zu liefern, kann eine Blende in die Rohrleitung eingebaut werden. Dadurch verändert sich die Rohrleitungskennlinie (R_2). Die Pumpe 2 benötigt trotzdem eine wesentlich grössere elektrische Leistung als die Pumpe 1.

8.1.9 Beispiel: Vergleich Stromkosten

Der untenstehende Vergleich zeigt als Beispiel den Kostenvergleich verschiedener Pumpen (effektiv benötigte Leistung 1.6kW).

Benötigte Förderhöhe: mind. 15m

Sollmenge: mind. $20\text{m}^3/\text{h}$

Um die Vorgaben zu erfüllen, können verschiedene Pumpen eingesetzt werden. Falls die Pumpe überdimensioniert ist, kann die Fördermenge mit einem Regelventil auf die Sollmenge von $20\text{m}^3/\text{h}$ „abgeregelt“ werden. Die aufgenommene elektrische Leistung (El. Leistung) bei $20\text{m}^3/\text{h}$ wurde mit den entsprechenden Pumpenkennlinien ermittelt:

Eingesetzte Pumpe (Kenngrösse)	Förder-höhe [m]	El. Leistungs-aufnahme [kW]	Durchfluss-menge [m^3/h]	Stromkosten in 10 Jahren [SFr]
65-50-125	17	1.6	20	10'650.-
65-50-160	30	2.8	20	18'650.-
100-80-125	24	4.1	20	27'300.-
100-80-160	32	5.8	20	38'600.-
80-50-200	55	7.0	20	46'600.-
80-50-250	85	14.0	20	93'200.-

8.2 Kompressoren: sehr grosses Einsparpotential

Die Kompressoren sind die grössten einzelnen Stromverbraucher des Werkes (bis 3.6MW). Neben den Pumpen gehören die Kompressoren gesamthaft zu den grössten Stromverbrauchern der Lonza. Allgemein haben Kompressoren sehr grosse elektrische Antriebe.

Die Energieaufnahme eines Kompressors hängt im Wesentlichen ab

- von der Betriebszeit
- vom benötigten Druck (vor und nach Kompression) / von der benötigten Menge
- inwiefern der Kompressor bei optimaler Belastung betrieben wird (Auslastung und Steuerung des Kompressors),
- vom Wirkungsgrad des Kompressors

8.2.1 Reduktion der Betriebszeit

Die Reduzierung der Betriebszeit ist die effizienteste Möglichkeit um Energie zu sparen. Kompressoren laufen üblicherweise im Dauerbetrieb. Die Reduktion der Betriebszeit ist gegebenenfalls nur bei Leerlast-Betrieb möglich.

8.2.2 Reduktion des benötigten Drucks, Reduktion der benötigten Menge

Durch Anlagenoptimierungen können oft Druckverluste reduziert und somit der Solldruck abgesenkt werden (insbesondere möglichst keine Drosselung über Stellventile oder Blenden; optimale Gestaltung der Rohranlagen). Dies bedingt üblicherweise wesentliche Investitionen. Die Kostenersparnis ist aufgrund der grossen Energiemengen jedoch schon bei kleinen Verbesserungen beachtlich.

Der benötigte Druck kann oft wesentlich reduziert werden, indem seitens der Kunden deren Bedürfnisse optimiert werden. Oft wird der Druck auf die empfindlichsten Verbraucher ausgelegt. Überprüfen diese empfindlichen Kunden ihre Bedürfnisse und treffen in einzelnen Fällen zusätzliche Massnahmen, so kann das vorhandene Potential werksweit genutzt werden!

8.2.3 Betrieb des Kompressors beim optimalen Betriebspunkt

Der Wirkungsgrad eines Kompressors ist grösstenteils von der Auslastung abhängig.

Voraussetzung für den energieoptimalen Betrieb eines Kompressors ist die Kenntnis des optimalen Betriebspunktes und des Verhaltens bei Teillastbetrieb. Für entsprechende Energieeffizienzberechnungen müssen die entsprechenden Messungen oder die Kompressorendaten von der Lieferfirma vorhanden sein.

Für den Betrieb bei Teillast kann die Leistung mit Hilfe von drehzahlvariablen Antrieben, mit Hilfe von Ventilabhebungen bei Kolbenkompressoren oder mit „Bypass-Regelungen“ angepasst werden.

Insbesondere die „Bypass-Regelung“ ist weit verbreitet, diese sollte jedoch möglichst vermieden werden. Über den Bypass wird das komprimierte Gas wieder entspannt und die entsprechende Energie geht verloren. Durch den Einbau einer Steuerung für Ventilabhebung oder eines drehzahlvariablen Antriebs kann die Energieeffizienz wesentlich verbessert werden.

Werden Kompressoren nicht optimal ausgelastet, so wird ein wesentlicher Teil der Energie in Wärme umgewandelt und mit dem Produkt, bzw. mit dem Kühlwasser abgeführt. Das Bei-

spiel des Kältekompessors im Niazolbetrieb hat gezeigt, dass die Energieeffizienz dieses Kompressors um mehr als 25% verbessert werden konnte, nachdem er ins zentrale Kältenetz des Werkes integriert wurde und somit nun nicht mehr bei Teillast laufen muss. Vor der Integration des Kältekompessors ins zentrale Kältenetz des Werkes musste der Kompressor aufgrund der benötigten Kältemenge im Niazolbetrieb oft wesentlich unter 50% betrieben werden. Der Wirkungsgrad bei Teillastbetrieb ist wesentlich schlechter als bei Nennlast, zudem wurde bei diesem Kompressor bei Teillast <65% die entsprechende Energie über einen Bypass „vernichtet“. Nach dem Anschluss der Kälteversorgung Niazol an das zentrale Kältenetz des Werkes kann der Kompressor im Niazol bei Nennlast betrieben werden. Die Spitzen im Niazol, bzw. die überschüssige Kälteenergie im Niazol werden durch das zentrale Kältenetz „aufgefangen“.

8.2.4 Einsatz von Kompressoren mit besserem Wirkungsgrad, optimierte Dimensionierung

Bei der Beschaffung eines Kompressors muss der Wirkungsgrad (bei den gewünschten Betriebspunkten) als ein wesentlicher Faktor betrachtet und die Energiekosten für die Vergabe des Auftrages kapitalisiert werden.

8.3 Rührer, Gebläse, Zentrifugen, Mischer

8.3.1 Einsatz von Anlagen mit besserem Wirkungsgrad, optimierte Dimensionierung

14% der Elektromotoren dienen dem Antrieb von Rührern, Gebläsen, Zentrifugen, Mischern. Aufgrund der notwendigen variablen Drehzahl der Antriebe werden in diesen Bereichen bereits vermehrt drehzahlgesteuerte Antriebe eingesetzt.

Das Einsparpotential ist entsprechend klein.

8.4 Licht

8.4.1 Effizientere Nutzung der Lichtenergie

Durch eine den Bedürfnissen angepasste Beleuchtung und insbesondere durch ein konsequentes Abschalten nicht benutzter Beleuchtung könnte ein Teil der Energie eingespart werden. Zusätzlich kann durch eine geschickte Anordnung der Beleuchtungskörper und durch eine helle Gestaltung der zu beleuchtenden Räume (weisse Wände) die benötigte Lichtmenge wesentlich reduziert werden.

In der Lonza werden Beleuchtungsanlagen oft im Dauerbetrieb betrieben (Bsp: Pilothalle E31) und es bestehen keine Einrichtungen, die Beleuchtung dem Tagesverlauf anzupassen. Viele Beleuchtungsanlagen (Bsp.: Tanklager) werden durch Dämmerungsschalter bei eintretender Dunkelheit automatisch eingeschaltet. Durch eine Reduzierung der Dauerbeleuchtung auf die notwendige Notbeleuchtung könnte die Energie für Beleuchtung (gesamt für Lonza rund Fr. 800'000.-/Jahr) theoretisch auf einen Bruchteil reduziert werden. Dies ist in den meisten bestehenden Anlagen aufgrund grosser Anlagenänderungen wirtschaftlich nicht sinnvoll. In einzelnen Fällen (Tanklager etc.) kann die Beleuchtungsdauer wesentlich reduziert werden (nur Notbeleuchtung im Dauerbetrieb).

8.5 Wärme: grosses Einsparpotential

8.5.1 Effizientere Nutzung der Wärme

Durch eine energieoptimierte Regelung beim Heizen/Kühlen kann die benötigte Energie wesentlich reduziert werden. Das aufzuwärmende Medium kann zudem durch das „abzukühlende“ Medium aufgeheizt werden. Dadurch wird Kälte und Wärme sinnvoll ausgetauscht. Einerseits werden die Heizleistung und andererseits die Kühlleistung durch die Austauschenergie der beiden Medien reduziert.

Durch das Sammeln von Kondensat, (beispielsweise von gebrauchtem Dampf 26 bar) in Sammelbehältern kann der Entspannungsdampf mit 2,5 bar wieder verwendet und dadurch die produzierte Dampfmenge von 2,5 bar reduziert werden. Durch die regelmässige Kontrolle von Kondensatabscheidern (Bsp. automatische Kontrolle) kann ein unnötiger Verlust von Dampf verhindert werden.

Durch die verbesserte Isolation und die Eliminierung von grossen „Wärmebrücken“ kann die benötigte Wärme bei den Gebäude-, Anlagen- und Rohrbegleitheizungen gesenkt werden. Durch Optimierung der Heiztemperatur an die wirklich benötigte Temperatur (Raumheizung von nicht benutzten Räumen stark reduzieren, Prozesstemperatur optimieren,...) kann ein weiteres Potential genutzt werden.

Durch Wärmepumpen kann unbenutzte Wärmeenergie wieder wirtschaftlich verwendet werden.

8.5.2 Nutzung von günstigeren Energieformen

Prinzipiell ist die Verwendung der verschiedenen Energieformen/Energieträgern energetisch zu vergleichen (Bsp. Gas vs. Strom, Sole vs. Rhonewasser, ...).

Beispielsweise ist als Gebäudeheizung Dampf meistens wesentlich günstiger als Elektrizität. In den letzten Jahren wurden die Heizungen konsequent geprüft, inwieweit elektrische Heizungen sinnvoll sind. Die elektrischen Gebäudeheizungen wurden soweit sinnvoll ersetzt. Neu werden elektrische Heizungen nur aufgrund der idealen Regelung (Reaktoren, Rohrbegleitheizungen,...) oder aufgrund sehr kurzer Betriebszeiten eingesetzt.

8.6 Werkstätten, Büros, Labor, EDV, usw.

8.6.1 Effizientere Nutzung der Energie

Durch einen bewussteren Umgang jedes Mitarbeiters mit der Energie ist sicher ein Potential vorhanden. Aufgrund dieser sehr kleinen Einheiten und dem Einsatz von Standardprodukten ist hier kein grosses Potential vorhanden.

9 Diplomarbeiten

Im Rahmen des Projektes „Strom rationell nutzen“ wurden 2001/2002 drei Diplomarbeiten durchgeführt mit dem Ziel, anhand von konkreten Beispielen das vorhandene „Stromsparpotential“ aufzuzeigen und dadurch eine Basis für weitere Massnahmen zu schaffen.

- **Diplomarbeit** Ingenieurschule Sitten: **Verfahrensingenieur EIV**, Herr Schnyder Remo
- **Diplomarbeit** Ingenieurschule Sitten: **Elektroingenieur EIV**, Herr Bregy Valentin
- **Diplomarbeit** Private Hochschule Bern: **Wirtschaftingenieur FH**: Herr Holzer Roger

Im Rahmen dieser Diplomarbeiten wurden in zwei typischen Anlagen (ein kleines flexibles Tanklager und eine grosse Mono-Anlage) geprüft:

- **Tanklager**
- **Ammoniakbetrieb**

In diesen beiden Anlagen wurde das vorhandene Potential durch elektrotechnische und verfahrenstechnische Massnahmen gesucht und die Verbesserungsvorschläge auf die wirtschaftliche Nutzung geprüft:

- **Elektrotechnische Massnahmen** zur Verbesserung der Energieeffizienz.
 - Energieoptimierte Antriebe, Beleuchtung, Heizungen
 - Optimierung der Betriebszeiten
 - Drehzahlvariable Antriebe
- **Verfahrenstechnische Massnahmen** zur Verbesserung der Energieeffizienz.
 - Anlagenänderungen
 - Anpassung von Pumpenkenngrössen
 - Einsatz drehzahlvariabler Antriebe
 - Anpassung von Laufraddurchmessern
- **Wirtschaftliche Nutzbarkeit** der vorgeschlagenen Verbesserungen.
 - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung inklusive Nutzwertanalyse

10 Diplomarbeiten Tanklager

Das analysierte Tanklager ist eine neuere und nach dem heutigen Stand der Technik sehr gut geplante Anlage. Diese Anlage wurde auf Energieeffizienz geprüft mit folgendem Ziel: Falls sich in dieser Anlage ein wesentliches Energie-Einsparpotential befindet, so kann angenommen werden, dass in den meisten ähnlichen Anlagen mindestens ein ähnlich grosses Potential vorhanden ist.

Die Strombezüger in diesem Tanklager sind 11 kleinere Standardpumpen, zusätzliche Wärmeleitung und die Beleuchtung. Die Stromkosten im Tanklager betragen jährlich rund Fr. 6'000.-.

Die Anlage wurde grosszügig (Betriebszeiten, Flexibilität, Reserven) dimensioniert. Bei den Pumpen wurde der Betrieb mit Hilfe von „Blenden“ angepasst. Dadurch wird ein Teil der eingesetzten Energie in Wärme/Schall umgewandelt. Insbesondere könnte durch eine energieoptimierte Auslegung der Anlage (gegebenenfalls auch eine Reduktion an Flexibilität und Reserven) die Verluste der Pumpen, sowie in den Drosselblenden und Ventilen reduziert werden. Somit könnte ein wesentlicher Teil der benötigten Energie eingespart werden.

10.1 Energieeffizienzverbesserung durch Reduktion der Betriebszeit

Durch die Reduzierung der Betriebszeit auf die notwendige Zeit konnte durch kleine Steuerungsanpassungen bei einzelnen Antrieben sowie bei der Beleuchtung die Betriebszeit um bis zu 60% reduziert und der Energieverbrauch im gleichen Masse vermindert werden.

10.1.1 Theoretisches Potential Tanklager

Bei fast allen Energieverbrauchern im Tanklager könnte die Betriebszeit wesentlich verringert werden. Die hierfür notwendigen Massnahmen reichen von kleinen Steuerungsänderungen bis zu grösseren Änderungen in der Anlage.

Beispiele:

Pumpe 2P11/2P12:

- | | |
|----------|---|
| Vorher: | Dauerbetrieb der Pumpe |
| Nachher: | Die Pumpe wird anhand der Ventilstellung (Ein/Aus) eingeschaltet bzw. ausgeschaltet |

Beleuchtung Tanklager:

- | | |
|----------|---|
| Vorher: | In der Nacht Dauerbetrieb sämtlicher Beleuchtung |
| Nachher: | In der Nacht Dauerbetrieb der Notbeleuchtung, der Rest der Beleuchtung wird durch das Bedienpersonal bei Bedarf eingeschaltet und schaltet automatisch aus. |

10.1.2 Nutzbarkeit Tanklager

2P01: Energieeinsparung 47%

2P02: Energieeinsparung 47%

2P05: Energieeinsparung 58%

2P11: Energieeinsparung 59% (nur Testbetrieb)

Durch die Realisierung obiger Massnahmen (Reduzierung der Betriebszeiten durch Steuerungsänderungen) konnte der Gesamtenergieverbrauch des Tanklagers **bereits um 24%** reduziert werden.

10.2 Energieeffizienzverbesserung durch optimierte Pumpengrösse

Durch die Verringerung der Druckverluste (Blenden, Stellventile, ...) und die Anpassung der Pumpenkenngrösse kann die Energieeffizienz wesentlich verbessert werden:

Anhand der vorgängig bestimmten Fördermenge und Förderhöhe sind folgende Pumpengrössen mit Hilfe des Übersichts-Kennfeldes ausgewählt worden:

10.2.1 Theoretisches Potential Tanklager

2P01: Kenngrösse 50-32-160 Energieeinsparung 31% bis 55%

2P02: Kenngrösse 50-32-160 Energieeinsparung 31% bis 55%

2P03: Kenngrösse NCP 3-160 Energieeinsparung 70%

2P05: Kenngrösse NCP 3-125 Energieeinsparung 78% bis 86%

2P07: Kenngrösse NCP 3-125 Energieeinsparung 86% bis 89%

10.2.2 Wirtschaftliche Nutzbarkeit Tanklager

Die nachträgliche Änderung der Pumpen (Ersatz) ist aufgrund der kleinen Energiemengen wirtschaftlich nicht sinnvoll (Payback-Zeit > 11 Jahre).

Bei einer Neuinvestition wäre bei den Pumpen 2P03 und 2P05 der Einsatz einer kleineren Pumpenkenngrösse wirtschaftlich sinnvoll, da Standardpumpen eingesetzt werden können (kleinere Investition und kleinere Energiekosten). Bei den übrigen Pumpen ist der Einsatz einer kleineren Pumpe wirtschaftlich nicht sinnvoll, da die optimierten Pumpengrößen dem Lonza-Standard nicht entsprechen.

10.3 Energieeffizienzverbesserung durch variable Drehzahl

Durch den Einsatz drehzahlvariabler Antriebe (Frequenzumformer oder polumschaltbare Motoren) und somit dem Betrieb der Pumpen beim optimalen Betriebspunkt kann die Energieeffizienz wesentlich verbessert werden:

10.3.1 Theoretisches Potential Tanklager

- 2P01: Energieeinsparung 33%
- 2P02: Energieeinsparung 33%
- 2P03: Energieeinsparung 28% bis 67%,
- 2P04: Energieeinsparung 64% bis 67%
- 2P05: Energieeinsparung 68%
- 2P06: Energieeinsparung 67%
- 2P07: Energieeinsparung 66% bis 71%
- 2P09: Energieeinsparung 44% bis 67%
- 2P11: Energieeinsparung 24% bis 85%
- 2P12: Energieeinsparung 24% bis 85%

10.3.2 Wirtschaftliche Nutzbarkeit Tanklager

Der nachträgliche Einsatz von Antrieben mit variabler Drehzahl ist - aufgrund der grossen Investition für den Umrichterantrieb, der kleinen Betriebszeiten und der kleinen Leistungen - in keinem Fall wirtschaftlich sinnvoll (Payback-Zeit > 16 Jahre).

Bei Neuinvestitionen wäre der Einsatz von Antrieben mit variabler Drehzahl einzig bei den Pumpen 2P05, 2P11 und 2P12 (Payback-Zeit rund 7 bis 10 Jahre) in Erwägung zu ziehen.

10.4 Energieeffizienzverbesserung durch Anpassung des Laufraddurchmessers

Durch die Verringerung der Druckverluste (Blenden, Stellventile, ...) und die Anpassung des Pumpenlaufrades kann die Energieeffizienz teilweise wesentlich verbessert werden:

Anhand der vorgängig bestimmten Fördermenge und Förderhöhe wird das Laufrad auf die optimierten Durchmesser reduziert ("abgedreht"). Mit dieser Massnahme wird die Pumpe verändert, so dass sie nicht mehr als „Lonza-Standard-Pumpe“ gilt. Der Ersatz ist trotzdem gewährleistet, indem im Störungsfall eine Standardpumpe eingesetzt wird und das Laufrad mit entsprechendem Aufwand wieder bearbeitet wird. Das Laufrad der zu ersetzenen Pumpe muss aufgrund dieser Praxis in der Lagerhaltung als Verschleissobjekt entsorgt werden.

10.4.1 Theoretisches Potential Tanklager

- 2P01: Energieeinsparung 18%
- 2P02: Energieeinsparung 18%
- 2P03: Energieeinsparung 41%
- 2P04: Energieeinsparung 45%
- 2P05: Energieeinsparung 62% bis 67%
- 2P06: Energieeinsparung 42% bis 51%
- 2P07: Energieeinsparung 54% bis 60%
- 2P09: Energieeinsparung 17% bis 30%

10.4.2 Wirtschaftliche Nutzbarkeit Tanklager

Durch die nachträgliche Anpassung der vorhandenen Pumpen („Abdrehen“ der Laufräder) an den optimalen Betriebspunkt besteht bei einzelnen Antrieben ein wirtschaftlich nutzbares Potential von bis zu 60% (Payback-Zeit < 2 Jahr). Die abgedrehten Laufräder müssten jedoch beim Ersatz der Pumpe ausgetauscht bzw. als Verschleissobjekte entsorgt werden, da die Lagerhaltung bearbeiteter Laufräder als nicht sinnvoll betrachtet wird.

- 2P03: Energieeinsparung 41% / Payback-Zeit < 3 Jahre
- 2P04: Energieeinsparung 45% / Payback-Zeit < 2 Jahre
- 2P05: Energieeinsparung 66% / Payback-Zeit < 2 Jahre
- 2P07: Energieeinsparung 54% / Payback-Zeit < 5 Jahre

10.5 Energieeffizienzverbesserung durch Anlagenänderungen

Im Tanklager werden die Pumpen jeweils für mehrere verschiedene Betriebszustände eingesetzt und dementsprechend an verschiedenen Betriebspunkten betrieben. Dadurch weicht der Betrieb zeitweise wesentlich vom optimalen Betriebspunkt ab.

Beispiel:

Pumpe 2P09/2P04:

Die effektiv genutzte Fördermenge dieser Pumpe beträgt während rund

95% der Betriebszeit:	3 Liter/h	(Schmierung Dünnschichtverdampfer)
5% der Betriebszeit:	20'000 Liter/h	(Füllung Rührwerk)

Somit nimmt die Pumpe während 95% der Zeit wesentlich mehr Energie auf, als effektiv für diesen Zweck nötig wäre.

10.5.1 Wirtschaftliche Nutzbarkeit Tanklager

Anlagenänderungen, wie der Einsatz mehrerer Pumpen, Hochgefassen, etc. wurden geprüft. Aufgrund der grossen Investitionskosten sind nachträgliche Änderungen wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Bei einer neuen Anlage sind diese Möglichkeiten kritisch zu prüfen.

11 Diplomarbeiten Ammoniakbetrieb

Der Ammoniakbetrieb ist einer der grösseren Energieverbraucher im Werk. Der Betrieb wurde 1921 erbaut, ständig erweitert und umgebaut.

Im Ammoniakbetrieb wird die elektrische Energie vor allem für die Kompression verwendet (80%).

Die Strombezüger im Ammoniakbetrieb sind:

- | | | |
|---|-----------------------|----------|
| • Synthesegaskompressoren 6,7,8,9 | durchschnittlich rund | 2'500 kW |
| • Andere Anlagekompressoren | durchschnittlich rund | 500 kW |
| • Hilfsbetriebe, Kühlwasserpumpen, etc. | durchschnittlich rund | 750 kW |

Die Stromkosten im Ammoniakbetrieb betragen Fr. 1.8 Mio. bis Fr. 2.0 Mio. / Jahr.

11.1 Bereits ausgeführte Energiesparmassnahmen im Ammoniakbetrieb

Bei der Analyse der Ammoniakanlage wurde festgestellt, dass bereits mehrere Massnahmen durchgeführt wurden.

Die Anlage wurde bereits mehrmals betreffend Energieverbrauch optimiert. Die entsprechenden Dokumente waren sehr schwer auffindbar und sind nicht mehr vollständig.

Energieoptimierungsmassnahmen seit 1986

- Energieoptimierung (Zusammenarbeit mit Lieferfirma „Casale“) 1986
- Kühlwasseroptimierung ca. 1992
- Doktorarbeit ETH: Optimierte Ammoniak-Kompression 1994
- Betriebspunktoptimierung Ammoniakproduktion 1996
- Optimierte Steuerung der Kompressoren: „Hörbiger-Steuerung“ 1999

11.2 Reduktion der Betriebszeit der einzelnen Strombezüger im Ammoniakbetrieb

Aufgrund des Dauerbetriebes der Anlage war eine Reduzierung der Betriebszeit einzelner Verbraucher kaum zu erwarten.

Trotzdem besteht auch hier ein beachtenswertes Einsparpotential:

11.2.1 Druckerhöhungspumpen: Betrieb nur bei effektiv benötigtem höherem Druck

Die Druckerhöhungspumpen P150-A/B/C im Ammoniakbetrieb dienen einerseits der Druckerhöhung für die Abgabe an die Ammoniakwasseranlage D46 und die Ammoniakdestillation D46, andererseits zur Messung der Durchflussmengen. Durch eine Anpassung der Rohrleitungen können die Betriebe direkt ab dem Drucklager versorgt werden. Auf die Gesamtdurchflussmessung kann verzichtet werden. Einzig für den Bezug der Teranol AG wird die Durchflussmessung beibehalten. Somit kann auf die Druckerhöhung während 90% der Zeit verzichtet werden. Entsprechend sinkt der Energieverbrauch dieser Pumpen.

11.2.2 Wirtschaftlich nutzbares Potential

Die Betriebszeit der Druckerhöhungspumpen kann um 90% reduziert werden, ohne dass für den Betrieb daraus wesentliche Nachteile entstehen. Somit reduziert sich der Energieverbrauch dieser Druckerhöhungspumpen (3x9kW) um 90% und der jährliche Unterhalt. Die Kosten für die hierfür notwendigen Anlagenänderungen belaufen sich auf rund Fr.7'000. Daraus resultiert eine Payback-Zeit von kleiner als 1 Jahr.

11.3 Energieoptimale Auslegung der Kühlwasserpumpen

Bei den Kühlwasserpumpen im Ammoniakbetrieb wurden die Resultate aus den Arbeiten im Tanklager für kleine und mittlere Pumpen vollumfänglich bestätigt.

Die Kühlung der Anlagen im Ammoniakbetrieb wurde im Jahr 1992 bereits optimiert.

Die Anlagen im Ammoniakbetrieb werden üblicherweise weit unter die sinnvollen Grenzen abgekühlt. Das Kühlsystem läuft üblicherweise bei voller Last, welche für den hohen Kühlbedarf in den Sommermonaten ausgelegt ist. Durch eine angepasste Kühlung und eine variable Kühlwassermenge besteht beim Kühlsystem im Ammoniakbetrieb ein Potential von rund 40%.

11.3.1 Wirtschaftlich nutzbares Potential

Durch eine variable Einstellung der Kühlung und eine entsprechend variable Fördermenge des Kühlmediums (Rhônewasser) würde ein Einsparpotential von 40% (Strom zum Antrieb der Pumpen 2x25kW) bestehen.

Die hierfür notwendigen Investitionen für den nachträglichen Einbau drehzahlgesteuerter Antriebe für die Pumpen würden sich auf rund Fr. 30'000.- belaufen.

11.4 Energieoptimaler Betrieb der Ammoniak-Kompressoren

Der Betrieb der Ammoniakkompressoren wurde schon mehrmals auf Energieeffizienz untersucht.

- Doktorarbeit ETH: Optimierte Ammoniak-Kompression 1994
- Optimierte Steuerung der Kompressoren: „Hörbiger-Steuerung“ 1999

Leider sind aus diesen Untersuchungen weder Energiemessungen, Ausbeutemessungen noch die konkreten Verbesserungen auffindbar.

Der Wirkungsgrad eines Kolbenkompressors hängt wesentlich von der Belastung und Regelung ab. Bei Teillastbetrieb wird der Wirkungsgrad des Kompressors wesentlich schlechter. Im Jahre 1999 wurden bei den Ammoniak-Kompressoren „Hörbiger-Steuerungen“ nachgerüstet (Ventilabhebung bei Teillast), wodurch der Wirkungsgrad bei Teillast wesentlich verbessert wurde. Eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades bei Teillast wäre durch den Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben möglich.

11.4.1 Wirtschaftlich nutzbares Potential

Eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades bei Teillast wäre durch den Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben möglich, jedoch ist die Investition wirtschaftlich bei weitem nicht sinnvoll.

11.5 Energieoptimale Auslegung des Ammoniakprozesses

Die Energieeffizienz bei der Ammoniakproduktion hängt ab von

- Benötigtem Druck (Systemwahl)
- Druckabfall im Kreislauf
- Reaktionstemperatur / Synthesegasgemisch
- Katalyt

11.5.1 Benötigter Druck

Neuere Ammoniakproduktionsanlagen benötigen einen wesentlich kleineren Betriebsdruck (rund 50%). Hierfür müsste jedoch ein grosser Teil der Anlage neu erstellt werden. Somit entfällt diese Möglichkeit.

11.5.1.1 Wirtschaftlich nutzbares Potential

Erst ab einer Tagesproduktion von 200 Tonnen wäre ein neuer Reaktor (z.B. Axial-Radial Reaktor von Topsö) zu prüfen. Mit der heutigen Produktion von 120 Tonnen pro Tag ist kein wirtschaftlich nutzbares Potential vorhanden.

11.5.2 Druckabfall im Ammoniakkreislauf

Im Ammoniak-Kreislauf befinden sich folgende Komponenten, welche einen wesentlichen Druckabfall verursachen:

- Reaktor (insbesondere Katalyt)
- Kühl-Kolonne (Dampfkessel und Hochdruckkühler)
- Injektor

Der Druckabfall im System sowie der Druckabfall der einzelnen Komponenten sind aufgrund nicht vorhandener Messpunkt nicht bekannt und können nur rechnerisch ermittelt, bzw. grob abgeschätzt werden. Aufgrund des enormen Energiebedarfes und des hohen Druckes wirkt sich jede kleine Verbesserung wesentlich aus.

11.5.2.1 Wirtschaftlich nutzbares Potential beim Katalysator

Der Druckabfall im Reaktor hängt vom Alter des Katalysators im Reaktor ab. Der im Ammoniakbetrieb verwendete Mehrstoffkatalyt wird alle 8 Jahre ersetzt. Durch den Einsatz eines kleineren Katalytdurchmesser könnte die Reaktionsaktivität erhöht werden. Dieser Gewinn kompensiert jedoch den grösseren Druckabfall im vorhandenen alten Reaktortyp nicht. Aus diesem Grund ist ein Wechsel des Katalytentyps in der bestehenden Anlage nicht sinnvoll.

11.5.2.2 Wirtschaftlich nutzbares Potential beim Injektor und Abscheider

Durch die energieoptimiertere Anordnung (Wechsel der Reihenfolge Abscheider und Injektor) und der Dimensionierung des Injektors im Ammoniakkreislauf kann der Druckverlust über den Injektor wesentlich reduziert werden. Hierfür muss der Injektor neu dimensioniert und an einer anderen Stelle eingebaut werden. Mit dieser Änderung wird eine Verminderung des Energieverbrauchs um rund 75kW erwartet.

11.6 Energieoptimaler Betrieb des Ammoniakprozesses

Die Energieeffizienz bei der Ammoniakproduktion hängt ab von der Reaktionstemperatur, von der Strömungsgeschwindigkeit und vom Synthesegasgemisch (Verhältnis Wasserstoff/Stickstoff).

Aufgrund einer ungenauen und zeitlich verzögerten Gasgemisch-Messung war weder der aktuelle, noch der optimale Betriebspunkt der Produktionsanlage genau bekannt. Auch war nur beschränkt bekannt, inwiefern Änderungen der Parameter die Ausbeute, bzw. die Energieeffizienz beeinflussen.

Aufgrund dieser ungenauen Messung und der entsprechenden Regelung der Ammoniakproduktion, hat das Gasgemisch bzw. die Reaktionstemperatur in einer verhältnismässig grossen Bandbreite geschwankt. Aus diesem Grund mussten die Stellparameter der Produktion durch die Betriebsleute des Ammoniakbetriebes ständig angepasst werden.

Durch die Verbesserung der Genauigkeit der Messung (Eichung) konnte der Prozess wesentlich stabilisiert und die manuellen Eingriffe der Betriebsleute wesentlich reduziert werden. Zudem wird der Prozess genauer beim optimalen Betriebspunkt gefahren. Inwiefern sich die Energieeffizienz dadurch verbessert hat, kann aufgrund nicht vorhandener vorgängiger Resultate (Ausbeute/Energieeffizienz) nicht bestimmt werden.

Mit der Installation einer Durchflussmessung kann der Einfluss von Temperatur, Mischverhältnis und Druck auf die Ausbeute des Reaktors direkt ermittelt werden. Der Betrieb beim optimalen Betriebspunkt wird dadurch erleichtert. Durch die genauere Messung und durch den stabileren Prozess werden exaktere Aussagen möglich.

11.6.1 Wirtschaftlich nutzbares Potential

Inwiefern diese Änderungen der Messung, Regelung des Prozesses die Energieeffizienz verbessert haben, ist aufgrund fehlender Referenzmessungen nicht abschätzbar. Jede Verbesserung der Energieeffizienz um 1% bedeutet eine jährliche Kostensparnis vom rund Fr. 15'000.-

12 Diplomarbeiten Beleuchtung

12.1 Leuchtstofflampen im Werk Visp

Bei der Analyse des Tanklagers wurde auch die Beleuchtung optimiert (Reduktion der Betriebszeit um 60%).

Hier wurde zusätzlich folgende Thematik aufgeworfen:

In der Lonza wurden werksweit bisher fast ausschliesslich Standard-Leuchtstofflampen eingesetzt. Eco-Leuchtstofflampen brauchen jedoch bei gleicher Leuchtstärke 10% weniger Strom. In der Lonza wurden diese bisher kaum eingesetzt, da diese Eco-Leuchtstofflampen werksweit in rund 10% der Leuchten nicht brennen (aufgrund eines Typs von Vorschaltgeräten Baujahr 1968 bis 1979).

12.1.1 Potential Lonza

Im Lonza-Werk Visp brennen rund 50'000 Leuchtstofflampen. Mehr als 60% dieser Lampen könnten mit Eco-Lampen ausgerüstet werden.

12.1.1.1 Wirtschaftlich nutzbares Potential

Falls im Werk soweit möglich Eco-Leuchtstofflampen eingesetzt sind, bedeutet dies für den Kauf der Lampen einen **Mehraufwand von Fr. 500.-/Jahr. Demgegenüber resultiert zukünftig eine Ersparnis an Stromkosten von ca. Fr. 50'000.- / Jahr!**

12.1.1.2 Umsetzung

Jährlich werden rund 7'000 defekt Leuchtstofflampen ersetzt. Zukünftig wird beim Ersatz einer defekten Leuchtstofflampe prinzipiell der Einsatz einer Eco-Leuchtstofflampe geprüft. Falls diese nicht funktioniert, wird die Lampe markiert und eine Standardlampe eingesetzt. Dies bedeutet als einzigen Mehraufwand, dass der Monteur für den Austausch der Lampen beide Typen mitnimmt.

13 Energieeffizienz und Instandhaltung

Die Kontrolle der Energieeffizienz einer technischen Einrichtung (Kompressor, Pumpe, ...) dient als Mass für den Betrieb beim idealen Betriebspunkt und somit mit maximalem Wirkungsgrad.

Abweichungen vom idealen Betriebspunkt (und somit wesentlich schlechterem Wirkungsgrad) deuten neben der entsprechenden Energieverschwendug auch auf eine zusätzliche thermische Belastung der technischen Einrichtung.

Mit einer regelmässigen Kontrolle der Energieeffizienz kann der Betrieb beim idealen Betriebspunkt kontrolliert und schleichende Verschlechterungen rechtzeitig erkannt werden. Dadurch wird neben der entsprechenden Energieeinsparung auch die Belastung (thermisch, mechanisch) der technischen Einrichtung (Kompressor, Pumpe, ...) wesentlich reduziert.

Die Kontrolle der Energieeffizienz sollte für Grossantriebe standardmässig eingeführt werden (analog der proaktiven Schwingungsmessungen). Bei vielen Grossantrieben bedingt dies nur eine Berechnung auf Basis bereits vorhandener Messwerte (Stromverbrauch, Produktionsmengen).

13.1 CO2-Kompressor

Im Betrieb stellte sich in den letzten Jahren die Problematik, dass die Leistung des Elektromotors (400kW) zum CO2-Kompressor in den Sommermonaten nicht ausreichte (thermische Überbelastung). Die Problematik hatte sich jährlich verschärft, so dass im Frühjahr 2002 der Kauf eines neuen grösseren Motors mit einer Leistung vom 450kW geplant wurde. Bevor der neue, grössere Motor bestellt wurde, erlitt der CO2-Kompressor einen Totalschaden, so dass dieser durch den vorhandenen Reservekompressor gleicher Leistung ersetzt wurde. Nach dem Ersatz des Kompressors benötigt die Anlage bei gleicher Produktionsleistung eine wesentlich kleinere elektrische Leistung (vorher 400kW, nachher 280kW!).

Dadurch wurde in den letzten Jahren eine riesige Menge an elektrischer Energie verschwendet. Inwieweit zudem der Totalschaden des CO₂-Kompressors (Kosten des neuen Kompressors rund Fr. 70'000.-) mit der thermischen Mehrbelastung zusammenhängt (120kW Heizleistung!), ist nicht bestimmt. Der Fehler im Kompressor wäre mit der regelmässigen Kontrolle der Energieeffizienz bereits früh erkannt worden.

Zur Zeit wird der Einsatz eines **kleineren** Kompressors/Motors in Erwägung gezogen, um den Wirkungsgrad der Anlage weiter zu verbessern.

14 Weiteres Vorgehen

Einsparungen beim Energieverbrauch sind jährlich wiederkehrende Einsparungen, die bis zum Ende des Betriebes der Anlage wirksam sind (**Nachhaltigkeit**).

Einsparungen beim Energieverbrauch werden in den nächsten Jahren noch wesentlich an Bedeutung gewinnen aufgrund von Einschränkungen wie der CO₂-Ausstoss (**CO₂-Gesetz**), wie die beschränkte Kühlwassermenge (Erwärmung der Rhone), etc.

Die im Rahmen dieses Projektes durchgeföhrten Arbeiten haben wiederum gezeigt, dass die Verbesserung der Energieeffizienz sehr aufwendig ist („Knochenarbeit“). Die anfängliche Euphorie (enormes Potential) weicht allmählich dem „Alltagstrott“, da die Umsetzung vorhandener Potentiale schwierig ist:

- Priorität liegt oft bei der täglichen Produktion und nicht bei der zukünftigen Verbesserung.
- Eine wesentliche Verbesserung resultiert meistens aus vielen kleinen Schritten und selten aus einer einzigen Massnahme.
- Jede Redimensionierung und Änderung einer gut funktionierenden Anlage beinhaltet ein entsprechendes Risiko.
- Eine knappe, auf den optimalen Betriebspunkt angepasste Dimensionierung bedingt einen wesentlichen Mehraufwand bei der Planung. Zudem geht eine gewohnte Reserve beim zukünftigen Betrieb verloren (Risiko und Flexibilität).
- Eine energiebewusste Planung wird oft durch äussere Zwänge erschwert (Termindruck, nicht alle notwendigen Daten der Produktion bekannt, nur Soleanschluss anstelle Sole- und Rhonewasseranschluss, etc.)

Die wichtigsten Faktoren, weshalb Energiesparpotentiale nicht genutzt werden, sind insbesondere schlchter Zeitmangel (fehlende Priorität) sowie ungenügende Methodik und ungünstiges Fachwissen.

Weiteres Vorgehen

Einsparungen beim Energieverbrauch sind jährlich wiederkehrende Einsparungen, die bis zum Ende des Betriebes der Anlage wirksam sind (**Nachhaltigkeit**).

Einsparungen beim Energieverbrauch werden in den nächsten Jahren noch wesentlich an Bedeutung gewinnen, aufgrund von Einschränkungen wie der CO₂-Ausstoss (**CO₂-Gesetz**), wie die beschränkte Kühlwassermenge (Erwärmung der Rhone), etc.

14.1 Die Rolle der Stelle „Energie-Challenging“

Aufgrund der vorliegenden Resultate wurde im Frühjahr 2002 beschlossen, eine zusätzliche Stelle „Energie-Challenging“ zu schaffen. Diese Stelle wurde ab Juli 2002 mit einem Verfahrensingenieur besetzt und in die Abteilung Energie-Management integriert.

Die Aufgabe dieses Verfahrensingenieurs ist:

- **Verbesserung der Energieeffizienz bei einzelnen ausgewählten Energieverbrauchern** wie Kompressoren BSA, wie zentrale Kälteproduktion, Dampf/Kälteverbrauch Niazol, etc.
- **Proaktive Unterstützung der Planung von Neuinvestitionen** in Bezug auf Energieeffizienz. Beratung und Mitarbeit bei der Anlagenplanung, insbesondere betreffend sinnvollem Einsatz der möglichen Energieformen (Strom, Kühlwasser, Sole, Dampf, Erdgas, ...).
- **Proaktive Unterstützung** der Anlagenbetreiber bei der **Optimierung bestehender Anlagen** in Bezug auf Energieeffizienz.
- Steigerung **Sensibilisierung** der Planer und Betreiber betreffend Energieeffizienz und Energiekosten durch Ausbildung.

14.2 Die Rolle der Anlagenplanung (Verfahrensingenieure)

14.2.1 Energiebewusste Konzeption der Anlage

Durch die **energiebewusste Konzeption** neuer Anlagen besteht das grösste Einsparpotential.

Durch den Einsatz von günstigeren Energieträger (soweit möglich: Kühlen mit Rhonewasser statt Sole; Heizen mit Dampf statt Strom) können die Energiekosten wesentlich reduziert werden.

14.2.2 Energiebewusste Dimensionierung der Anlage

Durch eine **systematische energieeffiziente Auslegung** der Anlagen besteht ein wesentliches Einsparpotential.

Eine genau an den Betriebspunkt ausgelegte Anlage ist jeweils ein **Kompromiss** zwischen

- **Unsicherheit** bei der Auslegung (keine Reserven erhöht das Risiko einer Unterdimensionierung)
- **Aufwand** (eine genauere Dimensionierung bedingt eine aufwendigere Berechnung)
- Kleinere **Flexibilität** (die Reserve wird oft bereits eingeplant)

Neben der Einsparung an Energie hat die energiebewusstere Dimensionierung oft den weiteren wesentlichen Vorteil, dass hierdurch auch die einzelnen Komponenten kleiner und dementsprechend günstiger dimensioniert werden können (kleinere Pumpen, Ventile, etc.).

Durch den Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben können obige Nachteile (Unsicherheit, Reserve, Engineeringaufwand) zum Teil eliminiert werden. Der Einsatz von drehzahlvariablen Antrieben aus energetischen Überlegungen ist insbesondere bei langen Betriebszeiten und Leistungen ab ca. 10 bis 20kW wirtschaftlich oft sinnvoll.

14.2.3 Energiebewusste Planung des Betriebs der Anlage

Durch eine Trennung von Anlageteilen mit Dauerbetrieb von Anlageteilen mit Kurzzeitbetrieb kann die **Betriebszeit** der einzelnen Komponenten wesentlich reduziert werden.

Durch eine Trennung von sehr unterschiedlichen Funktionen auf verschiedene Aggregate (Schmierung 5l/h und Rührwerkfüllung 2000l/h nicht mit derselben Pumpe) kann der Betrieb an extrem unterschiedlichen Betriebspunkten mit entsprechend schlechtem **Wirkungsgrad** vermieden werden.

Durch das Bereitstellen der nötigen **Messpunkte** wird dem Betreiber die Kontrolle der Energieeffizienz ermöglicht.

14.3 Die Rolle der Anlagen-Betreiber (Betriebsingenieure)

14.3.1 Systematische Kontrolle der Energieeffizienz

Durch eine **systematische Kontrolle der Energieeffizienz** aller Energieverbraucher (Pumpen, Kompressoren, ...) werden zwei Ziele erreicht:

1. Abweichungen vom idealen Betriebspunkt (und somit wesentlich schlechterem Wirkungsgrad) deuten auf ein entsprechendes Einsparpotential.
2. Schleichende Verschlechterungen werden rechtzeitig erkannt. Damit kann einer konstanten lokalen thermischen/mechanischen Überbelastung der Komponente vorgegriffen und ein grösserer Schaden verhindert werden.

Eine kurzzeitige Messung der elektrischen Leistung ist ohne grossen Aufwand möglich.

14.3.2 Reduktion der Betriebszeiten

Die effizienteste Möglichkeit Energie zu sparen ist, die einzelnen Verbraucher nur solange zu betreiben, wie sie gebraucht werden.

Durch eine konsequente Reduktion der Betriebszeiten auf die nötige Zeit besteht insbesondere bei Kleinantrieben ein wesentliches Potential. Oftmals ist hierfür nur eine kleine Änderung in der Steuerung nötig.

14.4 Die Rolle der Energie-Lieferanten (Strom-, Dampf-, Wasser-, Kälteversorgung, usw.)

Die Energie-Versorger erfassen regelmässig (monatlich) den Energieverbrauch vieler einzelner Kunden.

Durch eine systematische Bilanzierung, sowie durch die Weitergabe der detaillierten Energie Mengen an die Endkunden kann diesen bereits ein wesentlicher Teil der Daten für seine Effizienzberechnungen zur Verfügung gestellt werden. Durch erweiterte stationäre oder temporäre Messungen kann diese Hilfe noch verbessert werden.

Durch die Publikation der Energiemengen und Energiepreise können die Energieverbraucher weiter sensibilisiert werden.

15 Grundlagen

15.1 Ausgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes „Strom rationell nutzen“)

Diese Arbeiten im Rahmen des Projektes „Strom rationell nutzen“ wurden in Zusammenarbeit und mit Unterstützung des **Bundesamtes für Energie, BfE, Bern** ausgeführt.

- **Praktikumsarbeit Strom rationell nutzen / Elektrotechnik**
November 2000 bis Januar 2001
Imseng Michael, Elektroingenieur HEV, Lonza AG, Visp
- **Semester und Diplomarbeit: Strom rationell nutzen / Elektrotechnik**
Ingenieurschule Sitten HEVs / Lonza AG
März 2001 bis Januar 2002
Valentin Bregy, Elektroingenieur HEV, Turtmann
- **Semester und Diplomarbeit: Strom rationell nutzen / Verfahrenstechnik**
Ingenieurschule Sitten HEVs / Lonza AG
März 2001 bis Juni 2002
Schnyder Remo, Verfahrensingenieur HEV, Lonza AG, Visp
- **Diplomarbeit: Strom rationell nutzen / Wirtschaft**
Private Hochschule Wirtschaft, Bern / Lonza AG
Januar 2002 bis April 2002
Holzer Roger, Elektroingenieur HEV, Wirtschaftingenieur FH, Lonza AG, Visp

15.2 Literaturhinweis

- **Einführung eines Energiesparkonzeptes für die FWW**
Aktennotiz Lonza AG / 4. Januar 1993; Dr. Edi Luggen; Lonza AG
- **Strom rationell nutzen** (Umfassendes Grundlagenwissen und praktischer Leitfaden zur rationellen Verwendung von Elektrizität)
Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, Impulsprogramm RAVEL
Verlag der Fachvereine Zürich, 1992
ISBN 3 7281 1830 3
- **Schriftenreihe RAVEL INDUSTRIE**
Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, Impulsprogramm RAVEL, CD-ROM Version CD1/V3 Sept./97
- **Energiesparen mit elektrischen Antrieben**
Fachverband Elektrische Antriebe im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI), Stresenmannallee 19, 60596 Frankfurt am Main
- **Pumpen und Pumpenanlagen**
Kontakt + Studium, Band 27
Technische Akademie Esslingen
Lexika Verlag 7031 Grafenau 1
- **Elektromotoren**
ABB Drives AG
ISBN 3-590-80853-5

15.3 Adressenverzeichnis

15.3.1 Projekt „Strom rationell nutzen“

- **Troger Stefan**, Projektleiter
Lonza AG, Walliser Werke
Stromversorgung
3930 Visp
- **Schnyder Gilbert**, Projektbegleitung
Schnyder Ingenieure AG,
Elektrotechnik, Automation, Energiewirtschaft
3940 Steg / Gampel
- **Brüniger Roland**, Programmleiter Forschungsprogramm „Elektrizität“
R. Brüniger AG,
Engineering und Consulting
8913 Ottenbach
- **Felix Frey**, Bereichsleiter Forschungsprogramm „Elektrizität“
Bundesamt für Energie
3003 Bern

15.3.2 Projekt „Strom rationell nutzen“ Elektrotechnik

- **Bregy Valentin**, Diplomand HEV
Elektroingenieur HEV,
3946 Turtmann
- **Imstepf Andreas**; Projektbegeleitung EMR
EMR-Ingenieur
Lonza AG, Walliser Werke
3930 Visp
- **Kronig Heinz**, Projektbegleitung HEV
Kronig Heinz und Partner AG
3920 Zermatt

15.3.3 Projekt „Strom rationell nutzen“ Verfahrenstechnik

- **Schnyder Remo**, Diplomand HEV
Maschineningenieur HEV,
3904 Naters
- **Troger Markus**, Betriebsingenieur
Lonza AG, Walliser Werke
3930 Visp
- **Dubas Michel**, Hochschule Wallis; Projektbegleitung HEV
Dozent
1950 Sitten

15.3.4 Projekt „Strom rationell nutzen“ Wirtschaft

- **Holzer Roger**, EMR-Ingenieur
Lonza AG, Walliser Werke
3930 Visp