

Jahresbericht 2001, 15. Dezember 2001

Projekt

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

Autor und Koautoren	Stefan Troger, Dr. G. Schnyder, Valentin Bregy, Remo Schnyder
beauftragte Institution	Lonza AG
Adresse	Walliser Werke, 3930 Visp
Telefon, E-mail, Internetadresse	027 948 51 11, stefan.troger@lonzagroup.com , www.lonzagroup.com
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	41'779 / 81'707
Dauer des Projekts (von – bis)	1. April 2001 – 30. Juni 2002

ZUSAMMENFASSUNG

Die Lonza AG in 3930 Visp gehört mit etwa 1% des schweizerischen Stromverbrauchs zu den grössten Stromverbrauchern der Schweiz. Etwa 94% des Stromverbrauchs der Lonza dient in erster Linie dem Antrieb von Elektromotoren. Diese treiben vor allem Pumpen (44% des Stromverbrauchs der Lonza) und Kompressoren (38% des Stromverbrauchs der Lonza) an. Bei den Elektromotoren ist ein beachtliches Einsparpotential vorhanden. Dabei dürften hauptsächlich zwei Massnahmen zum Tragen kommen. Insbesondere soll durch eine optimierte Dimensionierung der Motoren sowie durch den Einsatz von geregelten Antrieben eine Vermeidung des energetisch schlechten Teillastbereiches erreicht werden.

Mit einer exakten Analyse eines bestehenden, kontinuierlich betriebenen Chemiebetriebes ist das theoretisch vorhandene sowie das effektiv nutzbare Einsparpotential erfasst worden. Mit dem erarbeiteten Grundlagenmaterial soll einerseits die Sensibilität bezüglich des Energieverbrauchs wesentlich gesteigert werden. Andererseits werden aufgrund der Analysen-Ergebnisse konkrete, wirtschaftlich attraktive Massnahmen vorgeschlagen, die es in weiteren Folgeschritten umzusetzen gilt. Die durch das BFE für die energieoptimale Auswahl von Motoren geförderte Software OPAL soll zudem an konkreten Beispielen angewendet und damit deren Einsatz gefördert werden.

Das effektive Einsparpotential kann derzeit nur abgeschätzt werden. Als technisches Einsparpotential wird erwartet, dass mit dem Einsatz von Drehzahl geregelten Antrieben im Schnitt etwa 25% Elektrizitätseinsparungen vorhanden sind. Bei der Optimierung von Gesamtsystemen liegt das Einsparpotential je nach Bereich zwischen 25 – 80%. Diese Schätzungen sind in ersten theoretischen und praktischen Analysen ermittelt worden.

Aufgrund einer vorsichtigen Schätzung ist davon auszugehen, dass ein effektives Einsparpotential von etwa 10% besteht. Dies ergibt das beachtliche Einsparpotential von etwa 45 – 50 GWh/Jahr, das mit dem vorliegenden Projekt ausgelöst wird.

Projektziele

In der *Lonza AG* dient die elektrische Energie in erster Linie dem Antrieb von Elektromotoren (94% des Stromverbrauchs der *Lonza AG*). Die Motoren treiben vor allem Pumpen (44%) und Kompressoren (38%) an. Durch eine optimierte Dimensionierung der Anlagen und durch den Einsatz von geregelten Antrieben wird die Ausnutzung eines beachtlichen Einsparpotentials erwartet.

Mit diesem Projekt ist:

- das vorhandene Einsparpotential bei der Erzeugung, Verteilung, Umwandlung und Nutzung der elektrischen Energie insbesondere bei Motoren und Antrieben im Werk der *Lonza AG* in Visp zu zeigen,
- die im realen Fall mögliche Ausnutzung dieses Potentials zu bestimmen,
- anhand von konkreten Massnahmen das vorhandene Potential und die mögliche Ausnutzung insbesondere bei Motoren und Antrieben nachzuweisen,
- die Software *OPAL* am konkreten Beispiel zu testen,
- eine populärwissenschaftliche Dokumentation für die Verbreitungen der gewonnenen Erkenntnisse zu erstellen.

Mit den Resultaten des Projektes ist in den Walliser Werken der *Lonza AG* und in ähnlichen Industrieanlagen folgendes zu erreichen:

- Steigerung der Sensibilität bei Planern und Betriebsingenieuren betreffend optimaler Nutzung der elektrischen Energie, insbesondere bei Motoren und Antrieben,
- Anstoßen weiterer detaillierter Abklärungen betreffend optimaler Nutzung der elektrischen Energie,
- Nutzung des erkannten Einsparpotentials an elektrischer Energie, insbesondere bei Motoren und Antrieben,
- Steigerung der Akzeptanz für den Einsatz der Software *OPAL*,
- Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse auf ähnliche Industrieanlagen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Das Energiesparpotential ist in einer ersten Pilotphase am konkreten Beispiel eines Tanklagers ermittelt worden. Das Tanklager des Betriebes „Cyanate“ wurde ausgewählt, weil es sich hierbei um eine neue, sehr gut dimensionierte Anlage handelt, die in den Jahren 1997 bis 1999 errichtet wurde. Kann in dieser Anlage ein Sparpotential ermittelt werden, so ist davon auszugehen, dass in den anderen Tanklagern und Betrieben weitere zusätzliche Einsparpotentiale existieren.

Untersucht wurden die Möglichkeiten die elektrischen Antriebe wirtschaftlicher zu gestalten. Diesbezüglich war das theoretische Einsparpotential zu berechnen und das in der Praxis umsetzbare Einsparpotential zu bestimmen. Das Vorgehen für die Erfassung des Einsparpotentials umfasste die folgenden Aktivitäten.

- Erarbeitung und Aufbereitung der theoretischen Grundlagen
- Messungen im Betrieb (siehe Figur 1)
- Analyse des Einsparpotentials



Figur 1: Messgeräteeinsatz in den Niederspannungsverteilsschränken zur Erfassung des Energieverbrauchs der elektrischen Antriebe

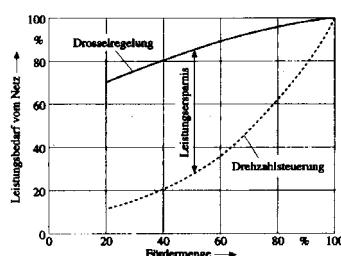
Auf der Verfahrensseite wurde im Betrieb Cyanate das Einsparpotential in Bezug auf die Pumpen und Rohrleitungen analysiert. Zu diesem Zweck sind folgende Aktivitäten ausgeführt worden:

- Erfassen der Daten und Kennlinien der Pumpen sowie der Verrohrung der Anlage
- Auflisten der möglichen Betriebszustände der Anlagen
- Vergleich der aktuellen Auslegung der Pumpen mit einer optimierten Auslegung
- Vergleich des aktuellen Energieverbrauchs mit einem optimierten Verbrauch
- Auflisten von realisierbaren Massnahmen zur Energieeinsparung
- Abschätzen der Kosten der realisierbaren Massnahmen

Jedes Element der Rohrleitungen wurde in Bezug auf seine Druckverluste und Leistungsverluste berechnet. Die Resultate der Berechnungen stimmen mit der Realität in einer tolerierbaren Abweichung überein. Die Abweichung liegt im Bereich von 8%. Die konkreten Erkenntnisse aus diesen Berechnungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

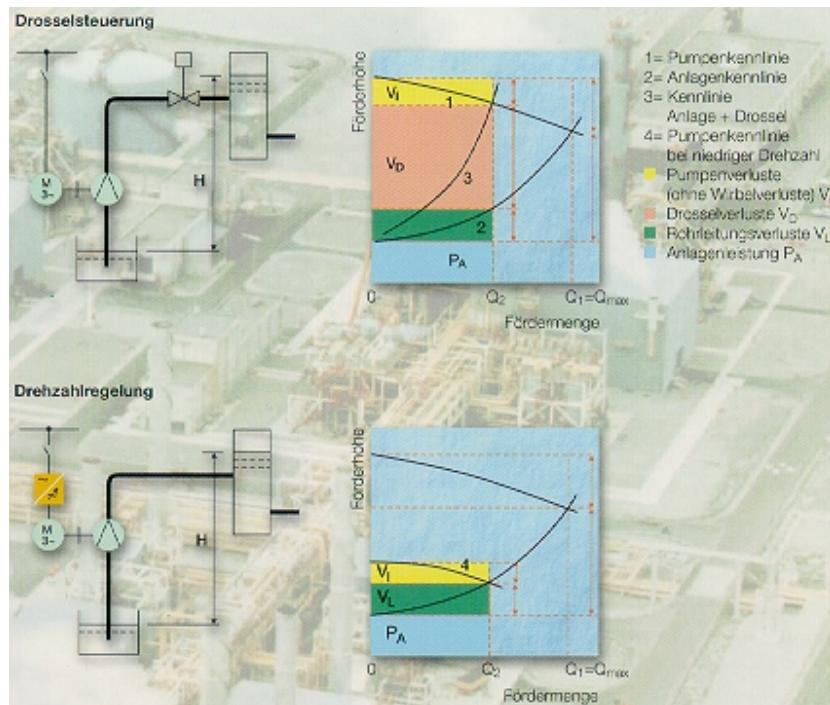
- Die grössten Druckverluste, bzw. Leistungsverluste verursachen die Blenden. Wo möglich sind daher die Blenden durch eine andere Regelungsart zu ersetzen. Das Energieeinsparpotential liegt je nach Förderweg bei über 50%. An einer ersten konkreten Anwendung ist festgestellt worden, dass die Blenden 64% der gesamten Leistung einer Förderung verbrauchen.

Die Figur 2 zeigt eine allgemeine Darstellung des Leistungsbedarfs in Abhängigkeit der Fördermenge. Es ist ersichtlich, dass bei 50% Fördermenge nur gerade ca. 1/3 Leistungsbedarf bei der Drehzahlsteuerung und schon mehr als 80% Leistungsbedarf bei der Drosselregelung vorhanden ist.



Figur 2: Leistungsbedarf von elektrischen Antrieben in Funktion der Fördermenge

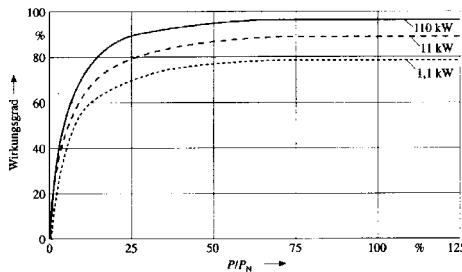
- Anstelle der Blenden können Drehzahl geregelte Antriebe eingesetzt werden. Mit dieser Regelart wird die Druckverlusthöhe der Blende eingespart und die Leistung der Pumpe reduziert wird (siehe Figur 3). Beim Betrieb von Pumpen müssen in den meisten Fällen Förderströme, Druckwerte oder Stoffmengen gemäss den Forderungen der technologischen Prozesse geändert werden. Bei herkömmlichen Betrieben läuft der Motor mit konstanter Drehzahl. Vom Prozess geforderte Mengenreduzierungen werden dabei mit konventionellen Stellmethoden realisiert (Drosselventile, Bypass-Systeme oder Dralleinrichtungen), was teilweise zu sehr hohen Energieverlusten führt. Wird die Drehzahl elektronisch geregelt, entfällt zum einen der Druckabbau über ein Stellventil, zum anderen werden die hohen Wirbelverluste auf ein Minimum reduziert.



Figur 3: Vergleich Drosselsteuerung und Drehzahlregelung

Im Weiteren sind die Einsparpotentiale verschiedener Motorentypen und deren Anwendungsbe- reich in der Lonza untersucht worden. Folgende Ergebnisse dieser Arbeiten können festgehalten werden:

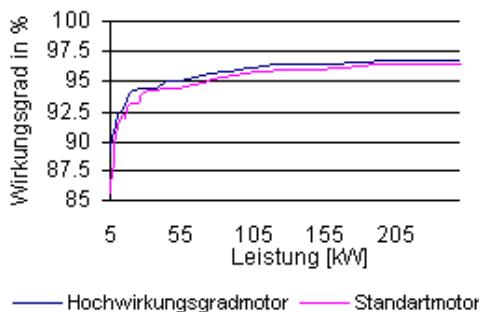
- Der Wirkungsgradverlauf von Asynchronmotoren ist charakterisiert durch die Kennlinien gemäss Figur 4. Der Wirkungsgrad ist abhängig von der Auslastung und dem Wert der Nennleistung. Er nimmt mit der Grösse der Nennleistung zu und bei Teillast ab.



Figur 4: Wirkungsgradverlauf von Asynchronmotoren

Die Wirkungsgradkennlinie zeigt, dass ein Einsparpotential erst vorhanden ist, falls die abgegebene Leistung unter 50% der Nennleistung fällt. Ist dies nicht der Fall, dann ist nur ein geringes Sparpotential vorhanden. Die Motoren im Tanklager sind vorwiegend mit knapp 60-80% ausgelastet. Das Einsparpotential eines reinen Ersatzes von Antrieben mit korrigierter Dimensionierung ist somit am betrachteten Beispiel gering.

- Bei Energiesparmotoren liegt der Wirkungsgrad im Klein- und Mittelleistungsbereich (0-50kW) um 0.5-3% höher und im grossen Leistungsbereich (50-100kW) um 0.5-1% besser als bei Standard-Asynchronmotoren (siehe Figur 5). Diese heute auf dem Markt erhältlichen Motoren sind nicht aber nicht in explosionsgeschützter Bauweise erhältlich und somit in der Lonza in den Tanklagern nur in den wenigsten Fällen einsetzbar.



Figur 5: Wirkungsgradverlauf von Hochwirkungsgradmotoren im Vergleich zu Standardmotoren

- Im Tanklager Cyanate lohnt es sich nicht Synchronmotoren einzusetzen, obwohl sie gegenüber dem Asynchronmotor einen besseren Wirkungsgrad besitzen. Synchronmotoren werden vor allem für grosse Leistungen (1-50 MW) eingesetzt. Zudem ist die notwendige Aufstellung einer Gleichstromquelle für die Erregung und die Tatsache, dass das Anlaufen eines Synchronmotors unter Last oder Teillast besondere Einrichtungen erfordert, ein grosser Nachteil.
- Eine Anwendung von Gleichstrommotoren kommt trotz des besseren Wirkungsgrades im Vergleich zu einem Asynchronmotor nicht in Frage. Der Aufwand für die Installation und Wartung ist viel zu gross.

In einer zweiten Phase des Projektes sind die Einsparpotentiale durch Änderungen der Betriebszeiten über die Steuerung untersucht worden. Folgende Ergebnisse dieser Arbeiten können festgehalten werden:

- Im Tanklager Cyanate können sämtliche Motoren mit Hilfe der speicherprogrammierbaren Steuerung betrieben werden. Es besteht also die Möglichkeit die Motoren von der Messwarte gezielt aus- und einzuschalten und somit einen optimierten Betrieb zu erhalten.

Um die Dimensionierung und Planung zu erleichtern werden Simulationsprogramme von Herstellerfirmen eingesetzt. Die Software *OPAL* verfügt mit einer Datenbank von 4309 Motoren über eine grosse Auswahl von Motoren. Allerdings ist zu erwähnen, dass in der Standarddatenbank keine Motoren für den Einsatz in explosionsgeschützter Umgebung vorhanden sind. In einem nächsten Arbeitsschritt ist diese Datenbank zu erstellen.

Schlussfolgerungen:

1. Die bestehende Tanklager „Cyanate“ ist aus der Sicht der Auslastung der Motoren (ca. 60-80%) sehr gut dimensioniert. Diese Werte werden jedoch nur durch die optimale Drosselregelung erreicht. Das Sparpotential liegt daher bei den Motoren im Bereich von 0 .. 1%.
2. Durch den Einsatz von Energiesparmotoren wäre es möglich Energiekosten zu sparen. Diese Ersparnis ist jedoch so klein, dass es sich nicht lohnt, die bestehenden Motoren auszuwechseln und neue einzubauen. Zudem sind derzeit Energiesparmotoren in explosionsgeschützter Bauweise auf dem Markt nicht erhältlich. Das Sparpotential liegt im Bereich von 1 .. 3 %.
3. Synchron- oder Gleichstrommotoren stellen aus der Sicht des Einsparpotentials keine Alternative zu den Asynchronmotoren dar. Es ist kein Sparpotential vorhanden.
4. Mit Hilfe der speicherprogrammierbaren Steuerungen kann der Betrieb optimiert und die damit der Energiebedarf verringert werden. Eine grobe Abschätzung der Ersparnis auf die ganze Anlage ergibt ein Sparpotential bis ungefähr 30%.
5. Bei einem Betrieb mit Umrichter ist beachtliches Einsparpotential vorhanden. Es fehlen noch die Daten der Verfahrensseite, deshalb kann nur eine ungefähre Abschätzung gemacht werden. Das Sparpotential beträgt bis zu 60%.

Nationale Zusammenarbeit

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit folgenden Projektpartnern auf nationaler Ebene umgesetzt:

- *Hochschule Wallis HEV*, Abteilung Elektrotechnik und Abteilung Mechanik
- *Schnyder Ingenieure AG*, Elektrotechnik, Automation, Energiewirtschaft,
- *Semafor AG*, Softwareentwicklung und Vertrieb *OPAL*
- Div. Softwareanbieter für Dimensionierungsprogrammen

Internationale Zusammenarbeit

Im Rahmen der Projektaktivitäten, sind abgesehen der Nutzung von diversen internationalen Literaturquellen, bisher keine internationalen Zusammenarbeiten vorgesehen.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die erreichten Ergebnisse der bisherigen Aktivitäten zeigen, dass auf der verfahrenstechnischen Seite durch konkrete Massnahmen wie z.B. der Ersatz von Blenden durch Frequenzumformer gesteuerte Motoren ein klar identifizierbares Einsparpotential vorliegt.

Ebenfalls von Bedeutung sind die Resultate der Analysen auf der Motorenseite, die insbesondere darlegen, dass der Ersatz von Asynchronmotoren durch Synchronmotoren oder Gleichstrommotoren kein wirtschaftlich umsetzbares Einsparpotential darstellt. Ebenfalls nicht sinnvoll ist der reine Ersatz von normalen Asynchronmotoren durch Wirkungsgrad optimierte Motoren.

Die Einsparmöglichkeiten durch die Anwendung der Steuerung und von Frequenzumformern sind im Detail zu analysieren. Dabei ist auch das Motorenauswahlprogramm OPAL in einer vertieften Analyse einzusetzen. Zu beachten ist hierbei, dass die Motorendatenbank von OPAL mit Motoren in explosionsgeschützter Bauweise zu erweitern ist. Durch das Anwenden des Programms OPAL sollen Motoren besser auf die Anlage ausgelegt werden.

Das Einsparpotential durch Anwendung eines Frequenzumformers kann aufgrund der bisherigen Analysen als relevant eingestuft werden. Mit Hilfe der Resultate der Verfahrensseite ist daher der optimale Betriebspunkt der Anlage zu finden bei dem das Einsparpotential optimal ist. Diese einzelnen Punkte werden jeweils theoretisch erfasst und auf ihre Wirtschaftlichkeit geprüft.

Im Weiteren sind die Möglichkeiten einer Betriebsoptimierung über die Steuerung und das Leitsystem zu eruieren. Die Steuerung ist für jeden Tank derart auszulegen, dass ein unnötiger Betrieb der Pumpen und Motoren vermieden werden kann.