

Intelligent Drivesystems, Worldwide Services



DE

Effiziente Antriebstechnik

Für eine optimale Energiebilanz


DRIVESYSTEMS

Effizienz im Fokus seit mehr als 12 Jahren

Bereits 1997 entwickelte NORD DRIVESYSTEMS eine Reihe von vierpoligen Drehstrommotoren mit deutlich erhöhtem Wirkungsgrad gegenüber den damals üblichen Motoren. Die Wirkungsgrade dieser NORD-Motoren waren, je nach Motorleistung, bis zu 13 % höher als der Durchschnitt. Eine weitere Effizienzsteigerung wurde über die Auswahl der optimalen Getriebeart und des verwendeten Schmierstoffes erreicht. Hinzu kam bereits damals der konsequente Einsatz von Frequenzumrichtern, mit denen die Drehzahlen der Antriebe bei wechselndem Leistungsbedarf optimal angepasst werden konnten. Es multiplizierten sich die Wirkungsgrade der einzelnen Komponenten zu einem Gesamtwirkungsgrad, der eine Reduzierung des Energieaufwandes (sprich Kosten) bis zu 40 % ausmachen kann.

$$\eta_{Gesamt} = \eta_{Motor} \cdot \eta_{Getriebe} \cdot \eta_{Frequenzumrichter}$$

Auch heute noch aktuell: Es kommt nicht nur auf die einzelnen Produkte, sondern auf die ganzheitliche Betrachtung der Lösungen aus Motor, Getriebe und Antriebselektronik an. Nur ein optimal aufeinander abgestimmtes System garantiert einen effizienten Antrieb.



Kriterium für die Energieeinsparung ist der Gesamtwirkungsgrad der Antriebseinheit

Dieser wird bestimmt durch:

A. Einsatz von Energieparametern

Gerätebau NORD entwickelt nur nur eine Reihe von vierpoligen Drehstrom-Motoren mit erhöhtem Wirkungsgrad. Diese Motoren - in der schematischen Tabelle ganz hinten - wurden in den Datenvergleich mit einbezogen und mit dem Normmotor - rot hinterlegt - verglichen. Durch den Energieparameter wird eine abschließende Wirkungsgradbewertung - Rot hinterlegung erreicht.

Motorleistung	Wirkungsgrad	
	Normmotor	Energieparameter
0,37	79	82,3
0,75	79	84,0
1,5	79	84,0
2,2	79	84,3
3,0	83	87,3
4,0	83	87,3
5,5	85	89,3
7,5	85	89,3

B. Optimale Wahl der Getriebeart

Schematische Darstellung der Wirkungsgrade über 100 % für die verschiedenen Getriebearten im schematischen Schmierstoff.

Schematische Darstellung der Wirkungsgrade über 100 % für die verschiedenen Getriebearten im schematischen Schmierstoff.

Die verschiedenen Getriebearten haben einen unterschiedlichen Wirkungsgrad über die Motorleistung. Hochwirkungsgrad-Schneckengetriebe sind Getriebe mit niedrigem Schmierstoff.

Jede Getriebeart hat ihre besonderen Vorteile für den jeweiligen Einsatzfall:

- Getriebebau
- Verschleißarm
- Wartungsarm
- Hoher Wirkungsgrad
- Kostengünstig

C. Verwendung des günstigsten Schmierstoffes

Durch moderne Getriebebauweise (synthetische Öle) werden Antriebe gleich mehrfach positiv beeinflusst:

Dieses ergibt sich für die Benutzer wichtiger Antriebe entscheidende Vorteile:

1. Verlängerter Ölwechselintervalle (25.000 h statt 10.000 h)
2. Erheblich verringertes Verschleiß
3. Deutliche Besserung des Wirkungsgrades

Erfüllung der Betriebsanforderungen: Verringerung des Wartungsaufwandes, Verlängerung der Lebensdauer.

D. Drehzahlanpassung

Die Drehzahlen der Antriebe können bei wechselndem Leistungsbedarf mit Frequenzumrichter optimal angepasst werden. Dies kann auch während des Betriebes erfolgen. Umrichter haben heute Wirkungsgrade bis etwa 97 %.

Der Wirkungsgrad der einzelnen Komponenten einer Anlage multiplizieren sich zum Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{Gesamt} = \eta_{Motor} \cdot \eta_{Getriebe} \cdot \eta_{Frequenzumrichter}$$

Alle weiteren vor- und nachgeschalteten Elemente wie Klemmen- und Kontaktoren, Reiblagereiche usw. reduzieren den Wirkungsgrad.

Energiekosten pro Jahr

Vergleich der jährlichen Energiekosten in kWh je Getriebeart mit den Gesamtwirkungsgraden für vier Getriebearten mit optimalem Motor- und Energieparameter. Angegebener Betriebszustand: 10 Stunden täglich, 1 Tag pro Woche.

Getriebeart	Motorleistung	Wirkungsgrad	Energiekosten pro Jahr (kWh)
Hochleistungsgetriebe	1. SK 620 - 90 L4 E*	79	22
	2. SK 620 - 90 L4	79	42
Kegelgetriebe	1. SK 90 420 - 90 L4 E*	79	29
	4. SK 90 420 - 90 L4	79	48
Hochwirkungsgrad-Wälzlager-Schneckengetriebe	1. SK 12 90 3 - 90 S4 E*	79	36
	4. SK 12 90 3 - 90 S4	79	53
Schneckengetriebe	1. SK 15 100 - 90 S4 E*	79	35
	4. SK 15 100 - 90 S4	79	59

Technische Daten und Preise:

Motorleistung	Getriebeart	Wirkungsgrad	Preis
1. SK 620 - 90 L4 E*	1	79	1.170
1. SK 620 - 90 L4	2	79	1.170
1. SK 90 420 - 90 L4 E*	1	79	1.170
1. SK 90 420 - 90 L4	4	79	1.170
1. SK 12 90 3 - 90 S4 E*	1	79	1.170
1. SK 12 90 3 - 90 S4	4	79	1.170
1. SK 15 100 - 90 S4 E*	1	79	1.170
1. SK 15 100 - 90 S4	4	79	1.170

Bereits seit mehr als 12 Jahren ist die Entscheidung für NORD Energiesparantriebe nicht nur eine ökonomische sondern auch eine ökologische – denn weniger Energie zu verbrauchen bedeutet auch weniger Belastung für unsere Umwelt.



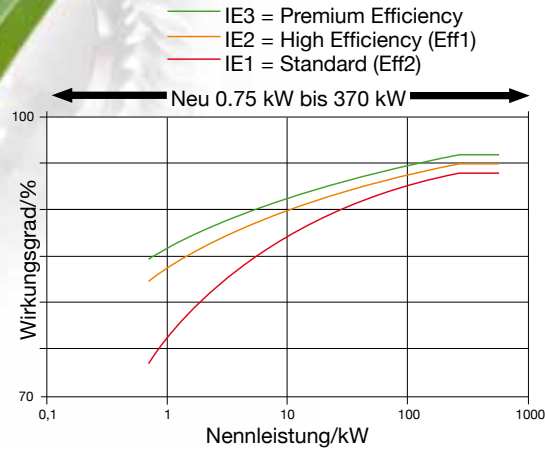
Finden Sie Ihre individuellen Energiesparpotenziale

Hoch effiziente
NORD- Getriebemotoren

IE2 und IE3 Motoren



NORD Antriebselektronik eröffnet durch Energiesparfunktionen (z.B. autom. Magnetisierungsanpassung) besonders grosse Potenziale im Teillastbereich



Mehr Informationen zu den energieeffizienten NORD-Motoren finden Sie unter www.nord.com/IE2



Energie gekonnt genutzt

Wieviel Energie wird in Ihrer Anlage in Wärme umgewandelt, und welchen Anteil davon könnte man mittels moderner Technik zurückgewinnen?

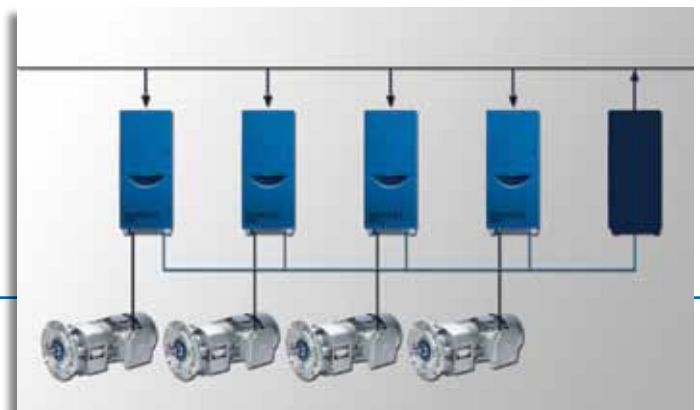
Um Umweltfreundlichkeit und den Energieverbrauch antriebstechnischer Systeme zu optimieren, ist die Verminderung ihres eigenen Energiebedarfs nur der erste Schritt. Zusätzlich ist es auch möglich, die von einem System im Betrieb selbst erzeugte Energie produktiv zu nutzen. Gespart wird sozusagen nebenan: Ein so ausgelegter Antrieb senkt effektiv den Energiebedarf der gesamten Antriebseinheit. Wenn Bewegungen von Maschinen immer wieder oder regelmäßig abgebremst werden müssen, kann es sich lohnen, diese Energie zu nutzen. Bei konventionellen Frequenzumrichtern wird freigesetzte Bremsenergie nicht genutzt – sie wird über Widerstände in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben. Eine effektivere und ökologischere Lösung sind Antriebe, die generatorische Energie durch die Kopplung von Zwischenkreisen oder durch Netzzurückführung weiter nutzen. Mit der beim Bremsen generierten und über eine Rückspeiseeinheit zurückgeführten Energie können andere Komponenten in der Anlage gespeist werden. Der Strombedarf, der aus dem Versorgungsnetz gedeckt werden muss, verringert sich so unterm Strich.



NORD Frequenzumrichterreihe SK 500E von 0,25 bis 22 kW

Höhere Effizienz im DC-Verbund

Der Wirkungsgrad eines Systems lässt sich noch weiter erhöhen, wenn zunächst alle Antriebe über einen DC-Verbund gekoppelt werden – die generatorische Energie wird direkt an andere Antriebseinheiten abgegeben. Die nicht im Verbund abgenommene Energie wird über eine Rückspeiseeinheit ins Netz gespeist. So entfällt für den direkt genutzten Teil der generatorischen Energie der Wirkungsgrad der Rückspeiseeinheit. In der Regel kann die Rückspeiseeinheit in diesem Fall kleiner und damit auch kostengünstiger ausfallen. Eine DC-Kopplung ist aber auch ohne Rückspeiseeinheit sinnvoll, da auch oft schon so erheblich Energie eingespart werden kann. Anwendungen, bei denen von zwei Antrieben einer motorisch und einer generatorisch betrieben wird, sind beispielsweise in der Textil- und Stahlbranche angesiedelt – die DC-Kopplung wird eingesetzt, wenn Werkstoffe gehalten oder gezogen werden müssen. Sowohl bei der Ausstattung mit Netzzurückspeiseeinheiten als auch bei der Installation einer Zwischenkreiskopplung relativiert sich der Kostenaufwand für die zusätzlichen Komponenten und das Engineering durch Ersparnisse an anderer Stelle. Beide Lösungen führen auch dazu, dass sehr viel weniger Verlustwärme anfällt als bei konventioneller Antriebstechnik. Daher genügt oft einfachere Klimatisierungstechnik, wenn nicht sogar ganz auf sie verzichtet werden kann – auch das trägt wiederum zur Energieersparnis bei. Kosten können Rückführungssysteme außerdem auch dadurch merklich reduzieren, dass sie den Spitzenverbrauchswert einer Anlage vermindern, der einen wesentlichen Faktor für die Rechnung des Versorgers darstellt.

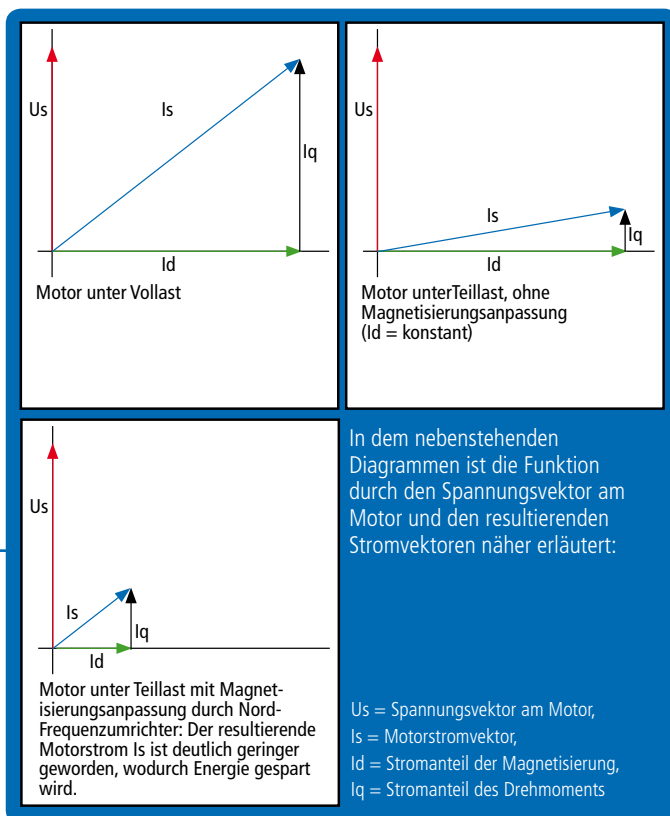


Zwischenkreiskopplung und Energierückführung

Automatische Magnetisierungsanpassung

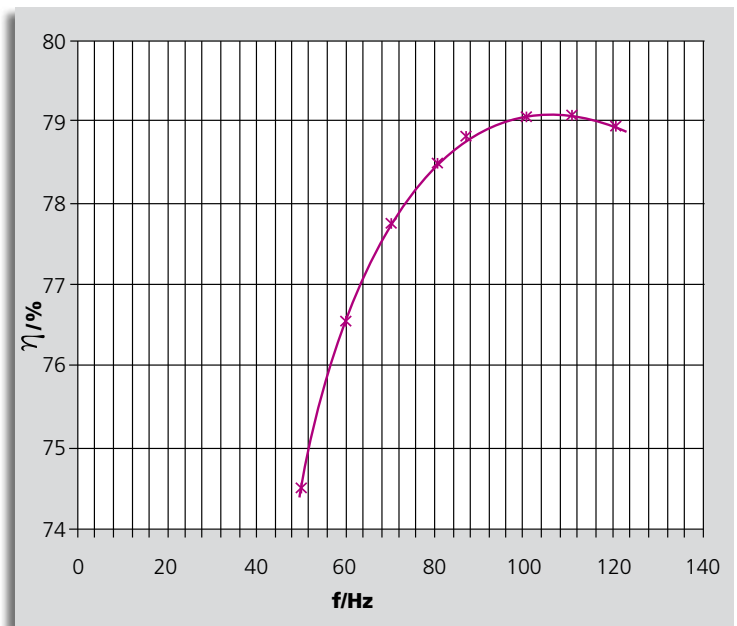
Üblicherweise halten Frequenzumrichter beim Betrieb von Asynchronmotoren über den Drehzahlbereich die zur Abgabe des vollen Drehmoments erforderliche Magnetisierung im Motor aufrecht – dies erzeugt bei Teillasten unnötige Verluste. NORD-Frequenzumrichter der Baureihen SK 200E, SK 500E und SK 700E können diese Magnetisierung ressourcenschonend automatisch reduzieren, sobald der Motor nur mit Teillast betrieben wird, und bieten Kunden somit eine weitere Möglichkeit, Energie einzusparen. Insbesondere bei kleinen Teillasten mit 10 bis 15 Prozent der Maximalleistung lassen sich mit dieser Funktion bis zu 30% Energie sparen. Sie eignet sich für alle Anwendungen, in denen keine besonderen Ansprüche an die Dynamik des Prozesses gestellt werden, so etwa Pumpen, Ventilatoren und horizontale Förderbänder.

Spareffekt im Teillastbetrieb: NORD-Umrichter der Baureihen SK 200E, SK 500E und SK 700E können die Magnetisierung in Asynchronmotoren automatisch absenken und so bis zu 30% Energie einsparen.



Energiespar-Know-how: Effizienzsteigerung im 87 Hz-Betrieb

NORD-Projektierungsexperten betrachten alle Anwendungen ganzheitlich und beraten Kunden mit Blick auf übergreifende, mechatronische Antriebslösungen. Dabei werden alle Energiesparmöglichkeiten genutzt – ein Beispiel ist die Option, Asynchronmotoren am Frequenzumrichter mit höheren Ausgangsfrequenzen als am Netz zu betreiben und so ihren Wirkungsgrad zu steigern. So können Motoren mit 230 V/400 V-Stern-Dreieckwicklung zusammen mit einem 400 V-Umrichter in Dreieckschaltung bis 87 Hz betrieben werden, wodurch sich der Motor mit höherer Drehzahl bis 87 Hz bei Nennmoment betreiben lässt. Die Frequenzerhöhung bewirkt bis ca. 100 Hz eine Wirkungsgradsteigerung des Motors um bis zu 5%.

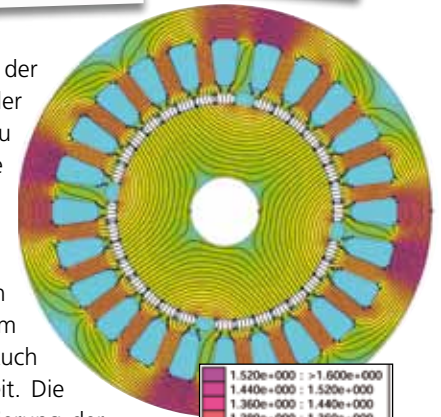


Energie gekonnt genutzt

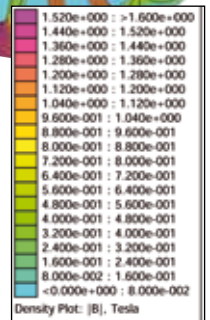


Effizienz-optimierte Motoren (IE1/IE2/IE3)

Energiesparlösungen in der Antriebstechnik erfordern durchdachte Ansätze sowohl in der Antriebselektronik als auch in der Mechanik. Neben verschiedenen Technologien auf der Seite der Frequenzumrichter werden deshalb auch neue Konzepte für Motoren entwickelt. Um Einheiten zu konstruieren, die auch die neue IEC-Effizienzklasse IE3 erfüllen können, setzt NORD insbesondere statt Aluminium im Rotorkurzschlusskäfig bevorzugt Kupfer ein. Dank seines geringeren ohmschen Widerstands lassen sich mit diesem Material bei gleicher Baugröße sparsamere Motoren realisieren. Andersherum kann bei gleicher Effizienz die Leistung gesteigert werden, ohne die Bauform zu vergrößern – so kann der Motor leichter in enge Einbauräume eingepasst werden. Eine noch deutlichere Steigerung der Leistungsdichte bei gleichzeitig sehr hoher Effizienz lässt sich mit einem optimierten Synchronmotor mit hochwertigen Permanentmagneten auf der Läuferseite erreichen. Auch solche Systeme sowie die dafür erforderlichen besonderen Regelungsverfahren stellt NORD bereit. Die NORD-Motorenentwicklung hat dabei auch sichergestellt, dass durch eine geschickte Dimensionierung der aktiven Bauteile sowie eine optimale Auswahl der Magnetmaterialien der Drehmomentverlauf über der Drehzahl nicht maßgeblich von den gewohnten Werten abweicht.



Feldlinien in einer FE-Analyse eines 4-poligen Permanentmagnet-Synchronmotors. Baugröße 80, η 90,3%



Hochlaufkurven von 3 unterschiedlichen Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren

1. IE1 Standardmotor mit Aluminium im Rotor

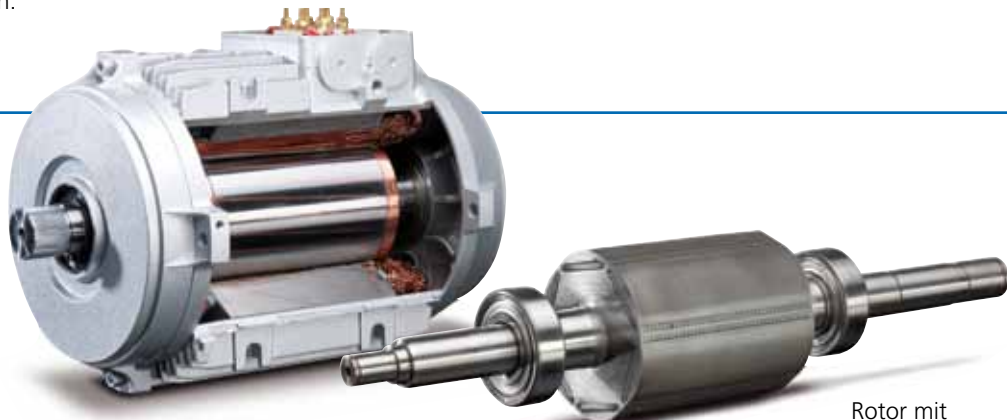
2. IE2 Energiesparmotor mit Aluminium im Rotor

Als Folge der konstruktiven Unterschiede gegenüber dem Standardmotor erhält der Energiesparmotor einige Eigenschaften einer größeren Maschine. Anzugs-, Kippmoment und Anlaufstrom sind signifikant größer als in der Standardausführung. Das erklärt sich durch die Verwendung von deutlich mehr aktivem Eisen, flußoptimierten Windungszahlen und durch größere Leiterquerschnitte der Wicklung. Gegenüber dem Standardmotor benötigt der Energiesparmotor mit Alurotor außerdem Bleche mit geringeren spezifischen Eisenverlusten. Bei niedrigeren und größeren Motoren ist auch eine Optimierung des Lüfters erforderlich.

3. IE3 Energiesparmotor mit Kupfer im Rotor

Der spezifische Leitwert von Kupfer ist ca. 60% größer als der von Aluminium. Durch Kupfer statt Aluminium als Leiterwerkstoff der Kurzschlußkäfige werden die Rotorverluste erheblich vermindert. Gegenüber dem Alumotor ergeben sich folgende Unterschiede: Der zu den Rotorverlusten proportionale Schlupf unter Last ist deutlich kleiner. Die Drehmomentkurve verläuft im Betriebsbereich deutlich steiler. Das Kippmoment wird bei kleinerem Schlupf erreicht. Das zu den Rotorverlusten proportionale Anlaufmoment fällt deutlich niedriger aus. Gegenüber dem Alumotor ist für den Energiesparmotor mit Kupferrotor eine Vergrößerung der Eisenmenge nur in moderatem Umfang erforderlich oder ganz verzichtbar. Aber auch hier gilt, die alleinige Verwendung von Kupfer reicht nicht aus. Bleche mit geringeren spezifischen Eisenverlusten, größere Leiterquerschnitte in der Wicklung und flußoptimierte Windungszahlen sind für diese Bauweise wichtige Komponenten.

Energiesparmotor mit Kupfer im Rotor



Rotor mit Permanentmagneten



Ein reines Rechenexempel

Betriebsoptimierung im Fokus

Bei der Großbäckerei Kamps Brot- und Backwaren GmbH, Lüdersdorf, sind insgesamt 1200 Getriebemotoren von Nord im Einsatz. Sie sorgen nun in fünf Produktionslinien für einen sicheren und kontinuierlichen innerbetrieblichen Fertigungsablauf. Neben den hohen Anforderungen wie z.B. Verfügbarkeit und Sicherheit, die in einer Großbäckerei zu bewältigen sind, war auch die Betriebskostenminimierung eine wesentliche Forderung. Nicht nur Drehzahl- und Drehmoment waren entscheidende Kriterien, sondern auch der Wirkungsgrad war eine wichtige Einflussgröße für die entsprechende Auslegung der Antriebe. Dieser Einsatz der Antriebstechnik bei Kamps stellt eine besondere Herausforderung dar. Denn insgesamt 400 t Teig pro Tag müssen bei Volllast verarbeitet werden. Nord konnte aufgrund der verwendeten Energie sparenden Antriebstechnik die gesetzten Ziele erreichen. Kim Folmeg, Plant Manager bei Kamps, resümiert: „Grundlage für die Standardisierung ist, mit einem Antriebstechnikhersteller zusammenzuarbeiten, der über ein durchgängiges System verfügt, mit dem sich alle unsere Aufgaben lösen lassen.“



Ökopower für Ökobrauer

Bier, das hierzulande gebraut wird, muss dem strengen Reinheitsgebot von 1516 genügen. Für die Neumarkter Lämmsbräu war das nicht gut genug. Die gesamte Bierproduktion wurde 1995 auf ökologische Zutaten umgestellt. Die durchgängige ökologische Ausrichtung des Unternehmens zeigt sich bis in Detaillösungen hinein. Das führte dazu, dass die Veränderungen bis in das Konzept der Transportanlage einfließen.

Kompetenz, die sich auszahlt

Energie sparen war das Thema und hierfür beauftragte man den Energiespezialisten Nord. Dieser konzipierte die neu installierten Transportanlagen mit Energiesparantrieben. Der Erfolg ließ nicht lange auf sich warten. Denn schließlich konnte der Stromverbrauch der Transportanlagen um ca. 40% gesenkt werden.

Energiesparpotenziale schnell erkannt

Bereits in der Neuplanungsphase wurde sehr schnell deutlich, dass beträchtliche Energiesparpotenziale bestanden. Diesbezüglich war es auch die vorrangigste Aufgabe, Lösungen zu entwickeln, um den Stromverbrauch deutlich zu reduzieren.

Energiesparpakete von Nord

Nord installierte 100 Energiesparantriebe. Sie setzen sich zusammen aus einem zweistufigen Kegelstirnradgetriebe mit 98% Wirkungsgrad und dem NORDAC-Frequenzumrichter. Durch diese Kombination konnte der Energieverbrauch um bis zu 40% gesenkt werden. Dies bestätigte auch Dipl.-Braumeister und Betriebswirt Gerhard Winnwa: „Wir sind mit der gelieferten Technik zufrieden, denn die Transportanlagen laufen so, dass die vorgegebene Leistung von 24.000 Flaschen/Stunde erreicht wird – dank des realisierten Energiesparkonzeptes von Nord.“

Diese Zwei Praxisbeispiele stehen nur stellvertretend für viele ausgeführte Anlagen. Ebenso wie das Rechenbeispiel sollen sie deutlich machen, wie Energiepotenziale wirkungsvoll umgesetzt werden können.





www.nord.com/locator

DE Getriebebau NORD GmbH & Co. KG, Rudolf-Diesel-Str. 1, D-22941 Bargteheide
Fon +49 (0) 45 32 / 401 - 0, Fax +49 (0) 45 32 / 401 - 253, info@nord.com

AT Getriebebau NORD GmbH, A-4030 Linz, Deggendorfstrasse 8
Fon +43 (0) 732 / 31 89 20, Fax +43 (0) 732 / 31 89 20 – 85, info@nord-at.com

CH Getriebebau NORD AG, Bächigenstraße 18, CH-9212 Arnegg
Fon +41-71-38899 11, Fax +41-71-38899 15, info@nord-ch.com

