

# IEA 4E: ExCo-Unterstützung und Annex Motor Systems

Implementing Agreement on Efficient End-use Equipment

Unterstützung für das Executive Committee und  
Beteiligung am Annex für Electric Motor Systems

K. Kulterer, J. Gsellmann, M. Hofmann

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

# 35/2012

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# IEA 4E: ExCo-Unterstützung und Annex Motor Systems

Implementing Agreement on Efficient End-use Equipment

Unterstützung für das Executive Committee und  
Beteiligung am Annex für Electric Motor Systems

Dr. Fritz Unterpertinger, Mag. DI Konstantin Kulterer,  
DI (FH) Julia Gsellmann, DI (FH) Marcus Hofmann  
Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency

Wien, Jänner 2011

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**

**IEA FORSCHUNGS  
KOOPERATION**

Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at) gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Kurzfassung (deutsch)</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Short Summary (English)</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung und Ziele</b> .....	<b>5</b>
3.1	<b>Unterstützung des Executive Committee – Tätigkeit des BMVIT</b> .....	<b>5</b>
3.2	<b>Annex zu energieeffizienten Motorsystemen</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Übersicht über das Implementing Agreement und den Annex Motor Systems und die österreichische Beteiligung</b> .....	<b>9</b>
4.1	<b>Implementing Agreement 4E</b> .....	<b>9</b>
4.2	<b>Annex Motor Systems</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Aufbau einer Motordatenbank</b> .....	<b>13</b>
5.1	<b>Ziel</b> .....	<b>13</b>
5.2	<b>Tätigkeiten</b> .....	<b>13</b>
5.3	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>13</b>
5.3.1	Branchenspezifische Stromverbräuche, Benchmarks .....	<b>13</b>
5.3.2	Verbreitung effizienter Elektromotoren und Frequenzumrichter .....	<b>20</b>
5.3.3	Kohortenmodell und Einspareffekte für hocheffiziente Elektromotoren .....	<b>23</b>
5.4	<b>Fazit</b> .....	<b>27</b>
5.5	<b>Quellen</b> .....	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Technischer Leitfaden für Motorsysteme</b> .....	<b>29</b>
6.1	<b>Ziel</b> .....	<b>29</b>
6.2	<b>Tätigkeiten</b> .....	<b>29</b>
6.3	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>29</b>
6.3.1	Drehstrom-Asynchronmotor .....	<b>29</b>
6.3.2	Einsatz hocheffizienter AC-Elektromotoren.....	<b>31</b>
6.3.3	Permanentmagnet-Motoren.....	<b>31</b>
6.3.4	Switched-Reluctance-Motoren .....	<b>32</b>
6.3.5	Frequenzumformer .....	<b>32</b>
6.3.6	Zu berücksichtigende Aspekte .....	<b>33</b>
6.4	<b>Fazit</b> .....	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>Politikinstrumente zur Steigerung der Effizienz von Motorsystemen</b> .....	<b>37</b>
7.1	<b>Ziel</b> .....	<b>37</b>
7.2	<b>Tätigkeiten</b> .....	<b>37</b>
7.3	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>39</b>
7.4	<b>Fazit</b> .....	<b>46</b>
7.5	<b>Quellen</b> .....	<b>47</b>

<b>8</b>	<b>Durchführung eines Trainingsworkshops .....</b>	<b>49</b>
8.1	Ziel.....	49
8.2	Tätigkeiten.....	49
8.3	Fazit.....	50
<b>9</b>	<b>Tools zur Verbreitung effizienter Motorsysteme .....</b>	<b>51</b>
9.1	Ziele.....	51
9.2	Tätigkeiten.....	51
9.3	Ergebnisse .....	52
	SOTEA.....	55
9.4	Fazit.....	56
<b>10</b>	<b>Know-how-Transfer.....</b>	<b>57</b>
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>61</b>



# 1 Kurzfassung (deutsch)

Kernthema des „Implementing Agreement 4E“ der IEA ist die Energieeffizienz von elektrischen Geräten für Endanwender. Gegenstand der Tasks sind insbesondere elektrische Geräte/Technologien, die einen hohen Energieverbrauch und eine hohe Marktrelevanz aufweisen.

Adressiert werden unter anderem die Produktgruppen Motoren und Beleuchtung. Abgesehen von technologiespezifischen Themen werden jedoch auch Querschnittsthemen im Bereich der Energieeffizienz elektrischer Geräte behandelt, wie beispielsweise Standby-Energieverbrauch und Benchmarking/Standards für Energieeffizienz.

Übergeordnete Zielsetzung des Agreements ist die internationale Zusammenarbeit zur Forcierung von Energieeffizienz im genannten Technologiefeld und Anwendungsbereich. Das Implementing Agreement bietet damit den beteiligten Ländern und möglichen Partnern aus der Industrie ein Forum zum Austausch von Information und Erfahrungen in den angesprochenen technologischen Bereichen sowie bezüglich der zugehörigen politischen Instrumente. Insbesondere soll auch die Koordination von internationalen Konzepten/Initiativen/Programmen für Energieeffizienz im Bereich Elektrische Geräte und Technologien unterstützt werden.

Wesentliche Instrumente zur Umsetzung des Agreements sind der Informationsaustausch im Bereich Technologien, Programme und politische Instrumente sowie die internationale Zusammenarbeit in definierten Projekten oder Annexen.

Das Agreement wurde im März 2008 gestartet und läuft bis Februar 2013. Derzeit beteiligen sich folgende Länder am Implementing Agreement: Australien, Dänemark, Frankreich, Kanada, Niederlande, Österreich, UK, USA, Südkorea, Südafrika und Schweiz.

Das Agreement hat derzeit vier Annexe genehmigt:

- Energieeffiziente Motorsysteme
- Mapping & Benchmarking
- Standby-Energieverbrauch
- Solid State Lighting (LED)

Inhalt des Annex Motor Systems sind mehrphasige Elektromotoren mit einer Leistung von 0,5 bis 500 kW. Insbesondere Motoren mit Regelungen, Getriebe und angetriebene Maschinen wie Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren werden näher beleuchtet. Ausgenommen sind kleinere Motoren weit unter 1 kW für Haushaltsgeräte und Motoren für mobile Anwendungen. Neben Ersatzanschaffungen werden auch Reparaturen und Neuinstallationen berücksichtigt.

Folgende Arbeitspakete wurden im Rahmen des Annex Motor Systems, der von der Schweiz geleitet wird, seit November 2008 bearbeitet:

- Technischer Leitfaden und Instrumente
- Training und Qualifizierungsprogramm mit Akkreditierungssystemen für Testzentren

- Erstellung eines Referenzleitfadens für politische Entscheidungsträger zur Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Motorsystemen
- Training von Industrieplanern, Beratern, technischen Verantwortlichen
- Unterstützung der internationalen Standardinitiativen für Energiemanagement
- Systematischer Überblick über technische Möglichkeiten und kosteneffektive Anwendungen zu neuen Motortechnologien

Der Annex läuft zunächst bis zum Oktober 2011.

Österreich beteiligte sich (zunächst bis Jänner 2011) an den Tasks Technischer Leitfaden und Instrumente, Referenzleitfaden für politische Entscheidungsträger und Trainings.

Die Ziele für die österreichische Beteiligung sind:

- Erhebung des Stromverbrauchs für Motorsysteme nach Branchen und Anwendungen
- Erhebung, Bündelung und Forcierung der Aktivitäten zu effizienten Motorsystemen in Österreich
- Internationale Vernetzung der relevanten Akteure
- Grundlegende Marktaufbereitung und Entwicklungsanstöße
- Information der Entwickler und Hersteller, Planer und Anwender und politischen Entscheidungsträger zu Effizienzkriterien von elektrischen Motorsystemen über Datenbanken, Leitfäden und Direktinformation
- Stärkung des österreichischen Entwicklungs- und Forschungsstandortes durch Stärkung zukunftsfähiger Technologien, sowohl angebots- als auch nachfrageseitig

## 2 Short Summary (English)

The IEA 4E Implementing Agreement focus on the energy efficiency of electrical end-use equipment. In particular, equipment and technologies are treated that contribute most to the total end-use electricity consumption and have fast growing market shares.

Among others, product groups such as electric motors and lighting equipment are addressed at the moment. In addition to technology-specific areas, cross-section topics in the field of energy efficiency of electric equipment will be tackled, as stand-by consumption and benchmarking for energy efficiency.

Overall target of the Implementing Agreement is the international cooperation for the support of political instruments for enforcing energy efficiency. The Implementing Agreement offers the participating countries and possible industry-partners a forum for the exchange of information and experience in this specific technological field and for related political instruments. Especially international coordination of concepts/initiatives/programmes for energy efficiency in the field of electrical equipment and technologies shall be supported.

Instruments for the implementation of the agreement are exchange of information in the fields of technologies, programmes and political instruments in addition to international cooperation in defined projects and annexes.

The Agreement started in March 2008 and runs until February 2013. At the moment, the following countries participate: Australia, Austria, Canada, France, Switzerland, Netherlands, Denmark, USA, UK, Republic of Korea, South Africa.

The Agreement has four annexes running:

- Electric Motor Systems
- Mapping & Benchmarking
- Standby-Power
- Solid State Lighting (LED)

The Annex Motor Systems deals with poly-phase electric motors between 0.5 and 500 kW. Major focus will be given to motors with control, drive systems and driven machines, like pumps, fans and compressors. Smaller motors with less than 1 kW for home appliances and motors used in vehicles will not be looked at. Besides replacement of motors, repair and new installations will be dealt with.

The following tasks are worked on since November 2008:

- Technical guide and tools for motor systems
- Training and qualification programme with accreditation system for testing centers
- Reference guide of political decision makers for the implementation of policy instruments for increasing the efficiency of motor systems
- Training of industrial planners, consultants and technical personal

- Support of international standard initiatives for energy management
- Overview of technical possibilities and cost-effective use of new motor technologies

The Annex runs until October 2011.

Austria participates in the tasks technical guide and tools, reference guide for political decision makers and trainings.

The targets for the participation of Austria are:

- Collection and analysis of data on electricity consumption of motor systems for branches and technologies
- Description and promotion of activities for efficient motor systems in Austria
- International networking of relevant stakeholders
- Access to worldwide energy efficiency information for Austrian producers and service companies
- Information for developers and producers, planners, users, and political decision makers on efficiency criteria of electric motor systems via databases, guides and direct contacts
- Strengthening of research and development in Austria by future oriented technologies, esp. on the demand side

## 3 Einleitung und Ziele

### 3.1 Unterstützung des Executive Committee – Tätigkeit des BMVIT

Die Österreichische Energieagentur unterstützte das BMVIT bei der Teilnahme am Executive Committee (ExCo) des Implementing Agreements.

Das Executive Committee ist für das Management des Implementing Agreements verantwortlich. Zu diesem Zweck werden jährlich mindestens zwei Koordinationsmeetings durchgeführt. Die Österreichische Energieagentur nahm einmal pro Jahr an diesen Treffen als Vertretung des BMVIT teil und bereitete für die weiteren Meetings die Themengebiete vor. Außerdem organisierte die Österreichische Energieagentur ein ExCo-Koordinationsmeeting und einen Verbreitungsworkshop mit öffentlicher Beteiligung.

Das ExCo verfolgt weiters die Vernetzung mit themenverwandten Initiativen weltweit, um Synergien optimal nutzen zu können und Redundanzen weitgehend zu vermeiden. Zu diesem Zweck wird ein entsprechender Informationsaustausch mit themenverwandten Programmen aufgebaut. Eine wesentliche Aufgabe ist somit auch die Unterstützung bei der Informationsaufbereitung und dem Informationsaustausch.

Darüber hinaus ist das ExCo für die Initiierung und Vorbereitung weiterer Tasks bzw. Annexe im Rahmen des Agreements verantwortlich. Die Österreichische Energieagentur unterstützt das BMVIT bei der Identifizierung weiterer Themen und der Prüfung ihrer nationalen Relevanz. In der Vorbereitungsphase für das Agreement wurde bereits der Themenkreis „Energieeffiziente Produkt-Dienstleistungssysteme“ als weitere für Österreich interessante Option in die Diskussion eingebracht.

### 3.2 Annex zu energieeffizienten Motorsystemen

Elektrische Motorsysteme sind für rund 66 % des Stromverbrauchs in der produzierenden Wirtschaft verantwortlich und werden in nahezu allen Branchen eingesetzt. Gleichzeitig besteht ein hohes Einsparpotenzial von rund 20 %. Energiekosten machen außerdem rund drei Viertel der Gesamtkosten während der Lebensdauer eines Motorsystems aus. Das hohe Potenzial liegt nicht nur in der Verwendung hocheffizienter Komponenten, sondern vor allem in der Abstimmung des Gesamtsystems an seine Anforderung. Von elektronischen Steuerungsmöglichkeiten, über effiziente Motoren und Getriebe, zu effizienten Strömungsmaschinen und bis hin zur Abstimmung dieser Komponenten mit dem Verbraucher (z. B. einer pneumatischen Anlage) liegen noch umfangreiche Möglichkeiten zur Effizienzverbesserung. Hersteller, Planer, Berater und Instandhalter sind gleichermaßen gefragt, die verschiedenen Systemkomponenten aufeinander abzustimmen.

Europa versuchte den Marktanteil hocheffizienter Motoren durch eine freiwillige Vereinbarung mit dem Europäischen Herstellerverband für elektrische Maschinen (CEMEP) zur Kennzeichnung der Motoren mit den Klassen eff1, eff2, eff3 zu erhöhen. Leider mit geringem Erfolg: Nach Angaben von CEMEP liegt der Anteil der Effizienzklasse-1-Motoren bei ca. 9 % innerhalb der unter diese Vereinbarung fallenden Motorhersteller (gesamt ca. 7 %). Während in vielen Teilen der Welt bereits Mindeststandards für Elektromotoren beschlossen wurden, gab es in Europa noch keine verpflichtenden Instrumente. Insbesondere die Standardinitiative IEC 60034-30 „Efficiency Classes for Electric Motors“ gab aber den Ausschlag, dass die Europäische Kommission jetzt im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie die

in diesem weltweiten Standard festgelegten Mindeststandards als Basis für ihre Verordnung zu Elektromotoren nutzt. Ab Juni 2011 werden IE2-Motoren vorgeschrieben sein, ab 2015 werden diese Vorgaben noch auf den IE3-Standard erhöht.

Während sich mögliche Effizienzsteigerungen auf Ebene der Einzelkomponenten aber, wie beschrieben, eher im einstelligen Prozentbereich bewegen, kann durch den Einsatz intelligenter Steuerung (z. B. Drehzahlregelung) bis zu einem Drittel der erforderlichen Energie eingespart werden. Für Vorstöße ähnlich den Mindeststandards für Elektromotoren fehlen derzeit jedoch die erforderlichen Grundlagen, die es in diesem Agreement zu erarbeiten gilt.

In Österreich bestehen relevante Produktions- und Entwicklungskapazitäten in diesem Bereich, sodass effiziente Energienutzung Österreich in zweifacher Weise nützt:

- Geringere Produktionskosten durch effiziente Produktionsanlagen stärken langfristig den Wirtschaftsstandort.
- Eine höhere Nachfrage nach Effizienzprodukten bringt Herstellerfirmen mit Standorten in Österreich Vorteile.

Durch die Teilnahme am Annex Motor Systems soll die Einbindung österreichischer Akteure (insbesondere Hersteller) in internationale Netzwerke gewährleistet werden und Informationen zu Standardinitiativen verbreitet werden. Damit werden technologische Entwicklungen frühzeitig erkannt und eine aktive Mitarbeit bei diesen Standards und daraus abgeleiteten Maßnahmen ermöglicht. Insbesondere von der geplanten Teilnahme amerikanischer Akteure soll hier die derzeit mit Abstand fortschrittlichste Initiative (NEMA Premium Standard (IE3) als Minimum Standard ab 2011) auch für Europa und Akteure in Österreich zugänglich werden. Da Österreichs Industrie gerade auf diesem Markt sehr exportorientiert produziert, sind hier vorausschauende Reaktionen auf internationale Entwicklungen besonders wichtig.

In Österreich sind mit ATB Antriebstechnik AG, Schneider Electric Power Drives GmbH (pdrive), Wattdrive Antriebstechnik GmbH, ELIN EBG Motoren GmbH (für sehr leistungsstarke Spezialmotoren) führende Hersteller im Bereich Elektromotoren und Frequenzumrichter tätig, die auch teilweise ihre Entwicklungsarbeit in Österreich leisten und für den internationalen Markt produzieren. Außerdem befindet sich mit Infineon einer der weltweit führenden Hersteller von Chips für die Motorensteuerung in Österreich. Über die Mitarbeit der Hersteller bei der Erstellung von Datenbanken, Leitfäden und Standardentwürfen wurde die Einbindung spezifischen technologischen Know-hows aus Österreich gewährleistet. So kann in Zukunft auch frühzeitig auf weiteren Entwicklungs- und Forschungsbedarf reagiert werden.

Außerdem sollen Dokumente und Datenbanken die weitere Verbreitung von Informationen zur Energieeffizienz an Planer, Berater und Anwender ermöglichen. Durch Aufbereitung der Informationen zum Einsatz von Motorsystemen in der Industrie können Schwerpunkte und, daraus abgeleitet, gezielte Verbreitungs- und Umsetzungsmaßnahmen definiert werden.

Durch nachfrage- und angebotsseitige Maßnahmen kann dieses Thema viel stärker positioniert werden, was mittel- bis langfristig für die Entwicklung von Forschungsvorhaben in Österreich entscheidend sein wird. Nicht zuletzt aufgrund der in diesem Projekt erarbeiteten Fragestellungen und Informationen kann die österreichische Forschungspolitik viel stärker auf dieses zukunftssträchtige Thema reagieren.

Österreich hat sich an folgenden internationalen Aktivitäten des Annex Motor Systems beteiligt:

- Datenanalyse zu Energieeinsatz für Motorsysteme (nach Branchen) und Aufbau einer weltweiten Datenbank zu effizienten Motoren und weiteren Systemkomponenten
- Erarbeitung eines technischen Leitfadens für Motorsysteme (für Berater, Planer und Hersteller)
- Analyse von Instrumenten für politische Maßnahmen
- Training und Kapazitätsaufbau für Berater und Energiemanager
- Erarbeitung, Prüfung und Verbesserung von Tools und Leitfäden (z. B. Instrumente zur Auswahl und Dimensionierung von Elektromotoren)
- Nationale Verbreitung

Als vordringliche Ziele für dieses Projekt seien genannt:

- Erhebung der Stromverbrauchs für Motorsysteme nach Branchen und Anwendungen
- Erhebung, Bündelung und Forcierung der Aktivitäten zu effizienten Motorsystemen in Österreich
- Internationale Vernetzung der relevanten Akteure
- Grundlegende Marktaufbereitung und Entwicklungsanstöße
- Information der Entwickler und Hersteller, Planer und Anwender und politischen Entscheidungsträger zu Effizienzkriterien von elektrischen Motorsystemen über Datenbanken, Leitfäden und Direktinformation
- Stärkung des österreichischen Entwicklungs- und Forschungsstandortes durch Stärkung zukunftsfähiger Technologien, sowohl angebots- als auch nachfrageseitig





## 4 Übersicht über das Implementing Agreement und den Annex Motor Systems und die österreichische Beteiligung

### 4.1 Implementing Agreement 4E

Kernthema des „Implementing Agreement 4E“ ist die Energieeffizienz von elektrischen Geräten im Bereich der Endverbraucher. Gegenstand der Tasks sind insbesondere elektrische Geräte/Technologien, die einen hohen Energieverbrauch und eine hohe Marktrelevanz aufweisen.

Adressiert werden unter anderem die Produktgruppen Motoren und Beleuchtung. Abgesehen von technologiespezifischen Themen werden jedoch auch Querschnittsthemen im Bereich der Energieeffizienz elektrischer Geräte behandelt, wie beispielsweise Standby-Energieverbrauch und Benchmarking/Standards für Energieeffizienz.

Übergeordnete Zielsetzung des Agreements ist die internationale Zusammenarbeit zur Unterstützung von politischen Instrumenten zur Forcierung von Energieeffizienz im genannten Technologiefeld und Anwendungsbereich. Das Implementing Agreement bietet damit den beteiligten Ländern und möglichen Partnern aus der Industrie ein Forum zum Austausch von Information und Erfahrungen in den angesprochenen technologischen Bereichen sowie bezüglich der zugehörigen politischen Instrumente. Insbesondere soll auch die Koordination von internationalen Konzepten/Initiativen/Programmen für Energieeffizienz im Bereich elektrische Geräte und Technologien unterstützt werden.

Wesentliche Instrumente zur Umsetzung des Agreements sind daher der Informationsaustausch im Bereich Technologien, Programme und politische Instrumente sowie die internationale Zusammenarbeit in definierten Projekten oder Tasks.

Derzeit beteiligen sich folgende Länder am Implementing Agreement:

Australien, Dänemark, Frankreich, Kanada, Niederlande, Österreich, UK, USA, Südkorea, Südafrika und Schweiz.

Das Agreement hat derzeit vier Annexe genehmigt:

- Energieeffiziente Motorsysteme
- Mapping & Benchmarking
- Standby-Energieverbrauch
- Solid State Lighting (LED)

Auf der Webseite (<http://www.iea-4e.org>) sind alle wichtigen Informationen über das Implementing Agreement ersichtlich.

Die Unterstützungsleistung für die österreichische ExCo-Beteiligung umfasste:

- Aufbereitung, Vorbereitung von Informationen für das ExCo und Teilnahme an einem ExCo-Meeting pro Jahr

- ExCo-Vertretung
- Durchführung eines 2-tägigen ExCo-Meetings in Österreich (inkl. Verbreitungsworkshops)
- Zusammenstellung von aktuellen Materialien zu den jeweiligen Themen (in Abhängigkeit von der Agenda der ExCo-Meetings)
- Einholung der AEA-internen Expertise zu den jeweiligen Themengebieten
- Unterstützung beim Informationstransfer (über AEA-Kontakte)

## 4.2 Annex Motor Systems

Inhalt des Annex Motor Systems (Laufzeit der ersten Phase: bis Ende Oktober 2011) sind mehrphasige Elektromotoren mit einer Leistung von 0,5 bis 500 kW. Insbesondere Motoren mit Regelungen, Getriebe und angetriebene Maschinen wie Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren sind Gegenstand dieses Annexes. Ausgenommen sind kleinere Motoren weit unter 1 kW für Haushaltsgeräte und Motoren für mobile Anwendungen. Neben Ersatzanschaffungen werden auch Reparaturen und Neuinstallationen berücksichtigt. Technische Fragen wie Teststandards, Energieeffizienzklassen, Kennzeichnungen, Labels, aber auch politische Themen (notwendige Vorschriften, Marktmechanismen, MEPS, Anreizmechanismen) werden behandelt.

Mit Stand Ende 2010 beteiligen sich folgende Länder am Annex: Australien, Dänemark, Großbritannien (nur bis Ende 2010), Niederlande, Schweiz, Österreich. Schweden wird ab 2011 beitreten.

Tabelle 4.1: Aktuelle Tasks des Annex Motorsysteme

	Task	Inhalte
A	Implementation Support & Outreach	Aufbau einer Motordatenbank, Informations- und Kommunikationsplattform, Archiv
B	Technical Guide for Motor Systems	Erstellung eines Leitfadens zur Optimierung von bestehenden Motorsystemen, Screening und Tests von Analyseinstrumenten und Software
C	Testing Centers	Erstellung einer Liste mit Testlabors, Sammlung existierender Testprotokolle, Erarbeitung eines Interpretationspapiers für Teststandards gem. IEC 60032-2-1.
D	Instruments for Coherent Motor Policy	Vergleich und Analyse unterschiedlicher Politiken und Programme zur Erhöhung der Effizienz von Motorsystemen anhand von Fallbeispielen.
E	Training & Capacity Building	Erarbeitung von Trainingsunterlagen und Abhaltung von Workshops, Inhalt beruht auf Ergebnissen des Task B. Zielgruppen: Auditoren, Anlagenbetreiber, EVUs
F	Energy Management in Industry	Information aller Annexteilnehmer über die EN 16001, Festlegung, wie Motor Annex diese EN 16001 für Fragestellungen von Motorsystemen anwenden kann. Sammlung von Benchmarks und Best-Practice-Beispielen (derzeit offen).
G	New Motor Technologies	Markterhebung zu neuen Technologien, Erarbeitung klarer Terminologien, Auflistung der wesentlichen Erzeuger, Baugrößen, Kosten und Anwendungen. Vergleich bestehender Standards unter Berücksichtigung dieser neuen Technologien, Tests dieser neuen Motortechnologien.
H	Total Motor Systems Integration	Start wurde verschoben

Auf der Webseite (<http://www.motorsystems.org>) sind alle wichtigen Informationen über das Implementing Agreement ersichtlich.

Die Teilnahme Österreichs am Annex Motor Systems beschränkt sich zunächst auf insgesamt fünf Tasks. Diese ergänzen sich gut und ermöglichen die Unterstützung der Zielgruppen durch Daten, Tools, Leitfäden, Trainings und politische Instrumente. Der Endbericht umfasst daher insbesondere die Ergebnisse der sechs Schwerpunkte:

- Motordatenbank
- Technischer Leitfaden für Motorsysteme
- Erarbeitung des Leitfadens Motorpolitik
- Abhaltung eines Trainingsworkshops
- Analyse von Tools zur Steigerung der Motoreffizienz
- Know-how-Transfer



## 5 Aufbau einer Motordatenbank

### 5.1 Ziel

Das Ziel dieses Tasks ist die Erstellung einer weltweiten Datenbank zu Stromverbrauch in der Industrie und zu Bestand und jährlichen Verkaufszahlen effizienter Motoren. In Österreich waren Daten zum Stromverbrauch für Motorsysteme auf Branchenebene sowie Marktanalysen zum Bestand von Motoren und den jährlichen Verkaufszahlen zu erheben. Darauf aufbauend wurden Analysen durchgeführt.

### 5.2 Tätigkeiten

Die Österreichische Energieagentur analysierte Daten zum Stromverbrauch von elektrischen Motorsystemen auf Branchenebene und erhob Verkaufs- und Bestandszahlen wichtiger Motorkomponenten (Elektromotoren, Frequenzumrichter) in Österreich. Außerdem wurde eine Abschätzung der zukünftigen Bestandsentwicklung von Elektromotoren nach unterschiedlichen Effizienzklassen durchgeführt. Als Quellen wurden insbesondere Daten der Statistik Austria und von Eurostat verwendet. Darüber hinaus konnten aber auch der Herstellerverband FEEI (Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie) und damit die Hersteller von Elektromotoren und Frequenzumrichtern zur Mitarbeit gewonnen werden.

### 5.3 Ergebnisse

#### 5.3.1 Branchenspezifische Stromverbräuche, Benchmarks

In diesem Abschnitt wird die Entwicklung des Stromverbrauchs von Standmotoren und die Entwicklung der Bruttowertschöpfung real in der österreichischen Industrie im Zeitraum 1996 bis 2006 behandelt und verglichen. Die Bruttowertschöpfung real ist immer zu Herstellungspreisen, auf Basis von Vorjahrespreisen für das Referenzjahr 2000 definiert. Die fünf Branchen mit dem höchsten Stromverbrauch für Standmotoren werden dargestellt.

Als Quelle wurde die Nutzenergieanalyse und die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Statistik Austria für die Jahre 1996 bis 2006 herangezogen (Statistik Austria, 2007; Statistik Austria, 2009).

Abbildung 5.1 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und die Entwicklung der Bruttowertschöpfung im Zeitraum 1996 bis 2006. Der Stromverbrauch für Standmotoren ist im betrachteten Zeitraum um 32 % gestiegen. Die Bruttowertschöpfung hat sich um 30 % erhöht.

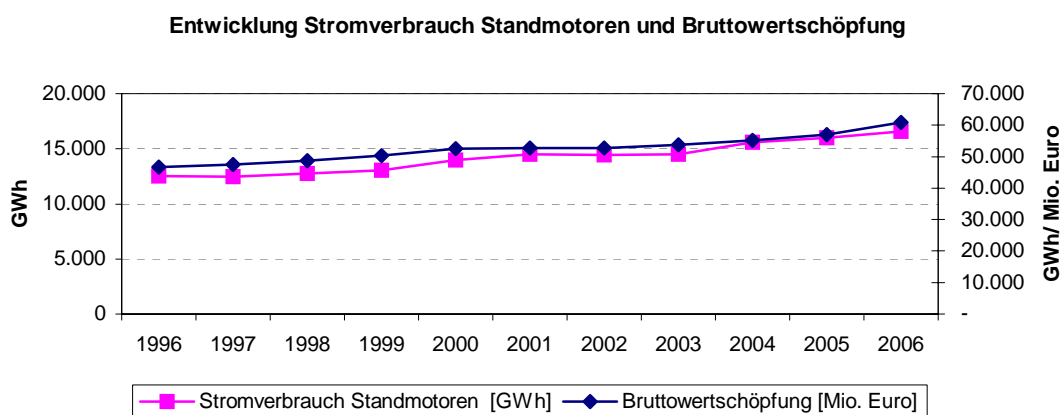


Abbildung 5.1: Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und der Bruttowertschöpfung von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

Abbildung 5.2 vergleicht die Entwicklung des Stromverbrauchs von Standmotoren und die Stromintensität. Die Stromintensität ergibt sich aus Stromverbrauch von Standmotoren pro Bruttowertschöpfung. Anhand der Trendlinie ist zu erkennen, dass die Stromintensität in den Jahren 1996 bis 2006 kontinuierlich angestiegen ist.

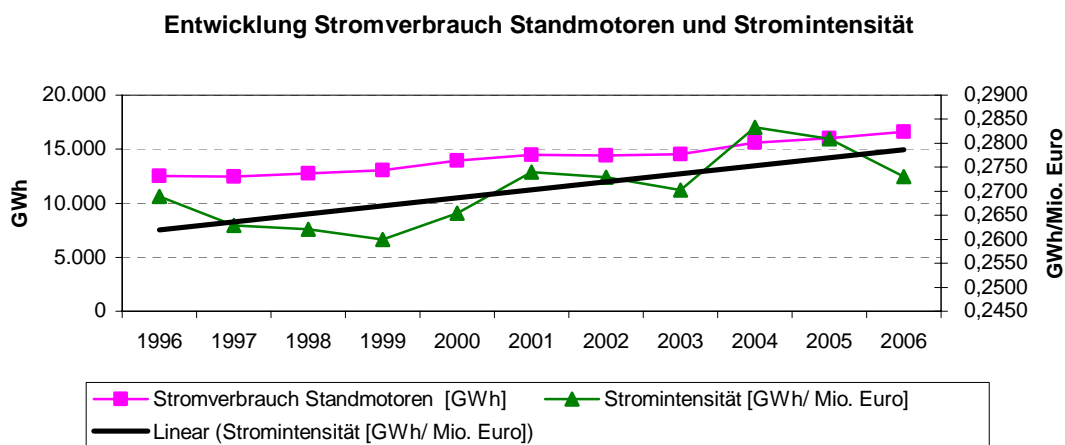


Abbildung 5.2: Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und Stromintensität von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

In Abbildung 5.3 ist der elektrische Energieverbrauch für Standmotoren in Österreich, aufgeteilt nach Branchen, im Jahr 2006 ersichtlich. Hier erkennt man, dass die Branchen Papier und Druck, Chemie und Petrochemie, Eisen- und Stahlerzeugung, Holzverarbeitung und Nahrungs- und Genussmittel gemeinsam 76 % des Stromverbrauchs von 16.601 GWh im Jahr 2006 ausmachten.

Die Tabelle 5.1 zeigt das Verhältnis Stromverbrauch der Standmotoren zu Bruttowertschöpfung real (Stromintensität) und die Veränderung in den einzelnen Branchen der Sachgüterproduktion. Dieser Wert ist in den Branchen Holzverarbeitung, Eisen- und Stahlerzeugung und Steine, Erden, Glas um mehr als 30 % gestiegen. Es liegen dazu keine empirischen Untersuchungen vor, allerdings können folgende Faktoren ausschlaggebend sein: der höhere Automatisierungsgrad und ein stärkerer Einsatz von Fließbändern, Trockenkammern, bzw. aufwendigere Verpackungsprozesse u. ä.

Branchen mit sinkender Stromintensität sind: Sonstiger produzierender Bereich, Chemie und Petrochemie, Papier und Druck, Fahrzeugbau und Maschinenbau. (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

### Elektrischer Energieverbrauch Standmotoren in Österreich nach Branchen, 2006

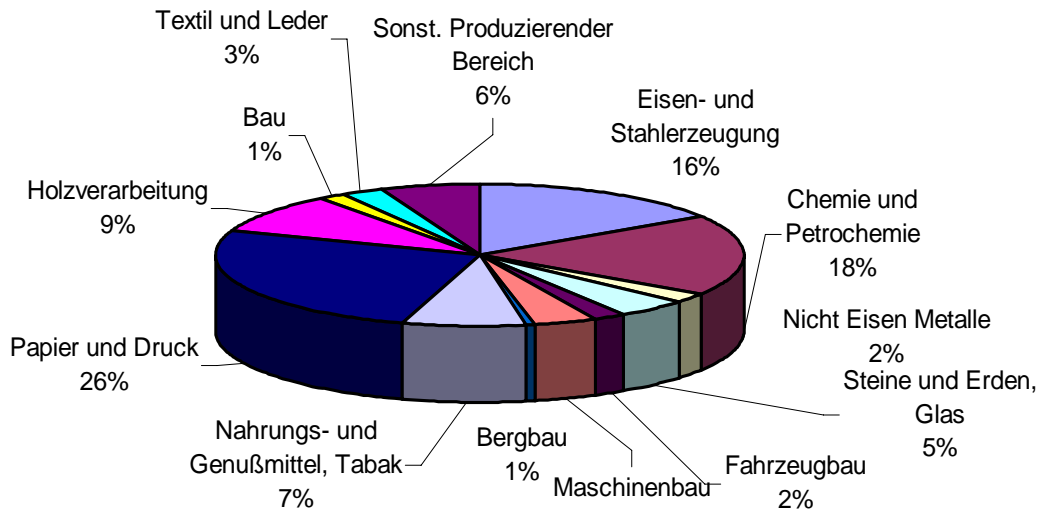


Abbildung 5.3: Branchenaufteilung des elektrischen Energieverbrauchs für Standmotoren in Österreich, 2006 (Statistik Austria, 2007)

Tabelle 5.1: Stromverbrauch der Standmotoren im Vergleich zur Bruttowertschöpfung real, Basis 2000 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

Stromverbrauch Standmotoren / Bruttowertschöpfung real, Basis 2000 [GWh / Mio. Euro]			
Branchen	1996	2006	Veränderung [%]
Eisen- und Stahlerzeugung	0,9696	1,3601	+40%
Chemie und Petrochemie	1,2084	0,8940	-26%
Steine und Erden, Glas	0,2309	0,3157	+37%
Fahrzeugbau	0,0931	0,0787	-15%
Maschinenbau	0,1005	0,0950	-6%
Bergbau	0,1101	0,1409	+28%
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	0,2474	0,2707	+9%
Papier und Druck	1,3036	1,0679	-18%
Holzverarbeitung	0,4036	0,7072	+75%
Bau	0,0145	0,0163	+13%
Textil und Leder	0,3229	0,3259	+1%
Sonst. produzierender Bereich	0,1255	0,0704	-44%

### 5.3.1.1 Papier und Druck

Abbildung 5.4 gibt die Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und die Entwicklung der Bruttowertschöpfung real in der Branche Papier und Druck von 1996 bis 2006 wieder. Die Branche Papier und Druck ist in der österreichischen Industrie die Branche mit dem höchsten Stromverbrauch von Standmotoren. Im Jahr 1996 wurden in dieser Branche 3.686 GWh elektrische Energie für diesen Zweck verbraucht. Im Jahr 2006 belief sich der Stromverbrauch auf 4.331 GWh. Das ergibt eine Steigerung des Stromverbrauchs von 17,5 %. Die Bruttowertschöpfung hat sich im gleichen Zeitraum allerdings um 43,4 % erhöht, womit die Stromintensität um 18 % gesunken ist. Der Anteil des Stromverbrauchs von Standmotoren am Anteil des gesamten elektrischen Energieverbrauchs der Branche Papier und Druck beträgt 87 %<sup>1</sup> (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009).

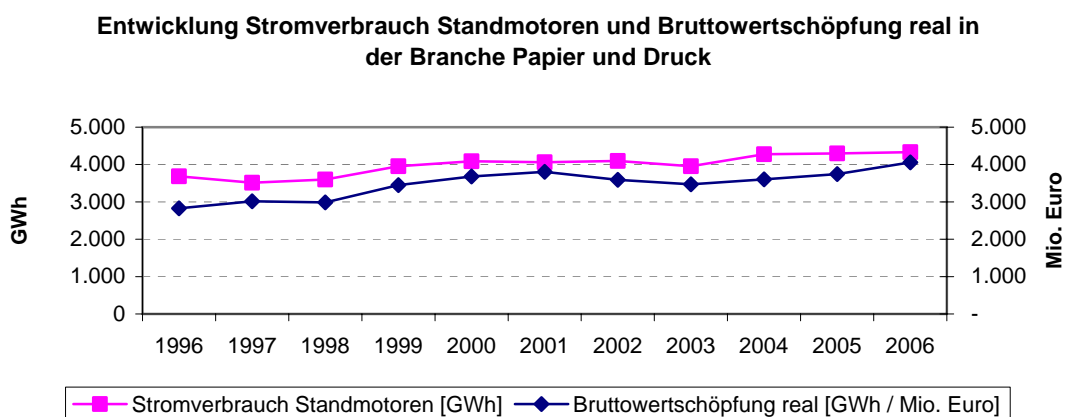


Abbildung 5.4: Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und Bruttowertschöpfung real in der Branche Papier und Druck von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

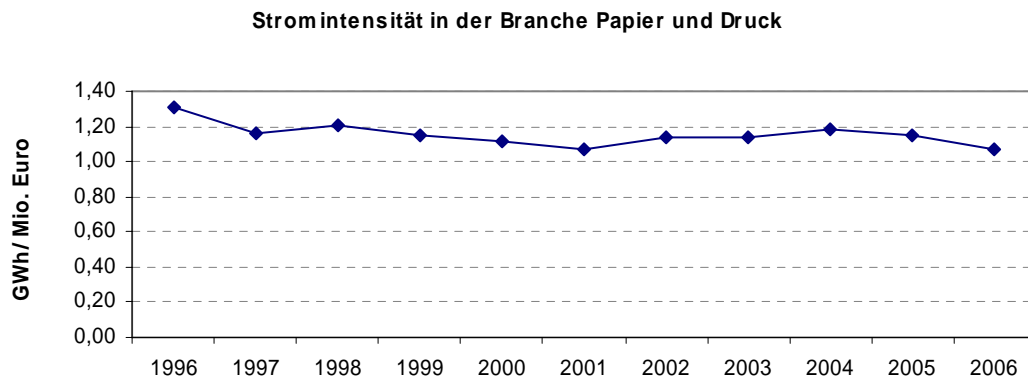


Abbildung 5.5: Stromintensität in der Branche Papier und Druck von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

<sup>1</sup> Annahme der Statistik Austria: Der Anteil des Stromverbrauchs für Standmotoren bleibt über den Betrachtungszeitraum konstant. Der Verbrauch für Standmotoren entwickelt sich daher parallel zum Gesamtstromverbrauch der Branche.



### 5.3.1.2 Chemie und Petrochemie

Die Abbildung 5.6 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und die Entwicklung der Bruttowertschöpfung real in der Branche Chemie- und Petrochemie. Der elektrische Energieverbrauch lag im Jahr 1996 bei 2.201 GWh, im Jahr 2006 bereits bei 3.066 GWh. Die Steigerungsrate für Strom betrug in diesem Zeitraum 39 %, jene der Bruttowertschöpfung real 88 %. Die Stromintensität fiel daher um 26 %. Der Anteil des Stromverbrauchs von Standmotoren am Anteil des gesamten elektrischen Energieverbrauchs in der Branche Chemie- und Petrochemie beläuft sich auf 84 %. (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

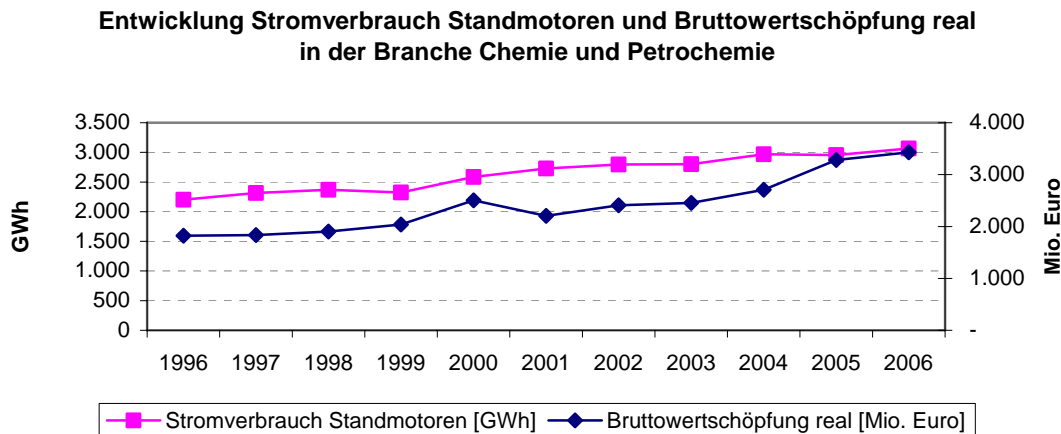


Abbildung 5.6: Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und der Bruttowertschöpfung real in der Branche Chemie und Petrochemie von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

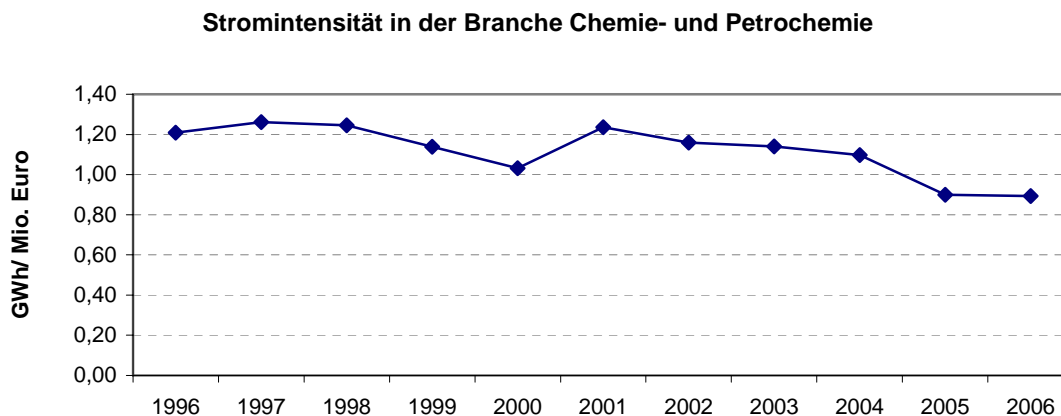


Abbildung 5.7 Stromintensität in der Branche Chemie- und Petrochemie von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

### 5.3.1.3 Eisen- und Stahlerzeugung

In Abbildung 5.8 ist die Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und die Bruttowertschöpfung real in der Branche Eisen- und Stahlerzeugung zwischen 1996 und 2006 dargestellt. Der Stromverbrauch für Standmotoren stieg zwischen dem Jahr 1996 und 2006 von 1.669 GWh auf 2.619 GWh, also um 57 %. Die Bruttowertschöpfung hat sich im betrachteten Zeitraum um 12 % erhöht, die Strom-

intensität stieg somit um 40 %. Der Anteil des elektrischen Energieverbrauchs von Standmotoren am gesamten elektrischen Energieverbrauch in der Eisen- und Stahlerzeugung beträgt 75 %. (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009).

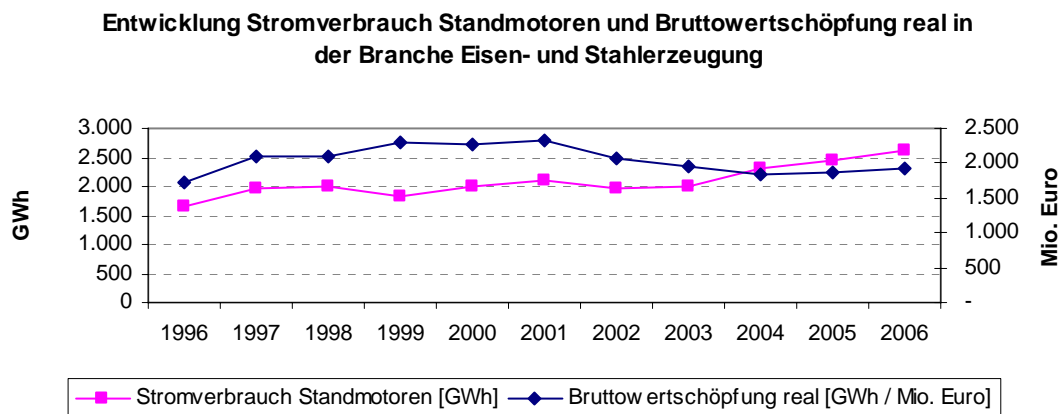


Abbildung 5.8 Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und der Bruttowertschöpfung real in der Branche Eisen- und Stahlerzeugung von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

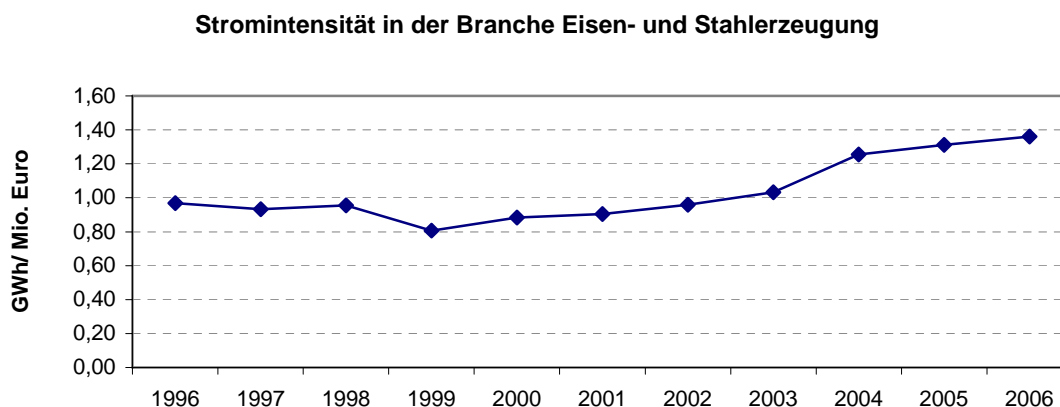


Abbildung 5.9 Stromintensität in der Branche Eisen- und Stahlerzeugung von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

### 5.3.1.4 Holzverarbeitung

Abbildung 5.10 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs und die Entwicklung der Bruttowertschöpfung real in der Branche Holzverarbeitung zwischen 1996 und 2006. Der elektrische Energieverbrauch nahm zwischen 1996 und 2006 von 700 GWh auf 1.517 GWh zu und stieg damit um 117 %. Die Branche Holzverarbeitung hat die höchste Steigerungsrate des elektrischen Energieverbrauchs im Vergleich zu den anderen Branchen. Die Bruttowertschöpfung hat im betrachteten Zeitraum nur um 23,6 % zugenommen. Die Stromintensität in der Holzverarbeitung ist damit um 75 % gestiegen. Die Branche Holzverarbeitung ist damit jene mit dem stärksten Anstieg der Stromintensität. Der Anteil des Stromverbrauchs von Standmotoren am Anteil des gesamten elektrischen Energieverbrauchs in der Holzverarbeitung beträgt 97 %. (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009).

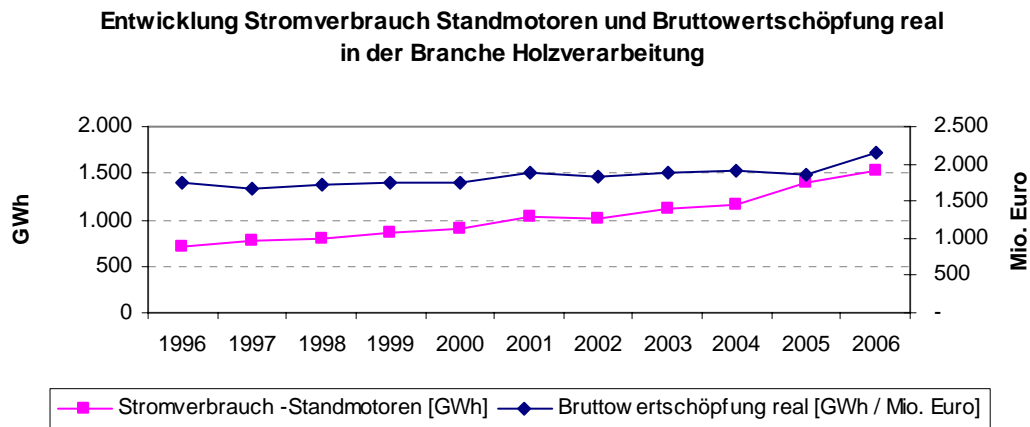


Abbildung 5.10: Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und Bruttowertschöpfung real in der Branche Holzverarbeitung von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

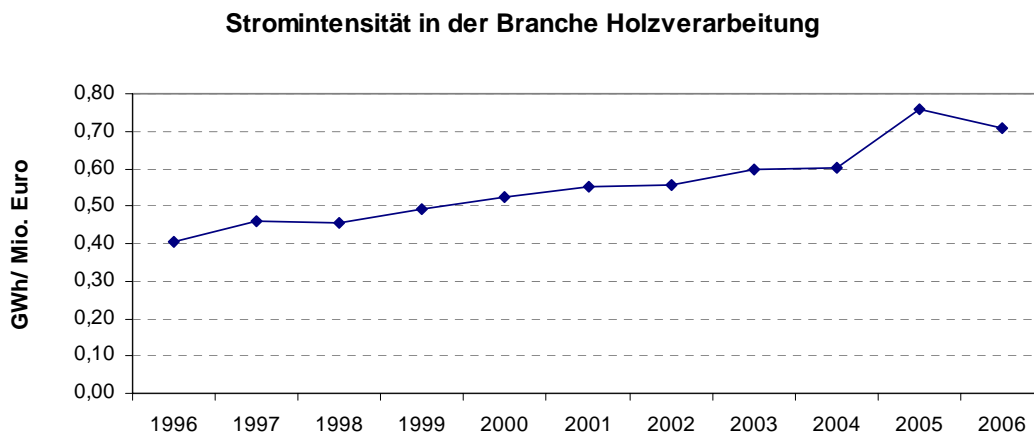


Abbildung 5.11 Stromintensität in der Branche Holzverarbeitung von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

### 5.3.1.5 Nahrungs- und Genussmittel, Tabak

In Abbildung 5.12 ist die Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak zwischen 1996 und 2006 ersichtlich. Im Jahr 1996 wurden 949 GWh elektrische Energie verbraucht, im Jahr 2006 bereits 1.207 GWh. Der Stromverbrauch ist damit um 27 % gestiegen. Da die Bruttowertschöpfung real nur um 16 % zugenommen hat, ist die Stromintensität in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak um 9 % angestiegen. Der Anteil des elektrischen Energieverbrauchs von Standmotoren am Anteil des gesamten elektrischen Energieverbrauchs in der Branche beträgt 81 % (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009).

**Entwicklung Stromverbrauch Standmotoren und Bruttowertschöpfung real in der Branche Nahrungs- und Genußmittel, Tabak**

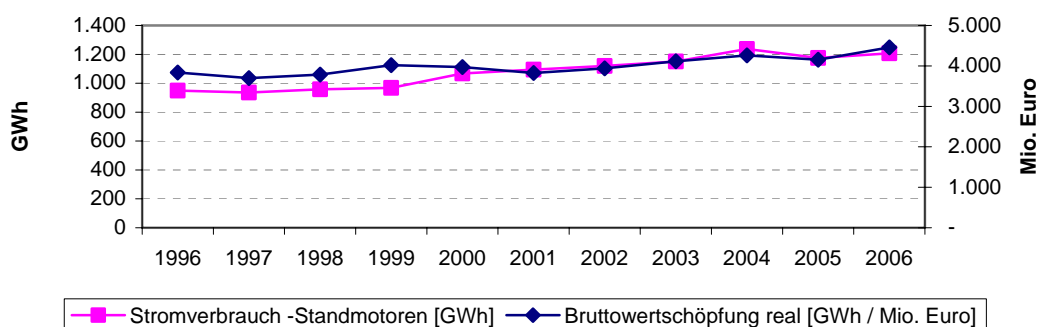


Abbildung 5.12: Entwicklung des Stromverbrauchs für Standmotoren und Bruttowertschöpfung real in der Branche Holzverarbeitung von 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

**Stromintensität in der Branche Nahrungs- und Genußmittel, Tabak**

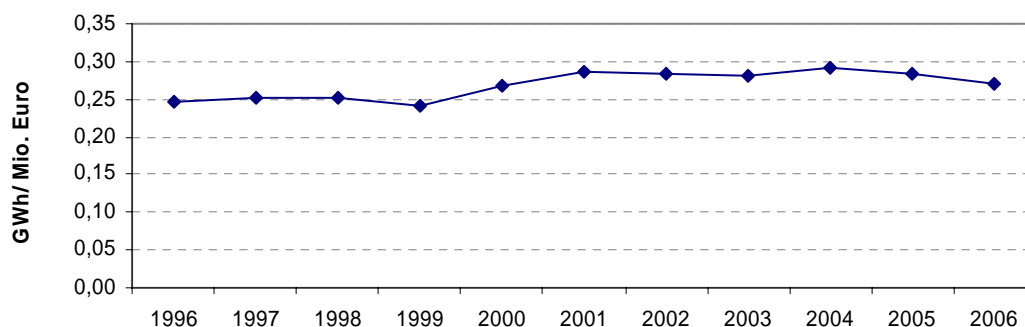


Abbildung 5.13 Stromintensität in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak 1996 bis 2006 (Statistik Austria 2007, Statistik Austria 2009)

### 5.3.2 Verbreitung effizienter Elektromotoren und Frequenzumrichter

Da es keine veröffentlichten Verkaufs- oder Bestandszahlen von Elektromotoren und Frequenzumrichtern in Österreich gibt, standen für die Abschätzung installierter Elektromotoren zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Einerseits über Erhebungen zum Motorenbestand und -verkauf, die zur Vorbereitung der Umsetzungsverordnung zur Ökodesign-Richtlinie für Elektromotoren gemacht wurden (De Almeida, 2008), andererseits der direkte Kontakt zum Herstellerverband FEEI (FEEI 2008). Der Fachverband organisierte mit der Österreichischen Energieagentur ein Treffen aller wesentlichen Hersteller in Österreich am 28. 11. 2009. Ziel war dabei neben der Projektvorstellung auch die Erhebung relevanter Daten und Feedback zur neuen Umsetzungsverordnung zur Ökodesign-Richtlinie für Elektromotoren.

#### 5.3.2.1 Berechnung Motorenbestand und Verkaufszahlen Österreich auf Basis EU-15

Die Tabelle 5.2 zeigt die Anzahl der installierten Motoren in der Industrie in den EU-15-Ländern und in Österreich im Jahr 2005. Der Anteil des elektrischen Energieverbrauchs von Standmotoren vom gesamten elektrischen Energieverbrauch in der Industrie beträgt in den EU-15 65 %. (ZVEI, 2006,

S. 4). Der Stromverbrauch von Standmotoren in den EU-15 lag im Jahr 2005 bei 648.581 GWh und in Österreich bei 15.627 GWh. Der Anteil des Stromverbrauchs von Standmotoren für Österreich beträgt daher 2,41 % vom Stromverbrauch für Standmotoren in den EU-15 (Eurostat, 2008). Dieser Wert wurde als Basis zur Berechnung der Anzahl der in Österreichs Industrie installierten Motoren und deren Aufteilung auf die einzelnen Leistungskategorien herangezogen.

Tabelle 5.2: Motorenbestand EU-15 und Österreich in der Industrie im Jahr 2005 (berechnet Österreichische Energieagentur, Datengrundlage: De Almeida, 2008)

Leistungskategorie [kW]	Anzahl installierte Motoren EU-15	Anzahl installierte Motoren Österreich
0,75-7,5	49.000.000	1.180.619
7,5-37	5.740.000	138.301
37-75	1.300.000	31.323
>75	810.000	19.516
<b>Total</b>	<b>56.900.000</b>	<b>1.370.964</b>

Tabelle 5.3: Verkaufszahlen und Leistung von Standmotoren der EU-15 gesamt (De Almeida, 2008, S. 52)

Leistungskategorie [kW]	Markt EU-15 [Anzahl]	Marktanteil Anzahl [%]	Installierte Leistung [GW]	Marktanteil Leistung [%]
0,75-7,5	7.200.000	79,1 %	22,5	28,2 %
7,5-37	1.500.000	16,5 %	30	37,6 %
37-75	300.000	3,3 %	15,6	19,6 %
75-200	100.000	1,1 %	11,6	14,6 %
<b>Total</b>	<b>9.100.000</b>	<b>100,0 %</b>	<b>79,7</b>	<b>100,0 %</b>

In Tabelle 5.4. sind die Verkaufszahlen für die gesamten verkauften Standmotoren für Österreich im Jahr 2005 berechnet auf der Datengrundlage der EU-15. Diese Daten ergeben für Österreich eine Anzahl von 219.258 verkauften Motoren im Jahr 2005 (De Almeida, 2008, S 52).

Tabelle 5.4 Verkaufszahlen der verkauften Motoren für Österreich für 2005 nach Leistungskategorien (berechnet Österreichische Energieagentur, Datengrundlage: De Almeida, 2008, S. 52).

Leistungskategorie [kW]	Marktanteil Anzahl [%]	Verkauf Motoren Österreich Gesamt [Anzahl]
0,75-7,5	79,1 %	173.479
7,5-37	16,5 %	36.141
37-75	3,3 %	7.228
75-200	1,1 %	2.409
<b>Total</b>	<b>100,0 %</b>	<b>219.258</b>

### 5.3.2.2 Abschätzung des Motorenbestandes mit Daten des FEEI

Um eine bessere Abschätzung über den Motorenbestand und -verkauf in Österreich treffen zu können, fand ein Workshop mit dem Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie, kurz FEEI, und den wichtigsten Herstellern statt.

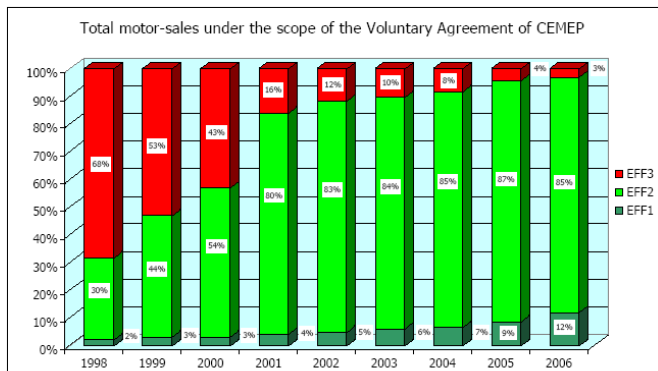
Da die Verkaufszahlen für E-Motoren und Frequenzumrichter, die von den Herstellern an den FEEI in Form einer anonymisierten Datenbank gemeldet werden, aus Datenschutzgründen nicht direkt veröffentlicht werden dürfen, finden sich hier nur die abgeleiteten Werte: Für den Motorenbestand für Österreich ergibt sich auf Datengrundlage der gemeldeten Werte (also nur einer Teilmenge der gesamten Verkaufszahl) ein Bestand von ca. 2,2 Mio. Motoren für alle Sektoren (inkl. Dienstleistungssektor). Dieser Wert konnte mit Plausibilitätsprüfung über den Stromverbrauch für Österreich für Elektromotoren nicht zufriedenstellend abgesichert werden.

Die Aufteilung auf die einzelnen Leistungsbereiche entspricht aber anderen Quellen der Europäischen Kommission (De Almeida, 2008) und einer ähnlichen Schweizer Studie (Baumgartner, 2006). (Tabelle 5.5). Über 50 % der verkauften Motoren befinden sich in der Leistungsklasse 0 bis 0,75 kW. Durch die geringe Leistungsaufnahme dieser Standmotoren ist der Stromverbrauch in dieser Leistungsklasse jedoch sehr gering und nicht Gegenstand des Annex Motor Systems.

Tabelle 5.5: Aufteilung der in Österreich verkauften Standmotoren auf die unterschiedlichen Leistungsklassen (De Almeida, 2008, FEEI, 2008, Baumgartner, 2006).

Leistungskategorien [kW]	Anteil der verkauften E-Motoren über 0,75 kW
0,75-7,5	81 %
7,5-37	14 %
37-75	3 %
>75	2 %

Die Meldung der Hersteller an den FEEI zur Anzahl in Österreich verkaufter Motoren enthält leider keine Hinweise zu den Effizienzklassen. Daher wird hier auf die Europäischen Werte verwiesen. Aus Abbildung 5.14 ist ersichtlich, dass der Anteil von Motoren der Effizienzkategorie 3 nach Abschluss der Vereinbarung von ca. 70 % auf unter 3 % in den letzten Jahren verringert werden konnte. Den größten Anstieg im Marktanteil verzeichneten die Effizienzkategorie-2-Motoren, die bereits über einen Marktanteil von 85 % verfügen. Motoren mit der höchsten Effizienz (EFF-1-Motoren) kamen hingegen nur auf ca. 12 % Marktanteil der Verkaufszahlen der Mitglieder von CEMEP.



**\*Scope**  
Motors covered by the Voluntary Agreement of CEMEP are defined as totally enclosed fan ventilated (IP 54 or IP 55) three phase A.C. squirrel cage induction motors 1.1 to 90 kW, with 2- or 4-poles, rated for 400 V-line, 50 Hz, S1, Duty Class, in standard design. Standard design can be interpreted as type N as per EN 600 34-12 and according to HD 231.

Abbildung 5.14: Anteil der einzelnen Motoreffizienzklassen an den Verkaufszahlen der CEMEP-Mitglieder, europaweit (CEMEP 2006)

### 5.3.2.3 Einsatz von Frequenzumrichtern in Österreich

Laut Angaben des FEEI lag der Anteil der verkauften Frequenzumrichter am Anteil der verkauften Standmotoren zwischen 2001 und 2007 im Durchschnitt bei ca. 30 %. Der Anteil der Frequenzumrichter wurde jedoch von Jahr zu Jahr höher. Das heißt allerdings noch nicht, dass 30 % der neuen Motoren mit Frequenzumrichtern ausgestattet sind. Bei der Diskussion mit dem FEEI schätzten die Hersteller den Bestand in der österreichischen Industrie auf 12 % und den Anteil bei Neuanlagen auf 20 %. Dies lässt sich dadurch erklären, dass auch bestehende Motorsysteme mit Frequenzumrichtern nachgerüstet werden können. Dies passt auch gut mit vergleichbaren Werten aus Deutschland zusammen: Laut (ZVEI, 2006) liegt der Bestand von Frequenzumrichtern in der deutschen Industrie bei 12 % und der Anteil an Neuanlagen bei 30 %. Wie ersichtlich, schätzen Experten der Hersteller den Anteil von Frequenzumrichtern an Neuanlagen in Deutschland bedeutend höher ein.

Experten für Anwendertechnologien für Frequenzumrichter schätzen das Potenzial zur Anwendung von Frequenzumrichtern auf ca. 50 % aller Anwendungen ein. Insbesondere Pump- und Ventilatorsysteme mit variablem Förderstrom sollten aufgrund des hohen Einsparpotenzials bei geschlossenen Systemen mit moderner Regeltechnik ausgestattet werden. D.h. dass der Einsatz von Frequenzumrichtern bei Neuanlagen eigentlich schon recht hoch ist, aber insbesondere die Nachrüstung von Altanlagen für spezifische Anwendungen forciert werden sollte.

### 5.3.3 Kohortenmodell und Einspareffekte für hocheffiziente Elektromotoren

Um die möglichen Einsparungen durch erhöhte Effizienz von Elektromotoren abschätzen zu können, wurde eine weitere Modellierung des österreichischen Motorbestandes vorgenommen. Dazu wurden neue Erkenntnisse bzw. die Rechenmethode aus dem Impact Assessment zur Verordnung für die Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie für Elektromotoren herangezogen. Aufgrund der dort verfügbaren Daten wurde der Motorbestand über folgende Modellierung analysiert und auf Österreich umgerechnet:

Als Referenz für die Berechnung in Österreich wurde das begleitende Dokument zur Umsetzungsverordnung für Ökodesign-Anforderungen für Elektromotoren verwendet (Europäische Kommission, 2009).

Es wurde angenommen, dass sich die Aufteilung der Motoren in die einzelnen Leistungs- und Effizienzklassen im Motorbestand und -verkauf nicht vom Durchschnitt der Europäischen Union unterscheidet.

Im Impact Assessment wurde zur Modellierung des Motorbestandes und -neukaufs folgende Vereinfachung zur Modellierung des Stromverbrauchs für Elektromotoren eingeführt, deren Ergebnis für die in weiterer Folge dargestellte Berechnung Verwendung findet.

Zunächst wird die Anzahl der verkauften Motoren in Europa in nur drei Leistungsklassen aufgeteilt. (Tabelle 6.1)

Tabelle 5.6: Aufteilung in Motorklassen, Anteil der Anzahl an der Gesamtanzahl von Motoren im Bestand (Europäische Kommission, 2009)

Motorleistung	Marktanteil im Verkauf	Lebensdauer	Wirk. (IE1)	Laufzeit
Small: 0,75–7,5 kW, ref. 1,1 kW	87 %	12	75,1	2250
Medium: 7,5–75 kW, ref. 11 kW,	12 %	15	87,6	3000
Large: 75–200 kW, ref. 110 kW	1 %	20	93,3	6000

Daraus wird im Impact Assessment ein durchschnittlicher Motor errechnet, der den gesamten Motorbestand repräsentieren soll. In Tabelle 5.2 sind die Daten für den Motor wiedergegeben inkl. der Wirkungsgrade je nach Wirkungsgradklasse.

Tabelle 5.2: Technische Daten des durchschnittlichen Elektromotors (Europäische Kommission, 2009)

	Leistungsdaten „Durchschnittsmotor“
Leistung	3,35 kW
Lebensdauer	12 Jahre
Auslastung	0,6
Laufzeit	4000 h
Wirkungsgrad IE1	76,7 %
Wirkungsgrad IE2	82,5 %
Wirkungsgrad IE3	85,1 %

Der Bestand an Motoren in Österreich wurde aus den durchschnittlichen Leistungsdaten dieses Motors und dem Gesamtstromverbrauch für Motoren errechnet.

Der Stromverbrauchsanstieg für elektrisch betriebene Standmotoren betrug in Österreich zwischen 1996 und 2006 rund 30 Prozent. Das Impact Assessment für die EuP RL für E-Motoren errechnet EU-weit eine Einsparung von rund 11 Prozent gegen den Trend im Jahr 2020. Allerdings gilt diese Annahme für die Maßnahme, die ab 2015 auch den verstärkten Einsatz von Frequenzumrichtern zur



Drehzahlregelung beinhaltet. Im vorgestellten Modell wurde ausschließlich der vorzeitige Austausch von bestehenden Motoren durch Motoren mit höherer Effizienz bewertet.

Zusätzlich wurden Annahmen zum Anteil der einzelnen Effizienzklassen im Motorbestand 2006 getroffen. Diese basieren auf einer Modellierung mit historischen Verkaufszahlen der CEMEP und wurden mit Angaben aus dem Impact Assessment und einer detaillierten französischen Studie abgeglichen.

Die weitere Entwicklung der Anteile der einzelnen Wirkungsgradklassen ergibt sich in der Baseline (Vergleichsszenario) bis zum Jahr 2011 aus den abgeschätzten Anteilen auf Basis bisheriger Verkaufszahlen (CEMEP) und ab 2011 aufgrund der EU-Mindeststandards.

Von 2011 bis 2015 liegt der Anteil der IE2-Motoren im Verkauf daher im Vergleichsszenario bei 100 %. Für 2015 wurde vereinfachend folgende Annahme gemacht: Sämtliche Volllast-Anwendungen, die keiner Regelung bedürfen, werden mit IE3-Motoren ausgestattet. Für die zu regelnden Anwendungen wird dagegen die Option IE2-Motor mit FU angeschafft. Laut Impact Assessment sind diese Anwendungen für rund zwei Drittel der Anwendungen verantwortlich. Ab 2015 liegt daher der Anteil der IE3-Motoren an allen verkauften Motoren bei 33 %, jener von IE2-Motoren bei 66 %.

Über die beschlossenen Mindeststandards zur Erhöhung der Effizienz von Elektromotoren in der EU im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie hinausgehende Maßnahmen müssen insbesondere auf einen vorzeitigen Austausch und einen viel rascheren Umstieg auf IE3-Motoren abzielen.

Für die Einsparungsmodellierungen einer möglichen nationalen Maßnahme zur Erhöhung der Effizienz der Motoren im Motorenbestand wurden daher höhere Anteile von IE3-Motoren angenommen und außerdem ein rascherer Umsatz des Motorenbestandes. Dazu müsste beispielsweise eine ambitionierte Förderung für den Kauf von IE3-Motoren eingeführt werden. Die angenommene durchschnittliche Lebensdauer im Bestand beträgt dann nur mehr 8,3 Jahre statt 12 Jahre. In nachfolgenden Tabellen sind die jeweiligen Ergebnisse der Modellierung dargestellt.

Tabelle 5.3: Bestandsberechnung Elektromotoren nach Effizienzklassen 2006–2020 in der Baseline

Jahr	Bestand Gesamt	Bestand eff 3	Bestand eff 2	Bestand eff 1 (IE2)	Bestand IE3
2006	1.550.000	826.667	684.583	38.750	
2007	1.581.000	762.583	763.676	54.741	
2008	1.612.620	702.302	837.267	73.051	
2009	1.644.872	645.443	905.804	93.625	
2010	1.677.770	591.656	969.696	116.418	
2011	1.711.325	542.351	888.888	280.086	
2012	1.745.552	497.155	814.814	433.582	
2013	1.780.463	455.726	746.913	577.824	
2014	1.816.072	417.749	684.670	713.653	
2015	1.852.393	382.936	627.614	779.915	61.928
2016	1.889.441	351.025	575.313	843.169	119.934
2017	1.927.230	321.773	527.370	903.718	174.369
2018	1.965.775	294.958	483.423	961.836	225.557
2019	2.005.090	270.379	443.138	1.017.780	273.794
2020	2.045.192	247.847	406.209	1.071.785	319.351

Tabelle 5.4: Energieverbrauchsrechnung Elektromotoren nach Effizienzklassen 2006 bis 2020, inkl. Erneuerungsrate (Neukauf und Ersatz) in der Baseline

Jahr	Verbrauch GWh/a	Verbrauch GWh/a	Verbrauch GWh/a	Verbrauch GWh/a	Gesamtverbrauch GWh/a	
	eff 3	eff 2	eff 1 (IE2)	IE3		Ern.rate
2006	9.105	7.176	378	0	16.658	129.167
2007	8.399	8.005	533	0	16.937	129.167
2008	7.735	8.777	712	0	17.223	131.750
2009	7.109	9.495	912	0	17.516	134.385
2010	6.516	10.165	1.135	0	17.816	137.073
2011	5.973	9.318	2.730	0	18.021	139.814
2012	5.476	8.541	4.225	0	18.242	142.610
2013	5.019	7.829	5.631	0	18.480	145.463
2014	4.601	7.177	6.955	0	18.733	148.372
2015	4.218	6.579	7.601	585	18.982	151.339
2016	3.866	6.031	8.217	1.133	19.247	154.366
2017	3.544	5.528	8.807	1.647	19.527	157.453
2018	3.249	5.067	9.374	2.131	19.821	160.603
2019	2.978	4.645	9.919	2.587	20.128	163.815
2020	2.730	4.258	10.445	3.017	20.450	167.091

Tabelle 5.5: Bestandsrechnung Elektromotoren nach Effizienzklassen 2006 bis 2020 bei rascherem Markteintritt und höherer Erneuerungsrate (Ersatzquote) von hocheffizienten IE3-Motoren.

Jahr	Bestand	Bestand eff 3	Bestand eff 2	Bestand eff 1 (IE2)	Bestand IE3
2006	1.550.000	826.667	684.583	38.750	
2007	1.581.000	733.977	786.883	60.140	
2008	1.612.620	650.326	878.383	83.911	
2009	1.644.872	574.545	960.363	109.964	
2010	1.677.770	505.599	1.033.951	138.219	0
2011	1.711.325	444.927	909.877	356.521	0
2012	1.745.552	391.536	800.692	481.448	71.876
2013	1.780.463	344.552	704.609	570.301	161.001
2014	1.816.072	303.206	620.056	626.497	266.314
2015	1.852.393	266.821	545.649	653.017	386.906
2016	1.889.441	234.802	480.171	652.456	522.012
2017	1.927.230	206.626	422.551	627.065	670.988
2018	1.965.775	181.831	371.845	578.799	833.300
2019	2.005.090	160.011	327.223	509.343	1.008.513
2020	2.045.192	140.810	287.956	448.222	1.168.204

Tabelle 5.6: Energieverbrauchsberechnung Elektromotoren nach Effizienzklassen 2006 bis 2020, inkl. Erneuerungsrate (Neukauf und Ersatz) bei rascherem Markteintritt und höherer Erneuerungsrate (Ersatzquote) von hocheffizienten IE3-Motoren.

Jahr	Verbrauch GWh/a	Verbrauch GWh/a	Verbrauch GWh/a	Verbrauch GWh/a	Gesamtverbrauch GWh/a	
	eff 3	eff 2	eff 1 (IE2)	IE3		Ern.rate
2006	9.105	7.176	378	0	16.658	186.000
2007	8.084	8.248	586	0	16.918	186.000
2008	7.162	9.208	818	0	17.188	189.720
2009	6.328	10.067	1.072	0	17.466	193.514
2010	5.569	10.838	1.347	0	17.754	197.385
2011	4.900	9.538	3.474	0	17.912	201.332
2012	4.312	8.393	4.692	679	18.076	205.359
2013	3.795	7.386	5.558	1.521	18.260	209.466
2014	3.339	6.500	6.105	2.516	18.461	213.656
2015	2.939	5.720	6.364	3.655	18.678	217.929
2016	2.586	5.033	6.358	4.932	18.910	222.287
2017	2.276	4.429	6.111	6.339	19.155	226.733
2018	2.003	3.898	5.641	7.873	19.414	231.268
2019	1.762	3.430	4.964	9.528	19.684	235.893
2020	1.551	3.018	4.368	11.037	19.974	240.611

Es zeigt sich, dass rein durch den vorzeitigen Austausch von Motoren auf die derzeit höchste Effizienzklasse IE3 rund 500 GWh Strom bzw. 2,5 % des erwarteten Stromverbrauchs für Motorsysteme im Jahr 2020 eingespart werden könnten.

## 5.4 Fazit

Elektromotoren sind der Hauptverursacher für den Stromverbrauch in Österreichs Sachgüterproduktion. Beispielsweise liegt ihr Anteil am Stromverbrauch in den Branchen Papier und Druck und Chemie bei 87 % bzw. 84 %. Der Stromverbrauch korreliert dabei insbesondere mit der Wertschöpfung. Die Stromintensität ergibt sich dabei aus Stromverbrauch von Standmotoren pro Bruttowertschöpfung. Anhand der Trendlinie ist zu erkennen, dass die Stromintensität in den Jahren 1996 bis 2006 kontinuierlich angestiegen ist, also pro Bruttowertschöpfung immer mehr Strom für Standmotoren Anwendung findet. Dieser Wert ist in den Branchen Holzverarbeitung, Eisen- und Stahlerzeugung und Steine, Erden, Glas um über 30 % gestiegen, in den Branchen Sonstiger produzierender Bereich, Papier und Druck, Fahrzeugbau und Chemie und Petrochemie um über 15 % gesunken.

Die Abschätzung der Verkaufs- und Bestandszahlen von Elektromotoren in Österreich wurde im Rahmen dieses Projektes erstmals durchgeführt und es konnte auch auf Daten des FEEI zurückgegriffen werden. Motoren im kleinen Leistungsbereich von unter 0,75 kW machen rund 50 % der ge-

samten verkauften Motoren aus. Aufgrund der geringen Laufzeiten ist der Stromverbrauch für diese Größenklasse allerdings vernachlässigbar.

Für den Anteil hocheffizienter Motoren in Österreich konnten keine Daten erhoben werden, bzw. sind diese nicht bekannt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Anteil hocheffizienter Motoren ähnlich dem europäischen Durchschnitt ist und daher im Vergleich zu anderen Wirtschaftsregionen (Australien, USA) sehr gering ist.

Laut Angaben des FEEI lag der Anteil der verkauften Frequenzumrichter am Anteil der verkauften Standmotoren zwischen 2001 und 2007 im Durchschnitt bei ca. 30 %. Der Anteil der Frequenzumrichter wurde jedoch von Jahr zu Jahr höher. Experten für Anwendertechnologien für Frequenzumrichter schätzen das Potenzial zur Anwendung von Frequenzumrichtern auf ca. 50 % aller Anwendungen ein. Hier besteht daher noch Potenzial.

Bei der Modellierung des Verlaufs der installierten Motoren je Effizienzklasse in Österreich zeigte sich, dass die Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie im Bereich der Motoren zu einem starken Umstieg auf IE2-Motoren führen wird. Um aber national noch höhere Einsparwerte zu erzielen, muss die vorzeitige Forcierung von IE3-Motoren erfolgen. Dadurch könnten zusätzlich rund 2,5 % des gesamten Stromverbrauchs für Standmotoren bis 2020 eingespart werden.

Sämtliche Ergebnisse konnten nur durch Kenntnisse der innerhalb des Annex geführten internationalen Diskussion erarbeitet werden und flossen in die aktuelle Erarbeitung und Bewertung nationaler politischer Maßnahmen ein. (z.B. Energiestrategie Österreich, Förderinstrument der KPC).

## 5.5 Quellen

Baumgartner, W.; Bolla, O. E.; Puenzieux, P. (2006): Maßnahmen zum Stromsparen bei elektrischen Antrieben, Marktanalyse in der Industrie, BFE Schweiz, Dezember 2006

CEMEP (2006): Results of Voluntary Agreement of CEMEP, <http://www.cemep.org/index.php?id=21>

De Almeida, A.T.; Ferreira, F.J.T.E.; Fong, J.; Fonseca, P. (2008): EUP Lot 11 Motors, University of Coimbra, February 2008

Europäische Kommission (2009), Commission Draft Working Document, Accompanying Document to the Proposal for a Commission Regulation implementing Directive, 2005/32/EC with regard to motors, Full Impact Assessment, SEC (2009) 1013 final, Brüssel, 2009

Eurostat (2008): Energieverbrauch der Industrie, 2006

FEEI (2008): Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie (2008): Gespräch mit wichtigsten Herstellern von Motoren und Frequenzumrichtern, 28. November 2008

Statistik Austria (2007): Nutzenergieanalyse 1996–2006

Statistik Austria (2009): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1976-2007. Revision 2008/2009. Statistik Austria. Wien, 2009.

ZVEI (2006): Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.: Energiesparen mit elektrischen Antrieben, April 2006

## 6 Technischer Leitfaden für Motorsysteme

### 6.1 Ziel

International war geplant, einen Referenzleitfaden für Hersteller, Anwender und Planer für Komponenten wie Motoren und Pumpen zu erarbeiten. Der Inhalt des Leitfadens sollte die Themen optimale Systemintegration, Lebenszykluskosten, Anwendung von Drehzahlreglern und Wartung umfassen.

National war beabsichtigt, die im Annex Motor Systems entwickelten Erstentwürfe ab 2008 zu kommentieren und die Vorschläge der österreichischen Hersteller und ExpertInnen zum Referenzleitfaden zur Auslegung und Optimierung von Motorsystemen zu erheben und einzubringen. Dazu sollten spezifische Experten-Workshops zur Informationsbeschaffung (Analyse) abgehalten werden.

### 6.2 Tätigkeiten

Zu diesem Arbeitspaket erfolgten in Österreich detaillierte Recherchen zu den Themen Elektromotoren, Pumpen- und Ventilatorsysteme und es wurden Leitfäden zu den Themen gesammelt und ausgewertet. Dazu führte die Österreichische Energieagentur Internet-Recherchen und Expertengespräche mit wichtigen Herstellerfirmen durch (Hoval, Heizbösch, Grundfos, Andritz Pumpen, Ziehl-Abegg, KSB, Danfoss, pdrive, WILO).

Aufgrund der Laufzeit der ersten Phase des Motor Annex (Herbst 2011) und des damit verknüpften Fertigstellungstermins war mit dem Ende der Laufzeit der Österreichische Beteiligung (zunächst bis 31.1.2011) noch kein international abgestimmter Leitfaden vorhanden. Die Österreichische Energieagentur hat die Ergebnisse der Vorarbeiten in einem entsprechenden deutschsprachigen Leitfaden zusammengestellt und auf der Projektwebsite veröffentlicht:

<http://www.energyagency.at/energietechnologien/aktuelle-projekte/energieeffizienz.html>

### 6.3 Ergebnisse

Im Folgenden sind einige Elemente des Leitfadens wiedergegeben.

#### 6.3.1 Drehstrom-Asynchronmotor

Der Drehstrom-Asynchronmotor ist der am meisten verwendete Industriemotor. Er wird ans Netz geschaltet und mit nahezu konstanter Drehzahl in Abhängigkeit der Polzahl am 50 Hz-Netz mit knapp 3000/min, knapp 1500/min, knapp 1000/min oder knapp 750/min betrieben. (Formel:  $n = f \times 60 / \text{Polpaarzahl} - \text{Schlupf}$ ). Er ist sehr robust gegenüber elektrischer und mechanischer Überlastung.

Die wichtigsten Bestandteile eines Drehstrom-Asynchronmotors sind in Abbildung 6.1 ersichtlich.

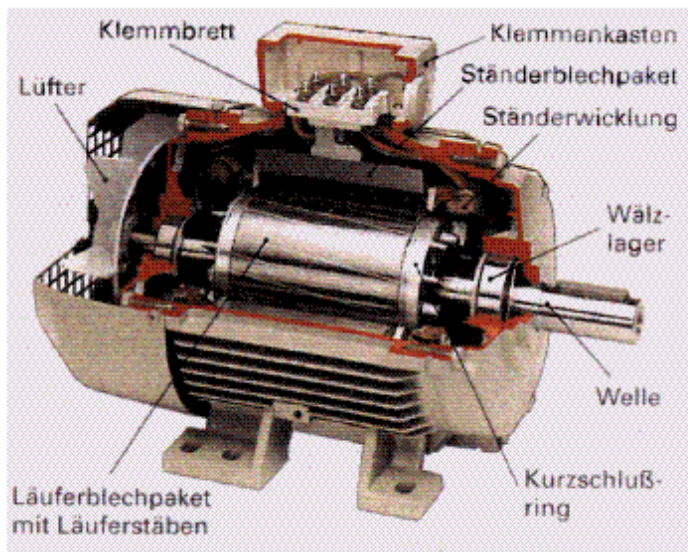


Abbildung 6.1: Komponenten eines Drehstrom-Asynchronmotors, (SEW Eurodrive, 2004, S4)

In der einfachsten, am häufigsten vorkommenden Bauart (Käfigläufer) besteht der Läufer aus einem auf die Welle aufgetragenen Blechpaket und den in Nuten eingesetzten oder eingegossenen Leiterstäben aus Aluminium oder Kupfer. Jeweils an den Stirnseiten sind die Leiterstäbe durch Kurzschlussringe verbunden und bilden damit die Läuferwicklung. Aufgrund der Form der Läuferwicklung nennt man den Läufer auch Kurzschlussläufer.

Im Rotor wird ein Magnetfeld induziert, das mit dem Statorfeld interagiert. Der Asynchronmotor hat seinen Namen von der Tatsache, dass er sich nicht genau mit dem Drehfeld des Ständers dreht. Die Geschwindigkeit des Drehfeldes wird von der Frequenz der Spannung bestimmt. Er entwickelt nur Drehmoment, wenn seine Drehzahl von der Drehfeldzahl abweicht. Im Betriebsbereich ist das Drehmoment proportional zu dieser Abweichung, welche als Schlupf bezeichnet wird.

Im Anlauf wirkt bereits das 2–3 fache Drehmoment (Anlaufmoment) des Nenn-Drehmoments, das den Läufer aus dem Stillstand in Bewegung setzt. Es entsteht ein Anlaufstrom vom 3,5–7-fachen des Nennstroms.

Der Drehstromasynchronmotor ist sehr robust, praktisch wartungsfrei und im Vergleich zu anderen Elektromotorarten die preiswerteste Lösung. Die Betriebseigenschaften bei Netzbetrieb, abhängig von Nennleistung PN (Bemessungsleistung) und Polzahl, sind:

- Hoher Anlaufstrom  $I_A$  (3,5–7-faches des Nennstroms)
- Hohes Anlaufmoment  $M_A$  (2–3-faches des Nenn-Drehmoments)
- Lastabhängige Drehzahl  $n$  (Schlupfwerte 2 bis 8 %, das entspricht einem Drehzahlfall von 30 bis 120 Umdrehungen pro Minute bei Nenn-Drehmoment, bezogen auf 1500 min<sup>-1</sup> bei einem 4-poligen Motor)
- Zulässiges Drehmoment – Überlastbarkeit zwischen dem 1,6- bis 1,8-fachen des Nenn-Drehmoments. Bei höherer Belastung steigt die Kippgefahr, der Motor bricht in der Drehzahl

ein und wird innerhalb kurzer Zeit (zwischen 10 und 30 Sekunden) seine maximal zulässige Grenztemperatur erreichen.

- Begrenzte Schalthäufigkeit (thermisch zulässige Anzahl von Einschaltungen pro Stunde) abhängig vom Massenträgheitsmoment
- Kippmoment beträgt das ca. 2,2- bis 3-fache des Nenn-Drehmoments.

### 6.3.2 Einsatz hocheffizienter AC-Elektromotoren

Hocheffiziente Elektromotoren sind besonders sinnvoll in Anwendungen mit einer hohen Anzahl von Betriebsstunden in einem Lastbereich von über drei Viertel der Last.

Aufgrund besseren Temperaturmanagements im Motor halten die Motoren kurzfristig Überlastungen besser aus, sie können daher für bestimmte Anwendungen besser an den tatsächlichen Anwendungsfall angepasst werden.

Weitere Vorteile sind die geringere Temperaturentwicklung und die leisere Belüftung.

Beim Einsatz von hocheffizienten Elektromotoren ist Folgendes zu beachten:

- Hocheffiziente Elektromotoren haben normalerweise einen geringeren Schlupf und damit eine höhere Drehzahl: Dies führt bei Anwendungen mit quadratischem Verlauf des Drehmoments (Pumpen, Ventilatoren) zu einem höheren Förderstrom und daher zu einer höheren Leistungsaufnahme.
- Hocheffiziente Motoren verringern die Verluste durch besser leitendes Rotormaterial (z. B. Kupfer anstatt Aluminium). Aufgrund der höheren Trägheit (Masse) vergrößert sich die Anlaufzeit und der Leistungsbedarf beim Wegdrehen. Damit verbunden sind auch eine Reduktion der maximal möglichen Starts pro Stunde und eine höhere Anforderung an die Bremsen.

### 6.3.3 Permanentmagnet-Motoren

Permanentmagnet- (Synchron-) Motoren haben im Gegensatz zum Asynchronmotor einen magnetisierten Rotor. Da der Rotor sich synchron mit dem Statorfeld dreht, entfallen die Verluste durch das Ummagnetisieren des Eisens im Rotor. Die verringerte Stromaufnahme führt in Folge zu geringeren Stromwärmeverlusten in den Statorwindungen. Der PM-Motor hat dadurch eine höhere Effizienz und kann kompakter gebaut werden als ein AC-Motor (insbesondere unter 100 kW). Die Verwendung eines Permanentmotors erfordert allerdings den Betrieb mit einer elektronischen Steuerung.

#### Einsatzgebiete von Permanentmagnet-Motoren

- Kosteneffizient bei hohen Laufzeiten aufgrund hoher Wirkungsgrade im Vergleich zu Asynchronmotoren: Insbesondere im kleinen Leistungsbereich (bis 22-100 kW). und im Teillastbereich bzw. wenn die Motoren geregelt werden müssen.
- Einsatz anstatt von AC-Motoren mit Getrieben, z. B. Stirnrad-, Kegelrad-, Planeten-, Schneckengetrieben
- Weitere Vorteile: Hohes Drehmoment, weiter Drehzahlbereich von wenigen Umdrehungen bis ca. 6.000 Umdrehungen bei hoher Effizienz über den gesamten Bereich, kompaktere Bauwei-

se. Außerdem kann, abhängig vom Material des Magneten, der Leistungsfaktor reduziert werden.

#### **Permanentmagnet-Motoren sind nicht einzusetzen**

- Bei direktem Netzanschluss (ohne FU), also bei konstanter Last und langen Betriebszeiten und Nennlast ist der IE2- oder IE3-Asynchronmotor besser geeignet.
- Zum Einsatz mit explosiven Stoffen ist der PM-Motor nicht geeignet.
- PM-Motoren können nicht pol-umschaltbar ausgeführt werden.

#### **6.3.4 Switched-Reluctance-Motoren**

Bei einer geschalteten Reluktanz-Maschine (SRM) sind die Statorzähne mit Spulen bewickelt, die abwechselnd ein- und ausgeschaltet werden. Der Rotor besteht aus magnetischem Stahl. Die Zähne mit den bestromten Wicklungen ziehen jeweils die nächstgelegenen Zähne des Rotors wie ein Elektromagnet an und werden abgeschaltet, wenn (oder kurz bevor) die Zähne des Rotors den sie anziehenden Statorzähnen gegenüberstehen. In dieser Position wird die nächste Phase auf anderen Statorzähnen eingeschaltet, die andere Rotorzähne anzieht. Diese Motoren sind mit elektronischen Steuerungen (FU) ausgestattet, was Vorteile für den kontrollierten Motorstart, die Geschwindigkeitskontrolle u.a. ergibt.

##### **Vorteile**

- Hohes Drehmoment über einen großen Drehzahlbereich
- Können hohe Drehmoment-Überlastung über mehrere Minuten bereitstellen.
- Großer Drehzahlbereich von wenigen Umdrehungen bis 100.000 Umdrehungen
- Einfaches Design ermöglicht Einsatz unter schwierigen Umgebungsbedingungen.
- Können kleiner als AC-Motoren sein, gutes Leistungs- zu Gewichtverhältnis.

##### **Nachteile**

- Möglicherweise lauter, dies kann über die elektronische Steuerung reduziert werden.
- Stärkere Vibrationen

#### **6.3.5 Frequenzumformer**

Durch Anwendung des Frequenzumformers ergeben sich neben der Energieeinsparung eine Vielzahl von weiteren Vorteilen:

- Einfache und genaue Regelung der Fördermenge
- Verbesserung der Effizienz über weiten Einsatzbereich
- Geringe Beanspruchung der Komponenten im Teillastbereich
- Eliminierung von Verschmutzungsproblemen im Vergleich zu mechanischen Kontrollsystemen



- Reduktion von Luftstromgeräuschen
- Gutes Anlaufverhalten
- Geringerer Einschaltstrom
- Möglichkeit der Vermeidung von überdimensionierten Motoren bei Anwendungen mit hoher Massenträgheit während des Anlaufens
- Verbesserter elektrischer Leistungsfaktor

### 6.3.6 Zu berücksichtigende Aspekte

#### Empfohlene Wirkungsgrade

Die folgende Tabelle gibt Richtwerte für empfohlene Wirkungsgrade von Frequenzumrichtern.

Tabelle 6.1: Derzeit in Diskussion stehende Werte für mögliche Mindesteffizienzstandards für Frequenzumrichter für Lasten mit quadratischer Kennlinie

(Quelle: Almeida et.al., 2009)

Drehzahl	100 %	75 %	50 %
Drehmoment	100 %	56 %	25 %
Last	100 %	42 %	13 %
0,75 kW (Output)	93 %	89 %	76,5 %
1 kW (Output)	94 %	90,5 %	80 %
10 kW (Output)	97,5 %	95,4 %	92,7 %
100 kW (Output)	98 %	96,8 %	95,8 %
375 kW (Output)	98,2 %	97	96,2 %

Folgende Gründe sprechen teilweise gegen eine Umrüstung auf eine Drehzahlregelung:

- Investitionskosten (Zur ökonomischen Bewertung ist allerdings eine Investitionsrechnung mit Berücksichtigung des Lastprofils notwendig.)
- Größere Störanfälligkeit durch Einbau der Leistungselektronik (heutzutage nicht mehr so relevant)
- Bei externen Ausführungen der erforderliche Platz im Schaltschrank
- Netzverunreinigung durch Oberwellen – Filter schaffen hier Abhilfe.
- Erhöhte Temperaturentwicklung (in Hallen mit Arbeitsplätzen zu beachten)
- Die Verluste des Motors können sich im ungünstigen Fall um bis zu 20 % erhöhen.

### **Mehrere gesteuerte Maschinen im parallelen Betrieb**

Beim Antrieb mehrerer Motoren und Maschinen für die gleiche Anwendung ist zu beachten, dass eine übergeordnete Regelung die Einschaltreihenfolge oder Drehzahl der einzelnen Motoren steuert, z. B. wenn mehrere Druckluft- oder Kältekompressoren, Pumpen- oder Ventilatoren in Parallel- oder Serienschaltung ein gemeinsames Netz versorgen.

Sonst kann es passieren, dass mehrere Anlagen parallel im ungünstigen Betrieb (unter 20–30 %) laufen.

### **Wirkungsgradverlust**

Theoretisch bewirkt der Einsatz eines Frequenzumrichters das Verschieben der Wirkungsgradlinie sowohl des Motors als auch der Pumpe. Dabei verringern sich die Wirkungsgrade dieser Maschinen. Der Wirkungsgradverlust folgt nicht dem Verlauf der Kennlinie bei konstanter Drehzahl.

### **Ausreichende Isolation erforderlich**

Das kontaktlose Schalten eines Frequenzumformers kann zu Spannungsspitzen führen, die die Motorwicklungstemperatur erhöhen. Dies führt zu einem beschleunigten Isolationsabbau.

Daher wird die Anwendung für Motoren mit Motorwicklungsisolation gem. DIN VDE 0530 Bbl.2:1999-01 empfohlen. Bei Motoren für Naszläuferpumpen, bei älteren Motoren und Ex-Motoren, müssen deshalb zusätzliche Maßnahmen getroffen werden (z. B. Drossel oder Filter).

Reflektierende Wellen treten vor allem dann auf, wenn die Impedanz des Motors größer ist als die des Kabels. Daher ist auf eine möglichst kurze Kabellänge zwischen Motor und Frequenzumrichter zu achten (unter 5–15 m abh. von Kabelstärke). Diese Wellen können auch auftreten, wenn mehrere Motoren über einen FU gesteuert werden.

### **Hoher statischer Druck ohne geeignete Sensorplatzierung**

Bei Pumpen mit hohem statischen Anteil (also in offenen Systemen) kann eine zu geringe Drehzahl nicht mehr den entsprechenden Druckunterschied (Förderhöhe) aufbringen.

Ebenso kann bei Lüftungssystemen der statische Druck (z.B. Schalldämpfer) höher als der vom Ventilator erzeugte sein. Hier ist auf eine geeignete Sensorplatzierung zu achten.

### **Überhitzung des Motors**

Größere Motoren, die mit Frequenzumrichter betrieben werden, sollten einen Lüfter mit konstanter Drehzahl haben, um Überhitzung bei geringer Drehzahl zu vermeiden. Allerdings sinkt beim Einsatz für Pumpen und Lüfter bei niedrigerer Drehzahl auch die Leistungsaufnahme mit der 3. Potenz, was die Gefahr einer Überhitzung minimiert.

Bei höherer Drehzahl steigt allerdings die Leistung überproportional, was zu erhöhtem Kühlungsbedarf führt. Z.B. führt eine Erhöhung der Drehzahl um 10 % zu einer Erhöhung der Leistungsaufnahme um 33 %.

Langsamer drehende Motoren bis 3 Hz müssen ebenfalls durch Fremdlüfter über ein so genanntes Fremdnetz gekühlt werden.

Bei Mixern kann das Drehmoment mit niedrigerer Drehzahl steigen und daher auch die benötigte Kühlleistung. Der integrierte Lüfter kann dann nicht mehr ausreichend sein.

### **Resonanz**

Eine Minderung der Drehzahl kann zu Resonanzproblemen führen. Im Vorfeld müssen bei den einzustellenden Frequenzen die Resonanzfrequenzen ausgegrenzt werden.

Eine starke Reduktion der Drehzahl kann z. B. bei Axialventilatoren zu instabilem Betrieb führen. Kennlinie und Leistungskurven sollten hier bei der Ventilatorauswahl betrachtet werden.

### **Erdung, Schirmung**

Die vom FU erzeugten Oberwellen induzieren Spannung in der Motorwelle, die sich über die Lager entlädt. Dies führt zu erhöhten Abnützungen. Sehr große Motoren sollten daher beide Lager isoliert und eine Bürste zur Erdung der Welle haben; bei Pumpenanwendungen ist dies nicht notwendig, da die Welle mit der Erde verbunden ist.

Die gesetzlichen Vorschriften der EMV- und Niederspannungs-Richtlinien müssen sämtliche Hersteller einhalten. Eine Reduktion der gestrahlten Störenergie auf benachbarte Anlagen erfolgt daher durch geeignete Schirmmaßnahmen.

Zusätzliche Filter erhöhen grundsätzlich die Verluste eines FUs. Filter bieten allerdings Schutz vor hochfrequenten leitungsgebundenen Störgrößen zum Gerät und vom Gerät zum Netz.

Bei der Installation von Filtern müssen diese möglichst dicht am Gerät montiert sein, Leitungen zwischen Filter und Gerät müssen geschirmt sein. Filter müssen mit Erdleiter verbunden werden, dies ist besonders wichtig bei Phasenausfall und Schiefast. Daher ist auf niederohmige, großflächige Leiter und kurze Wege zu achten.

### **Einsatz von Drosseln**

Diese werden sowohl auf der Ein-, und Ausgangsseite, als auch im Gleichstrom-Zwischenkreis verwendet. Auf der Eingangsseite reduzieren sie die Netzurückwirkung und verbessern den Leistungsfaktor. Sie führen zur Reduktion des Stromoberwellengehalts (THD) und zur Verbesserung der Netzspannungsverzerrung und Netzqualität.

### **Kühlung**

Große Schalthäufigkeit erhöht Wärmeleistung oder zusätzliche Filter verursachen ebenfalls thermische Verluste. Auf effiziente Kühlung ist daher zu achten (z. B. FU mit großer Leistung, mehrere FU in einem Schaltschrank)

### **Wartung**

Ein Frequenzumrichter ist weitgehend wartungsfrei, der Elektrolytkondensator im Zwischenkreis hat eine Lebensdauer je nach Arbeitstemperatur zwischen 3 bis 5 Jahren.

## 6.4 Fazit

Die Österreichische Energieagentur war mit einer Vielzahl von Motorsystem-Herstellern in Kontakt und hat darüber hinaus viele internationale Publikationen zum Thema Effiziente Motorsysteme geprüft. Daher konnte für den österreichischen Input für den „Technischen Leitfaden Motorsysteme“ auf umfangreiche Informationen zurückgegriffen werden, die im deutschsprachigen Leitfaden zusammengestellt wurden.

Insbesondere die Ergebnisse der Diskussionen über die internationalen Standards in diesem Bereich und über die Anwendbarkeit neuer Motortechnologien (Switched Reluctance Motoren, Permanent Magnet Motoren, hocheffiziente Asynchronmotoren und Frequenzumrichter), die sowohl international als auch national geführt werden, konnten in den Leitfaden eingearbeitet werden. Außerdem zeigte sich, dass für den Einsatz von Motoren in Industriebetrieben, die dem Stand der Technik entsprechen, weitere Themen wie die Reparatur- und Lagerhaltungsstrategien relevant sind. Viele Motoren in Industriebetrieben werden repariert bzw. durch bereits ältere Motoren aus dem Lager ersetzt.

Dieser österreichische Input für den Leitfaden wird nun international für die Weiterentwicklung des in Vorbereitung stehenden „Technischen Leitfadens“ genutzt.

## 7 Politikinstrumente zur Steigerung der Effizienz von Motorsystemen

### 7.1 Ziel

Das Ziel dieses Arbeitspakets war die Erstellung eines Referenzleitfadens für politische Entscheidungsträger zur Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Motorsystemen. Dazu sollten die Erfahrungen und erzielten Ergebnisse von diesbezüglichen Programmen aus unterschiedlichen Ländern zusammengefasst werden. Für Österreich war geplant, eine an die spezifischen Gegebenheiten angepasste Empfehlung in Absprache mit den Herstellern und Entscheidungsträgern zu erstellen.

### 7.2 Tätigkeiten

#### Erstellung des Referenzleitfadens

Aufgrund budgetärer Restriktionen der weiteren Teilnehmer-Länder wurde der Task „Instruments for Coherent Motor Policy“ erst Ende 2009 gestartet. Österreich leitete diesen Task und erstellte eine Vorlage zur Erhebung der internationalen Motor-Politiken. Dieser wurde den Teilnehmern am Annex-Meeting im März 2010 vorgestellt und sollte bis zum Sommer 2010 zumindest von den teilnehmenden Ländern ausgefüllt werden. Aufgrund des zögerlichen Rücklaufs erstellte die Österreichische Energieagentur einen ersten Entwurf für die Beschreibung der Motorpolitiken, inkl. einer Tabelle mit einem Kurzporträt, für folgende Länder: Australien, Österreich, Schweiz, Schweden, Niederlande, UK, USA, China. Außerdem erfolgte eine Beschreibung des europäischen Motor-Challenge-Programms. Als Quellen dienten die Programmwebsites und Jahresprogramme der Länder ebenso wie wissenschaftliche Artikel. Diese Beschreibungen wurden soweit möglich mit Kontaktpersonen in diesen Ländern überarbeitet.

Die Österreichische Energieagentur erstellte eine Zusammenfassung dieser Programme und leitete allgemeine Empfehlungen daraus ab. Dieser Politikleitfaden soll im Jahr 2011 (im Rahmen eines Folgeprojektes) um weitere Länder ergänzt und international diskutiert werden. Die bisherigen Ergebnisse in Form eines Berichts auf der Projektwebsite veröffentlicht:

<http://www.energyagency.at/energietechnologien/aktuelle-projekte/energieeffizienz.html>

#### Nationale Aktivitäten

Aufgrund der **Verordnung zu Elektromotoren im Zuge der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie** der EU ergaben sich weitere wesentliche Aktivitäten. Der Operating Agent des Annex Motorsystems lud den Sachbearbeiter für Elektromotoren der Europäischen Kommission zum ersten Annexmeeting in Zürich um November 2008) ein, um den Letztstand der Vorschläge für Mindeststandards zu präsentieren. Die Österreichische Energieagentur vereinbarte dort, diesen Vorschlag österreichischen Herstellern zu präsentieren und die Kommentare der Hersteller an die Kommission zu leiten.

Dazu erfolgte im Rahmen der Marktbeobachtungsrunde des FEEI (Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie) am 28. November 2008 in Wien die Vorstellung des vorliegenden Projektes. Teilnehmer waren die wichtigsten Hersteller von Elektromotoren und Frequenzumrichtern.

Dabei wurde über die aktuellen Vorschläge der Kommission zur Umsetzungsverordnung für Elektromotoren im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie diskutiert und die Kommentare der österreichischen Akteure an die Kommission übermittelt. Diese Präsentation führte zur Erstellung einer Broschüre „Kostensparen mit Energieeffizienten Standmotoren“ des FEEI in Kooperation mit dem BMWFJ und der Österreichischen Energieagentur zum Thema effiziente Motorsysteme (außerhalb des Projektes).

Ein nationaler Schwerpunkt war die Information von Beratern und Service- und Hersteller-Firmen zur Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie. Im Rahmen des Newsletters und persönlicher Gespräche mit Herstellern und Vertriebsfirmen (Rockwell, Lenze, Danfoss, pdrive, ATB und Barth GmbH) wurden diesbezügliche Themen diskutiert und Informationen aufbereitet.

Ein weiterer nationaler Schwerpunkt bestand in der Information der Teilnehmer der Arbeitsgruppe 6 zur **Energiestrategie Österreichs**. Hier wurde eine Maßnahme zur Optimierung von Motorsystemen aufgenommen und dabei auf Potenzialabschätzungen zurückgegriffen, die von der Österreichischen Energieagentur auch im Rahmen dieses Projektes erhoben wurden.

Die Österreichische Energieagentur konnte zur Konkretisierung der in der Energiestrategie Österreich vorgeschlagenen Maßnahme einen weiteren wesentlichen Input leisten. Im Jänner 2011 wurden diesbezüglich spezifische Unterlagen für die Kommunalkredit Public Consulting erarbeitet. Diese beinhaltete Details zur Ausgestaltung eines konkreten Fördermechanismus für effiziente Elektromotoren und Frequenzumrichter. Die Österreichische Energieagentur brachte Vorschläge über die Art der zu fördernden Produkte (IE3-Motoren, Frequenzumrichter) und die anzusetzenden Förderhöhen ein.

Für die Erstellung des Folders „Ökodesign-Elektromotoren“ der Wirtschaftskammer Österreich war die Österreichische Energieagentur mit der Wirtschaftskammer Österreich in Kontakt und gab bezüglich der Inhalte des Folders Feedback.

Dem BMWFJ als wichtiger Partner im Projekt (Finanzierung des Motor Annex Beitrages für Österreich) wurden die wesentlichen Informationen während der Stakeholder Meetings übermittelt. Außerdem war Frau Dr. Bergauer-Culver (BMWFJ) als Moderatorin beim Verbreitungsworkshop anwesend.

### 7.3 Ergebnisse

Im Folgenden findet sich die deutsche Übersetzung des „Guide for Instruments for Coherent Motorpolicy“, der von der Österreichischen Energieagentur innerhalb des Projektes erstellt wurde.

#### Übersicht der analysierten Länder

	Land, Programm	Finanzierung, Management	Programm Elemente	Ergebnis
			<b>Begleitende Aktivitäten</b>	
	<b>Australien</b>  Equipment Energy Efficiency Programme	Australische Regierung (Department of Climate Change and Energy Efficiency, et al.), E3 Committee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEPS (Mindeststandards für E-Motoren)</li> <li>• Marktüberwachung:</li> <li>• Akkreditierte Testlabors/Prüfstellen</li> <li>• Konformitäts-Tests</li> <li>• Sanktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6.000 Motoren gelistet</li> <li>• 20 % Hoch-effiziente Motoren (IE3?)</li> </ul>
	<b>Österreich</b>  Programm klima:aktiv energie effiziente betriebe	BMLFUW Österreichische Energieagentur  Regionalprogramme Technologiepartner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trainings-Workshops für Energie-Auditoren</li> <li>• Audit-Leitfäden für Motorsysteme (Druckluft, Pumpen, Ventilatoren)</li> <li>• Audit-Berichtsvorlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 GWh p. a. Einsparung (nicht nur Motorsysteme)</li> <li>• 580 TeilnehmerInnen in 26 Schulungen</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auszeichnungsveranstaltung</li> <li>• Workshops</li> <li>• Konferenzen</li> </ul>	

	Land, Programm	Finanzierung, Management	Programm Elemente	Ergebnis
			<b>Begleitende Aktivitäten</b>	
	<b>China</b>  China Energie Label	Regierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEPS (Minimum Standards)</li> <li>• Labelling</li> <li>• Akkreditierungsprogramm für Testlabors</li> <li>• Förderung für hocheffiziente Motoren</li> <li>• Einkommenssteuer-Vergünstigung</li> <li>• China Market Transformation Programme</li> <li>• Motor Systems Challenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteil von IE2 Motoren:  30 % der registrierten Motoren</li> </ul>
	<b>Niederlande</b>  Long Term Agreements (LTA)	Ministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten  Dutch Energy Agency (früher SenterNovem)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Branchenebene freiwillige Teilnahme</li> <li>• Verbindliches Ziel für Energieeffizienz-Verbesserung</li> <li>• Maßnahmenliste mit Motorbezug Motor System Quick Scans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,2 % p. a. Energieeffizienz-Steigerung  (über alle Technologien)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• "User Groups"</li> <li>• Investitions-Freibetrag</li> </ul>	
	<b>Schweden</b>  Programme of improving energy efficiency in energy-intensive companies	Regierung  Swedish Energy Agency	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freiwillige Teilnahme</li> <li>• Steuerliche Anreize zur Teilnahme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4 TWhelekt. Einsparung, 75 % der Einsparung aus peripheren Systemen (Pumpen, Ventilatoren, Druckluft, usw.)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiemanagement</li> <li>• Energieaudits</li> <li>• Verpflichtende Einsparmaßnahmen</li> <li>• Beschaffungskriterien (Lebenszykluskostenrechnung für Motoren)</li> <li>• Konferenzen</li> </ul>	
	<b>Europa</b>  Motor Challenge Programme	Joint Research Center  Nationale Kontakte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freiwillige Teilnahme Logonutzung</li> <li>• spezifische Maßnahmenliste für Motorsysteme</li> <li>• MCP-Aktionsplan vom Management unterzeichnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 95 Partners, 93 Endorsers</li> <li>• 185 GWh Einsparung</li> </ul>
	<b>Schweiz</b>  Topmotors	EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie (BFE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratungsdienstleistung Ausbildung, Trainings</li> <li>• Tools and Software für</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl Pilotberatungen</li> </ul>



	Land, Programm	Finanzierung, Management	Programm Elemente	Ergebnis
			<b>Begleitende Aktivitäten</b>	
		S.A.F.E.	Audits, Website	
	<b>Großbritannien</b> Vorzeitige Abschreibung Carbon Trust	Regierung Climate Change Levy Programme, Carbon Trust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 % Abschreibung im ersten Jahr für Motoren, Steuerung, PM-Motoren und effiziente Druckluftkomponenten</li> <li>• Carbon Trust: Informationsblätter, Leitfäden</li> <li>• Energie-Effizienz Darlehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteil IE2 Motoren von 5 % (2001) auf 15 % (2009) im Verkauf</li> </ul>
	<b>USA</b> Epact92, EISA NEMA Premium Rabatt-Programme der EVUs	Regierung, National Electrical Manufacturers Association (NEMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEPS</li> <li>• Standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 27 % NEMA Premium (IE3) Anteil am Verkauf 2006</li> </ul>
	<b>USA</b> <b>Motor Systems Initiative</b>	Consortium of Energy Efficiency Initiatives (Non Profit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forum für Mitglieder</li> <li>• Motorsystem-Werkzeuge (Motor Decision Matters, Compressed Air Challenge)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 104.000 GWh Stromeinsparung, in den USA und Kanada (nicht nur Motoren)</li> </ul>
	<b>USA</b> <b>MCP</b> <b>Save Energy Now, LEADER</b>	Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software-Werkzeuge, BestPractices, Öffentlichkeitsarbeit</li> <li>• Audits u.a.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MCP: 520 GWh Einsparungen (für 6 Jahre)</li> </ul>

## **Programm-Elemente**

Die meisten beschriebenen Programme bestehen aus einem oder mehreren der folgenden Elemente:

### **Gesetzlich verbindliche Mindeststandards für Motorsystem-Komponenten**

Gesetzlich verbindliche Normen für die Energieeffizienz von Elektromotoren finden immer breitere Anwendung (z. B. in den USA, Europa, China, Australien, Korea, Brasilien u. a.). Außerdem werden Normen auch für andere Motorsystem-Komponenten wie z. B. Pumpen, Ventilatoren oder Kompressoren beschlossen (z. B. China, Europa). Diese Minimum-Standards nehmen die weniger effizienten Motoren vom Markt.

Nationale und internationale Normen waren bzw. sind ein Schlüsselkriterium für die Politik, um Minimum-Standards zu setzen. Doch schon vorher haben öffentliche Energieversorgungsunternehmen finanzielle Anreize für den Kauf von effizienten Motoren gesetzt und dafür gewisse Kriterien entwickelt (z. B. in den USA). Einige Fragen zur Marktüberwachung und zum Einsatz akkreditierter Testlabors zur Durchführung von Motorentests sind noch nicht vollständig gelöst und werden sowohl national z. B. von Australien und China und auf internationalem Niveau behandelt.

### **Gebäude-Verordnung**

In Großbritannien gibt es einen Anreiz für die Verwendung von Frequenzumrichtern innerhalb der Gebäuderichtlinie.

### **Labelling, freiwilliger Einsatz hocheffizienter Motoren**

Labelling soll den Anteil von hocheffizienten Motoren, die über gesetzliche Mindeststandards hinausgehen, am Markt erhöhen. Beispiele für Labelling hocheffizienter Elektromotoren waren bzw. sind: NEMA Premium (USA), High Performance Standards (Australia), CEMP eff1 (Europa), Grade 1 Motors (China), ab 2008 IE3 (weltweit). Labelling wird sehr oft gemeinsam mit finanziellen Anreizen für die Installation von hocheffizienten Motoren verknüpft.

### **Beschaffungsempfehlungen**

Programme mit Kriterien für die öffentliche Beschaffung (Australien, Großbritannien, USA und andere) oder die Empfehlung für den Kauf hocheffizienter Elektromotoren innerhalb von Programmen für Energiemanagementsysteme (Schweden) können den Einsatz von hocheffizienten Elektromotoren fördern. Das Gleiche könnte für die Auslegung/Planung und Wartung gelten.

### **Finanzielle Anreize für hocheffiziente Motoren und den Kauf von anderen Geräten**

Dieser Ansatz wird beispielsweise in den USA, China, UK und den Niederlanden angewandt. Unterschiedliche Arten sind:

- Abschreibung (z.B. 100 % Abschreibung für Investitionen in energieeffiziente Anlagen innerhalb des ersten Jahres)
- Darlehen (zinsfreie Darlehen für den Kauf energieeffizienter Ausrüstung)
- Steuerliche Anreize (z. B. Reduktion der Stromsteuer bei Teilnahme an Energieeffizienzprogrammen)

- Rabattprogramme (z.B. XX US\$/ kW Leistung für hocheffiziente Elektromotoren)

### **Energie Audits**

Energieaudits haben allgemein den Vorteil, dass das gesamte System (z. B. vom Kompressor bis zur pneumatischen Maschine oder dem Werkzeug) betrachtet wird. Auf der anderen Seite ist es nicht leicht, exakt zu definieren, welche Inhalte ein Audit haben sollte und es stellt ein relativ teures Instrument für die breite Anwendung dar. Daher erscheint die Konzentration auf eine bestimmte Technologie (z. B. Pumpen) empfehlenswert. Die USA, Europas Motor Challenge Programm und Österreich wenden u. a. diesen Ansatz an.

Um hochqualitative Audits zu gewährleisten, werden Audit-Richtlinien, Trainings, Werkzeuge und Vorlagen für Auditberichte erstellt und Audits in Kombination mit finanzieller Unterstützung angeboten.

### **Training, Ausbildung**

Expertentrainingskonzepte werden in den USA, China und Österreich angewandt, um Experten im Energieeffizienzbereich (z. B. Energieberater, ESCO-Mitarbeiter, ExpertInnen) auszubilden. Lehrtätigkeit in den Universitäten wurde nicht explizit in den Programmbeschreibungen angeführt.

### **Industrielle Energieeffizienzprogramme mit Effizienzzielen**

In Programmen zu freiwilligen Vereinbarungen mit bindenden Energieeffizienz-Zielen nehmen aufgrund der Art des Anreizsystems sehr oft große Unternehmen teil. Manchmal sind steuerliche Vorteile der Anreiz zur Teilnahme am Programm. Für Motorsysteme sind insbesondere Einsparziele für elektrische Energie relevant. In diese Programme werden auch andere Elemente integriert: z. B. Energieaudits, Ziele und Monitoring, inkl. Maßnahmenliste und Kaufkriterien für hocheffiziente Motoren (Schwedisches Programm).

### **Energiemanagement**

Energiemanagement ist einer der interessantesten Ansätze. Die Effizienz von Motorsystemen ist auch ein Managementthema und diese kann auf lange Sicht verbessert werden, wenn Unternehmen ein Energiemanagement einführen. Elemente, die die Installation und Anwendung effizienter Motorsysteme fördern können, sind: Einsparziele und Maßnahmenliste, Einkaufskriterien, Wartungs- und Reparaturstrategie, Ausbildung, Vorschlagswesen. Die Standardisierung durch die Normen EN 16001 und ISO 50001 kann eine positive Auswirkung auf die Motorsystem-Effizienz durch die weiter verbreitete Anwendung von Energiemanagementsystemen haben. Derzeit wird dieser Ansatz z. B. in den Niederlanden und Schweden angewandt, wo Kaufkriterien (CEMEP eff1) und oder spezifische Einsparmaßnahmen zur Aufnahme ins Energiemanagementsystem vorgeschlagen werden. Österreich veröffentlichte unverbindliche Einkaufskriterien im Rahmen der Empfehlungen für den Aufbau eines Energiemanagementsystems.

### **Bewusstseinsbildung**

Öffentlichkeitsarbeit ist ein wesentliches Element nahezu aller Programme. Oft angewandte Instrumente sind: Webseiten, Newsletter, Konferenzen, Workshops, Presseaussendungen, Auszeichnungsveranstaltungen, Direktkontakte, Folder, Broschüren. Die meisten Programme mit dem Schwerpunkt auf Öffentlichkeitsarbeit kooperieren darüber hinaus mit Vertriebsfirmen und Energieversorgungsunternehmen, um die Marktverbreitung zu stärken.

Best-Cases (Fallbeispiele) werden oft angewandt, um die wesentliche Botschaft zur Einsparung von Strom in motorgetriebenen Systemen zu verbreiten und anschaulich zu machen (z.B. Österreich, USA, MCP Europa). Für die Suche nach Best-Cases sind Auszeichnungsveranstaltungen sinnvoll, manchmal werden auch Pilotprojekte genutzt.

### **Werkzeuge für Endanwender**

In Kombination mit Websites werden auch Instrumente zur Selbstüberprüfung, Leitfäden für Audits oder Informationsblätter angeboten (USA, Großbritannien oder Schweiz). Ein anderes Beispiel sind Datenbanken mit Oberflächen für die Auswahl von energieeffizienten Motoren und Einsparrechnern (USA, Europa). Einige Programme veröffentlichen Benchmarking-Werkzeuge (z. B. für Druckluftanlagen in der Schweiz). Zur Verbreitung solcher Software-Tools benötigt es jedenfalls immer Programme, die diese Tools aktualisieren, in die Ausbildung aufnehmen und verbreiten.

### **Empfehlungen für ein erfolgreiches Programm**

#### **Längere Laufzeit und Unabhängigkeit**

„Carbon Trust“ (Großbritannien), „Motor Challenge“ (Europa, USA), „klima:aktiv“ (Österreich) sind Beispiele für bekannte Marken, die über mehrere Jahre aufgebaut wurden. Um als unabhängige, nicht beeinflusste Informationsquelle zu gelten, sollte das Programmmanagement nicht von Herstellern oder Energieversorgungsunternehmen mit ökonomischem Interesse am Verkauf bestimmter Produkte oder Dienstleistungen finanziert sein. Eventuell parallel dazu laufende Anreizprogramme können so optimal genutzt werden.

Es benötigt einige Jahre, um alle relevanten Stakeholder einzubinden und öffentliche Anerkennung und damit die volle Wirkung zu gewährleisten.

#### **Kommunikation, Multiplikatoren**

Ein lang bestehendes, stabiles Programmmanagement kann Kontakte zu allen relevanten Stakeholdern aufbauen: zu Regierung, regionalen Kontakten, Experten, Herstellern, Installateuren, Wartungsfirmen, Energieberatern. Ebenso wichtig sind gute Kontakte zu Branchenorganisationen, Wirtschaftskammern, Industrie- und Herstellerorganisationen.

Zur Erreichung der vollen Wirkung des Programms müssen Marktakteure wie Hersteller von Motorsystemkomponenten und Verkaufsfirmen mithilfe eines Partnermanagementkonzeptes ins Programm integriert und untereinander vernetzt werden.

Für den direkten Kontakt zum Motorsystem-Anwendern wird empfohlen, mit regionalen Kontakten oder lokalen Energieversorgungsunternehmen zu arbeiten.

#### **Wichtigkeit von Erfolgskriterien, Monitoring**

Zur Motivation aller Teilnehmer und zur Sicherstellung kontinuierlicher Finanzierung ist die Definition von Erfolgskriterien hilfreich. Unabhängiges Monitoring kann diesen Effekt verstärken. Nicht alle Programme enthalten dieses Element.

Beispiele für Ziele sind:

- Anteil von hocheffizienten Motoren im Markt

- Verkaufte Einheiten oder installierte Systeme
- CO<sub>2</sub>-, Stromeinsparung (kWh)
- Anzahl von erreichten Unternehmen durch Trainings, Präsentationen usw.
- Anzahl von Energieaudits gemäß einem Leitfaden oder Norm
- Bekanntheit eines Labels oder Programms
- Anzahl von Software-Anwendern

### **Monitoring, Einhaltung, Evaluierung**

Jedenfalls sollte ein Monitoring-Konzept etabliert werden. Um den Erfolg eines Programms nachzuweisen, sind oft enge Kontakte zu Energieberatern, zu Installationsfirmen, teilweise zu Endanwender-Firmen wichtig. Daher sollte eine Struktur für das Berichten von erreichten Einsparungen aufgebaut werden, z. B. durch jährliches Berichtswesen innerhalb einer freiwilligen Vereinbarung oder durch die finanzielle Unterstützung von erreichten Einsparungen. Für Labelling-Programme sind auch Markterhebungen durchzuführen bzw. die Verkaufszahlen nach Effizienzklassen zu erheben.

Eng verknüpft mit dem Monitoring sind Verfahren zur Messung oder Bewertung von Einsparungen. Sind spezifische Methoden für die Kalkulation, z. B. innerhalb spezifischer Programme festgelegt?

Für das Testen innerhalb von MEPS- und Labelling-Programmen sollten akkreditierte Testlabors Produkte gemäß den Normen testen. Außerdem sollte festgelegt sein, wie die zu testenden Motoren ausgewählt werden.

### **Jahresberichte**

Einige Programme veröffentlichen jährliche Berichte mit den Ergebnissen des Monitorings bzw. der Evaluierung. Dieser Ansatz hängt vom jeweiligen Budget und strategischen Überlegungen ab. Dazu sollte überlegt werden: Wer wird den Bericht lesen, welche Information ist relevant?

### **Was muss noch getan werden?**

Wie genau Motorsystem-Aspekte in die nationale Programme integriert werden können, ist nicht leicht zu entscheiden.

Die Europäische Kommission publiziert Mindeststandards für Maschinen wie z. B. Kompressoren, Ventilatoren und Pumpen. Diese Maßnahmen erhöhen die Energieeffizienz eines einzelnen Produktes und nicht des gesamten Systems.

Einige Länder (z. B. Großbritannien, USA und andere) bieten finanzielle und legale Anreize für den Kauf und/oder die Installation von Frequenzumrichtern an. Diese Maßnahme zielt auf einen einzelnen – aber in einigen Fällen den relevantesten – Aspekt der Abstimmung des Bezugs der Motorleistung mit der erforderlichen Leistung für das System.

Zusätzlich sind zahlreiche andere Aspekte relevant, z. B. das Ausschalten am Wochenende oder die korrekte Dimensionierung von Maschine und Motor. Beispiele für diesen Ansatz sind ko-finanzierte Audits, Leitfäden und Trainings für Auditoren, Motorexperten und Energiemanager.

Weiters konzentrierte sich das Motor Challenge Projekt u. a. auch auf Energiemanagement-Aspekte, wie z. B. die Unterzeichnung der Maßnahmenliste durch das Management einer Firma.

Eine Kombination folgender Elemente erscheint diesbezüglich wichtig:

- Training von Haustechnikern, Installateuren, Mechanikern und Energieauditoren
- Schwerpunkt innerhalb von Energiemanagementsystemen auf Motorsysteme (z. B. Planungsprozess, Zielerreichung)
- Klare Richtlinien (z. B. Auditleitfäden, Entscheidungsinstrumente) für optimierte Installation von Systemen

Motorexperthen haben in den USA bereits mehrere Vorschläge für den weiteren Anstieg der Effizienz von Motorsystemen in den USA vorgelegt, diese wurden aber noch nicht in Gesetze integriert. Die Vorschläge beziehen sich auf Motorreparatur oder Ersatz, die verstärkte Verwendung von Drehzahlregelung und die Anwendung neuer Motortechnologien. Spezifische Maßnahmen umfassen:

- Ein Motorenersatzprogramm ("Abwrackprämie") für Anwender, die ihre beschädigten Motoren durch neue ersetzen, anstatt zu reparieren (z.B. 25 USD pro PS Leistung)
- Steuerliche Erleichterungen für Maschinenhersteller, die neue Motortechnologien verwenden (Permanentmagnetmotoren, Switched-Reluctance-Motoren).
- Anreizsysteme für Produktionsfirmen, Dienstleistungsunternehmen und Maschinenhersteller für die Verwendung von Frequenzumrichtern

## 7.4 Fazit

Die Österreichische Energieagentur leitete den Task „Instruments for Coherent Motor Policy“ und stellte innerhalb der Projektlaufzeit unter Mitarbeit aller am Annex teilnehmenden Länder einen ersten Bericht zu politischen Instrumenten im Bereich der Motorsysteme zusammen. Es zeigte sich, dass Länder mit Mindeststandards bereits einen sehr hohen Anteil an hocheffizienten Motoren am Markt aufweisen. Die Europäische Kommission begann erst während der Projektlaufzeit mit der Vorschreibung von Mindesteffizienzstandards für Motoren. Für Österreich ist es wichtig, die Erfahrungen der im Annex vertretenen Ländern, die bereits seit vielen Jahren Mindeststandards eingeführt haben, zu analysieren und gegebenenfalls von Fehlern und Erfolgen dieser Programme zu profitieren.

Für die Umsetzung des Systemansatzes werden derzeit vor allem Kombinationen von Ausbildungs- und Informationsmaßnahmen und geförderte Energieaudits angewandt.

Darüber hinaus konnten Kriterien für erfolgreiches Programmmanagement im Bereich Motorsysteme identifiziert werden. Die laufende Kommunikation innerhalb des Annex über Aktivitäten in allen beteiligten Länder und darüber hinaus ermöglichte die entsprechende Zusammenstellung der politischen Instrumente. Ergebnisse konnten an nationale Akteure, wie z. B. das Programmmanagement des klima:aktiv Programms energieeffiziente Betriebe, das FEEL als Leiter der Arbeitsgruppe 6 zur Energiestrategie Österreichs und die Kommunalkredit Österreich präsentiert werden und flossen in die Ausgestaltung von Maßnahmenvorschlägen ein.

## 7.5 Quellen

Kulterer, K. (2011): Draft Report, Task D Coherent Motor Policy, Österreichische Energieagentur im Rahmen des Implementing Agreements IEA 4E (Veröffentlichung 2011)

Scheihing, P., "US Department of Energy's Motor Challenge Program: A National Strategy for Energy Efficient Industrial Motor-Driven Systems;" European Commission Conference: Energy Efficiency, Improvements in Motors and Drives, October 1996

Mc Kane, Scheihing, Cockrill, Tutterow: US Department of Energy's Motor Challenge: Developed with Industry for Industry, ECEEE 1997 Summer Study





## 8 Durchführung eines Trainingsworkshops

### 8.1 Ziel

Unabhängig von politischen Maßnahmen oder Labelling ist eine Umsetzung des Systemansatzes zur Erreichung größerer Einspareffekte nur unter Einbindung der Anlagenplaner und Anwender möglich. Daher zielt dieses Arbeitspaket auf das Training von Industrieplanern und Energiemanagern zu Best Available Technology (BAT), Optimierung von Lebenszykluskosten, der vorsorgenden Wartung und dem Motorersatz.

Sobald erste Ergebnisse des Motor Annex vorliegen würden, sollte ein Trainingsworkshop für Industrieplaner und Energiemanager zu den erwähnten Themen organisiert werden.

### 8.2 Tätigkeiten

Auf internationaler Ebene wurde die Erstellung der Trainingsunterlagen von den Ergebnissen des Tasks „Technischer Leitfaden für Motorsysteme“ abhängig gemacht, der genaue Zeitpunkt war daher schwer vorhersehbar.

Während der Laufzeit des Annex Motorsystems ergaben sich jedoch wesentliche Neuerungen der Rahmenbedingungen welt- bzw. europaweit. Zwei neue IEC-Standards zum Thema effiziente Motorsysteme wurden als End- bzw. Entwurfsversion fertig gestellt und Mindeststandards für Motoren im Zuge der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie beschlossen. Die Österreichische Energieagentur nahm in Absprache mit den Annexbeteiligten diese Themen als Inhalt für den Trainingsworkshop auf.

Die Österreichische Energieagentur kooperierte zu diesem Zweck mit einer wichtigen Herstellerfirma (Rockwell, weltweit fünftgrößter Hersteller von Frequenzumrichtern) zur Veranstaltung eines Trainingsworkshop zum Thema effiziente Motorsysteme am 23. September 2009 in Linz.

Durch diese Kooperation konnten zusätzlich zu Beratern insbesondere Technikverantwortliche in den Betrieben erreicht werden. Die Österreichische Energieagentur bewarb diese Veranstaltung im energytech-Newsletter und auf der energytech-Website. Zusätzlich wurde die Information zur Veranstaltung über den Newsletter des Programms energieeffiziente betriebe an 600 Kontakte verteilt, darüber hinaus über die Datenbank an über 400 Direktkontakte. Insgesamt besuchten diese Veranstaltung rund 100 TeilnehmerInnen.

Die Österreichische Energieagentur band das BMVIT in die Erstellung des Programms ein, der Eröffnungsvortrag wurde von Mag. Sabine List gehalten. Inhaltlich erstellte die Österreichische Energieagentur eine einstündige Präsentation mit den wichtigsten bisherigen Erfahrungen und Informationen aus dem Annex. Außerdem wurden wesentliche Inhalte neuer Standards und Vorgaben im Zuge der Ökodesign-Richtlinie zusammengefasst und Ergebnisse der Analyse des branchenspezifischen Stromverbrauchs präsentiert.

[http://energytech.at/\(de\)/results/id5729.html](http://energytech.at/(de)/results/id5729.html)

### 8.3 Fazit

Inhaltlich griff die Österreichische Energieagentur bei der Erstellung des Trainingsmaterials insbesondere auf Ergebnisse der nationalen Erhebungen (Motordatenbank) und auf aktuelle Entwicklungen, insbesondere der Veröffentlichung der Umsetzungsverordnung zur Ökodesign-Richtlinie für Elektromotoren und zweier IEC-Standards<sup>2</sup> zurück.

Es zeigte sich, dass die neue Klassifizierung für Elektromotoren und die darauf aufbauenden Mindeststandards noch nahezu unbekannt waren. Außerdem ist es auch für viele Teilnehmer überraschend, welcher hohen Anteil die Energiekosten an den gesamten Lebenszykluskosten eines Elektromotors ausmachen. Diesbezüglich sind die Nutzer, die den Strom bezahlen, viel stärker zu sensibilisieren. Insbesondere müssen diese effiziente Motoren nachfragen, um auch die Hersteller, Vertriebsfirmen, Planer und Installateure dazu zu bewegen, die Motoren in den Anlagen einzubauen bzw. auch hocheffiziente Motoren auf Lager zu legen. Die Kooperation mit einer großen Herstellerfirma erwies sich als sehr hilfreich, um eine große Gruppe von interessierten Endanwendern zu erreichen.

---

<sup>2</sup> IEC 60034-30 (2008): Rotating electrical machines - Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code)

IEC 60034-31 (2009): Rotating electrical machines – Part 31: Guide for the selection and application of energy-efficient motors incl. Variable-speed applications, draft, 4.3.2009 (date of circulation)

## 9 Tools zur Verbreitung effizienter Motorsysteme

### 9.1 Ziele

Die Planung von Motorsystemen unter Berücksichtigung der gesamten Lebenszykluskosten wird durch Leitfäden für Hersteller, Großanwender und Planungsfirmen, aber auch durch elektronische Auswahlinstrumente erleichtert. In diesem Arbeitspaket wird ein Überblick über elektronische Tools und publizierte Leitfäden (EuroDeem, Motor Master+...) erstellt, insbesondere folgende „Tools“ sollten evaluiert werden:

- Datenbanken zur Motorauswahl, interaktive Produktlisten
- Strategische Tools für das Benchmarking von Produktionsanlagen
- Spezifische Instrumente für die Motorauslegung und Lebenszyklusanalysen

Aufgabe war die Identifizierung der fehlenden Informationen und die Abgabe von Empfehlungen zur Befüllung dieser Werkzeuge mit zielgruppenspezifischen Informationen. National prüfte die Österreichische Energieagentur die Tools. Außerdem sollten Vorschläge der österreichischen Hersteller und Experten zur Optimierung oder Überarbeitung dieser Instrumente einbracht werden.

### 9.2 Tätigkeiten

Auf internationaler Ebene ist der Task „Tools and Guides“ nun Teil des Tasks „Technischer Leitfaden für Motorsysteme“. Ziel war es, Instrumente zur Planung, Optimierung und Analyse von Motorsystemen zu testen und zu verbreiten. Die Österreichische Energieagentur war daher mit Herstellern in Kontakt (Grundfos, Siemens, Danfoss) und hat die Instrumente bzw. Datenbanken dieser Hersteller und der Schweizer Motorinitiative getestet.

Herstellerunabhängige Tools werden in Österreich von der Österreichischen Energieagentur insbesondere im Rahmen des klima:aktiv Programms energieeffiziente Betriebe entwickelt. Derzeit sind Instrumente für die Auditierung von Ventilatoren, Pumpen- und Druckluftsystemen verfügbar, außerdem ein Instrument, das den gesamten Stromverbrauch von Unternehmen, inkl. Motorsystemen, darstellt und Einsparpotenziale für die einzelnen Bereiche errechnet.

Im Folgenden sind die von der Österreichischen Energieagentur geprüften Tools aufgelistet. Ziel der Arbeit ist es, einen Überblick über derzeit verfügbare Tools zu geben und je nach Anwendungsgebiet sowohl im Leitfaden als auch bei den Trainings auf diese zu verweisen und Hilfestellungen für Anwendungen anzubieten.

## 9.3 Ergebnisse

### Grundfos-Pumpendatenbank

Tool	Pumpenauslegung Grundfos
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	Web-download
Zielgruppe	Techniker
Firma	Grundfos
Betroffenes Element des Motorsystems	Pumpen, Drehzahlregelung, Motor
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Berechnungsmethoden, Pumpendatenbank Grundfos
Wichtige Eingabeparameter	Hydraulische Parameter, Elektrische Parameter des gesamten Pumpensystems
Wichtige Ausgabedaten	Bewertung des gesamten Pumpensystems (Energieverbrauch)
Hinterlegte Daten	Pumpenkennlinien für sämtliche Grundfos-Pumpen für verschiedene Drehzahlen, Widerstandsbeiwerte für versch. Rohrdurchmesser und -materialien

### Danfoss

Tool	Danfoss Drive Tools
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	Web-Download
Zielgruppe	Techniker
Firma	Danfoss
Betroffenes Element des Motorsystems	<p>Berechnungs- und Auswahlprogramm für Verdichter- und Verflüssigungssätze</p> <p>MUSEC</p> <p>Der MUSEC (Multiple Units Staging Efficiency Calculator) kann zur Überprüfung von Pumpensystemen verwendet werden.</p> <p>MotorSizer</p> <p>PC Software Tool für die Auslegung von Motoren in industriellen Anwendungen. Es umfasst eine Datenbank mit Danfoss-Motoren.</p> <p>VLT® Energy Box Software</p> <p>Berechnungsprogramm zur Abschätzung der Energieeinsparung und Amortisationsdauer eines Vergleichssystems zu einem System mit Drehzahlregelung mit Frequenzumrichter.</p>
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Berechnung, Datenbank von Danfoss-Produkten
Wichtige Eingabeparameter	Lastprofil, Leistung, Regelungsart, ...
Wichtige Ausgabedaten	Kosteneinsparungen und Amortisationszeit beim Einsatz von Frequenzumrichtern für Pumpen und Ventilatoren in Klimatisierungsanwendungen.
Hinterlegte Daten	Berechnungsmethoden, Danfoss-Produkt-Spezifika

**ProMot**

Tool	<a href="http://www.thelcon.gr/Default.aspx">http://www.thelcon.gr/Default.aspx</a> <a href="http://www.eu-promot.org">www.eu-promot.org</a> ; <a href="http://www.opal.ch">www.opal.ch</a>
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	Web (online), nicht mehr verfügbar
Zielgruppe	Techniker, Betriebe, Berater
Firma	EU-Projekt, Herstellerunabhängig
Betroffenes Element des Motorsystems	Motor, Pumpen, Kälteanlage, Druckluft
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	1) Allgemeine Information 2) Berechnung für Pumpenregelung 3) Kälteanlagenvergleich mit Datenbank (Save-Tool) 4) Druckluft-Checkliste
Wichtige Eingabeparameter	Unterschiedlich je nach Technologie: Pumpen: Laufzeit, max. Förderhöhe, statische Förderhöhe, Lastprofil Kälteanlagen: Netto Kühlkapazität [kW], Strompreis
Wichtige Ausgabedaten	Ökonomische Bewertung von: Ersatz von Motoren, Ersatz von Pumpen; Betrieb mit Frequenzumrichter; Betrieb mit Mehrfachpumpen; Kälteanlagen: Einsparung in kWh, EUR; statische Amortisationszeit
Hinterlegte Daten	Kälteanlagen: COP, EER von einer Vielzahl von Wärmepumpen und Kälteanlagen Pumpen: Berechnungsmethode lt. EU Pumpenberechnung

**EuroDEEM**

Tool	EuroDeem
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	Web (download), derzeit nicht aktuell
Zielgruppe	Techniker, Industrie
Firma	JRC (EU), herstellerunabhängig
Betroffenes Element des Motorsystems	AC-Elektromotoren
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Datenbank plus Einsparrechner
Wichtige Eingabeparameter	Leistung, Laufzeit, Strompreis, Rabatte
Wichtige Ausgabedaten	Wirkungsgrad, Einsparung, Amortisationszeit
Hinterlegte Daten	Wirkungsgrade einer großen Anzahl von Motoren

**Siemens-SinaSave**

Tool	<b>Siemens-SinaSave</b>
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	Web zum Download
Zielgruppe	Techniker
Firma	Siemens
Betroffenes Element des Motorsystems	Pumpen, Lüfter, Turbokompressoren
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Berechnung Einsparmaßnahmen: Effiziente Motoren, Drehzahlregelung
Wichtige Eingabeparameter	<p>Beispiel Lüfter: (variable Betriebsart)</p> <p>Totaldruckdifferenz, Massenstrom, Drehzahl, elektrische Leistung, Dichte des Mediums, Wirkungsgrade: Motor, Lüfter; Lüfterleistung; spez. Drehzahl</p> <p>Invest.Kosten, Energiekosten/kWh; statischer Anteil; dynamischer Anteil</p> <p>Regelungsart des Vergleichsprozesses: Pol-umschaltbarer Motor, Drossel, Bypass</p> <p>Beispiel Motor (fixe Betriebsart)</p> <p>Leistung, Polzahl, Laufzeit, Wirkungsgrad, Gehäusematerial, Motorlast, Betriebsstunden, Energiekosten, Listenpreis, u. ä.</p>
Wichtige Ausgabedaten	<p>Motor: Einsparungen p. a. in kWh, Amortisationszeit (der Mehrkosten)</p> <p>Pumpen, Lüfter: Jährliche Ersparnisse in EUR; Rendite, Amortisationszeit</p>
Hinterlegte Daten	Datenbank über effiziente Siemens-Motoren und Drehzahlregler

**Energie Schweiz – Druckluft**

Tool	<a href="http://www.druckluft.ch">www.druckluft.ch</a>
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	Web, online und download
Zielgruppe	Techniker
Firma	Energie Schweiz
Betroffenes Element des Motorsystems	Druckluftsystem
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Excel Berechnungen
Wichtige Eingabeparameter	<p>Berechnung des Rohrleitungsquerschnittes</p> <p>Wärmerückgewinnung</p> <p>Kondensatableiter</p> <p>Leckagenberechnung</p>
Wichtige Ausgabedaten	Einsparung in kWh p. a.
Hinterlegte Daten	Berechnungsformeln für die einzelnen Optimierungsmaßnahmen

**SOTEA**

Tool	SOTEA
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	<a href="http://www.topmotors.ch">www.topmotors.ch</a>
Zielgruppe	Management
Firma	Energie Schweiz, herstellerunabhängig
Betroffenes Element des Motorsystems	Elektromotoren
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Grobe Berechnung des Stromverbrauchs für Motoren und Einsparpotenzial
Wichtige Eingabeparameter	Arbeitsplätze, Branche, Schichten, Elektrizitätskosten, max. elektr. Leistung, Spezialverbraucher
Wichtige Ausgabedaten	Grobabschätzung des elektrischen Verbrauchs für Antriebe und gestützt darauf eine Potenzialabschätzung für Sanierungsinvestitionen und Energie- und Kosteneinsparungsmöglichkeiten
Hinterlegte Daten	Stromverbrauchsanteil für Spezialanwendungen (Prozesswärme, Dampf, Rechenzentrum); Ersatzquote, Ausstattung mit Frequenzumrichtern

**Intelligente Motorliste ILI**

Tool	Intelligente Motorliste ILI
Veröffentlichung (Web, auf Anfrage)	<a href="http://www.topmotors.ch">www.topmotors.ch</a>
Zielgruppe	Techniker
Firma	Energie Schweiz, herstellerunabhängig
Betroffenes Element des Motorsystems	Elektromotoren und Regelung
Art des Tools (Berechnung, Datenbank)	Analyse-Instrument, Auswertung
Wichtige Eingabeparameter	Leistung, Laufzeit, Effizienz, Baujahr, Regelung
Wichtige Ausgabedaten	Analyse über Motorenbestand: Energieverbrauch nach Klassen, empfohlener Motortausch Einsparpotenzial
Hinterlegte Daten	IEC Wirkungsgrade von Motoren

## 9.4 Fazit

Die Österreichische Energieagentur konnte eine Reihe von Tools identifizieren, die sich mit Lebenszykluskostenanalyse, Einsparbewertung durch Umstieg von Motoren usw. beschäftigen. Allerdings zeigte sich, dass es kein international weit verbreitetes, herstellerunabhängiges Tool gibt. Zwei europäische Initiativen in diesem Bereich (promot.org und die Datenbank zur Auswahl hocheffizienter Motoren – Eurodeem) werden nicht mehr aktualisiert. Daten österreichischer Hersteller konnten daher nicht wie geplant in diese Tools aufgenommen werden.

Der Aufbau von unabhängigen Datenbanken und die Entwicklung von Tools ist demnach nur im Rahmen von langfristig finanzierten Projekten sinnvoll, die eine Marktverbreitung sicherstellen. Insbesondere ist bei der Entwicklung darauf zu achten, dass die Datenaktualisierung beispielsweise von Fachverbänden übernommen wird, die diese jährlich durchführen lassen.

Inhaltlich konnten insbesondere die Werkzeuge der Schweizer Initiative eine Lücke füllen. Diese zielen nicht so sehr auf Details eines einzelnen Motorsystems ab, sondern stellen das gesamte Einsparpotenzial innerhalb sämtlicher in einem Betrieb vorhandenen Motoren über grobe Abschätzungen dar. Diese rasche ökonomische Einsparbewertung soll eine genauere Beschäftigung mit diesem Thema ermöglichen.



## 10 Know-how-Transfer

Die Aktivitäten hatten einerseits zum Ziel, dass nationale Stakeholder über die Projektaktivitäten mittels Newsletter, Präsentationen und Veranstaltungen informiert werden, andererseits wurde versucht, österreichische Firmen bestmöglich in die Taskaktivitäten und bei nationalen Workshops einzubinden. Nachfolgend werden die Aktivitäten im Detail aufgelistet.

- Erstellung des Beitrags auf der energytech-Website:  
[http://energytech.at/\(de\)/iea/results.html?id=5263&menulevel1=8&menulevel2=4](http://energytech.at/(de)/iea/results.html?id=5263&menulevel1=8&menulevel2=4)
- Einrichtung einer Projektwebsite: [http://www.energyagency.at/\(de\)/projekte/implementing-agreement-2009-02.htm](http://www.energyagency.at/(de)/projekte/implementing-agreement-2009-02.htm)

### Fachartikel, Pressearbeit

- Kurzdarstellung der österreichischen Beteiligung am IEA 4E Motor-Annex im Artikel: „Die EuP Richtlinie für Motoren“, energy 1/09, S28–31 <http://www.energyagency.at/publ/energy/e1-09.htm>
- Interview und Materialien für den Artikel: „E-Motoren, Effizienz am Antriebsstrang“, A3-Volt, Ausgabe 3/2009, S28
- Kurzdarstellung der österreichischen Aktivitäten in den Konferenzunterlagen für den Motor Summit in Zürich, S 43,44, 25. bis 26. November 2008  
[http://www.motorsummit.ch/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=4&Itemid=6](http://www.motorsummit.ch/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=4&Itemid=6)

### Kontaktdatenbank

- Fortführung des Aufbaus der Kontaktdatenbank für Motorsysteme in Österreich, ca. 60 Personen, inkl. Vertriebsleiter der wichtigsten österreichischen Produktions- und Vertriebsfirmen. Derzeit liegt der Fokus auf Herstellern von Motoren und Frequenzumrichtern.

### Newsletter

- Erstellung von vier Newslettern (Feber, Oktober 2009, Mai 2010, Jänner/Feber 2011), zu den im Annex behandelten Themen

### Präsentation bei Veranstaltungen mit der Zielgruppe Energieberater und Energiemanager

- Referat „Effiziente Motorsysteme“ am BA CA Umweltberatertag mit ca. 40 Teilnehmern, Wien am 4. Juni 2009 (Präsentation im Anhang)
- Referat beim Trainingsworkshop: Steigern Sie die Energieeffizienz in Ihrer Produktion, Hotel Schloss Mühldorf, am 23. September 2010;  
[http://www.energytech.at/\(de\)/iea/results/id5729.html](http://www.energytech.at/(de)/iea/results/id5729.html)
- Referat EEMODS Konferenz "[The Energy Efficient Company Programme in Austria](#)" - *Konstantin Kulterer, Austrian Energy Agency, Austria am 15. September 2009 in Nantes, [www.eemods09.fr](http://www.eemods09.fr)*

- Referat „Die Top-Einsparmaßnahmen bei Pumpen, Ventilatoren und Druckluft“ bei der Veranstaltung: Senkung der Produktionskosten durch Steigerung der Energieeffizienz in Salzburg, 28. Oktober 2009 mit ca. 40 Teilnehmern (Produktionsfirmen, Unternehmensberater)
- Referat „Energiekosten sparen durch intelligente Energienutzung“, beim Workshop „Motorgetriebene Systeme“ der Energieinitiative für die NÖ Industrie, 3.11.2010, St. Pölten, Industriellenvereinigung, ca. 20 Personen

**Verbreitungsworkshop „Efficient Motor Driven Systems – International Developments“ am 2. März 2010 in Wien**

Zielgruppe waren Experten und Mitarbeiter von Fachfirmen mit Interesse am Thema „Effiziente Motor-technologien und -trends“. Der Schwerpunkt des Workshops lag inhaltlich auf aktuellen internationalen energieeffizienten Motortechnologien und der Identifizierung zukünftiger Trends. Basis für diese Informationen waren die Arbeitsergebnisse des IEA 4E Annex „Motor Systems“. Am Workshop nahmen Vertreter aller wichtigen Motorhersteller in Österreich teil, darüber hinaus einige Energieberater und EMSA-Mitglieder.

Die Präsentationsinhalte waren:

- Austrian Strategy for Energy Efficient Technologies, Michael Hübner, BMVIT, Österreich: Eine kurze Einführung in die österreichische Strategie zur Steigerung der Energieeffizienz. Erläuterung des systematischen Ansatzes bei Endverbrauchstechnologien und Schnittstelle Mensch.
- Electric Motor Systems Annex and International Developments, Conrad Brunner, A + B International, Schweiz: Beschreibung zu den derzeit aktuellen internationalen Standardisierungen und neuen Motortechnologien. Erläuterung von Mechanismen, die zu einer rascheren Marktdurchdringung von effizienten Technologien führen können.
- New Motor Technologies, Charles Gaisford, WSP Environment and Energy, UK: Detaillierte Beschreibung von neuen Motortechnologien auf Basis der Arbeitsergebnisse des Task G des IEA 4E Annex. Erläuterung der Bedeutung von „Motor Policy“.
- Tools for Energy Audits in Motor Driven Systems, Marcus Hofmann, Austrian Energy Agency: Präsentiert wurden die nationalen Tätigkeiten im Rahmen des klima:aktiv Programmes Energieeffiziente Betriebe. Ebenfalls angeführt wurden die Ergebnisse von durchgeführten Energieaudits in Betrieben.
- Frequency Converters for Energy Efficiency, Paul Richter, pdrive – Schneider Electric, Österreich: Aktuelle Entwicklungen im Bereich Frequenzumrichter. Der Referent gab Informationen zu möglichen Bauweisen, Systemansätzen und effizienzsteigernden Maßnahmen.
- Enforcement and Testing Standards, Hugh Falkner, Atkins, UK: Erläuterung zu der australischen E3 Testinitiative. Es wurden auch Ergebnisse der Motortests vorgestellt.

**Verbreitungs-Workshop „Chances for Green ICT and Electronics“, 5. März 2010**

Für die Aussendung der Einladung zu dieser Veranstaltung wurde ein eigener Verteiler erstellt. Angesprochen wurden nationale am Thema „Electrical Enduse Efficiency – Chances for Green ICT and Electronics in Austria“ interessierte Stakeholder. Ziel des Workshops war es, Chancen für österreichische Unternehmen durch die sich verändernden Rahmenbedingungen sowie ableitbare Themen für

zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Energieeffizienz im elektrischen Endverbrauch zu identifizieren. Insgesamt nahmen über 40 Personen am Workshop teil.

Die Präsentationsinhalte waren:

- Austrian Strategy for Energy Efficient Technologies, Michael Hübner, ExCo Representative for Austria, BMVIT, Österreich: Hübner gab eine kurze Einführung in die österreichische Strategie zur Steigerung der Energieeffizienz. Außerdem erläuterte er den systematischen Ansatz bei Endverbrauchstechnologien und Schnittstelle Mensch. Als Schlüsseltechnologien wurden Smart Infrastructures (Smart Grids & Cities), Efficient Enduse Appliances und Green ICT genannt.
- The Future of Appliance Policy – ZEAP, Hans-Paul Siderius, IEA 4E Chair, Senter Novem, Niederlande: Siderius stellte Trends in der Produktpolitik vor und gab eine kurze Vorstellung des Projektes IEA 4E mit seinen inhaltlichen Schwerpunkten. Außerdem präsentierte er die aktuellen Ergebnisse des Mapping & Benchmark Annex und das Konzept der Zero Energy Appliances.
- Policies for Efficient Electronics, Mark Ellis, MEA, IEA 4E Operating Agent, Australien: Der Vortragende gab eine kurze Präsentation über die Inhalte seines 2009 veröffentlichten Buches "Gadgets&Gigawatts": aktuelle Statistiken zu dem weiter ansteigenden Energieverbrauch in einzelnen Sektoren, wie diese abgefangen werden können und welche Rolle dabei eine gut abgestimmte Produktpolitik einnehmen kann.
- Consumption Limits on Products, Trends in Energy Star Specifications, Katherine Kaplan, Jim McMahon, EPA, USA: Inhalt der Präsentation waren Energieeffizienzinitiativen und Trends in den USA.
- Electronics for Efficient Use of Energy, Herbert Pairitsch, Infineon Technologies Austria AG: Vorgestellt wurden Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung durch Kompaktbauweise im Bereich Schaltungselektronik.
- Green ICT: Consistent Actions to reduce Energy Consumption, Martin Chaloupek, IBM Österreich GmbH: Inhalt der Präsentation war die Vorstellung der IBM Smarter Planet Initiative
- Energy Efficient Lighting Solutions, Wilfried Pohl, Bartenbach LichtLabor GmbH: Thema der Präsentation waren Energieeffizienz im Bereich Beleuchtung, neue Trends und Möglichkeiten in der Beleuchtungstechnik.
- Innovative Lighting Solutions and Control, Peter Dehoff, Zumtobel Staff GmbH: Inhalt der Präsentation war die Messung der Lichtqualität. Innovative Konzepte, wie z.B. nachrüstbare LED-Leuchten, Hybride Leuchten etc.
- Open discussion on Future Technologies and R&D Chances: Moderation Wolfgang Wimmer, ECODESIGN company.

Zusammenfassend waren die Ergebnisse des Workshops, dass ein Anstieg des Energieverbrauchs im Bereich Licht- und Klimatechnik sowie in der IKT und CE festzustellen ist. Diese Produktgruppen sollten daher im Fokus von Forschung und Entwicklung zur Steigerung der Energieeffizienz sein. Besonders wichtig ist der Standby-Verbrauch bei der Einführung neuer Technologien und Produkte.

Endbericht

Im Anschluss an diese Veranstaltung wurde in Abstimmung mit dem BMVIT ein Tagungsband erstellt. Dieser steht neben den Präsentationen und zusätzlichen Dokumenten im Internet zum Download bereit:

[http://www.energytech.at/\(de\)/results/id5964.html](http://www.energytech.at/(de)/results/id5964.html)

## 11 Zusammenfassung

Kernthema des Implementing Agreements 4E ist die Energieeffizienz von elektrischen Geräten im Bereich der Endanwender. Gegenstand der Tasks sind insbesondere elektrische Geräte/Technologien, die einen hohen Energieverbrauch und eine hohe Marktrelevanz aufweisen.

Adressiert werden unter anderem die Produktgruppen Motoren und Beleuchtung. Abgesehen von technologiespezifischen Themen werden jedoch auch Querschnittsthemen im Bereich der Energieeffizienz elektrischer Geräte behandelt, wie beispielsweise Standby-Energieverbrauch und Benchmarking/Standards für Energieeffizienz.

Derzeit beteiligen sich folgende Länder am Implementing Agreement: Australien, Dänemark, Frankreich, Kanada, Niederlande, Österreich, UK, USA, Südkorea, Südafrika und Schweiz.

Österreich nimmt innerhalb des Implementing Agreements am Annex Mapping & Benchmarking und am Annex Motorsystems teil:

Zu den vordringlichen Zielen für die österreichische Beteiligung am Annex Motorsystems zählen:

- Erhebung des Stromverbrauchs für Motorsysteme nach Branchen und Anwendungen
- Erhebung, Bündelung und Forcierung der Aktivitäten zu effizienten Motorsystemen in Österreich
- Internationale Vernetzung der relevanten Akteure
- Grundlegende Marktaufbereitung und Entwicklungsanstöße
- Information der Entwickler und Hersteller, Planer und Anwender und politischen Entscheidungsträger zu Effizienzkriterien von elektrischen Motorsystemen über Datenbanken, Leitfäden und Direktinformation
- Stärkung des österreichischen Entwicklungs- und Forschungsstandortes durch Stärkung zukunftsfähiger Technologien, sowohl angebots- als auch nachfrageseitig

Folgende wesentliche Ergebnisse konnten innerhalb der Teilnahme an den Tasks des Annex Motorsysteme erzielt werden:

Elektromotoren sind Hauptverursacher für den Stromverbrauch in Österreichs Sachgüterproduktion. Beispielsweise liegt ihr Anteil am Stromverbrauch in den Branchen Papier und Druck und Chemie bei 87 % bzw. 84 %. Der Stromverbrauch korreliert dabei insbesondere mit der Wertschöpfung. Die Stromintensität ergibt sich aus Stromverbrauch von Standmotoren pro Bruttowertschöpfung. Anhand der Trendlinie ist zu erkennen, dass die Stromintensität in den Jahren 1996 bis 2006 kontinuierlich angestiegen ist, also pro Bruttowertschöpfung immer mehr Strom für Standmotoren Anwendung findet. Dieser Wert ist in den Branchen Holzverarbeitung, Eisen- und Stahlerzeugung und Steine, Erden, Glas um über 30 % gestiegen, in den Branchen Sonstiger produzierender Bereich, Papier und Druck, Fahrzeugbau und Chemie und Petrochemie um über 15 % gesunken.

Die Abschätzung der Verkaufs- und Bestandszahlen von Elektromotoren in Österreich wurde im Rahmen dieses Projektes erstmals durchgeführt und es konnte auch auf Daten des FEEI zurückgegriffen werden. Motoren im kleinen Leistungsbereich von unter 0,75 kW machen rund 50 % der ge-

samten verkauften Motoren aus. Aufgrund der geringen Laufzeiten ist der Stromverbrauch für diese Größenklasse allerdings vernachlässigbar.

Für den Anteil hocheffizienter Motoren in Österreich konnten keine Daten erhoben werden, bzw. sind diese nicht bekannt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Anteil hocheffizienter Motoren ähnlich dem europäischen Durchschnitt und daher im Vergleich zu anderen Wirtschaftsregionen (Australien, USA) sehr gering ist (ca. 7 % eff1 (IE2) Motoren in Europa, 27 % NEMA Premium (IE3) Motoren in den USA).

Laut Angaben des FEEI lag der Anteil der verkauften Frequenzumrichter am Anteil der verkauften Standmotoren zwischen 2001 und 2007 im Durchschnitt bei ca. 30 %. Der Anteil der Frequenzumrichter wurde jedoch von Jahr zu Jahr höher. Experten für Anwendertechnologien für Frequenzumrichter schätzen das Potenzial zur Anwendung von Frequenzumrichtern auf ca. 50 % aller Anwendungen. Hier besteht daher noch Potenzial.

Bei der Modellierung des Verlaufs der installierten Motoren je Effizienzklasse in Österreich zeigte sich, dass die Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie im Bereich der Motoren zu einem sehr starken Umstieg auf IE2-Motoren führen wird. Um aber national noch höhere Einsparwerte zu erzielen, muss die vorzeitige Forcierung von IE3-Motoren erfolgen. Dadurch könnten zusätzlich rund 2,5 % des gesamten Stromverbrauchs für Standmotoren bis 2020 eingespart werden.

Die Österreichische Energieagentur war innerhalb des Projektes mit vielen Motorsystem-Herstellern in Kontakt und hat darüber hinaus viele internationale Publikationen zum Thema Effiziente Motorsysteme geprüft. Daher konnte für den österreichischen Input für den „Technischen Leitfaden Motorsysteme“ auf umfangreiche Informationen zurückgegriffen werden, die im Leitfaden zusammengefasst dargestellt wurden.

Insbesondere die Diskussion über die internationalen Standards in diesem Bereich und über die Anwendbarkeit neuer Motortechnologien (Switched-Reluctance-Motoren, Permanent Magnet Motoren, hocheffiziente Asynchronmotoren und Frequenzumrichter), die sowohl international als auch national geführt werden, konnten in den Bericht eingearbeitet werden. Außerdem zeigte sich auch, dass für den Einsatz von Motoren in Industriebetrieben, die dem Stand der Technik entsprechen, weitere Themen wie die Reparatur- und Lagerhaltungsstrategien relevant sind. Viele Motoren in Industriebetrieben werden repariert bzw. durch bereits ältere Motoren aus dem Lager ersetzt.

Die Österreichische Energieagentur leitete den Task Motor Policy und stellte innerhalb der Projektlaufzeit unter Mitarbeit aller am Annex teilnehmenden Länder einen ersten Bericht zu politischen Instrumenten im Bereich der Motorsysteme zusammen. Es zeigte sich, dass Länder mit Mindeststandards bereits einen sehr hohen Anteil an hocheffizienten Motoren am Markt aufweisen. Die Europäische Kommission begann erst während der Projektlaufzeit mit der Vorschreibung von Mindesteffizienzstandards für Motoren. Für Österreich ist es wichtig, die Erfahrungen der im Annex vertretenen Ländern, die bereits seit vielen Jahren Mindeststandards eingeführt haben, zu analysieren und gegebenenfalls von Fehlern und Erfolgen dieser Programme zu profitieren. Für die Umsetzung des Systemansatzes werden derzeit vor allem Kombinationen von Ausbildungs- und Informationsmaßnahmen und geförderten Energieaudits angewandt. Hier hat Österreich bereits einige Erfahrungen sammeln können. In Zukunft wird sich zeigen, wie diese unterschiedlichen Ansätze idealerweise kombiniert werden sollten.

Darüber hinaus konnten Kriterien für erfolgreiches Programmmanagement im Bereich Motorsysteme identifiziert werden. Die laufende Kommunikation innerhalb des Annex über Aktivitäten in allen betei-

ligten Ländern und darüber hinaus ermöglichte die entsprechende Zusammenstellung der politischen Instrumente. Ergebnisse konnten an nationale Akteure weitergeleitet werden und flossen in die Ausgestaltung von Maßnahmenvorschlägen ein.

Inhaltlich griff die Österreichische Energieagentur bei der Erstellung des Trainingsmaterials insbesondere auf Ergebnisse der nationalen Erhebungen (Motordatenbank) und auf aktuelle Entwicklungen, insbesondere der Veröffentlichung der Umsetzungsverordnung zur Ökodesign-Richtlinie für Elektromotoren und zweier IEC-Standards<sup>3</sup> zurück. Es zeigte sich, dass die neue Klassifizierung für Elektromotoren und die darauf aufbauenden Mindeststandards noch nahezu unbekannt waren. Außerdem ist es auch für viele Teilnehmer überraschend, welcher hohen Anteil die Energiekosten an den gesamten Lebenszykluskosten eines Elektromotors ausmachen. Diesbezüglich sind die Nutzer, die den Strom bezahlen, viel stärker zu sensibilisieren. Insbesondere müssen diese effiziente Motoren nachfragen, um auch die Hersteller, Vertriebsfirmen, Planer und Installateure dazu zu bewegen, die Motoren in den Anlagen einzubauen bzw. auch hocheffiziente Motoren auf Lager zu legen. Die Kooperation mit einer großen Herstellerfirma erwies sich als sehr hilfreich, um eine große Gruppe von interessierten Endanwendern zu erreichen.

Die Österreichische Energieagentur konnte eine Reihe von Tools identifizieren, die sich mit Lebenszykluskostenanalyse, Einsparbewertung durch Umstieg von Motoren usw. beschäftigen. Allerdings zeigte sich, dass es kein international weit verbreitetes, herstellerunabhängiges Tool gibt. Zwei europäische Initiativen in diesem Bereich (promot.org und die Datenbank zur Auswahl hocheffizienter Motoren – Eurodeem) werden nicht mehr aktualisiert. Daten österreichischer Hersteller konnten daher nicht wie geplant in diese Tools aufgenommen werden.

Der Aufbau von unabhängigen Datenbanken und die Entwicklung von Tools ist demnach nur im Rahmen von langfristig finanzierten Projekten sinnvoll, die eine Marktverbreitung sicherstellen. Insbesondere ist bei der Entwicklung darauf zu achten, dass die Datenaktualisierung beispielsweise von Fachverbänden übernommen wird, die diese jährlich durchführen lassen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die österreichische Teilnahme am Annex Motor Systems zu zahlreichen Vernetzungsaktivitäten geführt hat. Insbesondere die Zusammenarbeit mit dem FEEI (Fachverband für Elektro- und Elektronikindustrie) und den Herstellern erwies sich als erfolgreich. Darüber hinaus konnte das im Annex erarbeitete Wissen innerhalb eines Motorworkshops (unter Teilnahme der Annexmitglieder als Referenten), durch Newsletter und Präsentationen an österreichische Akteure auf diesem Gebiet verbreitet werden.

Inhaltlich ist die Zusammenarbeit von Ländern, die bisher vorwiegend auf Mindeststandards gesetzt haben und solchen Ländern, die einen Schwerpunkt auf Trainings- und Energieaudits gelegt haben, äußerst interessant. Hier kann Österreich wesentlich von der Zusammenarbeit mit Ländern wie bei-

---

<sup>3</sup> IEC 60034-30 (2008): Rotating electrical machines - Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code)

IEC 60034-31 (2009): Rotating electrical machines – Part 31: Guide for the selection and application of energy-efficient motors incl. Variable-speed applications, draft, 4.3.2009 (date of circulation)

spielsweise Australien oder den USA, die bereits langjährige Erfahrung bei der Umsetzung von Mindeststandards gesammelt haben, profitieren.





