



Erhöhung der Effizienz im Bereich der Umwälzpumpen in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (inklusive öffentlicher Bereich und Versorgungswirtschaft)

Beschreibung eines möglichen Förderprogramms eines Energieeffizienz-Fonds

Überarbeiteter Endbericht im Auftrag der
Hans-Böckler-Stiftung

Wuppertal,
25. Oktober 2005

bearbeitet von:

Dipl.-Ing. Gerhard Wohlauf

Dipl.-Phys. Stefan Thomas

Dr. Wolfgang Irrek

- Wuppertal Institut -

Prof. Dr. Olav Hohmeyer

- Universität Flensburg -

mit Unterstützung von:

Cand. MBA Natalia Przhevalskaya

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
im Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen
Forschungsgruppe Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
Tel. 0202/2492-164, -143, -129
Fax 0202/2492-198
Email: wolfgang.irrek@wupperinst.org,
stefan.thomas@wupperinst.org

1 Anwendungsbereich / Technologiebereich

Nach vorliegenden Schätzungen entfallen auf den Bereich der Pumpen in Europa allein etwa 30 % des Stromeinsatzes in Europa. Pumpenanwendungen in Industrie und den restlichen Verbrauchsbereichen verursachen demnach je 15 % des Gesamtverbrauchs.

Im Gegensatz zu Heizungspumpen mit einer relativ kleinen Leistung bis etwa 1 kW, bei denen Pumpe und Motor in einem Gehäuse untergebracht sind, sind bei den hier betrachteten Pumpen in Kreiselpumpenbauweise mit Normmotor (Leistungen von 0,4 bis mehreren 100 kW) Pumpe und Antriebsmotor in vielen Fällen getrennte Einheiten. Das Pumpengehäuse (Fördermedium) wird hier mit einer Gleitring- oder Stopfbuchsendichtung gegenüber dem Antriebsmotor abgedichtet. Bei den jeweiligen Antriebsmotoren handelt es sich größtenteils um Asynchron-Normmotore mit Käfigläufer. Diese Pumpen unterscheiden sich des weiteren nach ihrem Aufbau, ihrer Druckstufe (Nieder-/Hochdruck bis 16/größer 16 bar) und ihrer Einbauposition ins jeweilige Rohrnetz bzw. Versorgungssystem durch verschiedene Bauarten. So werden die sogenannten „Inline-Pumpen“ als kompakte „Pumpen-Motor-“, bzw. „Pumpe-Motor-FU-Einheiten“ bis zu einer typischen elektrischen Leistung von etwa 7,5 kW direkt ins jeweilige Rohrnetz eingebaut. „Blockpumpen“ dagegen sind Spiralgehäusepumpen in „Blockausführung“ bestehend aus Pumpe mit direkt angeflanschem Motor für horizontalen oder vertikalen Einbau¹. Währenddessen sind die größeren Kreiselpumpen vielfach als sogenannte „Norm-Grundplattenpumpen“ aufgebaut, bei denen der auf einer Grundplatte bzw. einem Bodenfundament installierte Norm-Motor mittels einer Klauenkupplung mit einer Norm-Pumpe verbunden ist. Sowohl bei den Blockpumpen wie auch bei den Grundplattenpumpen handelt es sich meist um Normpumpen nach DIN 24 255, die aufgrund ihrer genormten Abmessungen jederzeit herstellerunabhängig ausgetauscht werden können.

Aufgrund Ihres vielfältigen Anwendungsspektrums gehören einströmige/einstufige Pumpen in Norm-/Block- und Inline-Bauweise zu den verbreitetsten Arbeitsmaschinen in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung sowie im öffentlichen Bereich (inklusive der Versorgungswirtschaft). Typische Anwendungsfälle sind das Fördern von pumpfähigen Medien wie z.B. Trinkwasser, Heizöl, Benzin, Hydrauliköl, Chemikalien sowie der Wärme- und Kälte transport mittels flüssiger Medien (Wasser, Wasser-Glykol, Thermoöl usw.) sowie Abwasser. Auch das Heizwasser in größeren Heizungsanlagen in sehr großen Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden von Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industriebauten sowie in größeren Gebäuden der öffentlichen Hand wird ebenfalls vielfach durch solche Pumpen (meist in Inline-Bauweise) umgewälzt. Diese Pumpen finden sich auch in größeren Versorgungsnetzen der Klima- und Prozesskältetechnik.

¹ Ist ähnlich wie die Inlinepumpe aufgebaut, wobei Saug- u. Druckstutzen jeweils rechtwinklig zueinander liegen; bei der Inlinepumpe liegen die Rohranschlüsse dagegen in Durchgangsrichtung.

2 Zielgruppe

Firmeneigentümer und deren Vertreter (Betriebsleiter usw.) in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (inklusive öffentliche Hand). Beteiligt sind außerdem die eigenen firmeneigene Betriebsunterhaltung, das einschlägige Fachhandwerk sowie als Berater/Dienstleister Fachingenieure und Energieberater. Außerdem Hersteller von Pumpen, Hersteller von Eff1-Motoren, Frequenzumrichter inklusive des zugehörigen Fachgroßhandels.

3 Hintergrund

3.1 Marktzahlen und Bestandszahlen

Die vorliegenden **Marktzahlen** nach offizieller VDMA-Jahresstatistik 2003 weisen für die hier betrachteten Block-, Norm- und Inline-Pumpen folgende Zahlen aus:

Tab. 1: Marktdaten 2003 für Block-, Norm- und Inline-Pumpen

Bauweise	Anzahl in 1000	typische Leistung (höchste Stückzahl) in kW -(geschätzter Frequenzumrichter-Anteil ² / mittlerer Pumpenpreis)
Blockpumpen (ca. 32 %)	890,3	7,5 (< 2 % / 3.400 Eur)
Normpumpen (ca. 46 %)	1.279,8	11 (< 2 % / 4.700 Eur)
Inline-Pumpen (22 %)	612,1	2,2 (10 % / 2.700 Eur)
Summe:	2.782,2	

Der Anteil der eingesetzten Frequenzumrichter (FU) für einen drehzahlvariablen Betrieb ist insbesondere bei den Block- und Normpumpen noch sehr gering. Wirkungsgradoptimierte Motoren werden derzeit noch kaum nachgefragt (KSB 2004)³.

Mit einer angenommenen typischen mittleren Lebensdauer von ca. 80.000 bis 100.000 Stunden würde für den **Pumpenbestand** eine überschlägige Gesamtzahl von etwa 28 Mio. Pumpen in Block-, Norm- und Inlinebauweise resultieren (10-fache Marktzahl)⁴.

² Detailangaben durch KSB-Abtlg. Marktforschung im November 2004/März 2005.

³ Möglicherweise erfolgt mitunter auch ein Direktbezug des Normmotors vom Motorhersteller.

⁴ Überschlägiger Ansatz; unter Berücksichtigung von relativ hohen/d.h. maximalen jährlichen Laufzeiten. Da diese Pumpen prinzipiell reparierbar sind, dürfte die tatsächliche Pumpeneinsatzdauer vielfach über den überschlägig kalkulierten zehn Jahren liegen.

Tab. 2: Marktdaten 2003 für Block-, Norm- und Inline-Pumpen

Bauweise: (Anteil)	Anzahl in 1000	typische Leistung in kW – geschätzt - (max. FU-Anteil: geschätzt)
Blockpumpen (ca. 32 %)	8.930	5,5-7,5 (< 10 %)
Normpumpen (ca. 46 %)	12.798	5,5-11 (< 10 %)
Inline-Pumpen (ca. 22 %)	6.121	2,5-3,5 (20-25 %)
Summe:	27.822⁵	

Allerdings ist zu vermuten, dass ein großer Anteil der Pumpen in Maschinen und Anlagen eingebaut und dann exportiert wird. Auch kann es sein, dass ein Teil der in Deutschland verwendeten Pumpen nur geringe Laufzeiten aufweist, z.B. bei der nur zeitweisen Be- und Entleerung von Reaktionsbehältern.

Trotz diverser Recherchen (u.a. Anfragen beim VDMA, FG Pumpen und bei einzelnen renommierten Herstellern) konnten keine detaillierteren d.h. typen- und größenabhängigen Bestandszahlen gefunden werden. Ähnlich wie für den Bestand an RLT-Anlagen ist auch hier Datenlage für den Bestand an Pumpen eher bescheiden.

Der FU-Anteil (=Drehzahlregelindex) im Bestand kann wegen der mitunter in Eigenregie durchgeführten Nachrüstungen für die Block-/Normpumpen mit unter 10 % angesetzt werden; bei den Inline-Pumpen liegt er sicherlich etwas höher⁶.

Angaben über den geschätzten Anteil der einzelnen Bauarten von Pumpen und ihre sektoriellen Verbrauchsanteile sowie zu einzelnen Pumpendetails stammen von einzelnen Ansprechpartnern bzw. gründen auf eigenen Schätzungen und Recherchen (KSB 2004, Dimmers 2004). Bezugnehmend auf die in verschiedenen Quellen sehr hohen Verbrauchsabschätzungen für Pumpenanwendungen generell, erscheinen die o.a. überschlägig ermittelten Bestandszahlen für die Pumpen sowie die nachfolgend hochgerechneten anteiligen Verbräuche durchaus plausibel.

3.2 Ausgangssituation

Für Pumpenanwendungen in Industrie und im erweiterten GHD-Bereich (inkl. öffentlicher Bereich/Haushalte+Verkehr) ergeben sich unter Zugrundelegung von repräsentativen Verbrauchsanteilen von 70% (Industrie) bzw. von ca. 30 % (GHD-Bereich) die in der folgenden Tabelle dargestellten nennenswerten sektoriellen Stromverbräuche.

⁵ Plausibilitätskontrolle: die mittlere Leistung aus dem Gesamtverbrauch ca. 78,1 TWh/a und o.a. Pumpenzahl beträgt unter Berücksichtigung einer typischen Pu.-Laufzeit von 3.000 h/a etwa 0,936 kW.

⁶ Bestätigung von Hr. Dimmers/Fa. PumpConsult-s.a. www.pumpenberatung.de.

Tab. 3: Sektorielle Stromverbräuche

Stromverbrauch	in TWh/a
Stromverbrauch für Kreiselpumpen in Industrie/sonstigem Bereich (GHD/Haushalte mit Verkehr)	78,1
anteiliger Verbrauch für Pumpen in Industrie (70 %)	54,7
anteiliger Verbrauch für Kreiselpumpen im GHD-Bereich (30%)	23,4

Der o.a. geschätzte industrielle Pumpenverbrauchsanteil wird auch durch die zurückliegende „Ikarus-Untersuchung“ bestätigt, nach der Pumpen im Industriebereich etwa ein Drittel dieses Sektors (ca. 240,8 TWh/a; in 2002) also etwa 80 TWh/a verbrauchen⁸. Auf die einstufigen/einströmigen Kreiselpumpen entfällt im Industriebereich ein geschätzter Anteil von etwa 60–70 %.

Wie bei den Heizungs- und Warmwasser-Umwälzpumpen liegen auch im Bereich der im Kleinverbrauchssektor (Gewerbe/Handel/öffentlicher Bereich) und in der Industrie eingesetzten zahlreichen Kreiselpumpen merkliche wirtschaftliche Stromeinsparpotentiale. Nach Expertenaussagen betragen sie wenigstens 30 % (Dimmers 2001)⁹. Diese Aussagen decken sich mit einer weiteren Quelle (EU-Studie), die im industriellen Pumpenbereich ebenfalls ein Einsparpotential von 30-35 % zuschreibt¹⁰.

Im Einzelfalle ergeben sich durch weitere Systemoptimierung (z.B. bedarfsabhängiger drehzahlvariabler Betrieb) noch höhere Einsparungen; diese liegen im Einzelfalle durchaus im Bereich von 50-70 % (ZVEI 1999, ZVEI 2001, BfE 2002, LfU 2004, VDMA 2004).

Vor allem wegen der auch hier anzutreffenden Überdimensionierungen, vielfach im Laufe der Nutzung eingetretener Nutzungsänderungen sowie einem häufigen Betrieb bei Teillast finden sich hier deutliche und aufgrund mitunter hohen typischen jährlichen Betriebszeiten (t_B : 4000-5000 h/a) meist sehr wirtschaftliche Einsparpotentiale. Vor allem durch den inzwischen tausendfach bewährten Frequenzumrichterbetrieb lassen sich Kreiselpumpen für einen drehzahlvariablen bedarfsabhängigen Betrieb umrüsten. Eine bedarfsabhängige Betriebsweise unter Berücksichtigung von Prozessvorgaben (Druck, Temperatur usw.) lässt sich dabei unter Zuhilfenahme von erprobten Regeltechnikkonzepten mit speziellen Kompaktreglern und Sensoren erreichen¹¹. Auch der prinzipielle Einsatz von Wirkungsgrad optimierten Motoren (Eff1-Standard) muss je-

⁷ Zum erweiterten Bereich: HGD (=Handel, Gewerbe, Dienstleistungen/vormals Kleinverbrauch) werden hierbei auch noch die einschlägigen Pumpenanwendungen in größeren Wohnbauten sowie in den Unternehmen der Versorgungswirtschaft gezählt.

⁸ Gut 2/3 des industriellen Stromverbrauchs entfallen auf Antriebe (ZVEI 1999).

⁹ Bekräftigt durch Mitteilung vom Büro PumpConsult Düsseldorf (Hr. Dimmers) im Sept. 2004.

¹⁰ Neuere EU-Studie über „Elektrische Antriebe“ und typische Einsparungen im Endbericht nachgereicht.

¹¹ Die regeltechnische Intelligenz ist vielfach im FU bzw. im jeweiligen Pumpen-Schaltgerät integriert. Am Markt werden auch „Universalregler“ angeboten, die in Verbindung mit einem „Standard-FU“ typische Drehzahlregelungen von Pumpen/Ventilatoren ermöglichen.

weils dabei vor dem Hintergrund der betrieblichen Randbedingungen (Betriebszeiten usw.) geprüft werden. Vielfach lassen sich auch Optimierungen durch Umschluss von Rohrabgängen auf benachbarte Pumpen und sonstige hydraulische Optimierungen erreichen. Während z.B. die Chemische Industrie schon auf vernetzte Überwachungs- und Diagnosesysteme zur Erhöhung der Verfügbarkeit setzt und möglichst transparente **Lebenszykluskosten** anwendet, setzen sich derartige Strategien in anderen Industriebereichen bzw. im GHD-Bereich nur sehr verhalten durch.

Als bestehende Haupthemmnisse im Bereich der Pumpenanwendungen sind anzusehen:

- Unzulängliche Betreiberkenntnisse bezüglich eines energie- und kostenoptimierten Pumpenbetriebs, oft verbunden mit einer „möglichst billig-ist ausreichend“-Mentalität (Kontroverse: Management – Betrieb);
- In Teilbereichen (Management/Betrieb) unzulängliches Problembewusstsein (z.B. Life cycle cost) bzw. mitunter nicht ausreichende Fachkompetenz hinsichtlich eines energieoptimierten Pumpenbetriebs;
- Unzulängliche Marktanreize hinsichtlich eines qualitätsgesicherten und energieoptimierten Pumpenbetriebs (...günstige industrielle Strompreise).

Diese Hemmnisse sollen mit dem Programm überwunden werden.

4 Ziel

Ziel dieses Programmbausteins ist es, die im Bereich der installierten Kreiselpumpen schlummernden Stromsparpotentiale zusammen mit naheliegenden Systemoptimierungen der Anlagen (Hydraulik, Regeltechnik usw.) in möglichst praxisnaher Weise zu erschließen und nachhaltig umzusetzen. Eine wichtige Rolle kommt hierbei der Minimierung der „Lebenszykluskosten“ dieser vielfältigen Pumpenanwendungen zu.

Eine nachhaltige Reduzierung des Energieeinsatzes im Bereich der vielfältigen Pumpenanwendungen wirkt sich neben den positiven Klimaschutzeffekten über reduzierte Betriebskosten auch deutlich positiv auf das Betriebsergebnis der Industrie sowie die weiteren Nutzergruppen (GHD, öffentliche Hand, Industrie) aus.

5 Beschreibung des Vorschlags, Hauptakteur

5.1 Bezugseinheit und Maßnahmenvorschlag

Als kalkulatorische **Bezugseinheit** wurde eine „**Kreiselpumpe**“ (Baugröße: 50-200 mit Leistungsaufnahme: 5,5 kW) für die typischen Anwendungsbereiche: KMU (GHD)/öffentlicher Bereich/Industrie sowie folgendes für alle drei Pumpenbauarten repräsentative **Maßnahmenpaket** gewählt:

- Kreiselpumpe mit Eff1-Motor und integriertem/externem Frequenzumrichter (FU) und 5,5 kW Leistung – Mehrkosten: KMU/öff. Bereich: 2000 Euro; Industrie: 3000 Euro
Stromeinsparung pro Pumpe: **ca. 8.800 kWh/a**
- 1/10 anteiliger FU-Schaltschrank und 4/10 anteilige Frequenzumrichter à 5,5 kW zur bedarfsweisen Nachrüstung für den drehzahlgeregelten Betrieb vorhandener Pumpen mit 5,5 kW - anteilige Mehrkosten: **1200 Euro** die anteilige Stromeinsparung beträgt **ca. 3.400 kWh/a**
- 1/10 anteilige Antriebseinheit bestehend aus einem Drehstrom-Normmotor (Eff1-Motor) und integriertem Frequenzumrichter zur stufenlosen Drehzahlverstellung (5,5 kW)
- anteilige Mehrkosten: **400 Euro** / anteilige Stromeinsparung: **ca. 900 kWh/a**

Die Mehrkosten pro jeweiliger Bezugseinheit liegen wegen der typisch höheren mittleren Pumpenleistungen in der Industrie mit **4.600 Euro** höher als für die beiden Anwendungssektoren KMU/öffentlicher Bereich mit je **3.600 Euro**. Die Stromeinsparung für das jeweilige „Maßnahmenpaket“ beträgt unabhängig vom Anwendungsbereich jeweils etwa **13.100 kWh/a**¹².

5.2 Finanzielle Anreize

Durch geeignete Anreize (Beratungsangebote, Energiesparchecks und Sanierungszuschüsse) sollen die **BetreiberInnen** der Pumpenanwendungen unter Berücksichtigung der jeweiligen betrieblichen Randbedingungen motiviert werden, einen möglichst effizienten Pumpenstandard zu etablieren und ggf. nahe liegende weitere Optimierungsmaßnahmen durchzuführen.

Als Anreize für eine wirkungsvolle/nachhaltige Umsetzung werden folgende Einzelprämien für Evaluierung und Beratung sowie die Investition selbst vorgeschlagen:

¹² Für diese Anwendungsbereiche wurde eine TL-Pumpe kleinerer Größe (z.B. Inline-Pumpe mit ca. 3-4 kW Leistungsaufnahme) angesetzt. Aufgrund der hier höheren typischen Laufzeit im Vergleich zur Industrie bleibt die jeweilige Einsparung dabei in etwa gleich.

Tab. 4: Anreizprämien

Detail	Bezugsgröße	Prämie in Euro
Zuschuß für Anlagenevaluierung bis max. 10 angefangene Pumpen (Austausch-/Optimierungsvorschlag)	Pro angefangene 10 Pumpen	500,-
Zuschuss für Investition in die Optimierung	Pro Pumpe	600,-
Zuschuß für Abschlussgespräch / Einzelberatung (mit Erfassung erfolgter Austauschmaßnahmen)	Pro angefangene 10 Pumpen	300,-
Summe pro oben definiertes Maßnahmenpaket	Maßnahmenpaket	1000,-

Die Prämien werden nach erfolgter Umsetzung auf Vorlage eines schriftlichen Nachweises (Rechnung des Handwerkers und Kontoauszug) vom **BAFA oder einem anderen nach Ausschreibung ausgewählten Akteur, z.B. der DIHK mit ihrem Netzwerk dezentraler IHKs oder der Energiewirtschaft, an den/die AnlagenbetreiberIn bzw. GebäudeeigentümerIn** ausgezahlt.

Die stichprobenweise Nachprüfung durch regional bestellte weitere Treuhänder (Sachverständige, Energieberater der Handwerkskammer/Vertreter der Landesfachverbände usw.) bleibt vorbehalten.

Zum Erfolgsnachweis und zur Qualitätssicherung der erfolgten Optimierungsmaßnahmen wird eine Dokumentation der wichtigsten Bestands- und Auslegungsdaten der Pumpensanierung sowie der vorgeschlagenen/durchgeführten weiteren Optimierungsmaßnahmen durch den Berater bzw. durch die jeweilige ausführenden Firma (bzw. eigenen Kräfte) vorgeschlagen.

Die **zweite Rate** des Beraterhonorars soll an die **erfolgte Umsetzung** von zumindest 50 % der vorgeschlagenen Einsparpotenziale gekoppelt werden.

5.3 Weitere Programmbestandteile

Folgende weiteren Programmbestandteile sind **integriert mit dem Zuschussangebot erforderlich**, um das Programm zu einem Erfolg zu führen:

1. Kooperation mit DIHK, Ingenieurkammern sowie Handwerks- und Architektenkammern für eine **Motivationskampagne** unter dem Großhandel, IngenieurInnen, Heizungs- und Sanitärhandwerkern sowie ggf. ArchitektInnen;
2. eine **Motivations- und Marketing-Kampagne** für AnlagenbetreiberInnen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, (private und kommunale) GebäudeeigentümerInnen, insbesondere Wohnungsbaugesellschaften, in Zusammenarbeit mit BDI, DIHK und Städtetag, Städte- und Gemeindebund, Landkreistag; diese soll mit den bestehenden einschlägigen Kampagnen wie **MotorChallenge** bzw. mit der **dena-**

- Kampagne** „Energieeffiziente Systeme in Industrie und Gewerbe“ abgestimmt werden;
3. In diesem Zusammenhang sollten **Datenbanken** effizienter Umwälzpumpen mit einem **Lebenszykluskostenrechner** auf dem Internet bereit gestellt werden;
 4. ggf. **Demo-Projekte** als Basis für weitere Verbreitung;
 5. Einführung, ggf. auch Erarbeitung eines **Leitfadens für die Analysen**;
 6. ein neues **Seminar** zur Optimierung von Umwälzpumpen für EnergiemanagerInnen, IngenieurInnen und HandwerkerInnen als Bestandteil eines bundesweiten Impulsprogramms **zur Weiterbildung**; Angebot des Seminars in den Schulungs-Stützpunkten der Hersteller, regionalen Ausbildungszentren der Fachverbände, IHKs, Handwerkskammern; das hierzu benötigte **Lehr- und Demonstrationsmaterial** sollte in enger Zusammenarbeit mit Herstellern und dem Fachgebiet Pumpen der VDMA von einem einschlägig ausgewiesenen Fachinstitut erstellt werden;
 7. ggf. zusätzliche Motivation durch **Plaketten** „Energy Saver“ oder „Energy Champion“ für erfolgreiche TeilnehmerInnen, bzw. Integration mit den EU Motor Challenge und Green Buildings Programmen.

Darüber hinaus sollten die von uns vorgeschlagenen Investitionsprämien mit einem Kredit aus den **Gebäudemodernisierungs-, Klimaschutz- und den Umweltprogrammen der KfW** für den Mittelstand und die Kommunen **kombinierbar** sein. Das würde die Wirkung beider Instrumente – Programm des Energieeffizienz-Fonds und KfW-Programme – wechselseitig verstärken.

5.4 Hauptakteur(e)

Für die **Prämienauszahlung** kommt, wie bereits genannt, das BAFA oder ein anderer nach Ausschreibung ausgewählter Akteur, z.B. die DIHK mit ihrem Netzwerk dezentraler IHKs oder die Energiewirtschaft in Frage. Letztere beiden Akteure könnten auch die Umsetzung weiterer Programmelemente übernehmen oder unterstützen, insbesondere die Verbreitung von Leitfaden, Schulungen (DIHK), Plaketten und der Motivations- und Marketing-Kampagne für AnlagenbetreiberInnen und GebäudeeigentümerInnen. Die Energiewirtschaft könnte Demonstrationsprojekte unterstützen.

Für die **Motivations-, Informations- und Weiterbildungselemente** könnte andererseits auch die dena die Federführung übernehmen, in Kooperation mit regionalen und lokalen Energieagenturen, Handwerkskammern, Ingenieur- und Architektenkammern, DIHK, kommunalen Spitzenverbänden und der Energiewirtschaft.

Die **übergreifende Koordination** des Programms mit der Beauftragung und Supervision der genannten Hauptakteure sollte beim Energieeffizienz-Fonds liegen. Auch die übergreifende Koordination der Kooperation mit den verschiedenen Verbänden sollte der Fonds selbst in die Wege leiten, die Detailarbeit kann dann aber von den beauftragten ProjektleiterInnen der Programmelemente übernommen werden.

Wichtig ist dabei, die Akteure **gemeinsam und abgestimmt für die Programme zu Lüftungsanlagen, Umwälzpumpen und Beleuchtungsanlagen** für Industrie, GHD-Sektor und öffentlichen Sektor anzusprechen und auszuwählen.

6 MarktpartnerInnen / KooperationspartnerInnen

Direkte Marktpartner sind das einschlägige Fachhandwerk sowie als Berater/Dienstleister Fachingenieure und Fachberater für die unabhängige Analyse und Begleitung (Erfolgskontrolle). Außerdem Hersteller von Kreiselpumpen und der weiteren Komponenten wie Eff1-Motoren, Frequenzumrichter (inklusive Peripherie) sowie der zugehörige Fachgroßhandel.

Begleitet wird das Einzelprogramm durch eine einschlägige **Marketing-Kampagne**; dies soll mit den bestehenden einschlägigen Kampagnen von **dena usw.** abgestimmt werden (s.o.). Darüberhinaus können die einschlägigen Mitarbeiter von Energieagenturen, sowie die Energieberater der Industrie- und Handelskammern in diese Marketing-Kampagne eingebunden werden. Die Kammern sind auch für die Schulungen ein wichtiger Partner. Diese Maßnahmen könnten durch eine entsprechende **Internetpräsentation** sowie regionale **Auftakt-Workshops** – am besten bei einschlägigen „**best practice**“-Akteuren vor Ort - unterstützt werden (EA NRW 2003).

7 Laufzeit

Die Laufzeit dieses Bausteins beträgt zunächst drei Jahre, von 2006 bis 2008; nach der Hälfte der Laufzeit halten wir eine Zwischenevaluierung u.a. mit Überprüfung der Anreizprämien für sinnvoll. Aus unserer Sicht sollte ein derartiges Programm über einen mehrjährigen Zeitraum gehen, damit unter Berücksichtigung einer gewissen Anlaufphase (Informationskampagne, Etablierung der Beratung usw.) ausreichend Zeit für die eigentliche Umsetzung besteht. Im Rahmen der Zwischenevaluierung sollte über eine Verlängerung des Programms nachgedacht werden.

Die Programmentwickler gehen davon aus, dass die innerhalb des Programmbausteines entwickelten Erkenntnisse für eine nachhaltige Qualitätssicherung für die entsprechenden Pumpenanwendungen sich schon innerhalb des Umsetzungszeitraums des Programmes bei den Schlüsselakteuren (AnlagenbetreiberInnen, Großhandel, PlanerInnen, Handwerk) etablieren und sich daher auch nach dem offiziellen Ende des Programmes weiter auszahlen.

8 Geschätzte Energieeinsparung und CO₂-Minderung

Der derzeitige Stromverbrauch für den Betrieb dieser ca. 27,8 Millionen Kreiselpumpen beträgt etwa **78,1 TWh/a**, was einer Kraftwerks-Grundlast (mit 7.500 Benutzungsstunden pro Jahr) von ca. **10.400 MW** entspricht. Dieser Stromverbrauch verursacht eine jährliche CO₂-Emission von ca. 59,9 Millionen t/Jahr. Das hier schlummernde 30%-ige

Mindesteinsparpotential beträgt **ca. 23,4 TWh** (ca. 3.120 MW Grundlast); damit ist eine CO₂-Entlastung von ca. 18,0 Millionen t/a erreichbar.

Bei entsprechenden gemeinsamen Anstrengungen aller Beteiligten – einer „**konzertierten Aktion Pumpeneffizienz**“ – kann dieses in einem Zeitraum von 10-12 Jahren mindestens zur Hälfte erschlossen werden.

Aufgrund der unklaren Bestandszahlen schätzen wir, dass **jährlich 120.000 Maßnahmenpakete** durch das Programm gefördert werden. Da der frequenzumrichter schon einen gewissen Marktanteil erreicht hat, setzen wir den Mitnehmeranteil mit 1/3 an. Allerdings bewirkt das Programm durch seinen umfassenden Ansatz und die attraktive Prämien eine deutliche Markttransformation, so dass nach Programmende gegenüber dem Trend jährlich 120.000 Maßnahmenpakete zusätzlich realisiert werden.

Die Annahmen zu den **Einsparungen pro Maßnahmenpaket** wurden bereits zuvor erläutert.

Tab. 5: Endenergieeinsparung und CO₂-Minderung durch das UP 3-Programm

Jahr	Strom (GWh)	Gas (GWh)	Fernwärme (GWh)	leichtes Heizöl (GWh)	schweres Heizöl (GWh)	Kohle (GWh)	Summe Wärme (GWh)
2006	1.048	0	0	0	0	0	0
2007	2.096	0	0	0	0	0	0
2008	3.144	0	0	0	0	0	0
2009	1.179	0	0	0	0	0	0
2010	6.288	0	0	0	0	0	0
2011	7.860	0	0	0	0	0	0
2012	9.432	0	0	0	0	0	0
2013	11.004	0	0	0	0	0	0
2014	11.004	0	0	0	0	0	0
2015	11.004	0	0	0	0	0	0

Quelle: Eigene Berechnungen des Wuppertal Instituts

Durch die Energieeinsparungen werden insgesamt über die Nutzungsdauer der Einsparmaßnahmen die Emissionen um rund 79 Mio. t CO₂-Äquivalente und den Stromverbrauch um 132 TWh reduziert.

9 Geschätzter Finanzierungsbedarf und wirtschaftlicher Nutzen

Die Annahmen zu den Investitionskosten und Zuschüssen pro Maßnahmenpaket wurden bereits zuvor erläutert. Die gesamten Investitionen und Prämienzahlungen ergeben sich daher durch Multiplikation mit der geschätzten Zahl der Maßnahmenpakete.

Hinzu kommen folgende Programmkosten:

- Kosten für die Antragsprüfung und Auszahlung von etwa 90 Euro pro Maßnahmenpaket;

- Anteilige Kosten für die Motivations- und Informationskampagnen (gemeinsam mit anderen Programmbausteinen zu Lüftung und Beleuchtung) von etwa 0,7 Mio. Euro pro Jahr;
- Kosten für die Entwicklung, Koordination und Pflege der Informationsinstrumente wie Datenbanken, Leitfaden, Schulungsseminare etc. von rund 0,3 Mio. Euro pro Jahr;
- Sowie die Kosten für einen Programmmanager (80.000 Euro pro Jahr) und die laufende Evaluierung (150.000 Euro pro Jahr).

Insgesamt ergeben sich damit Programmkosten von etwa 12 Mio. Euro pro Jahr.

Weiterhin wird angenommen, dass durch die Wirkung des Programms und den technischen Fortschritt die Mehrkosten des typischen Maßnahmenpakets am Ende des Programms auf 3150 Euro für die Industrie und 2700 Euro für die übrigen Bereiche gefallen sind. Dieser Wert wird für die Analyse der fünf auf das Programm folgenden Jahre angesetzt.

Mit den zuvor genannten Energieeinsparungen pro Maßnahmenpaket, der Zahl der geförderten bzw. zusätzlichen Maßnahmenpakete und den allgemeinen wirtschaftlichen Rahmendaten kann der wirtschaftliche Nutzen berechnet werden. Er übersteigt die Kosten sowohl aus Perspektive der Volkswirtschaft (Spalte „vermiedene Grenzkosten“ in der folgenden Tabelle) als auch aus Sicht der TeilnehmerInnen deutlich (Spalte „eingesparte Energiekosten“).

Tab. 6: Benötigte Fondsmittel sowie einzel- und volkswirtschaftliche Wirkungen des UP 3-Programms

Jahr	Monetäre Anreize (Mio. EUR)	Programm-kosten (Mio. EUR)	Benötigte Fondsmittel (Mio. EUR)	Induzierte Investitionen (Mio. EUR)	Vermiedene Grenzkosten (Mio. EUR)	Eingesparte Energiekosten (Mio. EUR)
2006	120,0	12,0	132,0	348,0	66,2	73,5
2007	120,0	12,0	132,0	348,0	132,3	147,0
2008	120,0	12,0	132,0	348,0	198,5	220,5
2009	0,0	0,0	0,0	364,5	297,7	330,7
2010	0,0	0,0	0,0	364,5	396,9	440,9
2011	0,0	0,0	0,0	364,5	496,2	551,2
2012	0,0	0,0	0,0	364,5	595,4	661,4
2013	0,0	0,0	0,0	364,5	694,6	771,7
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	694,6	771,7
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	694,6	771,7
Barwert über Nutzungsdauer (15 Jahre)	346	35	381	2.505	5.625	6.249
Volkswirtschaftlicher Nutzen-Kosten-Test						2,22
Nutzen-Kosten-Test aus der Perspektive der Programm-TeilnehmerInnen						2,90
Mittlere statische Amortisationszeit in Jahren aus Sicht der Programm-TeilnehmerInnen						3,10

Quelle: Eigene Berechnungen des Wuppertal Instituts

10 Auswirkungen auf das Geschlechterverhältnis

Auswirkungen auf das Geschlechterverhältnis konnten nicht im Detail geprüft werden, sind aber auf den ersten Blick nicht erkennbar.

11 Auswirkungen auf die Energiewirtschaft und die Energieeffizienz-Wirtschaft - Arbeitsplätze, Innovationspotential und Ausstrahlung

Mit Hilfe des Programms kann ein Marktdurchbruch hinsichtlich einer schnelleren Etablierung von effizienterer Pumpentechnik sowie eine Erhöhung der Gesamteffizienz der Industrieproduktion und Dienstleistungen erzielt werden. Dies wird desweiteren einen Beitrag zur Kostendegression bei den Pumpenherstellkosten und beim Einsatzes der weiteren Effizienz-Technologien (Frequenzumrichter/Eff1-Motore/Regeltechnik usw.) leisten. Der mit dem Baustein ausgelöste KnowHow-Zuwachs wird darüber hinaus auch einen Beitrag zur Kostendegression bei den Transaktionskosten des Einsatzes energieeffizienter Technologien und Dienstleistungen auslösen.

Die mit dem Baustein ausgelösten maximalen Marktanteils- bzw. Potentialausschöpfungsraten können während eines Zeitraumes von etwa 10 Jahren mit etwa 50 % angegeben werden.

Synergieeffekte ergeben sich dabei zu weiteren laufenden Kampagnen und Programmen – z.B. MotorChallenge (Europ. Kupferinstitut) und entsprechende dena-Kampagne „Energieeffiziente Systeme in Industrie und Gewerbe“, KfW-Umweltprogramme.

Mit den Wirkungen auf den Markt werden auch die Investitionskosten und Transaktionskosten für die energieeffiziente Optimierung von Pumpen in der Industrie verringert.

Der mit dem Baustein ausgelöste KnowHow-Zuwachs und die Zuschüsse sowie die Kostendegression bei den Transaktionskosten werden u.E. auch die Anbieter von Energiedienstleistungen (Contractingunternehmen, Energieversorgungsunternehmen usw.) neu motivieren. Aufgrund des Erfahrungsgewinns aller beteiligten Akteure innerhalb der dreijährigen Projektlaufzeit und angesichts der lukrativen Stromsparmöglichkeiten dürften zunehmend neue Energiedienstleistungsangebote wie „Pumpentausch und Hydraulikoptimierung“ insbesondere auch für die Betreiber in Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen usw. leichter kalkulierbar und damit höchst wirtschaftlich umsetzbar werden.

Tab. 7: Arbeitsplatzeffekte des UP 3-Programms in Personenjahren (2000) während der gesamten Laufzeit

	Pers. Jahre 2000
Nettoeffekte	
Summen der I-O-Effekte	30.144
Summen der Multiplikatoreffekte	4.130
Summe der Gesamteffekte	34.275
Gesamteffekt pro Jahr (25a)	1.371
Gesamteffekt pro GWh	0,26
Gesamteffekt pro Mill. Euro Nachfrageverschiebung	3,70
Neue Nachfrage	
Summen der I-O-Effekte	40.960
Summen der Multiplikatoreffekte	27.004
Summe der Gesamteffekte	67.963
Verdrängte Nachfrage	
Summen der I-O-Effekte	-98.857
Summen der Multiplikatoreffekte	-71.480
Summe der Gesamteffekte	-170.337
Verbleibender Konsum (Delta)	
Summen der I-O-Effekte	88.042
Summen der Multiplikatoreffekte	48.607
Summe der Gesamteffekte	136.649

Quelle: Eigene Berechnungen von Prof. Dr. Olav Hohmeyer

12 Weiterführende Perspektiven

Über die Marktveränderungen in Deutschland hinaus ergeben sich erhöhte Marktchancen durch erprobte und bewährte Effizienztechnologien, was sicherlich u.a. auch eine erhöhte Nachfrage aus dem Bereich der EU 25-Länder sowie aus Osteuropa, Entwicklungs- und Schwellenländern mit derzeit meist geringerer Pumpeneffizienz auslösen wird. Desweiteren erfolgt eine Sensibilisierung bei Herstellern und Betreibern hinsichtlich nachhaltiger Energienutzung mit der Etablierung weiterer „best-practice-Lösungen“ im Bestand.

13 Umsetzungsschritte

In Hinblick auf eine praxisnahe Umsetzung dieses Bausteins ist der Austausch mit den beteiligten Akteuren über die allgemeine Strategie und die Details der Umsetzung unter Einbeziehung vorliegender Erfahrungen unverzichtbar.

Die Programmelemente sind auf Basis dieser Vorgespräche und weiterer Analysen zu detaillieren. Dabei ist eine Verzahnung mit den Programmbausteinen zu Umwälzpumpen für Ein-/Zweifamilienhäuser bzw. Etagenheizungen einerseits und Lüftung sowie Beleuchtung für die Sektoren Industrie, GHD und öffentlicher Bereich andererseits sicher zu stellen.

Parallel zu diesen Vorarbeiten ist in Abstimmung mit den Programmen zu Umwälzpumpen und Beleuchtung der Hauptakteur für die Auszahlung der Prämien auszuwählen, ggf. durch Ausschreibung.

Auch für die Koordination der Informations-, Motivations- und Weiterbildungsangebote ist ein Hauptakteur auszuwählen. Des Weiteren ist vor Programmstart die Erstellung von kommentierten Erhebungs- und Bewertungsunterlagen, Datenbanken effizienter Lüftungsgeräte und Ventilatoren, Schulungsmaterialien etc. für die Umsetzung dringend notwendig.

Auch die Evaluierung sollte bereits vorab vorbereitet werden, indem die Voraussetzungen zur Erfassung der relevanten Daten geschaffen werden.

14 Quellen

Biral 2002: Umwälzpumpen für Heizung, Lüftung, Klima (Pumpendaten u. Preisliste). Biral AG, CH-3110 Münsingen (Bezug: Biral GmbH, 72108 Rottenburg am Neckar)

Dimmers 2001: Geld spart nur, wer Lebenszykluskosten senkt – Dreifacher Kaufpreis kann sich in zwei Jahren amortisieren. Beitrag von Th. Dimmers, c/o Pump Consult Düsseldorf, 42781 Haan in Industrieanzeiger 1-2, 2001 - s.a. www.pumpenberatung.de

BfE 2002: Einsparpotential an elektrischer Energie bei Motoren und Antrieben in der Lonza. Hg.: Bundesamt für Energie, Bern-Schweiz, Okt. 2002 - s.a. www.electricity-research.ch

EA NRW 2003: Reise zu energieintensiven Unternehmen am 02.03.2003 - Pressemappe mit diversen Einsparbroschüren u.a. mit Bröschüre: Zur Nachahmung empfohlen.....Sieben Unternehmen, die mit intelligenter Technik Energieverbrauch und Kosten minimieren. Hg.: Energieagentur NRW, Wuppertal, 2003

EU SAVE II-1/o Jahr: Improving the Penetration of Energy-Efficient Motor and Drives. Ed.: European Commission, Directorate-General für Transport und Energy, SAVE II Programme 2000/o. Jahr

EU SAVE II-2/o Jahr: VSDs für Electric Motor Systems. Ed.: European Commission, Directorate-General für Transport und Energy, SAVE II Programme 2000/o. Jahr

Grundfos 2002: Katalog Heizung und Industrie und Preisliste. Grundfos GmbH, 40699 Erkrath

KSB 2000: Planungshinweise: Pumpenregelung/Anlagenautomation. Hg.: KSB AG-Unternehmensbereich Pumpen-Gebäudetechnik, 91253 Pegnitz, 09.2000

- KSB 2002: Pumpenkataloge Heizung und Industrie mit/ohne Drehzahlregelung (inkl. Pumpenpreisliste). KSB AG 91253 Pegnitz- s.a. www.ksb-bs.com u. www.ksb-industry.com
- KSB 2004: Marktdaten Kreiselpumpen 2003 nach VDMA-Statistik mit weiteren Detailangaben - mitgeteilt v. KSB AG 67227 Frankenthal, Abt. T4/Marktforschung-Oktober 2004.
- LfU 2004: Klima schützen-Kosten senken/Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe. Hg.: Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 01.2004
- RAVEL 1995: Leistungsreduktion bei Umwälzpumpen-Sparpotentiale, Dimensionierungsgrundlagen, Betriebserfahrungen. Hg.: Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern-Schweiz, 1995.
- VDI 6014: Energieeinsparung durch Einsatz drehzahlregelbarer Antriebe in der TGA (in Bearbeitung/Veröffentlichung des Gründruckes (Entwurf): voraussichtl. Ende 2005)
- VDMA 1996: VDMA-Pumpentagung 1996 (Tagungsdokumentation in A4-Sammelordner). Hg.: VDMA, FG Pumpen, Frankfurt a. Main, 1996.
- VDMA 2004: Internationales Pumpenanwenderforum vom 29.-30.09.2004 in Karlsruhe - Dokumentation der Fachbeiträge (CD-ROM). Hg.: VDMA, Fachverband Pumpen und Systeme, 60528 Frankfurt am Main - s.a. www.vdma.org/pumpen
- Wilo 2004: Katalog Heizung, Klima, Kälte 2004/2005 und Austauschpiegel Heizung (08/2004) sowie Preisliste 2002, Wilo GmbH, Dortmund
- Wuppertal Institut 2003: Energiesparkonzept für die Gesamtschule Berger Feld in 45891 Gelsenkirchen - mit Grundlagenteil: Hydraulischer Abgleich und Pumpensanierung (Endbericht, unveröffentlicht). Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie. Wuppertal, 09.2003
- ZVEI 1999: Energiesparen mit elektrischen Antrieben- Einsparpotentiale in Milliardenhöhe (Broschüre). Hg.: Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., FV Elektrische Antriebe, Frankfurt a. Main, 1999
- ZVEI 2001: Elektrische Antriebe-Energiesparmotoren: Kosteneinsparung statt Regulierung (Broschüre). Hg.: Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), FV Automation/Elektrische Antriebe, Frankfurt a. Main, 2. geänd. Aufl., November 2001