



Optimierung der Heizungs- systeme und hocheffiziente Umwälzpumpen in größeren Gebäuden

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

Heizungsanlagen in Wohngebäuden mit mehr als zwei Wohneinheiten sowie in Nichtwohngebäuden von Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie sowie in Gebäuden der öffentlichen Hand (Verwaltungsgebäuden, Schulen usw.)

2 Zielgruppe

Eigentümer, deren Vertreter (Betreiber/Immobilienverwalter usw.) sowie indirekt auch die Mieter, Nutzer der o.a. Objekte in den Sektoren Haushalte, KMU und öffentliche Hand. Als Marktpartner das einschlägige Fachhandwerk, Fachingenieure und Energieberater sowie die Hersteller von Umwälzpumpen.

3 Hintergrund

3.1 Marktdaten / Angaben zum Gebäude- und Pumpenbestand

Da einigermaßen zutreffende Pumpenbestandsdaten nach Größe und Leistung in diesem Gebäudesegment fehlen, wurde die diesbezügliche Pumpenanzahl über die Zahl der Wohnungen bzw. Gebäude mit Sammelheizung und eine geschätzte mittlere Anzahl von Pumpen/Gebäude ermittelt. Während in Gebäuden mit 3 bis 10 Wohneinheiten (WE) üblicherweise sowohl Verschraubungs- als auch Flanscpumpen eingesetzt werden, dürften in Heizkreisen von Wohngebäuden mit mehr als 10 WE bzw. sonstigen Gebäuden überwiegend nur Flanscpumpen installiert sein. Bei den Boilerlade- und Warmwasserzirkulationspumpen wiederum dürften überwiegend Verschraubungspumpen installiert sein. Während die Warmwasser-Zirkulationspumpen (Benutzungszeit: ca. 5.840 h/a; maximale Abschaltung 8 h/d) einbezogen wurden, werden die Boilerladepumpen wegen ihrer relativ geringen jährlichen Laufzeiten (geschätzt: 400-800 h/a) im Einsparansatz nicht berücksichtigt.

Die vorliegenden Marktdaten 2003 für Heizungs- und Warmwasserpumpen zeigen folgendes Bild:

Tab. 1: Marktdaten 2003 für Heizungs- und Warmwasserpumpen

Pumpenart	Pumpenzahl in 1000	Anmerkung
Verschraubungspumpen (R 1/2, R 1, R 1 1/4) (davon feste Drehzahl/drehzahlgeregelt)	1.410 (1.170/240)	inklusive 45 % Warmwasser-Zirkulations-Pumpen
Flanscpumpen (DN 30 - DN 100) (davon feste Drehzahl/Elektronik m. Drehzahlregelung/mit EC-Motor)	148 (80/52/8)	inklusive 3 % Warmwasser-Zirkulations-Pumpen

Der Marktanteil der innovativen und besonders energieeffizienten EC-Pumpen bei den Pumpen mittlerer Größe (Flanschpumpen) betrug 2003 ganze 5,4 Prozent¹.

Für die weitere Programmerstellung wurde folgende Ausgangssituation über die Gebäude/Wohnungsanzahl bzw. die **resultierende Pumpenzahl** zugrundegelegt.

Tab. 2: Gebäude/ Wohnungs- und Pumpenanzahl

	Anzahl in 1000
Anzahl der Gebäude > 3 WE Anzahl dieser Gebäude mit Sammel-Hzg.	3.006 2.733
Anzahl der WE mit Sammelheizung %-Anteil vom WE-Gesamtbestand	18.646 90,9 %
Ø Anzahl WE/Gebäude – Anzahl Pu / Geb. mit 6 WE (gew.)	6,2 2 Hzg.+1 WW-Zirk.
Anzahl: Heizungspumpen in Wohngebäuden Anzahl: WW-Zirkulationspumpen in Wohngebäuden Anzahl: Heizungspumpen in Nichtwohngebäuden Anzahl: WW-Zirk in Nichtwohngebäuden (geschätzt) Summe: Heizungspumpen / WW Zirkulations-Pumpen	6.000 2.700 2.000 1.000 8.000 / 3.700

Die Gesamtzahl der betrachteten Wohngebäude (von 3 bis über 21 WE) beträgt rd. 3 Millionen. Sie verfügen über etwa 18,64 Millionen Wohneinheiten mit Sammelheizung; im Mittel sind dies 6,2 WE/pro Gebäude mit Sammelheizung. Die hier installierten Heizungspumpen können mit etwa 6 Mio. (zzgl. 2,7 Mio. Zirkulationspumpen) angegeben werden. In beheizten Nichtwohngebäuden in Gewerbe/Handel/Dienstleistungen dürften zusätzlich weitere 3 Mio. Heizungs- und Warmwasserpumpen eingebaut sein². Insgesamt ergibt sich also in diesem Anwendungsbereich eine Gesamt-Pumpenzahl von **ca. 11,3 Millionen**.

Die getroffenen Annahmen über die Pumpenanzahl in Wohngebäuden erscheinen mit Blick auf eine vorliegende Felduntersuchung mit sehr unterschiedlichen Pumpenzahlen pro Gebäude in den untersuchten Mehrfamilienhäusern vertretbar (Bach et al 1992).

3.2 Ausgangssituation:

Pumpen sind im Wohngebäuden und sonstigen beheizten Gebäuden des Kleinverbrauchssektors (inkl. den öffentlichen Liegenschaften) im Mittel 3-fach überdimensioniert (Bach et al 1992). Die bisher eingesetzten Nassläuferpumpen (Spaltrrohrbauweise) für Betrieb mit Fstdrehzahl und auch für eine drehzahlgeregelte Betriebsweise – sogenannte „Elektronikpumpen“ verfügen bauartbedingt über nur relativ gerin-

¹ Für 2004 wird ein Absatz von ca. 15.000 Pumpen erwartet.

² Mit dem Ansatz: 500 m²/Hzg.-Pu und 0,9 WW-Zirk.-Pu/Gebäude mit der im Ikarus-Teilbericht 5.28 aufgeführten Nettotonutzfläche von 910 Mio. m² und 1,111 Mio. Gebäude überschlägig ermittelt.

ge Wirkungsgrade (Spaltröhrbauweise mit herkömmlichen Asynchronmotor). Des Weiteren werden die Festdrehzahl- und auch die Elektronikpumpen vielfach auch bei abgesenkten und unterbrochenen Heizbetrieb mit voller Leistung betrieben, was zu weiteren „vermeidbaren“ Verbräuchen führt. Nach (Jagnow 2003) laufen etwa 80-90 % aller Festdrehzahlpumpen auf der obersten Drehzahlstufe; die Mehrzahl der installierten Regler und Thermostatventile sind in der Praxis nicht planmäßig eingestellt, sondern im Auslieferungszustand eingebaut.

Durch Pumpenoptimierung und hydraulischem Abgleich lassen sich in unseren Zentralheizungen im Mittel **etwa 50 %** - im Einzelfall bis zu 90 % - **elektrische Hilfsenergie** für die Wasserumwälzung einsparen. **Zusätzliche Wärmeeinsparungen** in Höhe von etwa 10-15 % ergeben sich durch geringere Wärmeverluste (reduzierte umlaufende Wassermengen) und eine verbesserte Regelbarkeit des Heizsystems (Vermeidung von über-/unterversorgten Heizkörpern) in hydraulisch abgeglichenen Heizsystemen und bei optimierter Heizungsregelung (Neueinstellung der Heizkurve usw.). Weitere Einsparungen ergeben sich in den meisten Heizungsanlagen mit zentraler Warmwasserbereitung mittels Optimierung der Erzeugung und Bereitstellung (Pumpenauslegung, Überprüfung der Boilerladezeiten, Vermeidung unnötiger Zirkulationsverluste usw.).

Die neue Generation der EC-Motorpumpen verfügt bauartbedingt über deutlich höhere Wirkungsgrade (größenabhängig: ca. 35 %, bisherige Bauart: ca. 10-15 %). Zusammen mit einer intelligenteren Pumpenregelung führt dies vor allem im dominierenden Betrieb mit Teillast zu einer effizienteren Betriebsweise und einem geringerem Einsatz an hochwertiger elektrischer Hilfsenergie. Diese Pumpentechnologie setzt sich u.a. wegen der höheren Preise am Markt allerdings nur sehr langsam durch; der Marktanteil dieser Pumpen liegt derzeit nur bei ca. 5,4 Prozent. Dazu kommt die vielfach unzulängliche Kompetenz und das mitunter mangelnde Problembewusstsein des Fachhandwerks in Verbindung mit einer zunehmenden „möglichst billig-ist gut“-Mentalität der Gebäudeeigentümer/Nutzergruppen.

Seit 2002 sind die renommierten Pumpenhersteller mit entsprechenden Pumpenneuentwicklungen mit EC-Motor in mittlerer Pumpengröße (Flanschgrößen DN 30-65) für Objekt-Wärmeleistungen/Heizkreisleistungen von ca. 20 bis 600 kW am Markt. Die Preise der Pumpen liegen abhängig von der Baugröße im Vergleich zu den herkömmlichen Elektronikpumpen um etwa **150 bis 200 Euro** (ca. 15-25 %) höher, wobei die Preisdifferenz mit zunehmender Baugröße abnimmt. Die nachfolgende Übersicht gibt einen entsprechenden Überblick (Auswahl) über das derzeitige Pumpenangebot von Einzelpumpen der zitierten Hersteller. Die Hersteller bieten auch schon meist entsprechende Doppelpumpen für Heizungen und Einzelpumpen für die Warmwasserzirkulation an.

Tab. 3: Einzelpumpen mit EC-Motoren (Auswahl)–nach Hersteller-Unterlagen 2003/2004

Fa.-Type / DN	Q _{max} in m ³ /h	H _{max} in mWs (kPa)	Leistungsauf- nahme P1 in W	Ersatz für bisherige (eigene) Pu-Type
Biral MC 10 / MC 12 (Faktor 4-Pumpe)	2	2,2 (22)	5-19/7-29	alle Fabr. bis ca. 80-100 W (nach Austauschübersicht)
Biral LXP 326/403	12	3 (30)	25-160	s. Austauschübersicht
Biral LXP 504	16	4,5 (45)	35-275	- dto. -
Grundfos M. UPE 32-120	10	12 (120)	22-345	bis UPS.../UPE 32-120
Grundfos M. UPE 40-120	14	11 (110)	25-445	bis UPS.../UPE 40-120
Grundfos M. UPE 50-60	23	5,5 (55)	32-335	bis UPS.../UPE 50-60
Wilo Stratos 30/1-12	10	12 (120)	ca. 30-300	bis TOP-S.../TOP E 30/1-10
Wilo Stratos 40/1-8	16	8 (80)	ca. 40-400	bis TOP-S.../TOP E 40/1-4
Wilo Stratos 50/1-8	16	8 (80)	ca. 30-450	bis TOP-S.../TOP E 50/1-7
Erläuterungen: Daten nach jeweiligen Herstellerangaben; Leistungsaufnahme: geschätzt Grundfos-Type: M. x = Magma x;				

Die aufgeführten Hersteller sehen als typisches Einsatzgebiet für diese Pumpentechnologie den Leistungsbereich vor allem in dem durch den Fachplaner begleiteten Objektgeschäft als aussichtsreich an.

Neben den Flanschpumpen dürften im Bereich der Mehrfamilienhäuser mit mehr als zwei Wohneinheiten jedoch auch einige Millionen der kleineren Verschraubungspumpen im Einsatz sein, z.B. in Etagenheizungen oder kleineren Mehrfamilienhäusern. Auch bei diesen Pumpen gibt es seit kurzem von mehreren Herstellern EC-Motor-Pumpen im Angebot (vgl. Programm UP1 zur Heizungsoptimierung und „Faktor 4“-Umwälzpumpen in EFH/ZFH).

Durch eine spezielle **Zuschussförderung** und eine **Nachfragebündelung** könnte in Verbindung mit einer qualifizierten Beratungsangebot „Pumpen-Check“ die Nachfrage nach diesen innovativen Pumpen deutlich gestärkt werden. Um eine mögliche hydraulische Überdimensionierung der Pumpen abzustellen, sollte ein entsprechender Förderbaustein in jedem Falle Anreize für die hydraulische Optimierung geben, damit nicht der aus vielerlei Sicht unbefriedigende „Status Quo“ auf Jahre weiter bestehen bleibt.

Als beispielhafte Initiativen zur hydraulischen Optimierung und Erhöhung der Pumpeneffizienz in Zentralheizungen soll hier die Heizungsoptimierungs-Förderung der Klimaschutzregion Hannover und das norddeutsche „Optimus-Projekt“ erwähnt werden - siehe unter: www.klimaschutz-hannover.de bzw. www.optimus-online.de.

3.3 Förderbeispiel der proKlima-Agentur Hannover

Die proKlima-Agentur im Großraum Hannover (Klimaschutzregion Hannover) fördert im Rahmen ihres Förderprogrammes „Brennwertnutzung“ seit etwa 4 Jahren drehzahlge-regelte Umwälzpumpen (Elektronikpumpen) und die obligatorische Durchführung eines hydraulischen Abgleichs im Falle einer Kesselerneuerung (Gas-Brennwertkessel ≤ 70 kW) mit den nachstehenden pauschalisierten Zuschüssen. Seit Anfang des Jahres 2004 werden des weiteren die neuen effizienteren Permanentmagnet-Pumpen (Faktor 4 Kleinpumpe/Pumpen mittlerer Leistung) ebenfalls im Rahmen der verschiedenen heiztechnischen Modernisierungsmaßnahmen pauschal gefördert. Im Baustein „Mo-dernisierung der Heizungstechnik“ werden derzeit für den Einbau effizienter Umwälz-pumpen und voreinstellbarer Thermostatventile für den hydraulischen Abgleich nach-folgend aufgeführte Zuschüsse geleistet.

Tab. 4: proKlima Förderbeiträge des Bausteins „Modernisierung der Heizungstechnik“ (Auswahl)

Detail		Förderbetrag in Euro
Optimierungspaket „Heizung“ (hydraulischer Abgleich)	pro Heizkörper	15,-
Nachrüstung von voreinstellbaren Thermostatventilen	pro Ventil	10,-
Einbau einer effizienten Umwälzpumpe <ul style="list-style-type: none"> • EC Motor-Effizienzpumpe • Gleichstrom- oder elektronisch geregelt Umwälzpumpe 	pauschal pauschal	200,- 50,-
Details der Pumpenförderung (proKlima):		
Kessel-Nennleistung < 20 kW:	maximale Pumpenleistung (P1) < 20 W	
Kessel-Nennleistung 20 bis 40 kW	maximale Pumpenleistung (P1) < 30 W	
Kessel-Nennleistung > 40 kW	minimale einstellbare Pumpenleistung(P1)<40 W	

Voraussetzung für die Gewährung der o.a. Zuschüsse für den Einbau voreinstellbarer Thermostatventile und effizienter Umwälzpumpen ist in jedem Falle innerhalb des Op-timierungspaketes Heizung die obligatorische Durchführung eines hydraulischen Ab-gleichs auf Basis einer durchzuführenden vereinfachten Wärmebedarfsrechnung mit Bestandserfassung der installierten Heizkörper und abschließendem Nachweis der Ventileinstellwerte notwendig. Während bis Ende des Jahres 2003 die Durchführung einer vereinfachten Wärmebedarfsrechnung auf Basis eines gewählten spezifischen Wärmebedarfs (z.B. 60-100 W/m²) reichte, wird seit Anfang des Jahres 2004 eine Wärmebedarfsrechnung nach einem speziellen Softwareprogramm „Hydraulischer Ab-gleich“ oder einem gleichwertigen Programm gefordert (proKlima 2003). Die Förde-

rungsbetrag wird nach formloser Voranmeldung sowie Vorlage der obligatorischen Nachweise nach Durchführung der Arbeiten an den Bauherrn ausgezahlt³.

3.4 Zusätzliche Vorgaben und Empfehlungen

Aus Sicht des Wuppertal Instituts sollten bei Umsetzung dieses Bausteins die nachfolgenden zusätzlichen Vorgaben berücksichtigt werden.

zusätzliche Vorschläge (Wuppertal-Institut):

<i>maximale Pumpenleistung bei Kessel-Nennleistung > 40 kW:</i>	<i>etwa 1 % der Kesselleistung bzw. des Wärmebedarfs</i>
<i>elektrischer Hilfsenergieverbrauch:</i>	<i>etwa 1 % (Richtwert nach Sanierung)</i>
<i>Pumpenbetrieb bei abgesenktem Heizbetrieb:</i>	<i>Betrieb mit „Minimum-Drehzahl“</i>
<i>unterbrochenem Heizbetrieb:</i>	<i>Pumpenabschaltung bzw. „Pumpe Aus“</i>

Darüber hinaus kann mit dem in nachfolgender Tabelle dargestellten flächenbezogenen Hilfsenergiebedarf $q_{d,HE}$ für die Umwälzung von Verteilnetzen in Abhängigkeit der Gebäudenutzfläche A_N und der Temperaturspreizung der Heizflächenauslegung der jeweilige elektrische Hilfsenergiebedarf überschlägig ermittelt werden. Damit steht eine weiterer spezifischer Kennwert zur Verfügung, der ohnehin schon derzeit für die nach EnEV 2001 vorgesehene Ermittlung der Anlagenaufwandszahl bestehender Heizanlagen herangezogen wird (DIN V 4701-10).

Tab. 5: Flächenbezogener Hilfsenergiebedarf $q_{d,HE}$ für die Umwälzung für 20, 15, 10 und 7 K Temperaturspreizung nach DIN V 4701-10 (01.2001)

$A_N (m^2)$	Geregelte Pumpen				Ungeregelte Pumpen			
	20 K 90/70 C	15 K 70/55 C	10 K 55/45 C	7 K 35/28 C	20 K 90/70 C	15 K 70/55 C	10 K 55/45 C	7 K 35/28 C
100	1,69	1,85	1,98	3,52	2,02	2,22	2,38	4,22
150	1,12	1,24	1,35	2,40	1,42	1,56	1,71	3,03
200	0,86	0,95	1,06	1,88	1,11	1,24	1,38	2,44
300	0,61	0,68	0,78	1,39	0,81	0,91	1,04	1,85
500	0,42	0,48	0,57	1,01	0,57	0,65	0,78	1,38
750	0,33	0,38	0,47	0,83	0,45	0,52	0,64	1,14
1.000	0,28	0,33	0,42	0,74	0,39	0,46	0,58	1,02
1.500	0,23	0,28	0,37	0,65	0,33	0,39	0,51	0,90
2.500	0,20	0,24	0,33	0,58	0,28	0,34	0,46	0,81
5.000	0,17	0,22	0,30	0,53	0,24	0,30	0,42	0,74
10.000	0,16	0,20	0,28	0,50	0,22	0,28	0,40	0,70

³ Detailauskünfte durch den zuständigen Mitarbeiter Hr. Tobias Timm im September 2004. Das erwähnte EDV-Programm „Optimierung von Heizungsanlagen-Hydraulischer Abgleich“ wurde von Hr. Timm im Rahmen seiner Diplomarbeit an der FH Braunschweig-Wolfenbüttel (Bereich: Prof. Dr. D. Wolff) erstellt.

Die o.a. spezifischen Bedarfswerte für „geregelte Pumpen“ beziehen sich auf die herkömmliche Bauweise; für die EC-Pumpen liegen diese nochmals um ca. 40 bis 50 % niedriger⁴.

4 Ziel

Ziel dieses Baustein ist es, die in diesem Gebäubebereich schlummernden Stromsparpotentiale im Bereich der installierten Umwälzpumpen von Heizungen zusammen mit nahe liegenden Optimierungen der Heizungen (Heizhydraulik mit nachfolgender Regeltechnikoptimierung) in möglichst praxisnaher Weise zu erschließen und nachhaltig umzusetzen. Insbesondere soll der EC-Motor-Pumpe zum Durchbruch verholfen werden mit dem Ziel, sie in einigen Jahren zur Standardtechnologie zu machen.

Darüber hinaus sollen auch Anreize für vielfach mögliche Optimierung der zentralen Warmwasserbereitung gegeben werden. Neben dem Fokus auf die Überprüfung/Anpassung der installierten Zirkulationspumpe fallen hierunter weitere Optimierungsschritte wie zeitoptimierte Boilerladung, optimierter Betrieb der Zirkulationsleitung unter Beachtung der jeweiligen betrieblichen und hygienischen Erfordernisse (u.a. DVGW-Vorgaben).

Als bestehende Haupthemmnisse im Bereich der Heizungstechnik sind anzusehen:

- Unzulängliche Nutzerinnenkenntnisse bezüglich eines energie- und kostenoptimierten Heizungsbetriebs, oft verbunden mit einer „möglichst billig-ist gut“-Mentalität und dem klassischen Nutzer-Investor-Dilemma (z.B. Wohnbauunternehmen/Gebäudebetreuer und Mieter)
- In Teilbereichen unzulängliche Problembewusstsein bzw. Fachkompetenz des Fachhandwerkes angesichts eines prinzipiell „gutmütigen Verhaltens“ typischer Heizungssysteme und der Schwierigkeit, die unzulänglich informierten Kunden vom Nutzen zusätzlicher Investitionen in effiziente Pumpen und hydraulische Optimierung zu überzeugen.
- Fehlende/nicht ausreichende anerkannte praxisnahe Qualitätskriterien hinsichtlich eines energieoptimierten Heizungsbetriebs (fehlender best practice-Standard, noch kein Energiepass, fehlende Angaben zum betrieblichen Jahresnutzungsgrad)
- Unzulängliche Marktanreize hinsichtlich eines qualitätsgesicherten und energieoptimierten Heizungsbetriebs.

Eine nachhaltige Reduzierung des elektrischen Hilfsenergieeinsatzes und Brennstoffeinsatzes beim Betrieb der Heizungen wirkt sich neben den positiven Klimaschutzeffekten auch deutlich über die reduzierten Betriebskosten der Heizungen auf die Mietnebenkosten aus, was vor allem den Wohnungs-Mietparteien sowie den weiteren Nutzern (GHD, öffentliche Hand, Industrie) zugute kommt.

⁴ Siehe dazu auch die einschlägigen Veröffentlichungen der Hersteller Wilo und Grundfos.

Durch individuelle Beratung und Investitionsprämien in Verbindung mit geeigneten Marketingkampagnen und einschlägigen Schulungen sollen diese Hemmnisse möglichst wirkungsvoll und nachhaltig überwunden werden.

5 Beschreibung des Vorschlags, Hauptakteur

5.1 Bezugseinheit und Maßnahmenvorschlag

Als Anreize für eine wirkungsvolle/nachhaltige Umsetzung dieses Bausteins werden in Anlehnung an die vergleichbare Hannoveraner proKlima-Konzeption folgende Einzelprämien vorgeschlagen. Die Prämien für die Umwälzpumpen orientieren sich dabei an den Preisdifferenzen zwischen Elektronikpumpen bisheriger Bauart und der EC Motor-Pumpen mittlerer Größe von **ca. 150-200 Euro**.

Als **Referenzgebäude** wurde hier ein sammelbeheiztes Gebäude mit 6 WE mit einer typischen Wohnungsgröße von 80 m² zu beheizender Fläche mit einem typischen spezifischen Wärmebedarf von ca. 200 kWh/m²*a angesetzt. Pro **Bezugseinheit (=1/2 Referenzgebäude) mit 3 WE** wurde jeweils eine Heizungspumpe mit etwa 250 W (Leistungsaufnahme) und eine halbe Zirkulationspumpe (200 Watt Leistungsaufnahme) angesetzt⁵. Nach der Optimierung (Pumpenaustausch/optimierter Betrieb usw.) beträgt pro Bezugseinheit die Stromeinsparung etwa 750 kWh/a (Heizungspumpe: 500 kWh/a; pro 0,5 Warmwasser-Zirkulationspumpen: 250 kWh/a). Darüberhinaus ergibt sich nach wohnungsweise durchgeführten hydraulischem Abgleich und nachfolgender regeltechnischer Optimierung der Gesamtanlage pro Bezugseinheit (3 WE) – ohne Berücksichtigung einer optimierten Warmwasser-Bereitstellung – eine Wärmeeinsparung von etwa 7200 kWh/a (minus 15 %). Diese Einsparung wurde unter Berücksichtigung einer typischen Beheizungsstruktur auf die einzelnen Energieträger übertragen.

Pro Bezugseinheit „**1/2 Referenzgebäude mit 3 WE** mit 1 Heizungs- und 0,5 Zirkulationspumpen (zentrale Warmwasserbereitung)“ entstehen die nachfolgend dargestellten **Sanierungsmehrkosten**. Die Hydrauliksanierung besteht im Wesentlichen aus der Durchführung einer vereinfachten Wärmebedarfsrechnung mit dem ProKlima-Programm sowie Nachrüstung bzw. Austausch von ca. 8 Thermostat-Ventilen mit Voreinstellung pro Wohneinheit (WE) in Verbindung mit einer bewussten Auswahl und Parametrierung der Umwälzpumpe sowie einer nachfolgenden regeltechnischen Optimierung⁶.

⁵ angesetzte jährliche Betriebszeit Heizungspumpen vor Sanierung: 5.500 h/a; die erreichbare mittlere Einsparung wurde mit ca. 50 % angesetzt (konservativer Ansatz)

⁶ Dazu kommen pro WE noch ein Strangreguliertventil und 0,5 Differenzdruckregler (Hydr. Abgleich).

Tab. 6: Sanierungsmehrkosten pro Bezugseinheit

Detail	Bezug	Mehrkosten in Euro
Optimierungspaket „hydraulische und regeltechnische Optimierung“ (hydraulischer Abgleich/Reglereinstellung)	pro 3 WE	1.500
Einbau einer EC Motor-Effizienzpumpe (Mehrpreis i. Vgl. zur Standardpumpe)	pro 3 WE	200,-
Optimierung der WW-Bereitstellung (Pumpenoptimierung/sonstige Optimierung)	pauschal pro 1/2 Bezugseinheit (3 WE)	100,-
Summe pro Bezugseinheit		1.800,-

Es dabei unterstellt, dass im Falle eines Pumpentausches einer Heizungs- und Zirkulationspumpe in der Gesamtkalkulation nur die entstehende Mehrkosten für den Einbau einer EC-Pumpe im Vergleich zur einer geregelten Bestandspumpe „herkömmlicher Bauart“ berücksichtigt werden⁷. Anstelle des Austausches einer Zirkulationspumpe können auch andere nahe liegende Optimierungsmaßnahmen im Bereich der Warmwasser-Bereitung gefördert werden.

5.2 Finanzielle Anreize

Pro Bezugseinheit „1/2 Referenzgebäude mit 3 WE mit 1 Heizungs- und 1 Zirkulationspumpe (zentrale Warmwasserbereitung)“ werden folgende Anreizprämien vorgeschlagen⁸:

Tab. 7: Anreizprämien

Detail	Bezug	Förderbetrag in Euro
Beratungspaket „hydraulische und regeltechnische Optimierung“ (hydraulischer Abgleich/Reglereinstellung)	pro 3 WE	200,-
Einbau einer EC Motor-Effizienzpumpe	pauschal	100,-
Optimierung der WW-Bereitstellung (Pumpenoptimierung/weitere Optimierung)	pauschal pro Anlage	50,-
Summe:		350,-

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**

⁷ Ab 25 kW Wärmeleistung ist derzeit ohnehin schon eine geregelte Umwälzpumpe vorgeschrieben.

⁸ Die maximale Anreizprämie für entsprechende Objekte im Bereich GHD (KMU), dem öffentlichen Bereich sowie der Industrie wurde mit maximal 200 Euro angesetzt.

dezentraler IHKs oder der Energiewirtschaft, an den Gebäudeeigentümer ausgezahlt.

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

Zum Erfolgsnachweis und zur Qualitätssicherung der erfolgten Optimierungsmaßnahmen wird eine Dokumentation der wichtigsten Planungsdaten mit Heizflächenauslegung, Einstellung von Thermostatventilen, Reglern, Pumpen und Ventilatorantrieben (wo vorhanden) durch die jeweilige ausführende Firma vorgeschlagen. Die in (Jagnow 2003) aufgeführten Checklisten mit Regeln für Planung, Ausführung und Nutzung sollten für die Umsetzung dieses Bausteins in jedem Falle genutzt werden. Die einschlägigen Erfahrungen der beispielhaften Heizungsoptimierungs-Förderung der Klimaschutzregion Hannover können hierfür genutzt werden (Pro Klima 2003). Weitere nutzbare Erkenntnisse zur Qualitätssicherung finden sich in (Wilo Brain 2002, Jagnow 2003) und dürften sicherlich auch durch ein weiteres einschlägiges Feldprojekt in Wilhelmshaven/Umgebung unter Federführung des Institutes für Heizungs- und Klimatechnik der FH Braunschweig-Wolfenbüttel erbracht werden (SBZ 2005)⁹.

5.3 Weitere Programmbestandteile

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

1. Kooperation mit Handwerkskammern sowie ggf. Ingenieur- und Architektenkammern für eine **Motivationskampagne** unter Heizungs- und Sanitärhandwerkern sowie ggf. ArchitektInnen und IngenieurInnen;
2. eine **Motivations- und Marketing-Kampagne** für (private und kommunale) GebäudeeignerInnen, insbesondere Wohnungsbaugesellschaften, in Zusammenarbeit mit Haus und Grund, DIHK und Städtetag, Städte- und Gemeindebund, Landkreistag; diese soll mit den bestehenden einschlägigen Kampagnen wie denen zur Einführung des Energiepasses für Gebäude 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 evtl. neues oder aktualisiertes **Seminar** zur Optimierung von Heizungshydraulik und Umwälzpumpen für HandwerkerInnen als Bestandteil eines bundesweiten Impulsprogramms **zur Weiterbildung**; Angebot des Seminars in den Schulungsstützpunkten der Hersteller, regionalen Ausbildungszentren der Fachverbände, IHKs, Handwerkskammern; das hierzu benötigte **Lehr- und Demonstrationsma-**

⁹ Siehe dazu auch: www.optimus-online.de.

terial sollte in enger Zusammenarbeit mit Herstellern und dem Fachgebiet Pumpen der VDMA von einem einschlägig ausgewiesenen Fachinstitut erstellt werden;

7. eine von den Energieagenturen durchgeführte Nachfragebündelung mit den HausbesitzerInnen und Wohnungsbaugesellschaften (Ein-/Zweifamilienhäuser) als Zielgruppe, um von Anfang an ein gewisses Marktvolumen (> 30.000) zu erreichen;
8. Aufnahme der EC-Motor-Pumpe und des hydraulischen Abgleichs als Anforderung in die Wohnungsbauförderungsrichtlinien und ggf. in Förderprogramme für effiziente Heizungen.
9. ggf. zusätzliche Motivation durch **Plaketten** „Energy Saver“ oder „Energy Champion“ für erfolgreiche TeilnehmerInnen, bzw. Integration mit dem EU Green Buildings Programm.

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 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 einerseits anbieterseitig für die Programme zur Heizungshydraulik und Pumpensanierung, andererseits zielgruppenseitig für die Programme zu Lüftungsanlagen, Umwälzpumpen und Beleuchtungsanlagen** für Industrie, GHD-Sektor und öffentlichen Sektor anzusprechen und auszuwählen.

6 MarktpartnerInnen / KooperationspartnerInnen

Als direkte Marktpartner sind die Handwerker und Hersteller angesprochen. In das Programm sind auch die weiteren Beteiligten wie Großhandel, beratende Ingenieure, freie Energieberater, Energieagenturen, Energieberatungen der Verbraucherzentralen, Handwerkskammer usw. einzubeziehen. Die Anlaufphase könnte mit regionalen Auftaktworkshops für wichtige Schlüsselakteure unterstützt werden.

Eine Erstberatung möglicher Kunden für Heizungsoptimierung und Pumpentausch könnte durch den Kaminkehrer als sachkundiger lokaler und unabhängiger Akteur gewährleistet werden¹⁰. Dies erscheint auch mit Blick auf die derzeit EU-weit diskutierte Rolle bzw. die laufende Auseinandersetzung bezüglich einer Liberalisierung der diesbezüglichen Aufgabengebiete sinnvoll¹¹. Auch die nach Art. 8 der EU-Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden ab 2006 notwendige Bewertung von Altanlagen ist in diesem Kontext zu erwähnen.

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.

Die Programmentwickler gehen davon aus, dass die innerhalb des Programmbausteines entwickelten Erkenntnisse für eine nachhaltige Qualitätssicherung von Heizungsanlagen sich schon innerhalb des Umsetzungszeitraums des Programmes bei den Schlüsselakteuren (Fachhandwerker, Kaminkehrer) etablieren, diese sich in jedem Falle aber auch noch nach dem offiziellen Ende des Programmes weiter auszahlen.

8 Geschätzte Energieeinsparung und CO₂-Minderung

Der derzeitige Stromverbrauch für den Betrieb dieser 11,7 Millionen Umwälzpumpen beträgt etwa **11,6 TWh/a**, was einer Kraftwerks-Grundlast (jährliche Benutzungstunden: 7.500 h/a) von ca. 1540 MW entspricht¹². Dieser Stromverbrauch verursacht eine jährliche CO₂-Belastung von ca. 8,9 Mio. t/a. Das hier schlummernde 50%-ige Einsparpotential beträgt **ca. 5,8 TWh** (ca. 770 MW Grundlast); es kann im Zeitraum von 10-12 Jahren umgesetzt werden.

¹⁰ Ggf. in Verbindung mit einer zusätzlichen Qualifizierung (z.B. Energieberater des Handwerks)

¹¹ Es geht nicht nur um eine einmalige Kontrolle sondern mit Blick auf weitere Sanierungsmaßnahmen (z.B. Wärmeschutz) und Nutzungsänderung (z.B. Ausbau Dachgeschoß) vorrangig um Kontinuität vor Ort und die Etablierung von weiterem unabhängigem lokalem Sachverstand.

¹² Gerechnet mit 8 Mio. Heiz.-Pu. a' 200 W (5.500 h/a) und 3,7 Mio. Zirk.-Pu. a' 120 W (5.840 h/a).

Zwar beträgt der Markt für die Flanscpumpen mittlerer Leistung nur rund 150.000 pro Jahr; jedoch werden in den Mehrfamilienhäusern in Deutschland zusätzlich jährlich mehrere 100.000 Verschraubungspumpen erneuert.

Für das Maßnahmenpaket aus hydraulischem Abgleich und Pumpenoptimierung gehen wir daher davon aus, dass das Programm in seiner Laufzeit **durchschnittlich 98.000 Maßnahmenpakete** erreicht. Davon seien 80.000 in Wohngebäuden und 18.000 in Gebäuden von GHD-Sektor (einschließlich öffentlicher Sektor) und Industrie. Dabei gehen wir davon aus, dass sich Mitnahmeeffekte einerseits und die zusätzliche Einsparung durch Spill-over-Effekte aufgrund der Information, Motivation und Weiterbildung andererseits in etwa die Waage halten; der Netto-Effekt reduziert sich auf **zusätzlich 90.000 Maßnahmenpakete**. Nach Ablauf des Programms wirken diese **Markttransformationseffekte** für mindestens weitere fünf Jahre nach und führen zum Einsatz von geschätzten zusätzlichen 160.000 EC-Pumpen jährlich; jedoch wurden keine zusätzlichen hydraulischen Sanierungen angesetzt.

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

Tab. 8: Endenergieeinsparung durch das UP 2-Programm

Jahr	Strom (GWh)	Gas (GWh)	Fernwärme (GWh)	leichtes Heizöl (GWh)	schweres Heizöl (GWh)	Kohle (GWh)	Summe Wärme (GWh)
2006	68	324	65	259	0	0	648
2007	135	648	130	518	0	0	1.296
2008	203	972	194	778	0	0	1.944
2009	323	972	194	778	0	0	1.944
2010	443	972	194	778	0	0	1.944
2011	563	972	194	778	0	0	1.944
2012	683	972	194	778	0	0	1.944
2013	803	972	194	778	0	0	1.944
2014	803	972	194	778	0	0	1.944
2015	803	972	194	778	0	0	1.944

Quelle: Eigene Berechnungen des Wuppertal Instituts

Durch die Energieeinsparungen werden insgesamt über die Nutzungsdauer der Einsparmaßnahmen die Emissionen um 11,6 Mio. t CO₂-Äquivalente, den Stromverbrauch um 9,6 TWh und den Wärmeverbrauch um 23,3 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 45 Euro pro Maßnahmenpaket;
- Anteilige Kosten für die Motivations- und Informationskampagnen (gemeinsam mit anderen Programmbausteinen zu Lüftung und Beleuchtung bzw. zur Heizung für Einfamilienhäuser) von etwa 0,9 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 5,9 Mio. Euro pro Jahr.

Mit den zuvor genannten Energieeinsparungen pro Maßnahmenpaket, der Zahl der geförderten Maßnahmenpakete und den allgemeinen wirtschaftlichen Rahmendaten kann der wirtschaftliche Nutzen berechnet werden. Er übersteigt die Kosten vor allem aus Sicht der TeilnehmerInnen deutlich (vgl. Tabelle; die Spalte „eingesparte Energiekosten“ gilt für die TeilnehmerInnen).

Tab. 9: Benötigte Fondsmittel sowie einzel- und volkswirtschaftliche Wirkungen des UP 2-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	34,3	5,9	40,2	140,0	16,7	25,5
2007	34,3	5,9	40,2	140,0	33,4	50,9
2008	34,3	5,9	40,2	140,0	50,1	76,4
2009	0,0	0,0	0,0	48,0	57,9	88,6
2010	0,0	0,0	0,0	48,0	65,7	100,8
2011	0,0	0,0	0,0	48,0	73,5	113,1
2012	0,0	0,0	0,0	48,0	81,3	125,3
2013	0,0	0,0	0,0	48,0	89,1	137,5
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	89,1	137,5
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	89,1	137,5
Barwert über Nutzungsdauer (15 Jahre)	99	17	116	601	754	1.162
Volkswirtschaftlicher Nutzen-Kosten-Test						1,22
Nutzen-Kosten-Test aus der Perspektive der Programm-TeilnehmerInnen						2,31
Mittlere statische Amortisationszeit in Jahren aus Sicht der Programm-TeilnehmerInnen						4,15

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 u.E. ein Marktdurchbruch hinsichtlich der schnelleren Etablierung der effizienteren Pumpentechnik sowie eine Erhöhung der Gesamteffizienz von Heizungsanlagen erzielt werden. Dies wird des weiteren einen Beitrag zur Kostendegression bei den Pumpenherstellkosten und beim Einsatz der weiteren Effizienz-Technologien (Armaturen/Regetechnik usw.) sowie auch bei den handwerklichen Dienstleistungen 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 mit etwa 50 % bei den EC-Motor-Pumpen mittlerer Leistung angegeben werden. Für die kleineren Pumpen und den hydraulischen Abgleich liegen sie deutlich darunter.

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 Projektlaufzeit und angesichts der lukrativen Stromsparpotentiale dürften zunehmend neue Energiedienstleistungsangebote wie „Pumpenoptimierung“ insbesondere auch für die Betreiber in Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen usw. leichter kalkulierbar und damit höchst wirtschaftlich umsetzbar werden.

Tab. 10: Arbeitsplatzeffekte des UP 2-Programms in Personenjahren (2000) während der gesamten Laufzeit

	Pers. Jahre 2000
Nettoeffekte	
Summen der I-O-Effekte	8.582
Summen der Multiplikatoreffekte	3.110
Summe der Gesamteffekte	11.692
Gesamteffekt pro Jahr (25a)	468
Gesamteffekt pro GWh	0,35
Gesamteffekt pro Mill. Euro Nachfrageverschiebung	7,09
Neue Nachfrage	
Summen der I-O-Effekte	9.607
Summen der Multiplikatoreffekte	6.314
Summe der Gesamteffekte	15.921
Verdrängte Nachfrage	
Summen der I-O-Effekte	-14.495
Summen der Multiplikatoreffekte	-10.640
Summe der Gesamteffekte	-25.136
Verbleibender Konsum (Delta)	
Summen der I-O-Effekte	13.470
Summen der Multiplikatoreffekte	7.437
Summe der Gesamteffekte	20.906

Quelle: Eigene Berechnungen von Prof. Dr. Olav Hohmeyer

12 Weiterführende Perspektiven

Der Markt für Umwälzpumpen und hydraulische Optimierung sollte genau beobachtet werden. Wenn bei Programmende die EC-Motor-Pumpe noch nicht zur Standard geworden ist, sollte das Programm oder zumindest die Informations- und Motivationsbestandteile noch einige Jahre fortgeführt werden. Insbesondere für den hydraulischen Abgleich kann es erforderlich sein, die Förderung noch einige Jahre fortzusetzen.

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 der vorliegenden Erfahrungen von ProKlima Hannover bzw. des Optimus-Projektes 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

Bach et al 1992: CO₂-Reduzierung durch Pumpensanierung- Forschungsbericht von H. Bach, G. Eisenmann, , Kl. Neuscheler. Hg.: Forschungsgesellschaft: HLK Stuttgart mbH, Stuttgart, Juli 1992

BEW 1996: Elektrizitätsverbrauch drehzahl geregelter Umwälzpumpen-Feldmessungen 1995/96-Folgerungen. Hg.: Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Bern-Schweiz, 1996

BEW 1999: Set LEISTUNGS-GARANTIEN: Für Gas- und Ölheizungen (1) u. Heiße Tips-wie Sie jedes 6. Jahr Ihre Heizenergie gratis bekommen (2). Hg.: Das Aktionsprogramm Energie 2000) erhalten über Bundesamt für Energie (BEW), Bern-Schweiz, 1999

BfK 1988: Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen (Impulsprogramm Haustechnik 1988). Hg.: Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK), Bern-Schweiz, April 1988

BINE 2001: Stromsparende Pumpen für Heizungen und Solaranlagen. BINE-Projektinfo 13/01. BINE Informationsdienst, 53129 Bonn, 2001

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

DIN 1988: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teile 1-8 (aktuelle Fassung)

DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau - verschiedene Teile, jeweils aktuelle Fassung u.a. Teil 7 (Vornorm): Luftdichtigkeit von Bauteilen und Anschlüssen - (11/1996)

Teil 20 (Entwurf): Thermisches Verhalten von Gebäuden-Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik-Allgemeine Kriterien und Berechnungsalgorithmen

DIN 4701: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden (Teile 1-2/03.83)

DIN 4710: Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland (01.2003). Vertrieb: Beuth-Verlag, Berlin

DIN 4751: Wasserheizungsanlagen, Teile 1-3 (02.93/10.94)

DIN EN 12831: Heizungsanlagen in Gebäuden, Verfahren zur Berechnung der Normheizlast (08.2003, ab 10.2004 Ersatz für VDI 4701 Teil 1+2). Vertrieb: Beuth Verlag GmbH, Berlin

DIN EN 832: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden-Berechnung des Heizenergiebedarfs Wohngebäude (12/1998). Vertrieb: Beuth Verlag GmbH, Berlin

DIN V 4701: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen:

Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung (08. 2003)

Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung (02.2004)

PAS 1027: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand-Ergänzung zur 4701-12 Blatt 1 (02.2004)

EnEV 2001: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV). Verordnungstext v. 16. November 2001

FvSHK NRW 2002: Die wichtigsten Anforderungen der Energieeinspar-Verordnung 2002 für den Praktiker. Hg.: Fachverband Sanitär Heizung Klima NRW, Düsseldorf, Febr. 2002

FvSHK NRW 2002: Merkblatt: Stromsparen mit Pumpen. Hg.: Fachverband Sanitär-Heizung-Klima NRW und Arbeitskreis Heizungspumpen der VDMA Fachgemeinschaft Pumpen / aktual. Ausgabe 2002

Grundfos 2002: Katalog Heizung und Preisliste sowie Information: Grundfos Magma, Grundfos GmbH, 40699 Erkrath

Hersteller 2004: vertrauliche Mitteilung der Marktzahlen 2003 für Nassläufer-Umwälzpumpen im Inland durch Vertreter eines Pumpenherstellers - Angaben: o. Gewähr. November 2004

HLH 2004: Europäische Norm DIN EN 12831-Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizleistung. Beitrag von C. Fischer in HLH Bd. 55 (2004)-Nr. 9-September, Springer VDI Verlag, Düsseldorf

Jagnow 2003: Große Einsparpotentiale durch Qualitätssicherung. Beitrag in HLH Bd. 54 (2003) Nr. 10-Oktober.

Knabe/Wolff 1999: Anlagenhydraulik gewinnt an Bedeutung-Bewertungsgröße: Hydraulische Leistung. Beitrag von G. Knabe und D. Wolff in HLH Bd. 50 (1999), Nr. 1-Januar

ProKlima 2003: Handbuch zum Programm Optimierung von Heizungsanlagen/Hydraulischer Abgleich und CD-ROM: Hydraulischer Abgleich, Qualitätssicherung – Heizung - Version 3.4. erstellt von proKlima u. TWW Wolfenbüttel e.V. Hg.: proKlima Hannover, 2003

ProKlima o.Jahr: Gemeinsam Zeichen setzen - Das Projekt Klimaschutzregion Hannover stellt sich vor (Imagebroschüre/2004?): Hg.: proKlima c/o Stadtwerke Hannover/o. Jahr – Infos über www.klimaschutz-hannover.de und über Hotline: 01805-62 39 77

- RAVEL 1995: Leistungsreduktion bei Umwälzpumpen-Sparpotentiale, Dimensionierungsgrundlagen, Betriebserfahrungen. Hg.: Bundesamt für Konjunkturfragen, 3300 Bern-Schweiz, Oktober 1995.
- Recknagel/Sprenger/Schramek 2000: Taschenbuch der Heizungs- und Klimatechnik - Hg.: E. R. Schramek. Oldenbourg Verlag, 2000
- SBZ 2004: 3 Liter Wasserinhalt die entscheiden-Zirkulationssysteme sorgen für Verunsicherung. Beitrag von F.J. Heinrichs (DVGW) in SBZ Nr. 23/2004, Gentner Verlag, Stuttgart
- SBZ 2005: Energieanalyse auf dem Verbrauch-Energieeffizienz von Gebäuden und Gasbrennwertanlagen, Beitrag von D. Wolff, K. Jagnow, P. Teuber in SBZ Nr. 3/2005, Gentner-Verlag, Stuttgart
- VDI 2002: Regelung und Hydraulik in der Heiz- und Energietechnik (Referent: D. Wolff). Handbuch zum Seminar Febr. 2002 in Neu-Isenburg, VDI-Wissensforum, Düsseldorf, 2002
- VDI 2002: Regelung und Hydraulik in der Heiz- und Energietechnik (Referent: D. Wolff). Handbuch zum Seminar Febr. 2002 in Neu-Isenburg, VDI-Wissensforum, Düsseldorf, 2002
- VDI 2067: Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen, Blätter 1-4, 7, 12, 20 (jeweils aktuelle Fassung), VDI-Verlag, Düsseldorf (u.a. für Heizung, WW-Bereitung, Fernwärme, Wärmepumpen, BHKW)
- VDI 2073: Hydraulische Schaltungen in Heiz- und Raumluftechnischen Anlagen (Entwurf/11.97)
- VDMA/o. Jahr: Merkblatt über Planung und hydraulischen Abgleich von Heizungsanlagen mit thermostatischen Heizkörperventilen. Hg.: VDMA-Fachgemeinschaft Armaturen, Ffm./o. Jahr -abgedruckt in o.a. Lit.: Oventrop 1998
- Wilo 2004: Katalog Heizung, Klima, Kälte 2004/2005 und Austauschpiegel Heizung (08/2004) sowie Preisliste 2002, Wilo GmbH, Dortmund
- Wilo Brain 2002: Heizungsanlagen optimieren! Hydraulischer Abgleich, Pumpenregelung, Druckhaltung und mehr. Arbeitsbuch (A5-Format) -1. Auflage 2002, als Supplement in Wilo Brain Arbeitsmappe 2002. Vertrieb: P. Christiani GmbH & Co. KG, 78464 Konstanz
- Wolff 2002: Mitteilungen von Prof. Dr. Ing. D. Wolff (FH BS-Wolffenbüttel) anlässlich des Seminars Regelung und Hydraulik in der Heiz- und Energietechnik vom 7.-8.02.2002 in Neu-Isenburg, Veranstalter: VDI-Wissensforum, Düsseldorf, 2002
- 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
- Wuppertal Institut/Schmitz 1996: Energiegerechtes Bauen und Sanieren - Grundlagen und Beispiele für Architekten, Bauherren und Bewohner - Hg.: Bundesarchitektenkammer. Birkhäuser Verlag, Basel, 1996