

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses

Band: 90 (1999)

Heft: 24

Artikel: 53 000 elektrische Wärmepumpen in Betrieb

Autor: Baumgartner, Walter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-902018>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neue Wärmepumpenstatistik:

53 000 elektrische Wärmepumpen in Betrieb

Nach der neuen Statistik für elektrische Wärmepumpen waren Ende 1998 gesamthaft rund 53 000 Wärmepumpen in Betrieb – eingerechnet alle Heizwärmepumpen, alle Wärmepumpenboiler, alle Wärmepumpen für die Wärmerückgewinnung sowie alle Einzelraum-Wärmepumpen. Gesamthaft entsprechen diese Wärmepumpen einer total installierten thermischen Leistung von fast einem Gigawatt. Über 900 Megawattstunden Umweltwärme konnten im vergangenen Jahr so gewonnen werden. Im Vergleich zu 1990 hat sich der Bestand um fast 60% erhöht.

■ Walter Baumgartner

Neue statistische Grundlagen

Die bisherige Wärmepumpenstatistik des Bundesamtes für Energie (BFE) beruhte auf einer einfachen Kombination von halbjährlich erhobenen Absatzdaten und einer im Prinzip zweijährlich durchgeführten Bestandserhebung (mit Teilerhebungen in den Zwischenjahren). Die Absatzdaten stammen von der Arbeitsgemeinschaft Wärmepumpen (AWP) und der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS), die Bestandesdaten beruhen auf Angaben von Mitgliedswerken des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE). Da die beiden Erhebungen bezüglich der Anlagenzahl immer stärker auseinanderlagen, war es notwendig, die Grundlagen der Statistik neu zu durchdenken und, wo nötig, neue Wege zu beschreiten. Ziel war es, im Auftrag des BFE ein Erhebungssystem zu schaffen, dass nach einer Einführungsphase auch ohne einen externen Berater vom BFE selbst «bedient» werden könnte. Ab kommendem Jahr soll die neue Wärmepumpenstatistik in die Gesamtenergiestatistik des BFE integriert werden.

Die neue Wärmepumpenstatistik beruht nach wie vor auf den Erhebungen

Adresse des Autors
 Dr. Walter Baumgartner
 Basics AG
 Entscheidungsgrundlagen für Politik und
 Wirtschaft
 Beckenhofstrasse 16
 8035 Zürich
 E-Mail w.baumgartner@basics.ch

von AWP und FWS sowie einer Bestandserhebung des VSE, die nun aber nur noch alle fünf Jahre durchgeführt wird. Beide Erhebungen wurden einer «sanften Renovation» unterzogen: Die Erhebungen von AWP und FWS wurden einerseits inhaltlich etwas gestrafft, andererseits bei den Leistungskategorien verfeinert. Seit Anfang dieses Jahres werden die Absatzdaten nach diesem neuen Raster erhoben. Demgegenüber wurde der Fragebogen der VSE-Erhebung etwas erweitert, um eine bessere Hochrechnung zu erlauben. Insbesondere wurde auch nach Bestandsveränderungen gefragt, denn diese sind erfahrungsgemäss am genauesten bekannt. Bereits konnte für die Ermittlung des Bestandes per 31. Dezember 1998 eine Erhebung mit dem neuen Fragebogen durchgeführt werden.

Die ursprüngliche Idee war, den aus den Absatzdaten ermittelten Bestand mit dem Bestand aus der VSE-Erhebung zu kalibrieren. Dies erwies sich aber als überflüssig, indem die Resultate bei jenen Wärmepumpentypen, wo man die Zahlen wirklich direkt miteinander vergleichen darf, praktisch identisch sind. Damit können die beiden Erhebungen unabhängig voneinander bestehen bleiben: Die eine dient als Test/Bestätigung der anderen.

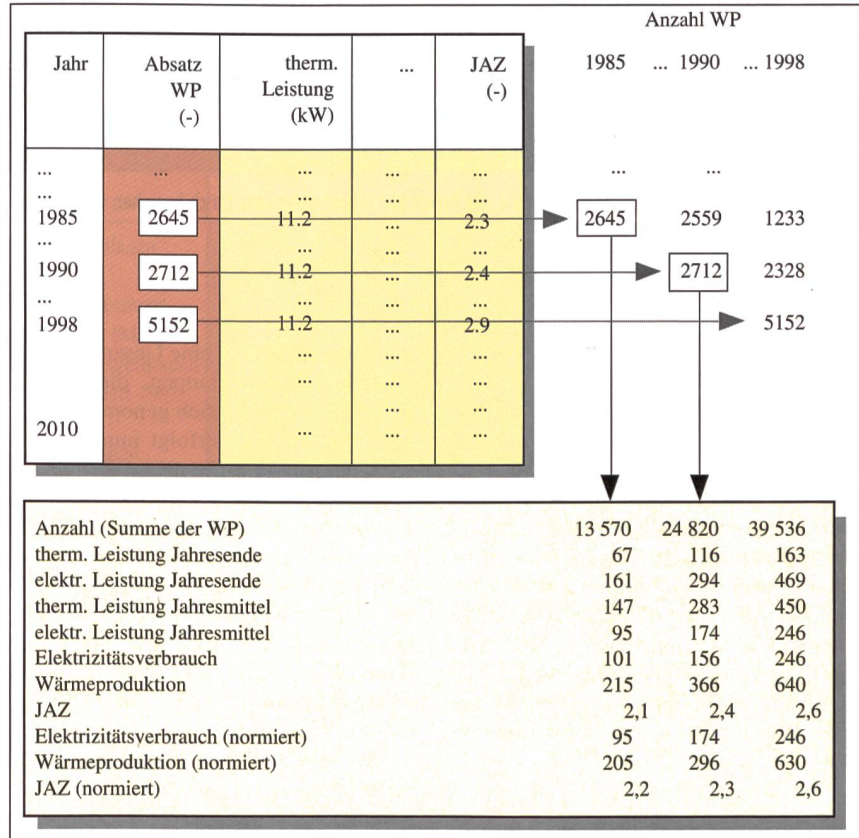


Bild 1 Prinzipdarstellung der Kohortenmodellierung eines Wärmepumpentyps. Im ersten Jahr einer Kohorte sind noch alle Wärmepumpen in Betrieb (eingerahmte Zahlen). Mit der Zeit fallen dann einige aus, so dass z.B. von den 1985 gesamthaft 2645 installierten Wärmepumpen 1998 weniger als die Hälfte noch im Betrieb sind (WP = Wärmepumpen).

Kategorie	Bestand 31. 12. 1998
Heizwärmepumpen bis 20 kW	39 536
Heizwärmepumpen von 20 bis 50 kW	5 255
Heizwärmepumpen von 50 bis 100 kW	1 078
Heizwärmepumpen über 100 kW	667
Wärmepumpen für Wärmerückgewinnung bis 100 kW	1 161
Wärmepumpen für Wärmerückgewinnung über 100 kW	217
Wärmepumpenboiler bis 600 Liter	4 340
Wärmepumpenboiler über 600 Liter	115
Einzelraumwärmepumpen	472
Total	52 842

Tabelle I In der Statistik unterschiedene Wärmepumpentypen (die angegebenen Leistungen sind thermische Leistungen).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Anzahl Wärmepumpen (-)	33 549	35 291	36 661	37 980	40 577	43 045	45 527	48 712	52 842
El. Leistung total Jahresende (MW)	282	289	293	296	304	309	313	318	328
Th. Leistung total Jahresende (MW)	750	777	795	813	847	869	895	924	969
Elektrizitätsverbrauch (GWh)	417	495	470	478	447	499	557	500	531
Wärmeproduktion (GWh)	1 051	1 216	1 190	1 225	1 184	1 312	1 448	1 361	1 459
Erneuerbare Wärme (GWh)	634	721	720	747	737	813	891	861	928
Elektrizitätsverbrauch klimanormiert (GWh)	463	479	491	500	512	525	533	543	558
Wärmeproduktion klimanorm. (GWh)	1 136	1 186	1 231	1 266	1 314	1 363	1 403	1 448	1 515
Erneuerb. Wärme klimanorm. (GWh)	674	708	739	766	802	838	869	905	957

Tabelle II Die neue Wärmepumpenstatistik – alle Typen (die Daten unter dem Strich beziehen sich auf das klimabereinigte Jahr).

Bestand aus der Absatzerhebung

Entgegen der bisherigen Praxis werden die Absatzzahlen mit dem neuen Verfahren nun nicht mehr einfach zusammengezählt und in pauschaler Weise über einen Abzug die Ersatzinstallationen berücksichtigt; die Absatzdaten werden vielmehr in ein eigentliches Kohortenmodell eingegeben, welches mit Überlebens- bzw. Ausfallraten arbeitet, die aus einer Expertenbefragung abgeleitet wurden.

Kohortenmodell

Die Grundidee des Kohortenmodells ist folgende: Die Absatzdaten für einen bestimmten Wärmepumpentyp definie-

ren eine «Kohorte», eine Gesamtheit von ähnlichen Wärmepumpen, die alle im gleichen Jahr in Betrieb genommen werden. Das Modell verfolgt nun die Entwicklung dieser Kohorte im Zeitablauf, indem am Anfang wenige, dann aber immer häufiger Wärmepumpen verschwinden. Wärmepumpen «verschwinden», weil sie mit einer im Laufe der Zeit zunehmenden Wahrscheinlichkeit aus technischen oder auch andern Gründen ausfallen. Bild 1 zeigt anhand der Daten für Wärmepumpen bis 20 kW Heizleistung, wie das gemeint ist.

Die hellgrau unterlegten Inputs sind standardmässig vorgegeben; es sind jene Parameter, die den entsprechenden Wärmepumpentyp und die zugehörige Kohorte charakterisieren. Eine Fortschreibung bis ins Jahr 2010 ist im Sinne von Default-Values mitenthalten. Einige die-

ser Daten unterscheiden sich von Kohorte zu Kohorte (in Bild 1 z.B. die Jahresarbeitszahlen, die mit der Zeit immer besser werden), andere bleiben fest (in Bild 1 die durchschnittliche thermische Leistung). Die mit Rechtecken eingerahmten Zahlen sind die Absatzzahlen von AWP/FWS. Diese geben die Grösse der jeweiligen Kohorte im Jahr der Installation an.

Um die Gesamtzahl der Wärmepumpen eines bestimmten Typs für ein bestimmtes Jahr zu erhalten, zählt das Modell einfach die je Kohorte für dieses Jahr noch vorhandenen Wärmepumpen zusammen. In Bild 1 beträgt beispielsweise im Jahr 1998 die Gesamtzahl aller Wärmepumpen bis 20 kW 39 536 Einheiten. Das Modell berechnet gleichzeitig aber noch weitere interessierende Grössen, wie etwa die produzierte Wärme oder die verbrauchte Elektrizität. Bei einigen Grössen werden zudem die klimanormierten Werte angegeben.

Im Modell werden zurzeit neun Typen von Wärmepumpen unterschieden (vgl. Tabelle I). Sobald für das Jahr 1999 die leistungsmässig feiner aufgliederten Absatzdaten vorliegen, wird das Modell entsprechend ergänzt und wenn nötig neu kalibriert.

Lebensdauer

Um ein Kohortenmodell zu betreiben, muss die Verteilung der Lebensdauern bekannt sein. Denn daraus kann man leicht die (bedingten) Wahrscheinlichkeit dafür ableiten, dass eine Wärmepumpe eines bestimmten Alters auch noch im folgenden Jahr funktionieren wird. Da für die Lebensdauern in der Schweiz keine ausreichenden empirischen Informationen zur Verfügung standen, wurde bei 51 Experten eine entsprechende Umfrage über die durchschnittlichen Lebensdauern von Wärmepumpen gemacht. Gegenstand der Befragung war auch die mutmassliche Streuung dieser Lebensdauern. Es wurden zwei Grössenkategorien (Wärmepumpen bis 20 kW und 50 bis 100 kW) und vier Alterskategorien (1970, 1980, 1990 und heutige Wärmepumpen) unterschieden. Über ein einfaches statistisches Verfahren (Superposition von Verteilungen) wurde aus den einzelnen Antworten eine Gesamtverteilung der Lebensdauern ermittelt.

Bild 2 zeigt beispielhaft die so ermittelte Verteilung der Lebensdauern für Wärmepumpen heutiger Bauart bis zu einer thermischen Leistung von 20 kW. Die durchschnittliche Lebensdauer beträgt 15 Jahre; einige wenige Wärmepumpen leisten ihren Dienst aber weit über 30 Jahre lang.

Resultate

Natürlich reicht die Kenntnis der Verteilung der Lebensdauern allein nicht aus, um ein Kohortenmodell aufzubauen. Es braucht zusätzliche Kenntnisse und Informationen, unter anderem über die durchschnittlichen Leistungswerte der Wärmepumpen innerhalb einer Erhebungskategorie, über Leistungsziffern und Jahresarbeitszahlen und auch über die Klimaabhängigkeit der Jahresarbeitszahl. Hierzu wurden verschiedenste Datenquellen ausgewertet, Experten befragt und Umfragen durchgeführt; bezüglich der Klimaabhängigkeit der Jahresarbeitszahl wurde sogar eine eigenständige Untersuchung initiiert¹. Die wesentlichen Annahmen wurden im übrigen von einer Begleitgruppe kritisch begutachtet.

Tabelle II zeigt die Resultate der neuen Wärmepumpenstatistik für den Zeitraum 1990 bis 1998. Die Resultate beziehen sich auf alle Typen von Wärmepumpen. Danach beträgt die Gesamtzahl der Wärmepumpen 52 842. Würde man die Absatzdaten seit Mitte der 70er Jahre einfach zusammenzählen, ergäbe sich ein Bestand von 73 710. Mit andern Worten; mehr als 20 000 Wärmepumpen sind bisher schon ersetzt worden oder sind aus anderen Gründen nicht mehr in Betrieb.

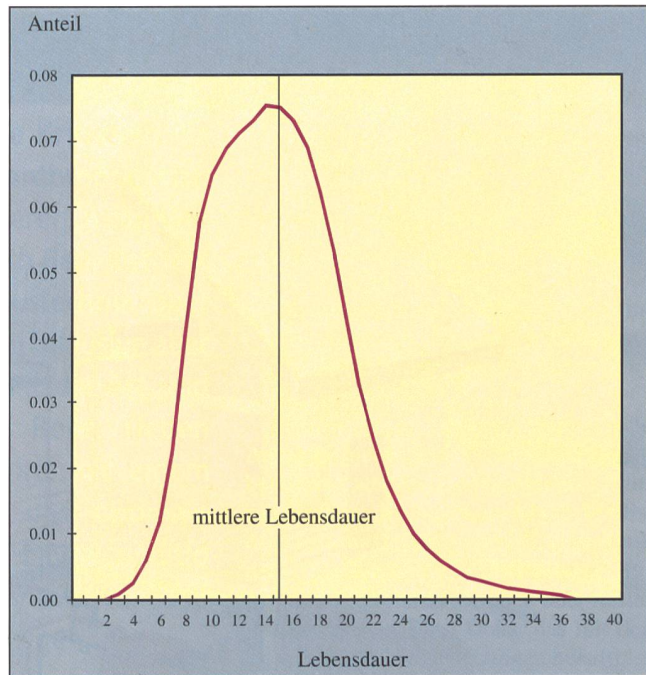
Bestand aus der VSE-Erhebung

Ausgehend von der bisherigen VSE-Erhebung wurde der Fragebogen so verändert, dass er nicht nur eine bessere Hochrechnung erlaubt, sondern auch besser zur Absatzerhebung von AWP und FWS passt. Tatsächlich können aber die beiden Erhebungen nicht vollständig aufeinander abgestimmt werden. Zwei Problemfelder seien kurz angetönt. Erstens wissen die Elektrizitätswerke in der Regel nur über Wärmepumpen bei Niederspannungskunden Bescheid, wogegen die Absatzerhebung grundsätzlich alle Wärmepumpen betrifft. Zweitens kennen die Werke nur die (bewilligten/gemeldeten) elektrischen Leistungen, während die Absatzerhebung nach thermischen Leistungen differenziert. Die Bestandserhebung des VSE darf also nicht einfach 1:1 den Resultaten des Rechenmodells gegenübergestellt werden.

Dennoch stellt diese Erhebung eine unverzichtbare unabhängige Kontrolle/

¹ Prof. Dr. M. Ehrbar von der Interstaatlichen Fachhochschule für Technik in Buchs: Einfluss des Jahresklimas auf die Arbeitszahlen von Wärmepumpen.

Bild 2 Verteilung der Lebensdauern.



Ergänzung der auf Absatzerhebungen basierenden Bestandschätzung dar. Zudem erlaubt die Bestandserhebung des VSE, eine Aufteilung der Wärmepumpen nach Verbrauchssektoren vorzunehmen (Haushalt/Wohnen, Landwirtschaft, Industrie und Dienstleistungen). Eine solche Aufteilung ist basierend auf der Absatzerhebung nicht möglich.

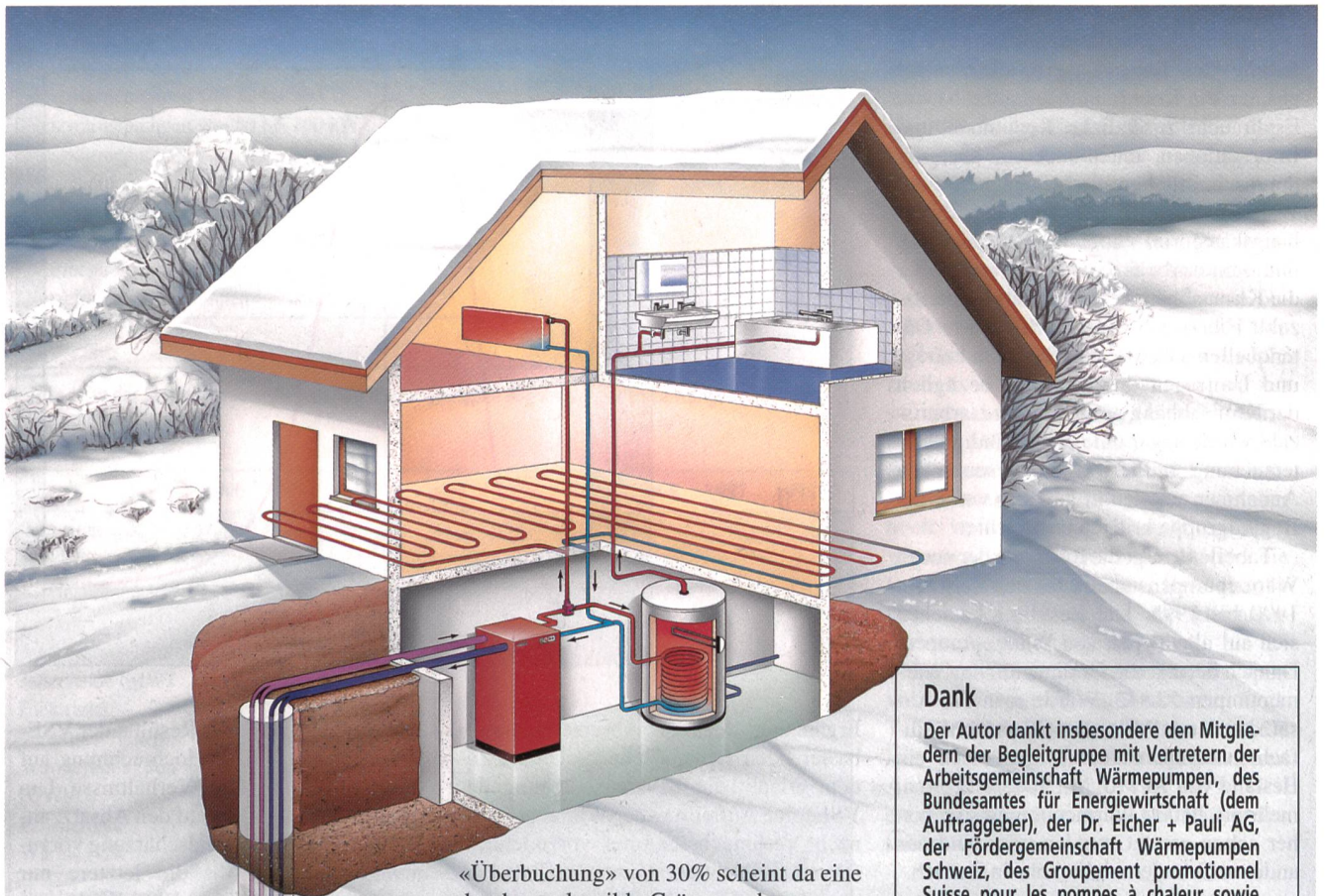
Tabelle III zeigt das Resultat der VSE-Erhebung nach einer Hochrechnung auf gesamtschweizerische Verhältnisse. Um den Vergleich mit der auf den Absatzzahlen beruhenden Bestandschätzung vorzunehmen, werden für die letztere nur Heizwärmepumpen bis 100 kW thermischer Leistung berücksichtigt, ohne Wärmepumpen für die Wärmerückgewinn-

	Haushalt/Wohnen	Landwirtschaft	Industrie	Dienstleistungen	Total	Daten-Absatzerhebung
Bestand Anlagen 31.12.1998	38 946	182	594	823	44 716	45 869
Anschlussleistung 31.12.1998 (MW)	225	2	14	25	303	238
Elektrizitätsverbrauch klimanormiert 1998 (GWh)	429	3	36	61	548	361
Netto-Zugänge Anlagen 1.1.1998 bis 31.12.1998	3 259	15	13	75	3 552	3 428

Tabelle III Bestand und Nettozugänge gemäss VSE-Erhebung und Vergleich mit den entsprechenden Daten aus der Absatzerhebung. Die Summe der Verbrauchssektoren ist kleiner als das Gesamttotal, da nicht alle Werke in der Lage waren, nach Verbrauchssektoren zu differenzieren.

Nachfragesektor	Anteil (%)
Haushalt/Wohnen	80,1
Industrie (inkl. industrielles Gewerbe)	7,2
Dienstleistungen (inkl. nichtindustrielles Gewerbe, öffentliche Gebäude, Kirchen, Schulen und Landwirtschaft)	12,3
Landwirtschaft	0,4

Tabelle IV Aufteilung der Wärmeproduktion mit Wärmepumpen nach Verbrauchssektoren gemäss VSE-Erhebung (nur Wärmepumpen der Niederspannungskunden).



nung und ohne Wärmepumpenboiler und Einzelraumwärmepumpen. Dies dürfte in etwa am ehesten die Grundgesamtheit darstellen, auf die sich die VSE-Erhebung bezieht. Auf der Ebene der Bestandszahlen passen nach Tabelle III die beiden Quellen sehr gut zusammen – vor allem wenn man noch berücksichtigt, dass die Elektrizitätswerke ja nicht einzelne Wärmepumpen kennen, sondern nur Wärmepumpenanlagen (welche auch mehr als eine Wärmepumpe aufweisen können).

Grösser ist der Unterschied aber bei den elektrischen Anschlussleistungen. Hier stehen 238 MW gemäss Kohortenmodell deren 303 MW gemäss VSE-Erhebung gegenüber. Dieser Unterschied kann dahingehend interpretiert werden, dass den Werken wohl eher grössere Leistungen gemeldet werden als dann schliesslich eingebaut werden. Eine

«Überbuchung» von 30% scheint da eine durchaus plausible Grössenordnung.

Noch grösser ist der Unterschied bei den Elektrizitätsverbrauchswerten (548 GWh aus der VSE-Bestandshebung gegen 361 GWh klimanormiert aus dem Kohortenmodell). Aber auch dieser Unterschied lässt sich plausibel deuten. Zunächst ist klar, dass die bereits erwähnte Leistungsüberschätzung auch energetisch «durchschlägt». Zudem verfügt die grosse Mehrheit der Werke nicht über echte Verbrauchsmessungen, sondern lediglich über Schätzungen (mit einer selbstdeklarierten Genauigkeit von grössenordnungsmässig nur +/-20%).

Dank

Der Autor dankt insbesondere den Mitgliedern der Begleitgruppe mit Vertretern der Arbeitsgemeinschaft Wärmepumpen, des Bundesamtes für Energiewirtschaft (dem Auftraggeber), der Dr. Eicher + Pauli AG, der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz, des Groupement promotionnel Suisse pour les pompes à chaleur sowie «last but not least» des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke für die grosszügige Unterstützung. Ein besonderer Dank gebührt auch Prof. M. Ehrbar für seine Untersuchung zur Klimaabhängigkeit der Jahresarbeitszahl.

Schliesslich zeigt noch Tabelle IV wie sich aufgrund der VSE-Erhebung die Wärmeproduktion mit Wärmepumpen auf die verschiedenen Nachfragesektoren verteilt. Mit 80% fällt der Löwenanteil auf den Bereich Haushalte/Wohnen. Die Angaben beziehen sich nur auf Niederspannungskunden.

Nouvelle statistique des pompes à chaleur:

53 000 pompes à chaleur électriques en service

Selon la récente statistique des pompes à chaleur électriques, quelque 53 000 installations de ce type – y compris toutes les pompes à chaleur bivalentes et monovalentes ainsi que celles servant à préparer l'eau chaude et à récupérer la chaleur – étaient en service à la fin 1998. Ces pompes à chaleur totalisent une puissance thermique installée de près d'un gigawatt. Plus de 900 mégawattheures de chaleur ont ainsi pu être tirés de l'environnement l'année dernière. Le nombre de pompes à chaleur a augmenté d'environ 60% par rapport à 1990.

In der Schweiz sind rund 53 000 Wärmepumpen in Betrieb (Bild Infel).