

**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:** Starke Fördergemeinschaft Wärmepumpen im neuen Millennium

**Autor:** Wittwer, Dieter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902023>

### **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:** 22.11.2024

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

# Starke Fördergemeinschaft Wärmepumpen im neuen Millennium

Auf 1. Januar 2000 wird die Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS) zum Verein. Damit soll die Basis für die Förderung der Umweltwärmenutzung mit Wärmepumpen noch wesentlich verstärkt werden. Willkommen sind alle Kreise, die an das Potential der Umweltwärme im neuen Jahrtausend glauben.

■ Dieter Wittwer

## Bald 7000 Wärmepumpen jährlich

Seit der Gründung der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz im Jahr 1993 geht es rasant aufwärts. Von ehemals unter 3000 verkauften Wärmepumpen pro Jahr steht man 1999 an der Schwelle zu 7000 Stück (Bild 1). Diese Erfolgsstory hat zwei Ursachen: einerseits die schon bisher breite Abstützung der FWS bei den Marktpartnern wie Installateuren, Energieversorgungsunternehmen und Wärmepumpen-Herstellern bzw. Anbieter, andererseits die politische Akzeptanz und das Mittragen von Bund und Kantonen. Es darf hier einmal deutlich gesagt werden: Ohne das Programm «Energie 2000» des Bundes wäre die Nutzung von Umweltwärme mit Wärmepumpen noch immer bei etwa 3000 Einheiten im Jahr. In den letzten sechs Jahren ist das Vertrauen in die Wärmepumpen-Technologie derart gestiegen, dass bereits jeder dritte Hauslebauer sich dafür entscheidet. Und dies obwohl die Investitionskosten nach wie vor höher liegen als für eine konventionelle Heizung.

geschafft werden. Ob die Förderabgaben nun kommen oder nicht, es ist eine Tatsache, dass sich immer mehr Investoren für eine nachhaltige Technik mit Zukunft entscheiden. Wie die Feldmessungen des Bundesamtes für Energie zeigen, haben sich die durchschnittlichen Jahresarbeitszahlen von 2,6 auf 3,0 entwickelt. Dies hängt damit zusammen, dass das Know-how der Fachleute zunimmt und die Wärmepumpen immer effizienter werden. Zum Beispiel die Luft/Wasser-Wärmepumpen, die gemäss den Prüfungen im Wärmepumpentest- und Ausbildungszentrum Töss 30% höhere Leistungszahlen (COP) aufweisen als noch vor fünf Jahren. Diese positive Entwicklung ist auch ein Grund dafür, dass immer mehr Fachleute und Firmen der FWS beitreten wollen. Was bis jetzt schwierig war, wird ab dem 1. Januar 2000 einfach. Alle interessierten Kreise können Mitglieder werden.

## Professionelles Netzwerk

Die FWS bietet im Geschäftsfeld Wärmepumpen ein professionelles Netzwerk und Unterstützung in allen wichtigen Bereichen des Marketings. So zum Beispiel

durch Ausstellungsmaterial, kostenlose Informationsmittel und bei Bedarf Ausbildung im Rahmen des Coachings. Diese Aufgaben werden durch die Informationsstellen Wärmepumpen in Bern und Lausanne kundenfreundlich wahrgenommen. Die beiden Leiter Franz Beyeler (Bern) und André Freymond (Lausanne) sind versierte Kenner der Materie und unterstützen die Marktpartner im Rahmen der FWS-Projekte. Dazu werden die Interessen der Mitglieder in den Gremien von «Energie 2000» und der Agentur für erneuerbare Energien (AEE) vertreten. Im Moment entscheidend sind die Diskussionen über die Förderabgabe. Wir sind voll überzeugt, dass die Nutzung von Umweltwärme nachhaltig ist. Eine Förderung ist deshalb sinnvoll.

## Checklisten und Merkblätter

Diverse Aktionen sind im Moment gerade am laufen. Nach zweijähriger Denk- und Optimierungsarbeit sind erstmals Wärmepumpen-Checklisten und -Merkblätter erhältlich. Sie stammen aus der Feder des Ingenieurbüros Hobi und Partner, das mit Hilfe von Gyula Szokody, Hoval, und Helmut Reiner von der Novolan eine ausgezeichnete Grundlage geschaffen hat. Der Feinschliff wurde durch diverse zusätzliche FWS-Fachleute vorgenommen.

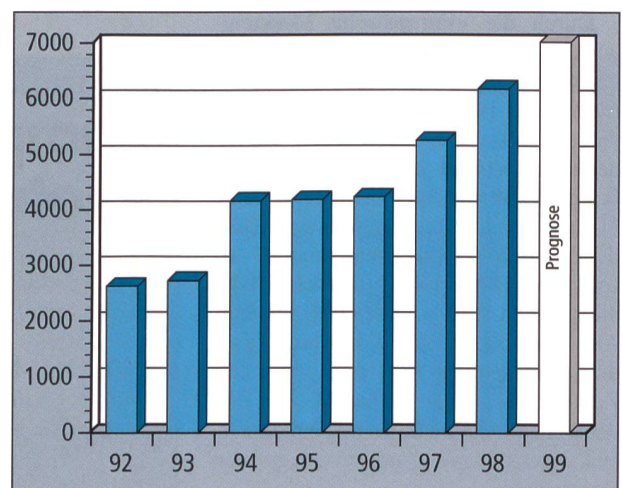
Die Checklisten und Merkblätter sind zur Unterstützung der Planer und Installateure gedacht, die ihre Abläufe vereinheitlichen wollen. Insgesamt stehen Checklisten für die fünf häufigsten Wär-

## Erweiterung zum Verein

Mit der Erweiterung der FWS von der einfachen Gesellschaft zum Verein kann gar der Durchbruch im Sanierungsmarkt

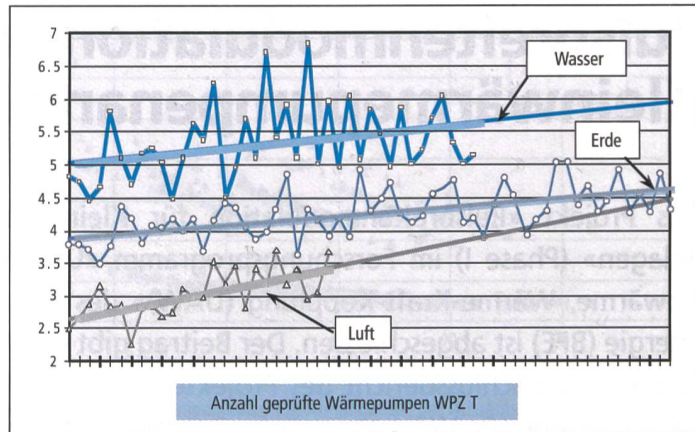
Adresse des Autors  
Dieter Wittwer  
Sekretär der Fördergemeinschaft  
Wärmepumpen Schweiz  
Lagerstrasse 1  
8021 Zürich

Wärmepumpen-Verkäufe (Anzahl Anlagen) mit Prognose 1999.



mepumpenanlagen zur Verfügung, von der monovalenten Luft/Wasser- bis zur bivalenten Anlage mit Holzfeuerung. Dazu kommen nützliche Hinweise für die Inbetriebsetzung und die Störungsbehebung. Für die Planungsphase eignen sich die Merkblätter sehr gut. Sie enthalten in prägnanter und kurzer Form die wichtigsten Angaben über das Vorgehen, die Eigenschaften der verschiedenen Typen und die Eigenheiten der verschiedenen Wärmequellen. Wichtig sind auch die Hinweise zu den Schallproblemen. Wiederum werden die entscheidenden Dimensionierungsrichtlinien für die häufigsten Typen dargestellt.

Entwicklung der Wärmepumpen-Leistungszahlen 1993-1998.



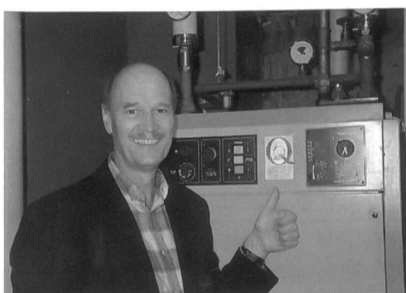
### Qualitätssicherung

Ebenso der Qualitätssicherung dienen die Leistungsgarantie von «Energie 2000» und die FWS-Offertformulare. Zusammen mit dem internationalen Gütesiegel für Wärmepumpen ergeben sie ein Paket von Massnahmen zur Sicherung der Kundenzufriedenheit. Sowohl die Hersteller mit dem Gütesiegel wie auch die Installateure mit der Leistungsgarantie und einer standardisierten Offerte garantieren ihren Kunden eine Anlage nach dem neusten Stand der Technik. Damit kann in einer Aufschwungphase wirkungsvoll verhindert werden, dass Billiganbieter am Markt mit qualitativ ungenügenden Produkten erfolgreich tätig sein können. Die FWS strebt seit jeher nicht möglichst grosse Wärmepumpen-Stückzahlen an, sondern möglichst viele zufriedene Wärmepumpen-Betreiber.

Alle Dokumente sind bei den Informationsstellen wie auch beim FWS-Sekretariat erhältlich, das ab 1. Januar 2000 neu an der Seefeldstrasse 5a in 8008 Zürich domiziliert sein wird. Mit der neuen Vereinsstruktur wird auch das Sekretariat in eine Geschäftsstelle umgewandelt, die sich praktisch vollamtlich der Wärmepumpenförderung widmen kann.



Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz: Blick in die Zukunft.



Dieter Wittwer, Sekretär FWS.

## Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur, association forte en l'an 2000

A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2000, le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur (FWS) sera une association. L'utilisation de la chaleur environnementale pourra ainsi être encore mieux encouragée. Tous les milieux convaincus du potentiel de la chaleur environnementale sont les bienvenus.

# Pulsbreitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen

Das Projekt «Pulsbreitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen» (Phase I) im Forschungsprogramm «Umgebungs- und Abwärme, Wärme-Kraft-Kopplung (UAW)» des Bundesamts für Energie (BFE) ist abgeschlossen. Der Beitrag gibt eine Zusammenfassung zum Schlussbericht des Projektes. Dabei wird ein neues Regelkonzept für Wärmepumpen vorgestellt, das verschiedene Nachteile von durch Aussentemperatur geführte Zweipunkt-Rücklauf temperaturregelung beseitigen kann. Das Konzept beruht auf einer modellbasierten Pulsbreitenmodulation.

■ Martin Zogg

## Neues Regelkonzept für Wärmepumpen

Die heute übliche durch die Aussentemperatur geführte Zweipunkt-Rücklauf temperaturregelung von Wärmepumpen weist einige gravierende Mängel auf:

1. Die reale Heizkurve (Rücklauf temperatur als Funktion der Aussentemperatur, auch als Energiekennlinie bezeichnet) entspricht nicht der aufgrund der Heizungsauslegung geplanten Abhängigkeit. Dies führt im allgemeinen zu unnötig hohen Vorlauf temperaturen und damit zu deutlich suboptimalen Jahresarbeitszahlen.

2. Die nachträglich durch die Benutzer oder den Installateur den wirklichen Verhältnissen angepasste reale Heizkurve verläuft im allgemeinen flacher und liegt tiefer als die ursprünglich gemäss der Planung eingestellte. Dies führt häufig zum Fehler, dass derart geregelte Wärmepumpen ab Aussentemperaturen wenige Kelvin unter der Heizgrenze gar nicht mehr einschalten.

3. Die konventionelle Regelung ergibt zu viele Ein-/Ausschaltungen der Wärmepumpe und hat damit eine vermeidbare Reduktion der Lebensdauer und der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe zur Folge.
4. Die konventionelle Regelung erfordert mindestens von Zeit zu Zeit ein Betreiben der Heizungsumwälzpumpe (sie läuft bei vielen Anlagen sogar dauernd!).
5. Die konventionelle Regelung ermöglicht keine maximale Nutzung der Niedertarifzeiten und keine optimale Verkräftung von Sperrzeiten.

Ein neues Regelkonzept für Wärmepumpen, die **modellbasierte Pulsbreitenmodulation**, kann diese Nachteile bei günstigem Preis sowie hoher Montage- und Bedienerfreundlichkeit beseitigen. Bei der neuen Pulsbreitenmodulation ist nicht wie bei konventionellen Wärmepumpenreglern die Vor- oder Rücklauf temperatur **Regelgrösse**, sondern die für

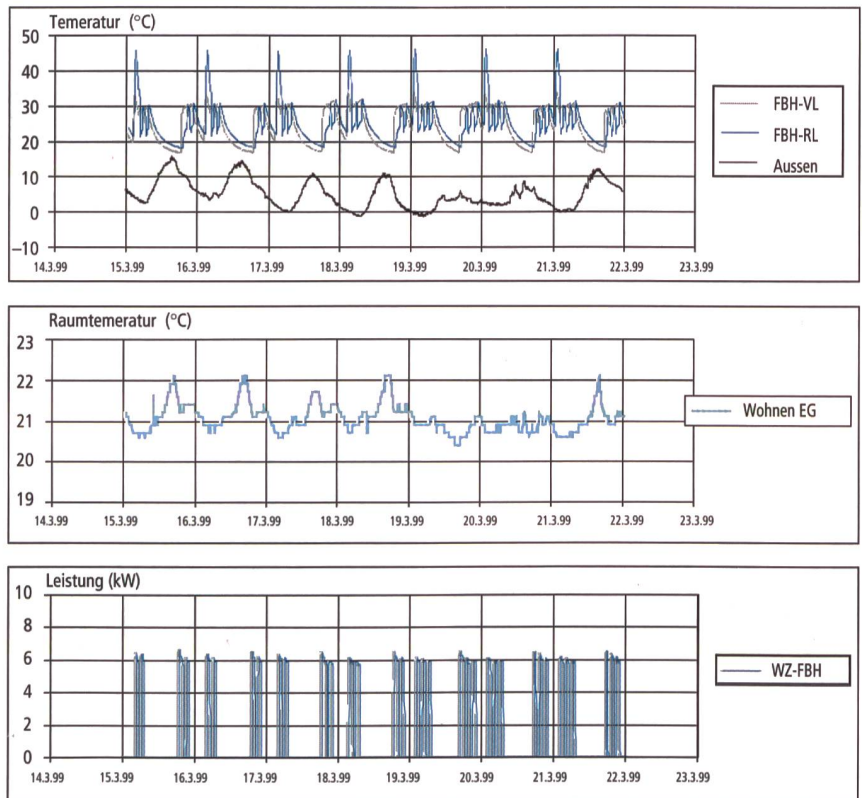


Bild 1 Messergebnisse für die Woche 99-11 als Beispiel. FBH-VL: Vorlauf temperatur der Fussbodenheizung, FBH-RL: Rücklauf temperatur der Fussbodenheizung, Aussen: Aussentemperatur, WZ-FBH: Wärmemähler Fussbodenheizung (aus Schlussbericht).

**Adresse des Autors**  
 Dr. sc. techn. ETHZ Martin Zogg  
 Leiter F+E-Programm «Umgebungswärme, Abwärme, Wärme-Kraft-Kopplung»  
 des Bundesamts für Energie  
 Kirchstutz 3  
 CH-3414 Oberburg  
 martin.zogg@bluewin.ch  
<http://www.waermepumpe.ch/fe>

einen längeren Zeitabschnitt (z.B. für 24 h) benötigte Wärmemenge. Diese wird dem Heizungssystem dann durch möglichst lange, unterbrechungsfreie Betriebsperioden der Wärmepumpe optimal zugeführt. **Optimierungsziele** für die neue Regelung sind:

1. möglichst hoher Betriebszeitanteil in günstigen Stromtarifperioden unter Berücksichtigung von Sperrzeiten für den Wärmepumpenbetrieb,
2. geringe Ein-/Ausschalthäufigkeit zur Erhöhung der Lebensdauer und der Jahresarbeitszahl des Wärmepumpenheizungssystems (weniger Effizienzverlust durch Anlaufvorgänge) bei einem hinreichenden Wohnkomfort (Raumtemperaturschwankungen in engen Grenzen),
3. möglichst tiefe Vorlauftemperaturen (keine Thermostatventile im Wohnraum),
4. eine wirtschaftlich optimale Nutzung der sich aus der Pulsbreitenmodulation für den Heizbetrieb ergebenden Betriebsunterbrüche für die Warmwasserbereitung und
5. aus Kostengründen Erfassen aller benötigten Messgrößen in der Wärmepumpe (mit Ausnahme der Aussentemperatur; Verzicht auf Raumtemperaturfühler).

Endziel dieses Vorhabens ist eine Wärmepumpenregelung durch modellbasierte Pulsbreitenmodulation mit selbständiger Identifikation der wesentlichen Parameter des Modells von Gebäude (Verbraucher), Wärmeverteilsystem und Wärmepumpe. In der ersten Projektphase wurde die Tauglichkeit dieses Konzepts während der Heizsaison 98/99 in einem freistehenden Einfamilienhaus praktisch erprobt. Parallel dazu wurden die möglichen Verbesserungen durch eine modellbasierte Optimierung rechnerisch untersucht.

### Realisierte einfache Pulsbreitenmodulation

Der als Funktionsmuster bereits realisierte und in einem Einfamilienhaus getestete Regler ging von der erforderlichen Energiezufuhr über 24 h aufgrund einer gemessenen Energiekennlinie (Heizkurve) und der gemessenen mittleren Aussentemperatur der vergangenen 24 h aus. Diese Energiekennlinie wurde am Versuchshaus im Vorjahr gemessen (in einer späteren Phase wird die reale Energiekennlinie durch den Regler selbst identifiziert). Aus dem für 24 h errechneten

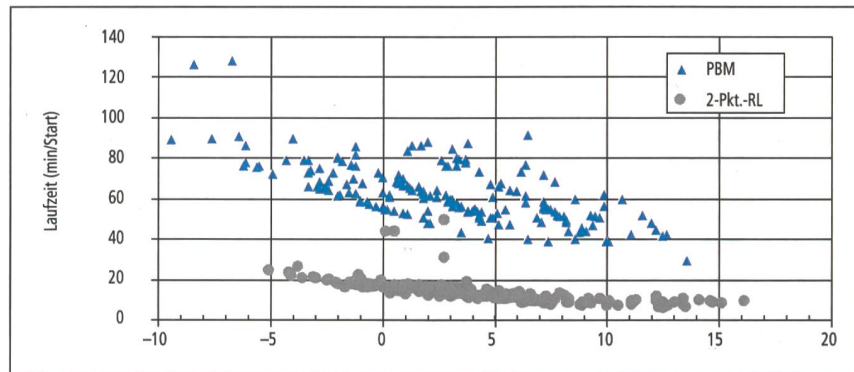


Bild 2 Vergleich der mittleren Wärmepumpenlaufzeit in Abhängigkeit der Aussentemperatur mit Pulsbreitenmodulation (PBM) und mit witterungsgeführter Zweipunkt-Rücklauf-temperaturregelung für die ganze Messperiode (Winter 98/99; aus Schlussbericht).

Wärmebedarf wird über die Charakteristik der Wärmepumpe die zur Wärmebedarfsdeckung erforderliche Wärmepumpenlaufzeit berechnet und über den ganzen Tag auf einzelne «Pulse» gemäss den obigen Ausführungen optimal verteilt. Die Dauer der einzelnen Pulse (im allgemeinen über 20 min) wird dem Wärmebedarf angepasst. Im Minimum ergibt sich an der Heizgrenze eine einzige Einschaltung pro Tag. Im Maximum läuft die Wärmepumpe zwischen den Sperrzeiten ohne Unterbruch.

Die der Heizung zugeführte Wärmeleistung wird aufgrund der im Betrieb gemessenen Differenz zwischen der Vor- und Rücklauf-temperatur über die Wärmepumpencharakteristik näherungsweise berechnet und an den Regler zurückgeführt. Die Anzahl benötigter Starts wird jeweils um 20 Uhr für den folgenden Tag vorausgerechnet. Der Gesamtwärmebedarf des laufenden Tags wird dabei im nächsten Puls zur Deckung gebracht. Auf die Messung und Aufschaltung der Raumtemperatur wurde hier wie auch beim modellbasierten Regler aus Kostengründen bewusst verzichtet. Nach einer einzigen Nachjustierung der Wärmepumpenlaufzeit bei Referenztemperaturverhältnissen vermochte das neue Regelkonzept die Raumtemperatur bei deutlich geringerer Einschalthäufigkeit innerhalb enger Grenzen zu halten (Bild 1). Die Raumtemperaturschwankung von weniger als  $\pm 1$  K wurde ohne Messung der Raumtemperatur und der Heizungsrücklauf-temperatur erreicht!

Der Feldversuch in einem Einfamilienhaus bestätigte die folgenden Vorteile der modellbasierten Pulsbreitenmodulation gegenüber einer konventionellen aussentemperaturgeführten Rücklauf-temperaturregelung:

- Die mittlere Laufzeit der Wärmepumpe (und damit ihre Lebensdauer) kann wesentlich verlängert werden (Bild 2).
- Der Betriebsanteil bei Niedertarif kann deutlich erhöht werden.
- Zwischen den Heizbetriebsperioden kann die Wärmepumpe gezielt für die Warmwasserbereitung eingesetzt werden.
- Die Justierung ist für den Benutzer einfacher: Das Verändern der Tageslaufzeit um einige Prozent ist für den Laien einsichtiger als die Einstellung einer Heizkurve mit Steigung und Nullpunktverschiebung.
- Die Umwälzpumpe der Heizung läuft nur bei eingeschalteter Wärmepumpe.
- Als externer Sensor genügt ein Aussentemperaturfühler – ein Raumtemperatursensor wird nicht benötigt.

Der ausführliche Schlussbericht zu diesem BFE-Forschungsprojekt

H.R. Gabathuler, H. Mayer, E.Shafai, R.Wimmer: Pulsbreitenmodulation für Kleinwärmepumpenanlagen, Phase I, Bundesamt für Energie 1999.

kann unter der ENET-Nummer 9723972 bezogen werden bei

ENET, Administration und Versand, Postfach 130, 3000 Bern 16

Telefon (\*41) 31 350 00 05, n+1@email.ch, Fax (\*41) 31 352 77 56

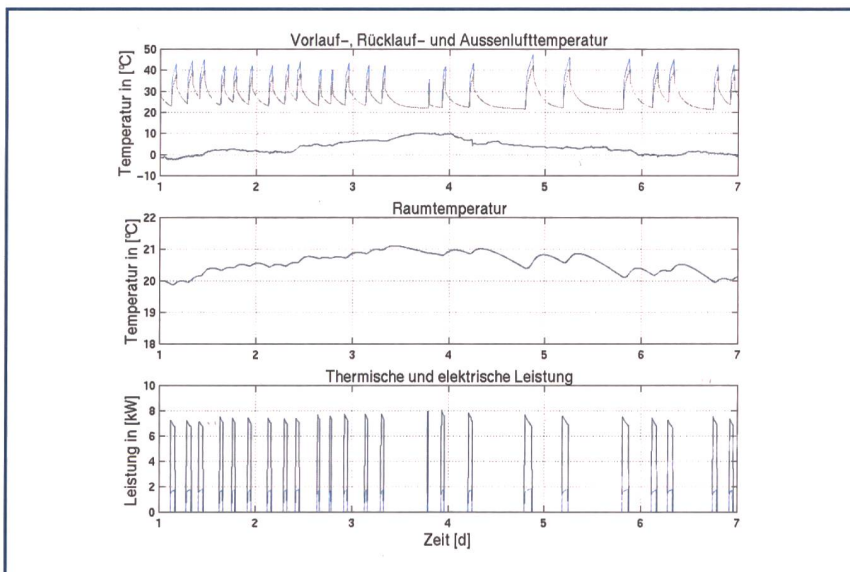


Bild 3 Simulationsresultate für die Woche 98-50 für das einfache Pulsbreitenmodulationskonzept (aus Schlussbericht).

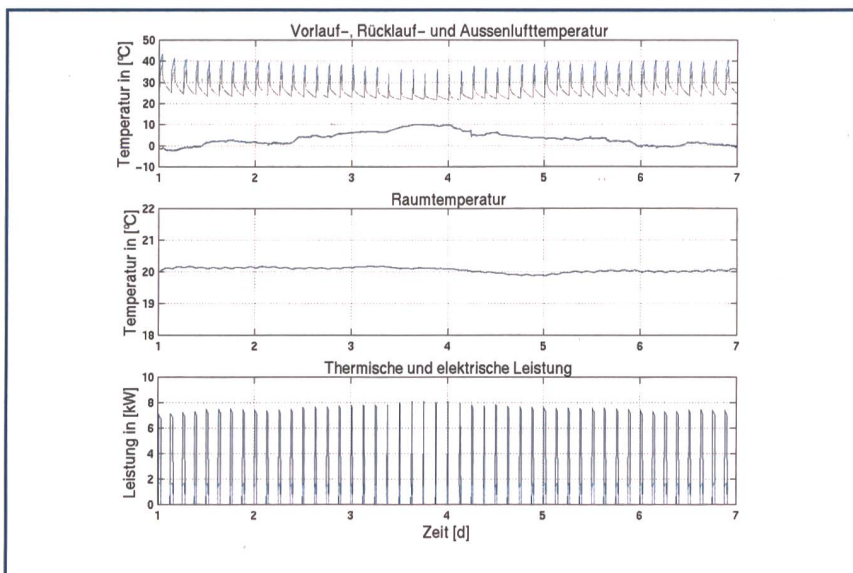


Bild 4 Simulationsresultate für die Woche 98-50 für die modellbasierte Optimierung (aus Schlussbericht).

## Modulation de largeur d'impulsion pour de petites installations de pompes à chaleur

L'Office fédéral de l'énergie a achevé la première phase de son programme de recherche «Chaleur de l'environnement et chaleur perdue, couplage chaleur-force (UAW)». Un résumé du rapport final du projet est présenté ici. Une nouvelle conception de régulation thermique pour pompes à chaleur y est mise en évidence. Celle-ci est en mesure d'éliminer les inconvénients dus à une régulation (à deux positions) de la température de retour par le biais de la température extérieure.

## Modellbasierte Optimierung

Bei einer weiterführenden Lösung, der modellbasierten Optimierung, wird die benötigte Wärmezufuhr über ein Einzonen-Hausmodell berechnet. Auch bei diesem Ansatz wird die Aussentemperatur über die vergangenen 24 h gemessen. Nun wird aber davon ausgegangen, dass der Temperaturverlauf in den folgenden 24 h gleich sei. Der Nullpunkt dieses Temperaturprofils wird allerdings laufend so verschoben, dass es mit dem Messwert der Aussentemperatur übereinstimmt. Aufgrund des derart prognostizierten Temperaturprofils wird der Wärmebedarf für die kommenden 24 h berechnet und im Hinblick auf eine maximale Laufzeit im Niedertarif und möglichst wenig Anlaufvorgänge der Raumheizung in optimalen Pulsen zugeführt. Wie bereits erwähnt, werden die Parameter des Hausmodells zum Errechnen des Wärmebedarfs in einer späteren Phase durch eine Parameteridentifikation durch den Regler selbst bestimmt.

Diese modellbasierte Pulsbreitenmodulation konnte erst rechnerisch mit dem beschriebenen einfachen Konzept verglichen werden. Wie die Bilder 3 und 4 verdeutlichen, sind mit der modellbasierten Optimierung noch wesentlich ausgeglichene Raumtemperaturen zu erwarten.

Bei der Beurteilung dieses Resultates ist zu berücksichtigen, dass sich die bisherigen experimentellen und theoretischen Untersuchungen auf ein thermisch träges Einfamilienhaus (Wärmeleistungsbedarf nach SIA 384/2: 6,0 kW, effektiv 3,5 kW!) mit einem thermisch trägen Wärmeabgabesystem (Fußbodenheizung mit in Serie geschaltetem Wärmespeicher ohne Thermostatventile, bei  $-8^{\circ}\text{C}$  Aussentemperatur, geplant  $45/35^{\circ}\text{C}$ , effektiv  $30/27^{\circ}\text{C}$ !) beschränkten. Dies entspricht dem Grossteil der heute gebauten Wärmepumpenanlagen. Gebäude mit geringer thermischer Trägheit und hoher passiver Sonnenenergienutzung werden in der nächsten Phase des Projekts angegangen. Hier verspricht die modellbasierte Optimierung eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem einfachen Konzept. Erfreulicherweise ist bereits ein Hersteller bereit, einen Regler nach der hier erarbeiteten Lösung auszuliefern und im praktischen Einsatz zu testen.