

# Vorgangsweise bei Feldmessungen

Seit 2015 führt das Wärmepumpen-Testzentrum Buchs (WPZ) im Auftrag von Energie-Schweiz Feldmessungen an Wärmepumpen durch. Im vierten Artikel dieser Serie wird die Durchführung der Feldmessung von den Vorarbeiten im WPZ bis zur Datenauswertung mittels Datenbank und Optimierungsmassnahmen an der Anlage erläutert.

Text Matthias Berthold, Manuel Prinzing, Mick Eschmann und Stefan Bertsch, WPZ Buchs  
 Bilder WPZ Buchs

Mit Feldmessungen sollen die Effizienz von Wärmepumpenanlagen und deren mögliches Optimierungspotenzial im Feld unter realen Bedingungen ermittelt werden. In diesem Artikel werden Vorgehensweise und Details der Messung beschrieben.

**Ablauf**

Vor der Installation der Wärmepumpe im Objekt wird diese auf dem Prüfstand des WPZ in Buchs unter Laborbedingungen ausgemessen. Dabei wird zeitgleich das bereitgestellte Messequipment für die

Feldmessung mit der akkreditierten Messtechnik des Labors kalibriert. Auf diese Weise kann auch mit relativ kostengünstigen Sensoren eine hohe Genauigkeit im Feld erzielt werden. Anschliessend erfolgt der Transport der WP zum Kunden und es erfolgt die gesamte Installation durch einen Installateur. Bei der Inbetriebnahme wird die Funktion der Messeinrichtung überprüft, die Datenübertragung zum Server eingerichtet und schliesslich die Datenerfassung gestartet.

Nach einem Jahr Messbetrieb mit Aufzeichnung im 10s-Intervall aller Messgrössen und Speicherung in der Datenbank auf einen Server in der Schweiz erfolgt die Analyse der Messdaten. Dadurch wird ein mögliches Optimierungspotenzial ermittelt und es erfolgt die Umsetzung von möglichen Massnahmen in Absprache mit den Bewohnern bzw. dem Eigentümer unter Mithilfe des Installateurs bzw. Wärmepumpenservice.

Die Anlage wird danach weiter ausgemessen und der Effekt der Optimierung nach einem Folgejahr bewertet (Abbildung 1 zeigt Ablauf in einem Fließdiagramm).

**Messtechnik – Sensoren und Messgrössen**

Bei jeder Wärmepumpenanlage ist ein zusätzlicher Schaltschrank (Abbildung 2) verbaut. In diesem sind eine SPS, Messkarten für Analog- und Digitaleingänge, Temperatursensoren sowie Stromwandler für die Messung der Aufnahmeleistungen eingebaut. Durch die Installation von Durchflusszähler und Temperaturfühler in die Anlagenhydraulik (Abbildung 3) können die Abgabeleistungen gemessen und berechnet werden. Ca. 20 verschiedene Messgrössen über Temperatur, Luftfeuchte, Volumenströme und elektrische Leistungen der einzelnen Anlagenkomponenten werden mit über 30 Messsensoren gemessen. Insbesondere sensible Temperatur-

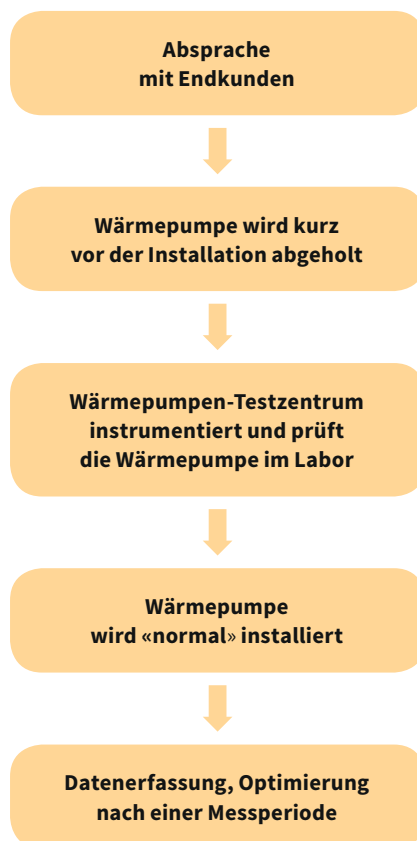


Abbildung 1: Ablaufdiagramm der Feldmessung.



Abbildung 2:  
Schaltschrank der  
Messanlage.

messwerte werden redundant zweifach gemessen. Zusätzlich werden über Digital-  
eingänge die Zustände der Wärmepumpe  
ermittelt, z. B. Verdichter ein, EW-Sperre,  
Abtauung usw.

Kalibrierte 4-Leiter-PT-100-Sensoren  
messen nach Abbildung 3 rechts durch  
eine eigens entwickelte Bauweise direkt  
mit Wasserkontakt die Temperatur in der  
Rohrhydraulik (inline). Die Messgrößen  
werden in 100-ms-Abtastraten erfasst und  
als 10-s-Mittelwerte gespeichert. Mit dem  
schnellen Ansprechverhalten und der  
hohen Abtastrate können auch schnelle  
Änderungen wie z. B. die Zapfung von  
Trinkwarmwasser oder das Abtauverhalten  
von Luft/Wasser-Wärmepumpen mit hoher  
Messgenauigkeit ermittelt werden. Für die  
Internetanbindung der SPS ist jeweils  
zusätzlich ein Site-Manager-Modul ver-  
baut. Je nach Objekt wird die Internet-  
verbindung über LAN-Kabel, WLAN oder  
Mobilfunk aufgebaut.

#### Auswertung mittels Datenbank

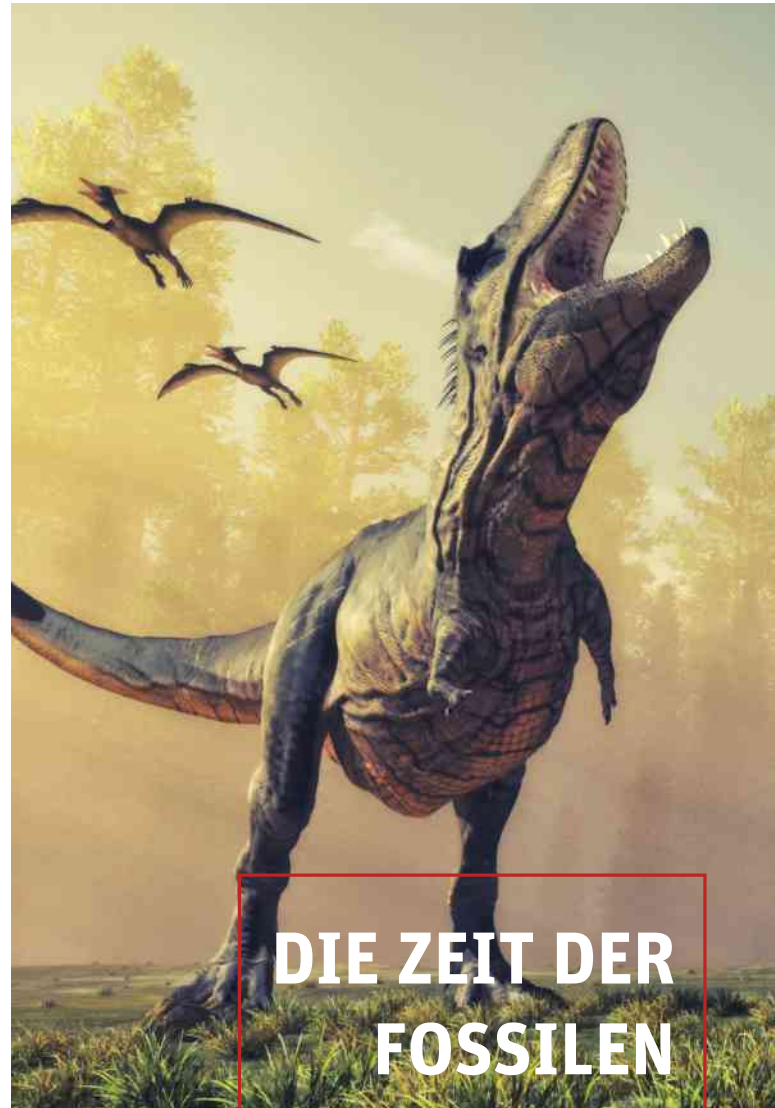
Die Datenbank basiert auf MySQL und  
befindet sich auf einem Server in der  
Schweiz. Es werden aus den gespeicherten

..... **kompakt** .....

# 130 Mio.

Messdatenpunkte werden insgesamt  
pro Anlage und Jahr als Rohdaten  
gespeichert. Daraus werden  
82 Eigenschaften ausgewertet,  
die in Tages-, Monats-, und  
Heizsaisonsauflösung dargestellt  
und analysiert werden.

.....



**DIE ZEIT DER  
FOSSILEN**

**IST LÄNGST  
VORBEI**

Wärmepumpen von **alpha innotec**.  
Geschaffen für ein besseres Klima.





Abbildung 3:  
Durchflussmessgerät ...

Messgrößen in einer Datenauflösung von 10 Sekunden verschiedene Kennzahlen berechnet. Neben der thermischen und elektrischen Energie aus den Leistungswerten werden auch verschiedene Minimal-, Mittel-, Maximal- sowie Summenwerte gebildet. Um nur eine kleine Auswahl zu nennen, wäre dies z. B. die mittlere Aussentemperatur bei WP-Betrieb, Tagesmitteltemperatur, mittlere thermische Heizleistung, Betriebsstunden Heizstab, Anzahl Verdichterstarts, usw. Insgesamt werden pro Anlage und Jahr ca. 130 Mio. Messdatenpunkte als Rohdaten gespeichert. Daraus werden momentan 82 Eigenschaften ausgewertet, die in Tages-, Monats-, und Heizsaisonsauflösung dargestellt und analysiert werden. Eine Energiegewichtung der Effizienzkennwerte COP, JAZ und WNG bei den verschiedenen zeitlichen Auflösungen ist dabei zu beachten.

Aus Datenschutzgründen erfolgt die Verlinkung zu den personenbezogenen Daten über eigens generierte IDs, wodurch die personenbezogenen Daten in den

anderen Datenbanken nicht im Klartext ersichtlich sind. Dies erlaubt den bestmöglichen Schutz der Privatsphäre.

Die gemessenen Daten sowie die gesamte Datenbank ist im Besitz des BFE. Auf Anfrage konnten diese umfangreichen, anonymisierten Messungen auch für andere wissenschaftlichen Auswertungen genutzt werden. Zudem werden das Mess-equipment und die Datenbank auch für die Erfassung weiterer Heizungsanlagen eingesetzt.

#### **Analyse von Optimierungspotenzial und Umsetzung von Massnahmen an der Anlage**

Mittels verschiedener Analysetools wie z. B. mit Python oder auch Microsoft Excel können die Anlagen untereinander sowie spezifisch auf bestimmte Betriebsverhalten analysiert werden. Daraus können verschiedene Optimierungsmassnahmen abgeleitet werden, die anschliessend in Absprache mit den Bewohnern bzw. dem Eigentümer umgesetzt werden. Oft sind dies einfache Einstellungen in der

Regelung der Wärmepumpe, der externen Heizstäbe und Hilfsantriebe oder eine Umplatzierung des Fühlers.

#### **Zusammenfassung**

Die Durchführung der Feldmessung von Wärmepumpen kann in diese Abschnitte zusammengefasst werden:

- Akquise von interessierten Installateuren und Bauherrschaften.
- Ausmessen der Wärmepumpe und Kalibrierung der Messtechnik am WPZ.
- Installation der Wärmepumpe und Messtechnik im Gebäude, Inbetriebnahme.
- 1 Jahr Messbetrieb mit Aufzeichnung im 10s-Intervall aller Messgrößen in der Datenbank, Berechnung von Kenngrößen.
- Analysierung des Optimierungspotenzials und Umsetzung von möglichen Massnahmen in Absprache mit dem Eigentümer und ggf. Installateur bzw. Wärmepumpenservice.
- Weiterer Messbetrieb und Auswertung der Optimierung.
- Fortlaufende Jahresberichte und Teilnehmerinformation.
- Verschiedene Vorträge und Publikationen mit Erkenntnissen aus der Feldmessung von Wärmepumpen.
- Einbringung von Erkenntnissen in die Normgebung, Auslegungshilfen für Planer, usw.

Interessenten für die Teilnahme an der Feldmesskampagne finden auf der Homepage des WPZ weitere Informationen und Kontaktdaten zur Anmeldung. ■

[ost.ch/ies](http://ost.ch/ies)

[wpz.ch](http://wpz.ch)

[bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/publikationen.exturl.html](http://bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/publikationen.exturl.html)



... und zweifache  
Inline-Temperatur-  
messung.

In einer Serie von mehreren Artikeln wurde über die Ergebnisse dieser Studie informiert.