

# IBP-MITTEILUNG

536

## 41 (2014) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Johann Reiß, Hans Erhorn,  
Simon Wössner, Juri Weber,  
Michael Geiger

### **ENERGIEEFFIZIENTE SCHULEN MESSDATEN VON ENERGETISCH SANIERTEN PLUSENERGIE- UND 3-LITER-HAUS-SCHULEN – VISUALISIERT UND IM WEB DARGESTELLT [www.eneff-schule.de](http://www.eneff-schule.de)**

#### **HINTERGRUND**

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) hat im Rahmen des Förderkonzeptes »Energieoptimiertes Bauen – EnOB« die Forschungsinitiative »Energieeffiziente Schulen – EnEff:Schule« mit dem Ziel aufgelegt, bestehende Schulgebäude so zu sanieren, dass sie das energetische Niveau von 3-Liter-Haus-Schulen oder Plusenergieschulen erzielen. Auch im Programm involvierte Schulneubauten sollen dieses Ziel erreichen.

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, die Hochschule München (HM) und das Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) wurden vom BMWi mit der Begleitforschung beauftragt. Diese umfasst die wissenschaftliche Betreuung von der Konzeptphase bis zum Ende der Validierungsmessphase [1]. Dabei sollen unter anderem auch die Messdaten aller Schulen in eine Datenbank implementiert werden, damit nach Projektende weitere Studien durchgeführt werden können. Neben diesen Aufgaben, die vom Fraunhofer IBP umgesetzt werden, ist auch eine Visualisierung der Daten bereits während der Messphase vorgesehen. Im Folgenden werden die Datenbankerstellung und die Datenvisualisierung beschrieben.

#### **ERSTELLUNG DER DATENBANK**

Alle Demonstrationsgebäude werden einem zwei- bis dreijährigen Monitoring unterzogen, das in der Regel von einer Hochschule oder einem Institut durchgeführt wird. Das Ziel einer solchen Messung ist sowohl die Validierung des Energiekonzepts als auch die Erfassung des Nutzerverhaltens. Darüber hinaus wird die energetische Effizienz der bau- und anlagentechnischen Komponenten ermittelt. In dem Leitfaden »Monitoring« auf [www.eonob.de](http://www.eonob.de) sind die Mindestanforderungen an das Messprogramm vorgegeben. Für die Messdaten ist das Monitoringteam verantwortlich, das auch das jeweilige Demoprojekt energetisch bewertet.

Die Datenerfassung vor Ort erfolgt unterschiedlich. Auch die Messdaten liegen in verschiedenen Zeitschritten und Datenformaten vor. Der Versuch, Datenformate vorzugeben und damit die Datenbankerstellung zu vereinfachen, musste aufgegeben werden, nachdem Monitoringteams bereits mit der Datenerfassung begonnen hatten. Die Messdaten der Demonstrationsobjekte weisen also individuelle Strukturen auf. Auch die Übertragung der Daten zur Auswertung ins Fraunhofer IBP erfolgt individuell. Wenig Probleme bereitet der Übertragungsweg über einen »Cloud«-Dienst.

#### **Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP**

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-00  
[info@ibp.fraunhofer.de](mailto:info@ibp.fraunhofer.de)

*Standort Holzkirchen*  
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley  
Telefon +49 8024 643-0

*Standort Kassel*  
Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel  
Telefon +49 561 804-1870

[www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)

*Das Vorhaben wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) – (Az: 03ET 1075 C).*

#### **Literatur**

[1] Reiß, J.; Erhorn, H.; Geiger, M.; Roser, A.; Gruber, E.; Schakib-Ekbatan, K.; Winkler, M.; Jensch, W.: *Energieeffiziente Schulen – Eneff:Schule*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2013. ISBN 9-783-8167-9034-1.

Einlesen der Messdatendateien in unterschiedlichen Daten- bzw. Dateiformaten durch Konfigurationsoptionen der Programmoberfläche

Visuelle Unterstützung des Anwenders bei der Validierung der eingelesenen Messdatensätze

Übertragung der Messdaten in die Messdaten-Datenbank mit vollautomatischer Auflösung der aufgetretenen Datenkonflikte

Messdatenaufbereitung der definierten Messkanäle für die Visualisierungsroutine

1



2

© IBUS Architekten

Die Einrichtung einer VPN-Schnittstelle (virtuelles privates Netzwerk) bietet eine weitere Möglichkeit. Die Übersendung von Daten-CDs findet ebenfalls Anwendung. Die eingehenden Daten werden entsprechend dem zuvor definierten Arbeitsprozess in mehreren Arbeitsschritten verarbeitet, wie im Ablaufdiagramm (Bild 1) dargestellt.

Faktoren wie der Umfang der vorliegenden Messdatensätze sowie ihre Qualität hinsichtlich Vollständigkeit und Korrektheit stellen dabei besondere Herausforderungen dar. Dafür wurde am Fraunhofer IBP eine Anwendung für den Import der Messdaten entwickelt (Messdaten-Importer), diese bildet die einzelnen Aktivitäten des Arbeitsprozesses ab, siehe Bild 1. Als Folge einer Messstörung vorhandene und andere Datenlücken werden für die energierelevanten Messkanäle vollautomatisch erkannt und mittels linearer Interpolation ergänzt. Dadurch können trotz lückenhafter Messdaten aussagekräftige Energiebilanzen erstellt werden.

### VISUALISIERUNG DER MESSDATEN

Von den sanierten und neu gebauten Demonstrationsprojekten wird erwartet, dass sie die vorausgerechneten Energiekennwerte nicht überschreiten und ein hohes Behaglichkeitsniveau erzielen. Da diese vom BMWi geförderten Projekte besonders im Blickfeld der Öffentlichkeit stehen, besteht bereits während der Monitoringphase großes Interesse an den Messdaten. Dem trägt die Visualisierung der Daten Rechnung.

Diese Visualisierung musste so umgesetzt werden, dass ihre Darstellung leicht und schnell erfassbar ist und trotzdem die exakten Messdaten widerspiegelt. Grundlage hierfür ist die erstellte Datenbank, welche die gesamten Messdaten enthält. Aus diesem Datenpool wird eine Teilmenge der Datenpunkte gezielt ausgewählt, mit denen das Gebäude- und Anlagenverhalten dargestellt werden kann – bei gleichzeitiger Übersichtlichkeit und leichter Erfassbarkeit.

Die Visualisierung der Messdaten ist für jedes Projekt auf einer öffentlichen Projektwebseite verfügbar und bietet Einsicht in die Aspekte der erhobenen Messdaten:

- Monatssummen der End- und Primärenergieverbräuche
- Kumulierte Darstellung der End- und Primärenergieverbräuche
- Raumspezifische Werte
- Anzeige der Sensorliste
- Anzeige des Messschemas

**End- u. Primärenergie** werden für die eingesetzten Energieträger im ausgewählten Zeitraum als Balkendiagramm auf Monatsbasis visualisiert (Diagramm 1).

Die **kumulierte Darstellung der End- u. Primärenergien** bietet anschaulich eine Übersicht über den Verbrauch des Schulgebäudes im Jahresverlauf. Der primärenergetische Gesamtverbrauch bzw. die Gesamtbilanz bietet insbesondere für Plusenergiegebäude eine schnelle und bequeme Übersicht der primärenergetischen Gesamtbilanz des Gebäudes (Diagramm 2).

Die **raumspezifischen Werte** umfassen je nach Projekt eine Auswahl aus Raumlufttemperatur, Raumluftfeuchte und den Kohlendioxidgehalt der Raumluft. Im Gebäudegrundriss kann pro Raum aus einem Angebot an verfügbaren Messgrößen der Tagesverlaufswerte ausgewählt und in Form einer Diagrammkurve angezeigt werden, siehe (Diagramm 3). Die Verfügbarkeit von raumspezifischen Messdatensätzen ist in der Kalenderansicht durch farbliche Markierung der angezeigten Wochentage visuell hervorgehoben.

»Anzeige der Sensorliste« gibt eine Übersicht über die im Projekt verfügbaren Messkanäle inklusive Beschreibung, Einheit, Messgröße und Messintervall. Die für die Visualisierung ausgewählten Sensoren sind an der Markierung erkennbar.

»Anzeige des Messschemas« bietet eine Übersicht über die für die Aufstellung der Energiebilanzen relevante Anlagentechnik und die zugehörige Messinfrastruktur. Die Visualisierung der Messdaten erfolgt als Diagrammdarstellung; sowohl Messdatenverlauf als auch Diagramminhalt können in Tabellenform bzw. als Grafik zur späteren Analyse in Dateien exportiert werden.

- 1 Arbeitsprozess als Ablaufdiagramm.
- 2 Plusenergie-Grundschule Niederheide, Hohen Neuendorf

Diagramm 1 Endenergieverbrauch 2013 für Beheizung und Anlagentechnik

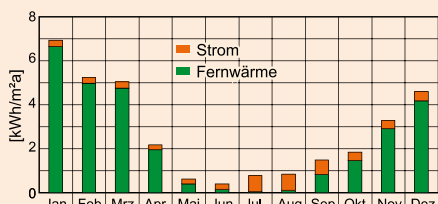


Diagramm 2 Kumulierter Primärenergieverbrauch für Beheizung und Anlagentechnik

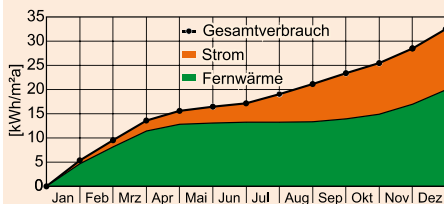


Diagramm 3 Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration in einem Klassenraum während eines Schultages

