



## Software für die energieoptimierte Betriebsführung von Gebäuden

Abb. 1



- ▶ **Gewerke übergreifende Arbeitsplattform entwickelt**
- ▶ **Gebäudefunktionen durchgängig von Planung bis Betrieb dokumentiert**
- ▶ **Qualität des Gebäudebetriebs von Anfang an transparent**

*Eine Internet-Arbeitsplattform, auf der Architekten und Ingenieure, Bauherren und Facility Manager die Performance ihrer Gebäude gemeinsam planen, optimieren und überwachen, das ist die Vision des „Energie-Navigators“.*

**E**nergieeffiziente Gebäude weisen zumeist eine umfangreiche technische Ausrüstung mit teils komplexen Funktionen und Wechselwirkungen auf. An Leistungsspektrum und Funktionsweise dieser Anlagen werden immer höhere Anforderungen gestellt. Durch Simulationsrechnungen kann die Planung Gewerke übergreifend optimiert werden. Gebäudeautomationssysteme sollen die entsprechenden Funktionen im Betrieb umsetzen. Im Rahmen der BMWi-Forschungsinitiative „Energieoptimiertes Bauen“ (EnOB) wurden dazu verschiedene energieeffiziente Gebäude evaluiert. Ein Ergebnis ist, dass die tatsächlich erreichte Gebäudeperformance häufig hinter den theoretisch ermittelten Werten zurückbleibt, die Effizienzpotenziale solcher Gebäude in der Praxis nicht ausgeschöpft werden. Das Feld reicht dabei von einfachen Bedienungsfehlern bis hin zu komplexen hydraulischen Problemen. Überhöhte Betriebszeiten und gleichzeitiges Heizen und Kühlen in einer Anlage oder in einem Raum sind typische Beispiele. Als ein zentrales Problem er-

scheint das Fehlen effizienter Werkzeuge zur Definition und Überwachung der Gebäudefunktionen. Die heute zur Verfügung stehenden Planungsinstrumente fokussieren sich ausschließlich auf die Planungsphase. Schnittstellen zur Beobachtung und Auswertung im Betrieb sind nicht vorhanden. Diese bisher fehlende Gesamtbetrachtung von Planung, Herstellung und Betrieb eines Gebäudes hat häufig zur Folge, dass ungünstig verlaufende Betriebsprozesse oder Fehler lange unentdeckt bleiben. Im Rahmen eines BMWi-geförderten Forschungsprojekts hat das Institut für Gebäude- und Solartechnik der Technischen Universität Braunschweig in Zusammenarbeit mit Software Ingenieuren der RWTH Aachen die Vision einer Arbeitsplattform verwirklicht, mit der Gebäudefunktionen in Planung und Betrieb erstmals automatisch miteinander verknüpft werden können. Mit dem Energie-Navigator ist ein Werkzeug für die energieoptimierte Betriebsführung von Gebäuden entwickelt worden, das die erforderliche Gesamtbetrachtung im Gebäudelebenszyklus ermöglicht.

## ► Erweitertes Gebäudemonitoring

Wie effektiv, wirtschaftlich und dauerhaft sind Maßnahmen zur energetischen Betriebsoptimierung von Gebäuden in der Praxis? Zur Beantwortung dieser Frage müsste eine Vielzahl von Daten aus dem realen Gebäudebetrieb ausgewertet werden. Mit dem Energie-Navigator ist eine Arbeitsplattform entstanden, mit der sehr heterogene Daten in einfacher Weise einheitlich archiviert und analysiert werden können. Voraussetzung für einen energetisch optimierten Gebäudebetrieb ist jedoch seine effektive Einregulierung beim Übergang in die Nutzungsphase – genauso wie eine wirksame Betriebs- und Verbrauchsüberwachung.

Die Verbrauchsüberwachung steht und fällt mit den für einen Soll-Ist-Vergleich verfügbaren Daten. Für diesen Vergleich sind die Anforderungen an die technischen Gebäudefunktionen bereits während der Planung präzise zu definieren und zu dokumentieren. Dies mit einer einheitlichen Arbeitsoberfläche und standardisierten Funktionen, Bibliotheken und Textsequenzen zu ermöglichen, ist der Grundgedanke des Energie-Navigators. Denn bisher sind die Planungsmittel für technische Funktionen

nicht umfassend normiert. Gebäudetechnische Funktionsbeschreibungen werden bis heute mit den gerade verfügbaren Werkzeugen und nach eigenem Sprachgebrauch beschrieben. So legt der Planer die erforderlichen Angaben fest und stellt sie dem Errichter der Anlage als frei formulierten Erläuterungstext mit Detailinformationen im Tabellenformat sowie als Zeichnung zur Verfügung. Zur Ausführung gelangt jedoch nur, was der Errichter von den technischen Beschreibungen versteht oder ggf. aus Kostengründen vereinfacht – d.h. oft eine recht freie Interpretation der Planung. Und er nutzt die ihm verfügbaren Informationen für die Programmierung der Gebäudeautomation. Wie diese im Detail aussieht, ist für Fachplaner und den Bauherrn weder ersichtlich noch im Detail nachprüfbar. Eine Fortschreibung der Funktionsbeschreibungen aus der Planung erfolgt damit nicht, sodass im Gebäudebetrieb kein Vergleich zwischen der Planungsvorgabe und dem derzeitigen Verbrauch möglich ist.

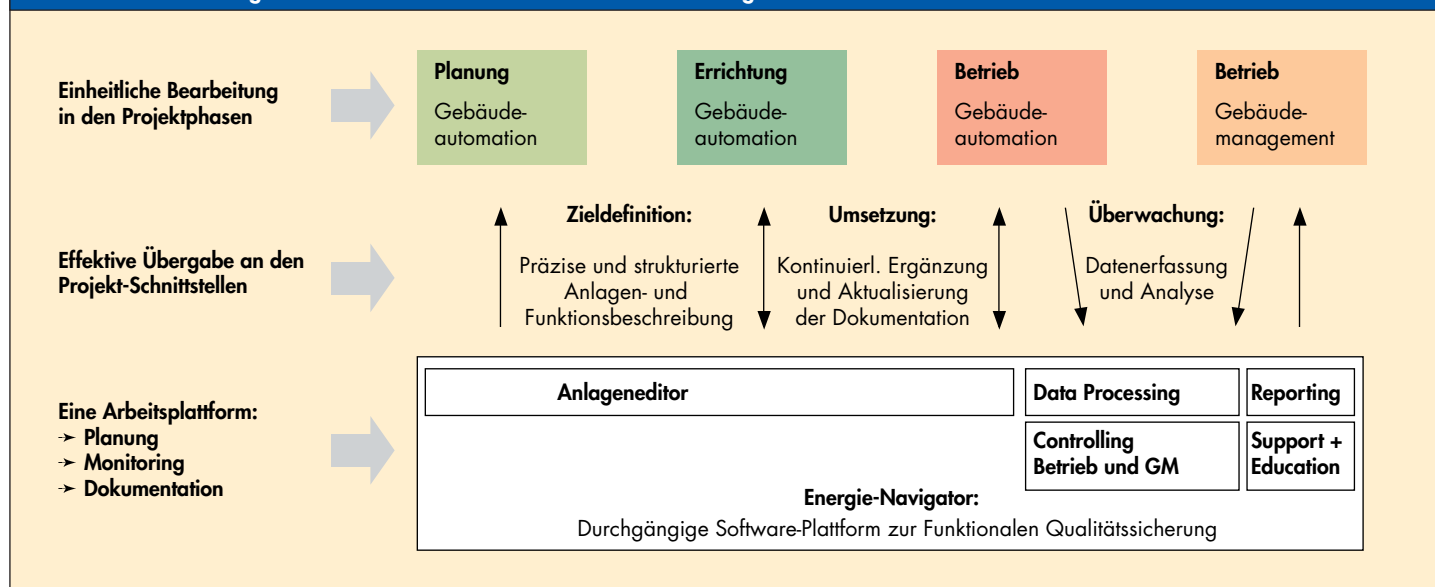
Fazit: An den Schnittstellen zwischen Planung, Bau und Betrieb und dem damit eingehenden Wechsel der Werkzeuge und

### Gebäudefunktionen - bauliche und technische Merkmale

Zu dem in der Forschung und TGA üblichen Begriff der Gebäudefunktionen zählen zunächst die Lage und städtebauliche Einordnung, die architektonische Typologie, die Zahl der Geschosse und Art der Erschließung sowie das Konstruktionsprinzip und die eingesetzten Materialien. Die technischen Merkmale sind die der technischen Gebäudeausrüstung wie Heizung, Kühlung, Lüftung sowie Beleuchtung und Sonnenschutz. Diese Gebäudefunktionen bestimmen maßgeblich die thermische Behaglichkeit und den Komfort des Gebäudes im Betrieb – und natürlich seinen Energieverbrauch. Die Gebäudeautomation schließlich steuert diese Funktionen bzw. deren technische Anlagen mit komplexen rechnergestützten Regelalgorithmen und Verknüpfungen. Sie kann den thermischen Komfort eines Gebäudes verbessern und gleichzeitig den Energieverbrauch auf das unbedingt notwendige Maß reduzieren.

sprachlichen Gepflogenheiten gehen Informationen verloren. So steht für die Kontrolle der Gebäudefunktionen im Betrieb letztendlich keine präzise Leistungsbeschreibung zur Verfügung.

Abb. 2: Von der Planung bis in den Betrieb: Funktionale Qualitätssicherung im Web 2.0



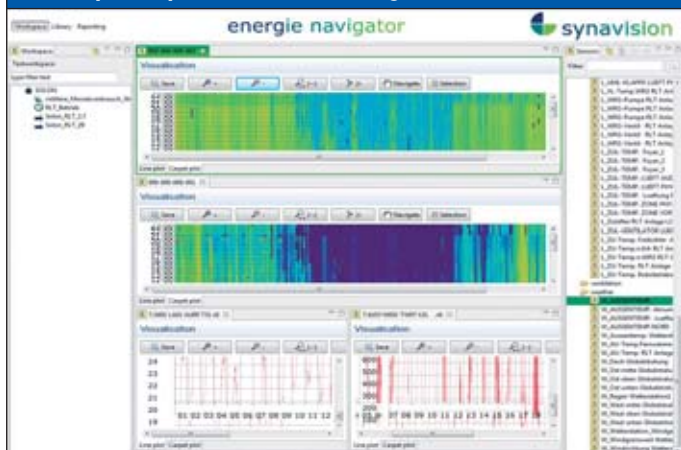
## ► Arbeitsplattform verknüpft Planung, Bau und Controlling

Der Energie-Navigator stellt als Arbeitsplattform für alle beteiligten Akteure – vom Planer und Techniker bis zum Facility Manager – optimale Gebäudefunktionen vom Beginn der Planung bis zum Ende der Nutzungsphase sicher. Bereits während der Konzeptentwicklung für die technische Gebäudeausrüstung können deren Ziele und Funktionen definiert und kontinuierlich dokumentiert werden. In der Bauphase erhält der Errichter der Gebäudeautoma-

tion ebenfalls Zugang zur Internet-Arbeitsplattform. Nach den dort hinterlegten Vorgaben führt er die Steuer-, Mess- und Regelungstechnik aus. Die Projektdaten werden anschließend um die von ihm eingerichteten Sensoradressen der Gebäudeautomation ergänzt. So sind für den Gebäudebetrieb sowohl die Zielvorgaben klar definiert als auch alle Funktionsvorgaben mit den Messwerten des Betriebs verknüpft.

Im Betrieb schreibt die Gebäudeautomation die Messdaten in einen historischen Datenspeicher, auf den das Monitoring zugreifen kann. Der Energie-Navigator verknüpft diese Ist-Werte mit den vordefinierten Funktionen und vergleicht sie mit den entsprechenden Soll-Werten der Planung. Dadurch erfolgt eine automatisierte Analyse und Fehlererkennung. Der mit der Betriebsüberwachung beauftragte Techniker erhält – ebenfalls über das Internet – präzise Infor-

**Abb. 3: Visualisierung und Prüfung von Gebäudefunktionen per Carpet Plot oder Liniendiagramm**

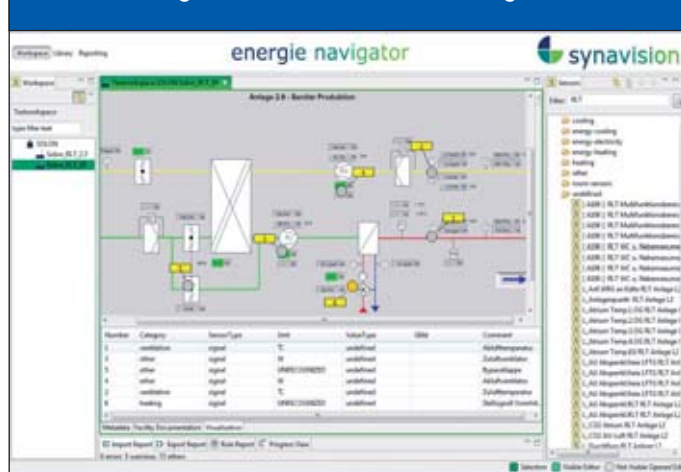


mation zu Fehlfunktionen und kann die Problemlösung zielgerichtet veranlassen. Neben dem Vergleich von tatsächlichen Gebäudefunktionen mit Planungsvorgaben werden im Betrieb oft zusätzliche Erkenntnisse über die Eigenschaften des Gebäudes gewonnen. Einzelne Funktionen werden entsprechend angepasst und optimiert. Im Energie-Navigator können diese Veränderungen dokumentiert werden. So wird die Dokumentation der Gebäudefunktionen aktuell gehalten und kann kontinuierlich überprüft werden.

### Standardisierte Funktionsbeschreibungen

Ein zentraler Baustein der Software ist die Sprache zur Beschreibung von Gebäudefunktionen. Sie ermöglicht es den Ingenieuren, in der Planung präzise und standardisierte Funktionsbeschreibungen zu erstellen. Das Sprachkonzept umfasst hierzu Hilfsmittel für die Modellierung von Funktionen, Kennlinien, Zeitprogrammen und Metriken. In Planung, Bau und Betrieb können sie in Zusammenarbeit mit den Errichtern der technischen Anlagen – insbesondere der Mess-, Steuer- und Regeltechnik – und später den

**Abb. 4: RLT-Anlagen des Solon-Gebäudes im Anlagenschema**



Facility Managern fortgeschrieben werden. Im Betrieb dient sie dann der Überwachung der Gebäudefunktionen. Ihre Vorteile liegen vor allem in der Eindeutigkeit der Beschreibung und der Möglichkeit zur automatischen Prüfung mit angeschlossenen Arbeitsabläufen in elektronischen Ticketsystemen oder Visualisierungswerkzeugen. Der sonst übliche kosten- und zeitintensive Zusatzaufwand für die Gebäudemodellierung als Grundlage eines Monitorings kann entfallen. Sämtliche Funktionen stehen über das Internet allen Akteuren auf einer einzigen Plattform zur Verfügung. ■

## ► Energie-Navigator im Praxistest

Der Energie-Navigator wird seit April 2008 entwickelt und in der Anwendung getestet. Das Werkzeug wird derzeit in drei Gebäudekomplexen eingesetzt, die als Neubau- und Sanierungsvorhaben unterschiedliche Erprobungsfelder bieten. Zwei von ihnen sind im Folgenden beschrieben. So eignet sich das Regionshaus Hannover aufgrund umfangreicher verfügbarer Messdaten besonders zur Evaluierung der Arbeit mit Speicherdaten, während der Hauptsitz der Solon SE mit dem Energie-Navigator im Betrieb optimiert wird. Im Zentrum des Praxistests steht neben der energetischen Betriebsoptimierung der Gebäude die Weiterentwicklung des Werkzeugs selbst. Bis Ende 2011 sollen die umfangreichen Erfahrungen der Anwender vorliegen.

### Neues Regionshaus Hannover

Mit dem Regionshaus Hannover wurde erstmals ein EnOB-Gebäude in Public Private Partnership realisiert und dabei ein Primärenergiebedarf für Heizen, Kühlen, Lüften und Beleuchtung mit maximal 100 kWh/m<sup>2</sup>a als Ziel vertraglich festgelegt. Mittels Gebäudeleittechnik und auf Basis eines umfassenden Messkonzepts können die Gebäudefunktionen online überwacht werden. Bereits im ersten Jahr der Nutzung konnte ein Primär-

energieverbrauch von rund 80 kWh/m<sup>2</sup>a erreicht werden (vgl. auch das BINE Projektinfo 06/2009 „Energieeffizienz im öffentlichen Neubau“). Die wissenschaftliche Begleitung und das umfassende Monitoring während der Entwicklung, Errichtung und Inbetriebnahme des Gebäudes haben eine hohe Dichte an Vergleichsdaten für die energetische Optimierung erbracht. Dieser „historische Betriebsdatenspeicher“ wird derzeit mit dem Energie-Navigator auf Funktionsfehler getestet.

### Solon SE – Hauptverwaltung

Auch für die Hauptverwaltung des Solarherstellers SOLON wurde ein Primärenergiebedarf von weniger als 100 kWh/m<sup>2</sup>a angestrebt und darüber hinaus weitere Ziele formuliert. So wurde bei der Entwicklung der Gebäudehülle neben guten Dämm- und Klimaeigenschaften Wert auf einen geringen Energieaufwand für die Herstellung gelegt. Die komplett vorgefertigte Holz-Element-Fassade mit sehr gutem Wärme- und Sonnenschutz reduziert die von außen einwirkenden Heiz- und Kühllasten so weit, dass auf konventionelle Heiz- und Kühltechnik weitgehend verzichtet werden kann. Die Büro- und Produktionsgebäude haben unter-

**Abb. 5: Regionshaus Hannover – Datenevaluierung von Planung bis Betrieb**



**Abb. 6: Headquarters Solon SE – Optimierung im Gebäudebetrieb**



dessen ihren Regelbetrieb erreicht. Dabei weist das Bürogebäude einen Primärenergieverbrauch für den Betrieb von ca. 75 kWh/m<sup>2</sup>a auf. Er ist das Ergebnis einer intensiven Einregulierung im ersten Jahr der Nutzung, nach der das Gebäude nun weiter ganzheitlich evaluiert wird. In diesen Prozessen kommt der Energie-Navigator zum Einsatz. ■

## ► Fazit und Ausblick

Grundsätzlich kann jedem Bauherrn empfohlen werden, bereits in der Planung an den Betrieb zu denken. Der Energie-Navigator unterstützt ihn dabei – und nicht nur ihn: Er gibt allen an der Planung, Errichtung und am Betrieb eines Gebäudes Beteiligten ein neues Werkzeug an die Hand, mit dem erstmals Gebäudefunktionen in Planung und Betrieb automatisch miteinander verknüpft werden. Fachplaner können damit die Gebäude- und Anlagenfunktionen präzise planen und dokumentieren. Dadurch erhalten Errichter von Gebäudeautomations- und MSR-Anlagen klare Vorgaben für die Programmierung. Im Betrieb können Facility Manager auf diese Dokumentation zurückgreifen und erhalten Hinweise auf Optimierungspotenziale. Und schließlich können Gebäudeeigentümer jederzeit feststellen, ob ihre Gebäude so funktionieren wie geplant.

Das Werkzeug wird zurzeit in Zusammenarbeit mit einigen Unternehmen in deren Gebäuden getestet. Mit seiner Anwendungsreife ist eine bisher nicht mögliche Qualität im energieeffizienten Gebäudebetrieb erreichbar. Denn der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes und seine Funktionen können nun mit den geplanten Werten verglichen und auch eingefordert werden. Die Erprobung des Energie-Navigators soll die Entwicklung weiterer innovativer Tools und Serviceprodukte im Gebäudebereich ermöglichen. Solche Innovationen können nicht nur helfen, Gebäude noch weiter energetisch zu optimieren, sondern auch neue Arbeitsfelder im Gebäudemanagement erschließen und insgesamt die Kenntnisse über energieoptimierte Gebäude im Betrieb verbessern. Die nächsten Schritte sind vorgezeichnet: Die Entwickler des Energie-Navigators haben die synavision GmbH ausgegründet, um in Zusammenarbeit mit dem Institut für Gebäude- und Solartechnik an der TU Braunschweig und dem Lehrstuhl für Software Engineering der RWTH Aachen ein marktfähiges Produkt zu entwickeln.

### ► PROJEKTADRESSEN

#### Projektleitung, Konzeption, Gebäude- und energietechnische Untersuchungen:

- TU Braunschweig  
Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)  
Stefan Plesser,  
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch  
Mühlenpfordtstraße 23  
38106 Braunschweig

#### Informationstechnische Grundlagen:

- RWTH Aachen  
Lehrstuhl für Software Engineering  
Claas Pinkernell,  
Prof. Dr. Bernhard Rumppe  
Ahornstraße 55  
52074 Aachen

### ► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

#### Internet

- [www.enob.info](http://www.enob.info)
- [www.igs.bau.tu-bs.de](http://www.igs.bau.tu-bs.de)
- [www.se-rwth.de](http://www.se-rwth.de)
- [www.synavision.de](http://www.synavision.de)

#### Abbildungsnachweis

- Abb. 1-2: IGS, TU Braunschweig
- Abb. 3-4: synavision GmbH
- Abb. 5: Bilfinger Berger
- Abb. 6: SOLON/myrzik & jarisch

#### Service

- Dieses Projektinfo gibt es auch als online-Dokument unter [www.bine.info](http://www.bine.info) im Bereich Publikationen/Projektinfos. In der Rubrik „Service“ finden Sie ergänzende Informationen wie weitere Projektadressen und Links.

## PROJEKTORGANISATION

■ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
11019 Berlin

Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Rolf Stricker  
52425 Jülich

■ Förderkennzeichen  
0327444A

## IMPRESSUM

■ ISSN  
0937 – 8367

■ Version in Englisch  
Das Dokument finden Sie unter [www.bine.info](http://www.bine.info).

■ Herausgeber  
FIZ Karlsruhe  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

■ Urheberrecht  
Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

■ Autoren  
Franziska Herborn, Uwe Friedrich

## BINE Informationsdienst Energieforschung für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

In kostenfreien Broschüren, unter [www.bine.info](http://www.bine.info) und per Newsletter zeigt die BINE-Redaktion, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

#### Kontakt

Haben Sie Fragen zu diesem **projektinfo**?  
Wir helfen Ihnen weiter:

**Tel. 0228 92379-44**



FIZ Karlsruhe, Büro Bonn  
Kaiserstraße 185 – 197  
53113 Bonn

[kontakt@bine.info](mailto:kontakt@bine.info)  
[www.bine.info](http://www.bine.info)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages