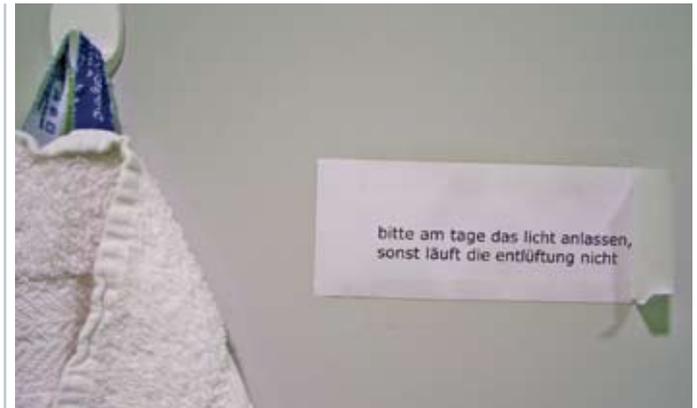


**Autor**Dipl.-Ing. Architekt Stefan Plesser<sup>1</sup>,Dipl.-Inform. Claas Pinkernell<sup>2</sup>,Dipl.-Inform. Markus Look<sup>3</sup>,

Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Norbert

Fisch<sup>4</sup>, Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Bern-hard Rumpe<sup>5</sup><sup>1</sup>IGS, synavision GmbH,<sup>2</sup>SE, synavision GmbH, <sup>3</sup>SE, <sup>4</sup>IGS, <sup>5</sup>SE

Gebäudeautomation und die Tücken in der Praxis

## Der Energie-Navigator

### Performance-Controlling für Gebäude und Anlagen

Im interdisziplinären Forschungsprojekt „Energie-Navigator“ haben Institute der TU Braunschweig und der RWTH Aachen eine Internet-Arbeitsplattform für eine wegweisende Methodik zur nachhaltigen und prüfbareren Energieoptimierung entwickelt. Durch die Anwendung innovativer Softwaretechniken können komplexe Funktionsbeschreibungen mit einer domänenspezifischen Sprache geplant, in Automationsanlagen umgesetzt und überprüft werden. Der „Energie-Navigator“ bietet damit schon heute eine neue Dimension der Qualitätssicherung für Gebäudefunktionen von der Planung bis in den Betrieb. Als mittelfristiges Ziel wird eine durchgängige Verknüpfung von Planung und Gebäudeautomation angestrebt.

**Die Komplexität energieeffizienter Gebäude**

Kein anderer Bereich der Wirtschaft hat eine solche Bedeutung für den Klimaschutz wie die Baubranche. Mit 40 % Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen können ausreichende Einsparungen ohne die Optimierung des Gebäudebestands nicht erreicht werden. Gleichzeitig wird der Baubranche im Gegensatz zu anderen Branchen attestiert, dass sie bereits heute weitgehend über die notwendigen Technologien verfügt, um die entsprechenden Maßnahmen zu ergreifen.

Eine dieser Schlüsseltechnologien ist die Gebäudeautomation (GA), die seit den 90er Jahren verstärkt Einzug im Gebäudebereich gehalten hat und heute in fast jedem technischen Gewerk eingesetzt wird. Heizungs-, Kälte- und Lüftungsanlagen sind ebenso wie Beleuchtung und Sonnenschutzanlagen mit Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ausgestattet. Durch den Einsatz von GA-Systemen kann der Energieverbrauch von Gebäuden in erheblichem Maße gesenkt werden.

Jedoch erschweren die spezifischen Gegebenheiten bei Bauprojekten – individuelle Planung und Planungsteams, immer neue Produktkombinationen, begrenzte Durchgängigkeit von Werkzeugen, mangelhafte Schnittstellendefinition zwischen Planung und Betrieb – die Entwicklung und Umsetzung optimaler Gebäudefunktionen. Eine effektive

Qualitätssicherung ist bisher nur mit unverhältnismäßigem Aufwand möglich, sprich: in der Praxis oftmals nicht vorhanden. Gibt es Nutzerbeschwerden beim Raumkomfort, wird möglicherweise nachgebessert. Eine suboptimale Performance durch verdeckte Mängel in der Sensorik oder der GA-Programmierung, fehlerhafte Betriebsführung oder Unkenntnis der Nutzer werden in der Regel nicht einmal erkannt.

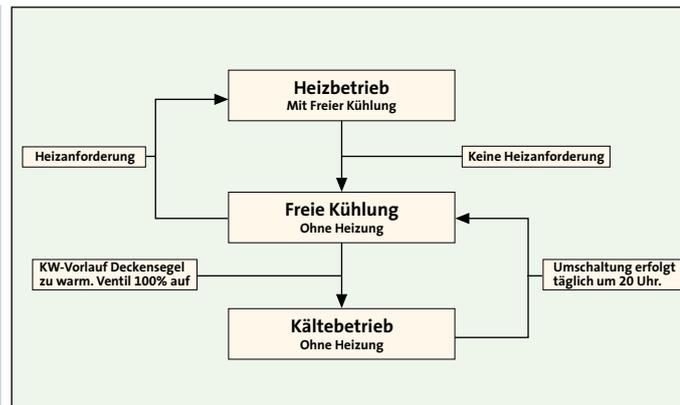
In der Praxis wird GA-Technik oft weder umfassend dokumentiert noch präzise abgenommen. Im Ergebnis werden die großen Potentiale der GA trotz hoher Investitionen in Bau und Betrieb nicht vollständig genutzt.

**Aktuelle Konzepte der Qualitätssicherung**

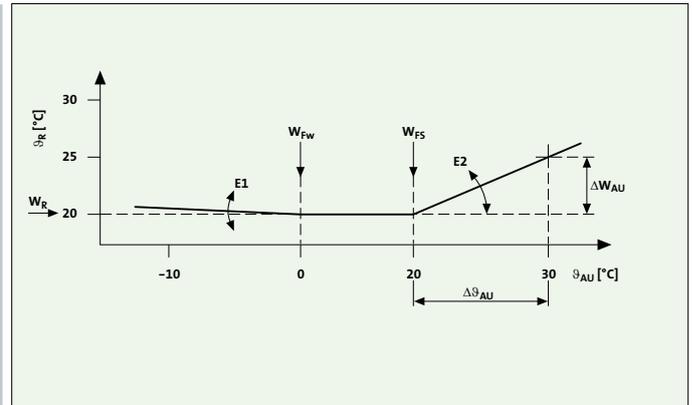
„You can't manage what you don't measure!“ – Dieser ursprünglich aus dem betriebswirtschaftlichen Controlling stammende Satz gilt nach wie vor und in besonderer Weise für die Performance von Gebäuden. Deshalb wird in zunehmendem Maße Messtechnik in Gebäuden verbaut, um „Monitoring“ zu betreiben.

Prozessuale Konzepte zum Monitoring werden unter anderem in DIN EN 16 001 [1], GEFMA 124 [2] und AMEV Energie 2010 [3] definiert. Hier wird unter anderem beschrieben, wer in einem Energiemanagement-Workflow für welche Leistungen verantwortlich ist, wie Ziele





**Bild 1:** Darstellung mit Seltenheitswert: Betriebszustände mit Übergangsbedingungen – der Ansatz einer Funktionsbeschreibung mit Zustandsgraphen [12]



**Bild 2:** Eine Kennlinie, zwei skalierte Achsen, neun Abkürzungen – aber keine Verknüpfung mit der Gebäudeautomation [9]

zu definieren sind und wann ein Bericht vorgelegt werden soll. Aber so wichtig gute Prozesse sind, der Umkehrschluss der oben genannten Manager-Weisheit gilt nicht: nur weil man viele misst, ergibt sich noch kein gutes Management. Oft entsteht im Monitoring einfach nur eine Vielzahl bunter Grafiken mit monatlichen Verbrauchswerten, „Energie-Signaturen“, in denen der tägliche Wärmeverbrauch über der Außentemperatur aufgetragen wird und „Ausreißer“ sichtbar gemacht werden und ähnliches.

Unbemerkt bleibt dabei oft, dass für die Interpretation der Grafiken nicht unerheblicher Sachverstand notwendig ist und dass anschließend – nach der Identifikation – ein Korrekturprozess angestoßen und überwacht werden muss. Dies kann der Anruf beim Hausmeister, ein schriftlicher Bericht an den Gebäudeeigentümer oder aber auch die Korrektur eines Zeitprogramms durch einen Experten sein, der sich über einen abgesetzten Bedienplatz auf eine entfernte GLT einloggt. Viele Energiemanager können jedoch ein Lied davon singen, dass sie zwar viele Verbesserungsvorschläge gemacht haben, die Umsetzung aber aus verschiedenen Gründen nicht erfolgt ist. Mögliche Hindernisse: Monitoring ist immer eine zusätzliche Leistung zum Tagesgeschäft, die neue Strukturen, Budgets, regelmäßige Termine und Kümmerer braucht, die sie vorantreiben. Und es beginnt in der Regel immer mit einer (offen oder verdeckt) formulierten Schuldzuweisung für den suboptimalen Betrieb, die für einzelne Akteure nicht gerade motivierend wirkt; insgesamt keine guten Voraussetzungen für einen Projekterfolg.

Grundsätzlich unterliegt dieser Ansatz des Commissionings (engl.: in etwa „Inbetriebnahme“) einem Missverständnis, das vielleicht auf die sprachlichen Konnotationen des Begriffs zurückzuführen ist. Wenn „Controlling“ im Wesentlichen als „Kontrollieren“ begriffen wird, setzt ein Monitoring zu spät an und wird ineffektiv, teuer und für alle Beteiligten in der Regel auch unerfreulicher. Denn dann geht es um passive Fehlererkennung und nicht aktive Fehlervermeidung. Ein Controllingprozess sollte eine Definition von eindeutigen und erreichbaren Zielen in einer verständlichen Sprache und mit klarer Zuweisung von Verantwortlichkeiten umfassen. Und genau da liegt bei Gebäuden und im Monitoring das Problem.

## Funktionsbeschreibungen

In der VDI 3814 wird eine Funktion in der Gebäudeautomation beschrieben als „spezifische Wirkung eines Programms oder eine Schaltung – auch eines Teils davon –, nach der Eingangs- und Ausgangsgrößen entsprechend einer vorgegebenen Aufgabenstellung miteinander verknüpft werden ...“, entsprechend ist ein Funktionstest ein „... Test der Funktion laut Aufgabenstellung“ [5]. Zur Beschreibung der Aufgabenstellung werden drei Arbeitsmittel genannt: Automations schemata, Funktionsbeschreibungen und GA-Funktionslisten. Automations schemata und GA-Listen werden anschließend ausführlich und formal strukturiert dargestellt. VDI 3814-4 [6] gibt zahlreiche Beispiele für Automations schemata. Sie werden in dieser Form in der Praxis angewendet. Wie eine Funktionsbeschreibung gestaltet werden soll, wird hingegen nicht beschrieben.

Dies ist insbesondere bedeutsam, da VDI 3814 eine „Funktionsbeschreibung der Anlage ...“ und „... der wesentlichen anlagen-übergreifenden Funktionen“ [7] konsequenter Weise als Bestandteil der Planungsunterlagen und als Grundlage der Montageplanung explizit fordert. Als Bestandsunterlagen bei der Inbetriebnahme dienen fortgeschriebene Planunterlagen und zusätzlich u.a. Protokolle der Funktionsprüfungen. Die intensive Verknüpfung aller technischen Gewerke mit der Gebäudeautomation sowie die Bedeutung der Einregulierung im Betrieb werden dabei angesprochen. Die Abnahme der Funktionen soll schließlich durch „stichprobenartige Prüfungen der Automationsfunktionen“ [8] erfolgen.

Aber wie soll eine Abnahme von Funktionen im Betrieb umfassend und präzise erfolgen, wenn sie in der Planung nicht umfassend und präzise beschrieben werden? Davon, dass die heute üblichen Funktionsbeschreibungen dazu nur bedingt geeignet sind, konnten sich die Autoren in zahlreichen Projekten überzeugen.

Die Autoren haben keine repräsentative Kenntnis über die Qualität der Umsetzung von Gebäudeautomationssystemen. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts EVA [13] und die noch laufende Auswertung von mehr als 50 Forschungsberichten zu Gebäuden aus dem Förderschwerpunkt „EnOB – Energieoptimiertes Bauen“ des BMWi zeigen jedoch: es gibt nicht nur erhebliche Probleme im Gebäudebetrieb.

Datenpunkt	Klartext	Wert/ Einheit
M1H03_GW_Win	Grenzwert Winterfall	°C
M1H03_GW_aktuellAT	Grenzwert aktuelleAT	°C

**Sommerfall**  
Das Kriterium Winterfall bleibt solange bestehen, bis der Wert von  $T_{amb72h}$  den eingestellten Sommergrenzwert überschreitet oder die aktuelle Außentemperatur größer als der eingestellte Grenzwert ist.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn  
ODER  $T_{amb72h} < M1H03\_GW\_Som$   
 $T_{aktuell} > M1H03\_GW\_aktuellAT$  ist

Datenpunkt	Klartext	Wert/ Einheit
M1H03_GW_Som	Grenzwert Sommerfall	°C

**Bild 3: Eigentlich alles da: Betriebszustände, Zustandsbedingungen, Regelungslogik und Adressierung – aber alles auf Papier. Im Energie-Navigator könnten die geplanten Funktionen bei gleichem Planungsaufwand automatisch zusätzlich geprüft werden [10]**

Beschreibung	Eingestellte Werte	Änderung	Änderung
Min. Zulufttemperatur	18,0°C		
Max. Zulufttemperatur	40,0°C		
Raumtemperatur (alle Zonen)	20,0°C		

**Bild 4: Gut gemeint: Bei der Inbetriebnahme werden sich die Parameter noch ändern, eine Dokumentation bleibt wohl Wunschdenken – in einem pdf-Dokument [11]**

Schon bei der Beschreibung der gewünschten Funktionen fehlen offenbar geeignete Instrumente. Dieses Defizit wird als eine wesentliche Ursache für Fehlfunktionen und in ihrer Folge erhöhten Energieverbrauch und Komfortbeeinträchtigungen gesehen.

### Prozessintegration als Schlüssel

Als Reaktion auf suboptimalen Betrieb werden zusätzliche Leistungen gefordert: die „HOAI Leistungsphase 10“, Energie-Monitoring oder das aus dem angelsächsischen Raum bekannte Commissioning, das in etwa den Prozess einer Qualitätssicherung meint. In nationalen und internationalen Forschungsprojekten sind hierzu, unter anderem auch im Forschungsschwerpunkt „EnBop – Energetische Betriebsoptimierung“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie – zahlreiche Werkzeuge entstanden [14]. Eine praktische Anwendung in der Breite haben bisher allerdings nur Energiemanagementsysteme gefunden, die Energieverbräuche insbesondere für kaufmännische Zwecke abbilden oder die Überwachung von Gebäudefunktionen mit visuellen Mitteln und der Möglichkeit von Grenzwertüberwachung unterstützen. Alle diese Werkzeuge werden erst im Betrieb der Gebäude eingesetzt.

Das Forschungsprojekt „Energie-Navigator“, ebenfalls ein EnBop-Projekt, hat die vorliegenden Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung analysiert. Als zentrale Ursache für die nur marginale Anwen-

dung innovativer Werkzeuge wurde die fehlende Prozessintegration identifiziert. Fast alle Werkzeuge erfordern wie oben erwähnt zusätzliche Maßnahmen, die in normalen Bauprojekten nicht vorhanden sind. Sie bringen neue Akteure ins Spiel, schaffen neue Verantwortlichkeiten – und verursachen zusätzliche Kosten. Für eine Leistung, die auf der Prioritätenliste vieler öffentlicher Verwaltungen nicht ganz oben steht, sind dies schwer zu überwindende Hemmnisse. Deshalb muss eine effektive Qualitätssicherung von Gebäudefunktionen in die vorhandenen Prozesse, Verträge und Budgets integriert werden. Dazu braucht es eine geeignete Sprache: eine Sprache für Funktionsbeschreibungen komplexer Systeme.

### Exkurs: Sprachen für komplexe Systeme

Teil 6 der VDI 3814 erkennt den Bedarf für präzisere Beschreibungen und schlägt Zustandsgraphen als graphische Methode vor, um „Anlagen der TGA eindeutig, für jeden verständlich und dennoch aufwandsarm zu dokumentieren“ [15]. Zustandsgraphen stellen eine leistungsstarke und weit erforschte Sprache der Informatik dar. Dennoch ist den Autoren bisher eine Verwendung in der Domäne des Energie-Monitorings, der Gebäudeplanung oder des Commissionings nicht bekannt.

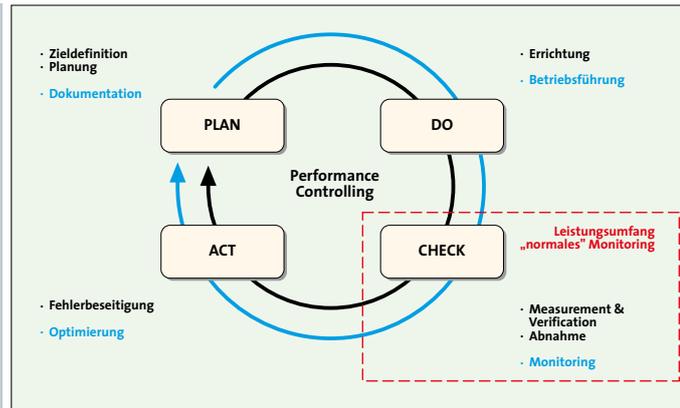
Mit dem Forschungsprojekt „Energie-Navigator“ wird eine interdisziplinäre Brücke geschlagen, die es ermöglicht, bereits vor der Inbetriebnahme sogenannte Aktive Funktionsbeschreibungen von technischen Anlagen mit Hilfe von Zustandsgraphen und weiteren Sprachelementen auszudrücken. Durch die Anpassung von etabliertem Wissen an neue Domänen werden so neue Anwendungspotentiale erschlossen.

Im Software Engineering wird die Sprache der Zustandsgraphen [16] bereits seit den 80er Jahren dazu verwendet, Anforderungen an das Verhalten komplexer Systeme zu modellieren. Ein solches Modell eignet sich stets dazu, von technischen Details zu abstrahieren und somit den Gesamtkontext fassbar zu machen. Gleichzeitig wird durch ein in einer wohldefinierten Sprache (hier: Domänenspezifische Sprache [17]) verfasstes Modell eine Grundlage geschaffen, welche es allen Beteiligten ermöglicht, auf der gleichen Ebene zu kommunizieren. Dazu besteht die Sprache aus unterschiedlichen Elementen, wie Zuständen und Zustandsübergängen (Transitionen). Mehrere Zustände können zu einem Zustandsraum zusammengefasst werden. Jeder

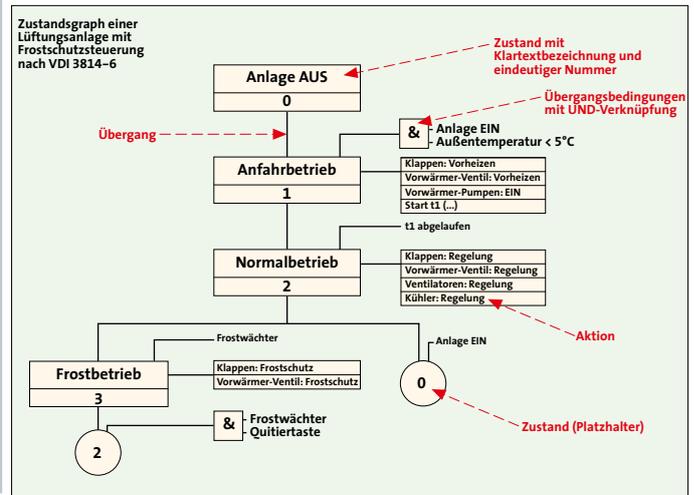
### Zustandsgraphen und domänenspezifische Sprachen

Unter Zustandsgraphen versteht man die visuelle Darstellung eines endlichen Automaten. Ein Automat ist durch eine Menge von Zuständen, Zustandsübergängen und Aktionen definiert. Im Energie-Navigator wird eine Variante dieser Automaten zur Planung von Betriebszuständen von Anlagen verwendet. Sie ermöglicht einen Zustandsraum mit einzelnen Zuständen zu eröffnen und einzelnen Zuständen bestimmte Aktionen und Eigenschaften zuzuweisen. Im späteren Betrieb kann dann automatisiert geprüft werden, ob sich die Zustände einer Anlage gemäß ihrer Planungsvorgabe verhalten.

Eine domänenspezifische Sprache ist eine hinsichtlich der Anwendungsdomäne optimierte Sprache zur Beschreibung dort auftretender Probleme oder Fragestellungen. Der Energie-Navigator bietet eine solche domänenspezifische Sprache für die Gebäudeplanung und das Monitoring an. Mit ihr ist es dem Domänenanwender (hier zum Beispiel dem Gebäudeplaner) möglich, formale Planungsvorgaben zu definieren, die sich im späteren Betrieb vollautomatisiert prüfen lassen.



**Bild 5:** Die meisten Automations- und Energiemanagementsysteme bieten heute Module für Monitoring mit Grafiken, Kennlinien und Grenzwert-Alarm-Funktion; ein Controlling für die Performance funktioniert jedoch nur dann effektiv, wenn bei der Errichtung eines Neubaus (schwarz) oder im Regelbetrieb bzw. bei Bestandsgebäuden (blau) ein vollständiger Kreislauf geschaffen wird



**Bild 6:** Beispiel für eine Zustandsgraphen für eine Lüftungsanlage nach VDI 3814 Beiblatt 6 [18]

Zustand kann durch Eigenschaften charakterisiert werden. Verknüpft man nun den Zustandsraum mit Informationen der Gebäudeleittechnik, kann man zu jedem beobachteten Zeitpunkt prüfen, ob die Eigenschaften eines Zustands erfüllt sind oder nicht.

Anhand einer bereits vor der Umsetzung festlegbaren Spezifikation kann eine automatisierte Überprüfung abgeleitet werden und somit Abnahmeanforderungen effizient überprüft werden. Durch die Minimierung und das frühzeitige Erkennen von Fehlern lassen sich so, analog zum Commissioning, Reparatur und Wartungskosten wesentlich minimieren. Gleichzeitig wird dem MSR-Programmierer eine effektive Hilfestellung bei der technischen Realisierung einer Komponente oder eines Systems an die Hand gegeben.

Neben Zustandsgraphen als Zustandsdiagramme, die in der universell einsetzbaren Modellierungssprache „Unified Modelling Language (UML [19, 20])“ definiert sind, sind domänenspezifische Sprachen ein gleichwohl bekanntes Konzept des Software Engineerings. Domänenspezifische Sprachen, im Gegensatz zu „General Purpose Languages (GPL)“ (aus dem engl. Universal Programmiersprache), sind dabei Sprachen, die sehr problemspezifisch und domänennah entwickelt werden, um die Problemstellungen der Domäne lösen und abstrakte Modelle bereitstellen zu können. Dabei erweist es sich als besonderer Vorteil, dass der Domänenexperte diese Sprache wesentlich schneller erlernen und verwenden kann, da sie keine Elemente, die außerhalb der Domäne liegen, zulässt. Somit wird er nur mit Konzepten konfrontiert, die in der jeweiligen Domäne vorhanden sind. Die domänenspezifische Sprache des Energie-Navigators umfasst daher unterschiedliche Sprachelemente, die für eine effiziente und effektive

Anwendung verwendet werden wie zum Beispiel Regeln, Funktionen, Zeitprogramme, Kennlinien und Zustandsgraphen. Mit Hilfe dieser Elemente und der durch die Syntax der Sprache festgelegten Form wird es Domänenexperten möglich, eine Anlage bereits während der Planung präzise zu entwickeln sowie standardisierte Funktionsbeschreibungen und Abnahmekriterien zu definieren.

### Konzept des Energie-Navigators

Die oben genannten Prozesse der VDI 3814 sind grundsätzlich geeignet, die Qualität in Automationsfunktionen zu verbessern. Es fehlt aber an einem geeigneten Werkzeug, um präzise Funktionsbeschreibungen als integrierten Bestandteil von Bauprojekten zu entwickeln. Die Anforderungen sind komplex:

- Eindeutige Vorgaben für die Anlagenfunktionen in der Planung,
- Möglichkeiten zur Prüfung, Abnahme und Überwachung der umgesetzten Funktionen,
- Einfache Anwendung und Integration in HOAI und VOB,
- Geringe Kosten.

Am IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik der TU Braunschweig wurde im Rahmen des Forschungsprojekts Energie-Navigator mit Förderung des BMWi und in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Software Engineering der RWTH Aachen eine Methodik entwickelt, die diese Anforderungen effektiv erfüllt. Das Ziel war es, eine Arbeitsplattform zu entwickeln, auf der die vorhandenen Leistungen des gesamten Prozesses von der Planung bis zur Abnahme von Gebäudefunktionen bearbeitet werden können. Im Mittelpunkt steht dabei eine Darstellungsweise für Funktionsbeschreibungen, mit der Funktionen in beliebigem Umfang und Tiefe beschrieben und gleichzeitig Daten aus dem Gebäudebetrieb präzise überprüft werden können. Eine softwaretechnische Umsetzung auf Basis dieser Methodik wird durch ein Multi-User fähiges Websystem in Planungsprozesse eingebunden und angewendet. Das Ergebnis ist die Aktive Funktionsbeschreibung (AFB) in Planung, Errichtung und Betrieb.

Ausgangspunkt für die Entwicklung der AFB waren die Möglichkeiten zum Monitoring des Gebäudebetriebs. Aus den GA-Systemen oder zusätzlich installierter Messtechnik können Messwerte als Abbild des Gebäudebetriebs gespeichert werden. Die Aussagekraft dieser Daten ist jedoch prinzipiell begrenzt, da sie in der Regel nicht als zeitkontinuierliche Daten vorliegen, sondern ereignisgesteuert oder in äqui-

### Unified Modelling Language (UML)

Die Unified Modeling Language (UML) ist ein Standard des Software Engineerings zur Beschreibung von softwarebasierten Systemen. Mit ihr ist die Modellierung eines Systems möglich, was die spätere Implementierung deutlich erleichtert oder sogar abnimmt. Die UML bietet eine Reihe von Modellen zur Beschreibung von Struktur und Verhalten von Systemen. Sie kann während des gesamten Entwicklungsprozesses als dokumentierende, validierende oder gar generierende Beschreibungssprache eingesetzt werden. Heutzutage können durch modellbasierte Softwareentwicklung unter Zuhilfenahme von Generatoren [20] ganze Systeme beschrieben und die konkrete Umsetzung generiert werden. Der Einsatz dieses Verfahrens stellt einen Quantensprung in Effizienz, Wiederverwendung und Qualität dar.

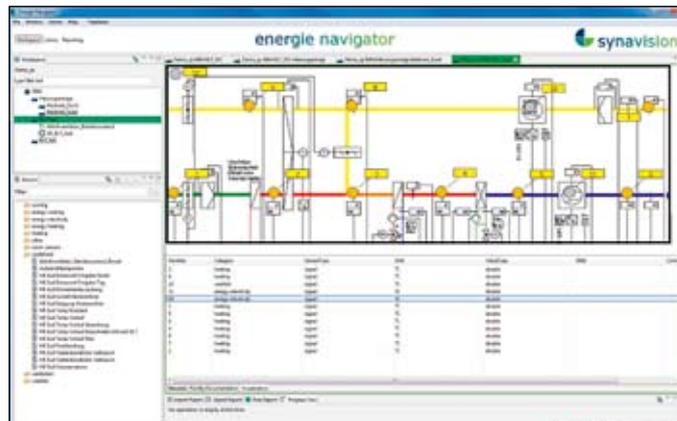
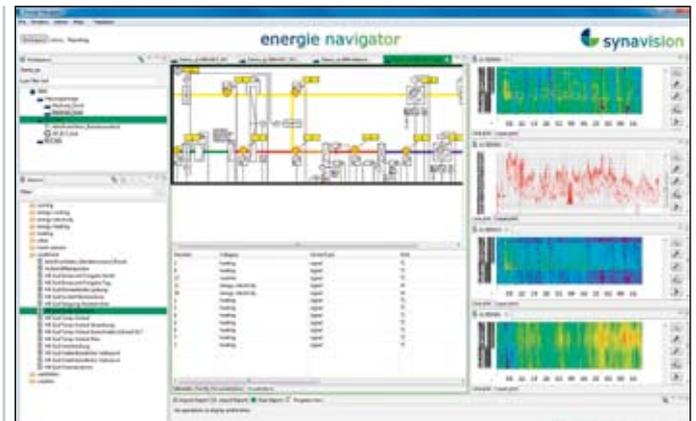


Bild 7: Funktionen in der Planung und ...



... Überwachung im Betrieb – auf einer Plattform effektiv verknüpft

distanten Zeitschritten, üblicherweise zwischen 5 und 15 Minuten gespeichert werden. Somit sind Aussagen über das Zeitverhalten von Anlagen nur begrenzt möglich.

Für den Energie-Navigator wurde mit der AFB ein an Zustandsgraphen angelehntes Sprachkonzept entwickelt, das jedoch mit Blick auf die praktische Anwendung in Planung und Betrieb von Gebäuden zunächst vereinfacht wurde.

Wichtigster Schritt ist der Verzicht auf die Darstellung der zeitlichen und logischen Verknüpfung von Betriebszuständen zugunsten diskreter Betriebszustände. Ein technisches System wird zunächst, wie in konventionellen Funktionsbeschreibungen üblich, in einzelne Funktionsbereiche (Geweck, Anlage, ggf. Bauteile ...) gegliedert. Für diese definiert der Fachplaner einzelne Betriebszustände und legt vorgesehene Aktionen für die Aktorik (z. B. Klappenstellungen, Pumpen) sowie Führungsgrößen für die Sensorik (z. B. Systemtemperaturen) fest. Die AFB folgt damit dem in der Praxis üblichen und in vielen textlichen Funktionsbeschreibungen vorgefundenen Strukturen, ordnet diese aber nach einem einheitlichen System.

Der Errichter ergänzt die ihm übergebene (sprich: im Web zur Verfügung gestellte) AFB im Zuge der Errichtung der GA mit den in seinem System verwendeten proprietären Datenpunktadressen für alle Aktoren, Sensoren und virtuellen Datenpunkte und dokumentiert so seine Leistung in der AFB. Für die Abnahme der Leistung übergibt die GA-Anlage die historischen Betriebsdaten wie in einem konventionellen Monitoring an den Energie-Navigator, z. B. in 15-minütigen Momentanwerten.

Durch diese Verknüpfung ist der Energie-Navigator in der Lage, mit Hilfe der AFB alle historischen Betriebsdaten aus dem GA-System automatisch auf Übereinstimmung mit den Vorgaben aus der Planung zu überprüfen. Damit kann der gesamte Prozess von der Funktionspla-

nung über die Errichtung bis zur Abnahme und Überwachung von allen Beteiligten auf einer einzigen Internet-Arbeitsplattform innerhalb der üblichen Leistungsbilder nach HOAI und VOB realisiert werden.

Die konkreten Chancen des Energie-Navigators sind dabei offensichtlich: Alle beschriebenen Leistungen – die Erstellung der Funktionsbeschreibung, die Dokumentation und Adressierung sowie die Prüfung der Funktionen als Abnahme der GA-Anlagen – fügen sich in vorhandene Leistungsbilder am Bau ein. Auf der Internet-Arbeitsplattform können sie effektiv umgesetzt werden: ohne zusätzlichen Aufwand, aber mit dem Zusatznutzen eines effektiven Monitorings und einer hochwertigen Dokumentation. Aktive Funktionsbeschreibungen können während der Inbetriebnahme angepasst und im Lebenszyklus kontinuierlich gepflegt werden. Insbesondere Contracting- und PPP-Projekte können so Risiken begrenzen und Performancesicherheit gewinnen. Aber auch Mieter können präzise funktionale Vorgaben für Ihre Räume fordern und überprüfen.

### Chancen durch innovative Technologien

Durch die Integration neuer Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ist der Energie-Navigator die Initialzündung für eine ganze Reihe von Anwendungen im Bereich Energie, Gebäude und Anlagen. Das Experten-Werkzeug zur Erstellung Aktiver Funktionsbeschreibungen sowie das dazugehörige Backend zur Datenerfassung und Datenhaltung ist der Kern der Plattform. Die Energie-Navigator Plattform verknüpft dazu Architektur, Energiedesign, Gebäudeautomation und Facility Management. Sie nutzt moderne Cloud Computing [22, 23] Technologien, um eine Skalierbarkeit des Systems auf eine Vielzahl von Nutzern und/oder Datenpunkte zu ermöglichen und erreicht so auch selbst eine energieeffiziente Ressourcennutzung: Rechenzeit wird dynamisch angefordert, wenn sie benötigt wird. Dies vermeidet ungenutzte Prozessorzeit, Hardwarekosten und Wartungsarbeiten bei gleichzeitig höchster Ausfallsicherheit. Selbstverständlich steht auch eine lokalisierte Variante des Systems zur Verfügung, falls die Messdaten hinter der eigenen Firewall gehostet werden sollen.

Durch eine modulare Software-Architektur und autonom agierende Webservices zur Bereitstellung, Verarbeitung und Visualisierung von Messdaten lassen sich die einzelnen Komponenten schnell zu kundenindividuellen „Mashups“ kombinieren. Anwendungsgebiete sind zum Beispiel die Darstellung der Gebäude-Performanz in Google-Maps, die Einbindung aktueller Verbrauchswerte in Firmenwebseiten oder digitale Gebäudeausweise auf Informationsbildschirmen.

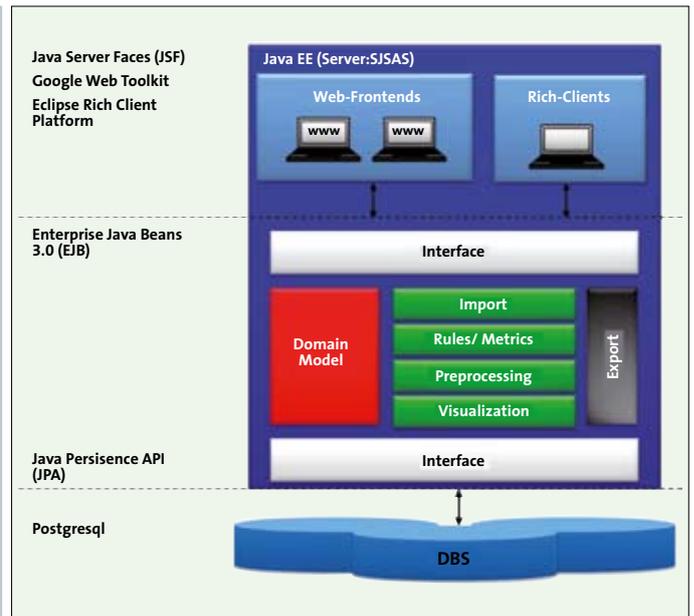
Der Einsatz innovativer Technologien, agiler Entwicklungsprozesse

### Das Forschungsprojekt Energie-Navigator

Das Forschungsprojekt Energie-Navigator wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (FKZ: 0327444A) im Rahmen des Forschungsschwerpunkts EnOB – Energieoptimiertes Bauen/Forschungsfeld EnBop – Energetische Betriebsoptimierung. Ein Prototyp wird seit 2010 getestet. Um möglichst schnell eine leistungsfähige Internet-Plattform anbieten zu können, hat das interdisziplinäre Entwicklerteam aus Energiedesign und Software Engineering die synavision GmbH ausgegründet. Nach positiven Gesprächen mit Gebäudeeigentümern, Ingenieurbüros und GA-Herstellern startet Mitte 2011 eine Pilotphase. Interessierte Unternehmen melden sich bitte unter [info@synavision.de](mailto:info@synavision.de) oder unter [www.synavision.de](http://www.synavision.de).



**Bild 8:** Alle beschriebenen Leistungen – die Erstellung der Funktionsbeschreibung, die Dokumentation und Adressierung sowie die Prüfung der Funktionen als Abnahme der GA-Anlagen – fügen sich in vorhandene Leistungsbilder am Bau ein



**Bild 9:** Softwarekonzept des Werkzeugs „Energie-Navigators“

und die enge Zusammenarbeit zwischen Anwendern und Entwicklern, ermöglichte es eine zukunftsweisende Plattform zu erschaffen, die die Grundlage einer Vielzahl weiterer Anwendungsgebiete bildet.

**Anwender, Pilotphase und Ausblick**

In Zukunft wird in zunehmendem Maße neben der Hardware auch die Performance als geschuldete Leistung von Gebäuden erwartet werden. Nur so können die notwendigen Zielsetzungen an die Energieeffizienz überhaupt erreicht werden. Anwender der neuen Plattform werden entsprechend die Akteure sein, die ein Interesse an der tatsächlichen Performance von Gebäuden und Anlagen haben. Dies sind zuallererst die Gebäudeeigentümer. Darüber hinaus aber auch Anbieter von Contracting- Leistungen und Public-Private-Partnerships, bei denen sich eine verminderte Performance unmittelbar im Geschäftserfolg widerspiegelt. Für Ingenieurbüros bietet sich die Chance, Auftraggebern durch präzise Leistungsbeschreibungen, umfassende Abnahmen und kontinuierliches Monitoring einen hochwertigen Qualitätsstandard im Engineering anzubieten. Und Hersteller von Anlagen oder Komponenten können ihren Kunden einen direkten Blick auf die Performance ihrer Produkte im Betrieb geben – glaubwürdiges Marketing!

Die Anwendung innovativer Software Engineering Konzepte im Gebäudebereich eröffnet neue Möglichkeiten. Die synavision GmbH, die die Methodik des Energie-Navigators in eine Software umgesetzt hat, verfolgt zur Markteinführung eine Doppelstrategie:

- Anwendung in einer Pilotphase: Mit dem entwickelten Werkzeug können Funktionsbeschreibungen und Monitoring für Projekte um-



**Bild 10:** Mashup: Visualisierungen von Betriebsdaten können mit modernen Web-Technologien einfach in bestehende Websites eingebunden werden

gesetzt werden. Dazu startet Mitte 2011 eine Pilotphase mit innovativen Ingenieurbüros und Unternehmen sowie Kooperationen in mehreren nationalen und europäischen Forschungsprojekten.

- Vision für Forschung und Entwicklung: In der Zusammenarbeit mit TU Braunschweig, RWTH Aachen und anderen Forschungseinrichtungen wird das Ziel einer durchgängigen Programmierung von der frühen ingenieur-technischen Spezifikation bis zur Programmierung der Gebäudeautomation entwickelt. Dabei wird auf Erfahrungen insbesondere aus dem Automobilbereich zurückgegriffen, die diesen Prozess in den letzten Jahren mit großem Erfolg beschriftet hat.

Im Mittelpunkt steht der anfangs genannte Grundgedanke: Performance beginnt nicht erst im Betrieb, sondern in der Planung als Ausgangspunkt eines ganzheitlichen Controllingprozesses.

**Cloud Computing**

Cloud Computing bezeichnet einen innovativen Ansatz zur Ablösung dedizierter Rechnerhardware. Nach der Virtualisierung von echter Hardware bieten Cloud Computing Provider nun zusätzlich ganze Infrastrukturen, Plattformen oder Services als Black-Boxes an. Der Installations-, Wartungs- und Hostingaufwand entfällt aus Kundensicht und macht diese Infrastrukturen daher flexibel und effizient einsetzbar.

Die Literaturhinweise zum Beitrag finden Sie online unter [www.tab.de](http://www.tab.de) nach Eingabe des Webcode „TAB006ON“.