

# ENERGETISCHES MONITORING - DIE NEUE VDI 6041



Dr. Eckehard Fiedler,  
Forschung und  
Entwicklung,  
Bereich für  
Gebäude- und  
Strömungssimulation,  
Caverion Deutschland  
GmbH

Die Senkung des Energiebedarfs von Gebäuden ist eines der Kernprojekte der „Energiewende“. „Bis zum Jahr 2050 will die Bundesregierung einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand erreichen. Hierzu muss der Anteil der Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch weiter ausgebaut werden und die Energieeffizienz der Gebäude muss steigen“ [1]. In der Tat stellt der Gebäudesektor mit einem Anteil von ca. 40 % am Gesamtenergiebedarf einen der größten Verbraucher im Land dar [2]. Ehrgeizige Klimaschutzziele können nur erreicht werden, wenn hier eine erhebliche Reduktion der Primärenergieverbräuche gelingt. Die Bundesregierung setzt dazu auf eine verstärkte Versorgung aus erneuerbaren Quellen und gleichzeitig auf eine Senkung des Energiebedarfes.

Nun ist der Wunsch nach energiesparenden Gebäuden nicht neu. Um die Energiewende zu meistern, müssen wir die Frage beantworten, an welcher Stelle heute noch große Potenziale der Verbrauchsreduktion liegen.

Spätestens seit der Energiekrise in den 1970er-Jahren wurden Konzepte entwickelt, um den Energiebedarf von Gebäuden zu senken. Hier wurde zunächst der dominierende Heizwärmebedarf adressiert, der durch Wärmedämmung und Abdichtung gesenkt wurde. Die Grenze des technisch und wirtschaftlich Sinnvollen markiert heute das „Passivhaus“, bei dem der Wärmebedarf so weit gesenkt wurde, dass keine traditionelle Heizung mehr benötigt wird. Freilich ist auch das sogenannte „Passivhaus“ nicht ganz klimaneutral. Denn laut Definition des Passivhausinstituts Darmstadt, handelt es sich um Gebäude, bei denen die „noch erforderliche kleine „Restheizung“ dann leicht über eine Nacherwärmung der Zuluft zugeführt werden kann“ [3]. Zuluft? Natürlich, wir erinnern uns: Hoch gedämmte Gebäude benötigen in der Regel eine Zuluftanlage die – zur Senkung des Wärmebedarfs – mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet ist.

Mit dem Konzept des hoch isolierten Gebäudes benötigt man also keine Heizungsanlage mehr, dafür aber eine Lüftungsanlage.

Während die Heizung nur für einige Monate im Jahr läuft und mit Gas oder Öl und einem Wirkungsgrad von 80 – 90 % betrieben wurde, laufen Lüftungsanlagen häufig ganzjährig und werden mit Strom betrieben, der im Kraftwerksmix mit einem Wirkungsgrad unter 40 % erzeugt wird. Auch wenn die Antriebsleistungen zentraler Wohnungslüftungsgeräte nur im Bereich von 50 – 100 W liegen, kommen so Primärenergieverbräuche bis zu 2200 kWh/a für ein Einfamilienhaus zusammen, was fallweise über dem Heizenergiebedarf liegen kann<sup>1)</sup>.

Die Gewinne, die durch die Einsparung von Heizwärme erreicht wurden, werden so an anderer Stelle wieder aufgezehrt. Je nach Anlagentyp und Grundverbrauch kann sich der Strombedarf im Gebäude durch die Lüftungsanlage um bis zu 25 % erhöhen.

Es soll an dieser Stelle nicht über den Sinn oder Unsinn der kontrollierten Wohnungslüftung diskutiert werden. Vielmehr soll das Augenmerk auf die Tatsache gelenkt werden, dass sich mit der Einführung neuer energetischer Methoden, die Struktur des Energiebedarfs grundlegend verändern kann: So überwiegen in Passivhäusern die sonstigen Energieverbräuche den Heizwärmebedarf deutlich. Maßnahmen der Effizienzsteigerung müssen sich daher auf neue Bereiche konzentrieren, während zusätzliche Dämmmaßnahmen weitgehend unwirtschaftlich wären. Dies gilt heute nahezu für alle Bereiche der Effizienzsteigerung: Maßnahmen der Effizienzsteigerung können nicht nach festen Paradigmen getroffen werden, sie müssen beständig an die sich verändernden Bedingungen im Gebäude angepasst werden.

## Komplexität und Effizienz

Mit innovativen Gebäude- und Energiekonzepten werden Gebäudesysteme generell komplexer. Bildeten Heizkessel und Trinkwassererwärmung früher die einzigen haustechnischen Anlagen in Wohngebäuden, so gehören heute Wärmepumpen, Solaranlagen und Lüftungsanlagen zur Grundausstattung.

<sup>1)</sup> Der Heizwärmebedarf eines „normalen“ Einfamilienhauses liegt eher im Bereich von 20.000 kWh/a. Ein erheblicher Anteil davon ist auf Lüftungsverluste zurückzuführen. Der sehr geringe Wärmebedarf eines Passivhauses wäre also ohne kontrollierte Wohnungslüftung nicht zu erreichen. Hier geht es eher darum, auf die Verschiebung der Verhältnisse hinzuweisen.

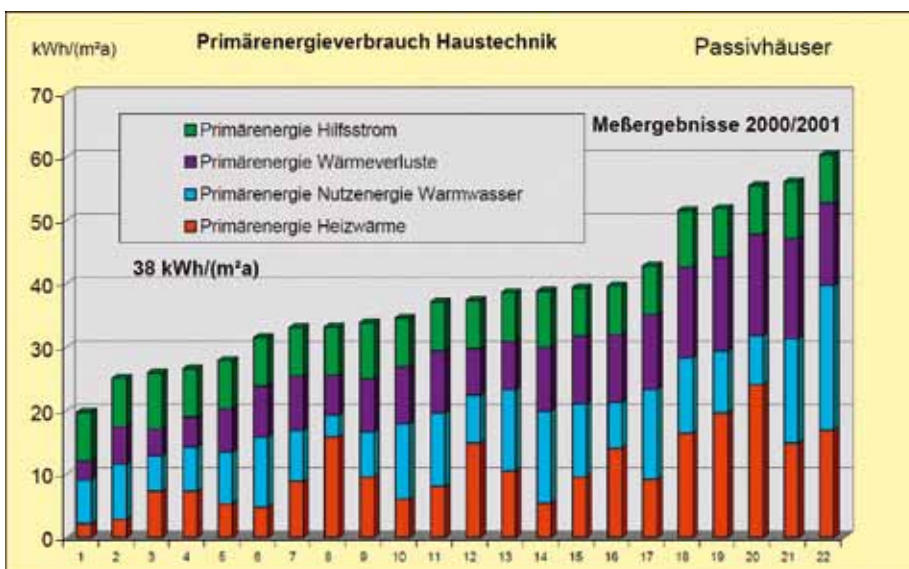


Abbildung: Energieverbräuche in der Passivhaussiedlung Wiesbaden-Dotzheim.

(Quelle [5] und [6])



Eine ähnliche Tendenz findet sich auch im Nichtwohnungsbau, wo die Zahl der technischen Systeme zunimmt und insbesondere bei den Versorgungssystemen auch konkurrierende Systeme (z. B. BHKW und Solaranlage) installiert werden. Im Betrieb kann dann schon die Frage, welches der Systeme wann zum Einsatz kommen soll, nur noch schwer zu beantworten sein.

Je komplexer die Technik im Gebäude wird, desto höher wird der Aufwand, ein einwandfreies Zusammenspiel aller Komponenten sicher zu stellen. Denn auch die beste Planung basiert stets auf Annahmen. Nutzung, Belegung und Klima werden als Planungsgrundlage vereinfacht dargestellt und auch die Auslegung der Anlagenkomponenten erfolgt meist nur anhand von zugesicherten Spitzenleistungen. Wie alle Komponenten im Realbetrieb zusammenwirken, zeigt sich erst in den ersten Jahren des Anlagenbetriebes [4]. In der Regel ist eine mindestens zweijährige Phase notwendig, in der das Zusammenspiel aller Komponenten optimiert werden kann.

Selbst bei vergleichsweise einfachen Anlagen finden sich große Potenziale der energetischen Optimierung.

Bild 1 zeigt den Energieverbrauch von 22 Wohnungen der Passivhaussiedlung Wiesbaden-Dotzheim. Die sehr große Spannweite zeigt eindrücklich, dass sich bei hoch optimierten Gebäuden der Einfluss der Gebäudenutzung verstärkt. Trotz nahezu identischer Bauphysik, schwanken die Verbräuche um einen Faktor 3. Hier wirken sich die „direkten“ Verbräuche (z. B. Warmwasser) aus, aber auch indirekte Einflüsse, wie z. B. das Heiz- und Lüftungsverhalten, wirken sich verstärkt aus.

### Schlüsselthema Betriebseffizienz

„Hoch effiziente Neubauten gibt es inzwischen viele. Ob ein Gebäude sein Effizienzpotenzial ausschöpft oder vergeudet, entscheidet jedoch erst der Gebäudebetrieb.“ [4] Dieser Satz gilt unverändert auch für Bestandsgebäude, in denen auch ohne aufwendige Sanierung häufig ein großes Potenzial schlummert.

Eine umfangreiche Studie von Clemens Felsmann und Juliane Schmidt (TU-Dresden, 2013) weist nach, dass schon die bedarfsbezogene Abrechnung allein den Energieverbrauch von Gebäuden um bis zu 20 % senken kann. „Die Korrelationen zwischen der energetischen Gebäudequalität und dem Nutzerverhalten belegen, dass in Gebäuden hoher energetischer Qualität ... die real zu beobachtenden Energieverbrauchswerte ein verschwenderisches Nutzerverhalten implizieren, d. h. höhere Raumtemperaturen und

höhere Außenluftwechselraten.“ Damit sind es gerade die besonders effizienten (und damit auch komplexen) Gebäude, in denen technische Maßnahmen allein nicht mehr zum Ziel führen. Im englischen Sprachraum hat sich hier der Begriff des „Continuous Commissioning“ eingebürgert, also der beständigen Inbetriebnahme. Dies trägt dem

findet sich ein breites Spektrum an Programmen, die unterschiedliche Schwerpunktbereiche adressieren. Teilweise handelt es sich um reine Auswertesysteme, teils finden sich Module, die die Datenerfassung oder die Speicherung großer Datenmengen unterstützen. Eine klare Klassifizierung von Softwaresystemen ist nicht einfach, da es auf der



(Quelle: Caverion)

Umstand Rechnung, dass bei komplexen Gebäuden häufig eine mehrjährige Inbetriebnahme notwendig ist, deren Ende nahtlos in die Wartungsphase mündet. Dies drückt deutlich aus, dass das Erreichen und der Erhalt der energetischen Qualität einer beständigen Anstrengung bedürfen.

### Energetisches Monitoring

Ein wesentliches Instrument, energetische Missstände im Gebäude zu erkennen und zu bewerten ist das energetische Monitoring. Unter Monitoring werden technische oder organisatorische Maßnahmen verstanden, durch die Verbräuche erfasst und bewertet werden. Hierunter fallen auch die obligatorischen „Zähler“ für Strom- und Gasverbräuche, Monitoring-Systeme zeichnen allerdings in der Regel Daten mit deutlich höherer zeitlicher und räumlicher Auflösung auf.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) listet aktuell 144 förderfähige Softwaresysteme zum Energiemanagement nach ISO 50001 auf [7]. Hierbei

einen Seite Überschneidungen zu Systemen und Funktionen der klassischen Gebäudeautomation und auf der anderen Seite zu den gebräuchlichen Erfassungs- und Abrechnungssystemen der Energieversorger gibt.

Trotz der großen Zahl an Softwaresystemen und des nachweislich großen Potenzials einer energetischen Optimierung im Betrieb, finden sich effektiv genutzte Monitoring-Systeme heute nur in den wenigsten Gebäuden. Zum einen ist der technische und finanzielle Aufwand zur Nachrüstung von Zählern meist sehr hoch oder aus technischen Gründen im Bestand auch unmöglich. Die Einführung der Systeme wird dann schnell unwirtschaftlich. Zum anderen fehlen vor Ort häufig Zeit, Mittel und teils auch die notwendige Kompetenz, die anfallenden Daten gezielt auszuwerten. So finden sich intensive Monitoring-Projekte häufig im Hochschulumfeld, es handelt sich nicht selten um exotische Pilotprojekte oder höchst innovative Gebäude, bei denen die Wirtschaftlichkeit nicht an erster Stelle steht.



Aber auch in neu errichteten Gebäuden wird das Monitoring häufig nicht in der notwendigen Tiefe oder – häufiger – überhaupt nicht mit eingeplant. Die Gründe sind hier vielfältig. Häufig sind Investoren oder Anlagenbauer nicht bereit, die zusätzlichen Kosten für Messtechnik zu übernehmen, die nicht dem direkten Anlagenbetrieb dient. Aber auch Angst vor zu großer Transparenz oder Datenschutzbedenken können relevante Gründe sein, Monitoring-Systeme aktiv zu verhindern.

Lediglich in Gebäuden, bei denen eine Zertifizierung nach DGNB oder LEED angestrebt wird, werden Monitoring-Systeme mit ausgeschrieben, da sich hiermit die Bewertung des Gebäudes verbessern lässt. Wie genau das Monitoring dann allerdings auszusehen hat, wird in den Zertifikaten nicht vorgegeben.

### Die VDI 6041

Aus technischer Sicht ist es notwendig, das Monitoring – ähnlich wie z. B. den Brandschutz – bereits frühzeitig mit in den Planungsprozess einzubeziehen. Nur so lassen

am Fachwissen, um wirksame Energiemonitoring-Systeme planen zu können. Eine gemeinsame Arbeitsgruppe von Fachleuten des FGK<sup>2)</sup> und des BTGA<sup>3)</sup> beschäftigte sich im Jahr 2013 mit den technischen Anforderungen an das energetische Anlagenmonitoring. Am Beispiel ausgewählter Anlagentypen und Prozesse wurde analysiert, welche technischen Voraussetzungen zu schaffen sind, damit eine effektive Bewertung der Qualität des Anlagenbetriebes möglich ist.

Als ein wesentliches Ergebnis zeigte sich hier, dass das Monitoring – ähnlich wie der Anlagenbetrieb selbst – nicht mit allgemeinen Patentrezepten möglich ist. So ist häufig hoch spezielles Fachwissen notwendig, um Monitoring-Daten überhaupt bewerten zu können. Als logische Frage ergibt sich daraus, dass auch geeignete Konzepte notwendig sind, um die Ergebnisse der Betriebsmannschaft vor Ort verständlich machen zu können.

Als Beispiel sei hier die Bewertung von Wärmerückgewinnungs-Systemen genannt.

gewählter Datenpunkte nicht ausreichend. Insbesondere wenn das Monitoring nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen soll, sind also ausgefeilte Konzepte notwendig, um den notwendigen messtechnischen Aufwand in sinnvollen Grenzen zu halten. Häufig sind nur die Anlagenhersteller in der Lage, kostengünstige und gleichzeitig wirksame Monitoring-Konzepte zu erstellen und zu realisieren.

Parallel zu den Aktivitäten von FGK und BTGA gab es bereits beim VDI eine Initiative, sich des Themas Monitoring anzunehmen. Der Richtlinienausschuss VDI 6041 wurde im Bereich Facility-Management angesiedelt, es zeigte sich aber, dass im Schnittstellenbereich zwischen Gebäudebetrieb und Anlagentechnik breitere Kompetenzen und eine interdisziplinäre Arbeit benötigt werden. In der Folge wurden zusätzliche Fachleute mit in den Ausschuss berufen, die z. T. ihre Erfahrungen aus der oben genannten Arbeitsgruppe mit einbringen konnten.

Als Ergebnis wurde eine Richtlinie zum Anlagen- und Gebäudemonitoring erstellt, die beide Bereiche, also das technische und das energetische Monitoring, behandelt. Während das technische Monitoring – also die Überwachung der Anlagenfunktion – heute als Standard-Funktion der Gebäudeautomation angesehen wird, ergeben sich beim energetischen Monitoring zusätzliche Aufgaben, die durch organisatorische und technische Maßnahmen im Gebäude abgedeckt werden müssen. Die Richtlinie soll Klarheit schaffen, welche Aufgaben hier zu erfüllen sind und wie diese hinsichtlich der Kosten zu bewerten sind.

Die neue Richtlinie VDI 6041 definiert die wichtigsten Begriffe, Aufgaben, Funktionen und Zeitabläufe des Monitoring. Sie schafft damit eine neue Diskussionsgrundlage, z. B. bei der Projektvergabe. Neben vielen praktischen Hilfsmitteln werden auch klare Qualitätskriterien festgelegt, sodass Monitoring für unterschiedliche Gewerke durch die Definition der drei möglichen Qualitätsstufen „niedrig“, „mittel“ und „hoch“ in Anlehnung an die Definition der Gebäudeautomations-Effizienzklassen gemäß DIN EN 15232 mit einem einheitlichen Qualitätsstandard ausgeschrieben werden kann.

Eine klare Abgrenzung fand sich im Bereich der Gebäudeautomation zur VDI 3814, die die Funktionen von GA-Systemen beschreibt. Hier wurde klar erkannt, dass das Monitoring als Funktion der Gebäudeautomation verstanden werden muss. In der VDI 3814 sind solche Funktionen bereits in Ansätzen enthalten, für die Praxis wäre eine Erweiterung und Konkretisierung der Norm

### EnOB, EnBOB und EnSan...

Die Bedeutung der Betriebsführung für die Erreichung von Effizienzzielen hat auch die Bundesregierung erkannt. Mit dem Projekt EnBOB werden in einem breit angelegten Projekt des BMWi Forschungsgelder bereitgestellt, um die Bedeutung der Effizienzsteigerung im Betrieb tiefergehend untersuchen zu können. Das EnBOB-Projekt ist Teil der Forschungsinitiative Energieoptimiertes Bauen EnOB, in dem gemeinsam mit den Projekten EnBau, EnSan, LowEx und ViBau unterschiedliche Bereiche der Bautechnik und des Gebäudebetriebes adressiert werden.

Quelle: BMWi - <http://www.enob.info/> [10]

sich kostengünstig geeignete Strukturen schaffen, in denen eine gezielte Energiebewertung überhaupt erst möglich ist. Teilweise müssen Stromkreise aufgeteilt werden, damit überhaupt eine sinnvolle Zuordnung von Verbräuchen möglich ist. Auch der Einbau geeigneter Zähler und Messsysteme ist häufig nur in einem frühen Planungsstadium kostengünstig möglich.

Da der Nutzen des Monitoring erst dem späteren Nutzer zugute kommt und die z. T. nicht unerheblichen Kosten zum unmittelbaren Anlagenbetrieb nicht notwendig sind, ist es häufig unmöglich, rechtzeitig die notwendigen Schritte einzuleiten.

Neben den finanziellen und organisatorischen Mitteln fehlt es nicht selten auch

Schon die Auswahl der Messstellen ist schwierig, da sowohl hinter Wärmerädern als auch hinter Plattentauschern keine homogenen Temperaturprofile herrschen. Die vom Hersteller angegebenen Wirkungsgrade beziehen sich in der Regel auf bestimmte Arbeitspunkte, die in Prüfstands-Versuchen ermittelt wurden. Im Einbau kann schon die Erfassung dieser Werte kompliziert sein, außerdem weicht der Arbeitspunkt meist vom Prüfstandswert ab. Während der Temperatureaustauschgrad sich bei Wärmerädern mit sinkendem Volumenstrom erhöht, kann er bei Plattentauschern sinken. Kondensation wirkt sich bei allen Tauschern auf die Übertragung aus, je nach System aber unterschiedlich. Des Weiteren gibt es noch Frostschutzfunktionen, Leckagen, Kombinationen mit Wärmepumpen und vieles mehr, das Einfluss auf die energetische Performance hat. Hier ist die Erfassung einzelner, zufällig

<sup>2)</sup> Fachverband Gebäude-Klima e. V. - [www.fgk.de](http://www.fgk.de)

<sup>3)</sup> Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e. V. - [www.btga.de](http://www.btga.de)



in diesem Bereich aber notwendig und wünschenswert.

Die VDI 6041 stellt einen wichtigen Schritt dar, die Anforderungen des energetischen Monitoring im Bauablauf berücksichtigen zu können. Sie stellt eine wichtige Diskussionsgrundlage bei der Planung energetisch hochwertiger Gebäude dar.

Die VDI 6041 erscheint voraussichtlich als Entwurf im April 2015. ◀

[1] BMWi, „10-Punkte Energie Agenda,“ 2012.

[2] BMWi, „<http://www.bmw-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2014/22/Meldung/hoher-energieverbrauch-des-gebäude-sektor.html>,“ [Online]. [Zugriff am 2014].

[3] passivhaus-institut, „[http://passivhaus-institut.de/de/02\\_informationen/01\\_wasistpassivhaus/01\\_wasistpassivhaus.htm](http://passivhaus-institut.de/de/02_informationen/01_wasistpassivhaus/01_wasistpassivhaus.htm),“ 2014. [Online].

[4] Biene Informationsdienst, „Themeninfo I/2010 – Gebäude energieeffizient betreiben,“ 2010.

[5] W. Ebel, „Die Passiv- und Niedrigenergiehaussiedlung in Wiesbaden,“ ISE, Freiburg, 2002.

[6] Biene Informationsdienst, „Projektinfo 04/03, Wohnen in Passivhäusern,“ 2003.

[7] BAFA, „<http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiemanagementsysteme/publikationen/energiemanagement-software.pdf>,“ 2013. [Online].

[8] J. Schmid und C. Felsmann, „Auswirkungen der verbrauchsabhängigen Abrechnung in Abhängigkeit von der energetischen Gebäudequalität,“ Abschlussbericht TU Dresden, Januar 2013.

[9] Biene Informationsdienst, „Basis Energie 9, Energiesparen zuhause,“ 2001.

[10] BMWi, „<http://www.enob.info/>,“ 2014. [Online].



Klira Klinik-Röhrenradiatoren, lasergeschweißt, im kompletten Objekt Neubau Klinikum Hildesheim



## Haftungsübernahmevereinbarung mit BTGA



Paneelkonvektoren Pako mit Stellantrieb in Sockelkonsole in der Volksbank Hildesheim



**BEMM**  
Qualitäts-Heizkörper



31101 Hildesheim  
FON 0 51 21 / 93 00 - 0  
FAX 0 51 21 / 93 00 - 84  
info@bemm.de  
[www.bemm.de](http://www.bemm.de)

