

BIGMODERN Subprojekt 7: Energie- und Ressourcenmonitoring: Messkonzept, Hardwareanforderungen und Integration in die Betriebsführung

Leitprojekt: Nachhaltige Sanierungsstandards für
Bundesgebäude der Bauperiode der 50er bis 80er Jahre

C. Kuh, G. Benke, G. Hofer, K. Leutgöb

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

19a/2013

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

BIGMODERN Subprojekt 7: Energie- und Ressourcenmonitoring: Messkonzept, Hardwareanforderungen und Integration in die Betriebsführung

Leitprojekt: Nachhaltige Sanierungsstandards für
Bundesgebäude der Bauperiode der 50er bis 80er Jahre

DI Christoph Kuh, Dr. Georg Benke,
DI (FH) Gerhard Hofer, Mag. Klemens Leutgöb
e7 Energie Markt Analyse GmbH

Wien, Oktober 2011

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“).

Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	9
Abstract.....	10
1 Einleitung.....	12
2 Definitionen	13
3 Allgemeines.....	15
3.1 Geltungsbereich.....	15
3.2 Abgrenzung	15
3.3 Ziele des Energie- und Ressourcen-Monitorings.....	16
4 Anforderungen an das Messkonzept des EVM	17
4.1 Vorgaben für das Messkonzept	17
4.1.1 Grundlegende Rahmenbedingungen.....	17
4.1.2 Datenformat	18
4.1.3 Zulässige zeitliche Verzögerung der Datenbereitstellung	19
4.1.4 Erfassungszeitschritte	19
4.1.5 Zeitpunkt der erstmaligen Datenbereitstellung.....	19
4.1.6 Systemzeit.....	19
4.1.7 Messgenauigkeit	20
4.2 Zonierung des Gebäudes	22
4.3 Positionierung der Datenpunkte.....	25
4.3.1 Gebäude	25
4.3.2 Gebäudezonen.....	26
4.3.3 Nutzungseinheiten.....	27
4.3.4 Haustechnikgewerke	27
4.3.5 Klimadaten	29
4.3.6 Referenzmessungen	29
4.4 Bezeichnung der Datenpunkte.....	30
4.5 Empfehlungen für den Ausschreibungsprozess	32
5 Integration von Energie- und Ressourcenmonitoring in die Betriebsführung in BIG-Gebäuden.....	33
5.1 EVM und Betriebsführungsprozesse.....	33
5.2 Ausgangssituation in BIG-Gebäuden	34
5.3 Unterschiedliche Optionen für die Integration von EVM in die Betriebsführung in BIG-Gebäuden	35

5.3.1 Leistungspaket Energieverbrauchsdaten erfassen und analysieren	36
5.3.2 Leistungspaket Ableitung von Maßnahmenempfehlungen.....	36
5.3.3 Leistungspaket Maßnahmen umsetzen	37
Annex 1: Datenformat.....	39
XML Datenformat	39
Detailbeschreibung XML Datenformat	40
CSV Datenformat	42
Literaturverzeichnis	47
Abbildungsverzeichnis.....	47
Tabellenverzeichnis.....	48

Kurzfassung

Die BIG Bundesimmobiliengesellschaft führt im Rahmen des Programms Haus der Zukunft Plus das Leitprojekt BIGMODERN durch, das als Kernelement die Umsetzung von zwei Demonstrationsprojekten zum Inhalt hat. Um die Lernprozesse zu beschleunigen hat der Gebäudeeigentümer BIG vor, nach der Umsetzung der Demonstrationsprojekte umfangreiche Monitoring- und Evaluierungsaktivitäten durchzuführen. Dazu gehört auch die Umsetzung eines umfassenden und detaillierten Monitorings des Energie- und Ressourcenverbrauchs (EVM) im realen Gebäudebetrieb.

Vor diesem Hintergrund beschreibt dieser Bericht einerseits ein Messkonzept, das für beide BIGMODERN-Demonstrationsprojekte umgesetzt wird, und definiert andererseits darauf aufbauend die Anforderungen an die erforderliche Messausstattung (Hardware). Das Messkonzept basiert dabei auf den Vorgaben des HdZ^{plus}-Programms in Bezug auf das für Demonstrationsprojekte unbedingt umzusetzende „Pflichtenheft“ zum Energieverbrauchsmonitoring und enthält unter anderem die folgenden Festlegungen: Genaue Positionierung der Datenpunkte, Anforderungen an das Messintervall, erforderliche Messgenauigkeit, Anforderungen an Betrieb und Wartung der Datenpunkte, Zählerpunktbezeichnung und Zählersystematik, Dateiformat für Datenweitergabe in ein angestrebtes zentrales Monitoring-Tool, etc. Aus der Bearbeitung dieser Fragestellungen wurde eine grundlegende Struktur für ein Messkonzept entwickelt, das unmittelbar in den Planungen der Haustechnikplaner der beiden Demonstrationsprojekte berücksichtigt wurde.

Darüber hinaus beschäftigt sich der vorliegende Bericht mit unterschiedlichen Optionen zur Integration von EVM in die Betriebsführungsabläufe in BIG-Gebäuden, da bei den bestehenden Betriebsabläufen ist keineswegs sichergestellt, dass die Ergebnisse aus einem Energie- und Ressourcen-Monitoring (z.B. die Information betreffend die Überschreitung einer bestimmten Verbrauchsbenchmark) auch tatsächlich für die energetische Optimierung des Gebäudebetriebs verwendet werden. Zumindest in Teilbereichen sind dafür die Anpassung von organisatorischen Abläufen und die Klärung von Verantwortlichkeits-schnittstellen erforderlich.

Insgesamt wird im vorliegenden Bericht ein einheitlicher Messstandard für BIG-Gebäude entwickelt, der bei Generalsanierungen und Neubauten schrittweise umgesetzt werden kann und wesentlich zu einer Optimierung des Betriebsverhaltens der Gebäude beiträgt.

Abstract

Within the scope of House of the Future Plus, the Federal Real Estate Company BIG (Bundesimmobiliengesellschaft) is carrying through the flagship project BIGMODERN.

The core element of this flagship project is the implementation of two demonstration projects. In order to accelerate the learning processes, the building owner BIG intends to execute comprehensive actions concerning monitoring and evaluation subsequent to the implementation of the demonstration projects. Amongst other measures, this comprises the implementation of a comprehensive and detailed monitoring of the resource use (energy consumption monitoring) in real building operation.

Against this background, this very report describes a measuring concept, which is being implemented for both BIGMODERN demonstration objects. Based on this, requirements for the measuring equipment (hardware) are defined. The measuring concept is founded on the objectives of the HdZ^{plus}-program as far as the obligatory specifications for the energy consumption monitoring of the demonstration projects are concerned. Amongst others, the following requirements are defined within the program:

Positioning of data points, requirements concerning the measurement interval, required accuracy of the measurements, requirements concerning operation and maintenance of the data points, metering point identification, meter systematic, file format for data transfer into the desired central monitoring-tool, etc. Based on these questions, a general structure for a measuring concept has been developed. This concept has been directly taken into account by the HVAC engineers in the planning process.

Moreover, this report deals with different options concerning the integration of energy consumption monitoring into the operational sequences of BIG-buildings, as it is not assured that the results derived from energy and resource monitoring (e.g. information concerning the surpassing of a certain load or consumption benchmark) based on the current operational activities can actually be used for the energetic optimization of the building operation.

At least in individual sections adaption of organizational processes and clarification of responsibility-intersections are required. All in all, a homogeneous measurement standard for BIG-buildings is being developed. It can be gradually implemented in general refurbishments and new buildings and therefore it can considerably contribute to an optimization of the operating performance of the building.

1 Einleitung

Die Kenntnisse über die Energie- und Medienverbräuche sowie deren Flüsse in einem Gebäude sind Voraussetzung für die Ableitung von Energieeffizienzmaßnahmen. Gebäude können nur dann energieeffizient betrieben werden, wenn der Energieverbrauch überwacht und gemonitort wird. In weiterer Folge stellen sie die Basis für die Dokumentation des Erfolgs der Implementierung dieser Maßnahmen dar. Diese Kenntnis dient als Ausgangslage für ein Energie- und Betriebsoptimierungskonzept bzw. dessen Dokumentation.

Erfahrungen aus der Literatur weisen darauf hin, dass durch ein **effektives Energiemonitoring Energieeinsparungen von 5 bis 30% realisiert werden können**. Um dafür die Grundlage zu schaffen, ist ein kluges Zählerkonzept, ein passendes Monitoring & Controlling System als auch das Beherrschen der Prozessketten Energie-/Zählwerterfassung, Zählwertübertragung/Zählerintegration, Verarbeitung & Validierung, Auswertung und schlussendlich deren Präsentation von großer Bedeutung.

Abb. 07_01:
Gemessene Energieverbrauchs-
werte des Büro-
gebäudes KfW-Ostarkade
in Frankfurt über mehrere
Jahre. Die Differenz zwi-
schen dem ersten und
dritten Jahr zeigt das große
Potenzial auf, das mit einem
systematischen Monitoring
erschlossen werden kann.
Der Ausblick berücksichtigt
weitere Optimierungsmaß-
nahmen, die auf Basis der
Bewertung der Performance
einzelner technischer Anla-
gen vorgeschlagen wurden.
[Quelle: fbta, Universität
Karlsruhe]

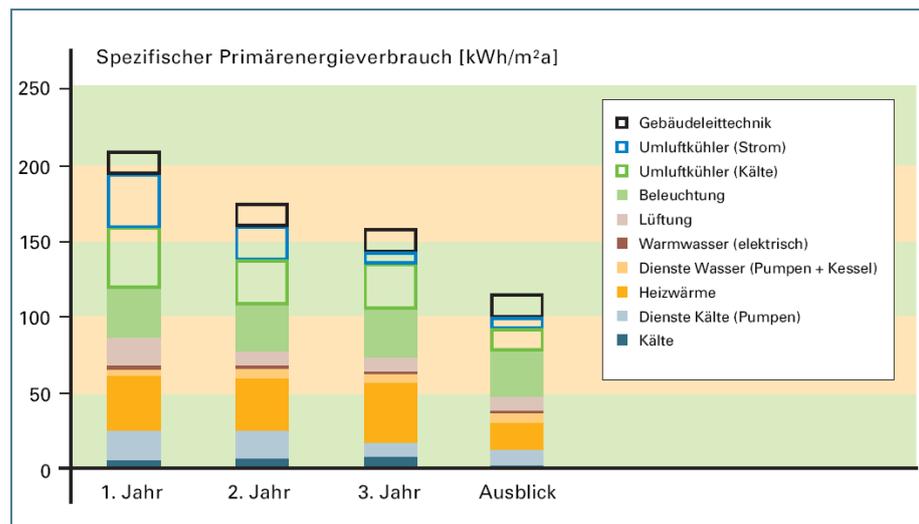


Abbildung 1: Ermittelter Primärenergieverbrauch des Bürogebäudes KfW-Ostarkade in Frankfurt (Quelle: Energieeffiziente Energienutzung in Bürogebäuden, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2008)

2 Definitionen

Datenkonzentrator

Der Datenkonzentrator führt alle Messungen aus den verschiedenen Gewerken eines Gebäudes in ein einheitliches Datenformat zusammen.

Datenformat

Das Datenformat gewährleistet eine Übermittlung der Daten aus den Datenbanken der einzelnen Gebäude in eine zentrale Datenbank des EVM. Das Datenformat versteht sich als ein offenes, technologieunabhängiges Datenformat. Dieses Datenformat ist von zentraler Wichtigkeit, um eine standardisierte Weitergabe der Daten an eine Monitoring-Software gewährleisten zu können.

Datenpunkt

Als Datenpunkt (DP) werden Zähler (z.B. Stromzähler) oder Sensor (z.B. Temperatursensor, Feuchtesensor) bezeichnet. Nur wenn es sich eindeutig um einen Abrechnungszähler handelt, wird zusätzlich der Begriff Zähler verwendet.

Energie- und Ressourcenmonitoring

Unter Energie- und Ressourcenmonitoring wird grundsätzlich ein Energieverbrauchsmonitoring (EVM) verstanden, welches im Wesentlichen um das Medium Wassers (Kaltwasser) erweitert wird. Zum allgemein leichteren Verständnis wird in diesem Dokument der Begriff des Energie- und Ressourcenmonitorings durch den weitverbreiteten Begriff des Energieverbrauchsmonitorings ersetzt.

Energieverbrauchsmonitoring (EVM)

Verbrauchsdaten werden in regelmäßigen Abständen erhoben und strukturiert aufbereitet. Abhängig von der Detailtiefe können relativ rasch Rückschlüsse auf überraschende Mehrverbräuche bzw. Abweichungen von Planbenchmarks gezogen werden. Diese Abweichungen von den erwarteten Werten werden lokalisiert und optimiert bzw. behoben. Üblicherweise handelt es sich um Fehlfunktionen und –steuerungen im Haustechniksystem sowie um nicht adäquates Nutzerverhalten.

Größere Renovierung

Laut OIB Richtlinie (2011) versteht man darunter eine Renovierung, bei der mehr als 25 % der Oberfläche der Gebäudehülle einer Renovierung unterzogen werden, es sei denn die Gesamtkosten der Renovierung der Gebäudehülle und der gebäudetechnischen Systeme betragen weniger als 25 % des Gebäudewerts, wobei der Wert des Grundstücks, auf dem das Gebäude errichtet wurde, nicht mitgerechnet wird.

Messkonzept

Das Messkonzept beschreibt die grundlegenden Rahmenbedingungen (Position, Bezeichnung der Datenpunkte,...) für eine Implementierung eines Energieverbrauchsmonitorings in ein Gebäude.

3 Allgemeines

3.1 Geltungsbereich

Dieses Pflichtenheft zu Messkonzept und Hardwareanforderungen des Energie- und Ressourcen-Monitorings, kurz EVM, gilt vornehmlich für größere Renovierungen von Liegenschaften bzw. Gebäuden der BIG Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H..

3.2 Abgrenzung

Das Pflichtenheft zu Messkonzept und Hardwareanforderungen bezieht sich auf die Liegenschaften der BIG – siehe rote Systemgrenze in Abbildung 2. Nicht beinhaltet in diesem Pflichtenheft sind Vorgaben, die die Monitoring-Software für die Auswertung der Messungen betreffen. Sehr wohl inkludiert ist die Vorgabe eines einheitlichen Datenformats, welches als Schnittstelle der Datenübergabe zwischen den Datenbanken der Gebäude bzw. Liegenschaften und einer zentrale Datenbank der BIG fungiert. Mit diesem Datenbankformat wird eine offene, technologieunabhängige Auswertung der Daten gewährleistet.

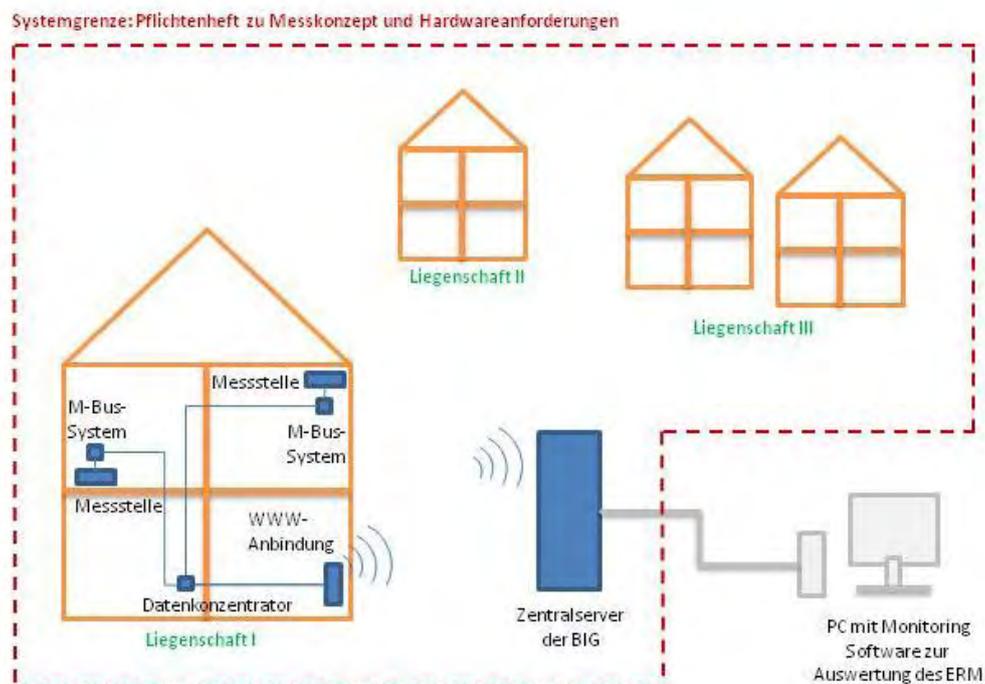


Abbildung 2: Abgrenzung des Pflichtenheftes

3.3 Ziele des Energie- und Ressourcen-Monitorings

- Oberstes Ziel des EVM ist die Gebäude hinsichtlich ihres Energie- und Ressourcenverbrauchs zu optimieren.
- Dieses Pflichtenheft soll dabei helfen, eine erfolgreiche Implementierung unter wirtschaftlicher Optimierung eines EVMs in einem Gebäude der BIG umzusetzen.
- Die Vorgaben für das EVM werden derart gestaltet, so dass eine zentrale Energieverbrauchsüberwachung mehrerer Gebäude an unterschiedlichen Standorten ermöglicht wird.
- Ziel dieses Pflichtenheftes ist es auch, die Investitionskosten für die Einführung des EVMs zu minimieren.

4 Anforderungen an das Messkonzept des EVM

4.1 Vorgaben für das Messkonzept

In Folge werden die Vorgaben für das Messkonzept zum zentralen EVM bei einer größeren Renovierung eines Gebäudes der BIG im Detail beschrieben. Die Messwerte werden dabei nach vorgegebener Quantität und Qualität durch Sensoren und/oder Zähler erfasst, vor Ort gespeichert und an eine zentrale Datenbank der BIG weitergeleitet (siehe auch Abbildung 3: Systemgrenze Liegenschaft auf Seite 17). Um die Beschreibung zu vereinfachen, wird im Weiteren generell von Datenpunkten (DP) gesprochen, unabhängig davon, ob es sich um einen Zähler (z.B. Stromzähler) oder um einen Sensor (z.B. Temperatursensor, Feuchtesensor) handelt. Nur wenn es sich eindeutig um einen Abrechnungszähler handelt, wird zusätzlich der Begriff Zähler verwendet.

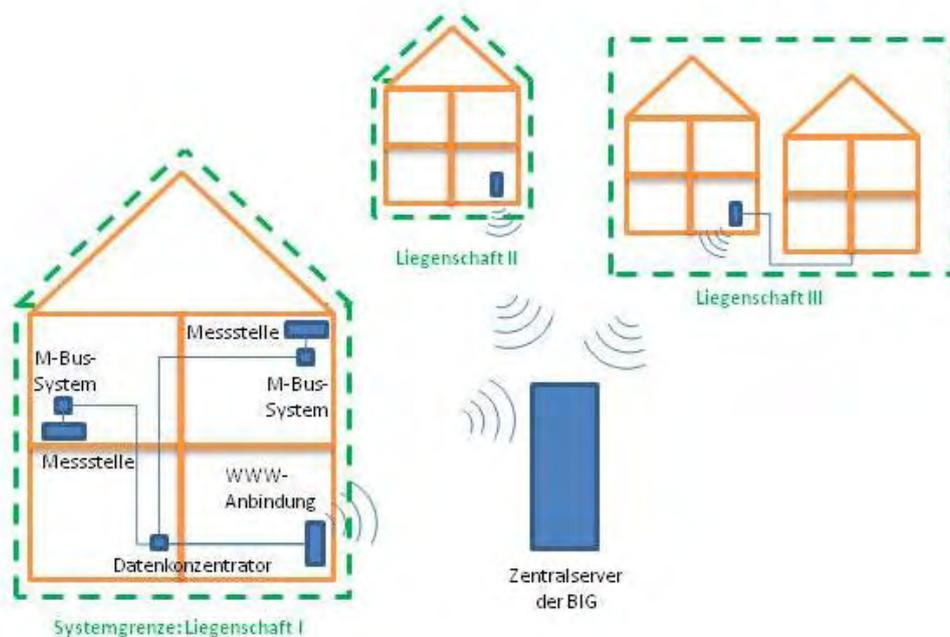


Abbildung 3: Systemgrenze Liegenschaft

4.1.1 Grundlegende Rahmenbedingungen

- An das zentrale EVM sind generell keine Daten zu übermitteln, die mittels Rechenoperationen auf Basis zweier oder mehrerer Messwerte gewonnen werden. Es sind immer die gemessenen Basisgrößen getrennt zu übermitteln. Im Fall der Fernwärme bedeutet das zum Beispiel, dass die Messwerte bei der Wärmemengenmessung für Volumen und Temperaturen getrennt übermittelt werden.
- Datenpunkte sollen nur dann mit Batterie energetisch versorgt werden, wenn aus Eichgründen ein regelmäßiges Wechseln des Zählers zu erfolgen hat. Ansonsten hat die von Energieversorgung und somit auch Datenweitergabe leitungsgebundenen zu erfolgen.

- Alle Messwerte, die aus Datenpunkten (Sensoren) gewonnen werden, die für die Steuerung und Regelung der einzelnen Gewerke dienen, sind an das zentrale EVM im vorgegeben Datenformat zu übermitteln. Die „Übersetzung“ in das erforderliche Datenformat hat durch den Zuständigen für das Gewerk zu erfolgen. Im Allgemeinen ist dies der Errichter des Gewerkes. Die Datenbereitstellung kann entweder direkt vom jeweiligen Datenpunkt aus oder aus der jeweiligen Gebäudeleittechnik erfolgen.
- Bei einer Verbrauchserfassung ist immer die kumulierte Verbrauchsmenge zu erfassen und zu übermitteln. Dies ist erforderlich, um Datenverluste bzw. -lücken bei Fehlfunktionen des Systems zu minimieren.
- Wenn der Nutzer einer bestimmten Nutzungseinheit nachträglich zusätzliche haustechnische Anlagen einbaut – z.B. nachträgliche Installation einer Klimaanlage – so sind für die Anlage die Erfassung der Energieverbräuche und deren Übermittlung an das zentrale EVM erwünscht! Dem Nutzer kann es jedoch nicht verpflichtend vorgeschrieben werden. Bauherrnseitig sollte das Messkonzept so umgesetzt sein, dass Anlagen, die nachträglich vom Nutzer installiert werden, auf dessen Wunsch leicht in das zentrale EVM integriert werden können.
- Um die Investitionskosten zu minimieren, ist nach Möglichkeiten auf die Infrastruktur der vorhandenen Gebäudeleittechnik (GLT) zurückzugreifen. D.h. Zähler, die z.B. für die Energiekostenverrechnung vorgesehen sind, sowie Sensoren, die zur Steuerung des Gebäudes notwendig sind, sind als Bestandteile des EVM zu betrachten. Die erfassten Daten sind an das EVM weiterzugeben.
- Soweit es sich nicht um Abrechnungszähler handelt, sind für das Monitoring keine geeichten Zähler erforderlich. Mögliche Abweichungen der Hauptmessung von der Summe der Untermessungen, die dadurch entstehen können, werden in geringem Maße zugelassen.
- Die Zugänglichkeit der Messeinrichtung muss gewährleistet sein.
- Die Investitionskosten der Messeinrichtung müssen in Relation zum prognostizierten Jahresenergieverbrauch und zu erwartbaren Energieeinsparungen sein.
- Auf Gebäude- sowie Gewerkeebene ist jeder Strang einzeln zu messen. Somit ist es nicht zulässig, einen Verbrauch eines Stranges durch die Messung seiner Parallelstränge und einer Differenzbildung zum übergeordneten Zähler zu ermitteln.

4.1.2 Datenformat

Vor der Übermittlung an das zentrale EVM sind die Daten aus den einzelnen Gebäuden und/oder für die jeweiligen Liegenschaften auf eigenen Datenbanken zu sammeln. Um die Daten zentral erfassen und auswerten zu können, müssen die Daten in **offen, technologie-unabhängigen Datenformaten** übertragen und gespeichert werden.

Die Verantwortung für die Übertragung der Informationen im erforderlichen Datenformat liegt bei jenem Gewerkeerrichter, in dessen Gewerk sich der jeweilige Datenpunkt befindet. Beispielsweise könnte dies heißen:

- Für alle Datenpunkte die über die GLT zur Verfügung gestellt werden, ist der MSR-Techniker verantwortlich.
- Für die Übermittlung der Daten eines Wasserzählers ist der Sanitärtechniker verantwortlich. Zur Umsetzung der Übermittlung kann sich dieser eines MSR-Technikers bedienen.

Mögliche Datenformate wie XML oder CSV sollten zentral durch die BIG unter Einbeziehung der Gebäudenutzer gewählt werden.

In

Annex 1: Datenformat sind zwei Beispiel zu Datenformaten detailliert beschrieben:

- XML Datenformat
- CSV Datenformat

4.1.3 Zulässige zeitliche Verzögerung der Datenbereitstellung

Wenn die Daten für eine zeitnahe Visualisierung zur Verfügung gestellt werden sollen, sind diese Daten mit einer maximalen Verzögerung von 5 Minuten bereit zu stellen.

4.1.4 Erfassungszeitschritte

Grundsätzlich sind die Daten mit einer zeitlichen Auflösung von mindestens einer Minute zur verfügbar zu machen. Der Betreiber des zentralen EVM kann jedoch in der Betriebsphase davon abweichen und eine reduzierte zeitliche Erfassungsgenauigkeit mit einem Erfassungsschritt von z.B. 15. Minuten vorsehen.

4.1.5 Zeitpunkt der erstmaligen Datenbereitstellung

Die Datenbereitstellung hat spätestens vier Wochen nach Inbetriebnahme der jeweiligen Anlage zu erfolgen.

4.1.6 Systemzeit

Um eine eindeutige zeitliche Zuordnung der Messwerte durchführen zu machen, muss allen Gewerken eine Systemzeit einheitlich vorgegeben werden. Dazu ist die Systemzeit von Frankfurt heranzuziehen.

4.1.7 Messgenauigkeit

Folgende Messgenauigkeiten sollen bei den einzelnen Datenpunkten eingehalten werden, wobei Abweichungen zu erläutern sind:

Zähler

- Wärmemengenzähler:

Tabelle 1: Messgenauigkeit Wärmemengenzähler

Einsatz	Messprinzip	Genauigkeit
Medien-Temperatur bis 100 °C	Mehrstrahl- Flügelrad	+/- 3%
Medien-Temperaturen bis 100°C und Massenstrom bis 3m³/h	Ultraschall	Bei Verrechnung: Klasse 4 nach OIML Eichpflicht Ohne Verrechnung: Klasse 5 nach OIML

- Wasserzähler:

Tabelle 2: Messgenauigkeit Wasserzähler

Einsatz	Messprinzip	Genauigkeit
Stadtwasser, Teil- Vollentsalztes, Warmwasser bis DN 50mm	Mehrstrahl- Flügelrad	Klasse B nach ISO 4064-1
Stadtwasser, Teil- Vollentsalztes, Warmwasser DN 50mm bis 150mm	Woltmann	Klasse B nach ISO 4064-1

- Stromzähler:

Tabelle 3: Messgenauigkeit Stromzähler

Einsatz	Messprinzip	Genauigkeit
Allgemein	True RMS	+/- 0,5%

- Gaszähler:

Die Gaszähler für die Eingangsmessungen werden vom Gaswerk vorgegeben. Für interne Messungen gelten folgende Anforderungen:

Tabelle 4: Messgenauigkeit Gaszähler

Einsatz	Messprinzip	Genauigkeit
Anschlussleistung < 350 kW	Balgen	+/- 2,0%
Anschlussleistung > 350 kW	Drehkolben	+/- 1,0%

Sensoren

Die Messgenauigkeit bei einem Sensor hängt von Typ sowie dem Messbereich ab. Anschließend werden Genauigkeiten von gängigen Sensoren in der Gebäudeautomation angegeben:

- Temperatur bei 21°C¹: ± 0,3K
- Feuchte: ±2% zwischen 10...90%rF
- CO₂ bei 21°C: ±40ppm + 4% vom Messwert
- Differenzdruck für Luft: ±1,5% oder (±6Pa <250Pa)

Infolge der Eigenerwärmung beeinflusst der Messstrom die Genauigkeit der Messung. Daher sollte dieser nicht größer 1mA liegen.

¹ Pt1000 nach DIN EN 60751 Klasse B

4.2 Zonierung des Gebäudes

Die Zonierung eines Gebäudes ist insofern wichtig, da durch die gezielte Unterteilung in Messabschnitte Fehlverhalten oder Störungen örtlich eingengt werden können. In weiterer Folge kann spezifisch auf jenen Bereich eingegangen werden, der ein Fehlverhalten oder eine Störung aufweist.

In der nachfolgenden Skizze ist die Zonierung eines Beispielgebäudes enthalten, die in Kapitel 4.3 für die Positionierung der Datenpunkte verwendet wird. Das Gebäude besteht aus sechs Geschoßen, eines davon unterirdisch. Das Gebäude enthält Büroflächen, im Erdgeschoß Flächen für Restaurant und Shop, eine Tiefgarage ist unterirdisch angeordnet. Die thermische Gebäudehülle umfasst alle Geschoße mit Ausnahme des Untergeschoßes, wo die Tiefgarage untergebracht ist.

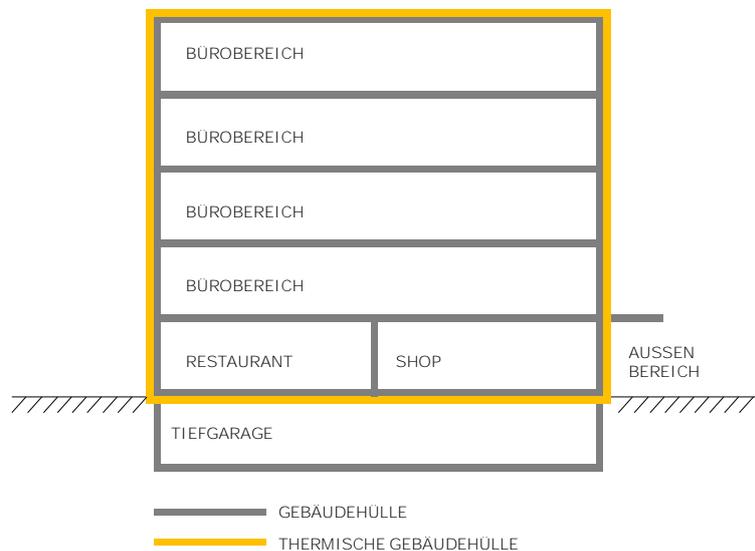


Abbildung 4: Beispielgebäude

Zonierung Gebäude

Die Zonierung Gebäude umfasst alle Energie- und Ressourcenströme, die in das Gebäude geführt werden.

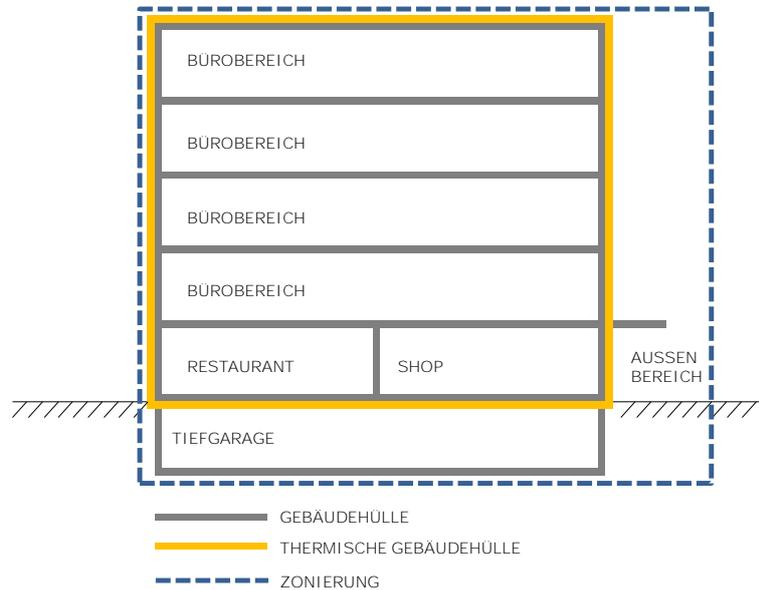


Abbildung 5: Beispielgebäude mit Zonierung Gebäude

Zonierung Gebäudezone

Bei der Festlegung der Gebäudezonen sind zumindest die folgenden Gebäudezonen zu unterscheiden und daher getrennt zu erfassen:

- **Gewerbliche Nutzungen:**
 - Unterschiedliche gewerbliche Nutzungen (z.B. Büro, Restaurant, Verkaufsflächen) sind getrennt zu erfassen.
 - Soweit eigene Stiegenhäuser vorhanden sind, ist von jeweils einer eigenen Nutzungszone auszugehen.
- **Außenbereich**
 - d.i. vor allem die Außenbeleuchtung
- **Garagen**
- **Gemeinschafts- und Verkehrsflächen** wie z.B. Keller und Treppenhäuser

GEBÄUDEZONE

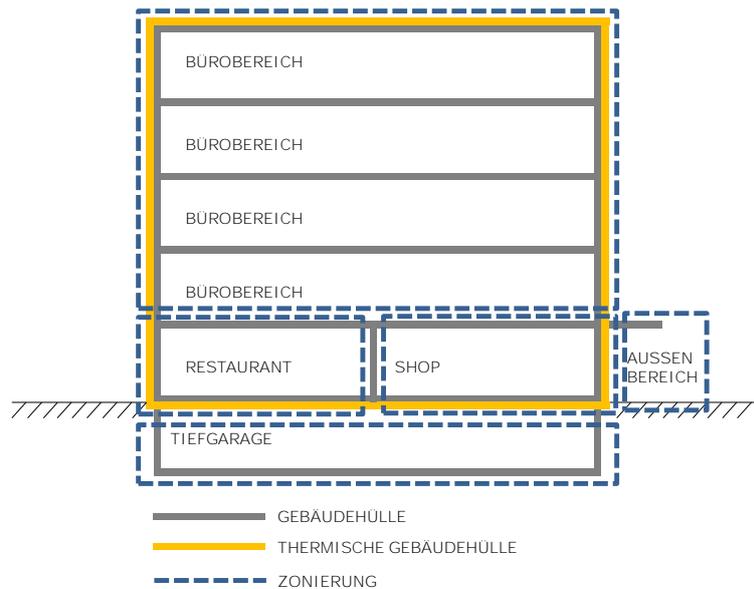


Abbildung 6: Beispielgebäude mit Zonierung Gebäudezone

Zonierung Nutzungseinheit

Einzelne gewerbliche Bereiche (z.B.: Räumlichkeiten eines Mieters) gelten als Nutzungseinheit. In den meisten Fällen sind die für die Nutzungseinheit getrennt zu setzenden Datenpunkte ident mit den Abrechnungszählern des EVUs.

Die Energieverbrauchsdaten sowie der Wasserverbrauch (Warm- und Kaltwasser) sind zu erfassen.

Untergruppen in Nutzungseinheiten

Für besonders große Nutzungseinheiten (z.B.: ab 1000 m² NFL) ist eine zusätzliche Unterteilung in Untergruppen vorzusehen. Die Bildung von Untergruppen kann dabei nach

- Brandschutzabschnitten,
- Stockwerken oder nach
- unterschiedlicher Art der Nutzung erfolgen.

So empfiehlt es sich zum Beispiel, bei einem Bürogebäude oder einer Schule die Verbrauchsdaten nach Stockwerken zu erfassen oder eine Sondernutzung wie zum Beispiel ein Restaurant (z.B. Werksküche oder Kantine) in einem größeren Gebäudekomplex getrennt zu erfassen.

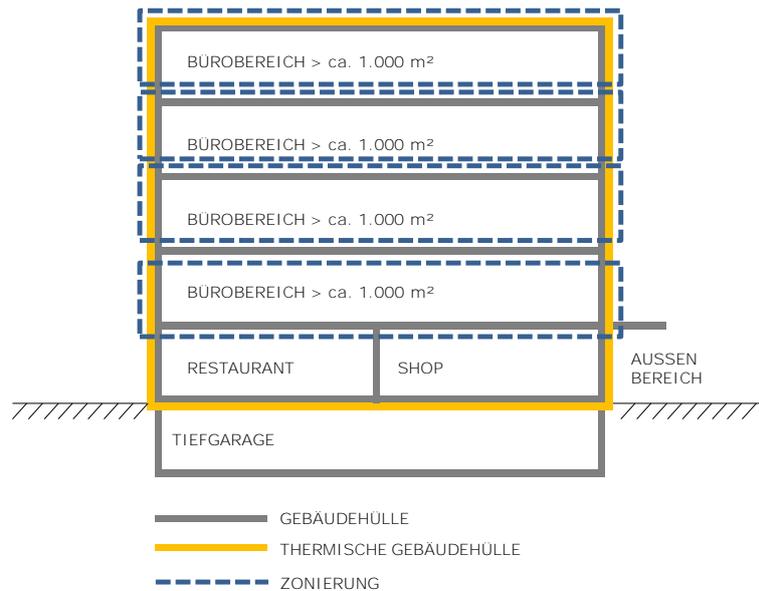


Abbildung 7: Beispielgebäude mit Zonierung Nutzungseinheit

4.3 Positionierung der Datenpunkte

Im Folgenden sind die einzelnen Datenpunkte, die auf den unterschiedlichen Ebenen (Gebäude, Zone, Nutzungseinheit, Untergruppe, Gewerke) vorzusehen sind, im Einzelnen beschrieben. Dabei sollen nur möglichst wenige Datenpunkte zusätzlich eingebaut werden müssen, vielmehr sollen vorhandene Datenpunkte wie Stromzähler oder Temperatur- und CO₂- Sensoren (z.B. für die Steuerung der Lüftungsanlagen) verwendet werden.

4.3.1 Gebäude

Bei allen Gebäuden sind die Daten der Hauptzähler für die Zu- und Ableitungen der Medien (ausgenommen Abwasser) zu erfassen. Das sind soweit vorhanden:

Tabelle 5: Datenpunkte pro Gebäude

Nr.	Bezeichnung	Anmerkung
1	Strom	Eigenproduktionsanlagen: Falls beispielsweise eine Photovoltaikanlage oder ein BHKW vorhanden ist, ist der erzeugte Eigenstrom getrennt zu erfassen.
2	Kälte	bei Fernkälte
3	Wärme	bei Nah-/Fernwärme
4	Gas	
5	Öl	
6	Holz/Pellets	
7	Wasser	Soweit Warm- und Kaltwasser sowie Brauchwasser getrennt zugeführt werden, sind sie getrennt zu erfassen. Eigenproduktionsanlagen: Falls beispielsweise eine thermische Solaranlage vorhanden ist, ist die erzeugte Wärmemenge getrennt zu erfassen.

Erzeugungsanlagen

Ebenso sind Erzeugungsanlagen zu erfassen. Siehe dazu Punkt 4.3.4.

4.3.2 Gebäudezonen

Für die einzelnen Gebäudezonen sind Subzähler für die Zu- und Ableitungen der Medien (ausgenommen Abwasser) vorzusehen und deren Daten zu erfassen. Das sind (soweit vorhanden):

Tabelle 6: Datenpunkte pro Gebäudezone

Nr.	Bezeichnung	Anmerkung
1	Strom	
2	Kälte	
3	Wärme	
4	Gas	
5	Warmwasser	
6	Kaltwasser	

4.3.3 Nutzungseinheiten

In der Nutzungseinheit sind die Daten der Subzähler für die Zuleitungen der Medien zu erfassen. Das sind, soweit vorhanden:

Tabelle 7: Datenpunkte pro Nutzungseinheit

Nr.	Bezeichnung	Anmerkung
1	Strom	
2	Kälte	Wärmemengenzähler Vor- und Rücklauf
3	Wärme	Wärmemengenzähler Vor- und Rücklauf
4	Gas	
5	Warmwasser	
6	Kaltwasser	

Soweit ein Medium nur in einer Nutzungseinheit verwendet wird, kann auf den Subzähler verzichtet werden.

4.3.4 Haustechnikgewerke

Prinzipiell sind alle Haustechnikgewerke zumindest auf Ebene des Gesamtgebäudes und der Gebäudezone getrennt zu erfassen. Die haustechnischen Gewerke sind insbesondere:

- Heizungsanlagen
- Warmwasserbereitung, soweit unabhängig von der Heizungsanlage
- Solarthermieanlage
- Photovoltaikanlage
- Lüftungsanlage

- Kältemaschine und Rückkühler
- Beleuchtung
- Aufzug & Rolltreppen: Aufzüge und Rolltreppen in einem Gebäude können unter einem Datenpunkt (Strom) zusammengefasst werden.
- Nutzerstrom
- Sonstiges

Generell gilt: Ab einer Anschlussleistung von 5 kW sollen einzelne Verbraucher (Pumpen, Ventilatoren,...) getrennt erfasst werden. Ebenso sind Räume bzw. Verbraucherguppen mit einer gesamten Anschlussleistung von mehr als 5 kW eigens zu erfassen (beispielsweise: Strommessung aller Umwälzpumpen im Heizraum oder Messung aller Stromverbraucher einer Lüftungszentrale,...).

Im Folgenden werden für ausgewählte Anlagen die zu erfassenden Daten sowie die Positionierung der Datenpunkte näher beschrieben. Wie bereits unter Punkt 0 erwähnt, sind alle Messwerte, die aus Datenpunkten (Sensoren) gewonnen werden, die für die Steuerung und Regelung der einzelnen Gewerke dienen, an das zentrale EVM zu übermitteln.

Datenpunkte bei Heizung

- Verteilung
 - Wärmemenge im Hauptstrang (vor Verteiler) [kWh]
 - Wärmemenge pro Regelgruppe (zu den Verbraucherguppen) [kWh]

Datenpunkte bei einer zentralen Kältemaschine

- Kältemaschine
 - Stromverbrauch kumuliert [kWh]
- Verteilung
 - Wärmemenge im Hauptstrang (nach Kältemaschine) [kWh]
 - Wärmemenge pro Regelgruppe (zu den Verbraucherguppen) [kWh]

Datenpunkte bei Lüftung

Zentrale Lüftungsanlagen

- AUL (Außenluft)
 - Temperatur ZUL [°C]
 - Rel. Luftfeuchte ZUL [%]

- ZUL (Zuluft)
 - Temperatur ZUL [°C]
 - Rel. Luftfeuchte ZUL [%]
- ABL (Abluft)
 - Temperatur ABL [°C]
 - CO₂-Konzentration ABL [ppm]
- FOL (Fortluft)
 - Temperatur ZUL [°C]
 - Rel. Luftfeuchte ZUL [%]
- Ventilatoren
 - Stromverbrauch kumuliert [kWh]
 - Drehzahleinstellung [-]
- Filter
 - Differenzdruck (vor/nach Filter) [Pa]
- Drosselklappen
 - Stellung der wichtigsten Drosselklappen [-]²

Datenpunkte bei Wasser

- Wassermenge pro Kaltwasser (KW) Steigstrang [m³]

4.3.5 Klimadaten

Die für die Steuerung der Haustechnik herangezogenen Klimadaten sind zu erfassen und dem zentralen EVM bereitzustellen. Dazu gehören unter anderem:

- Temperatur [°C]
- Rel. Luftfeuchte [%]

Ist eine Wetterstation vorhanden, so sollen die von ihr erfassten Daten an das EVM weiter gegeben werden.

4.3.6 Referenzmessungen

In bis 10% der Hauptnutzfläche eines Objektes sind Referenzmessungen einzubauen, die auch für die Einstellung der Haustechnik (z.B.: Lüftung) herangezogen werden können. Die Auswahl der Datenpunkte hat entsprechend der jeweiligen Nutzung so zu erfolgen, dass die wesentlichen Energieströme in der Nutzungseinheit nachvollzogen werden können

² Jene Drosselklappen die von der GLT gesteuert werden

Darüber hinaus hat die Auswahl der Referenzräume unter Berücksichtigung der Standorte so zu erfolgen, dass vor allem die folgenden Randbedingungen erfüllt sind:

- Räume, die am weitesten von der Haustechnikzentrale entfernt ist;
- Räume, die auf Grund ihrer Lage viele Außenflächen haben (z.B.: Eckraum im obersten Stock);
- Räume von denen es viele gleichartige gibt
- Räume mit unterschiedlichen Hauptausrichtungen (Einfluss Nord/Süd-Ausrichtung bzw. Ost/West-Ausrichtung)

In den Referenzräumen sind Datenpunkte für die Durchführung zumindest der folgende Messungen zu setzen:

- Temperatur
- CO₂-Gehalt
- bei zentraler Lüftungsanlage: Zuluftmenge der Lüftungsanlage. Dies kann auch indirekt über den Öffnungsgrad oder die Stellung der Drosselklappe erfolgen;

Da zum Teil die Zustimmung der Nutzer (zB.: Mieter) für die Erfassung der einzelnen Datenpunkte erforderlich ist, ist ein flexibles System bereitzustellen, welches einen „Wechsel“ der Referenzräume ermöglicht.

4.4 Bezeichnung der Datenpunkte

Um für die Auswertung der Datenreihe eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen, ist für jeden Datenpunkt eine Bezeichnung nach einheitlicher Struktur zu verwenden. Diese Bezeichnungsstruktur gilt für alle Datenpunkte, egal ob es sich um in Gewerke integrierte Sensoren oder um eigene Abrechnungszähler handelt.

Es wird empfohlen, die Bezeichnung je Datenpunkt aus mindestens 10 Stellen wie in Tabelle 8 angeführt aufzubauen. Für jeden Datenpunkt hat eine Vollständige Zuordnung zu erfolgen. Nicht zutreffende Stellen sind mit „Z“ zu bezeichnen.

Tabelle 8: Empfehlung Datenpunktnomenklatur

Stelle in der Nomenklatur	Kategorie	Anmerkung
1	Gebäude	Vorgabe durch Betreiber des zentralen EVM Name des Gebäudes oder Abkürzung
2	Zone	Vorgabe durch Betreiber des zentralen EVM Name der Zone, zu dem der Datenpunkt gehört (nicht der Ort, wo sich der Datenpunkt befindet) z.B. Garage, Außenbereich, gewerblich genutzter Bereich, Gemeinschaftsfläche
3	Nutzungseinheit	Bezeichnet die Nutzungseinheit innerhalb einer Zone, in dem sich der Datenpunkt befindet; z.B. Wohnungen (Türnummer) oder Büros. Auf dieser Ebene befinden sich üblicherweise die Verrechnungszähler der EVU (Strom-, Wärme- und Wasserzähler).
4	Untergruppen in Nutzungseinheiten	Innerhalb einer Nutzungseinheit sind ab Flächen von mehr als 1000 m ² weitere Datenpunkte vorzusehen. Die erfassten Flächen können sich mit Brandabschnitten oder Stockwerke decken.
5	Datenpunktnummer	Innerhalb einer Nutzungseinheit oder Untergruppe sind alle Datenpunkte durchzunummerieren. Den einzelnen Gewerken können Nummernbereiche zugeordnet werden.
6	System	Vorgabe durch Betreiber des zentralen EVM Haupt-Haustechniksystem, zu dem der Datenpunkt gehört, (z.B. Lüftung, Wetterstation, Energieversorgung, Warmwasser, Beleuchtung, ...). Wenn der Datenpunkt zu keinem Techniksystem gehört (z.B. reiner Temperatursensor), wird die Systembezeichnung „Z“ vorgegeben.
7	Datenpunktplatz	Hier ist anzugeben, ob sich der Datenpunkt in der Zu- oder Ableitung für ein Medium befindet bzw. ob er unabhängig davon ist (z.B.: Datenpunkt zur Temperaturlaufnahme in einem Raum).
8	Medium	Vorgabe durch Betreiber des zentralen EVM Hier wird vorgegeben, in welchem Medium gemessen wird.
9	Art	Vorgabe durch Betreiber des zentralen EVM Hier wird angegeben, was gemessen bzw. erfasst wird (Wärme, Temperatur, Stromverbrauch, Wasser, Klappenstellung, Betriebszustand EIN/ Aus)
10	Einheit	Vorgabe durch Betreiber des zentralen EVM Hier wird angegeben, welche Einheit übermittelt wird. Allenfalls ist die Einheit an vorgegebene Einheiten (Dimension) anzupassen.

4.5 Empfehlungen für den Ausschreibungsprozess

Damit Unklarheiten bezüglich der Zuständigkeiten für die einzelnen Datenpunkte vermieden werden können, wird empfohlen im Rahmen der Ausschreibung die folgenden Absätze zu beachten:

Die einzelnen Datenpunkte liegen im Verantwortungsbereich der Gewerkeerrichter. Somit wird vermieden, dass ein Gewerk einem anderen in die Gewährleistung eingreift. Beispielsweise heißt dies:

- Die Wärmemengenzähler der Heizungsanlage werden durch den Heizungsbauer eingebaut. Für die Aufschaltung der Wärmemengenzähler auf das EVM kann sich der Heizungsbauer eines MSR-Technikers bedienen, die Verantwortung, dass die Informationen für das EVM bereitgestellt werden, bleiben aber beim Heizungsbauer.
- Der MSR-Techniker leitet die Informationen aller Datenpunkte aus der GLT an das EVM weiter.
- Soweit Stromzähler für ein bestimmtes Gewerkes eingebaut werden, liegt die Verantwortung beim jeweiligen Gewerkeerrichter. Für die Aufschaltung der Stromzähler auf das EVM kann sich der Gewerkeerrichter eines MSR-Technikers bedienen.
- Es liegt in der Verantwortung des zuständigen Gewerkeerrichters für den jeweiligen Stromzähler, dass die Daten an das EVM übermittelt werden. Falls notwendig soll ein MSR-Techniker bei der Aufschaltung der Datenpunkte unterstützen.

Wartung und Instandhaltung

Die Wartung und Instandhaltung der EVM-Infrastruktur im jeweiligen Gewerk obliegt jenen, die für die generelle Wartung und Instandhaltung des Gewerks zuständig sind.

5 Integration von Energie- und Ressourcenmonitoring in die Betriebsführung in BIG-Gebäuden

5.1 EVM und Betriebsführungsprozesse

Der EVM-Ansatz, für den das oben dargestellte Messkonzept erstellt wurde und der in den Demonstrationsprojekten umgesetzt werden soll, unterscheidet sich deutlich vom vergleichsweise einfachen Energiebuchhaltungssystem, wie es bereits jetzt in den allermeisten BIG-Gebäuden und sonstigen Bundesgebäuden eingesetzt wird. Durch die stärkere Disaggregation in der Datenerfassung – neben dem Abrechnungszähler kommen eine Reihe von weiteren Datenpunkten z.B. für bestimmte Gewerke, Zonen, Energieströme zum Einsatz – sowie durch die höhere zeitliche Differenzierung – d.h. durch Erfassungszeitschritte von z.B. 15 Minuten anstelle der üblichen Monatsrechnungen – können Fehlfunktionen und Optimierungspotentiale rascher und zielgenauer identifiziert und entsprechende Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Damit diese Vorteile auch tatsächlich zu einem konkreten Nutzen führen können, ist eine Anpassung der bestehenden Betriebsführungsprozesse erforderlich. Damit wird die entscheidende Rolle des Objektmanagements (Hausverwaltung, Facility Management) in der Implementierung von EVM deutlich. Aus Sicht des Objektmanagements lassen sich aus dem EVM die folgenden konkreten Dienstleistungen für die Nutzer des Gebäudes ableiten:

- Optimierung des Gebäudebetriebes: EVM kann entscheidende Hinweise zur Optimierung der bestehenden (vorwiegend haustechnischen) Anlagen, ohne dass ein größerer Kapitaleinsatz erforderlich ist, geben (Einregulierung der Systeme, Abstimmung unterschiedlicher haustechnischer Anlagen, Anpassung von Anlagenbetriebszeiten an den Gebäudebetrieb, Optimierung der MSR etc.);
- Identifikation von wenig kostenintensiven Maßnahmen: Mit Hilfe von EVM können zusätzlich zur Optimierung bestehender Anlagen auch mögliche energie- und ressourcensparende Maßnahmen identifiziert werden, die zwar einen gewissen Kapitaleinsatz erfordern, die aber trotzdem kurzfristig wirtschaftlich sind;
- Beeinflussung des Nutzerverhaltens: Aus dem EVM können ausgewählte Daten zum aktuellen Energieverbrauch an die Nutzer zurückgespielt werden (z.B. in Form einer Visualisierung des Energieverbrauches). Dieses Feedback kann dazu beitragen, das Nutzerverhalten zu beeinflussen;
- Ableitung von Vorgaben für künftige Planungsprozesse: Fehlfunktionen und nicht-optimiertes Betriebsverhalten von Gebäuden und Anlagen, die auf eine fehlerhafte Planung zurückzuführen sind, können durch EVM aufgezeigt werden. Gleiches gilt für besonders effizient funktionierende Gebäude und Anlagen. Daraus können Vorgaben für künftige Planungsprozesse abgeleitet werden.

Um diese Dienstleistungen anbieten zu können muss sichergestellt sein, dass ausreichend Ressourcen für die Umsetzung der folgenden Aktivitäten bereitgestellt werden:

- Erfassung der Daten;
- Analyse der Daten;
- Ableitung von Maßnahmenempfehlungen und deren Bewertung;
- Umsetzung der ausgewählten Maßnahmen bei den bestehenden Anlagen den folgenden Teilbereichen:
 - regeln, steuern;
 - warten;
 - reparieren, instand setzen.

Unter dem Begriff „Ressourcen“ wird dabei sowohl die zeitliche Verfügbarkeit und fachliche Kompetenz des betrauten Personals als auch der Einsatz der erforderlichen Werkzeuge verstanden.

Im Folgenden wird für das oben dargestellte Tätigkeitsprofil zuerst der gegenwärtige Status des Einsatzes von EVM (oder besser von „Energiebuchhaltung“) in der Betriebsführung von BIG-Gebäuden dargestellt. Danach wird in einem zweiten Schritt ein Vorschlag für eine bessere Integration von EVM in die Betriebsführungsprozesse entwickelt. Damit soll sichergestellt werden, dass EVM den vollen Nutzen für die Optimierung des Gebäudebetriebes und die Beeinflussung des Nutzerverhaltens entfalten kann.

5.2 Ausgangssituation in BIG-Gebäuden

Gegenwärtig wird für BIG-Gebäude keine EVM in jenem Umfang, der hier für das Monitoring der Demonstrationsprojekte vorgeschlagen wird, durchgeführt. Es wird jedoch ein Energiebuchhaltungssystem eingesetzt, das im Wesentlichen Zählerdaten auf Monatsebene erfasst und auswertet. Differenziert nach Tätigkeitsbereichen lässt sich die Ausgangssituation wie folgt darstellen:

- Erfassung von Energieverbrauchs- und Kostendaten monatlich durch die Energiesonderbeauftragten;
- Analyse der Daten durch die Energiesonderbeauftragten und Rückmeldung an die Nutzer in unterschiedlichem Ausmaß (abhängig vom Interesse des jeweiligen Nutzers);
- Aufgrund der Analysetiefe können aus dem Energiebuchhaltungssystem der Energiesonderbeauftragten keine – oder nur in sehr geringem Umfang – Maßnahmen der Anlagenoptimierung abgeleitet werden können, sondern es können nur „Ausreißer“ identifiziert werden. Für die Identifikation von Verbesserungsmaßnahmen sind in der Regel weiterführende technische Analysen erforderlich;
- Für die Umsetzung von Maßnahmen gelten die folgenden Verantwortlichkeiten:

- Für Maßnahmen im Bereich „Regeln und Steuern“ ist grundsätzlich der Nutzer verantwortlich, wobei in vielen Fällen (mit Ausnahme z.B. der Universitäten) beim Nutzer kein eigenes Personal für das technische Gebäudemanagement mehr vorhanden ist. In diesen Fällen beauftragt der Nutzer üblicherweise einen technischen Gebäudemanager, wobei ein großer Anteil dieser Gebäude durch das Objektmanagement der BIG betreut wird;
- Wartungsmaßnahmen fallen ebenfalls in die Verantwortung des Nutzers, sind jedoch großteils durch anlagenspezifische Wartungsverträge out-gesourct. In Liegenschaften, in denen die BIG als Objektmanager tätig ist, werden die Wartungsverträge durch die BIG abgeschlossen und über die Betriebskostenabrechnung an den Nutzer weiterverrechnet;
- Maßnahmen im Bereich der Instandsetzung fallen in die Verantwortlichkeit der BIG als Gebäudeeigentümer. Kleinere Instandsetzungsmaßnahmen (unterhalb von 500.000 €) werden dabei vom Objektmanagement durchgeführt.

5.3 Unterschiedliche Optionen für die Integration von EVM in die Betriebsführung in BIG-Gebäuden

Im Folgenden werden unterschiedliche Optionen für die Einführung von EVM und dessen Integration in die Betriebsführungsprozesse in BIG-Gebäuden im Detail dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass von einer schrittweisen Einführung wie folgt auszugehen ist:

- In einem ersten Schritt wird in den Demonstrationsprojekten ein Test durchgeführt, in dessen Rahmen überprüft werden kann, in welchem Umfang es durch eine differenziertes und umfassendes – d.h. deutlich über das gegenwärtige Energiebuchhaltungssystem hinausgehende – EVM tatsächlich gelingt, Optimierungsprozesse sowohl beim Anlagenbetrieb als auch im Bereich des Nutzerverhaltens zu verwirklichen.
- Wenn sich der Ansatz des EVM in den Demonstrationsprojekten bewährt, wäre es der nächste Schritt, den gleichen – oder einen ähnlichen Ansatz – bei allem zukünftigen Neubauten und Generalsanierungen umzusetzen. Konkret bedeutet das, dass bei all diesen Projekten das Messkonzept wie in diesem Bericht dargestellt umgesetzt und daher die erforderliche Messhardware eingebaut wird.
- Erst in einem dritten Schritt ist an die Umsetzung von EVM im Gebäudebestand zu denken, wobei hier allerdings die Barriere der Nachrüstung der erforderlichen Messausstattung besteht. Die Kosten der Nachrüstung von Messausstattung hängen stark von den jeweiligen Ausgangsbedingungen im Gebäude ab, sind jedoch üblicherweise deutlich höher als beim Miteinbau von Messhardware im Zuge der Neuerrichtung oder bei einer umfassenderen Anlagenerneuerung im Zuge einer Generalsanierung.

5.3.1 Leistungspaket Energieverbrauchsdaten erfassen und analysieren

Der erste Teil des Tätigkeitsprofils, das im Zusammenhang mit der Integration von EVM in die Betriebsführungsprozesse umzusetzen ist, ist die systematische Erfassung der Energieverbrauchsdaten und deren Analyse. Für den im gegenständlichen Messkonzept geforderten Datenumfang (ca. 20 bis 50 Datenpunkte pro Liegenschaft mit jeweils hoher zeitlicher Differenzierung) ist eine professionelle Datenbanklösung mit spezieller Auswertungssoftware für die Analyse von Energieverbräuchen erforderlich. Auf dem Markt sind dafür unterschiedliche Software-Lösungen – mit jeweils unterschiedlichen Stärken und Schwächen – verfügbar.

Da der Nutzer für das Energiemanagement im seinen Gebäuden verantwortlich ist – sofern nicht Instandsetzungsmaßnahmen betroffen sind – ist auch die Erfassung und die Analyse von Energieverbrauchsdaten prinzipiell Aufgabe des Gebäudenutzers. Da BIG-Gebäude an eine Vielzahl von Gebäudenutzern vermietet werden, stehen zwei unterschiedliche Organisationsformen zur Auswahl:

- Einsatz dezentraler EVM-Systeme: Dabei baut jeder Nutzer sein eigenes EVM-Tool auf und kümmert sich selbst um die Datenanalyse.
- Aufbau eines zentralen EVM-Systems: In diesem Fall wird zentral ein EVM-Tool aufgebaut, in das die Daten aller erfassten BIG-Gebäude eingespielt werden und das standardisierte Auswertungsroutinen beinhaltet. Dieses zentrale System kann dabei entweder von der BIG, von den Energiesonderbeauftragten oder von einem externen Provider betrieben werden.

Unabhängig davon, welche Organisationsform gewählt wird, besteht die wesentliche Herausforderung darin, dass der Datentransfer von den Datenpunkten in den Gebäuden in das EVM-System (Datenbank plus Auswertungstool) klaglos funktioniert. Aus diesem Grund enthält das gegenständliche Messkonzept auch konkrete Lösungsvorschläge für die Abwicklung des Datentransfers (z.B. Vorschlag für standardisiertes Datenformat bzw. Vorschlag für systematische Bezeichnung der Datenpunkte)

5.3.2 Leistungspaket Ableitung von Maßnahmenempfehlungen

Die Analyse der Energie- und Ressourcenverbräuche alleine ist noch nicht ausreichend. Vielmehr ist es erforderlich, Auffälligkeiten in den Verbrauchsverläufen zu erkennen und daraus konkrete Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten. Dazu muss man bestimmten Verbrauchsverläufen konkrete Fehlfunktionen im Anlagenbetrieb zuordnen können, was umso leichter und eindeutiger wird, je disaggregierter die Verbrauchsverläufe erhoben werden.

Die Ableitung von Maßnahmenempfehlungen kann wiederum auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen:

- Bei einem dezentralen EVM-Ansatz müsste jeder Nutzer die spezifische Expertise zur Interpretation der EVM-Ergebnisse und der Identifikation geeigneter Verbesserungsmaßnahmen aufbauen.

- Wenn ein zentraler EVM-Ansatz verfolgt wird, ist es auch leichter im Bereich der Maßnahmenableitung zentrale Expertise aufzubauen. Diese kann entweder bei der BIG oder bei der zentralen Bundesdienststelle der Energiesonderbeauftragten erfolgen. Darüber hinaus kann natürlich auch Expertise externer (Energie)dienstleister einbezogen werden.

Insgesamt kann man das Leistungspaket der Ableitung von Maßnahmenempfehlungen als Kernelement für die Nutzenstiftung aus der Umsetzung eines EVM sehen. In der Praxis steht bei der Erbringung dieses Leistungspakets allerdings bei den allermeisten Gebäudebetreibern nur begrenztes Know-how zur Verfügung. Für die Betriebsführung von BIG-Gebäuden würde es sich daher zum Beispiel anbieten, unterschiedliche Zugänge wie folgt zu kombinieren:

- Das technische Gebäudemanagement, das entweder direkt beim Nutzer oder z.B. beim Objektmanagement der BIG angesiedelt ist, ist verantwortlich für eine Durchsicht und Interpretation der EVM-Ergebnis in kürzeren Zeitabständen (täglich oder zumindest wöchentlich), in denen insbesondere gröbere Fehlfunktionen identifiziert und behoben werden. Diese Funktion kann zum Beispiel durch automatische Warnfunktionen des EVM-Systems, die das Abweichen von vordefinierten Verbrauchspfaden und Benchmarks anzeigen, unterstützt werden.
- Zusätzlich kann eine Expertengruppe, die externe Expertise in der Betriebsoptimierung und bestehende Expertise im Bereich der Betriebsführung von BIG-Gebäuden zusammenführt, aufgebaut werden. Diese Expertengruppe ist verantwortlich für die detaillierte Interpretation der EVM-Ergebnisse und damit für Ableitung von Maßnahmenempfehlungen für das „Fine-Tuning“ der bestehenden Anlagen im Sinne eines regelmäßigen „Commissioning-Prozesses“. Für die Tätigkeit dieser Expertengruppe können längere Intervalle vorgesehen werden, z.B. quartalsweise während der Einregulierungsphase in den ersten beiden Betriebsjahren und halbjährlich in den Folgejahren. Gleichzeitig kann diese Expertengruppe auch Ad-hoc-Beratung bei dringendem Eingriffsbedarf in Einzelfällen herangezogen werden.

5.3.3 Leistungspaket Maßnahmen umsetzen

Für das Leistungspaket der Maßnahmenumsetzung ist davon auszugehen, dass keine generell Adaptierung der gegenwärtig bestehenden Verantwortlichkeiten besteht, d.h. die Umsetzungsverantwortung würde weiterhin beim technischen Gebäudemanagement liegen, sofern es sich bei den identifizierten Verbesserungsmaßnahmen nicht um Instandsetzungsmaßnahmen handelt, die seitens der BIG in ihrer Funktion als Gebäudeeigentümer umzusetzen wären. Dabei würde das technische Gebäudemanagement die Umsetzung einiger dieser Maßnahmen zum Beispiel im Rahmen bestehender Wartungsverträge an externe Dienstleister auslagern.

Wesentlich für eine zielführende Umsetzung dieses Leistungspakets scheint die Festlegung eines Kommunikations- und Entscheidungsprozesses, der sicherstellt, dass nach der

Identifikation von Verbesserungsmaßnahmen eindeutige Ansprechpartner im Bereich der Maßnahmenumsetzung zur Verfügung stehen, im Einzelnen wie folgt:

- Da die Verantwortung für den Gebäudebetrieb beim Gebäudenutzer liegt – auch wenn diese Funktion in den meisten Fällen an Objektmanager ausgelagert ist – muss grundsätzlich der Nutzer die Entscheidung darüber treffen, welche der identifizierten Verbesserungsmaßnahmen tatsächlich umgesetzt werden.
- Da ein Großteil der Maßnahmenempfehlungen im gering-investiven Bereich sein werden, kann die Entscheidungsverantwortung zur Maßnahmenauswahl bis zu einer gewissen Kostenobergrenze an den technischen Objektmanager ausgelagert werden. Damit sollte jedoch eine regelmäßige Berichtspflicht über die umgesetzten Maßnahmen und die erzielten Erfolge verbunden sein (z.B ein jährlicher „Energiebericht“).
- Für die operative Maßnahmenumsetzung liegt die Verantwortung beim technischen Objektmanagement. Dieses ist damit auch die „Kommunikationsdrehscheibe“ für die Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen, was die folgenden Teilleistungen beinhaltet: Sicherstellung der Kommunikation mit den Entscheidungsträgern beim Nutzer bzw. mit der BIG als Vermieter; Abwicklung der Auftragsvergabe an Subunternehmen und deren Qualitätskontrolle; Überprüfung des Erfolgs der Maßnahmenumsetzung wiederum anhand der Ergebnisse aus dem EVM.

Annex 1: Datenformat

XML Datenformat

Vor der Übermittlung an das zentrale EVM sind die Daten aus den einzelnen Gebäuden und/oder für die jeweiligen Liegenschaften auf eigenen Datenbanken zu sammeln. Die verteilten Datenbanken agieren als http-Server mit TLS 1.0 und sind als Ringpuffer mit mindestens 7 Tagen Speicherkapazität zu konzipieren.

Jeden Tag um 0:00h wird eine neue Datei mit der URL <https://ip.ip.ip.ip/monitoring-YYYY-MM-DD.xml> erstellt. Server und Client Zertifikate werden vom Systembetreiber für das vergeben. Es muss eine CRL (Certificate Revocation List) verwaltet werden. Es müssen mindestens die folgenden Ciphers unterstützt werden:

TLS_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA

TLS_DHE_DSS_WITH_DES_CBC_SHA,

TLS_DHE_DSS_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

Um die Daten zentral erfassen und auswerten zu können, müssen die Daten in offen, technologien-unabhängigen XML Datenformaten übermittelt und gespeichert werden. Eine detaillierte Beschreibung der erforderlichen XML Datenformate findet sich im Annex 1.

Detailbeschreibung XML Datenformat

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:annotation>
    <xsd:documentation xml:lang="en">
      Monitoring Data XML Schema, (c) Austrian Institute of Technology /
      Energy Department, 2010
      contact: peter.palensky@ait.ac.at
    </xsd:documentation>
  </xsd:annotation>

  <xsd:element name="monitoringDataList" type="monitoringDataListType"/>

  <xsd:complexType name="monitoringDataListType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="monitoringData" type="monitoringDataType"
minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>

  <xsd:complexType name="monitoringDataType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="metadata" type="metadataType"/>
      <xsd:element name="samples" type="samplesType"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>

  <xsd:complexType name="metadataType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="ID" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="unit" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>

  <xsd:complexType name="sampleType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="date" type="xsd:dateTime"/>
      <xsd:element name="value" type="xsd:double"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>

  <xsd:complexType name="samplesType">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="sample" type="sampleType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>

</xsd:schema>
```

Beispieldatei monitoring2.xml

```
<?xml version="1.0" ?>
- <monitoringDataList>
- <monitoringData>
- <metadata>
- <name>Hauptstromzaehler</name>
  <ID>HG-12-333-b</ID>
  <unit>kWh</unit>
  </metadata>
- <samples>
- <sample>
  <date>2011-02-23T13:15:00+01:00</date>
  <value>12.5e3</value>
  </sample>
- <sample>
  <date>2011-02-23T13:30:00+01:00</date>
  <value>12.3e3</value>
  </sample>
- <sample>
  <date>2011-02-23T13:45:00+01:00</date>
  <value>11.9e3</value>
  </sample>
  </samples>
</monitoringData>
- <monitoringData>
- <metadata>
- <name>Wasserzaehler</name>
  <ID>HG-12-332-a</ID>
  <unit>m^3</unit>
  </metadata>
- <samples>
- <sample>
  <date>2011-02-23T13:15:00+01:00</date>
  <value>1.3</value>
  </sample>
- <sample>
  <date>2011-02-23T13:30:00+01:00</date>
  <value>11.5e-3</value>
  </sample>
- <sample>
  <date>2011-02-23T13:45:00+01:00</date>
  <value>0.0</value>
  </sample>
  </samples>
</monitoringData>
</monitoringDataList>
```

CSV Datenformat

	Column/Column Name	Req./Opt.	Data Type	Data Range	Description
1	oldDatasource	required	String	1-255 characters	The ID string of the <i>datasource</i> to be replaced. Defaultwert: None
2	datasource	required	String	1-255 characters	The new ID string that uniquely identifies the <i>datasource</i> . <i>datasource</i> can either be the hardware ID of an external device or an ID that identifies an external system. In general, <i>datasource</i> can be freely chosen as long as <i>datasource</i> is unique.
3	dateTime	required	UTC Timestamp 'MM/DD/YY HH:mm:ss'	not before '01/01/1950 00:00:00'	Specifies the date and time of the meter reading (Reading Date in the EMC web front-end). It must be given in Universal Coordinated Time (UTC).
4	Value	Required	Float		Specifies the value of the meter reading.
5	medium ³	required	Integer	1 = HeatingEnergy 3 = Oil 4 = NGas 5 = DistrictHeatingEnergy 6 = Electricity 7 = ColdWater 9 = HotWaterVolume 11 = Electricity1 12 = Electricity2 13 = Electricity3 14 = Power 15 = Cooling 16 = DistrictHeatingVolume 17 = HeatingVolume 18 = HotWaterEnergy 19 = DegreeHeatingDays 20 = OutsideTemp 21 = None 22 = WasteWater 23 = WS_Strom_ET 24 = WS_Strom_HT 25 = WS_Strom_NT 26 = WS_Power 27 = Photovoltaik 28 = Windenergie 29 = WS_DistrictHeating 30 = Erdgas 31 = Fluessiggas 32 = Heizoel_EL 33 = Heizoel 34 = Hackschnitzel 35 = Brennholz 36 = Nachtstrom 37 = Solarwaerme 38 = Erdwaerme 39 = Warmwasser 40 = Kaltwasser 41 = WS_Abwasser 42 = WS_Brunnenwasser 43 = WS_Nutzwasser 44 = WS_ProcessCooling 45 = WS_RoomCooling 46 = WS_Benzin 47 = Super 48 = Super_plus 49 = WS_Diesel 50 = Biodiesel 51 = WS_Blindstrom 52 = MediumFuelOil 53 = HeavyFuelOil 54 = Coal 55 = RunningHours 56 = ElectricityNoTariff 57 = Heat	Indicates the type of resource that is measured

³ Um die Erweiterung des Systems problemlos gewährleisten zu können, werden hier alle möglichen Medien aufgelistet.

			58 = Steam 59 = Volume 60 = SpringWater 61 = Biogas 62 = Temperature 63 = Pellets 64 = Amps 65 = ApparentElectricity 66 = ApparentPower 67 = GeneralElectricity 68 = Volts 69 = Accumulators 70 = Papers 71 = CombustibleWaste 72 = ConstructionWaste 73 = Elektroschrott 74 = ElectricCables 75 = BottlesGlass 76 = IronWaste 77 = Chemicals 78 = FluorescentTubes 79 = Paint 80 = Pallets 81 = Cardboard 82 = Paper 83 = PVCWaste 84 = HospitalWaste 85 = ElectricityForHeating 86 = PET 87 = householdwaste 88 = disposalwaste 89 = specialwaste 90 = SuperPlumb 91 = GasWeight 92 = GasolineKM 93 = SuperPlumbKM 94 = DieselKM 95 = GasWeightKM 96 = Logbook 97 = BudgetMonthly 98 = SteamInterval 99 = BioHeat 100 = Biooil 101 = Service 102 = Production 103 = Turnover 104 = Nights 105 = Benchmarking 106 = Persons 107 = BudgetBaseline 108 = BudgetBaselineWater 109 = DHDemand 110 = ChilledWaterInterval 111 = ElectricityForCooling 112 = airquality 113 = rainwater 114 = IntervalGas 115 = IntervalHeat 116 = temproom 117 = humidityrel 118 = humidityabs 119 = voc 120 = efficiency 121 = positioningsignal 122 = switchingsignal 123 = ElectricCost 124 = PowerFactor 125 = GasCost 126 = FixedGasPrice 127 = Kehrlicht 128 = Recycling 129 = solarradiation 130 = VE_Water 131 = eigenwasser 132 = processcoolingwater 133 = neutra 134 = compressed_air 135 = BudgetBaselineVolume 136 = BudgetElectricityBaseline 137 = BenchmarkHeat 138 = BenchmarkElectricity 139 = BenchmarkWater 140 = ChilledWaterCost 141 = ChillerPerformance 142 = Pressure 143 = Frequency 144 = State 145 = Biowaste	
--	--	--	--	--

				147 = Beleuchtungsstaerke 148 = Acidity 149 = Solid_Material 150 = Phosphorus 151 = Nitrogen 152 = Fat 153 = Conductivity 154 = wood 155 = tinfoil 156 = cofidential_waste 157 = fat_waste 158 = fodder 159 = biological_oxygen_demand 160 = chemical_oxygen_demand 161 = sprengwasser 162 = Chlorine 163 = pH 164 = demi_water 165 = reversed_osmosed_water 166 = onthard_water 167 = fernwaerme_konstantleiter 168 = fernwaerme_gleitleiter 169 = redoxpotential 171 = chlorine_ppm 173 = Durchfluss 174 = Kondensat 175 = Massenstrom 176 = Luftfluss 177 = Position 178 = speed 179 = production_mass 180 = produktion_volumen 181 = WasteWaterCost 182 = WaterCost 183 = FuelOilCost 184 = SteamCost 185 = workplace 187 = Woodwaste 188 = Bio_oilwaste 189 = Airflow_min 190 = Airflow_stpt 191 = Airflow_Exhaust 192 = Airflow_Base 193 = Airflow_Supply 194 = Airflow_SupplyTot 195 = Temperature_Setpt 196 = Airflow_ExhaustTot 197 = Airflow_HoodSetpoint 198 = Airflow_HoodMin 199 = Airflow_MinUnocc 200 = DegreeCoolingDays 201 = Airflow_HoodExhaust 202 = Humidity_Actual 203 = Temperature_Actual 204 = Sash_Position 205 = Occupation_Status 206 = Valve_Position 207 = Humidity_Setpt	
6	unit ⁴	required	Integer	1 = % 3 = °C 4 = € / kWh 5 = € / m2 yr 6 = € / yr 7 = as budget 8 = Calendar 9 = D.H days 10 = GJ 11 = kd 12 = kg 13 = kg CO2 14 = kg NOx 15 = kg SO2 16 = kgCO2/kWh 17 = Kr 18 = kWh 19 = kWh/kd 20 = l 22 = m2 23 = m3 27 = MJ 28 = MWh 29 = none	Indicates the unit the resource is measured in

⁴ Um die Erweiterung des Systems problemlos gewährleisten zu können, werden hier alle möglichen Einheiten entsprechend der Medien aufgelistet.

			<p> 30 = Persons 31 = - 39 = € 40 = Ah 41 = GW 42 = GWh 43 = h 44 = kg/kWh 45 = kg/l 46 = kg/m3 48 = kVArh 49 = kW 50 = kWh/m2 51 = MVArh 52 = MW 53 = Stk. 54 = rm 55 = Srm 56 = € / m2 57 = g 58 = km 59 = m 60 = ORIG 61 = t 63 = kJ 64 = A 65 = V 66 = kVAh 67 = kVAr 68 = kVA 69 = °F 70 = Wh 71 = LB 72 = LBhr 73 = einheit 74 = MBTU 75 = MBH 76 = Gcal 78 = tonperhour 79 = tons 80 = ppm 81 = € / m3 83 = € / einheit 84 = btu 85 = sqft 86 = gkg 87 = ft 88 = € / kW 89 = kWh / m2 90 = kt 91 = m3/m2 92 = MMBTU 93 = \$/MMBTU 94 = Dol 95 = kBtu/m2 96 = kBtu 97 = Dol/kWh 101 = kWh/einheit 102 = m3/einheit 103 = w-m2 104 = Gallon 105 = CubicFeet 106 = hectoCubicFeet 107 = therm 110 = mlb 111 = kWh/m3 112 = kWhm2a 113 = KLB 114 = CO2pP 115 = m3m2a 116 = alstat 117 = kGal 118 = galperft2 119 = MCF 120 = kwperton 121 = kPa 122 = psi 123 = Hertz 124 = Lux 125 = mg/l 126 = µS/cm 127 = mV 130 = l/m 131 = gpm 132 = kg/h 133 = m³/h 134 = cfm 135 = in_WC </p>	
--	--	--	--	--

				136 = ct_per_kwh 137 = inches 138 = W 139 = m/s 140 = Pa 141 = DolperGal	
7	displayMode	required	Integer	1 = Meter reading (standard meter reading) 2 = Incremental (meter measures the consumption from reading to reading and is therefore reset after each reading)	Specifies how the meter reading must be interpreted. Default value: 1
	qualityAttribute	optional	Integer	Bit mask: 1 = Good 2 = No value 4 = Power outage 8 = Modified 16 = Hardware fault 32 = Automatic value 64 = Unknown 4096 = Negative value 8192 = Null value 16384 = Estimated	The <i>qualityAttribute</i> is a bit mask that can be obtained by applying the Boolean OR operation to respective attribute values. For example, to indicate that the value is unknown and estimated, OR the values 64 and 16384, resulting in a <i>qualityAttribute</i> of 16448. Default value: 33 (Good, Automatic).
	startValue	optional	Float		Starting value for the meter when it is created. Default value: 0.0
	readingOffset	optional	Float		Specifies an offset that is added to each meter reading in order to compute the actual meter reading. Default value: 0.0
	readingFactor	optional	Float		Specifies a factor each meter reading is multiplied with. (e.g. if meter only measures thousands of units, the factor to be applied to get to units will be 1000.0). Default value: 1.0
	deltaMax	optional	Float		Specifies the maximum reading value deviation permitted for the meter. Default value: None
	deltaMin	optional	Float		Specifies the minimum reading value deviation permitted for the meter. Default value: None
	maxMeterValue	optional	Float		Specifies the maximum reading value permitted for the meter. Default value: None
	compressFunction	optional	Integer	20 = Maximum 30 = Minimum 40 = Average 70 = Total 80 = Related Maximum	Specifies the function how meter readings should be interpolated. Default value: 70 Note: Value is used for Report generation.
	compressInterval	optional	Integer	10 = 1 minute 20 = 5 minutes 40 = 15 minutes 50 = 30 minutes 60 = 60 minutes 70 = 1 day	Specifies the time interval between the individual meter readings. Default value: 40
	manualRead	optional	Integer	0 = automatic 1 = manual 2 = virtual	Specifies how the meter reading is performed. Default value: 0
	supplierId	optional	String	0-30 characters	Supplier ID of the meter device manufacturer. Default value: None
	comment	Optional	String	0-1024 characters	An arbitrary comment. Default value: None
	bActive	optional	Boolean	0 = false 1 = true	Indicates whether or not the meter is active. Default value: 1

Literaturverzeichnis

Anonymus. (2010): Richtlinie Energie- und Medien-Messkonzept. Zürich. ETH IMMOBILIEN, Abteilung Bauten.

Anonymus. (o.A.): tV (technische Vorgabe), Technische Weisung Energiemessungen. Bern. armasuisse Immobilien.

Benke, G., Pol, O., Palensky, P. (2010): Messkonzept und Hardwareanforderungen für das zentrale Energieverbrauchsmonitoring in der Seestadt Aspern. Wien. e7 Energie Markt Analyse GmbH, AIT Austrian Institut of Technology / Energy Department.

DIN EN 13757: Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung. März 2003.

DIN EN 14154-1: Wasserzähler – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Juni 2011.

DIN EN 1434-1: Wärmezähler – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Mai 2007.

DIN EN 60751: Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Temperatursensoren. Mai 2009.

Österreichisches Institut für Bautechnik (2011): OIB Richtlinie. Wien.

Pendl, J. Thermokon Components GmbH: Persönliches Experteninterview, geführt von Christoph Kuh. Wien, 27.10.2011.

Thermokon Components GmbH: Diverse Produktblätter zu Sensoren (Temperatur, Feuchte, Luftdruck, CO₂). 27.10.2011 <<http://www.thermokon.de>>.

Werren, H. (2007): tV (technische Vorgabe), Technische Weisung MSRL. Bern. Armasuisse Immobilien.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ermittelter Primärenergieverbrauch des Bürogebäudes KfW-Ostarkade in Frankfurt (Quelle: Energieeffiziente Energienutzung in Bürogebäuden, Bayrisches Landesamt für Umwelt, 2008).....	12
Abbildung 2: Abgrenzung des Pflichtenheftes	15
Abbildung 3: Systemgrenze Liegenschaft.....	17
Abbildung 4: Beispielgebäude	22
Abbildung 5: Beispielgebäude mit Zonierung Gebäude	23
Abbildung 6: Beispielgebäude mit Zonierung Gebäudezone	24
Abbildung 7: Beispielgebäude mit Zonierung Nutzungseinheit	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messgenauigkeit Wärmemengenzähler	20
Tabelle 2: Messgenauigkeit Wasserzähler	20
Tabelle 3: Messgenauigkeit Stromzähler	21
Tabelle 4: Messgenauigkeit Gaszähler	21
Tabelle 5: Datenpunkte pro Gebäude	26
Tabelle 6: Datenpunkte pro Gebäudezone	27
Tabelle 7: Datenpunkte pro Nutzungseinheit	27
Tabelle 8: Empfehlung Datenpunktnomenklatur	31