

## 4.3 Digitaler Zwilling, Datenmodell und Adressierungsschlüssel

Das Vorhandensein eines strukturierten und durchgängigen Datenmodells mit seinem Adressierungsschlüssel ist im modernen Projektumfeld der Gebäudeautomation nicht mehr wegzudenken. Dabei geht es nicht mehr nur um eine strukturierte Benennung für den Betreiber, sondern um eine durchgängige und nahtlose Struktur für die Planung, Installation und den Betrieb von Gebäuden.

In der Gebäudeautomation bezeichnen AKS (Anlagenkennzeichnungssystem) und BAS (Benutzeradressierungssystem) zwei unterschiedliche, aber verwandte Kennzeichnungssysteme. Das AKS identifiziert technische Anlagen eindeutig, während das BAS Funktionen (Datenpunkte) innerhalb dieser Anlagen kennzeichnet. Ein Heizkreisverteiler (BKS) gehört zur Heizungsanlage (AKS) und enthält einen Temperaturfühler (BAS) und ein Stellventil (BAS). Beide Systeme ermöglichen eine klare Zuordnung von Funktionen zu Anlagen und eine reibungslose Kommunikation zwischen verschiedenen Gewerken. Das BAS baut auf dem AKS auf und bietet eine detailliertere Kennzeichnungsebene. Benutzeradressen im BAS identifizieren spezifische Funktionen wie Temperaturfühler, Stellklappen, Pumpen und Ventile. Das AKS kennzeichnet die gesamte technische Anlage, während das BAS einzelne Funktionen oder Betriebsmittel innerhalb der Anlage adressiert. Bei dem BACtwin handelt es sich um einen umfangreichen BAS.

Die Adressierungssysteme dienen zur klaren Gliederung von Datenpunkten bzw. Objekten und als Orientierung in einem Gebäude-, Melde- und Alarmmanagement. An Literatur stehen folgende miteinander abgestimmte Quellen zur Verfügung: die VDI 3814 Blatt 4.1, die AMEV GA2023 und die AMEV BACtwin 2024. Insbesondere mit dem Erscheinen der AMEV BACtwin und deren BACntwin-Bibliothek steht nun eine sehr umfangreiche Vorlage eines Adressierungsschlüssels zur Verfügung. Bei BACtwin wird zudem bewusst von einem Datenmodell gesprochen. Das Adressierungssystem dient aber nicht nur zur Orientierung in der MBE, sondern auch an den Anlagen vor Ort – ähnlich wie bei der Navigation im Straßenverkehr sind die Straßennamen nicht nur im System zu finden, sondern auch in Form der Straßennamenschilder vor Ort. Ergänzt durch eine Hausnummer findet man so schnell zum Ziel. Wird in der MBE eine Störung gemeldet, kann mittels Abgleich des Adressierungssystems und der Beschriftung am Gerät das gestörte Gerät schnell gefunden werden. Auch bei Inbetriebnahmen oder energetischen Inspektionen von Klima- und Lüftungsanlagen können die Geräte vor Ort geprüft und die Zuordnung

über die MBE so besser nachvollzogen werden. Alle Geräte, die in den Anlagen verbaut sind, wie Fühler, Ventile, Frequenzumrichter oder Pumpen, und die durch die GA angesteuert oder ausgelesen werden, sollten mit dem Adressierungssystem beschriftet werden.

Stelle	1 2 3 4 5 6 7	9 10 11	13 14 15 16 17	19 20 21 22 23	25 26 27 28
Bezeichnung	Lieg.Geb.Bt.	Gewerk	Anlage	Bauteil	Datenpunkt
Kurztext	5568796	RLT	RLT01	TMP01	MW01

Lieg. = Liegenschaft

RLT =

Raumluftechnik

Geb. = Gebäude

RLT01 =

Raumluftechnik mit der laufenden Nummer 1

Bt. = Bauteil

TMP01 =

Temperaturfühler mit der laufenden Nummer 1

MW01 =

Messwert mit der laufenden Nummer 1

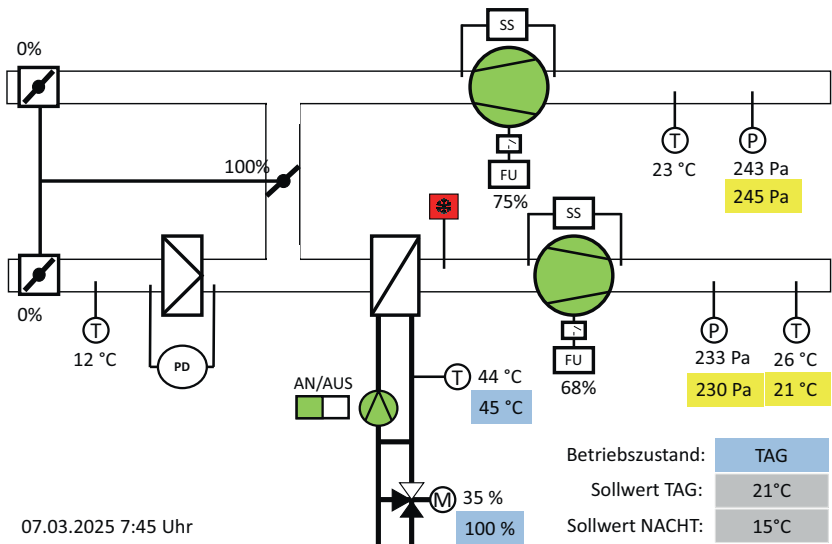
**Abbildung 4.5** Beispiel Datenpunkt-Adressierung, Quelle: AMEV BACnet 2017

### BACtwin-Datenmodell

Der Kurzbegriff BACtwin steht für „Digitaler Zwilling in der Gebäudeautomation mit BACnet“. Ein digitaler Zwilling soll die reale mit der digitalen Welt verknüpfen und einen übergreifenden Datenaustausch ermöglichen. Ziel von BACtwin ist somit, über das standardisierte Datenmodell die Planung, die Installation und den Betrieb von Gebäuden zu optimieren. Durch das maschineninterpretierbare Datenmodell können bereits Softwaretools in der Planung auf die standardisierten Informationen in der BACtwin-Bibliothek zugreifen und diese ohne Medienbruch in die nächsten Planungs-, Installations-, und Betriebsphasen eines Projekts übergeben.

Einerseits kann der Aufwand für die einzelnen Schritte dadurch deutlich verringert werden und andererseits die Qualität der Gebäudeautomation in den Projekten mit der Verzahnung des technischen Monitorings erhöht werden. Weitere Informationen finden Sie frei zur Verfügung unter dem Internetauftritt der AMEV.

[illegible]



**Abbildung 4.7** Ausgelöster Frostschutz bei noch funktionierender Pumpe











Um den Anlagenbetreiber hier schnell über diesen Zustand zu informieren, muss der Ausfall der Vorerhitzer-Pumpe als Alarm im Protokoll der Gebäudeautomation „vereinbart“ werden, um diesen dann im Alarmmanagement als solchen darzustellen. Zur Vorbeugung macht es Sinn, für die Pumpe eine Wartungsmeldung zu vereinbaren: Nach einer festgelegten Anzahl von Betriebsstunden wird für die Pumpe eine Wartungsmeldung erzeugt. Ob Alarm, Störung oder Wartung, der Betreiber sollte festlegen, ab wann wer wie eine Nachricht erhält. Bei einer Wartungsmeldung ist es sinnvoll, eine E-Mail an das Wartungspersonal zu versenden. Alternativ kann das Wartungspersonal auch direkt auf das Alarm-, Störungs- und Ereignismanagement zugreifen und die betreffenden Wartungsmeldungen abarbeiten. Bei einem Alarm, wie dem Ausfall einer Pumpe, muss unverzüglich eine Nachricht an eine rund um die Uhr besetzte Stelle abgesetzt werden. Diese Nachricht sollte auch eine vom Betreiber konfigurierte Handlungsanweisung beinhalten. Bei Ausfall einer Pumpe könnte das die Anweisung zur Kontaktaufnahme mit dem Not- und Störungsdienst des Heizungsbauers sein. Grundsätzlich sollte man bei der Auswahl der meldenden Objekte mit Bedacht vorgehen, um unnötige Alarmmeldungen zu vermeiden. Wenn zum Beispiel ein Raumtemperaturfühler ausfällt und es sich bei dem Raum um keinen sensiblen Raum handelt, muss hier kein Alarm ausgelöst werden, sondern lediglich eine Störungsmeldung. Andererseits sollte der Ausfall eines Raumtemperaturfühlers in einem Kühl- oder Serverraum eine Alarmmeldung auslösen. Es muss also eine Klassifizierung und Priorisierung von Alarmen geben. Eine Empfehlung,











wie Meldungen klassifiziert werden können, gibt die AMEV 2017 BACnet. Diese Liste kann dann allen Projekten als Vorgabe zugrunde gelegt werden.

**Tabelle 4.4** Beispiel Meldungsklassen

Ereigniskategorie	Bedeutung
Gefahrenmeldung	Gefahr für Leben
Gefahrenmeldung	Sicherheitsmeldung
Alarmmeldung	Anlagenausfall oder sofortiges Eingreifen erforderlich
Störungsmeldung	anormaler Betriebszustand
Wartungsmeldung	Hinweis auf den Anlagenwartung
Systemmeldung	Störungsmeldung aus dem GA-System
Handeingriff	Anlage nicht mehr im Automatikmodus

Es werden also zu den Alarmen direkt Handlungsanweisungen angegeben, die der Bearbeiter abarbeiten muss, bevor er diese quittieren<sup>5</sup> kann. Alle Aktionen, die der Bediener einer MBE durchführt, werden in einer Log-Datei gespeichert. Im Rahmen einer Wartung kann sich zum Beispiel das Wartungspersonal mithilfe von Auswertungswerkzeugen einen Überblick über quittierte und vorhandene Fehler aufzeigen lassen. Somit lassen sich Rückschlüsse auf falsches Betriebs- bzw. Betreiberverhalten oder eine falsche Auslegung von Anlagenkomponenten ziehen.

Zeitstempel  	Anlage  	Ort  	Meldetext  	Nutzeradresse  
01.03.2016 05:34:21	USV Server I&II	Server Raum I&II Gebäude 24B	Störung USV Batterie Wechsel erforderlich	DHD0024B-EL023- SM53-USV01
03.03.2016 12:12:26	RLT 03 Verwaltung Ost	Technikzentrale Gebäude 02A	Störung Frequenzumformer r Zuluft	DHD0002A-RLT03- SM07-VEN01

Art  	Empfänger  	Benachrichtigungstext  	Quittierung  	Behoben  
kommt	Elektriker Sammelruf	Störung USV Batterie Server Raum I&II Gebäude 24B Wechsel erforderlich	NEIN	NEIN
kommt	Elektriker Sammelruf	Störung RLT 03 Verwaltung Ost Prüfen vor Ort erforderlich	JA	NEIN

**Abbildung 4.8** Beispiel Auszug einer Störmeldemaske

<sup>5</sup> Ist eine Störung abgearbeitet bzw. behoben, kann sie durch den Bediener quittiert werden.

### 4.5 Energiemonitoring und Energiemanagement (Module)

Das Energiemonitoring und Energiemanagement kann ein ergänzendes Programmpaket zur MBE oder ein eigenständiges Softwarepaket sein. Das hängt von der jeweiligen Philosophie des Herstellers ab. Ein Zusammenwachsen der Disziplinen Gebäudeautomation, Energiemanagement und Energiemonitoring ist zunehmend zu beobachten. Zwischen den beiden Ausdrücken Energiemanagement und Energiemonitoring gilt es jedoch zu unterscheiden.

#### Energiemanagement

Grundsätzlich ist Energiemanagement ein ganzheitliches Thema, das die Technik (hier die Gebäudetechnik mit der Gebäudeautomation), Betreiber und Nutzer einer Immobilie mit einbeziehen muss. Das Ziel des Energiemanagements ist der effiziente Umgang mit Energie. Das kann durch die Reduzierung bzw. das Vermeiden von Energiebedarf oder durch Energierückgewinnung geschehen. Unabhängig davon, welche Maßnahmen im Sinne des Energiemanagements durchgeführt werden, ist im ersten Schritt wichtig, wieviel Energie überhaupt aufgenommen wird. Dazu muss der Verbrauch gemessen werden. Durch die Analyse der Verbräuche von Lüftungs- und Klimaanlageanlagen können dann zum Beispiel die Regel- und Steuerprogramme in den Automationsstationen angepasst und optimiert werden. Somit ist jede Automationsstation und jedes Feldgerät<sup>6</sup> bereits ein Teil eines Energiemanagements. Die Aufgabe besteht nun darin, alle Teile, oder besser: die Ebenen der Gebäudeautomation zu einem effizienten Energiemanagementsystem zu verknüpfen. Eine immer bedeutendere Rolle bekommt das Energiemanagement durch die fortschreitende Elektrifizierung der Energieerzeugung und den damit zusammenhängenden Bedarf der Sektorenkopplung. Es gilt, die elektrische Energie in einem Gebäude oder einem Quartier möglichst günstig und nachhaltig, also regenerativ, zu erzeugen, zu nutzen und zu speichern. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Energie aus unterschiedlichen Quellen hin zu den jeweiligen Senken in einem Gebäude entsprechend „gemanagt“ werden. Dies kann auch als Modul innerhalb der MBE erfolgen. In der Regel handelt es sich aber um Funktionen, die sowohl in der MBE als auch prozessnah in der Automationseinrichtung abgebildet werden. Das technische Monitoring stellt mit all seinen Funktionen eine wichtige Grundlage für das Energiemanagement dar.

---

<sup>6</sup> Feldgeräte sind Pumpen, Fühler, Ventilatoren etc., siehe Kapitel Feldgeräte.

## Sektorenkopplung

Die Sektoren in der Energiewirtschaft sind, Verkehr, Strom und Wärme. Diese rücken in den Infrastrukturen und Gebäuden immer näher zusammen. Die Kopplung zwischen dem E-Auto, der Ladesäule, der Photovoltaik-Anlage und der Wärmepumpe ist heute bereits gelebte Praxis und wird in größeren Quartieren und Industriekomplexen zu einer immer wichtigeren Aufgabe. Denn nur wenn diese drei Sektoren „abgestimmt“ betrieben werden, ist es möglich, dem Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität näher zu kommen.

## Energiemonitoring oder Energiedatenmanagementsystem (EdMS)

Beim Energiemonitoring werden die relevanten Energiedaten gesammelt und in einer Datenbank abgelegt. Durch eine Vielzahl von möglichen Zusatzinformationen können die Daten dann durch den Anwender vervollständigt werden. Das können z. B. Tarifinformationen, Kostenstellen oder orts- bzw. systembezogene Informationen sein. Aus den Daten können dann in Summe aussagekräftige Berichte und Auswertungen zur weiteren Bewertung der energetischen Situation der Anlage bzw. des Gebäudes erstellt werden. Die üblichen Auswertungsformen sind:

- Liegenschaftsanalysen
- Nutzeranalysen
- Zeitreihenanalysen
- Prognose von Verbrauchsanteilen bei Nutzerwechsel

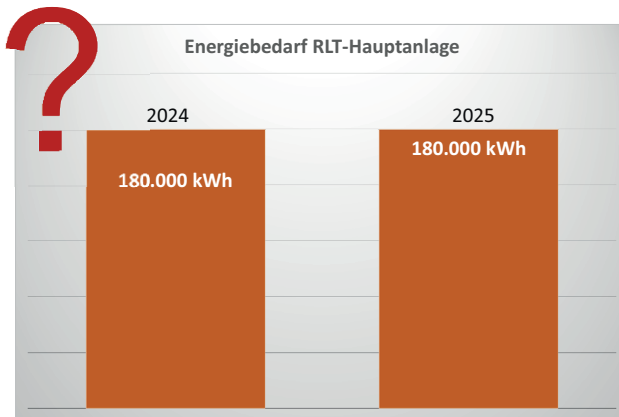
Im Rahmen der Analyse- und Auswertungsfunktionen ist die wesentliche Kernaufgabe eines Energiemonitorings, aus den erfassten Energiedaten und deren Zusatzinformationen Kennzahlen zu bilden. Energiekennzahlen, wie bzw. Energieverbrauchskennwerte (EnPI – Energy Performance Indikatoren), ermöglichen die Beschreibung und die Beurteilung der tatsächlichen Energieeffizienz von Gebäuden und Prozessen. Als typische Verbrauchskennwerte sind zu nennen:

- thermische Verbrauchs- und Heizenergieverbrauchskennwerte
- Stromverbrauchskennwerte
- Wasserverbrauchskennwerte
- Effizienzwerte und Wirkungsgrade
- CO<sub>2</sub>-Werte

Die Kennwerte werden aus dem Quotienten aus Energieeinsatz und der Bezugsfläche gebildet. Die Endenergie kann Öl, Gas, Holz, Strom etc. sein, die Bezugsfläche repräsentiert die Fläche, die den jeweiligen Verbrauch beeinflusst.

### Beispiel

Als Beispiel soll eine Hauptlüftungsanlage eines Verkaufsraums über einen Zeitraum von zwei Jahren betrachtet werden. Im zweiten Jahr wird die Halle energetisch saniert und die Verkaufsfläche vergrößert. Die Lüftungsanlage benötigt Energie für die Ventilatoren, für die Kühlung, das Heizen und die Luftbefeuchtung. Die Anlage hat in beiden Jahren jeweils einen bereinigten<sup>7</sup> Gesamtenergieverbrauch von 180.000 kWh.



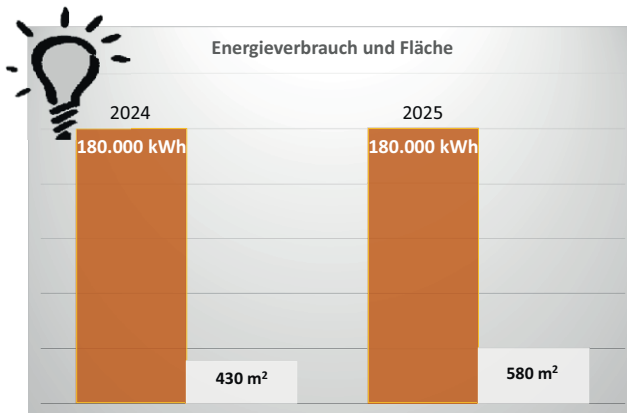
**Abbildung 4.9** Stromverbrauch einer RLT-Anlage für jeweils ein Jahr

Eine Aussage darüber, ob die Anlage in einem der beiden Jahre z. B. mehr oder weniger Energie benötigt hat, ist erst einmal nicht erkennbar.

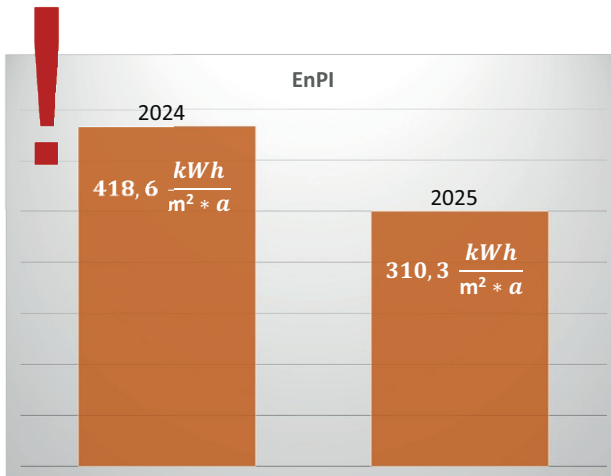
Um den Energieverbrauch bewerten zu können, wird eine weitere Information aus dem jeweiligen Betrachtungszeitraum benötigt. Setzt man nun die Verkaufsfläche ins Verhältnis zum Verbrauch, lassen sich die Zahlen vergleichen und bewerten. Der Verbrauchskennwert im Jahr 2025 ist genauso hoch wie im Jahr 2024, obwohl sich die Verkaufsfläche vergrößert hat.

<sup>7</sup> Berücksichtigung der Außentemperaturabhängigkeit von Gebäuden für das Heizen und Kühlen und des resultierenden Energieverbrauchs.





**Abbildung 4.10** Stromverbrauch und transportierte Luftmenge einer RLT-Anlage für jeweils ein Jahr



**Abbildung 4.11** Spezifischer Anlagenkennwert EnPI (Energy Performance Indikator) einer RLT-Anlage für jeweils ein Jahr

Somit hat die Lüftungsanlage, bezogen auf einen Quadratmeter Verkaufsfläche, im Jahr 2024 weniger Energie benötigt.

Obwohl der Verbrauch bereits außentemperatur-bereinigt ist, können auch noch andere Abhängigkeiten den Energiebedarf beeinflussen, z. B. die schwankende Personenanzahl. Zum einen stellt jeder Mensch durch seine Eigenwärme eine

thermische Last dar, die dazu führt, dass entweder weniger geheizt oder mehr gekühlt werden muss. Zum anderen wird durch die sich immer wieder öffnende Tür direkter Kontakt des Raums zur Außenluft bzw. Außentemperatur hergestellt. Ein weiterer Bezug kann also die Anzahl der Personen sein, die sich in einem Jahr im Laden aufgehalten haben. Wenn diese Zahl nicht erfasst wurde, kann optional auch der Jahresumsatz als weiterer Faktor dienen, um einen Kennwert zu bilden. Sollte der Kennwert den energetischen Vergleich nicht hinreichend genau beschreiben, muss dieser angepasst werden.

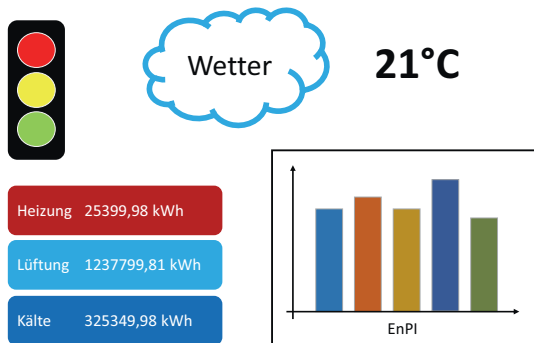
Diese Vorgehensweise wird auch als „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)“ oder als Plan – Do – Check – Act – Zyklus (PDCA) beschrieben. Resultierend aus dem Qualitätsmanagement wurde der PDCA-Zyklus auch in der DIN EN 50001 „Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“ übernommen. Dabei ist wichtig zu wissen, dass es sich bei dieser Norm nicht um Anforderungen hinsichtlich eines softwaregestützten Energiemanagementsystems handelt, sondern ähnlich wie bei der DIN EN ISO 9001 (Qualitätsmanagement) oder DIN EN ISO 14001 (Umweltmanagement) um eine Management-Norm handelt. Management-Normen definieren allgemeine, branchenunabhängige Standards und Prozesse, um die jeweilige Aufgabe wie Energie, Umwelt oder Qualität in einem Unternehmen umzusetzen. Bezogen auf die DIN EN ISO 50001 bedeutet dies, dass sie den Aufbau eines systematischen Energiemanagements zur Erfassung der Energieflüsse in einem Unternehmen aus organisatorischer und strategischer Sicht sicherstellen soll. Eine Software in Form eines Energiemanagementsystems oder Energiemonitorings kann den Aufbau und den erfolgreichen Betrieb eines Energiemanagements nach DIN EN 50001 daher sehr gut unterstützen.



Abbildung 4.12 PDCA-Zyklus

### Dashboard (Erweiterungsmodul)

Der kontinuierliche Verbesserungsprozess ist umso nachhaltiger, je kürzer die Überprüfungsintervalle des Prozesses sind. Hilfreich und somit ein weiterer möglicher Baustein einer MBE bzw. eines Energiemanagementsystems ist ein sogenanntes Dashboard. Gut sichtbar in einem Gebäude oder Unternehmen angebracht, bekommt man zu jeder Zeit die Informationen über den energetischen Zustand des Gebäudes bzw. der Anlagen und kann deutlich kurzfristiger gegensteuern als bei der üblichen jährlichen Überprüfung. Die Information kann zwar auch über das Energiemonitoring in Form von wöchentlichen oder täglichen Berichten via E-Mail oder SMS erfüllt werden; dieser Informationsweg steht aber dann nur ausgewählten Personen zur Verfügung. Ein Dashboard kann hingegen an jeder Stelle über einen Monitor oder Fernseher angezeigt werden und somit jeden „ansprechen“. Dadurch wird der Faktor der Nutzermotivation effektiv berücksichtigt.



**Abbildung 4.13** Beispiel-Dashboard eines Energiedatenmanagementsystems (EdMS) zur Visualisierung von Echtzeitverbrauchs und Kennwertinformationen

### Kosten und Klassifizierung

Das technische Monitoring lässt sich je nach Detaillierungstiefe in verschiedene Klassen einteilen, die sich an den Energieeffizienzklassen von GA-Systemen nach DIN EN ISO 51210-1 orientieren.

Zusammenfassend lässt sich die Detaillierungstiefe so erklären: Die Effizienzklasse steigt mit der Menge an Informationstiefe (Datenpunkten) von dem Gebäude, dem Raum und den Anlagen wie z.B. Lüftungs- oder Klimaanlage.

In Tabelle 4.6 ist ein Auszug der Einstufung einer MBE in die jeweilige Effizienzklasse dargestellt. Wichtig ist, dass eine höhere Einstufung der Effizienzklasse auch einen größeren Aufwand und somit höhere Kosten bei der Investition mit sich bringt.

Der höhere Aufwand sollte sich dann aber aufgrund der gewonnenen Effizienz in niedrigeren Betriebskosten widerspiegeln – vorausgesetzt, dass das Personal mit dem umfangreichen System umgehen kann. Weitere Ausführungen dazu befinden sich in Kapitel 13.

**Tabelle 4.5** Energieeffizienzklassen von GA-Systemen nach DIN EN ISO 51210-1

GA-Effizienzkategorie	GA-Systemeffizienz
A	hoch energieeffizientes GA-System und TGM
B	höherwertiges GA-System und TGM-System
C	Standard GA-System (Standardwert)
D	nicht energieeffizientes GA-System (darf nicht mehr gebaut werden, bzw. müssen saniert werden)

**Tabelle 4.6** Merkmale von TM-Systemen nach VDI 6041

	Kategorie III niedrig (DIN EN ISO 51210-1, Klasse C)	Kategorie II mittel (DIN EN ISO 51210-1, Klasse B)	Kategorie I hoch (DIN EN ISO 51210-1, Klasse A)
<b>Datenerfassung</b>	Art: manuell oder mobil Intervall: niedrige zeitliche Auflösung, das heißt größere Abstände, meist Wochen oder Monate	Art: meist automatisch mit fernauslesbaren Zählerfassungssystemen Intervall: mittlere zeitliche Auflösung, tages- oder wochenweise	Art: automatisiert, z. B. Fernübertragung, Bussystem oder Prozessinformationssystem Intervall: hohe zeitliche Auflösung, minuten- oder sekundenlang
<b>Energie-messung</b>	Hauptzähler Betriebsstundenzähler (statt Energieverbrauchs-zähler)	– Hauptzähler – Unterzähler teilweise Betriebsstundenzähler	– Hauptzähler – Unterzähler wichtige Aggregate alle Energieformen
<b>Fernzugriff</b>	nein	Fernzugriff auf: Verbräuche Betriebszustände Alar-me Zeitprogramme	Fernzugriff auf alle Daten mit sehr kleiner zeitlicher Verzögerung
<b>Auswertung</b>	Auswertung der Energie- und Ressourcenverbräuche	Genauere Analysen sind möglich. Auswertung berücksichtigen die (wichtigsten) automatisch eingestellten Zeiten	Zusätzlich zu den Analysen nach III und II sind aufwändige statistische Untersuchungen möglich, automatische Fehlererkennung. Auswertungen berücksichtigen automatisch: – Programmierung – Wechsel der lokalen Zeitprogramme