

**Leitfaden für das Monitoring
gemäß Bekanntmachung
des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
über die Vergabe von Zuwendungen
für Bildungsbaumodellprojekte im Effizienzhaus Plus-Standard**

Januar 2015

1. Ziel des Monitorings

Mit Hilfe des Monitorings soll nach der Erstellung des Gebäudes in der Nutzungsphase überprüft werden, ob die Anforderungen, die an ein Effizienzhaus Plus gestellt sind, in der Praxis auch erfüllt werden. Um die Bewertung vornehmen zu können, ist es notwendig, die dem Gebäude zugeführten Energiemengen (Strom, Gas, Öl, etc.) und die vom Gebäude ins Netz eingespeisten Energiemengen (Strom, Wärme, etc.) kontinuierlich zu erfassen. Ferner sind zur tieferen Analyse der Verbrauchsstruktur wesentliche Bilanzanteile, die auch bei der rechnerischen Bewertung ermittelt werden, aufzuzeichnen. Dazu gehören auch die äußeren Klimabedingungen und das Nutzerverhalten.

2. Messkonzept

Das Messkonzept kann in die Bereiche Verbrauchserfassung, Erfassung der Klimadaten und Erfassung des Nutzerverhaltens eingeteilt werden.

2.1. Verbrauchsdaten

In Abb. 1 ist der Energiefluss in einem Gebäude schematisch dargestellt. Er beginnt mit der Zufuhr von Endenergie zum Gebäude. Über die Prozesse „Erzeugung“, „Speicherung“, „Verteilung“ und „Übergabe“ wird mit der zugeführten Endenergie die nachgefragte Dienstleistung erbracht (Block „Nutzenergie“).

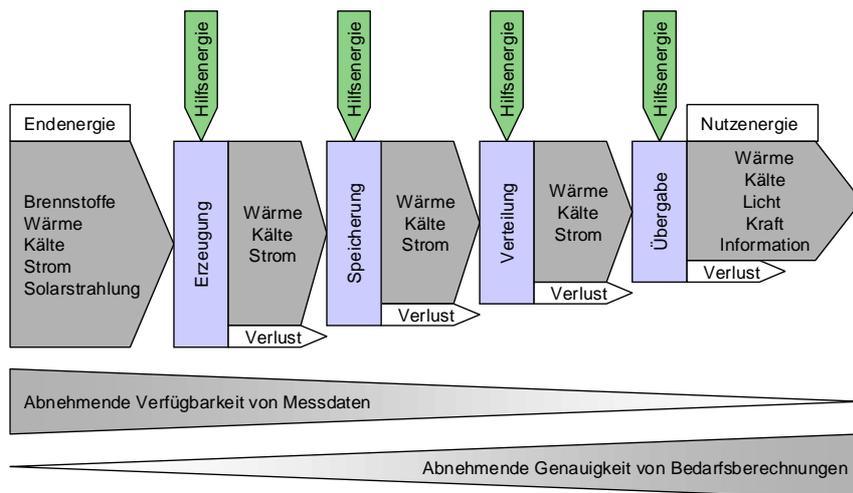


Abb. 1 Vereinfachtes Schema der Energieflüsse in einem Gebäude, angelehnt an die Struktur der DIN 18599.

Im Allgemeinen nimmt die Verfügbarkeit von Messdaten in Richtung „Nutzenergie“ stark ab, die Aussagekraft von Berechnungen nimmt in Richtung „Endenergie“ ab, da für Effizienz der Erzeugung, Verteilungsverluste und Nutzenergie die Anzahl der unbestimmten Parameter zunimmt.

Für die Positionierung der Zähler ergeben sich folgende Regeln:

- **Gesamt-Endenergiezufuhr**
Die Gesamt-Endenergiezufuhr je Energieträger soll aufgenommen werden.
- **Der von den PV-Modulen erzeugte, der an das Gebäude abgegebene sowie der ins Netz gespeiste Strom muss erfasst werden.**

- **Endenergiebezug jedes Erzeugers**
Es sollen alle Endenergieströme erfasst werden, die einem Erzeuger zugeführt werden.
- **„Nach“ jedem Erzeuger**
Es sollen alle Energieströme erfasst werden, die von den jeweiligen Erzeugern geliefert werden.
- **Bei „Abzweigungen“ zu verschiedenen Energiedienstleistungen**
Wird ein Energiestrom dazu verwendet verschiedene Energiedienstleistungen zu versorgen, so sollte am jeweiligen „Abzweig“ mindestens einer der Ströme gemessen werden (zur Kontrolle ist auch die Erfassung aller Energieströme zu empfehlen).
- **„Nach“ Langzeitspeichern**
Für die Erfassung der Speicherverluste ist die Erfassung vor und nach dem Speicher notwendig.
- **"Vor" und "Nach" Brauchwasser- und Heizungspufferspeichern**
Für die Ermittlung der Speicherverluste ist die Erfassung der Energieströme am Speichereingang und –ausgang notwendig.
- **Zirkulationsverluste**
Die vom Brauchwasserspeicher entnommene Energie setzt sich aus Brauchwasser-Nutzwärme und Zirkulationsverlusten zusammen. Diese Anteile sind getrennt zu erfassen.
- **Stromverbräuche sonstiger Verbrauchsgruppen**
Die Hauptverbrauchsgruppen der elektrischen Verbraucher sollen getrennt erfasst werden (Beleuchtung, Versuchseinrichtungen, PC Pools, etc.)

Neben der grundlegenden Überprüfung der Energiebilanz, die das zentrale Thema des Monitoring darstellt, sind mit der vorgeschlagenen Positionierung der Verbrauchszähler noch folgende Kennwerte direkt bestimmbar:

- **Spezifische Kennwerte für den Endenergieverbrauch**
- **Spezifische Kennwerte für den Nutzenergieverbrauch (inkl. Speicher- und Verteilverluste)**
- **Aufwandszahl für jeden Erzeuger separat**
- **Gesamtaufwandszahl**

Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung von Systemen und die jeweils notwendigen Messstellen:

Tab. 1 Liste von Systemen und vorgegebenen Messstellen.

System	Notwendige Messstellen
Aktive Erschließung von Umweltenergie	
Erdsonden/ -Kollektor/ -Pfähle	Stromverbrauch (Umwälzpumpe(n)) gelieferte Wärme gelieferte Kälte

Erdreichwärmetauscher	Stromverbrauch (Ventilator(en)) gelieferte Wärme gelieferte Kälte
Thermische Solaranlage	Solarstrahlung Stromverbrauch (Umwälzpumpe(n)) gelieferte Wärme
Photovoltaik	Solarstrahlung Gelieferter Strom
Wärmeerzeuger / Abwärmenutzung	
Elektrische Wärmepumpe	Stromverbrauch Wärmeerzeugung
Abluft-Wärmepumpe	Stromverbrauch Wärmeerzeugung
Gaskessel	Gasverbrauch Stromverbrauch Wärmeerzeugung
Ölkessel	Ölverbrauch Stromverbrauch Wärmeerzeugung
Fernwärme	Fernwärmebezug
Holzessel	Holzverbrauch Stromverbrauch Wärmeerzeugung
Speicherung	
Brauchwasserspeicher	Wärme Speichereingang Wärme Speicherausgang Brauchwasser-Nutzwärme Zirkulationswärmeverluste
Pufferspeicher	Wärme Speichereingang Wärme Speicherausgang
Nutzenergie TGA	
Anlagentechnik (Pumpen, Ventilatoren, Steuerung, etc.)	Stromverbrauch
Beleuchtung	Stromverbrauch
Kochen	Stromverbrauch oder Gasverbrauch
Nutzgeräte (PC, Kühlen, Waschen, Spülen)	Stromverbrauch
Sonstige Verbraucher	Stromverbrauch

2.2. Außenklima

Am Gebäudestandort ist eine Wetterstation zu betreiben, die folgende Größen an einem unverschatteten Standort ohne mikroklimatische Störungen erfasst:

Wetter
Globalstrahlung horizontal und senkrecht Süd
Außenlufttemperatur
Luftfeuchtigkeit

2.3. Nutzerverhalten

Das Nutzerverhalten hat einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch des Gebäudes. Es spielen beispielsweise die Anwesenheitszeiten, die Raumlufttemperaturen, die Fensteröffnungszeiten, die eingestellte Luftwechselrate sowie der Umgang mit der Beleuchtung usw. eine wesentliche Rolle. Die Erfassung all dieser Parameter würde eine umfangreiche Messtechnik erforderlich machen. Es ist daher nur die Erfassung von Raumlufttemperaturen in einigen repräsentativen Räumen vorgesehen.

Nutzerverhalten
Raumtemperaturen in einigen repräsentativen Räumen in 1,7 m. Hierbei sollten bevorzugt Räume gewählt werden, die die Nutzerprofile in der DIN V 18599, Teil 10 wiedergeben (z. B. Gruppen bzw. Klassenräume, Seminarräume, Vorlesungssäle, Aula, Labore).

3. Installation der Sensoren und Erfassung der Messdaten

Die Sensoren müssen zeitlich parallel zur Bauausführung eingebaut werden. Ein späterer Einbau erhöht deutlich die Installationskosten. Für die Erfassung der Wärmemengen werden Ultraschallzähler vorgeschlagen. Bei der Geräteauswahl muss auf die maximale Durchflussmenge geachtet werden.

Um die Stromverbräuche für die in Tabelle 1 angegebenen Anwendungen erfassen zu können, muss bereits bei der Installation darauf geachtet werden, dass hierfür jeweils eigene Stromkreise verlegt werden. Die Stromerfassungszähler können dann im Zählerkasten untergebracht werden.

Wenn keine Gebäudeleittechnik im Gebäude installiert wird, müssen die Messdaten mit einem separaten Messwerterfassungssystem erfasst werden. Es wird empfohlen, ein Web-basiertes System zu verwenden. Die Daten können in diesem Fall über das Netz abgerufen werden.