

Monitoring

Messen, Visualisieren, Bewerten, Optimieren

Inhalt

Monitoring liefert Fakten	3
Messen und interpretieren	4
Die Anforderungen	6
Vom Zähler zum Smartphone	7
Die Technik	8
Einfach und smart	12
Optimieren mit Monitoring	14
Weitere Infos	18

Impressum

Herausgeber

Minergie Schweiz

Produktion

Konzept und Text: Stefan Gasser,
elight GmbH, Othmar Humm

Redaktion: Othmar Humm,
Faktor Journalisten AG

Grafik: Christine Sidler, Noemi Bösch,
Faktor Journalisten AG, Zürich

Druck: Birkhäuser+GBC AG, Reinach

Titelbild: Fotolia



Monitoring liefert Fakten

Energieströme durchziehen das ganze Haus. Sie ermöglichen Komfort und Sicherheit. Doch Informationen zum Energieverbrauch und zu den geforderten Leistungen sind für Hausbesitzerinnen und Mieter allzu oft nicht verfügbar. Hier liefert ein Monitoring nach Minergie Fakten. Mittels Messgeräten erhebt ein Monitoringsystem Daten und führt diese einem Speicher zu; daraus lassen sich Grafiken erzeugen, die der Information aller Gebäudenutzer dienen, selbstverständlich unter Beachtung des Datenschutzes. Und Fachleuten erleichtern die Daten die Optimierung von gebäude-technischen Anlagen.

Messen und interpretieren

Minergie-konforme Monitoringsysteme messen Verbrauchs- und Leistungswerte von Wärme und Strom, speichern und visualisieren diese Werte und ermöglichen dadurch Vergleiche, Interpretationen und Bewertungen. Von der Messung bis zur grafischen Darstellung läuft das Monitoring in der Regel automatisch ab. Monitoringsysteme unterscheiden sich sehr stark in der Technik der Messung und der Datenübertragung, auch in der Datenspeicherung und der Visualisierung der Messwerte. Die Konfiguration und Auswahl der Systeme ist Sache des Hauseigentümers respektive des beauftragten Planers oder Installateurs. Die breite Vielfalt im Angebot führt zu grossen Kostenunterschieden in der Beschaffung und in der Installation.

Qualitätssicherung

Mit einem Monitoringsystem lässt sich der Betrieb der gebäudetechnischen Anlagen langfristig verbessern. Beispiel: Falls eine Wärmepumpe «taktet», also häufig ein- und wieder ausschaltet, ist dies in den Daten sichtbar.

Der Qualitätssicherung dienen Monitoring-Daten auch bei einem Ersatz der Wärmezeugung. Mit dieser Datengrundlage lässt sich ein Aggregat präzise dimensionieren.

Standard oder Plus?

Der planerische und installationstechnische Aufwand ist stark von den geforderten Funktionalitäten abhängig. Die Tabelle zeigt vier Ausbaustufen für ein Energie-Monitoring in Gebäuden. Die Variante «Light» ist entsprechend kostengünstig. Geringe Kosten sind auch mit Monitoring-Varianten der Stufe «Standard» verbunden, teurer dagegen sind «Plus» und Monitoring in Verbindung mit einer Gebäudeautomation.

Tabelle 1: Ausbaustufen beim Energie-Monitoring in Gebäuden

Monitoring Light reduzierte Lösung	Messung der Stromproduktion und des Stromverbrauches (ohne Wärmemessung)	Entspricht der Vorgabe für Minergie-A-Bauten unter 2000 m ²
Monitoring Standard einfache Lösung	Messung von Strom und Wärme gemäss Abbildung auf Seite 5	Entspricht der Minergie-Vorgabe für Bauten über 2000 m ² . Beispiel Einfamilienhaus in Oberriet auf Seite 12
Monitoring Plus erweiterte Lösung	Zusätzliche Funktionalitäten wie Messung der Verbrauchswerte einzelner Wohnungen	Beispiel Mehrfamilienhaus in Schönbühl Seite 14
GA mit Monitoring (Gebäudeautomation)	Umfasst Systeme der Gebäudeautomation mit Monitoring-Funktionen	Weitere Infos Seite 11

Weite Verbreitung

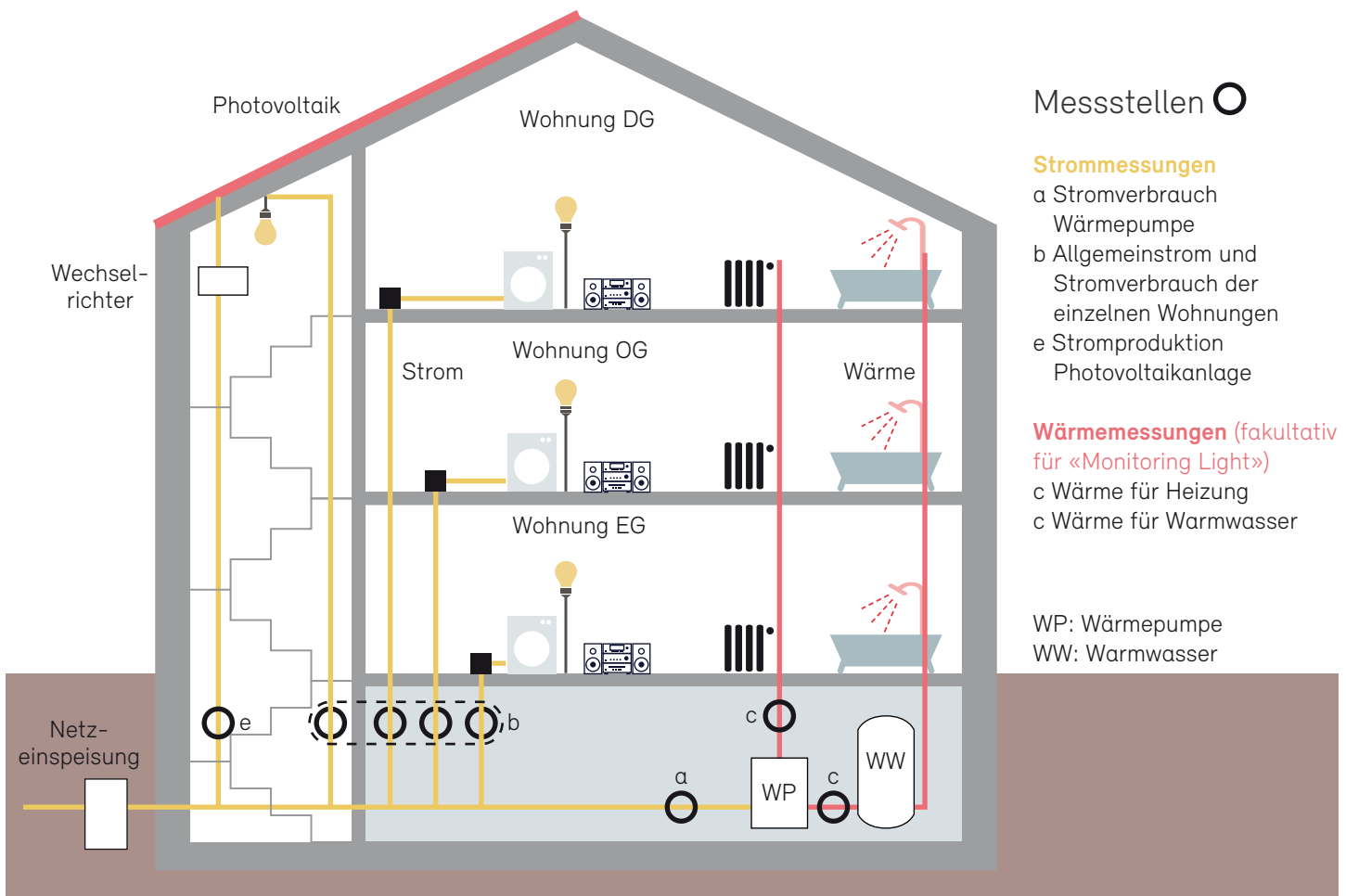
Monitoring begegnet den Menschen fast rund um die Uhr. Wer Auto fährt, überwacht – «monitored» – ständig die Geschwindigkeit. Überall wird gewogen und gemessen, um ein Ausmass oder eine Quantität zu bestimmen. Monitoring ist ein Teil des Alltags, wenn auch in anderen Lebensbereichen. Ein Monitoring nach Minergie bietet diese Funktionen für den Energieverbrauch, automatisch, einfach und zuverlässig.

Eigentümer und Nutzer der Gebäude können mit Monitoring-Daten die Auswirkungen ihrer Gebäude- oder Wohnungsausrüstung sowie ihres Nutzerverhaltens erkennen. Die Daten dienen auch der Betriebsoptimierung.

Monitoring nach Minergie

Für grosse Gebäude sowie Minergie-A-Bauten ist ein Monitoring des Energieverbrauches Voraussetzung für die Zertifizierung. Darunter fallen Neubauten und Gesamterneuerungen mit wesentlichen Eingriffen in die Gebäudetechnik mit einer Energiebezugsfläche von über 2000 m² sowie Minergie-A-Objekte, also Häuser, die ihren Bedarf selbst decken (Jahresbilanz). Für Minergie-A-Häuser unter 2000 m² sind Wärmemessungen für Heizung und Warmwasser (Nutzenergie, c) eine Empfehlung, aber keine Vorgabe («Monitoring Light»).

Minergie-Monitoring – die Messstellen im Mehrfamilienhaus



Die Anforderungen

Für das Energie-Monitoring nach Minergie sind fünf Messgrößen relevant:

- Endenergieverbrauch für Raumheizung und Wassererwärmung insgesamt
- Elektrizität ohne Wärmeerzeugung: Messung pro Nutzungseinheit, gemäss der Verrechnung durch Elektrizitätslieferanten (Allgemeinstrom, Wohnungen, Läden etc.)
- Nutzenergie von Heizwärme und Warmwasser (separat)
- Kühlung respektive Klimatisierung bei Zweckbauten
- Gebäudeeigene Energieproduktion (Photovoltaik, Solarthermie, Wärmekraftkopplung)

– Die Daten müssen Vergleiche zum Vorjahr sowie über mehrere Jahre ermöglichen (Mittelwerte).

– Elektrizitätsmessungen müssen mindestens Tages-Verbrauchsprofile abbilden.

– Die Messdaten müssen mindestens als Monats- und Jahreswerte gespeichert werden.

– Falls eine Erneuerung ohne wesentliche Eingriffe in die Gebäudetechnik erfolgt, sind Verbrauchsprotokolle aufgrund von Ablesungen und Lieferscheinen ausreichend; automatische Messungen sind dann nicht notwendig.

– Einzelne dezentrale Wassererwärmer müssen nicht durch eine Wärmemessung dokumentiert sein. Deren Stromverbrauch ist im gesamten Stromverbrauch enthalten, was ausreichend ist.

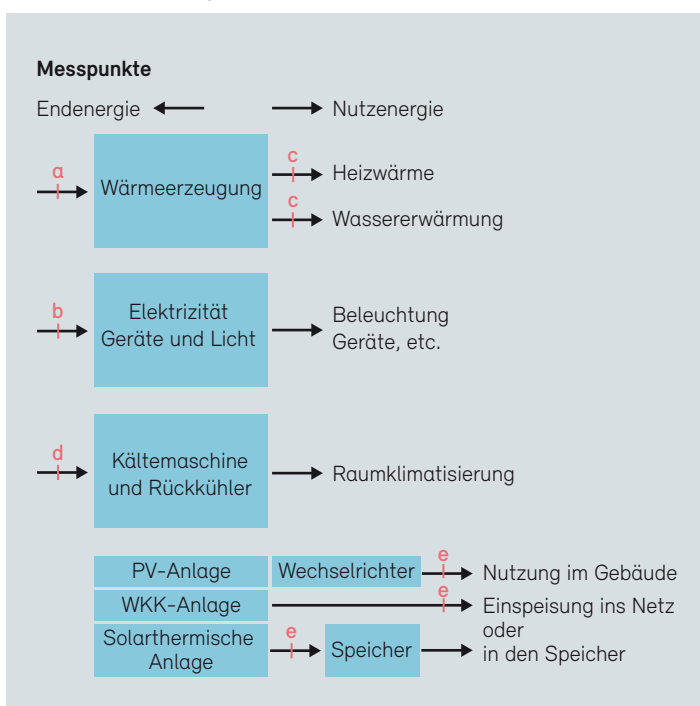
– Ein Messkonzept mit der Liste der Messstellen als Schema respektive Plan muss Teil des Zertifizierungsantrages sein.

Die wichtigsten Punkte

– Monitoring nach Minergie bedeutet eine automatische, fortlaufende Messung von definierten Energieflüssen und deren Visualisierung.

– Die Messdaten aus dem Monitoring müssen für Gebäudenutzer in visualisierter Form zugänglich sein (mindestens einmal jährlich).

Ein Monitoring nach Minergie erhebt an mindestens fünf Messstellen Daten zum Strom- respektive Wärmeverbrauch und zur Leistung.



Vom Zähler zum Smartphone

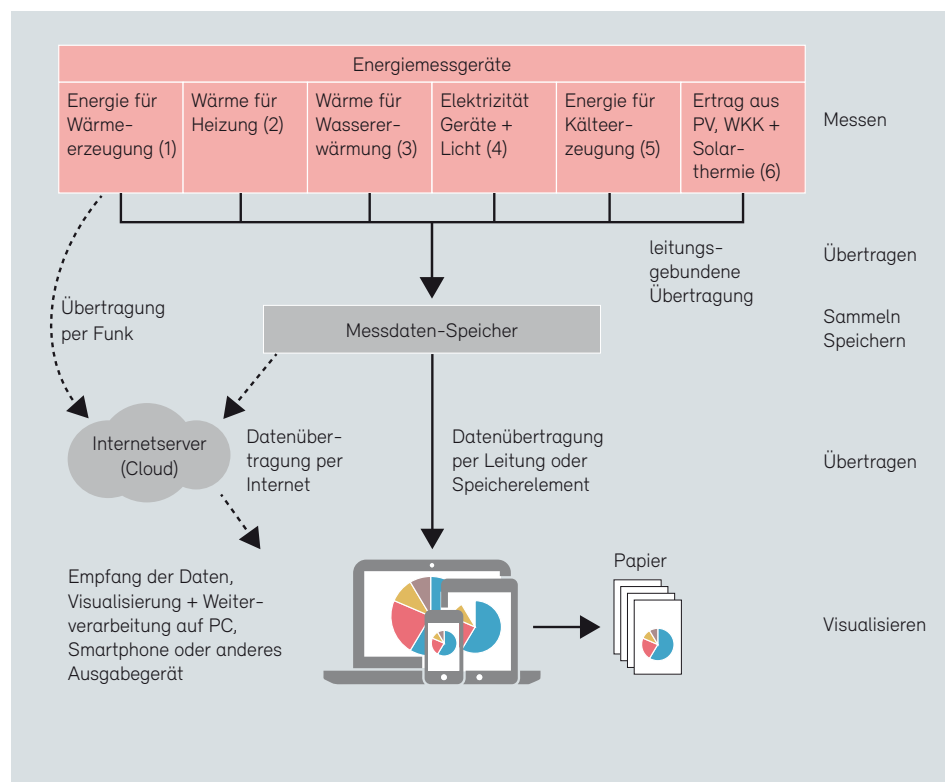
Die Wege der Daten in einem Monitoring-system sind kurz und sie sind weitgehend standardisiert. Die dazu notwendigen Geräte sind handelsüblich und mittlerweile – aufgrund grosser Serien – kostengünstig. **Messungen** bedingen die Installation von Elektrizitäts- und Wärmemesser an den definierten Messstellen, also direkt am Energiestrom.

Die Übertragung von Messdaten erfolgt entweder per Funk oder über Leitungen. Für die leitungsgebundene Datenübertragung hat sich die Norm «Meter-Bus» oder «M-Bus» etabliert. Die Funkübertragung nutzt zumeist Frequenzen im Mega- oder Giga-Hertz-Bereich.

Sammeln und speichern der Messdaten: dafür dient der Messdaten-Speicher, der in der Regel in der Haustechnik installiert ist, beispielweise im Kasten mit der Elektroverteilung. «Internetfähige» Messgeräte, die die Daten direkt an einen Internetserver per Funk senden, machen den Messdaten-Speicher innerhalb des Hauses überflüssig.

Die Übertragung der Daten vom Messdaten-Speicher zum PC oder Smartphone erfolgt über eine Leitung, beispielsweise über LAN, oder über eine Speicherkarte respektive einen Stick. Noch schneller geht es über das Internet via Internet-server.

Zur Visualisierung und zur Weiterverarbeitung von Messdaten eignen sich PC oder Smartphone besonders gut.



PV: Photovoltaik
WKK: Wärmekraftkopplung

Die Datenübertragung zwischen Messgeräten und Datenspeichern sowie PC und Smartphone ist nicht an eine einzige Technologie gebunden.

Die Technik

Messgeräte

Ein Monitoring nach Minergie umfasst mindestens fünf Messstellen (Seite 6). In vielen Objekten können weitere Messungen sinnvoll oder gar unverzichtbar sein, wie der CO₂-Gehalt der Raumluft, die relative Feuchte der Raumluft, Aussen- und Raumtemperaturen oder der Elektrizitätsverbrauch der Elektromobilität. Messgeräte sind üblicherweise in der Elektro- respektive in der Wärmeverteilung installiert.



Ein Elektrizitätszähler, der alle drei Phasen misst (im Bild die Spannung von rund 230 Volt).

Stromzähler: Die Geräte erfassen üblicherweise alle drei Phasen des 230-Volt-Netzes (und 400 Volt). Gemessen wird dauernd die Leistung, woraus das Gerät den Verbrauch innerhalb eines Intervalls berechnet und aufzeichnet, beispielsweise den Verbrauch während 15 Minuten. Viele Strommesser sind mit einem internen Datenspeicher ausgerüstet. Exportiert werden die Daten durch händische Ablesung, über eine Speicherkarte, eine Leitungs- respektive Funkverbindung oder über das Internet. Im Vergleich zu Produkten des Elektrizitätswerkes sind hauseigene Stromzähler kleiner und kostengünstiger.



Warmwasser

Ein Wärmezähler in der Verbindungsleitung zwischen Wärmeerzeugung und Warmwasserbehälter.

Wärmezähler: Die Geräte messen die Durchflussmenge und die Temperatur des Mediums, in der Regel Wasser oder eine Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel (solarthermische Anlagen). Aus den beiden Grössen ergibt sich die thermische Leistung an der Messstelle. Summiert über ein Intervall resultiert daraus der Wärmeverbrauch. Sie verfügen über eigene Datenspeicher. Vergleichbar den Strommessern gehen die Daten über eine Ablesung «von Hand», über Funk oder über eine Leitung in den Datenspeicher. Diese Daten eignen sich zudem für die verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA, VWKA). Die meisten Wärmezähler werden über Batterien mit Strom versorgt, da das 230-Volt-Netz häufig nicht direkt verfügbar ist.

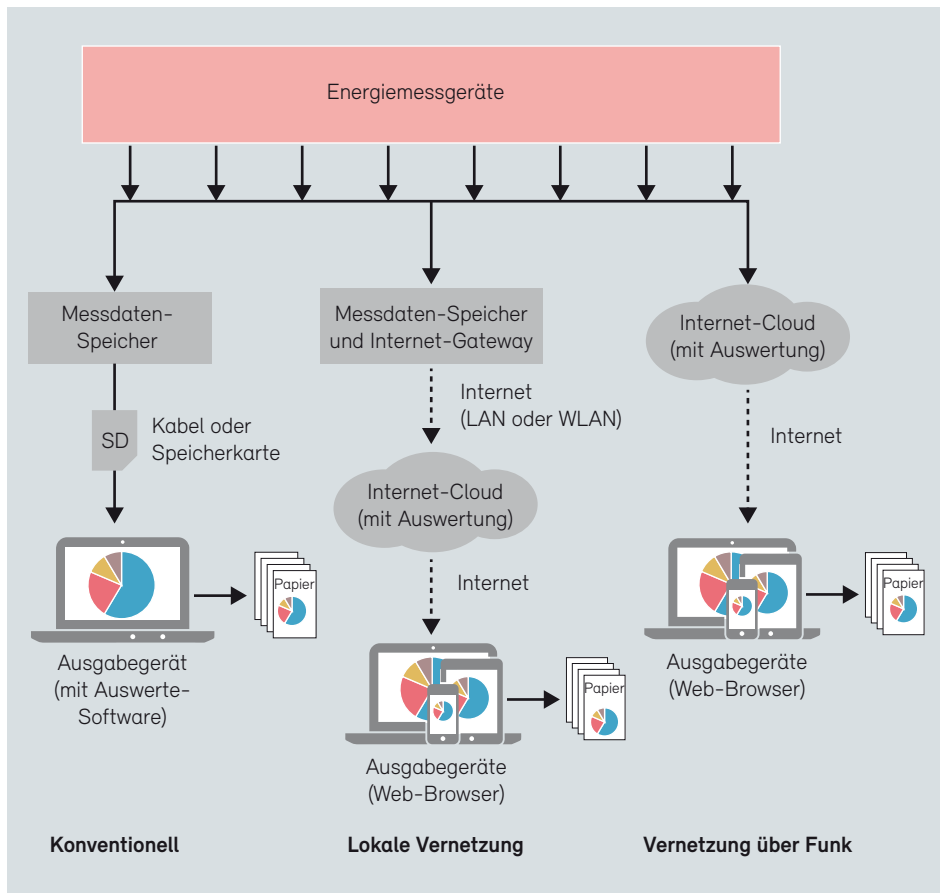
Integrierte Messgeräte: Solar- und Wärmekraftkopplungsanlagen, Wärmepumpen Lüftungsklappen oder Ventile verfügen vielfach über integrierte Messfunktionen. Damit erübrigt sich beim entsprechenden Medium eine Messung. Oft scheitert aber die Nutzung dieser Daten mangels Kompatibilität an der Übertragung zum zentralen Datenspeicher.

Vernetzung

Für die Verbindungen zwischen den einzelnen Geräten eines Monitoring-Systems haben sich drei Varianten etabliert. In der konventionellen Konfiguration sind sowohl die Vernetzung als auch die Datenspeicherung lokal, also am Standort des Monitorings. Funktioniert die Vernetzung und die Speicherung völlig über das Internet, realisiert die Hauseigentümerschaft ein «Internet der Dinge». Die dritte Variante bildet ein Mix aus den beiden anderen Lösungen.

Leitung: Beispielsweise M-Bus oder ein «gewöhnliches» LAN (Local Area Network). Der zweidrahtige M-Bus führt Daten unterschiedlicher Messgeräte über ein einheitliches Messprotokoll zusammen. Mess- und Speicherintervalle lassen sich am M-Bus und am Speichermodul wählen.

Funk: Es sind drei Technologien verbreitet. WLAN: Datentransfer über das drahtlose lokale Netzwerk, wie es für das Internet genutzt wird. Handy-Netz: Mittels SIM-Karte Daten an einen beliebigen Ort (innerhalb des Netzes). LoRaWAN: Der Standard «Long Range Wide Area Network» ist in der Schweiz mit dem Swisscom-Angebot «Low Power Network, LPN» verbreitet. LoRaWAN ist ein energiesparendes Netz und eignet sich deshalb mit batteriebetriebenen Geräten.



Drei häufige Varianten zur Konfiguration eines Monitoringsystems (siehe auch Tabelle 2).

Tabelle 2: Monitoring –Vernetzung der Komponenten in drei Varianten

	Konventionell, lokale Vernetzung, ohne Internet	Lokale Vernetzung, Datenexport übers Internet (Cloud)	Vernetzung über Funk ins Internet (Cloud)
Übertragung zwischen Messgerät und Messdatenspeicher	Über Leitung oder Funk (Ergänzungen weiter unten)		
Übertragung zwischen Messdatenspeicher und PC respektive Smartphone	Leitung oder Speicherkarte (wie bei einer Fotokamera), Karte wird vom Kartenleser am PC eingelesen.	Datentransfer über Funk oder Internet an einen externen Internetspeicher (Cloud).	Daten gelangen vom Messgerät ins Internet (Cloud), da die Messgeräte mit eigenen Funksendern ausgerüstet sind, entweder direkt oder über einen hauseigenen Router.
Datenschutz	Einfache Gewährleistung	Entspricht den Bedingungen des Anbieters (Provider).	
Software für Auslesung und Visualisierung	Notwendig	Visualisierung über Webbrowser möglich. Software in der Regel proprietär; kann kostenpflichtig sein.	
Fazit	Einfache und seit Jahrzehnten bewährte Lösung	Die Lösungen folgen dem Trend «Internet der Dinge» und sind zukunftsfähig.	

Speicherung

Für die lokale Speicherung von Messdaten sind mindestens vier Varianten verfügbar:

- Ein zentraler Messspeicher innerhalb des Gebäudes, zum Beispiel in der Elektroverteilung, übernimmt die Messdaten über eine Leitung (M-Bus) oder über Funk.
- Je nach Produkt lassen sich Messdaten auch im Messgerät speichern.
- Als Datenspeicher kann auch eine Speicherkarte dienen, die nach Entnahme aus dem Messdatenspeicher auf einem PC eingelesen wird.
- Schliesslich eignet sich auch die Festplatte des PC für die Datenspeicherung. Vorteil: geschützte Daten.

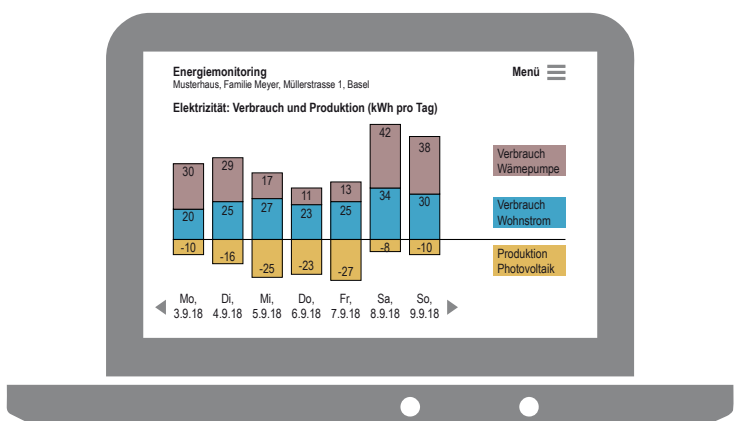
Für die Speicherung auf einem externen Server bieten sich zwei Varianten an: Entweder in einem (lokalen) Datenspeicher bei einer beauftragten Firma, z. B. einer Immobilien-Verwaltung, oder in einem Internet-Server (Cloud). Zur Datenübertragung bieten sich die Normen respektive Standards LAN, WLAN oder Funk (LoRaWAN). Um bei einem Stromausfall keine Daten auf einem externen Server zu verlieren, empfiehlt sich zusätzlich eine lokale Speicherung am Monitoring-Standort. Die Vorteile der externen Speicherung liegen also in den vielfältigen Möglichkeiten der universellen Zugänglichkeit der Daten und ihrer Weiterverarbeitung durch Dritte. Dadurch können Hauseigentümer oder Wartungsfachleute Messdaten zur Einschätzung des Betriebes nutzen, auch wenn sie sich ausserhalb des Objektes aufhalten (externe Speicherung: Kosten beachten).

Visualisierung

Steigt oder sinkt der Energieverbrauch? Sind Ausschläge dokumentiert, die sich nicht ohne Weiteres erklären lassen? Diese Fragen lassen sich auf einen Blick beantworten – mit einer visualisierten Darstellung von Messwerten. Ob die Grafiken auf einem PC oder Tablet oder auf einem Smartphone präsentiert werden, ist nicht entscheidend. Wichtig ist hingegen, dass sich aus den Messwerten sinnvolle Reihen ergeben. Also beispielsweise ein Jahreswert im Vergleich zu früheren Jahren oder das Auf und Ab im Energieverbrauch während eines Monats («Monatsgang»).

Vergleichszahlen (Benchmarks) sind für die Interpretation von Monitoring-Daten sehr wertvoll. Zahlen zum Ertrag der PV-Anlage können auf den Ausfall einzelner Module hinweisen. Und sie sind Grundlage zur Berechnung der Eigenverbrauchsquote respektive des Autarkiegrades eines Objektes.

Aus Messwerten einer Wärmepumpe lässt sich die Jahresarbeitszahl berechnen (Nutzungsgrad während eines Jahres): Die produzierte Wärme im Verhältnis zur eingesetzten Elektrizität. Grundsätzlich lassen sich für alle gebäudetechnischen Einrichtungen derartige Vergleiche anstellen.



Monitoring als Teil der Gebäudeautomation

Bei vielen Systemen der Gebäudeautomation (GA) ist das Monitoring integraler Bestandteil. Dies gilt vor allem für GA-Systeme der SIA-Energieeffizienzklassen A und B. Diese Klassierung basiert auf der Norm SIA 386.110 respektive EN 15232; sie umfasst vier Klassen (A, B, C und D). Die Klassen C und D eignen sich nicht für Monitoring-Funktionen (Tabelle 3). Nur A- und B-Systeme bieten diese Option. Die Norm SIA 386.110 regelt auch (im Kapitel 7.9) die Informationen zum Energieverbrauch, zu den Innenraumbedingungen und zu Möglichkeiten von Verbesserungen.

Installationen für Smart Buildings, Energie- respektive Lastmanagementsysteme lassen sich mit Monitoring-Projekten kombinieren. Dies gilt auch für das Minergie-Modul «Raumkomfort». Trotz unterschiedlicher Aufgabenstellung sind Synergien fast durchwegs realisierbar.

VHKA oder VWKA

Sehr naheliegend ist zudem die Nutzung von Monitoring-Daten für verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnungen, VHKA oder VWKA, die Hauseigentümerschaften und Verwaltungen einmal jährlich erstellen. Dabei sind die Vorgaben zum Datenschutz ebenso zu beachten wie die Schnittstellen zwischen dem Monitoring-Datenspeicher und der Verwaltung.

Energie- und Lastmanagementsysteme lassen sich mit GA-Funktionen ebenso kombinieren wie GA-Systeme mit Monitoring.

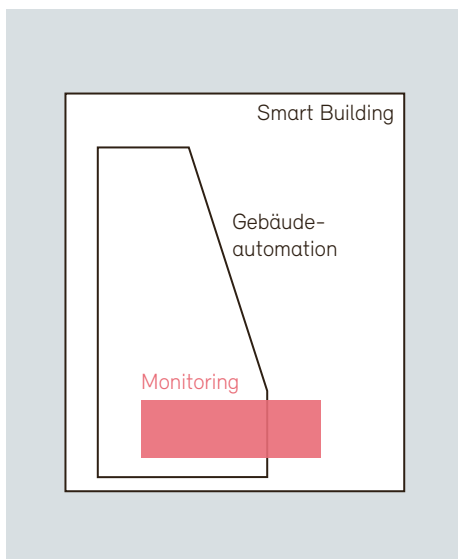


Tabelle 3: Effizienzklassen der Gebäudeautomation (GA) nach Norm SIA 386.110

GA-Effizienzklasse	Merkmale	Mit oder ohne Monitoring
A	Entspricht hoch effizienten GA-Systemen; vernetzte Raumautomation mit automatischer Bedarfserfassung; regelmässige Wartung.	Mit Energie-Monitoring
B	Entspricht weiterentwickelten GA-Systemen mit einigen speziellen Funktionen des technischen Gebäudemanagements; vernetzte Raumautomation ohne automatische Bedarfserfassung.	Mit Energie-Monitoring
C	Entspricht Standard-GA-Systemen; vernetzte Gebäudeautomation der Primäranlagen; keine elektronische Raumautomation; Thermostatventile an den Heizkörpern.	Kein Energie-Monitoring
D	Entspricht GA-Systemen, die nicht energieeffizient sind. Gebäude mit derartigen Systemen sind zu erneuern, für neue Gebäude sind sie nicht zulässig. Keine vernetzten GA-Funktionen; keine elektronische Raumautomation.	Kein Energie-Monitoring

Einfach und smart

Beispiel eines kostengünstigen Monitoringsystems in einem Einfamilienhaus («Monitoring Standard» gemäss Tabelle auf Seite 4*).

Die vierköpfige Familie produziert mehr Strom als sie braucht. Schon deshalb will sie die Energiebilanz ihres Hauses kennen. Und das mit zwei, drei Klicks. Das Einfamilienhaus in Oberriet im St. Galler Rheintal braucht aufgrund des sehr guten Oberflächen-Volumen-Verhältnisses und der konsequent gedämmten Gebäudehülle wenig Raumwärme. Geliefert wird diese von der Grundwasser-Wärmepumpe, die auch die Wassererwärmung alimentiert. Allerdings mit dem Unterschied, dass dazu soweit möglich Überschüsse der PV-Anlage genutzt werden. Das ist eine schlanke Form von Lastmanagement. Mit gut 15 kW Peak-Leistung der PV-Anlage ist dieser Überschuss sozusagen programmiert. Die gezielt grosszügig dimensionierte Anlage bringt auch während der Heizperiode ziemlich viel Strom. Wie viel das ist, dokumentiert Pascal Welti mit dem Monitoringsystem (Abbildung 3). Das Haus ist auch mit einer Spezialität ausgerüstet: Die Duschrinne gewinnt Wärme aus dem Duschabwasser; sie dient der Vorwärmung des Kaltwassers. Die Daten aus dem Monitoring lassen sich auch über eine App im Smartphone bewerten. Daraus ergibt sich rasch, wie effizient die Wärmepumpe arbeitet. Auch über längere Zeiträume sind die Daten abrufbar (Abbildung 1), um beispielsweise die Jahresarbeitszahl zu quantifizieren (Verhältnis von produzierter Wärme und Stromverbrauch, ungewichtet).

Tabelle 4: Einfamilienhaus Welti-Gächter

Standort	Neudorfstrasse 30a, 9463 Oberriet
Zertifikat	Minergie-A, SG-056-A
Baujahr/Bezug	2017/2018
Energiebezugsfläche	244 m ²
Wärmepumpe, Heizleistung	5,9 kW (B0/W35)
PV-Anlage, installierte Leistung	15,1 kWp
Anordnung der PV-Module	Ost-West-Aufständigung mit 10°

Monitoring

Die Messgeräte «Strom für die Wärmepumpe, Steuerung und Umwälzpumpen», «Heizwärme» und «Wärme für Trinkwarmwasser» sind mit einer SIM-Karte ausgerüstet. Einmal pro Tag geht ein SMS mit den Messdaten von diesen Geräten an die Cloud des Systemlieferanten (Monitoring und Metering). Über diesen Internet-Server hat Pascal Welti jederzeit Zugriff auf seine Daten. Die beiden Stromzähler «Ertrag der PV-Anlage» und «Bezug von Stromnetz» melden die Messdaten über ein LAN-Kabel in den lokalen Server und von da in den Internet-Server des Wechselrichter-Lieferanten). Von Hand wird nur der Stromzähler «Lüftung, Elektro-einsatz, Grundwasserpumpe» abgelesen. Der Stromverbrauch der «Diversen Verbraucher» schliesslich ergibt sich aus der Differenz der übrigen Messdaten.

*«Monitoring Standard»: ohne Wärmemessung würde das Konzept «Monitoring Light» entsprechen.

Beteiligte

Architektur und Holzbau
Gächter & Co. AG
9464 Rüthi

Planer PV-Anlage und Minergie
Pascal Welti
9463 Oberriet

Monitoring und Metering
NeoVac ATA AG
9463 Oberriet

Heizungs- und Lüftungsbau
Lippuner EMT AG
9472 Grabs

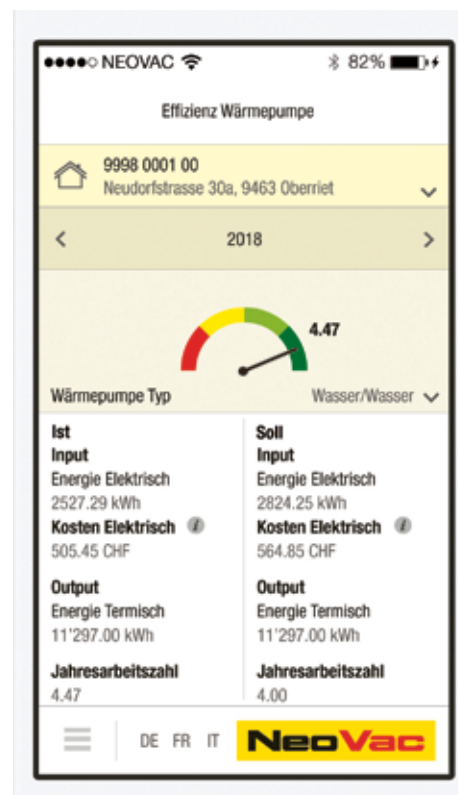


Abbildung 1: Mit einer Jahresarbeitszahl von 4,47 liegt die Wärmepumpe deutlich über dem Sollwert. (Bild: NeoVac)



Abbildung 2: Das Minergie-A-Haus in Oberriet ist ein Plusenergiehaus. Bestätigt wird dies durch das Monitoring.

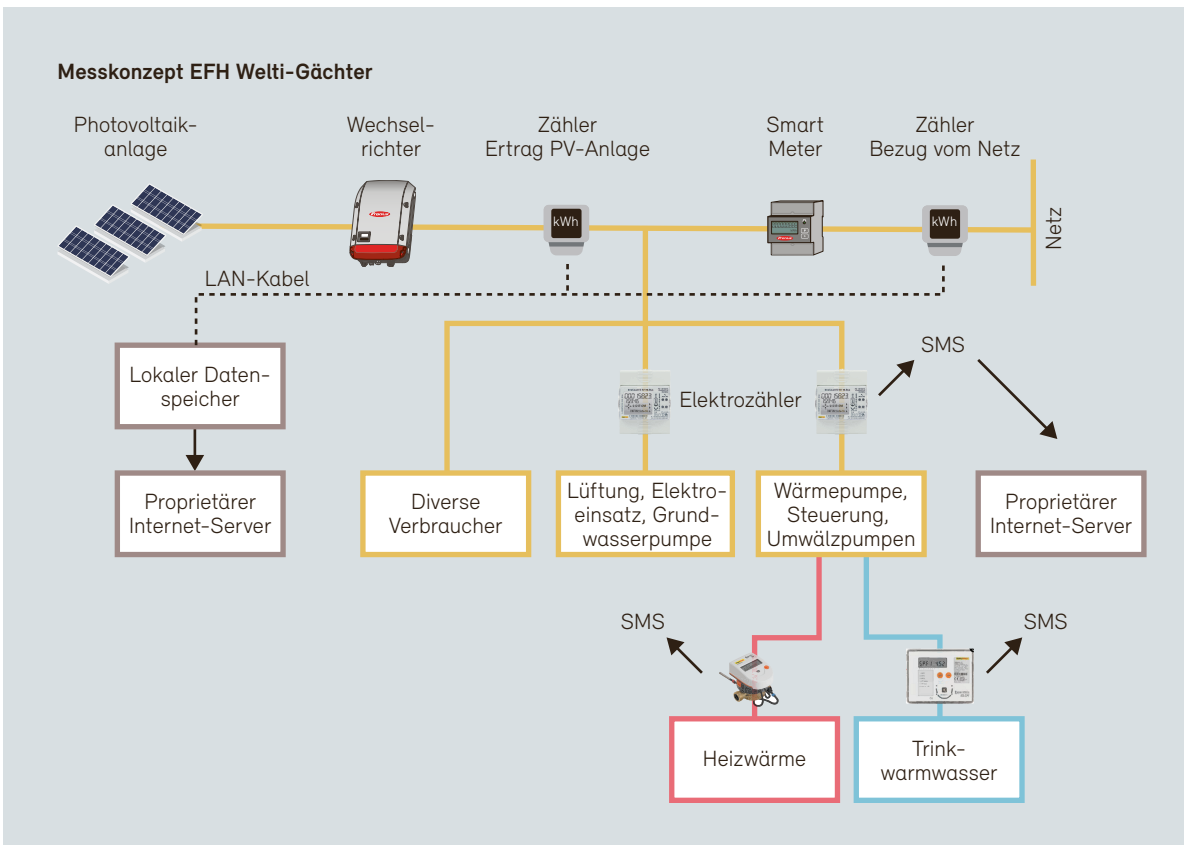


Abbildung 3: Monitoring nach Minergie im Haus Welti-Gächter.

Optimieren mit Monitoring

Mehrfamilienhaus an der Moosstrasse in Urtenen-Schönbühl (Beispiel eines «Monitoring Plus» gemäss Tabelle Seite 4)

In Urtenen-Schönbühl, zehn Kilometer nördlich von Bern, steht seit Kurzem ein Leuchtturm der Energiewende. Das 6-Familien-Haus produziert in der Jahresbilanz 35% mehr Strom als es für alle Energiedienstleistungen benötigt. Einige Merkmale sind besonders interessant:

- Eine Wärmepumpe nutzt Erdwärme über drei 200 m lange Sonden. Das Erdreich dient auch der Kühlung während Hitzeperioden, was eine Regeneration des Erdspeichers ermöglicht.
- Die Vorlauftemperatur für die Bodenheizung ist auf 30 °C begrenzt. Das spart sehr viel Strom (Temperaturspreizung bei der Wärmepumpe zwischen Erdreich und Heizseite).
- Die Lüftererneuerung erfolgt über eine zentrale Lüftungsanlage. Im Vergleich zu einzelnen Wohnungsgeräten ist die zentrale Lösung effizienter. Um die Wohnungen trotzdem mit bedarfsgerechten Zuluftvolumina zu versorgen, können die Bewohner «ihre» Zuluftklappe individuell steuern. Das Zentralgerät passt die Zuluftförderung dem Bedarf an.

- Das Wasser für Küche und Bad wird über einen externen Wärmetauscher erwärmt. Dadurch lässt sich der Wärmespeicher mit einer tieferen Temperatur von 55 °C statt der 60 °C betreiben, was wiederum die Effizienz der Wärmepumpe verbessert. Auch die Speicherverluste fallen geringer aus.

- Mehr als die Hälfte des gesamten Strombedarfs, also des gesamten Energiebedarfs, entfällt auf die Haushalte. Durch die Planung lässt sich dieser Verbrauch kaum beeinflussen. Immerhin ist die Allgemeinbeleuchtung komplett mit LED-Lichtquellen ausgerüstet, die über Bewegungsmelder gesteuert sind.
- Um den Eigenverbrauch von Solarstrom zu erhöhen, sind eine Batterie sowie Elektrofahrzeuge vorgesehen. Der Platz ist reserviert und ein Leerrohr zur geplanten Ladestation bereits eingezogen.

Regelung

Die Regulierung und Messung der gebäudetechnischen Funktionen übernehmen im MFH Urtenen die Wohnungsregler sowie ein mit diesen kommunizierender baugleicher Regler für die zentrale Lüftungsanlage. Alle Regelungen, die eine Wohnung betreffen, laufen über dieses Gerät innerhalb der Wohnung. Dieser Regler kann auch über eine App bedient werden. Die Kommunikation erfolgt über MP-Bus, ein vom Hersteller der Lüftung lancierter Standard zur Steuerung von Stellantrieben für Lüftungsklappen, Regelventilen und VAV-Volumenstromreglern (VAV: Variabler Volumenstrom) und zur Übertragung von Messwerten. Die Stromversorgung und die Kommunikation erfolgen über eine 3-Draht-Leitung, was den Installationsaufwand reduziert.

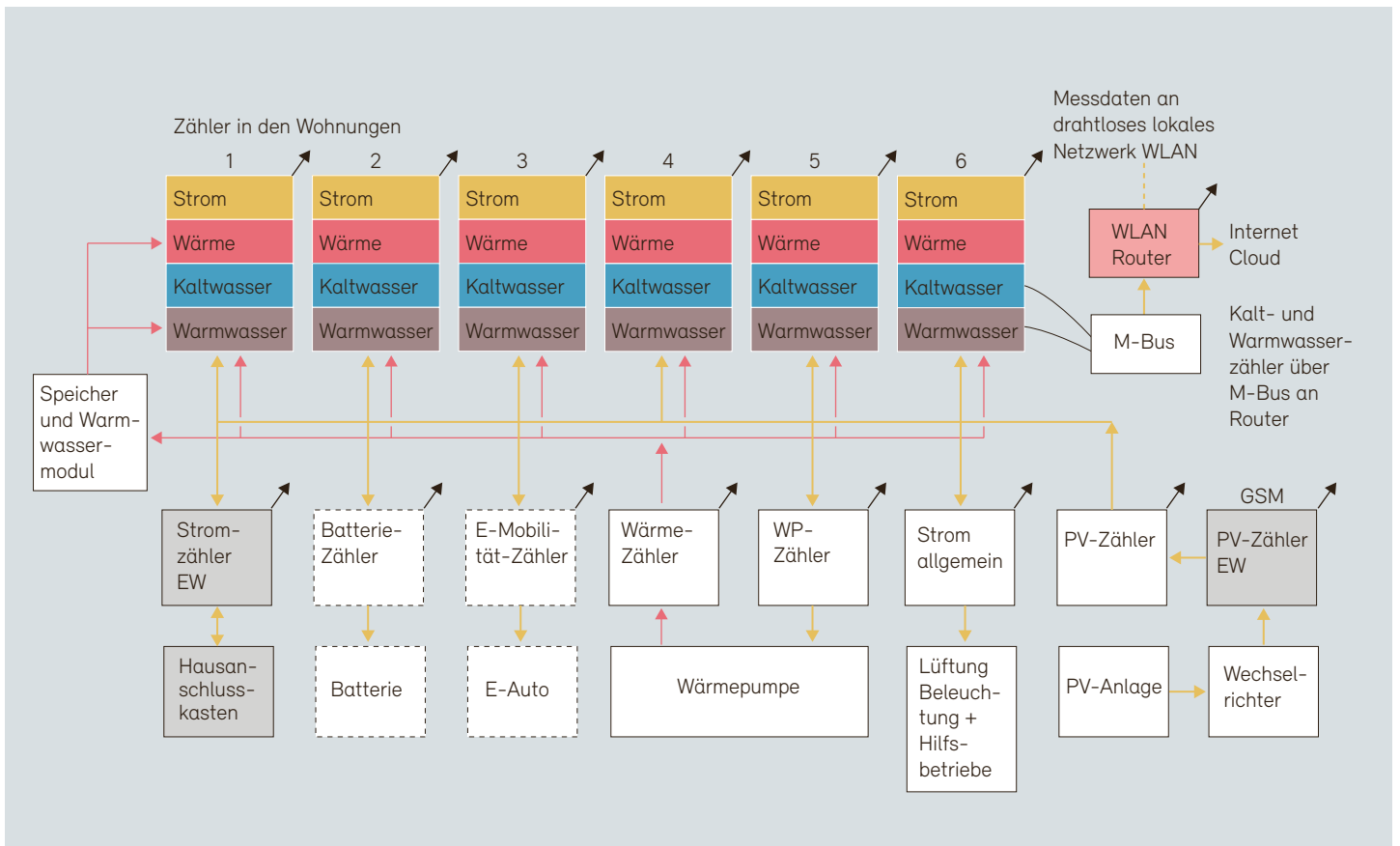
Tabelle 5: Minergie-A-Gebäude mit 6 Wohnungen

Standort	Moosstrasse 41, Urtenen-Schönbühl	
Gebäudeart	Ersatzneubau als Mehrfamilienhaus mit 6 Wohnungen	
Baujahr (Bezug)	2018	
Gebäudestandard	Minergie-A	
Energiebezugsfläche (EBF)	879 m ²	
Alle Energiewerte ungewichtet		
Photovoltaikanlage	Werte für Gebäude	Werte pro m ² EBF
Installierte Leistung	51,3 kW	58 W/m ²
Installierte Fläche	290 m ²	0,33 m ² /m ²
Ertrag pro Jahr	41 000 kWh	46,6 kWh/m ²
Strombedarf	30 350 kWh	34,5 kWh/m ²
Wärmepumpe Raumwärme	3 400 kWh	3,9 kWh/m ²
Wassererwärmung	6 700 kWh	7,6 kWh/m ²
Haushaltstrom	17 000 kWh	19,3 kWh/m ²
Lüftungsanlage	2 900 kWh	3,3 kWh/m ²
Hilfsbetriebe	350 kWh	0,4 kWh/m ²
Jahresbilanz (Überschuss)	10 650 kWh	12,1 kWh/m ²



6-Familien-Haus in Urtenen-Schönbühl. Süd-Ost-Fassade

Das Monitoringsystem im Mehrfamilienhaus in Urtenen-Schönbühl geht deutlich über den von Minergie geforderten Umfang hinaus, bietet aber bei einem späteren Einbezug von elektrischen Speichern respektive von Elektrofahrzeugen grosse Vorteile. In jedem Fall sollten Monitoring-Lösungen erweiterbar sein. Quelle: engytec



Heizung und Kühlung (passiv über Erdsonden): Durchflussregelung nach Wärmebedarf im Heizkreis über Ventil und Ventiltrieb; Energie- und Leistungsmonitoring möglich.

Lufterneuerung: Pro Wohnung sind je ein Abluft- und Zuluftvolumenstromregler installiert, um je nach Bedarf in der Wohnung den Luftwechsel zu regeln (VAV-Regler). Die Zuluft strömt vom zentralen Lüftungsgerät im Untergeschoss des MFH über einen Steigschacht in die Wohnungen. Die Abluft geht zurück in die Zentrale (Wärmerückgewinnung).

Sanitäre Installationen: Messung des Wasserverbrauchs (Kalt- und Warmwasser) mit Datenexport an MP-Bus.

Monitoring

Die installierte Messinfrastruktur geht weit über die Vorgaben von Minergie hinaus («Monitoring Plus»). Es umfasst 10 Warmwasserzähler, 11 Kaltwasserzähler, 6 Heizwärmezähler und 9 Stromzähler (Abbildung Seite 15). Die Messgeräte senden die erhobenen Daten über das drahtlose lokale Netzwerk (WLAN) an die WiFi-Schnittstelle. Diese WLAN-Schnittstelle umfasst den Funkempfänger und den WLAN-Router. Von da gelangen die Messdaten auf konventionellem Weg ins Internet, in die Cloud des Monitoring-Lieferanten und auf die für alle Bewohner zugängliche Website. Jedem Bewohner sind seine eigenen Verbrauchsdaten in visualisierter Form verfügbar, selbstverständlich auch von einer App aus. Messgeräte, die nicht über eigene WLAN-Module für die Verbindung zum Router verfügen, sind über M-Bus mit einem Gateway mit eigenem WLAN-Modul verdrahtet. Von da gehen die Messdaten über das WLAN an den Router, genau gleich, wie die Daten der WLAN-fähigen Messgeräte. Diese Konzeption mit den subsidiären M-Bus-Verbindungen ist sehr flexibel für Erweiterungen respektive Anpassungen.

Beteiligte

Bauherrschaft
Fengari AG
3302 Moosseedorf

Architektur
Thomas Lehmann
lehmannarchitektur
3013 Bern

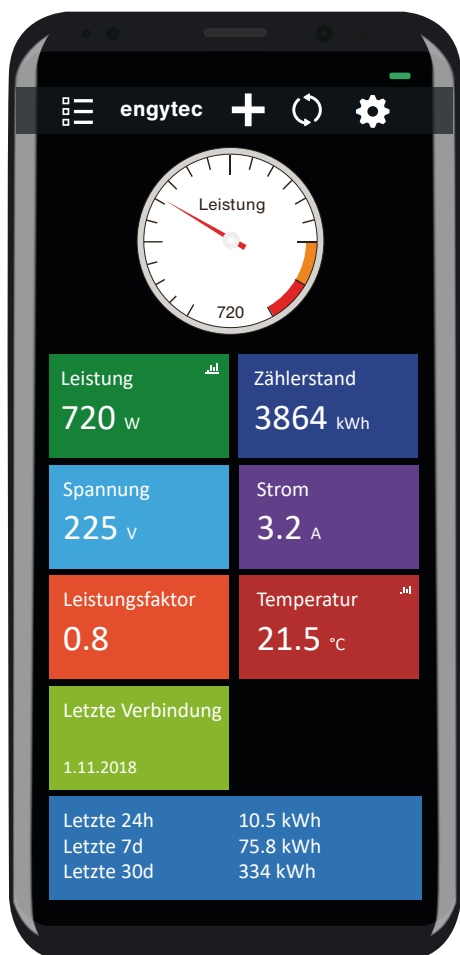
**Planung Gebäude-
technik und
Monitoring**
Fengari AG
3302 Moosseedorf

**Steuerung und
Regelung von Hei-
zung, Kühlung und
Lufterneuerung**
Belimo Automation AG
8340 Hinwil

**Monitoring: Tech-
nologielieferant
und Projektpartner
Umsetzung**
engytec AG
6343 Rotkreuz

**Monitoring:
Technologieanbieter**
smart-me AG
6343 Rotkreuz

Sehr einfach und sehr
übersichtlich:
Die Monitoring-
Daten in der App.
(Bild: engytec)





Minergie-A-Siedlung
«Sandacher» in Münsingen,
BE-008-A

Weitere Infos

Minergie Schweiz

Minergie ist seit 1998 der Schweizer Standard für Komfort, Effizienz und Werterhalt. Das Qualitätslabel für Neubauten und Modernisierungen umfasst alle Gebäudekategorien. Die Ziele sind höchster Wohn- und Arbeitskomfort, tiefer Wärme- und Stromverbrauch und langfristige Werterhaltung. Im Fokus stehen eine hochwertige Gebäudehülle, ein kontrollierter Luftwechsel und eine effiziente Versorgung mit erneuerbaren Energien.

Fachpublikationen

Besser planen, besser bauen – Optimieren mit Minergie. Download unter www.minergie.ch → Publikationen

Minergie-Modul «Raumkomfort». Download unter www.minergie.ch → Verstehen → Neubau → Raumkomfort

Norm SIA 386.110: Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement, SIA 2012

Minergie Schweiz
Bäumleingasse 22
4051 Basel

061 205 25 50
info@minergie.ch

www.minergie.ch

Mit Unterstützung von



Die Minergie Leadingpartner



always the
best climate



Publikations-Partner

