

Automatische Verbrauchserfassung

0. Ziel des Workshops

Ziel des Workshops ist es, die wichtigsten Werkzeuge des Energiecontrollings und speziell die automatische Verbrauchserfassung kennenzulernen. Technik, Einsatzmöglichkeiten und Einsparpotentiale werden anhand von Beispielen aufgezeigt. Ebenso wird auf Schwierigkeiten und Einsatzgrenzen hingewiesen.

1. Energiemanagement der Stadt Frankfurt a.M.

Die Abteilung Energiemanagement der Stadt Frankfurt a.M. hat die Aufgabe, die Strom-, Heizenergie- und Wasserkosten für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften mit insgesamt ca. 2.500 Gebäuden zu minimieren. Dazu gehören so unterschiedliche Gebäudearten wie Schulen, Kindertagesstätten, Bäder, Sportanlagen, Verwaltungsgebäude, Museen, Feuerwachen, Städtische Bühnen, Zoo und Palmengarten.

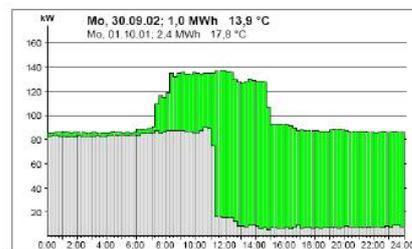
Den Personalkosten, Sachkosten sowie dem Kapitaldienst für Energiesparinvestitionen in Höhe von ca. 5 Mio. € im Jahr 2013 standen Einsparungen an Energie- und Wasserkosten in Höhe von ca. 17 Mio. € gegenüber. Das Verhältnis zwischen Aufwand und Einsparung liegt also bei über 1:3. Seit dem Jahr 1990 wurde durch das Energiemanagement ein Gewinn von 122 Mio. € erwirtschaftet.

Dem Energiemanagement stehen dafür drei verschiedene Instrumente zur Verfügung: das Energiecontrolling, die Betriebsoptimierung und die investiven Maßnahmen (siehe Bild 1).

- **Energiecontrolling**

Potential > 5 %

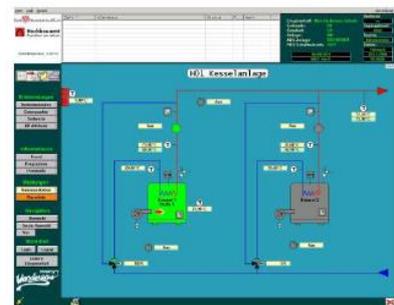
Kosten:Nutzen = 1:5 - 1:10



- **Betriebsoptimierung**

Potential > 15 %

Kosten:Nutzen = 1:3 – 1:5



- **Investive Maßnahmen**

Potential > 30 %

Kosten:Nutzen = 1:1 – 1:2



Bild 1: Wege zum erfolgreichen Energiemanagement
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)

2.3 Automatische Verbrauchserfassung

Daher wird inzwischen mehr und mehr auf die automatische Verbrauchserfassung gesetzt. Dabei werden die Verbrauchswerte meist in Viertelstundenintervallen in dezentralen Datenloggern vor Ort erfasst und über eine Netzwerkinfrastruktur in eine zentrale Datenbank übertragen, wo sie zur Auswertung zur Verfügung stehen. Dafür müssen allerdings zunächst eine Reihe von Voraussetzungen geschaffen werden.

2.3.1 Auswahl der aufzuschaltenden Zähler

Zunächst ist vor Ort für jede Medienart (Heizenergie, Strom und Wasser) ein Zählerschema zu erstellen, aus dem die Hierarchie der Zähler und die Zuordnung zu den einzelnen Verbrauchsbereichen hervorgehen.

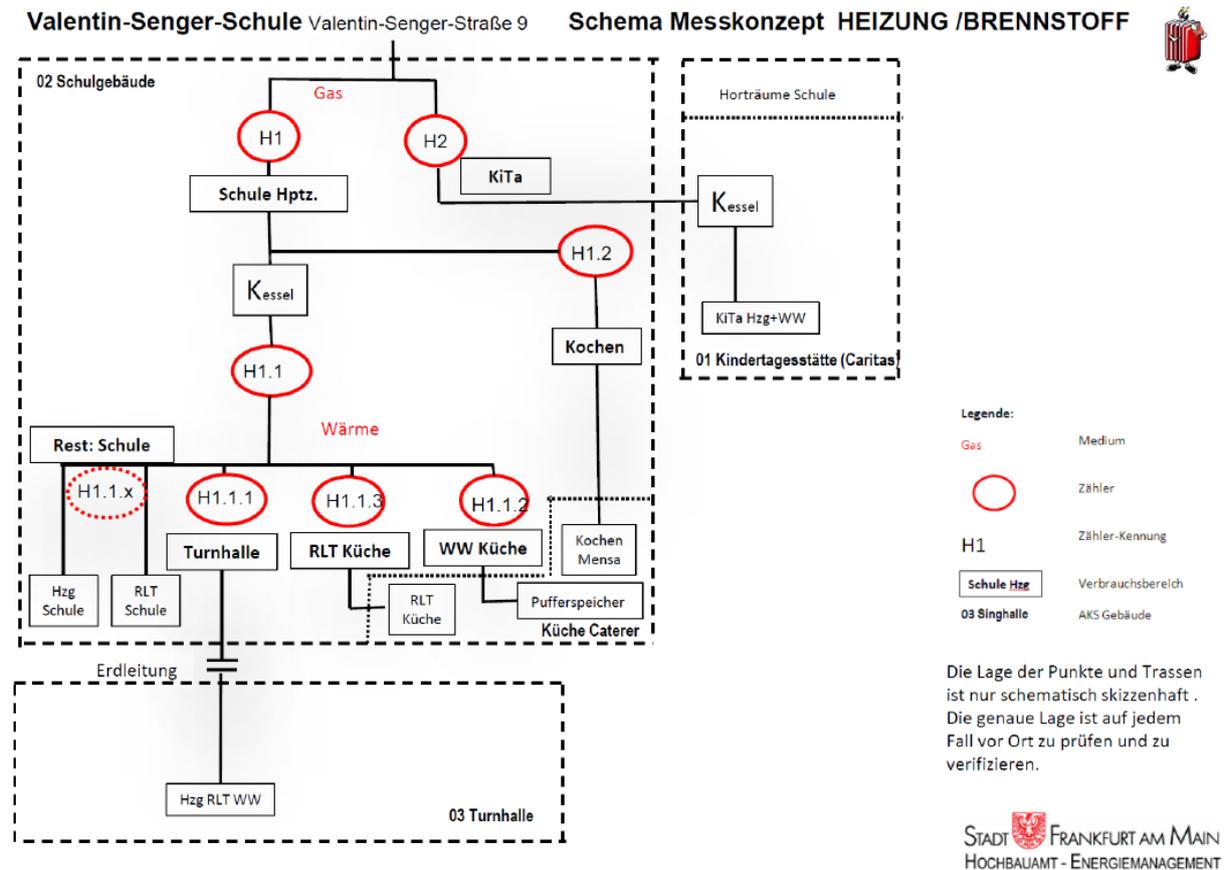


Bild 3: Zählerschema am Beispiel der Valentin-Senger-Schule
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)

Hilfreich ist weiterhin ein Lageplan, aus dem die Standorte der einzelnen Zähler (und damit die Entfernungen zu einem möglichen Datenlogger) ersichtlich sind. Auf dieser Basis ist zu entscheiden, welche Zähler auf die automatische Verbrauchserfassung aufgeschaltet werden sollen.

In den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen der Stadt Frankfurt a.M. ist festgelegt, dass Liegenschaften mit Jahreskosten für Energie und Wasser über 15.000 € (und grundsätzlich alle Schachtwasserzähler) auf die automatische Verbrauchserfassung aufgeschaltet werden sollten. Dabei sind mindestens alle EVU-Verrechnungszähler aufzuschalten. Weiterhin ist für jedes abgeschlossene Gebäude über 500 m² NGF (z.B. Turnhallen) und für jeden Nutzer innerhalb eines Gebäudes (z.B. verpachtete Schulmensen) je ein Verbrauchszähler für Strom, Heizenergie und Wasser anzulegen. Eine Aufschaltung der Zähler auf die automatische Verbrauchserfassung lohnt sich in der Regel, wenn Jahreskosten von mehr als 2.500 € erwartet werden. Bei einem typischen Einsparpotential von 5 % liegt die Einsparung bei 5 % x 2.500 € = 125 €/a und damit noch über den Gesamtkosten von ca. 100 € pro Zähler und Jahr. Bei kleineren Zählern ist die Aufschaltung in der Regel nicht mehr wirtschaftlich, kann aber aus anderen Gründen dennoch sinnvoll sein (z.B. Frostschutz).

2.3.2 Auslesung der Zähler

Im nächsten Schritt muss geprüft werden, ob die Zähler bereits über eine elektronische Schnittstelle verfügen, oder ob ein Zählerwechsel erforderlich ist. Die meisten modernen Zähler sind heute bereits mit einer Vorrichtung zur elektronischen Auslesung ausgerüstet. Dabei unterscheidet man im Wesentlichen zwei Arten von Schnittstellen:

- Potentialfreier Impulsausgang
- M-Bus

Impulsausgang Stromzähler



Impulsausgang Gaszähler



Impulsausgang Wärmehzähler



Impulsausgang Wasserzähler



*Bild 4: Stromzähler, Gaszähler, Wärmehzähler und Wasserzähler mit Impulsausgängen
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)*

In der Stadt Frankfurt wird hauptsächlich der potentialfreie Impulsausgang als Schnittstelle genutzt. Der Vorteil ist, dass diese Schnittstelle preiswert und unkompliziert ist. Der einzige Parameter ist die Impulswertigkeit (z.B. Impulse/kWh oder Impulse/m³) und die Funktionalität der Schnittstelle kann mit einem einfachen Durchgangsprüfer vor Ort getestet werden. Der Nachteil ist, dass mit dieser Technik keine echten Zählerstände übertragen werden, sondern lediglich Verbrauchswerte. Die Technik ist außerdem nicht verrechnungssicher (d.h. sie kann nicht zum Erstellen von Energierechnungen verwendet werden).

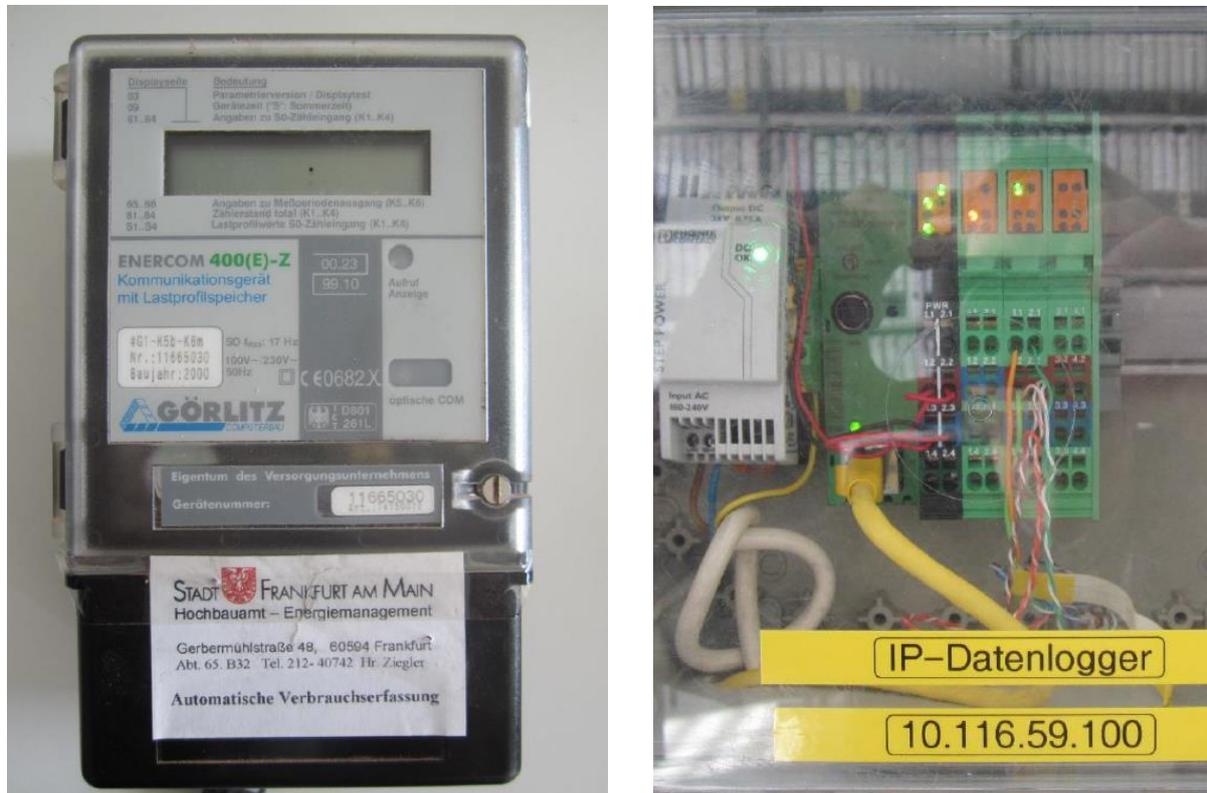
Wenn man die Verrechnungssicherheit benötigt (z.B. beim Vermieter-Mieter-Modell in der Gebäudewirtschaft), dann sollte man den etwas komplizierteren M-Bus einsetzen, der bei der Parametrierung allerdings entsprechende Fachkräfte erfordert.

Der Mehrpreis eines Zählers mit Schnittstelle liegt gegenüber einem konventionellen Zähler wenn überhaupt nur bei wenigen Euro. Teuer wird es nur, wenn der Zähler für die Aufschaltung komplett gewechselt werden muss. Daher empfiehlt es sich, mit dem Messstellenbetreiber (meist identisch mit dem Netzbetreiber) zu vereinbaren, dass bei den nach Eichordnung ohnehin erforderlichen Routinewechseln jeweils Zähler mit geeigneter Schnittstelle eingebaut werden. Dafür entstehen in der Regel keine Mehrkosten.

2.3.2 Datenlogger

Für die Datenlogger stehen im Wesentlichen zwei verschiedene Technologien zur Verfügung:

- Modem-Datenlogger
- IP-Datenlogger



*Bild 5: Modem-Datenlogger und IP-Datenlogger
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)*

In der Anfangszeit der automatischen Verbrauchserfassung wurden fast ausschließlich Modem-Datenlogger eingesetzt. Diese Technik hatte sich bei den EVU bewährt und benötigt lediglich einen einfachen Telefonanschluss. Wenn ein Festnetzanschluss nicht zur Verfügung steht, kann man auch auf ein GSM-Modem ausweichen und das Mobilfunknetz nutzen. Der Vorteil dieser Technik ist, dass man sie auch einsetzen kann, wenn keine Datenanschlüsse in der Nähe der Zähler vorhanden sind. Der Nachteil ist, dass meist ein monatlicher Grundpreis für den Festnetzanschluss bzw. die SIM-Karte zu entrichten ist, eine Leitstelle zum Auslesen der Datenlogger vorhanden sein muss und das Auslesen über die Telefonmodems relativ störanfällig ist.

Deutlich moderner und flexibler sind die sog. IP-Datenlogger, die über ein Netzkabel an das Datennetz angeschlossen werden und über das TCP-/IP-Protokoll kommunizieren können. Hierfür muss zunächst eine entsprechend über Firewalls gesicherte Infrastruktur in Form eines Techniknetzes zur Verfügung stehen. Die IP-Datenlogger verfügen meist über einen kleinen Web-Browser, über den sie fernparametriert werden können und über den man bereits rudimentäre Lastprofile der angeschlossenen Zähler einsehen kann. Die IP-Datenlogger sind darüber hinaus in der Lage, ihre gespeicherten Lastprofile selbsttätig über das FTP-Protokoll auf einen zentralen Fileserver zu übertragen. Sie benötigen also keine Leitstelle mehr.

Die Kosten für einen Datenlogger mit vier Eingangskanälen für die Aufschaltung von bis zu vier Zählern liegen bei ca. 350 €. Hinzu kommen Kosten für die Montage, Verkabelung und Parametrierung.

2.3.3 Datenübertragungswege

Für die Übertragung der Daten zu einem zentralen Server muss eine entsprechende Netzwerkinfrastruktur geschaffen werden. In dem folgenden Bild 6 sind alle Datenübertragungswege zusammengefasst, die derzeit bei der Stadt Frankfurt genutzt werden.

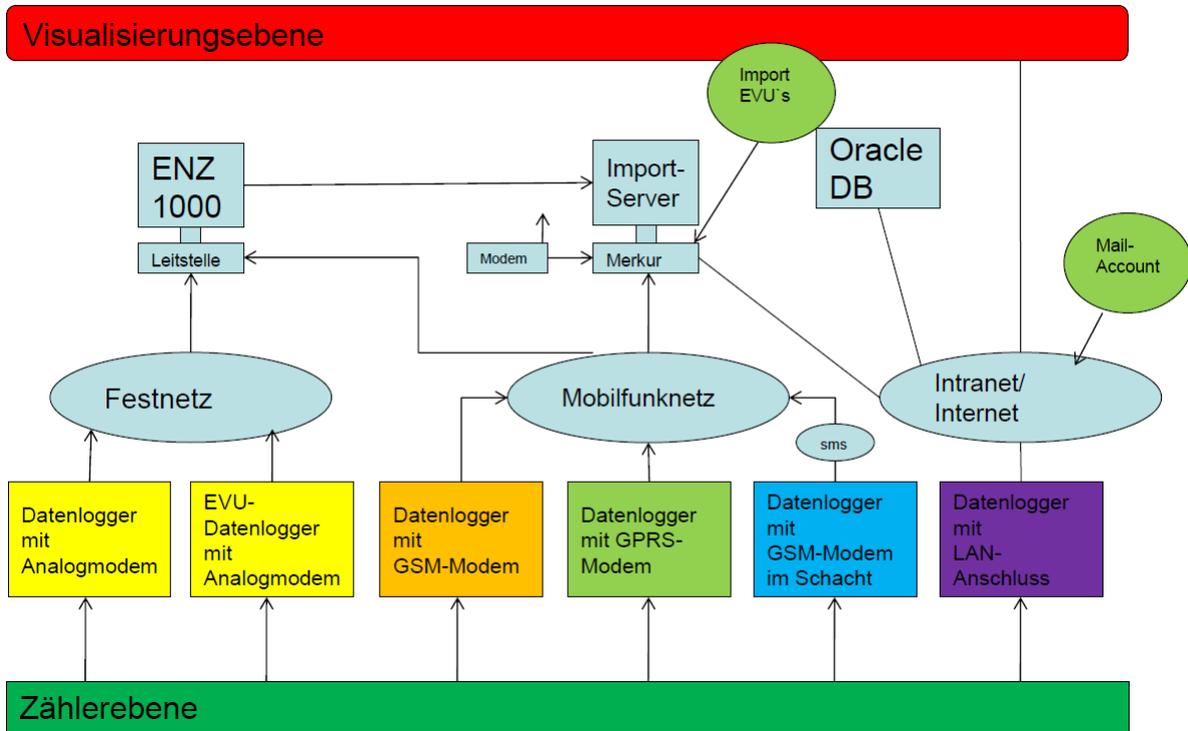


Bild 6: Netzwerk-Infrastruktur bei der Stadt Frankfurt
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)

Sowohl die stadteigenen Datenlogger als auch EVU-eigene Datenlogger werden über das Telefon-Festnetz mit einer Leitstelle ausgelesen. Mit der gleichen Leitstelle werden die Datenlogger mit GSM- und GPRS-Modem und die GSM-Logger in den Schächten ausgelesen. Letztere über SMS, da hierbei nur ein geringerer Energieverbrauch anfällt und die mangels Stromanschlusses notwendigen Batteriepacks weniger belastet werden.

Die Daten aus der Leitstelle werden über einen speziellen Importserver in eine Oracle-Datenbank übertragen. Im Importserver werden auch die Lastprofile importiert, welche die EVU täglich per Mail zur Verfügung stellen. Dies sind insbesondere die Lastprofile aller Stromzähler mit einem Jahresverbrauch über 100.000 kWh, da hier die Messstellenbetreiber nach dem Energiewirtschaftsgesetz zur Bereitstellung der Lastprofile verpflichtet sind.

Die IP-Datenlogger senden, wie bereits erwähnt, ihre Lastprofile per FTP direkt über das städtische Intranet bzw. das Internet an den Importserver, welcher die Daten in die Datenbank überträgt.

2.3.4 Auswertung der Daten

Für die Auswertung stehen auf dem Markt unterschiedliche Softwareprodukte zur Verfügung. Die Stadt Frankfurt a.M. setzt die Software Sol von der Firma Heidec ein. In Bild 7 ist ein typisches Monitorbild für die Web-Visualisierung dargestellt.

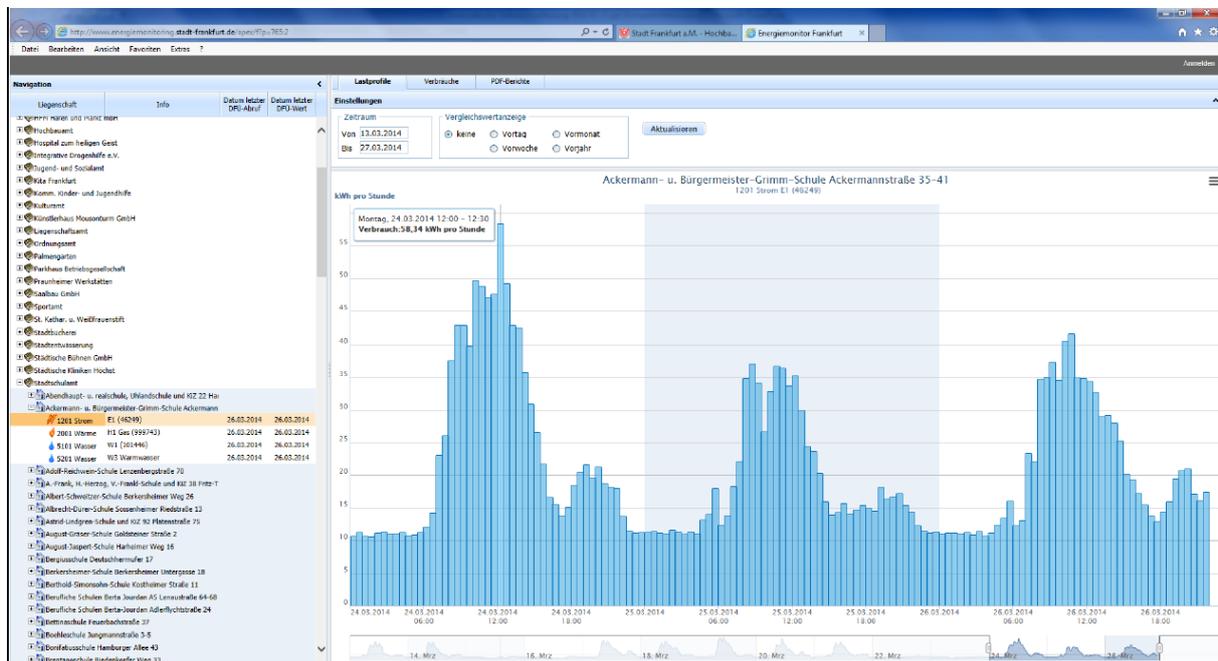


Bild 7: Web-Visualisierung der automatischen Verbrauchserfassung bei der Stadt Frankfurt (Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)

Am linken Bildschirmrand sind die verschiedenen liegenschaftsverwaltenden Ämter, Betriebe und Gesellschaften dargestellt. Beim Anklicken eines Amtes werden die aufgeschalteten Liegenschaften dargestellt und beim Auswählen der Liegenschaft die aufgeschalteten Zähler. Im rechten Bildschirmrand wird das aktuelle Lastprofil des ausgewählten Zählers dargestellt. Der Zeitraum lässt sich in den Einstellungen in der Kopfzeile verändern, außerdem ist ein Zoomen innerhalb dieses Zeitraums mittels zweier Reiter in der Fußzeile möglich. Weiterhin besteht die Möglichkeit sich zum Vergleich den jeweiligen Vortag, die Vorwoche, den Vormonat oder das Vorjahr anzeigen zu lassen. Diese erscheinen dann farblich abgesetzt im Hintergrund.

In der Kopfzeile gibt es neben der Registerkarte „Lastprofile“ auch eine Karte „Verbräuche“, in der die einzelnen Monatsverbräuche dargestellt werden. Weiterhin steht eine Registerkarte „PDF-Berichte“ mit weiteren Auswertungen zur Verfügung.

In Bild 8 sind die Strom-Tagesprofile der Albert-Schweitzer-Schule in der 3. Kalenderwoche 2011 im Vergleich zur 50. Kalenderwoche 2010 dargestellt. Die grünen Flächen markieren die Einsparungen im Januar 2011 gegenüber dem Dezember 2010. Hier wurden unter anderem Nutzungszeiten in den Regelungen sowie Pumpenleistungen dem tatsächlichen Bedarf angepasst, Elektroheizgeräte außer Betrieb genommen sowie Beleuchtungsstärken reduziert. Insgesamt wurden Einsparungen von 40 % bzw. 22.000 € pro Jahr erzielt.

Bild 9 zeigt die Monats-Maxima und -Minima der Stromleistung am Beispiel der Bettina-Schule. Außerdem kann die geordnete Jahresdauerlinie sowie die einzelnen Monatsdauerlinien dargestellt werden. Damit kann man sehr leicht den möglichen Eigenverbrauch von Strom aus Blockheizkraftwerken oder Photovoltaikanlagen abschätzen und damit deren Wirtschaftlichkeit ermitteln.

Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist die Energiesignatur, wo man z.B. den Tagesverbrauch an Heizenergie während der Nutzungszeit über der mittleren Außentemperatur auftragen und damit sehr genau die erforderliche Heizlast bestimmen kann.

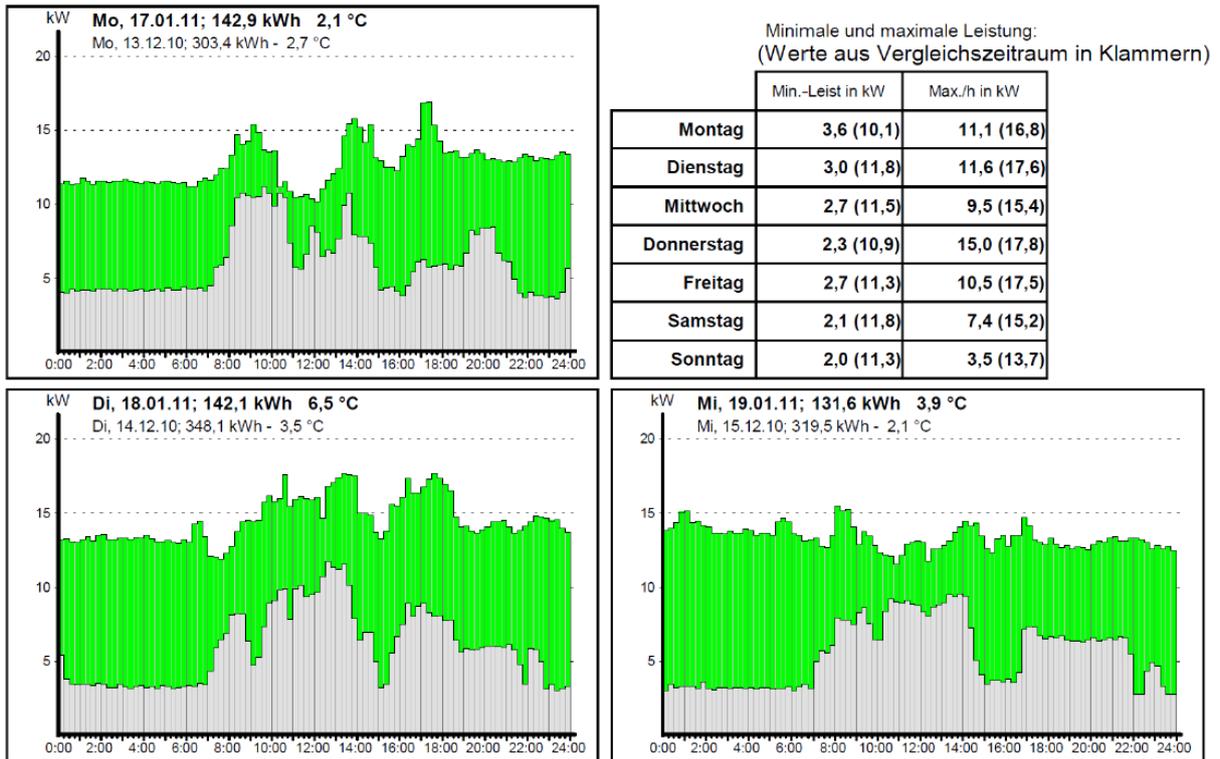


Bild 8: Vergleich von Strom-Tagesprofilen am Beispiel der Albert-Schweitzer-Schule
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)

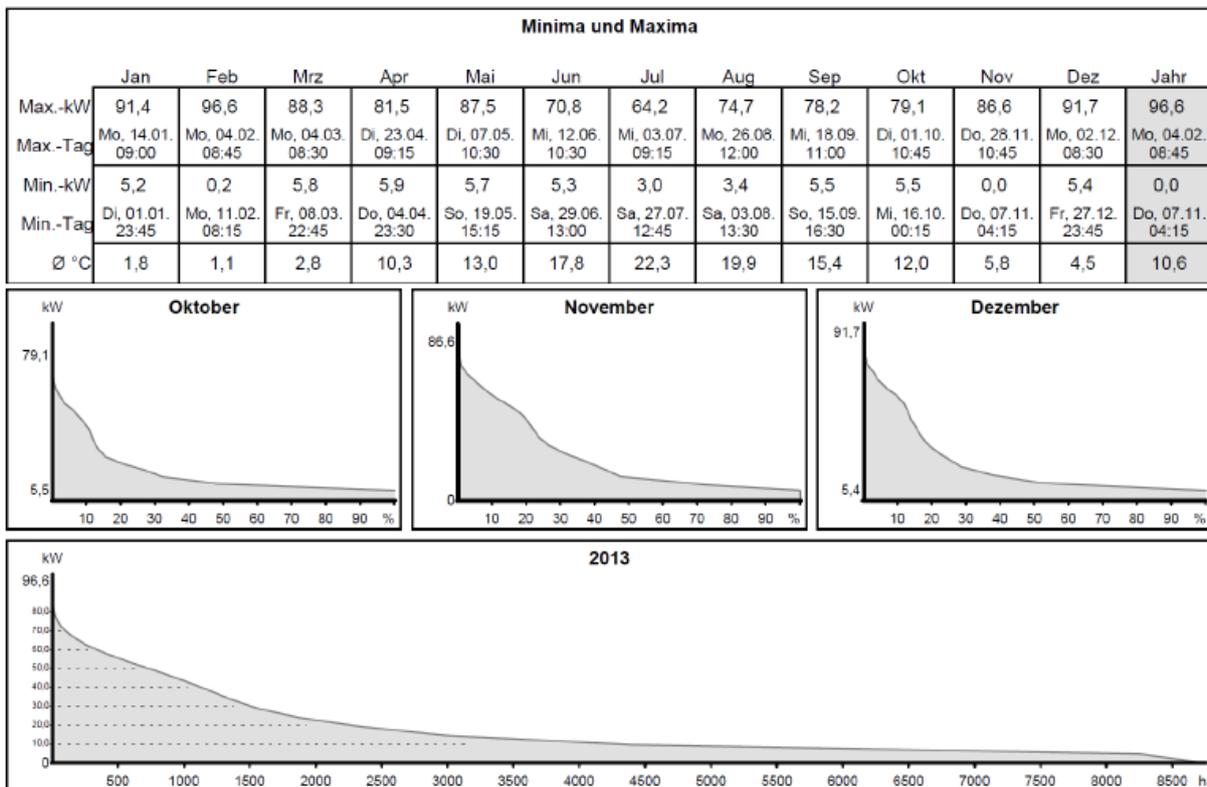


Bild 9: Strom-Leistung Jahresübersicht am Beispiel der Bettina-Schule 2013
(Quelle: Stadt Frankfurt a.M., Abteilung Energiemanagement)

3. Fazit

Mit der automatischen Verbrauchserfassung steht ein sehr wirkungsvolles Werkzeug zum Energiecontrolling zur Verfügung. Da insbesondere die Datenübertragungstechnik relativ aufwändig ist, lohnt sich der Aufbau eines eigenen Systems zur automatischen Verbrauchserfassung nur für größere Kommunen. Es gibt jedoch mehrere Firmen auf dem Markt, die automatische Verbrauchserfassung als externe Dienstleistung anbieten. Die Kosten liegen dann allerdings meist etwas über den 100 Euro pro Zähler und Jahr, die man beim Eigenbetrieb für Zählerschnittstelle, Installation, Betrieb und Instandhaltung einplanen muss.

Abkürzungen

DB	Datenbank, ein System zur elektronischen Datenverwaltung
EVU	Energie-Versorgungs-Unternehmen
FTP	File Transfer Protocol, ein Netzwerkprotokoll zur Dateiübertragung
GPRS	General Packet Radio Service, ein paketorientierter Dienst zur Datenübertragung in GSM-Netzen
GSM	Global System for Mobile Communications, ein Mobilfunkstandard
LAN	Local Area Network, lokales Netzwerk
NGF	Netto-Grundfläche
M-Bus	Metering-Bus, ein Protokoll zur Übertragung von Zählerdaten
SMS	Short Message Service, ein Telekommunikationsdienst zur Übertragung von Textnachrichten
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, Netzwerkprotokoll für das Internet

Quellen

Automatische Verbrauchserfassung, Stadt Frankfurt a.M. 2014.

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Automatische Verbrauchserfassung

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen, Stadt Frankfurt a.M. 2014.

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen