

Pilotprojekt
„Energieverbrauchsmonitoring
in kleinen und mittleren Unternehmen“
Endbericht • Dezember 2011



Verfasser: Energieinstitut der Wirtschaft GmbH

DI Harald Wilmersdorf • Mag. Mario Jandrokovic

Auftraggeber: Österreichischer Klima- und Energiefonds

Auftrag-Nr. B 060407

Wien, Mai 2011

Impressum:

Herausgeber: Energieinstitut der Wirtschaft GmbH
Webgasse 29/3 • 1060 Wien
Tel: +43-1- 343 3430 • Fax: +43-1-343 3430 - 99
office@energieinstitut.net • www.energieinstitut.net

Für den Inhalt verantwortlich: DI Friedrich Kapusta

Redaktion: Mag. Mario Jandrokovic • DI Harald Wilmersdorf

Design und Layout: Mag. Mario Jandrokovic

Verlags- und Herstellungsort: Wien, Dezember 2011

Wenn auf diesen Seiten die weibliche Form nicht der männlichen Form beigelegt ist, so ist der Grund dafür allein die bessere Lesbarkeit.

Es sind jedoch immer beide Geschlechter im Sinne der Gleichbehandlung angesprochen.

© Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet.

Zusammenfassung

Ein Ziel des Pilotprojekts „Energieverbrauchsmonitoring in kleinen und mittleren Unternehmen“ ist es, Rahmenbedingungen zu definieren, die zu einer stärkeren Marktdurchdringung von Energieverbrauchsmonitoringsystemen auch in KMUs führen.

Energieverbrauchsmonitoringsysteme bieten das Diagnosewerkzeug für mögliche Einsparungen, damit Verbrauchsdaten analysiert und Einspar- und Verbesserungsmöglichkeiten erkannt werden.

Im Rahmen dieses Zwischenberichts werden technische Anforderungen für ein funktionierendes Energieverbrauchsmonitoring definiert, ebenso werden geeignete Angebote am Markt vorgestellt und an diesen Anforderungen gemessen.

Das Projekt widmet sich auch der praktischen Anwendung von Messkonzepten in einer Reihe ausgewählter Pilotbetriebe. Dabei zeigen sich die Vorteile, die ein Unternehmen durch die kontinuierliche Messung von Energieflüssen hat, und ebenso die Hemmnisse: Hohe Anschaffungs- und Installationskosten verhindern ebenso die größere Verbreitung von Energieverbrauchsmonitoring in Unternehmen wie die mangelnde Kompatibilität zwischen den Komponenten verschiedener Hersteller. Näher vorgestellt wird eine exemplarische Auswahl von Energieverbrauchsmonitoring-Systemen mit interessanten Lösungen, die zu einer verstärkten Markteinführung solcher Systeme in Klein- und Mittelbetrieben beitragen könnten.

Da im Rahmen des Pilotprojekts keine Finanzierung von Geräten vorgesehen war, wurden im Jahr 2010 intensive Gespräche mit Produkt- und Systemanbietern geführt. Mit der Wien Energie Gasnetz und der E-Control Austria zwei Partner gefunden, die bereit waren, die Kosten der Geräte samt Einbau zu übernehmen. Ende Jänner 2011 wurde das Pilotprojekt gemeinsam mit den Projektpartnern der Wien Energie Gasnetz, der E-Control Austria und dem Ökobusinessplan Wien interessierten Unternehmensvertretern und Energieberatern vorgestellt. Teilnahmewillige Unternehmen konnten sich im Anschluss als Pilotbetriebe bewerben. Gesucht wurde ein möglichst breites Spektrum an Unternehmen: Die Messungen sollten bei Firmen aus dem produzierenden Sektor wie auch bei verschiedenen Dienstleistern erfolgen. Den Unternehmen wurde zudem die Möglichkeit einer begleitenden, geförderten Energieberatung gegeben.

Im Rahmen dieses Projekts soll die Verbrauchsmessung möglichst vieler Komponenten erfolgen – Strom, Erdgas, Frischwasser und Fernwärme erfolgen. Auch Raum- und Außentemperaturen sollen gemessen werden. Unterm Strich: Strom.

Als Resultat des Pilotprojekts sollen einfache, verständliche Anleitungen für Messkonzepte ausgewählter Branchen vorliegen, die den Zugang zu Energieverbrauchsmonitoring sowohl für die Unternehmen als auch für die Energieberater erleichtern. Hier fließen Erfahrungen ein zu Auswahl, Installation und Betrieb der Energieverbrauchsmonitoringsysteme.

Vorerst wurde für einzelne Branchen ein Leitfaden der typischen Verbraucher erstellt, bei denen eine Messung sinnvoll erscheint. Häufig sind dies Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Kälteerzeugung und Beleuchtung. Die Branchen, in denen die wichtigsten Verbraucher ermittelt wurden, sind Bäckereien, Backwarenverkauf, Gastronomie, Hotellerie, Einzelhandel, Fleischverarbeitende Betriebe, Dienstleistungsbetriebe, Druckereien.

Resümee: Wien Energie Gasnetz, E-Control, GOdata, Netconnect.

In einer weiteren Stufe wurden bei einer Reihe interessierter Betriebe Begehungen gemacht, bei denen die Möglichkeiten einer EVM-Messung näher untersucht wurden. *In einigen Fällen war die Durchführung eines Energieverbrauchsmonitorings aus technischen Gründen nicht sinnvoll, in anderen Fällen scheiterte es letztlich an der mangelnden Bereitschaft der Unternehmen, entsprechende Einbauten durchzuführen oder kurze Betriebsunterbrechungen in Kauf zu nehmen.*

In einer ersten Auswahlstufe wurde bei folgenden Betrieben die rasche Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings beschlossen:

- *Gastronomiebetrieb*
- *Dienstleistungsbetrieb*
- *Lebensmittelhandel*
- *Fitnesscenter*
- *Produzent von Spezialkomponenten*

Großunternehmen Lebensmittelbranche, um zu illustrieren, wie Systeme dort elaboriert, und Innovations- und Technologiekluft zwischen kleinen und großen

Schließlich wurden in diesem Bericht auch Installationskonzepte für diejenigen Betriebe näher ausgeführt, in denen der Projektverlauf am weitesten gediehen ist.

Darunter sind ein Gastronomiebetrieb, ein Dienstleistungsbetrieb (Büro), ein metallverarbeitender Betrieb und ein Hersteller von Spezialkomponenten.

Ziel des Projekts war es, idealtypische Messungen für einzelne Branchen zu erstellen. Eine exakte Bemessung der Einsparungen und damit der Amortisationszeiten im Zuge der Messungen war im Zeitraum des Projekts nicht durchführbar, da Investitionen in Energieeffizienz für Unternehmen einen auf Jahre angelegten Prozess bedeuten.

In diesem Zusammenhang ist zu überlegen, welche begleitenden Maßnahmen, wie etwa Förderungen zur Steigerung betrieblicher Energieeffizienz, diesen sich entwickelnden Markt stützen könnten.

Inhalt

Zusammenfassung	2
1. Projekthintergrund	8
2. Möglichkeiten eines Energieverbrauchsmonitoring-Systems	9
3. Anforderungen an ein automatisches Messsystem	14
3.1. Welche Größen sollen gemessen werden?	16
3.2. Mobilität	17
4. Aufbau eines EVM-Systems	18
4.1. Messaufnehmer	18
4.2. Messwandler	19
4.3. Datenspeicherung	19
4.4. Auswertung und Visualisierung	21
5. Überblick über derzeit verfügbare Systeme	22
5.1. Auswertung von Impulsschnittstellen	22
5.1.1. Zähler mit Impulsausgang	24
5.2. Auswertung von M-Bus Sensoren	25
5.2.1. Eine günstige Lösung: Terminal Systems MGW986	25
5.3. Systemlösungen	26
5.3.1. Ennovatis System	26
5.3.2. GoData	27
5.4. Auswertepattformen	28
5.4.1. Siemens Energy Monitoring & Controlling (EMC)	28
5.4.2. www.volkszaehler.org	29
5.4.3. EVM-Energieverbrauchsmonitoring-System (E-Control)	29
5.5. Heizleistung	30
5.6. Empfehlenswerte Schnittstellen für die Zählerauslesung	31
5.6.1. Weitere Schnittstellen	31
6. Ablauf des Pilotprojekts	33
6.1. Begleitende Energieberatung	34
6.1.1. KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung	35
6.1.2. ÖkoBusinessPlan Wien	35
7. Leitfaden für die Erstellung eines Messkonzepts Fehler! Textmarke nicht definiert.	
7.1. Messkonzepte für ausgewählte Branchen	37
7.2. Installationskonzepte für die Pilotbetriebe	37
7.3. Manuelles Monitoring	Fehler! Textmarke nicht definiert.

7.4. EVM-Energieverbrauchsmonitoring-System (E-Control)	41
7.4.1. Fitnesscenter	45
7.4.1.1. Branche	45
7.4.1.2. Unternehmen	46
7.4.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	47
7.4.1.4. Messkonzept.....	48
7.4.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	49
7.4.1.6. Nutzung in der Praxis.....	51
7.4.1.7. Ergebnisse	54
7.4.2. Bürobetrieb	56
7.4.2.1. Branche	56
7.4.2.2. Unternehmen	58
7.4.2.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	59
7.4.2.4. Messkonzept.....	59
7.4.2.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	59
7.4.2.6. Nutzung in der Praxis.....	59
7.4.2.7. Ergebnisse	59
7.4.3. Apotheke.....	61
7.4.3.1. Branche	61
7.4.3.2. Unternehmen	61
7.4.3.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	62
7.4.3.4. Messkonzept.....	62
7.4.3.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	62
7.4.3.6. Nutzung in der Praxis.....	62
7.4.3.7. Ergebnisse	62
7.5. netconnect.....	63
7.5.1. KFZ-Werkstätten.....	64
7.5.1.1. Branche	64
7.5.1.2. Unternehmen	65
7.5.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	65
7.5.1.4. Messkonzept.....	66
7.5.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	67
7.5.1.6. Nutzung in der Praxis.....	67
7.5.1.7. Ergebnisse	68
7.6. GOdata.....	70
7.6.1. Metallverarbeitender Betrieb.....	72
7.6.1.1. Branche	72

7.6.1.2. Unternehmen	73
7.6.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	73
7.6.1.4. Messkonzept.....	74
7.6.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	76
7.6.1.6. Nutzung in der Praxis.....	76
7.6.1.7. Ergebnisse	78
7.6.2. Hotellerie.....	80
7.6.2.1. Branche	80
7.6.2.2. Unternehmen	82
7.6.2.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	83
7.6.2.4. Messkonzept.....	84
7.6.2.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	84
7.6.2.6. Nutzung in der Praxis.....	86
7.6.2.7. Ergebnisse	87
7.7. Vergleich: Energieverbrauchsmonitoring in Großunternehmen	88
7.7.1. Einzelhandel	90
7.7.1.1. Branche	90
7.7.1.2. Unternehmen	92
7.7.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings	92
7.7.1.4. Messkonzept.....	93
7.7.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings.....	95
7.7.1.6. Nutzung in der Praxis.....	95
7.7.1.7. Ergebnisse	96
7.8. Nicht realisierte Energieverbrauchsmessungen	98
7.8.1. Bäckereien	101
7.8.2. Backwarenverkauf	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.8.3. Gastronomie	98
7.8.4. Hotellerie.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.8.5. Einzelhandel	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.8.6. Fleischverarbeitende Betriebe	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.8.7. Dienstleistungsbetriebe.....	58
7.8.8. Druckereien.....	104
7.9. Kriterien in der Branche.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8. Auswahl der Betriebe	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.1. Gastronomiebetrieb 1	100
8.2. Gastronomiebetrieb 2	100
8.3. Druckereibetrieb	105

8.4. Frischlager eines Einzelhandelsunternehmens	107
8.5. Dienstleistungsbetrieb	108
8.6. Produktion von Konditoreiwaren.....	102
8.7. Lebensmittel-Einzelhandel	108
8.8. Altpapierverwerter	109
8.9. Hotels	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.10. Fazit.....	112
8.11. Auswahl Installationskonzepte	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.11.1. Gastronomiebetrieb	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.11.2. Dienstleistungsbetrieb (Büroarbeitsplätze)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.11.3. Metallverarbeitender Betrieb	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.11.4. Produzent von Spezialkomponenten	106
9. Anbieterverzeichnis	116
10. Abbildungsverzeichnis.....	118

1. Projekthintergrund

Energiekosten sind in Klein- und Mittelbetrieben „Chefsache“ – das bewiesen die Ergebnisse einer vom Energieinstitut der Wirtschaft durchgeführten Umfrage zur Energieeffizienz in Österreichs Klein- und Mittelbetrieben¹ ebenso wie die Rückschlüsse aus der Initiative zur Energieeffizienzsteigerung in Klein- und Mittelbetrieben². Den Energiekosten wird somit einigermassen hohe Bedeutung zugemessen, eine eingehendere Beschäftigung mit dem Thema, etwa in Form genauerer Untersuchungen, findet jedoch kaum statt: dafür sind für gewöhnlich keine zeitlichen, personellen und auch monetären Ressourcen im erforderlichen Ausmaß vorgesehen. Die Abrechnung mit dem Energieversorger erfolgt meist nur einmal im Jahr. Der Energiebedarf kann somit weder zeitlich aufgelöst noch einzelnen Verbrauchern zugeordnet werden. Will man Einsparpotenziale oder fehlerhafte Geräteeinstellungen ohne großen Personalaufwand erkennen, können Energieverbrauchsmonitoring-Systeme (EVM) ein technisches Hilfsmittel sein, das die notwendigen Messdaten bereitstellen.

Energieverbrauchsmonitoring-Systeme machen die Energieflüsse eines Unternehmens anschaulich. Dabei werden die wichtigsten Verbraucher sowie die Hauptanschlusszähler mit automatischen Messsystemen ausgestattet, die die Zählerwerte in regelmäßigen Intervallen in eine zentrale Datenbank übermitteln. Die gesammelten Messdaten werden anschließend automatisch ausgewertet und tabellarisch oder grafisch für den Energieverantwortlichen aufbereitet. Systeme mit automatischem Meldesystem haben den Vorteil, dass die zuständigen Personen unmittelbar Rückmeldung erhalten, sobald das Messsystem ungewöhnlich hohe Verbrauchsdaten registriert. Fehlerhafte Maschinen oder Bedienungsfehler können somit rasch erkannt und behoben werden. Zusätzlich ist es nützlich, wenn der momentane Energieverbrauch direkt im Betrieb visuell dargestellt wird. So eine direkte Rückmeldung kann motivierend auf Mitarbeiter wirken, am Energiesparen zu partizipieren oder sogar selbstständig nach Einsparpotenzialen zu suchen. Darüber hinaus kann der Erfolg von gesetzten Verbesserungsmaßnahmen laufend kontrolliert werden.

Derzeit gibt es allerdings Hemmnisse für einen vermehrten Einsatz von solchen Systemen: Hohe Anschaffungs- und Installationskosten sowie eine mangelnde Kompatibilität zwischen verschiedenen Herstellern sind mit die größten Hürden, weshalb sich Energieverbrauchsmonitoring-Systeme nicht am Markt etablieren. Es wären daher offene, standardisierte Übertragungsprotokolle einzufordern, damit Geräte leicht ausgetauscht werden können und sich gleichzeitig die Gerätekosten durch einen offenen Wettbewerb reduzieren.

Die Betrachtungen dieser Studie zielten somit auf eine Optimierung des Zieldreiecks aus niedrigen Anschaffungskosten, Investitionssicherheit und einfacher Handhabung ab. Dafür wurde ein Überblick über bestehende EVM-Systeme gemacht, außerdem wurde bei den eingebundenen Unternehmen auf jene Faktoren geachtet, die sich motivierend auf den Einsatz eines Energieverbrauchsmonitorings auswirken beziehungsweise Hemmnisse darstellen. Anhand dieser Pilotbetriebe wurden auch Erfahrungswerte gemacht, was in einzelnen Branchen für ein möglichst unaufwändiges und zielführendes Energieverbrauchsmonitoring notwendig sein kann. Anhand dieser Beispiele für branchentypische Messkonzepte und deren Realisierung in der Praxis sollen Unternehmen wie auch Energieberatern den Zugang zu Energieverbrauchsmonitoring erleichtern.

¹ Vgl. www.energieinstitut.net/portal/page/portal/EIW_HOME/PROJEKTE/Erhebung%20KMU

² Vgl. www.kmu-scheck.at

2. Möglichkeiten eines Energieverbrauchsmonitoring-Systems

Richtig eingesetzt, bieten Energieverbrauchsmonitoring-Systeme umfassende Möglichkeiten zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens. Solche Systeme können dann besonders zielführend sein, wenn sie eingebettet sind in gültige Regeln des Energiemanagements. Das heißt, dass die Verantwortlichkeiten für Energie klar definiert sind und die Steigerung von Energieeffizienz mit professioneller Unterstützung durch einen Energieberater nach Zielvorgaben erfolgt.

Wird der Energieverbrauch einzelnen Bereichen oder Maschinen zugeordnet, erhöht sich die innerbetriebliche Kostentransparenz. Maschinen und Mitarbeiter können somit auch an ihrem Energieverbrauch pro Produktionseinheit gemessen werden. Die Auslastung von Maschinen erfolgt dann auch nach energetischen Gesichtspunkten. Zusätzlich können bei Neuanschaffungen die Herstellerangaben zum Energieverbrauch einer Anlage kontinuierlich kontrolliert werden. In den Wartungs- und Garantieverträgen würde so auch der maximale spezifische Energieverbrauch berücksichtigt werden. Das erhöhte Kostenbewusstsein übt dann auch Druck auf Hersteller aus, der in einem stärkeren Angebot an energieeffizienten Maschinen resultieren würde. Beim Neuerwerb von Maschinen wird den Lebenszykluskosten zunehmend Aufmerksamkeit geschenkt: Das Bestangebot wird nicht lediglich nach dem Bestpreis bemessen, sondern auch nach den Folgekosten, also dem Energieverbrauch und Wartungsaufwand, und nach der Amortisationszeit einer Anschaffung, die zwar hochpreisiger, jedoch energieeffizienter ist.³

Bei der Anschaffung neuer Geräte ist für Unternehmen der ökonomische Aspekt primär relevanter als der ökologische, doch spielt es eine zunehmend wichtige Rolle, den Energie- und Rohstoffaufwand zur Herstellung eines Produktes zu kennen und so dem Produkt einen ökologischen Fußabdruck oder produktspezifische Kohlenstoffdioxid-Emissionen zuordnen zu können.⁴ Es ist zu erwarten, dass Konsumenten diese Angaben bald verstärkt in ihren Kaufentscheidungen berücksichtigen werden.

Im Falle von Maschinen im Produktionsbereich ist es äußerst hilfreich, wenn auch jeder einzelne Mitarbeiter aus dem System optische Rückmeldungen über den Energieverbrauch der von ihm betreuten Maschine erhält. Beispiele aus Unternehmen belegen, dass so die Motivation der Mitarbeiter erhöht und mehr Bewusstsein dafür geschaffen wird, aktiv nach Einsparpotenzialen zu suchen und die Verbesserungsvorschläge intern zu kommunizieren. Es ist zu betonen, dass das Aufnehmen und Abspeichern von Messdaten dabei nur ein wichtiger Schritt ist. Ganz wesentlich ist es, diese Daten an die Mitarbeiter in verständlicher Form und möglichst unmittelbar zugänglich zu machen. Wenn der Verbrauch nicht direkt dem beteiligten Mitarbeiter vor Ort – etwa per Display – sichtbar gemacht wird, sondern lediglich die Daten abgespeichert werden, so steigt die Wahrscheinlichkeit, dass de facto ein Daten-Endlager produziert wird und Effekte in Richtung erhöhter Ersparnis ausbleiben.

Die Verbrauchsanzeige in KFZ ist ein anschauliches Beispiel für unmittelbares „Energieverbrauchsmonitoring“: Gerade „Sparmodelle“ operieren mit anschaulichen Grafiken, mit denen die Lenker zu einer eigenen Spritspar-Benchmark animiert werden. Auch von der deutschen

³ Die Seite www.topprodukte.at bietet Übersicht nach besonders energieeffizienten Produkten, die aktuell am österreichischen Markt bezogen werden können.

⁴ Für die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks stehen zahlreiche Online-Tools zur Verfügung wie z.B.: www.footprintrechner.at; www.footprint.at; www.jungk-bibliothek.at/fussabdruck; www.footprint.org

Bahn wurden Energieverbrauchsanzeigen entwickelt, die Lokführern direkte Rückmeldung darüber geben, wie effizient ihre Fahrweise ist. Der Ehrgeiz der Mitarbeiter wird zusätzlich durch Energiespartage oder -wettbewerbe und die Honorierung besonderer Einsparbemühungen angestachelt. Insgesamt habe man so schon 310.000 Tonnen CO₂ eingespart, so die Deutsche Bahn: „Allein zwischen Hamburg und München kann ein Lokführer in einem ICE bei günstigen Bedingungen und geschickter Fahrweise rund 4.000 Kilowattstunden Strom einsparen – so viel wie eine vierköpfige Familie im Jahr verbraucht.“⁵

Auch die Instandhaltung einzelner Anlagenteile kann durch ein Energieverbrauchsmonitoring-System optimiert werden und so zur Materialeffizienz beitragen. Steigt zum Beispiel die Leistungsaufnahme eines Ventilators, könnte dies auf einen verstopften Filter hindeuten. Wird der Verbrauch kontinuierlich beobachtet, kann der Austausch des Filters bedarfsgerecht nach dem tatsächlichen Verschmutzungsgrad erfolgen, und dies trägt sowohl zum Energiesparen als auch zur Schonung des Geräts bei.

Ist die benötigte Energie für Heizung und Warmwasser als Durchschnitt mehrerer Jahre bekannt, kann bei Auslegung einer neuen Heizungsanlage die Größe des neuen Heizkessels besser an die Bedürfnisse des Unternehmens angepasst werden. Ein Vergleich der Lastgangkurve für Heizung und Warmwasser mit der solaren Einstrahlung zeigt schnell, welchen Beitrag eine Solaranlage zum Heizungssystem des Unternehmens leisten könnte (siehe Abbildung 1).

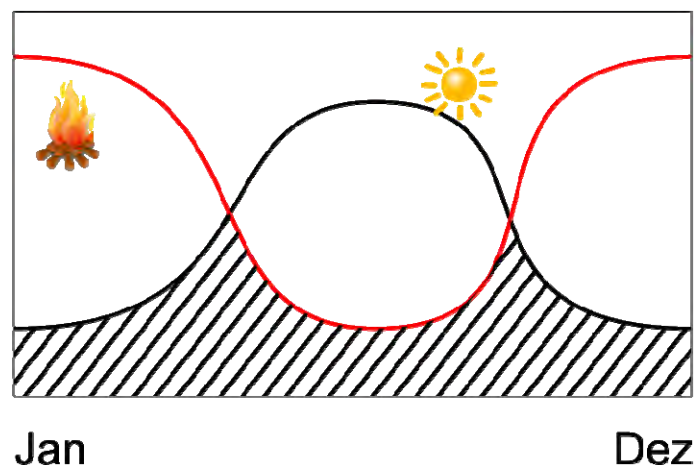


Abbildung 1: Solarer Deckungsgrad durch Vergleich der Einstrahlung mit der Heizlast

Es ist denkbar, dass zukünftig steuerliche Vorteile für energieintensive Betriebe an das Vorhandensein von Kontrollsystemen für den Energieverbrauch gekoppelt sein werden. Die Einführung eines Messsystems mit finanziellen Anreizen verbunden sein: Damit würde die Marktdurchdringung mit Energieverbrauchsmonitoringsystemen gesteigert, als Folge davon ist eine gesteigerte Sensibilisierung der Unternehmen für Energieverbrauchsdaten absehbar. Wenn Energieverbrauchsmonitoring in einer Vielzahl von Betrieben eingesetzt wird, besteht die Möglichkeit, dass hier eine Datenbank mit Energieverbrauchsdaten angelegt wird, in der

⁵ Vgl. www.deutschebahn.com/site/bahn/de/nachhaltigkeit/umwelt/klimaschutz/energiesparendes_fahren/energiesparendes_fahren.htm

Unternehmen die Energieverbräuche einzelner Bereiche anonymisiert ablegen können und dadurch Branchen-Kennwerte kontinuierlich aktuell gehalten werden. So hätten die Unternehmen Zugang zu relevanten Vergleichszahlen. Durch die Messung vieler Einzelbereiche wäre es möglich, Vergleiche auf bestimmte Betriebseinheiten zu fokussieren. Beispiele für solche Branchen-Benchmarks sind:

- Energieaufwand pro Gast in einem Vier-Sterne-Hotel ohne Wellnessbereich
- Energieaufwand in der Produktion pro kg Backware
- Energieaufwand der Küche pro zubereiteter Mahlzeit
- Energieaufwand pro m² Offset-Druckerzeugnisse.

Hat das Unternehmen einen höheren spezifischen Energieverbrauch als seine Mitbewerber, ist hier auf einfache Weise ablesbar, dass Handlungsbedarf besteht. Im Falle steigender Energiepreise wird der Überblick über den eigenen Energieverbrauch zu einem wichtigen Faktor der Wettbewerbsfähigkeit. Solche Messungen sind in zahlreichen Bereichen einsetzbar. Auch für Betreiber von Photovoltaik-Anlagen ist es beispielsweise von Vorteil, den Ertrag mit jenem ähnlicher Anlagen zu vergleichen. Dadurch können Fehlfunktionen sowie notwendige Reinigungs- oder Wartungsarbeiten rechtzeitig erkannt werden.

Derzeit gehört die Nutzung solcher Informationen noch nicht zum Standard der Betriebsführung. Geänderte Marktbedingungen könnten die Verfügbarkeit der entsprechenden Informationen fordern. Systeme, die den Anspruch haben, kompatibel zu sein mit einer zentralen Datenauswertung samt Benchmarking, müssten in diesem Fall Normen für das Ablesen und Auswerten der Daten einhalten. Einfachere Energieverbrauchsmonitoringsysteme, die sich eher im Kostenrahmen kleiner und mittlerer Unternehmen bewegen und eventuell nur temporär zum Einsatz kommen, können diese Normen voraussichtlich nicht gänzlich erfüllen.

2.1. Smart Meters für den Strombereich

Noch gibt es in Österreich keine Regelungen für die Einführung derartige Systeme auf nationaler Ebene, allerdings hat die Energie-Control GmbH im Juni 2010 einen Leistungskatalog für Smart Metering-Systeme im Strombereich vorgestellt, der als Leitlinie für alle Marktteilnehmer dient, und diesen einer öffentlichen Konsultation unterzogen. Ein wichtiges Ziel dabei ist es, die Kompatibilität der einzelnen Systeme und Systemkomponenten untereinander zu gewährleisten.

Zielgruppe sind Verbraucher mit einem Jahresverbrauch von bis zu 100.000 kWh pro Jahr und einer Anschlussleistung von weniger als 50 kW – dies sind in erster Linie private Haushalte und KMU; Stromkonsumenten mit höherem Verbrauch können vom Energieversorger kostenlos ihre Lastgangdaten erhalten.

Dieser Katalog soll die Unterstützung offener Standards und Normen forcieren und in Zusammenarbeit mit der Branche sicherstellen, dass Kompatibilität und Interoperabilität zwischen Smart Meters der einzelnen Energieträger erreicht wird.

Digitale, fernauslesbare Elektrizitätszähler (Wechselstrom- bzw. Drehstromzähler) für den Einsatz in Smart-Metering-Systemen sollen...

- laut den derzeitigen gesetzlichen Eichvorschriften geeicht sein und den entsprechenden Genauigkeitsgrenzen entsprechen
- mit einer internen Uhr ausgestattet sein. Die Kalenderfunktion muss über das System jederzeit bereitgestellt werden können. Des Weiteren muss eine Synchronisationsfunktion vorhanden sein, die es dem Netzbetreiber ermöglicht, zumindest einmal täglich, eine Synchronisierung des Geräts vorzunehmen
- über eine bidirektionale Kommunikationsanbindung verfügen, die eine Kommunikation in beide Richtungen erlaubt (Input/Output)
- dazu in der Lage sein, von Anlagen des Netzbenutzers bezogene oder in das Netz eingespeiste Energie korrekt und in den lt. Mess- und Eichvorschriften festgelegten Verkehrsfehlergrenzen zu messen und im Inneren des Gerätes abzuspeichern
- Zählerstände, sowie das Datum und den Zeitstempel, in einem Intervall von 15 Minuten, messen und abspeichern können (jeweils die von den Anlagen des Netzbenutzers bezogene oder in das Netz eingespeiste Energie)
- über genügend Register verfügen, dass zumindest vier unterschiedliche Tarifzeitfenster pro Tag erfasst werden können. Dadurch soll gewährleistet werden, dass den Kunden auf Anfrage täglich abwechselnde, individuelle und zeitbezogene Tarifmodelle angeboten werden können
- in der Lage sein, alle oben angeführten, erfassten und gespeicherten Daten mindestens 40 Kalendertage im Speicher des Geräts zu aufzubewahren
- zumindest einmal täglich alle bis 0:00 Uhr dieses Tages erfassten Daten ausgeben bzw. abfragen können. Die erhobenen Daten sind dabei bis spätestens 08:00 Uhr des darauf folgenden Tages zu übertragen. Sämtliche Kommunikation ist geeignet zu verschlüsseln und abzusichern um Unberechtigten den Zugriff nicht zu ermöglichen
- gewährleisten, dass im Falle einer Trennung vom Netz bzw. einem Ausfall der Versorgungsspannung alle Daten solange gespeichert bleiben, dass eine lückenlose Rekonstruktion der Zählerstände bzw. verrechnungsrelevanten Daten möglich ist
- es möglich machen, die Anlage des Netzkunden ferngesteuert abzusperren bzw. freizugeben, sowie deren maximalen Bezug an elektrischer Leistung zu begrenzen
- über den Kommunikationsport P2 bei Bedarf die Möglichkeit bieten, mit mindestens 4 externen Mengengeräten die Kommunikation in beide Richtungen aufzubauen und die Datenübertragungen für diese Geräte zu unterstützen. Diese Möglichkeit ist zur Unterstützung von synergetischen Anwendungen im Sinne von Energiemanagement notwendig
- über den Kommunikationsport P3 bei Bedarf eine Schnittstelle zur Kommunikation mit einer vom Kunden bereitgestellten externen Anlage unterstützen
- über ein Informationsdisplay am Zähler verfügen. Das Display muss den aktuellen eichrechtlichen Vorschriften entsprechen
- dem Kontrollzentrum im Falle jedes nicht näher spezifizierten Fehlers sofort ein Status bzw. Fehlerprotokoll in geeignetem Format übermitteln können

- in der Lage sein, ferngesteuerte Software-Updates, unter Berücksichtigung des geltenden Mess- und Eichgesetzes (nicht eichpflichtiger Teil), empfangen und verarbeiten zu können. Während des Update-Vorgangs muss der Smart Meter-Zähler die Werte aller Register speichern können und weiterhin bezogene bzw. eingespeiste Energie der angeschlossenen Kundenanlage erfassen können
- die Erfassung von Zeitpunkt, Dauer und Anzahl der Versorgungsunterbrechungen und weiteren Spannungsqualitätsparameter zulassen, wie z.B. Über- und Unterspannungen und Kurzzeit- und Langzeitunterbrechungen
- über eine verständliche, deutschsprachige, kundenfreundliche Bedienungsanleitung verfügen, die jedem Netzbenutzer der einen entsprechenden fernauslesbaren Smart Meter eingebaut bekommt, in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt wird

Die im Leistungskatalog formulierten Kriterien, die eine zentrale Auswertung von Energiedaten ermöglichen würden, können bei technisch einfachen, preiswerteren Optionen für Energieverbrauchsmonitoring kaum erfüllt werden. Solche Systeme verfügen beispielsweise über keine geeichten Zähler, sie sind jedoch ganz entscheidende Einstiegshilfen, die das Unternehmen für den Nutzen von Energieverbrauchsmessungen bei Kontrolle und Planung sensibilisieren können.

3. Anforderungen an ein automatisches Messsystem

Damit Energieverbrauchsmonitoring auch stufenweise in den betrieblichen Ablauf eingebaut werden kann, sollte ein EVM-System modular aus hierarchischen Teilebenen aufgebaut sein. Sind die Schnittstellen zwischen den einzelnen Ebenen gut dokumentiert, kann das System auch noch nach Jahren um neue Messgrößen und Auswertemöglichkeiten ergänzt werden.

Von Vorteil ist es, im Rahmen des Monitorings möglichst viele Faktoren zu berücksichtigen: Wenn etwa Abwasser- und Abluftströme, Temperatur und Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden, gibt es gute Prognosemöglichkeiten, wie schnell sich Investitionen in neue Geräte oder Anlagen amortisieren. Bei einer Wärmepumpe, die mit warmem Abwasser arbeitet, ist es etwa notwendig, die Jahres-Lastgangkurve zu kennen.

Das Leistungsspektrum von Energieverbrauchsmonitoring-Systemen überschneidet sich teilweise mit dem von einer Gebäudeautomatisierungstechnik und von Prozesssteuerungssystemen. Ihre primäre Aufgabe ist allerdings das Messen von Verbrauchsdaten und Zustandsgrößen. Die Verbrauchsdaten werden anschließend analysiert, um Einspar- und Verbesserungsmöglichkeiten zu erkennen. Eine direkte Regelung von Prozessen ist nicht vorgesehen. Durch die bei EVM-Systemen üblichen niedrigen Geschwindigkeiten und großen Ausleseintervalle könnten überdies nur sehr träge Prozesse geregelt werden. Sobald jedoch automatische Steuerungsfunktionen durch das Energieverbrauchsmonitoring-System ausgelöst werden, steigt die Anforderung an dessen Zuverlässigkeit. Ansprüche an die Zuverlässigkeit verteuern die Systeme aber exponentiell. Die Möglichkeiten zur Anlagenregelung werden daher explizit nicht in den Anforderungskatalog eines EVM-Systems übernommen. Mit Hilfe der Messdaten kann und soll aber die optimale Regelung von Maschinen und Anlagen kontrolliert werden. Ist zu erwarten, dass nicht nur eine reine Messung, sondern auch eine Steuerung von Verbrauchern für einen effizienten Energieeinsatz notwendig ist, sollte die Anschaffung einer Haus- / Gebäude- / Prozessleittechnik in Erwägung gezogen werden. Eine Gebäudeleittechnik bietet die Möglichkeit, Fenster, Verriegelungen, Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung und Verschattungsanlagen bedarfsgerecht zu steuern.

EVM-Systeme alleine bieten nur das Diagnosewerkzeug für mögliche Einsparungen. Die Rentabilität eines EVM-Systems kann somit nicht im Voraus abgeschätzt werden. Die Messsysteme sollten daher möglichst kostengünstig in der Anschaffung, der Installation und im Betrieb sein. Das EVM-System soll einen Zusatznutzen bringen, ohne den Betrieb zu behindern. Es muss auch so flexibel sein, dass es leicht an die Eigenheiten des Unternehmens angepasst werden kann. Auch dürfen die Zähler den Produktionsprozess in keiner Weise beeinflussen. Defekte Zähler sollen durch fehlende Messdaten, nicht durch dunkle Produktionshallen bemerkt werden.

Die Installation der Messgeräte muss von Elektro- und Installationsbetrieben mit Standardfachwissen ausführbar sein. Genauso ist es eine Anforderung, dass defekte Zähler rasch und einfach austauschbar sind.

Um den Unternehmen Investitionssicherheit beim Ankauf eines EVM-Systems zu garantieren, sollten nur Messgeräte mit standardisierten, offen protokollierten Schnittstellen eingesetzt werden. Nur so ist eine herstellerunabhängige Austausch- oder Erweiterbarkeit über eine große Zeitspanne gewährleistet.

Die Erweiterungsfähigkeit des Systems ist von essenzieller Bedeutung: Vor der Installation der Messgeräte ist es oft unklar, welche Geräte oder Bereiche genau gemessen werden sol-

len. Oft zwingen auch bescheidene Finanzmittel zu einem möglichst sparsamen ersten Messkonzept, in dem vor allem die Hauptanschlussleitungen der wichtigsten Medien mit zusätzlichen Zählern ausgestattet werden. Durch Analysieren dieser ersten Messwerte ist oft zu erkennen, wo zusätzliche Zähler benötigt werden.

Eine detaillierte Sammlung von Energieverbrauchsdaten lässt auch Rückschlüsse auf Produktionsdaten zu. Die Daten sind daher gegen unbefugten Zugriff zu sichern. In größeren Unternehmen sollte der Benutzerzugriff demnach auch nach Unternehmensbereichen sowie der dargestellten Detaillierungstiefe geregelt werden.

Damit ein Energieverbrauchsmonitoring-System die betriebliche Effizienz steigern kann, sollen die Messdaten auch den Mitarbeitern zugänglich gemacht werden, und zwar in einer einfach verständlichen Form. Je nach Unternehmen werden dabei unterschiedliche Auswertungen notwendig sein. Die Anforderungen an die Systemrückmeldungen können dabei selten schon zu Beginn definiert werden. Somit ist auch hier eine spätere Erweiterbarkeit gefordert.

Die Auswertemöglichkeiten der Messwerte sollten auch nicht an das Angebot des Messsystem-Herstellers gebunden sein, denn das bringt Einschränkungen mit sich. Dazu wäre es aber notwendig, dass es am Markt Standards für die einzelnen Schnittstellen eines EVM-Systems (*siehe Abschnitt 5.6*) gibt. Für die Speicherung der Messdaten wäre es sinnvoll, eine einheitliche Struktur zu definieren, nach der die Werte in einer ANSI-SQL92-konformen Datenbank abgespeichert werden können. Dadurch können die Daten leicht in andere, z.B. ERP-Systeme übergeführt werden. Auch die Daten systemfremder Sensoren oder Aufzeichnungen, wie etwa von Wetterdiensten, wären dann leicht und automatisiert in das System zu integrieren. Synergieeffekte zu bestehenden Messeinrichtungen sollten nach Möglichkeit genutzt werden: In Kühl- und Lagerräumen werden Temperatur- und Feuchtigkeitswerte meist permanent überwacht und protokolliert. Genauso müssten sich händisch erfasste Zählerstände ergänzen lassen. Ein gutes, offen protokolliertes Datenbankdesign stellt in dem Messsystem eine wesentliche Komponente dar. Es ermöglicht die Integration von externen Sensoren, die Kopplung mit anderen Energieverbrauchsmonitoring-Systeme (Filialstandorte) und die Erweiterbarkeit des Systems. Auch kann eine Interaktion mit Computerprogrammen geschaffen werden, die automatische Energieverbrauchsberichte versenden oder Alarmmeldungen beispielsweise auch Mobiltelefonen zugänglich machen.

Eine weitere Anforderung an das System wäre es, dass auch Kalender eingepflegt werden können, sodass die Möglichkeit besteht, Betriebsferien oder Feiertage automatisch in das System zu übernehmen.

Indirekte Messungen

Ein automatisiertes, komplexes technisches Messsystem ist allerdings nicht unbedingt Grundvoraussetzung für ein funktionierendes Energieverbrauchsmonitoring. Wenn eine hohe zeitliche Auflösung nicht erforderlich ist, können auch indirekte Messungen ihren Zweck erfüllen. Regelmäßiges Ablesen und Dokumentieren der Verbrauchsstände erfüllt, in vereinfachter Form, denselben Zweck wie ein automatisches Messsystem, das auch nur dann seinen Zweck erfüllt, wenn die Daten aktiv analysiert werden und daraus Maßnahmen zur Energieeinsparung resultieren.

Eine Zwischenstufe hin zum Aufbau eines kompletten automatisierten Energieverbrauchsmonitorings ist der Anbau von Subzählern, die jedoch nicht automatisiert ausgelesen werden. Dieses manuelle Monitoring erspart die Verkabelung der Sensoren und die Anschaffung

eines Datenkonzentrators. Subzähler mit externen M-BUS-Datenschnittstellen ermöglichen einen zukünftigen Ausbau hin zu einem automatischen System. Wird eine automatische Auswertung benötigt, muss das System noch um einen M-BUS-Datenkonzentrator und die Verkabelung ergänzt werden.

Ein manuelles Monitoring kann somit als Vorstufe eingesetzt werden. Die automatische Auswertung ist dann in jenen Bereichen ergänzt werden, in denen sich herausgestellt hat, dass kleinere Ausleseintervalle notwendig sind, um die Energiemessdaten schlüssig interpretieren zu können.

Ein unbestrittener Vorteil eines automatisierten Messsystems bleibt, dass bei indirekten Messungen vermehrt Dokumentationslücken und Ablesefehler auftreten.

3.1. Welche Größen sollen gemessen werden?

Ein Energieverbrauchsmonitoring-System ist vor allem zur Verbrauchsmessung folgender Größen gedacht:

- Elektrische Arbeit
- Erdgas
- Frischwasser
- Fernwärme und -kälte

Damit die Aufwände für die Heizenergie geprüft werden können, sollten auch die Raum- und Außentemperaturen gemessen werden können.

Weitere Größen sind für tiefergehende Analysen wünschenswert:

- Druckmessungen um Druckverluste im Druckluftleitungen zu quantifizieren
- Gaszusammensetzungen – Über eine Messung der Kohlenstoffdioxid-Konzentration in Innenräumen kann die Funktion einer Lüftungsanlage kontrolliert werden
- Dampfmessungen

Eine Messung dieser Größen gehört allerdings mehr in den Aufgabenbereich einer Prozesssteuerung und wird somit nicht näher betrachtet. Fokus in diesem Projekt sollen leistbare, einfache System sein.

Damit die Daten aus dem Energieverbrauchsmonitoring-System auch für Abrechnungszwecke⁶ nutzbar sind, sollen die eingesetzten Messgeräte die MID-Richtlinie erfüllen. Zwar sind Messgeräte, die diese Richtlinie erfüllen, in der Anschaffung etwas teurer, doch ist der Preisunterschied unwesentlich im Vergleich zur Summe der Gesamtkosten inklusive Installation. Solche Geräte bringen in Perspektive den Vorteil, dass die Messungen für Verrechnungen oder verrechnungsähnliche Zwecke eingesetzt werden können.

⁶ Auch die Aufzeichnung von einem produktbezogenen Energieaufwand, zur Kennzeichnung eines CO₂-Fußabdrucks ist als Abrechnung zu werten.

3.2. Mobilität

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Erhebung von Verbrauchsdaten sei hier noch erwähnt, der im Rahmen dieser Studie jedoch nicht behandelt wird: die Erfassung von Kilometerleistung und Treibstoffverbrauch.

Gerade Betriebe, die ihre Produkte selbst zustellen, sollten die Kilometerleistung und den Treibstoffverbrauch ihrer Fahrzeugflotte bei Energieverbrauchsmessungen mit in Betracht ziehen. Diese könnte eventuell mit einem Abgleich der Treibstoffkostenstelle mit einem automatisierten Fahrtenbuch erfolgen. So können die Fahrzeuge mit einem hohen spezifischen Treibstoffverbrauch rasch identifiziert werden. Diese Daten liefern auch eine wichtige Basis, um die Auslastung des Fahrzeugs, die Transportroute und den Fahrstil zu optimieren.

Hilfestellung erhalten Unternehmen (wie auch Kommunen) dabei durch das klima:aktiv mobil-Programm des Lebensministeriums, das eine umfassende Palette an Förderungen von Maßnahmen zur Treibstoffreduktion anbietet – von der Routenoptimierung über den Erwerb energieeffizienterer Fahrzeuge bis hin zur Umstellung auf alternative Antriebe. Darüber hinaus werden auch Spritspar-Trainings für Mitarbeiter finanziell unterstützt⁷.

P.S.: Wie bereits erwähnt, ist das unmittelbare Feedback über den Ad-hoc-Verbrauch ein sehr wesentliches Kriterium für ein wirksames Energieverbrauchsmonitoring. In einer steigenden Zahl von Fahrzeugen werden solche Verbrauchsanzeigen serienmäßig angeboten.

⁷ Vgl. www.mobilitaetsmanagement.at

4. Aufbau eines EVM-Systems

Die hohen Kosten eines EVM-Systems sind derzeit auch darin begründet, dass nur wenige Schnittstellen mit offenen Standards definiert sind. Dadurch lassen sich auch die Angebote unterschiedlicher Anbieter nur schwer vergleichen. Speziell bei Komplettsystemen, bei denen von Messsensor bis zur Auswerte- und Visualisierung-Software alle Komponenten von einem Anbieter geliefert werden, ergibt sich eine hohe Bindung an diesen. Für Softwareanpassungen und -erweiterungen sowie die Integration neuartiger Messsensoren ist man ebenfalls auf den Willen und die Fähigkeiten des einen Anbieters angewiesen. Im Folgenden wird daher ein Vier-Schichten-EVM-System vorgeschlagen. Die Kommunikation zwischen jeder Schicht basiert auf offenen Standards, und um jede Schicht kann sich ein eigener Wettbewerb entfalten.

Messsysteme können somit im Nachhinein flexibel an die Bedürfnisse des Unternehmens angepasst werden. Gerade bei so großen Investitionen, wie sie ein EVM-System erfordert, steigt die Bereitschaft für eine Anschaffung, wenn garantiert ist, dass man sich nicht für genau einen Anbieter und ein System entscheiden muss. Gerade bei Werkzeugen wie EVM-Systemen, deren Potenzial erst im laufenden Betrieb erkannt wird, ist dies ein entscheidendes Kriterium. Alle Daten werden in einer genau definierten Struktur abgelegt, wodurch sich nur ein minimaler Integrationsaufwand bei einem Umstieg auf eine andere Visualisierungslösung ergibt. Zusätzlich können die standardisierten Verbrauchsdaten leicht in andere elektronische Systeme der Firmenbuchhaltung integriert werden.

Das vier-Schichten-Modell besteht aus der Schicht des Messaufnehmers inklusive der Signalübertragung, der Schicht des Messdatenwandlers, der Schicht der Datenspeicherung und der Schicht der Auswertung und Visualisierung. Den Aufbau dieses Modells illustriert Abbildung 3 auf der nächsten Seite.

4.1. Messaufnehmer

Im Bereich der Messaufnehmer empfiehlt sich der Einsatz von Open-Metering-Sensoren. Open Metering basiert auf dem M-Bus und Wireless-M-Bus Standard. Dieses Protokoll wurde auch von den europäischen Energieversorgern als Standard-Protokoll für zukünftige Verrechnungen im Rahmen von Smart Metering ausgewählt. Daher ist davon auszugehen, dass durch die hohe Nachfrage der Energieversorger die Stückpreise von Energiekostenzählern stark sinken werden. Speziell bei den Messaufnehmern ist es dabei wichtig, auf zukunftsfähige Technologiestandards zu setzen, da diese durch Fachkräfte installiert werden müssen. Alle anderen Komponenten des Messsystems lassen sich leichter und vor allem ohne Betriebsunterbrechung austauschen.

Der Energieeigenverbrauch eines Messsensors sollte auf alle Fälle sehr gering sein und sich im Milliwatt-Bereich befinden. Der Eigenverbrauch geeichter Zähler nach Norm EN 62056-21 bewegt sich für gewöhnlich bei unter 0,3 W.

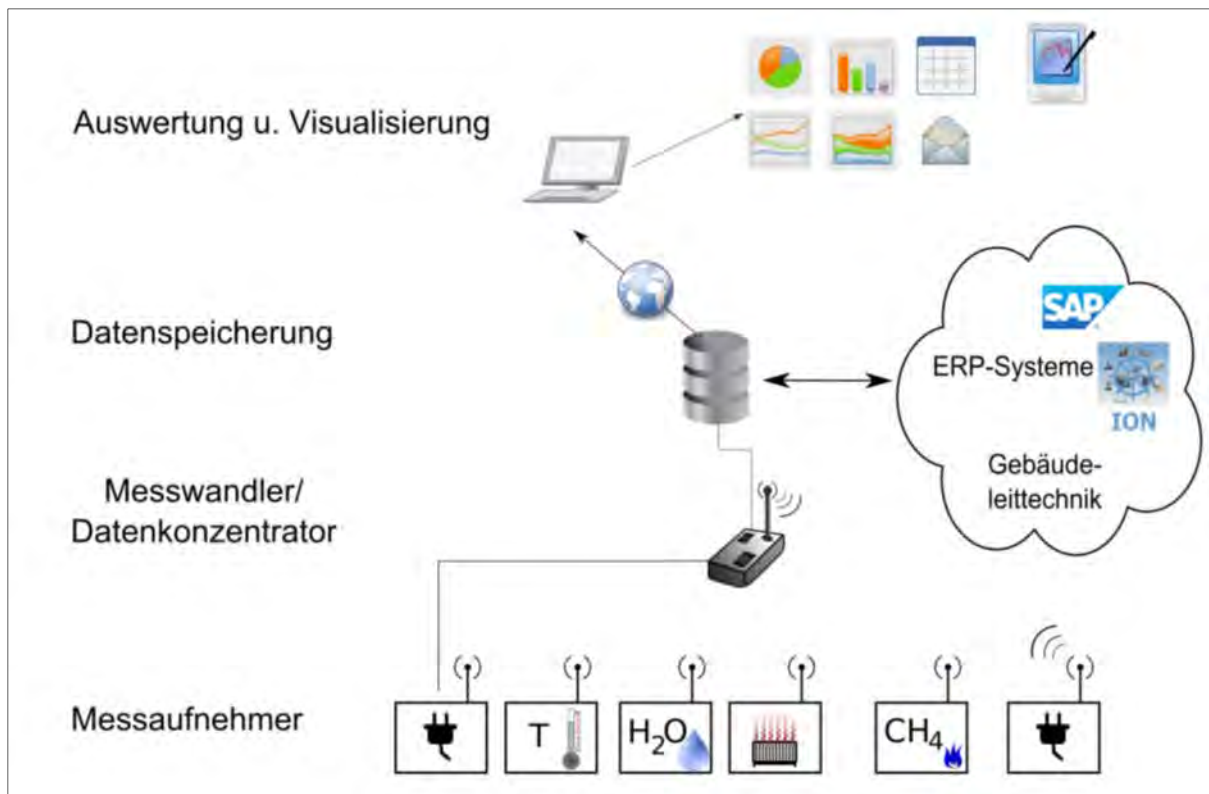


Abbildung 2: Datenbankstruktur für die Speicherung von Messdaten

4.2. Messwandler

Der Messwandler hat die Aufgabe, die Verbrauchsdaten von mehreren Zählern zu erfassen und einer Weiterverarbeitung zuzuführen. Die Schnittstelle zur Weiterverarbeitung wird zu meist als Computernetzwerk-Anschluss ausgeführt sein. Werden die Messdaten jedoch extern weiterverarbeitet, können sie auch über GSM oder UMTS-Mobilfunk übertragen werden.

4.3. Datenspeicherung

Um eine Austauschbarkeit von einzelnen Schichten zu gewährleisten, ist eine standardisierte Speicherung der Messdaten unerlässlich. Für die Speicherung der Messdaten ist daher ein XML-Textformat zu definieren, das unter anderem die folgenden Speicherfelder pro Messsensor erfasst:

- ID • Zeitstempel • Messwert 1 • physikalische Einheit • Messort • Medium • Messart • Tarif
- Bezugsrichtung (Bezug oder Lieferung)

Zusätzlich zur Speicherung müssen die Messdaten auch validiert werden, damit fehlerhafte Messwerte aussortiert werden können.

Alternativ oder ergänzend können die Daten auch in einer dezidierten Datenbank abgelegt werden. Dies ermöglicht eine einfache Verknüpfung der unterschiedlichsten Messdaten oder Unternehmenskennzahlen. Auf dieser Ebene erfolgt auch der Zugriff von ERP-Systemen, um automatisch Energieverbrauchsdaten in die betriebliche Kostenplanung einzupflegen. Eine mögliche Datenbankstruktur für die Speicherung von Messdaten zeigt Abbildung 3.

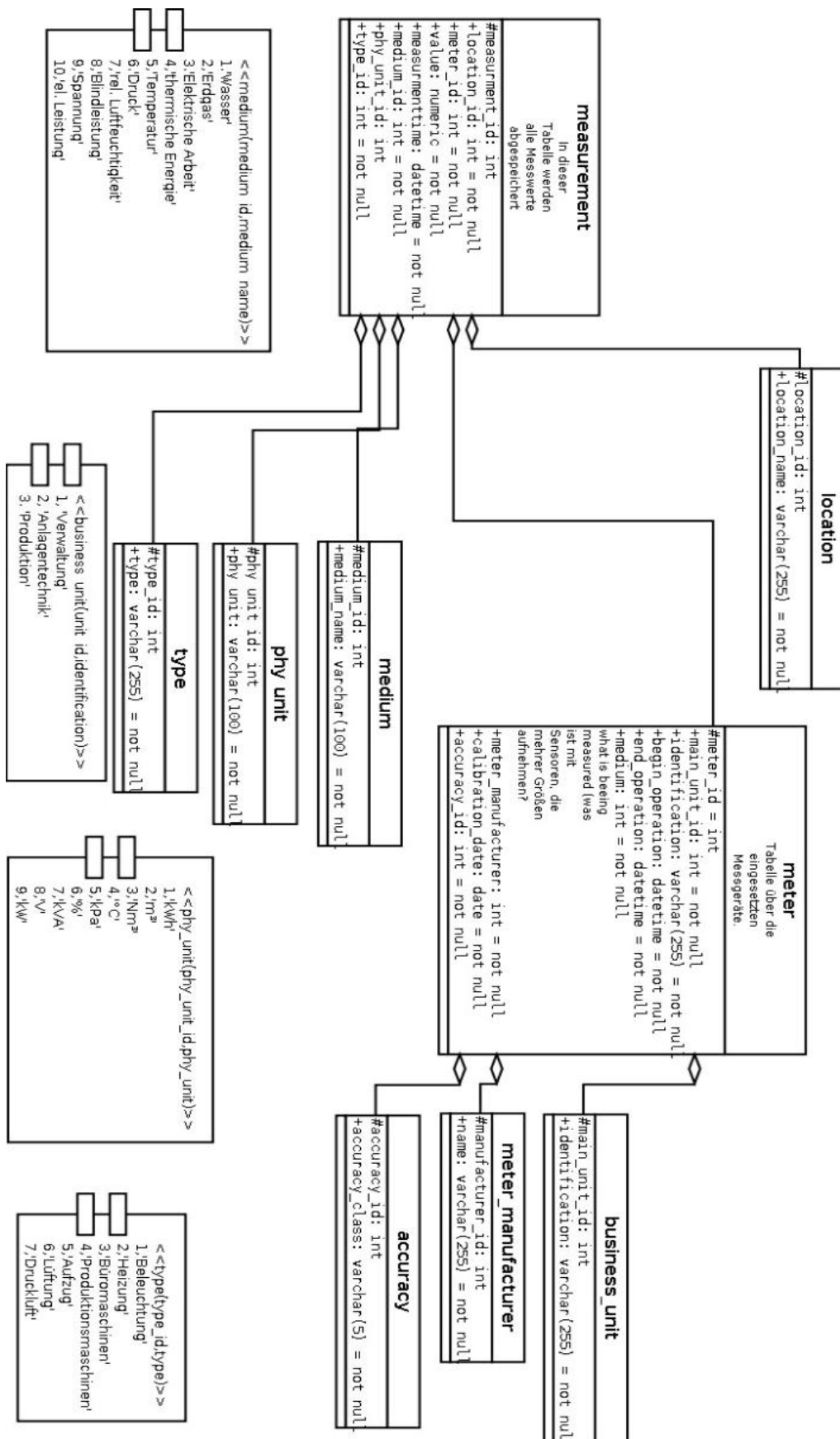


Abbildung 3: Aufbau eines Energieverbrauchmonitoring-Systems (Muster)

4.4. Auswertung und Visualisierung

In dieser Schicht kann die ganze Kreativität zur anschaulichen Darstellung und Überwachung von Energieverbrauchsdaten eingesetzt werden. Wenn die Auswertung auf das beschriebene definierte Datenformat zugreifen kann, ist nur sehr geringer Anpassungsaufwand an die Art und den Umfang einer Energiemessung notwendig. Eine Anpassung kann bei einer entsprechenden Gestaltung der Benutzeroberfläche auch von betriebsinternen Personen übernommen werden.

Den Auswertungsmöglichkeiten sind hier keine Grenzen gesetzt:

- In einer einfachsten Form sind die Verbrauchsdaten über eine Weboberfläche zugänglich und visualisierbar.
- Zusätzlich sind automatisiert erstellte monatliche oder wöchentliche Verbrauchsstatistiken denkbar, die dem Energieverantwortlichen per E-mail zu gesendet werden.
- Warnmeldungen oder Statusinformationen könnten auch direkt auf dem Mobiltelefon angezeigt werden.
- Die direkte Rückmeldung an das Bedienpersonal könnte über elektronische Bildschirme erfolgen, die direkt in der Produktion angebracht werden.

Oberste Priorität bei der Visualisierung ist es, keine überbordende Datenfülle zu kommunizieren sondern die Daten auf wenige Informationen zu fokussieren, die für die jeweilige Person oder Zielgruppe wesentlich sind, und diese anschaulich und nachvollziehbar aufzuarbeiten.

5. Überblick über derzeit verfügbare Systeme

In diesem Abschnitt wird eine Auswahl kommerziell erhältlicher Energieverbrauchsmonitoring-Systeme vorgestellt. Eine Liste am Dokumentende gibt eine größere Übersicht über Anbieter. Hier wurden nur einzelne Systeme näher betrachtet, die in Komponenten für eine verstärkte Markteinführung von Energieverbrauchsmonitoringsystemen in Klein- und Mittelbetrieben als geeignet erscheinen. Die Systembeschreibungen wurden auf Basis der von den Herstellern bereitgestellten Information erstellt. Sämtliche Preisangaben sind als unverbindliche Richtwerte zu verstehen und als Nettopreise angegeben.

5.1. Auswertung von Impulsschnittstellen

Die günstigste Variante zum Aufbau eines Energieverbrauchsmonitoring-Systems realisiert man durch die Auswertung von Impulsschnittstellen, wie sie an günstigen Verbrauchszählern oft vorhanden sind. Die beiden vorgestellten Systeme sind dabei auf die Anbindung von S0-Schnittstellen ausgelegt, wie sie schon in günstigen Zählern für elektrische Wirkenergiezähler verfügbar sind. An Messgeräte, die nur mit einem optischen Impulsausgang ausgestattet sind, kann mit Hilfe eines Optokopplers eine S0-Schnittstelle nachgerüstet werden. Messgeräte mit mechanischen Zählwerken, wie sie in Gas- und Wasserzählern zu finden sind, lassen sich oft für eine automatische Auslesung nachrüsten: Meist ist in eine Ziffer des mechanischen Zählwerks ein Magnet eingesetzt, dessen Umdrehungen mit einem Reed-Kontakt abgetastet werden können. Solche Reed-Kontakte sind schon um wenige Euro erhältlich. Von manchen Geräteherstellern werden aber auch auf das jeweilige Zählermodell angepasste Nachrüst-Module angeboten.

Impulsschnittstellen können aber nicht mit einem Bussystem ausgewertet werden. Von jedem Zähler muss daher ein eigenes Adernpaar zu dem Messdatensammler geführt werden. Die Länge einer jeden Anschlussleitung ist, der DIN-Norm entsprechend, auf maximal einen halben Meter beschränkt. Nach Herstellerangaben sind jedoch Leitungslängen bis zu zehn Metern möglich. Speziell bei langen Leitungen ist aber darauf zu achten, dass die Impulsübertragung nicht durch externe elektromagnetische Felder gestört wird. Über eine Impulsschnittstelle werden gewichtete Impulse übertragen. Dies bedeutet, dass pro Verrechnungseinheit (z.B. kWh oder m³) eine definierte Anzahl an Impulsen übertragen wird. Die Impulswertigkeit (Impulse/Einheit) muss für jedes Messgerät im Aufzeichnungsgerät eingetragen werden.

Ist der Messdatensammler außer Betrieb, können keine Messdaten registriert werden, und es entstehen Aufzeichnungslücken. Ein Stromausfall stellt dabei jedoch kein Problem dar, da in diesem Zeitraum auch die gemessenen Verbraucher von elektrischer Energie und Erdgas⁸ meist außer Betrieb sind. Aufzeichnungslücken durch eine Fehlfunktion des Messdatensammlers sind durch eine manuelle Ablesung der Zählerstände zu korrigieren.

Zwei typische Vertreter von Impulsdatensammlern sollen hier exemplarisch vorgestellt werden: der *Webcount Energy* von Wiesemann&Theis und der *4 S0-Kanal Linux Datenlogger* von busware.de.

⁸ Gasbrenner sind mit einer elektrischen Zündvorrichtung ausgestattet und schalten sich bei einem Stromausfall meist selbstständig ab. Auch alle Umwälzpumpen sind elektrisch betrieben.

Der 4 S0-Kanal Datenlogger ist derzeit nur als Produktmuster zu einem Preis von 200.- Euro inklusive Netzteil erhältlich. Pro Datensammler können vier Zähler angeschlossen werden. Durch ein USB-Erweiterungsmodul können weitere vier Zähler angeschlossen werden. Das Gerät benötigt einen Anschluss an das Computernetzwerk, damit die Messdaten aus der Ferne ausgelesen werden können. Die Daten werden auf einem integrierten Webserver bereitgestellt. Einfache grafische Auswertungen können direkt im Webbrowser dargestellt werden (siehe Abbildung 4). In größeren Betrieben sollten mehrere dieser Geräte zum Einsatz kommen. Die Geräte können aber so konfiguriert werden, dass sie ihre gesammelten Messdaten auf einen zentralen Datenbankserver abspeichern. Das Gerät arbeitet mit einem Standard Debian GNU/Linux Betriebssystem und ist daher flexibel erweiterbar. Debian GNU/Linux ist darüber hinaus das am weitesten verbreitete Server-Betriebssystem im deutschsprachigen Raum, mit einem breitgefächerten Angebot an kommerziellem Support. Für einen Einsatz in großen Betrieben mit vielen, weit verstreuten Messstellen wäre zu prüfen, ob dieses Produkt mit einem W-LAN Modul nachgerüstet werden kann, damit auch eine drahtlose Datenübertragung möglich ist.

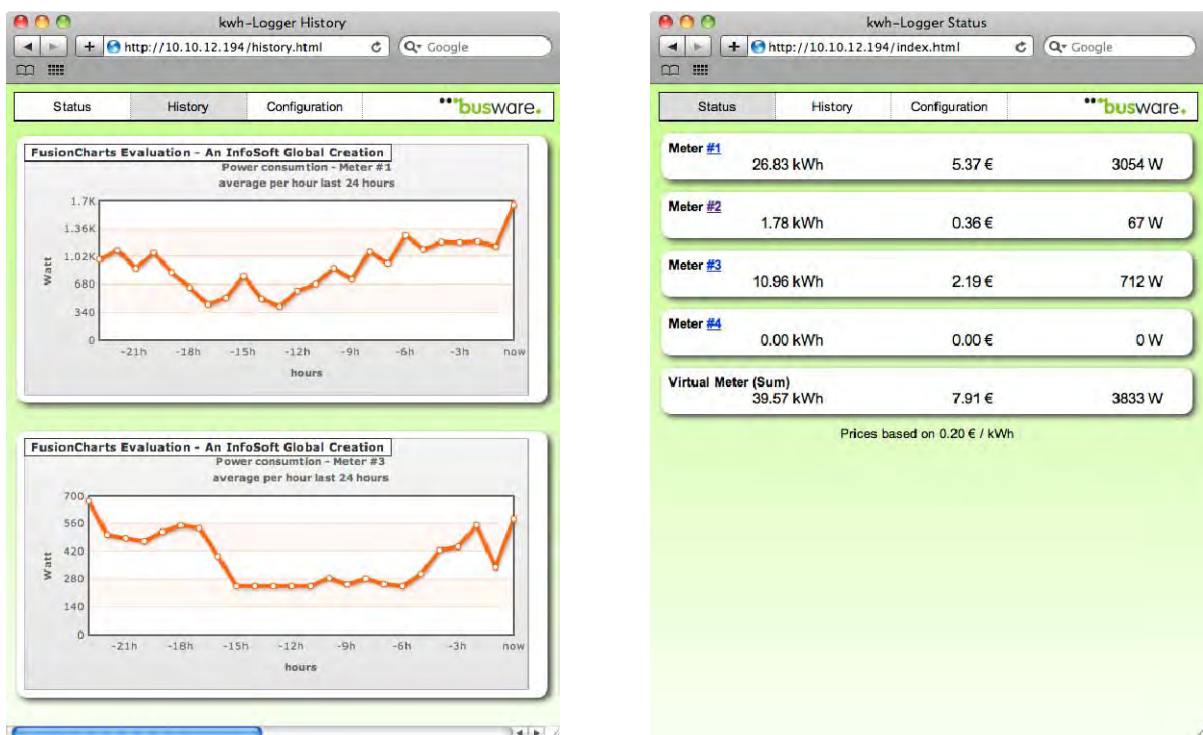


Abbildung 4: Auswertung über das Webinterface des busware Datenloggers

Der Webcount Energy, siehe Abbildung 5, ist in seinen Grundfunktionen dem busware Datenlogger sehr ähnlich. Er ist inklusive Netzgerät zu einem Preis von circa 420.- Euro erhältlich. Damit die gesammelten Daten aus der Ferne ausgelesen werden können, muss der Webcount Energy ebenfalls mit dem Computernetz des Unternehmens verbunden werden. An einen Messdatensammler können bis zu sechs Zähler mit Impulsschnittstelle angeschlossen werden. Die Spannungsversorgung kann direkt über das Netzkabel oder



Abbildung 5: Webcount Energy Datenlogger

durch ein externes Netzgerät erfolgen. Die gesammelten Messdaten werden auf unterschiedliche Weise dem Benutzer zur Verfügung gestellt: Über eine Webschnittstelle kann auf die Messdaten mit Hilfe eines Webbrowsers zugegriffen werden. Die Daten können aber auch automatisch per E-Mail verschickt oder auf andere Server übertragen werden. Des Weiteren können im Gerät Ereignisse definiert werden, bei deren Eintreten automatisch Berichte versendet werden. Diese Berichte können über E-Mail, aber auch direkt über die Netzwerkprotokolle Syslog, UDP, TCP, SNMP versendet werden. Wiesemann & Theis bietet ein Zusatzgerät, die „Motherbox“, um 220.- Euro an, welche die Messdaten von beliebig vielen Datensammlern abrufen und zentral speichern kann. Dieses System kann auch Werte von Temperatursensoren empfangen und aufnehmen.

Ob die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit einer Auswertung von Impulsschnittstellen für Verrechnungszwecke geeignet ist, kann nicht beurteilt werden. Die tatsächlichen Zählerstände sind jedoch immer auch an den Messgeräten direkt ablesbar.

Die beiden vorgestellten Datensammler haben nur einen sehr geringen elektrischen Leistungsbedarf (zwischen 1 und 3 Watt). Sie sind nur für die Impulzzählung geeignet, die Einbindung anderer Messwerte muss über eine zentrale Datenbank erfolgen. Wenn mehrere Datensammler in einem Betrieb eingesetzt werden, ist eine Datenbank aber ohnehin erforderlich. Sollen die Messdaten in regelmäßigen Intervallen automatisiert zusammengefasst werden zu Energieverbrauchsberichten, ist dafür noch ein individueller Programmieraufwand vorzusehen. Der zeitliche Aufwand für diese Berichtsprogrammierung ist stark von den individuellen Anforderungen des Unternehmens abhängig und kann daher nicht abgeschätzt werden.

5.1.1. Zähler mit Impulsausgang

Für die vorgestellten Geräte zur Messdatenerfassung von Impulsschnittstellen steht eine große Bandbreite an Verbrauchszählern zur Verfügung. Dabei ist mit folgenden Stückpreisen zu rechnen: Zähler für die elektrische Wirkarbeit sind in ein- und dreiphasiger Ausführung ab 40.- bzw. 100.- Euro erhältlich. Die maximale Stromaufnahme dieser Zähler liegt im Bereich von 80 A. Höhere Ströme können mit Wandlermessungen erfasst werden, dafür empfehlen sich dann aber Messgeräte mit anderen, höherwertigeren Datenschnittstellen.

Kalt- und Warmwasserzähler mit Impulsausgang sind um 47.- bzw. 55.- Euro erhältlich. Viele Bestandsgeräte verfügen aber schon über eine Impulsschnittstelle und müssten nur mit einem entsprechenden Aufnehmer nachgerüstet werden.

5.2. Auswertung von M-Bus Sensoren

Das M-Bus Protokoll ist ein standardisiertes Feldbusprotokoll zur Verbrauchsdaten-Erfassung. Einzelne Protokollabschnitte können von den Messgeräteherstellern aber frei belegt werden, wodurch keine volle Kompatibilität zwischen unterschiedlichen Geräten möglich ist. Wird ein Zählermodell von einem Messdatensammler nicht unterstützt, kann dies meist durch eine Software-Aktualisierung des Sammlers behoben werden. Zähler für das M-Bus Protokoll sind etwas teurer als Geräte mit Impulsschnittstelle, bieten aber in der Verkabelung und in der Ausfallsicherheit Vorteile. M-Bus Geräte übermitteln keine Verbrauchsdaten, sondern Zählerstände. Bei einem Ausfall des Messdatensammlers verliert man nur Informationen über die zeitliche Auflösung – die Zählerstände werden immer so wie sie am Gerät angezeigt werden übermittelt. Nach der M-Bus-Spezifikation können an einem bis zu 2500 Meter langen Bus-Kabel bis zu 254 Geräte angeschlossen werden. In der Praxis ist die Anzahl der anschließbaren Geräte oft deutlich niedriger und abhängig von dem Intervall der Datenauslesung und den verwendeten Zählertypen. Je kleiner das Intervall der Messdatenauslesung, desto geringer die Zahl der an das Buskabel anschließbaren Zähler. Geräte mit einer eigenen Stromversorgung (aktive Zähler) erlauben eine höhere Gerätedichte und größere Kabellängen als passive. Im Zweifelsfall sollte man sich an die jeweiligen Herstellerempfehlungen halten.

Viele Verbrauchszähler sind mit M-Bus-Schnittstelle erhältlich: Stromzähler-, Gas- und Wasserzähler. Zusätzlich gibt es auch M-Bus-Sensoren für Innen- und Außentemperatur sowie für die Luftfeuchtigkeit. Darüber hinaus sind auch Geräte verfügbar, die Daten von Impulsschnittstellen in ein M-Bus Signal konvertieren.

Zur Messung großer elektrischer Ströme sind auch Wandlermessgeräte mit M-Bus-Schnittstelle verfügbar. Werden Wandlermessungen verwendet, ist darauf zu achten, dass im Erfassungssystem die Wandlerkonstante berücksichtigt werden kann.

Elektrische Wirkenergiezähler mit M-Bus-Schnittstelle sind ab ca. 100.- Euro für das einphasige Modell bzw. 200.- Euro für dreiphasige Zähler erhältlich. Geeichte elektrische 3-Phasen-Zähler mit Wandleranschluss kosten bei Einzelbezug 350.- Euro pro Stück.

5.2.1. Eine günstige Lösung: Terminal Systems MGW986

Die Smart Metering Box MGW986 des Herstellers AE-Systeme ist eine erweiterungsfähige Lösung zur Erfassung von Messdaten auf Basis des M-Bus Protokolls. Das Gerät kostet bei einer Abnahme von Kleinmengen inklusive Netzteil etwas über 570.- Euro.

Der Hersteller empfiehlt, pro MGW986 maximal zehn M-Bus Geräte anzuschließen. Bei großen Ausleseintervallen und wenn aktive Messgeräte verwendet werden, sind auch mehr Zähler einsetzbar. Das Gerät ist ebenfalls auf einen Anschluss an ein Computernetzwerk ausgelegt. Optional ist aber auch ein GSM/GPRS-Modul erhältlich, damit die Daten drahtlos übertragen werden können. Die Konfiguration erfolgt über eine Webschnittstelle und eine

Konfigurationsdatei. Die Konfigurationsdatei ist einfach aufgebaut: In ihr müssen primär die Zähleradressen und die Ausleseintervalle eingetragen werden. Der Hersteller bietet die Geräte aber im Set mit Stromzählern an, deren Adressen schon im Gerät eingestellt sind. Somit ist das Gerät sofort einsatzbereit, es müssen nur noch die Stromzähler angeschlossen werden und über einem M-Bus Kabel mit dem MGW986 verbunden werden. Auf dem Gerät ist eine Smart Metering-Software für die M-Bus Zählerdaten vorinstalliert. Die Lastgangkurven können direkt im Webbrowser dargestellt werden oder in Form von Tabellen exportiert. Für umfangreiche Messungen oder kleine Ausleseintervalle können die Messdaten auch in eine zentrale Datenbank übermittelt werden, die Daten von beliebig vielen MGW986 aufnehmen kann. Auf dem zentralen Server ist dabei die kostenfreie Kombination aus einem PHP/HTTP-Webserver mit MySQL-Datenbank notwendig⁹.

Mangels Nachfrage ist das Gerät noch nicht mit Messgeräten kompatibel, die auf dem Open Metering Standard basieren. Sobald entsprechende Messgeräte und eine Nachfrage von Kundenseite existieren, wird diese Funktion, ebenso wie Obis-Kennzahlen, durch eine Software Aktualisierung nachrüstbar sein. Ebenso könnte der freie, interne Steckplatz des Geräts für die Integration eines Wireless-M-Bus Moduls genutzt werden. Damit wären auch drahtlose M-Bus Messgeräte auslesbar.

5.3. Systemlösungen

Die im Folgenden beschriebenen Messsysteme werden als Komplettsysteme angeboten. Sie verfügen teilweise über umfangreiche Mess- und Steuerungsmöglichkeiten. Als Zusatzangebot sind Softwareprodukte bzw. -lösungen im Angebot, die bei der Analyse und Überwachung des Energieverbrauchs hilfreich sind. Die Integration von Daten externer Prozessleitsysteme ist in einigen Fällen möglich. Bei Ersatzteilen, Systemerweiterungen und Software-Support ist man allerdings fast ausschließlich auf den Hersteller des Messsystems angewiesen.

5.3.1. Ennovatis System

Ennovatis bietet ein System an, das mit den unterschiedlichsten Messaufnehmern kompatibel ist – teilweise sind für die Einbindung Zusatzmodule notwendig. So können Impulsschnittstellen, Betriebsstundenzähler, kabelgebundene Temperatursensoren und M-Bus-Sensoren an den Datenkonzentrator angeschlossen werden. Die ebenfalls angebotene Softwarelösung bietet die Möglichkeit, auch manuell abgelesene Daten einzutragen. Zusätzlich können die Daten einer Gebäude- oder Prozessleittechnik in die Verbrauchsvisualisierung eingebunden werden.

Für die laufende Beobachtung des betrieblichen Energieverbrauchs können die Messdaten auf einer Weboberfläche visualisiert werden. Zusätzlich können auch automatische Berichte in regelmäßigen Abständen an den Energieverantwortlichen des Unternehmens versendet werden. Zur direkten Rückmeldung an die Mitarbeiter wird als Erweiterung ein Display zur Visualisierung des aktuellen Energieverbrauchs angeboten.

⁹ Der zentrale Server kann ohne weiteres als virtuelle Maschine in bestehende Strukturen integriert werden.

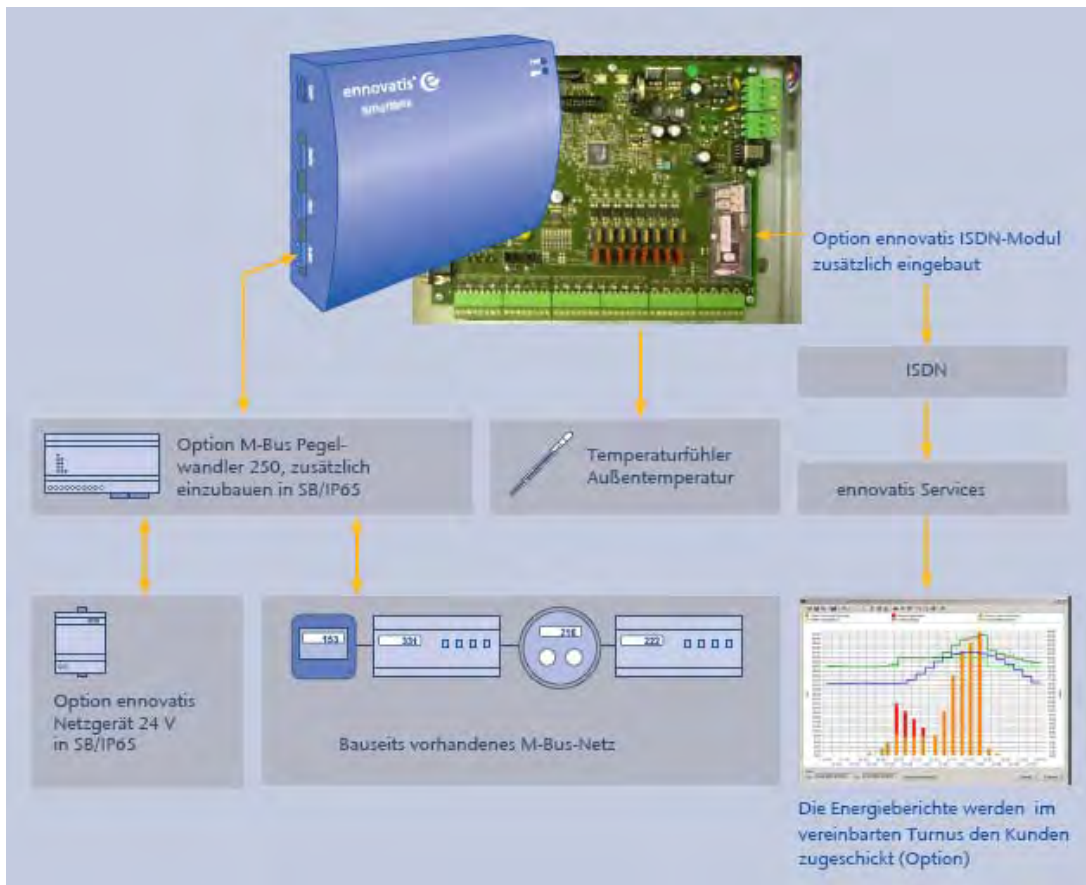


Abbildung 6: Architektur der Ennovatis Smartbox

Das Störmeldungsmanagement führt permanente Kennwertvergleiche durch und meldet Abweichungen automatisch via SMS, E-Mail oder Schaltausgang. Auch das Schalten von Verbrauchern über Relais aufgrund von vordefinierten Ereignissen ist möglich.

Das Ennovatis System hätte Teil des Pilotprojekts sein sollen, doch ist das System in Österreich noch in einer Phase der Markteinführung und hat bisher eher Liegenschaftsverwaltungen als Unternehmen als Kunden erreicht.

5.3.2. netconnect

Das „Energie Effizienz Monitoring System“ von netconnect visualisiert mit grafischen Auswertungen Energieflüsse. Dazu bietet das Unternehmen neben Messgeräten und Auswertesoftware auch noch Dienstleistungen wie Energieberatungen und Reports der Messergebnisse. Ein Pilotbetrieb wurde von netconnect betreut, eine nähere Beschreibung des Systems findet sich daher im Kapitel 7.5.

5.3.3. GoData

Das System von GoData ist auf die automatische Auslesung von bestehenden Verbrauchszählern ausgelegt. Es werden keine zusätzlichen Zähler verbaut, sondern bestehende mit optischen Auslesevorrichtungen ergänzt. Die Aufnehmeinheiten können daher für alle Zählerarten (Gas, Wasser, Strom, Fernwärme) eingesetzt werden. Da keine Leitungen aufge-

trennt werden müssen, sind die Installationskosten niedrig.

Mit diesem System wurden zwei Pilotbetriebe ausgestattet. Eine nähere Beschreibung findet sich daher im Kapitel 7.6.

5.4. Auswerteplattformen

Auswerteplattformen fungieren als Komponente, die weniger Abhängigkeit mit sich bringen als jene Gesamtlösungen, die wenig Kompatibilität zu Komponenten außerhalb des Systems zeigen. Neben einer gut eingeführten Lösung für Energiemanagement von Siemens wird mit volkszaehler.org noch ein open source-Projekt aufgeführt, das sich eher an Privatverbraucher richtet. Die Auswerteplattform zeigt jedoch interessante Entwicklungspotenziale, die für einen breiten Einsatz von Energieverbrauchsmonitoring auch bei kleineren Unternehmen richtungweisend sein könnten.

5.4.1. Siemens Energy Monitoring & Controlling (EMC)

Das Monitoringsystem von Siemens kann angemietet werden, bezahlt wird pro Anzahl der Messpunkte, Updates und Service Packs sind im Mietpreis inbegriffen. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass sich die Investitionskosten in Grenzen halten, sofern ein Unternehmen sich nach einer Zeit entscheidet, auf ein anderes System umzusteigen. Im Vergleich dazu erfordern Systemlösungen hohe Anfangsinvestitionen. Diese Investitionen binden ein Unternehmen automatisch längerfristig an das System.



Abbildung 7: Stammdatenverwaltung bei EMC

Die Eintragung von Zählerdaten kann bei dieser Auswerteplattform sowohl manuell über das Web-Interface als auch durch automatische Auslesung aus einer Gebäudeleittechnik oder einem Drittsystem erfolgen. Sofern dieses Drittsystem die Daten gut ablegt, ist der Integrationsaufwand in EMC ein relativ geringer. Als einmalige Investition fällt lediglich die Transfer-Software an, die diese Daten in die Auswerteplattform von Siemens konvertiert.

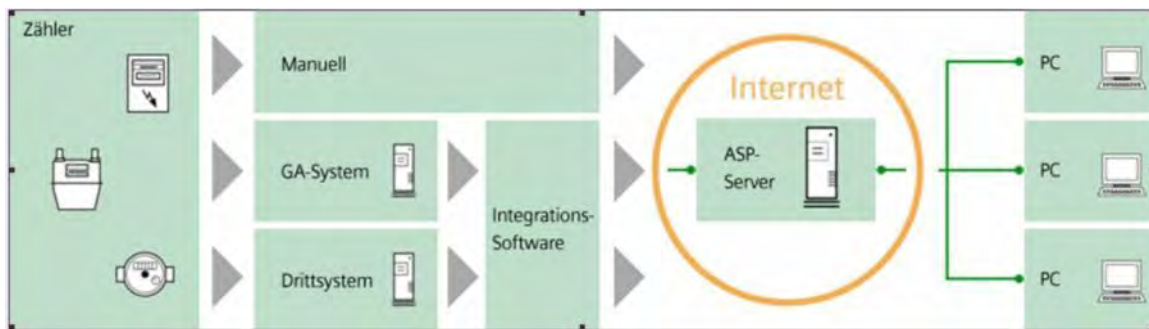


Abbildung 8: Aufbau des Siemens Energy Monitoring und Controlling

Die Daten aus dem System dienen als Basis für eine gründliche Energiebuchhaltung und das Erstellen von Energieberichten. Zudem schafft es auch für einzelne Mitarbeiter Transparenz über Energieverbräuche, weil der Zugriff von jedem Arbeitsplatz mit Internetzugang möglich ist. Die umfangreiche Rechteverwaltung mit fein graduierten Zugriffsrechten gewährleistet dabei, dass Benutzer nur in jenen Teil des Systems Einsicht haben, für den sie auch verantwortlich sind.

5.4.2. EVM-Energieverbrauchsmonitoring-System (E-Control)

Das Energieverbrauchsmonitoringsystem der E-Control ist eine Eigenentwicklung und kommt nur für Forschungsprojekte zum Einsatz. Nachdem dieses System in gleich drei Unternehmen zum Einsatz kam und die E-Control bei mehreren weiteren potenziellen Pilotbetrieben an der Begehung sowie der Ausarbeitung von Messkonzepten beteiligt war, wird das das EVM im Kapitel 7.4 eingehend beschrieben.

5.4.3. www.volkszaehler.org

Über das open source-Projekt Volkszaehler können sich Verbraucher ein günstiges Smart Metering-System aufbauen. Basis ist ein freier S0-Zähler für den Selbstbau. Hier steht auch kleineren Verbrauchern faktisch eine Systemlösung zur Verfügung, bestehend aus den vier Modulen Messung, Verarbeitung, Speicherung und Auswertung von Daten.

Volkszaehler ist kein kommerzieller Systemanbieter, doch einige Lösungsvarianten bei der Speicherung, der Datenbank und auch der Visualisierung sind durchaus richtungweisend. Daher sollte den Entwicklungen dieser Gemeinschaft weiterhin Beachtung geschenkt werden.

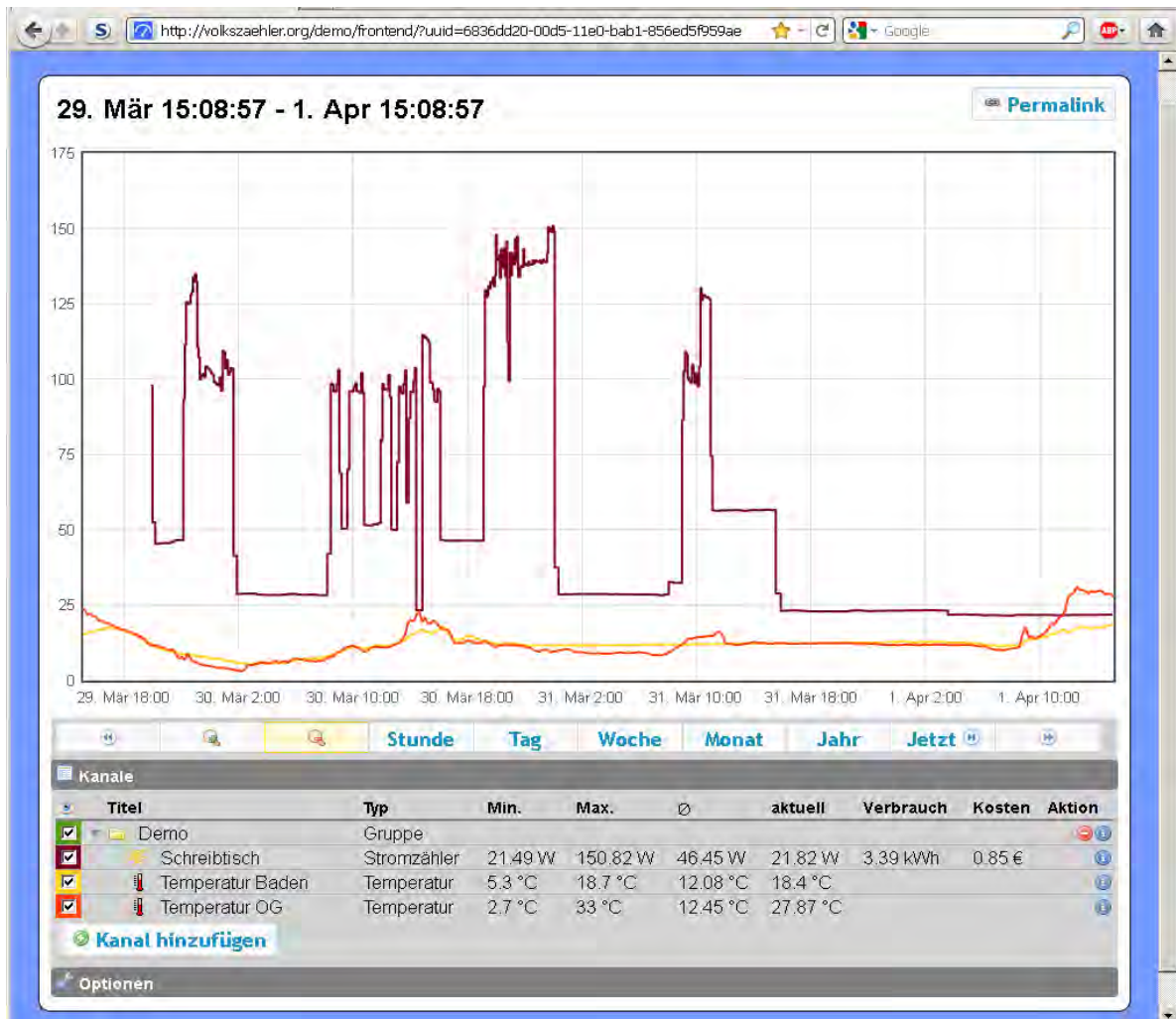


Abbildung 9: Visualisierung von Verbrauchs- und Temperaturwerten bei volkszaehler.org

5.5. Heizleistung

Die Messung der Heizleistung ist auf direktem Weg oft nur schwer möglich, da Eingriffe in die Brennstoffversorgung notwendig sind. Bei Gasheizungen sollte versucht werden, den bestehenden Gaszähler um eine automatische Ablesevorrichtung zu ergänzen, sofern eine Impulsschnittstelle vorhanden ist. Eingriffe in die Gasinstallation, wie sie für einen Einbau eines neuen oder zusätzlichen Zählers erforderlich sind, sollen aus Kostengründen vermieden werden. Mit Heizöl betriebene Heizkessel können eventuell mit einem Betriebsstundenzähler nachgerüstet werden. Diese Messung erfordert Zusatzinformationen über den Öldurchsatz des Brenners. Exakte Verbrauchsmessungen sind mit dieser Methode allerdings nicht möglich. Die Schaltzyklen des Brenners und der qualitative Ölverbrauch können aber gut dokumentiert werden. Für exakte Messungen müsste ein Öl-Durchflussmesser in die Ölzuleitung eingebaut werden.

Mit einem Heißwasserdurchflussmesser und je eine Temperaturmessung im Heizungsvor- und -rücklauf kann ebenfalls die Heizungsleistung bestimmt werden. Sie muss nur noch durch den Wirkungsgrad des Heizkessels dividiert werden.

Verfügt der Heizkessel über eine Schnittstelle zu einem Leittechniksystem, können über diese eventuell Daten zu Betriebszustand und Vor- und Rücklauftemperatur ausgegeben werden. Es gibt aber keine einheitliche Datenschnittstelle, wodurch für jedes Heizkesselmodell ein eigener Datenwandler notwendig ist.

Im Zuge von Energieberatungen ist der Testo Energiemonitor recht beliebt. Im Zeitrahmen von 24 Stunden werden hier Abgasmessungen und Nutzungsgradbestimmungen durchgeführt.

Bei der Messung von Heizungsanlagen können aber auch die Hilfsenergien von einem elektrischen Wirkenergiezähler erfasst werden, da diese auch Rückschlüsse auf den Primärenergieverbrauch zulassen¹⁰. Außerdem weisen Umwälz- und Zirkulationspumpen oftmals eine sehr hohe Betriebsdauer auf.

5.6. Empfehlenswerte Schnittstellen für die Zählerauslesung

Für einen allgemeinen Einsatz in Energieverbrauchsmonitoring-Systemen empfiehlt sich der Einsatz von Messgeräten, die nach dem Open Metering-System kommunizieren. Für einfache Lösungen und zur Abtastung bestehender Zähler können auch Impulsschnittstellen wie Reedkontakte oder die S0-Schnittstelle zum Einsatz kommen. Impulsschnittstellen liefern aber Verbrauchsimpulse und keine Zählerstände. Bei Störungen im Messsystem kommt es zu einer Abweichung zwischen aufgezeichneten und tatsächlichen Zählerstand.

Der Open Metering System basiert auf dem M-Bus Protokoll und wird in Zukunft auch zur Verrechnung von Verrechnungszählern eingesetzt. In der Spezifikation, die als Ergänzung zur EN 13757 vorgeschlagen wurde, sind drahtgebundene als auch drahtlose Übertragungstechnologien enthalten. Entsprechende Zähler, vor allem die drahtlosen Modelle, sind derzeit noch kaum verfügbar. Datenkonzentratoren, die M-Bus Sensoren erfassen, können aber über eine Software-Aktualisierung für Open Metering nachgerüstet werden. Durch die hohe Nachfrage, die sich durch den Einsatz bei Energieversorgern ergeben wird, ist eine große Preisreduktion der Komponenten zu erwarten. Durch die offene und eindeutige Spezifikation sind Open Metering-Sensoren leicht austauschbar. Wird ein Gerät eines anderen Herstellers eingesetzt, muss nicht wie bei M-Bus eventuell das Datenformat im Datenkonzentrator spezifiziert werden. Auch ist das softwaremäßige Datenformat mit OBIS-Kennzahlen geregelt¹¹

5.6.1. Weitere Schnittstellen

Die im Folgenden angeführten Schnittstellen können auch bei Messsystemen zum Einsatz kommen. Sie stammen aber größtenteils aus Steuerungs-Bus-Systemen, wodurch sie bei einem Einsatz in einem reinen Energieverbrauchsmonitoringsystem unwirtschaftlich wären:

¹⁰ www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Dateien_Kennwerte/kennwerte_hilfsenergien.pdf

¹¹ Vgl. www.mscons.net/obis_kennzahlen.pdf

- Modbus: Für die Kommunikation zwischen elektronischen Industriesteuerungen
- KNX: Gebräuchlich in der Gebäude- und Hausautomation
- Zigbee: Proprietärer Funkstandard, der durch die hohe Funkfrequenz eine schlechte Gebäudedurchdringung aufweist. Die Funkfrequenz von 2,4 GHz wird auch von WLAN-Netzen verwendet, wodurch es zu gegenseitigen Störungen kommen kann
- Local Operating Network (LON): Für komplexe Gebäudeautomation
- CANopen: Ein Kommunikationsprotokoll, das hauptsächlich in der Automatisierungstechnik und zur Vernetzung innerhalb komplexer Geräte verwendet wird

Bei der Powerline Communication wird die Information eines Zählers mit dem Trägerfrequenzverfahren direkt über die Stromleitung zu einem Datenkonzentratoren versendet. Da in heutigen Stromnetzen durch induktive Verbraucher und getaktete Netzteile sehr viele Oberschwingungen vorhanden sind, ist die Übertragungsqualität dieser Technologie oft nicht ausreichend. Zusätzlich haben diese Messgeräte eine hohe Leistungsaufnahme und stören durch die Abstrahlung in einem hohen Frequenzbereich umliegende Geräte. Die Übertragung erfolgt nach keinen standardisierten Protokollen, wodurch keine Austauschbarkeit zwischen unterschiedlichen Herstellern gegeben ist. Daher wird der Einsatz von Powerline Communication für Energieverbrauchsmonitoringsysteme nicht empfohlen.

6. Ablauf des Pilotprojekts

Ende Jänner 2011 wurde das Pilotprojekt interessierten Unternehmensvertretern und Energieberatern vorgestellt. Teilnahmewillige Unternehmen konnten sich im Anschluss als Pilotbetriebe bewerben. Um eine schnelle und reibungslose Umsetzung mit den Projektpartnern zu gewährleisten – der Wien Energie Gasnetz, der E-Control GmbH und dem Ökobusinessplan Wien –, richtete sich diese Einladung an Wiener Betriebe.

Kriterien für die Auswahl der Betriebe waren unter anderem, dass die Unternehmen ein vitales Interesse zeigen, ein Energieverbrauchsmonitoring durchzuführen – das heißt, dass sie auch bereit sind, den notwendigen organisatorischen sowie einen minimalen finanziellen Aufwand mitzutragen. Angestrebt wurde bei der Auswahl – vornehmlich von Klein- und Mittelbetrieben mit einem möglichst breiten Spektrum an Energieprofilen. Es sollten sowohl unterschiedliche Unternehmen aus dem produzierenden Sektor als auch verschiedene Dienstleister vertreten sein.

In einem nächsten Schritt besuchten Vertreter der Energieinstitut der Wirtschaft GmbH, der Wien Energie Gasnetz und der E-Control GmbH jene Unternehmen, die für das Projekt am geeignetsten schienen. Bei den Betriebsbegehungen versuchte das Projektteam herauszufinden, welche Messungen installiert werden können und ob der Aufwand vertretbar ist. Dabei zeigten sich auch unterschiedliche technische Gründe, warum ein Energieverbrauchsmonitoring nicht unbedingt sinnvoll erscheint oder technisch nur schwer durchführbar wäre.

In einer Möbeltischlerei konnten beispielsweise keine Messgeräte eingebaut werden, da die vorhandenen Elektroinstallationen nicht mehr dem Stand der Technik entsprachen. Für den Einbau von Messgeräten hätte ein Großteil der Elektroinstallationen erneuert werden müssen (*siehe Abbildung 10*) - ein Aufwand der den erwarteten Nutzen des Monitorings bei weitem übersteigen würde.



Abbildung 10: Nicht mehr heutigen Standards entsprechende Elektroinstallation

Bei einem der interessierten Unternehmen etwa – einem großen Kühlhaus – wurde erkannt, dass die Zählerstände von den wichtigsten Stromzählern elektronisch abgelesen werden konnten. Hier hat sich Es wurde angeregt, die Zählerstände in regelmäßigen Abständen automatisiert auszulesen und in einer Datenbank abzulegen. Die Installation eines zusätzlichen Energieverbrauchsmonitoringsystems war folglich nicht notwendig. Zur besseren Planung der Energieverwendung würden zukünftig auch Wetterprognosen in die Steuerung der Kälteanlagen mit einbezogen. So kann die Kühlhaustemperatur im Voraus abgesenkt werden, sofern Warmwetterphasen prognostiziert werden. Dadurch reduziert sich die Betriebsdauer der Kältekompressoren in Zeiten hoher Umgebungstemperatur.

Das Beispiel mit dem Kühlhaus steht exemplarisch für Unternehmen, bei denen die technischen Voraussetzungen für ein permanentes Energieverbrauchsmonitoring bereits gegeben sind, ein kontinuierliches Ablesen der Energieverbräuche noch nicht zur Alltagspraxis des Unternehmens gehört. In einem der untersuchten Pilotbetriebe, einem Lebensmitteldiskonter, war beispielsweise die komplette technische Ausrüstung in zahlreichen Filialen schon einige Jahre vorinstalliert, ehe sie in das hausinterne Energiemanagement integriert wurde. Hier ist vor allem eine Schulung und Sensibilisierung der Energieverantwortlichen und der Mitarbeiter notwendig. Eine begleitende professionelle Energieberatung ist hier ein probates Mittel, damit die Potenziale des Energieverbrauchsmonitorings für die Senkung der Energiekosten tatsächlich genutzt werden.

6.1. Begleitende Energieberatung

Das Energieverbrauchsmonitoring für Klein- und Mittelbetriebe wurde im Rahmen dieses Pilotprojekts eng an eine professionelle Begleitung durch Energieberater geknüpft. Die begleitende Energieberatung sollte nicht nur zusätzlicher Anreiz für die am Pilotprojekt beteiligten Unternehmen sein. Im Vorfeld kann die Energieberatung hilfreich sein, dass die Messungen jene Verbraucher erfasst, die hohe Verbräuche und große Einsparpotenziale bringen. In weiterer Folge kann der Energieberater die Daten besser interpretieren und daraus Verbesserungsmöglichkeiten ableiten. Der Einsatz einer fachlich qualifizierten, außenstehenden Person bringt zusätzlich den Vorteil, dass sie Vergleiche mit anderen Betrieben der Branche ziehen kann so den Ist-Zustand im beratenen Betrieb hinterfragt.

In jenen Fällen, in denen die Pilotbetriebe keine Energieberatung in Anspruch nehmen wollten, wurde das Messkonzept im Anschluss an die Betriebsbegehungen von den Projektbetreibern gemeinsam mit dem Energieverantwortlichen des Unternehmens durchgeführt.

Damit die begleitenden Energieberatungen in den Betrieben nach vergleichbaren Kriterien erfolgen, sind zwei geförderte Programme für betriebliche Energieberatung integriert worden, die sowohl für die Zielgruppe der Unternehmen als auch für die Ziele des Pilotprojekts eine sinnvolle Ergänzung bedeuten:

6.1.1. KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Die KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung¹² ist ein temporäres Programm des Klima- und Energiefonds mit dem Ziel, Österreichs Klein- und Mittelbetriebe flächendeckend die Option von professionellen Energieberatungen zu ermöglichen.

Unternehmen können zwei „Energieeffizienzchecks“ (für eine professionelle Erst- und eine Umsetzungsberatung), jeweils im Wert von 675.- Euro, in Anspruch nehmen, der Selbstbehalt beträgt pro Scheck lediglich 75.- Euro.

Ziel des Schecks ist es, die Akzeptanz für Energieberatungen bei kleinen und mittleren Unternehmen zu erhöhen. Gleichzeitig sollen aus den vielen normierten Beratungen Branchenkennzahlen erhoben werden, die bei KMUs einen zusätzlichen Anreiz schaffen, die Energieeffizienz zu erhöhen.

6.1.2. ÖkoBusinessPlan Wien

Neben der KMU-Initiative bietet auch der ÖkoBusinessPlan, das betriebliche Umweltschutzprogramm der Stadt Wien¹³, den Betrieben geförderte Energieberatungen für die Durchführung des Energieverbrauchsmonitorings an. Der „ÖkoBusiness Check“ bietet – wie der „Energieeffizienzcheck“ – Beratung im Ausmaß eines Tages an und kostet die Unternehmen 148.- Euro.

Ebenfalls angeboten wird eine zwölfstündige Beratung im Rahmen des „Pilotprojekt Energieeffizienz 2011“. Hier entwickeln Berater gemeinsam mit den Betrieben angepasste Lösungsansätze für Energieeffizienz, die unmittelbar, mittel- oder langfristig umsetzbar sind. Die Höhe der Förderung beträgt 666.- Euro, der Selbstbehalt 222.- Euro.

Einerseits bringt die Einbeziehung von Energieberatern einen gezielteren Einsatz der Messungen und eine bessere Interpretation der Messdaten, andererseits liefern die Messergebnisse wichtige Grundlagen für die Energieberatung.

¹² Vgl. www.kmu-scheck.at

¹³ Vgl. www.oekobusinessplan.wien.at

7. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Der genaue Umfang und Aufbau eines Energieverbrauchmonitoring-Systems hängt immer von dem zu untersuchenden Betrieb ab. Die Anzahl der notwendigen Messstellen richtet sich auch danach, ob die Energieflüsse im Betrieb qualitativ bekannt sind.

Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Klimatisierung und Kälteerzeugung haben in fast jedem Betrieb einen bedeutenden Anteil an den Energiekosten. Sie sollten, sofern vorhanden, daher in jedem Betrieb gesondert erfasst werden. Angepasst an die tatsächliche Unternehmensgröße, wären diese Verbraucher ein erster Leitfaden für eine schnelle Abschätzung der notwendigen Zählpunkte.

Gerade bei der **Beleuchtung** kann durch richtiges Benutzerverhalten viel Energie gespart werden. Durch eine Energieverbrauchsmessung der Beleuchtung und eine Analyse der Lastgangkurven kann laufend kontrolliert werden, ob die Lampen nach Betriebsschluss ausgeschaltet werden. Ein Aushang dieser Lastgangkurven kann die Mitarbeiter auch zu einem sparsameren Verhalten animieren. Zusätzlich bietet eine Strommessung der Beleuchtung eine gute Basis für eine Investitionsrechnung eines tageslichtabhängigen Beleuchtungssystems.

Für die Messung der **Heizenergie** sei auf Abschnitt 5.5 verwiesen. Einfache, kontinuierliche Raumtemperaturmessungen zeigen ebenfalls an, ob der Heizungsregler richtig eingestellt ist.

Die Betriebszeiten von **Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen** sind oftmals nicht an die tatsächlichen Erfordernisse angepasst. Es ist daher sinnvoll, die Motoren der entsprechenden Gebläse und Kompressoren von einem eigenen Zähler erfassen zu lassen. Eine Gesamtmessung für das Lüftung- und Klimaanlage sollte ausreichend sein.

Fehlfunktionen von **Kälteanlagen** bleiben, solange die Kühltemperaturen eingehalten werden, oft für lange Zeit unentdeckt. Durch separate Messung der Kälteanlagen sollten Abweichungen vom Normalbetrieb oder von den Hersteller-Spezifikationen zeitnah bemerkt werden. Temperaturmessungen innerhalb und außerhalb des Kühlraums wären dabei eine sinnvolle Ergänzung. Zusätzlich kann aus der aufgenommenen elektrischen Energie das Potenzial für die Nachrüstung einer Wärmerückgewinnungsanlage bestimmt werden; diese erscheint erst ab einer Kälteleistung von etwa 10 kW sinnvoll.

In Kühlräumen, in denen Lebensmittel gelagert werden, ist laut Lebensmittelhygieneverordnung die Kühlraumtemperatur in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren und zu protokollieren¹⁴. Eine kontinuierliche Überwachung der Kühlraumtemperatur mit einem automatischen Messsystem ist daher anzustreben und wäre eine sinnvolle Ergänzung zu einem Energieverbrauchsmonitoring-System (Eventuell ist eine Kombination aus Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor empfehlenswert). Die Temperatursensoren erfordern – sofern sie nicht mit der Haustechnik fix verbaut wurden – in den meisten Fällen eine drahtlose Anbindung an den Messkonzentrator.

¹⁴ Vgl. www.wien.gv.at/lebensmittel/hygiene/kontrolle.html

7.1. Messkonzepte für ausgewählte Branchen

Als Grundlage für zielgerichtete Energieverbrauchsmessungen war es wichtig, Daten über die wichtigsten Verbraucher der ausgewählten Branchen zu generieren, um eine Vorabschätzung der notwendigen Art und Anzahl der Zähler treffen zu können. Im Rahmen der Begehung und der Analyse vorhandener Möglichkeiten mussten dann idealtypische Branchenkonzepte immer den individuellen Begebenheiten in den jeweiligen Unternehmen angepasst werden.

Wichtige Quelle für die Ermittlung der relevantesten Verbraucher für die angegebenen Branchen ist die KMU-Initiative des Klima- und Energiefonds. Im Rahmen dieses Projekts wurden österreichische Betriebe aus mehr als 85 Branchen betreffend ihrer Energieeffizienz beraten. Zur besseren Veranschaulichung der spezifischen Verbrauchsstruktur in den vorgestellten Branchen wurden hier aktuelle Auswertungen hinzugezogen, die bis Herbst 2011 am Energieinstitut der Wirtschaft durchgeführt wurden.

Ziel des Projektes war es, für ausgewählte Pilotbetriebe branchenspezifische Messkonzepte auszuarbeiten, aus denen umfangreiche branchenrelevante Messdaten bezogen werden können. Als Vorstufe finden sich hier Tabellen, in denen die für Lastganganalysen für die relevantesten Verbraucher aufgelistet sind – dies sind nicht in allen Fällen a priori diejenigen mit den höchsten Verbräuchen, sondern Verbraucher, bei denen aus den Messergebnissen am ehesten Lösungen für Einsparmaßnahmen ableitbar sind.

Als wichtigste Energieträger werden hier Elektrizität und Erdgas angeführt, als eine weitere Kategorie kann etwa Fernwärme oder Wasser angeführt werden. In der Praxis hat sich erwiesen, dass Messgeräte für Elektrizität am besten verfügbar sind, während sich Messungen des Gasverbrauchs als relativ aufwändig erwiesen. Treibstoffe finden hier keine Berücksichtigung.

Die Verbraucher werden wie folgt kategorisiert:

+	Sehr relevanter Verbraucher für Energieverbrauchsmonitoring
~	Relativ relevanter Verbraucher für Energieverbrauchsmonitoring
-	Keine besondere Relevanz für Energieverbrauchsmonitoring

7.2. Installationskonzepte für die Pilotbetriebe

Als Basis für ein Installationskonzept für ein Energieverbrauchsmonitoringsystem sollte ein Leitungsschema der wichtigsten Energie- und Medienströme erstellt werden. Die Priorität der Messungen wird durch den Anteil des Mediums an den Betriebskosten oder durch die Unsicherheit über den Medieneinsatz bestimmt werden. Zähler für elektrische Arbeit sind am einfachsten zu installieren.

Ein beispielhaftes Leitungsschema zeigt die Abbildung auf folgender Seite. In dieses Leitungsschema sollten die wichtigsten betrieblichen Verbraucher eingezeichnet werden. Somit kann rasch die notwendige Messgeräteanzahl bestimmt werden.

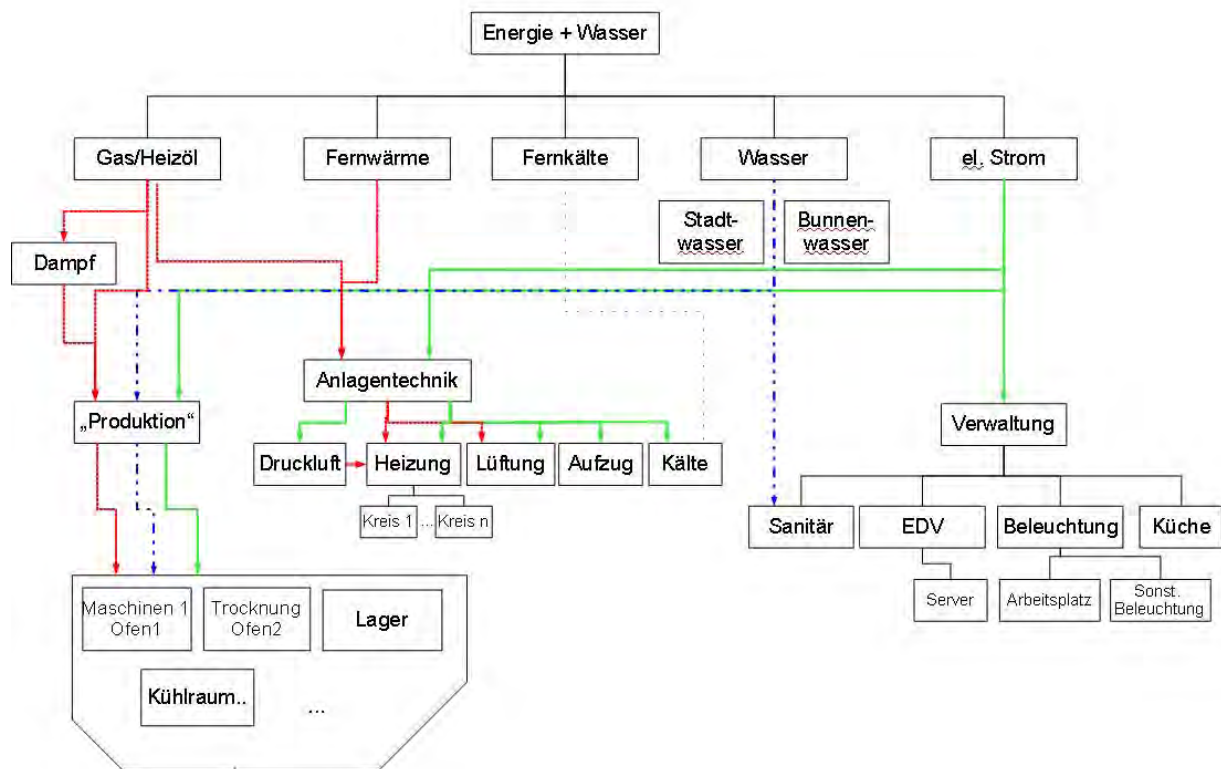


Abbildung 11: Allgemeines Leitungsschema als Basis für Netzkonzepterstellung.
 • Grün: Stromleitungen • Rot: Gas/Fernwärme • Blau strichliert: Wasser

Zusätzlich ist die örtliche Lage der Schaltschränke zu berücksichtigen:

- Können alle notwendigen Messungen in einem zentralen Schaltschrank durchgeführt werden oder sind örtlich verstreute Messstellen notwendig?
- Sind an den Messstellen schon Datenleitungen vorhanden?
- Können BUS-Kabel mit geringem Aufwand verlegt werden oder müssen Funkensensoren eingesetzt werden?

Ausgehend von diesem allgemeinen Installationskonzept konnten in einem weiteren Schritt branchenspezifische Installationskonzepte erarbeitet werden und diese dann an die spezifische Situation und die Bedürfnisse des Pilotbetriebs angepasst werden. Die tatsächliche Umsetzung der ursprünglich erarbeiteten Installationskonzepte erwies sich als schwierig, da letztendlich keine Messgeräte für Gas oder auch Wandlermessgeräte für Strom zur Verfügung standen, die den Ansprüchen des Projekts in vollem Umfang entsprechen würden. Speziell die Funkverbindungen vieler Geräte haben noch nicht wirklich Marktreife erlangt.

7.3. Auswahl der Pilotbetriebe

Im Anschluss an die Informationsveranstaltung im Jänner 2001 wurden von Vertretern des Energieinstituts der Wirtschaft, der Wien Energie Gasnetz und der E-Control GmbH die Betriebsbesichtigungen durchgeführt. Dabei wurde vom Projektteam abgeschätzt, welche Messungen für plausible Ergebnisse vonnöten sind und ob die Durchführung im Rahmen des Projekts möglich ist.

Energieintensive Branchen, in denen die Energiekosten einen beträchtlichen Teil des Umsatzes ausmachen, zeigten sich als besonders stark an Kennwerten wie auch an Energieverbrauchsmonitoring interessiert: Die Jahres-Energieabrechnung gibt in diesen Fällen zu wenig Anhaltspunkte für eine Reduktion der Energiekosten. Aber auch für kleine und mittlere Unternehmen spielen Orientierungshilfen zur Verortung des eigenen Energieverbrauchs eine immer wichtigere Rolle: Während der Energieverbrauch in Zahlen für die meisten Unternehmen eine ziemlich abstrakte Größe darstellt, helfen Kennzahlen, den eigenen Energieverbrauch mit ähnlich strukturierten Betrieben der Branche zu vergleichen. Und ein Energieverbrauchsmonitoring vertieft das Wissen im Unternehmen darüber, wie die eigenen Energieverbräuche strukturiert sind, und gibt so wichtige Orientierungshilfen, welche Sparmaßnahmen hilfreich oder auch dringend erforderlich sind.

Im Anschluss sind nun jene Unternehmenstypen in alphabetischer Reihenfolge angeführt, die im Rahmen des Projekts als potenzielle Pilotbetriebe besichtigt worden sind:

- Altpapiersortierung und –großhandel
- Apotheke
- Bürobetrieb (3)
- Chemische Industrie
- Distributionszentrum für den Lebensmittel-Einzelhandel
- Druckerei
- Einzelhandel (Textilien)
- Fitness-Studio (2)
- Gastronomiebetrieb (4)
- Herstellung von Spezialkomponenten
- Hotellerie (3)
- KFZ-Werkstätte
- Lebensmittel-Einzelhandel (3)
- Metallverarbeitender Betrieb
- Möbeltischlerei
- Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
- Produktion und Verkauf von Patisserie
- Textilreinigung
- Tiergarten

Aus welchen Gründen es in einzelnen Unternehmen das Energieverbrauchmonitoring nicht umgesetzt werden konnte, wird im *Kapitel 7.8 – Nicht realisierte Energieverbrauchsmessungen* – anhand einiger Beispiele erläutert, da hier die Hemmnisse für eine stärkere Marktdurchdringung mit Monitoringsystemen exemplarisch dargelegt werden können.

Letztlich wurden Energieverbrauchsmessungen bei Pilotbetrieben folgender Branchen durchgeführt:

- Ein Fitness-Studio, ein Bürobetrieb (Softwareunternehmen) und eine Apotheke wurden mit dem EVM-System der E-Control ausgestattet. Bei einem Gastronomiebetrieb kam es wegen Renovierungsarbeiten zu Verzögerungen, sodass der Einbau der Geräte mit Projektende nicht zu Ende geführt werden konnte.
- Bei einem metallverarbeitenden Betrieb sowie einem Hotel wurden die Messungen mit dem System von GoData durchgeführt.
- Das Energie Effizienz Monitoring System von netconnect kam bei einer KFZ-Werkstätte zum Einsatz.
- Das bei einem Lebensmitteldiskonter eingesetzte Energieverbrauchsmonitoringsystem ist gleichsam ein Nebenprodukt der Gebäudeautomatisierungstechnik und dient zum Vergleich zwischen einem in die Haustechnik integrierten System in einem Großunternehmen und Lösungen für kleinere Unternehmen, die nachträglich eingebaut werden.

Die Wien Energie Gasnetz hätte unter anderem die Messungen bei einem Hersteller von Spezialkomponenten, einem Gastronomiebetrieb sowie einem Hersteller von Konditoreiwaren übernommen. Diese waren für das Frühjahr fixiert, konnten jedoch letztendlich nicht durchgeführt werden, da die fixierten adäquaten Messgeräte für die Messung von Strom und Gas nicht zur Verfügung standen. Ein grundlegendes Problem bestand unter anderem auch darin, dass es der Anspruch der Wien Energie Gasnetz war, im Rahmen des Projekts nur Geräte zu verwenden, die auch allen Kriterien entsprechen sollten, die zukünftig für Smart Meters gelten sollten (*Siehe Kapitel 2.1*).

Im Zuge der schließlich durchgeführten Pilotmessungen war festzustellen, welche Faktoren die Umsetzung eines idealtypischen Messkonzepts behindern und welche pragmatischen Lösungen sich bewährt haben, trotz technischer oder ökonomischer Einschränkungen aussagekräftige Messergebnisse zu erhalten.

Im Rahmen des Projekts waren nicht „Laborbedingungen“ für optimierte Energieverbrauchsmonitoringsysteme gegeben, vielmehr spiegeln die exemplarischen Messungen die ökonomischen und technischen Einschränkungen wider, wie sie interessierte Unternehmen und Anbieter am Markt vorfinden. Daher können die durchgeführten, exemplarischen Energieverbrauchsmessungen in ausgewählten Branchen als Orientierungshilfe für Unternehmen wie auch für die Energieberater dienen, wie ein Energieverbrauchsmonitoring in einem Unternehmen praktisch durchführbar ist.

7.4. EVM-Energieverbrauchsmonitoring-System (E-Control)

Das Energieverbrauchsmonitoringsystem der E-Control ist eine Eigenentwicklung und kommt nur für Forschungsprojekte zum Einsatz. Es ist konzipiert worden für den Einsatz in Haushalten und auch sehr gut geeignet für Messungen in Klein- und Mittelbetrieben.

In der jetzigen Phase der Entwicklung können lediglich Strom und Temperatur gemessen werden. Adäquate Messgeräte für Gas stehen auch nicht zur Verfügung, weil in dem Projekt geeichte Geräte zum Einsatz kommen sollen; deren Entwicklung und Bau die Möglichkeiten des Projekts gesprengt hätte.

Die von E-Control konzipierten und in Kleinserie gebauten Stromzähler sind mit dem Anspruch entstanden, zukünftigen Kriterien für Smart Metering zu entsprechen. Es gibt ein- und dreiphasige Subzähler. Es können nur Stromstärken bis 65 A gemessen werden, da keine Wandlermesser verfügbar sind.

Die M-Bus- / RS 485- / RS 232-Schnittstelle sorgt für den Anschluss der Sensoren an den Konzentrator. Die (zugekauften) Temperatursensoren kommunizieren über ein proprietäres Funkprotokoll mit dem Datenkonzentrator.

Der mit EVM-Master bezeichnete Konzentrator ist zuständig für das Auslesen der Sensoren und die Anbindung an das Internet. Es gibt davon zwei Ausführungen – die eine ist an der Hutschiene des Schaltschranks verbaubar, die andere für den Desktop.



Abbildung 12: Datenkonzentrator EVM-Master, Desktop-Ausführung



Abbildung 13: Datenkonzentrator EVM-Master, Hutschiene-Ausführung

Pro Datenkonzentrator können vier bis fünf Stromzähler angeschlossen werden. Die gesammelten Energieverbrauchsdaten werden von dem Datenkonzentrator über eine Internetverbindung oder GSM-Mobilfunk an die E-Control-Zentrale gesendet. Dort werden sie validiert und in einer Datenbank abgespeichert.

Die Messdaten sind auf der Online-Plattform mit einem zeitlichen Versatz von ca. 4 Stunden verfügbar. Teilnehmer des Pilotprojekts können ihre Messdaten über eine Online-Plattform einsehen und auswerten. Die Handhabung ist relativ einfach und daher von den Nutzern schnell zu erlernen.



Abbildung 14 (oben): Links zwei 1-Phasen-Wechselstromzähler, rechts ein 3-Phasen-Drehstromzähler



Abbildung 15 (rechts): Temperatursensor

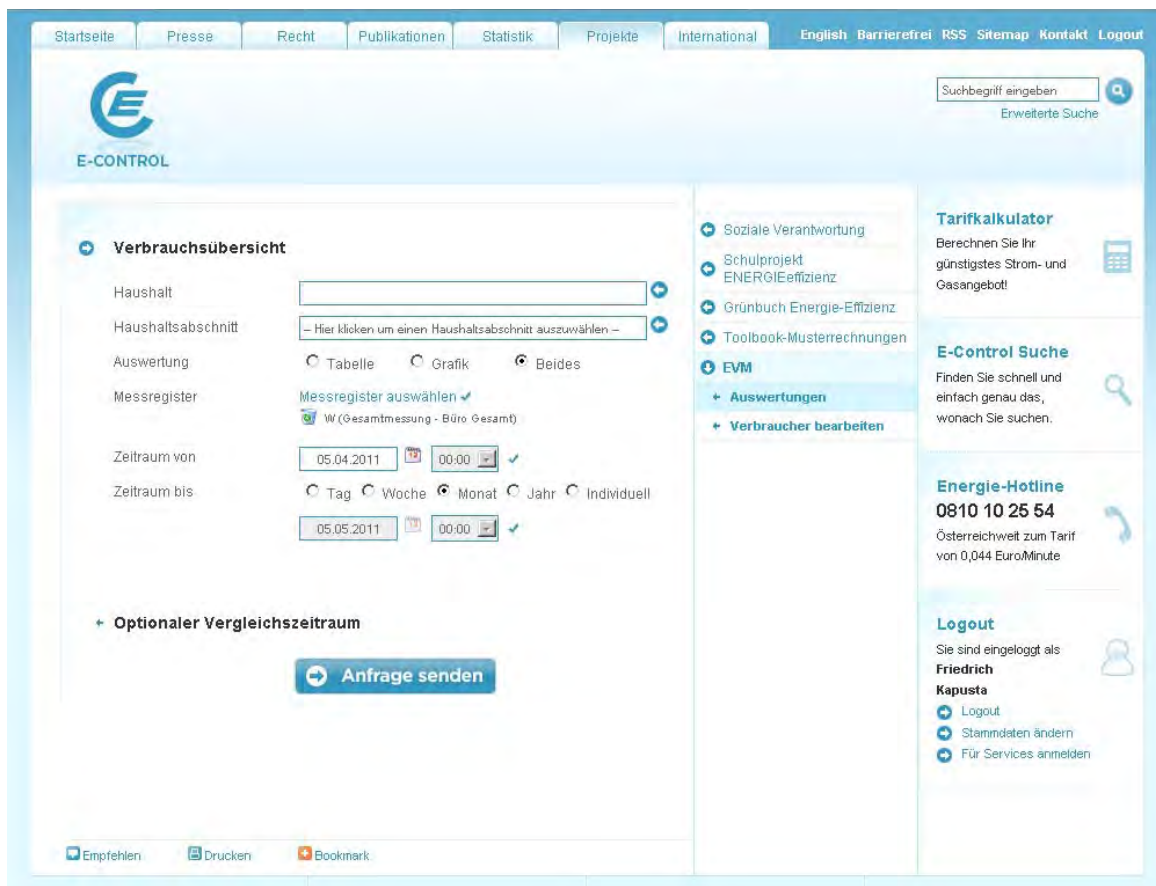


Abbildung 16: Auswerteportal der E-Control. Eingabe der Darstellungsweise, der Messregister und des (Vergleichs-)Zeitraums

Man wählt einen bis drei Zähler („Messregister“) sowie einen Auswertezeitraum aus. Diese Daten können in Tabellen und/oder als Lastgangkurven dargestellt werden. Den Ablauf einer Auswertung zeigen folgende Abbildungen:

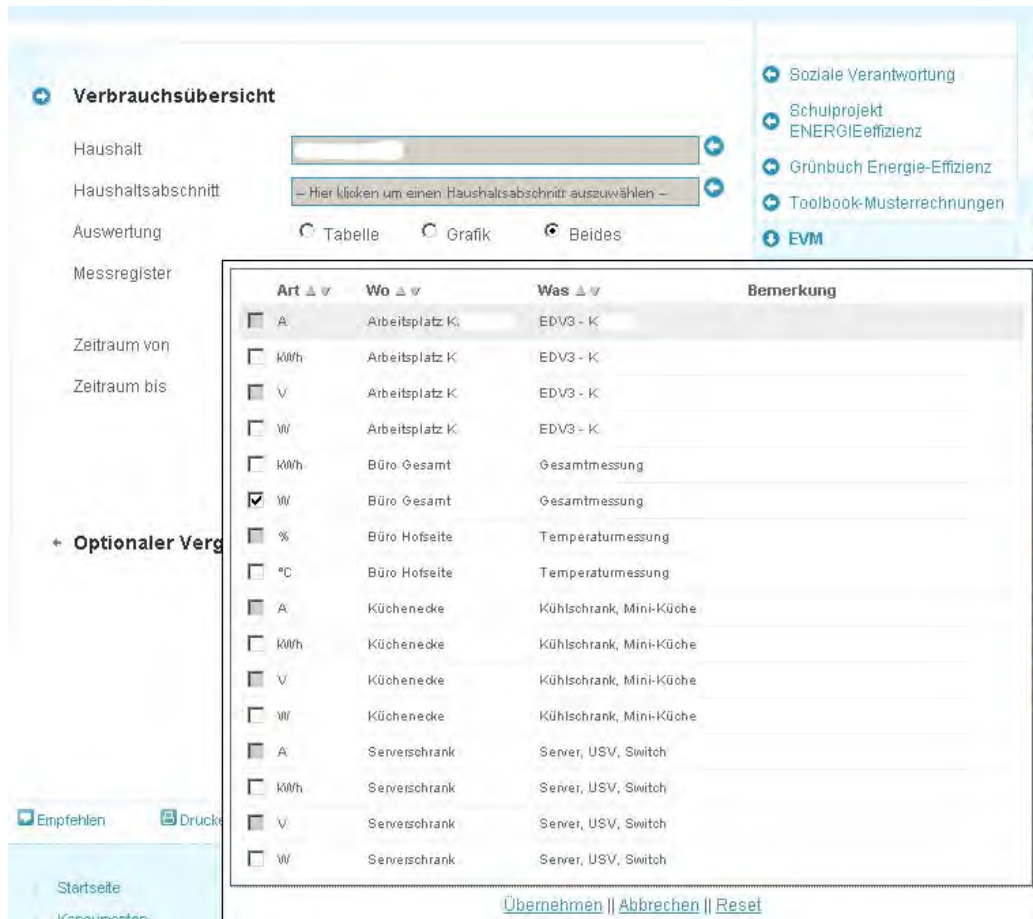


Abbildung 17: Auswahl der Zählpunkte im Detail. Beispiel aus einem Bürobetrieb.

Nach Auswahl von bis zu drei Zählern („Messregister“) können zwischen unterschiedlichen Auswertezwischenräumen gewählt werden:

- Tag • Woche • Monat • Individuell

Dabei können folgende Daten abgerufen oder auch kombiniert werden:

- Kilowattstunden • Watt • Volt • Ampere

Die Daten können als Tabellen und/oder Lastgangkurven dargestellt werden. Bei Watt, Volt und Ampere sind die Werte zu den jeweiligen Messzeitpunkten angegeben, bei den Kilowattstunden werden die Werte tabellarisch wie auch grafisch kumuliert, um die Gesamtsumme an aufgewendeter Energie innerhalb des Auswertezwischenraums zu zeigen.

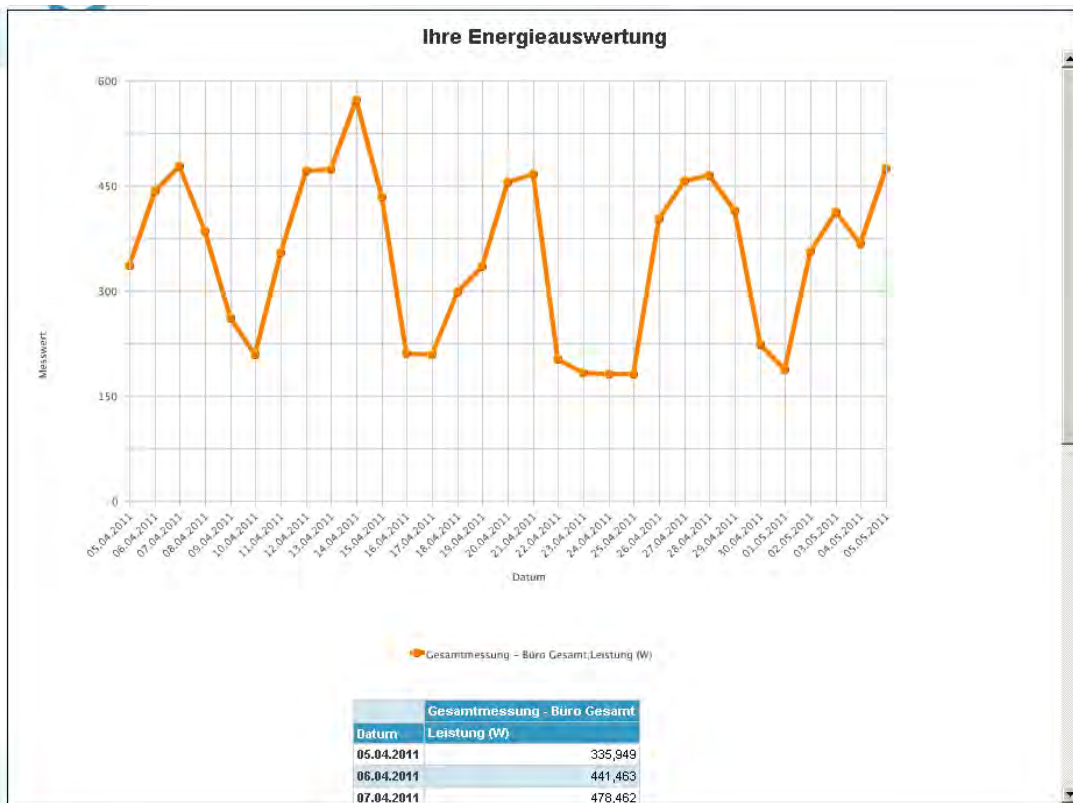


Abbildung 18: Lastgangkurve für einen Monat – grafische Auswertung und Tabelle

7.4.1. Fitnesscenter

7.4.1.1. Branche

Beim Energieprofil von Fitnesscentern zeigt sich, dass Raumwärme und Warmwasser im Durchschnitt für mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs verantwortlich sind. Speziell jene Einrichtungen, die auch über einen Wellness-Bereich verfügen, weisen einen hohen Bedarf an Warmwasser auf. Lüftung und Klima machen über ein Viertel des Verbrauchs aus. Bei Vertretern dieser Branche, die noch keine wesentlichen Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben, bringen Heizung, Warmwasseraufbereitung sowie die Energieeffizienzsteigerung bei Lüftung und Klimatisierung wesentliche Einsparpotenziale.

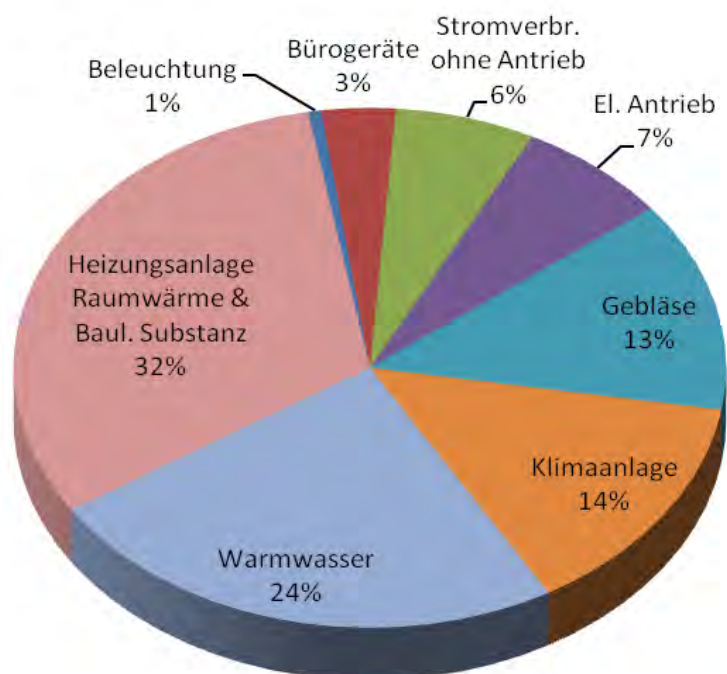


Abbildung 19:
Durchschnittlicher Anteil der
Hauptverbraucher in
Fitnessstudios.

Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der
KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Der Gerätepark von Fitnessseinrichtungen, in der Grafik als Stromverbraucher mit und ohne Antrieb zusammengefasst, zeichnet im Durchschnitt für 13 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs verantwortlich.

Relevante Verbraucher in Fitnessstudios		
Strom	Gas	Andere
+ Lüftung		
+ Klima		
+ Fitnessgeräte		
+ Licht		
	+ Heizung (Gas oder Fernwärme) inkl. Temperatur	
	+ Warmwasser (Gas oder Fernwärme)	

7.4.1.2. Unternehmen

Das Fitnesscenter hat eine Fläche von 5000 m². Relevante Energieträger sind Strom und Gas. Der Stromverbrauch macht 800.000 kWh pro Jahr aus, der Gasverbrauch konnte von 1.114.000 kWh auf knappe 50 Prozent Energieträger-Anteil reduziert werden, nachdem eine neue, zentrale Beheizung eingeführt worden ist. Diese zentrale Beheizung ist ein wichtiger Schritt zur Vereinheitlichung der Haustechnik. Das Center ist kontinuierlich expandiert und erstreckt sich heute über die Kelleretagen mehrerer Häuser. Deshalb ist auch die gesamte Technik ein ziemliches Patchwork, das erst in einzelnen Schritten in eine strukturiertere Form gebracht wird. Das Objekt ist teilklimatisiert, die Lüftung nunmehr zentral gesteuert. Die einzelnen Gebäudeteile verfügen über eigene Schaltkästen und Stromkreise. Die Verbrauchswerte sind durch die langen Betriebszeiten bedingt – an Arbeitstagen ist das Fitnesscenter von 6.30 bis 23 Uhr geöffnet, an Samstagen, Sonn- und Feiertagen von 9 bis 21 Uhr. So belaufen sich die jährlichen Betriebsstunden auf gut 5.500.

Der Geschäftsleiter ist sensibilisiert für das Thema Energieeffizienz. Zu bereits gesetzten Maßnahmen gehört unter anderem die komplette Erneuerung und Zentralisierung des Heizsystems sowie die Optimierung der Lüftung, auch wurde bereits ein renommiertes Energieberatungsunternehmen herangezogen, um Einsparpotenziale zu erheben, und in Kontinuität werden alte Leuchtmittel gegen neue, energieeffizientere ausgetauscht. Investitionen in energieeffizientere Geräte sind erst für das Ende des Lebenszyklus von Geräten angedacht. Fitnessgeräte mit Energierückgewinnung, die sich der Geschäftsleiter wünschen würde, sind nicht verfügbar als leistbare Standardtechnologie. Die Geschäftsleitung wollte im Zuge der Energieberatung auch eruieren, in welchem Zeitrahmen und unter welchen Bedingungen sich solare Wärme, solare Kälte oder Photovoltaik rentieren würden.

Die technische Leitung am Standort hat an dem Monitoring Interesse gezeigt – aus der Hoffnung heraus, dass die erwarteten Messergebnisse konkrete, in Zahlen gefasste Argumente für bereits vorgebrachte Verbesserungsvorschläge liefern.

7.4.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

Bei einer vorangegangenen Energieberatung im Betrieb wurden zwei Bereiche mit hohen Einsparpotenzialen erhoben. Neben der Beleuchtung waren dies die Standby-Verbräuche diverser Fitnessgeräte, die während der gesamten Betriebszeit im eingeschalteten Zustand sind. Laut Geschäftsführung sei hier keine Möglichkeit für umsetzbare Maßnahmen gegeben: Die Kunden würden nur jene Fitnessgeräte als funktionsfähig und benutzbar erachten, bei denen auch der Flachbildmonitor signalisiert, dass das Gerät im Betriebszustand ist. Hier würden Energieeffizienzmaßnahmen offenbar den Kundenerwartungen entgegenlaufen. Die Strategie, Geräte im Sinne der Energieeffizienz nur bei Bedarf einzuschalten, wäre ob bestehender Kundenerwartungen mit intensiven Informationsmaßnahmen für die Besucher verbunden. Energieeffizienz ist beim Neuerwerb von Trainingsgeräten oder bei deren Tausch mit ein Entscheidungskriterium.

Am Standort ist auch ein Hallenbad vorhanden, dessen Pumpen lange Betriebszeiten aufweisen. Im Rahmen der Energieberatung wurde den Einsparpotenzialen der Anlage nicht nachgegangen, da die Anlage recht neu und die Steuerungstechnik gemäß den Anforderungen optimiert ist. Daher wäre hier auch kein Investitionsbudget für energieeffizientere Technik vorgesehen.



Abbildung 20: Steuerungstechnik für den Swimmingpool

Die technische Leitung hat es als nicht notwendig befunden, den Energieberater erneut einzubinden, damit er das Energieverbrauchsmonitoring begleitet und daraus zusätzliche Lösungsansätze für Energieeffizienzmaßnahmen einleitet. Auch waren die Prioritäten bezüglich Energieeffizienzmaßnahmen im Voraus klar definiert: Der technische Leiter möchte allem voran beim Leuchtmitteltausch auf LED-Leuchtbänder umdisponieren.

Wenn es um geplante Energieeffizienzmaßnahmen geht, wird der Beleuchtung absolute Priorität eingeräumt. Wesentliche Verbraucher in dieser Branche wie Heizung und der recht

hohe Warmwasseranteil, bedingt durch den angeschlossenen Wellness-Bereichs samt Swimmingpool, werden dagegen nicht in Betracht gezogen: Da im Bereich Heizung und Warmwasser in den vergangenen Jahren größere Investitionen in eine zeitgemäße technische Ausstattung getätigt wurden, liegen der Verbrauchsanteil und auch die Einsparpotenziale unter dem Branchendurchschnitt.

Für die Messungen, die sich auf elektrische Energie beschränken, wurde auch der Lüftung kein näheres Augenmerk geschenkt, da hier innerhalb der vorhergehenden Jahre Optimierungen vorgenommen worden sind. Die Fitness-Geräte sind weit wesentlichere Verbraucher als die Beleuchtung, doch wurden deren Potenziale für eine Reduktion der Energiekosten nicht in Betracht gezogen: Hier zeigt sich ein Phänomen, wie es auch im produzierenden Gewerbe vorkommt: Der operative Kernbereich – in Produktionsbetrieben ist dies etwa der Maschinenpark – bleibt bei Energieanalysen eher ausgespart: In Unternehmen fehlt oftmals die Bereitschaft, in eingespielte Arbeitsprozesse einzugreifen, um die (Energie-)Effizienz zu steigern.

7.4.1.4. Messkonzept

In einem ersten Messkonzept wurden mehrere messrelevante Verbraucher ins Auge gefasst. In einem Fitnesscenter dieser Größenordnung ergibt sich ein hoher Energieverbrauch durch die Summe an Verbrauchern wie Klimatisierung, Sauna, Dampf- und Hallenbad und die hohe Beleuchtungsdichte.



Abbildung 21: Fitnesscenter. Zur Erstellung des Messkonzepts war es notwendig zu eruieren, an welchem Stromkreis die gewählte Beleuchtung hängt. Da es keine Aufzeichnungen gab, musste auch die Anzahl und Bauart der indirekten Beleuchtung („Lichtschlitz unten“) erst durch die Energieexperten ermittelt werden (siehe Bildhintergrund).

Zusätzlich ist auch die Standby-Leistung vieler elektronischer Fitnessgeräte ein entscheidender Faktor: Diese sind in der Regel während der gesamten Betriebszeiten eingeschaltet, zahlreiche davon zusätzlich ausgestattet mit Farb-Displays.

Es erfolgte der Einbau von vier Messkreisen. Der Fokus wurde gänzlich auf die Beleuchtung gesetzt, nachdem die Zumtobel Lighting GmbH als Anbieter von Beleuchtungslösungen vorschlug, sich bei dem Pilotprojekt einzubringen. Faktisch wurde angeboten, an den vier defi-

nierten Messstellen die Leuchtkörper zu tauschen und im Rahmen der Messungen die Ersparnis bzw. die Amortisationszeit des neu eingesetzten Lichtsystems zu ermitteln.

Geplant ist dabei, lediglich die Leuchtkörper zu tauschen. Neue Vorschaltgeräte sind nicht vorgesehen, unter anderem auch, weil das Unternehmen zwei Jahre zuvor in eine Blindleistungskompensationsanlage investiert hatte.

Die Fokussierung auf Licht im Rahmen der Messungen hatte auch den Grund, dass in diesem Bereich am ehesten ein Handlungsspielraum gesehen wurde, in Folge der Messergebnisse auch in absehbarer Zeit Maßnahmen zu setzen. Da sich der Betreiber gänzlich im Souterrain befindet kommt Tageslicht nur marginal für die Beleuchtung der Räume zum Tragen. Der Anteil der Beleuchtung am Gesamtverbrauch liegt daher wesentlich über dem eingangs angeführten Branchendurchschnitt – dies nicht zuletzt auch wegen bereits durchgeführter Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich Heizung und Warmwasser.

7.4.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Die langen Betriebszeiten des Fitnessstudios – von 6.00 bis 23.00 Uhr – haben die Möglichkeiten für den Einbau, ohne den Betrieb zu stören, sehr eingeschränkt. Da ab dem späten Vormittag großer Kundenandrang herrscht, erfolgte der Einbau am frühen Vormittag. Die Räume, in denen der Energieverbrauch der Beleuchtung gemessen wird, wurden kurzfristig gesperrt. Die notwendige Abschaltung zum Anhängen der Geräte dauerte in Summe etwa zwei Stunden – pro Stromkreis ist, so keine größeren Komplikationen auftreten, mit einer Abschaltungsdauer von etwa einer halben Stunde zu rechnen.

Zusätzlich hat allerdings im Vorfeld die Stromkreissuche Zeit in Anspruch genommen. Erst durch das Abschalten der einzelnen Stromkreise war eruiert, welche Geräte an welchem Stromkreis hängen: Der Betrieb ist durch die Zusammenlegung der Kellergeschosse mehrerer Stadthäuser entstanden, daher sind Haustechnik und Installationen ein gewachsenes Patchwork. Mit der Entwicklung und Expansion des Betriebes sind diverse Geräte einfach an jene Stromkreise angeschlossen worden, die verfügbar waren.

Wegen der komplexen Situation ist der „Stamm“-Elektriker des Unternehmens für den Einbau herangezogen worden, und dennoch hat die Stromkreissuche mehrere Stunden in Anspruch genommen: Es gehört zu den generellen Erfahrungen bei Energieverbrauchsmessungen, dass Verteilerpläne ein wunder Punkt in Unternehmen sind. Es scheint eher die Ausnahme zu sein, dass in Unternehmen die Dokumentation aktuell gehalten und vollständig ist.

Die genaue Definition des Messkonzepts in Folge einer ersten Begehung war noch mit der Firma Zumtobel zu akkordieren. Messpunkte wurden primär so gewählt, dass ein Tausch der Leuchtkörper eine energetisch sinnvolle Maßnahme ist: Schließlich hat der Lichtspezialist im Rahmen des Pilotprojekts zwar die kostenlose Planung übernommen, die Leuchtmittel an sich sind jedoch vom Unternehmen zu tragen. Des Weiteren wurde auch darauf geachtet, dass die Einschränkung des Betriebs während des Umbaus eine überschaubare bleibt.

Folgende Messpunkte wurden gewählt:

- Im Fitnessraum (Cardio1) befindet sich ein mit 8 Leuchten à 36 W hintergrundbeleuchteter Bildkasten mit einer Höhe von ca. 2,50 m
- Lichtschlitz unten: Im angrenzenden Fitnessraum (Cardio2) befindet sich die indirekte Beleuchtung hinter einem Wandpanel aus Spiegeln – 8 Stück T8-Leuchten à 36 W
- Bildwand: Hintergrundbeleuchteter, wandfüllender Bildkasten in Deckenhöhe, beleuchtet durch 36 Leuchtstoffröhren à 58 W
- Gangbeleuchtung (Himmel): Hintergrundbeleuchtetes Deckenpanel, bestehend aus 28 Stück Leuchtstoffröhren à 18 W

Zum Einsatz kam dabei das Energieverbrauchsmonitoringsystem der Energie Control GmbH.



Abbildung 22: Lichtband (Himmel). Das Licht in diesem Durchgang wird per Bewegungssensor gesteuert.

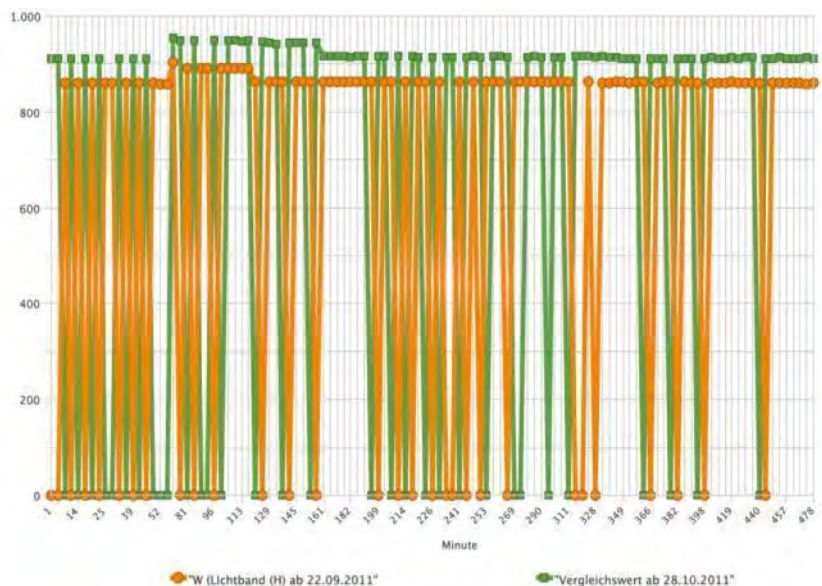


Abbildung 23: Vergleich Leistung (W) an zwei unterschiedlichen Tagen. Eine besonders frequentierte Zeit (ab Minute 161), in der keine Abschaltung erfolgt, ist beispielsweise ab 11.20 am Vormittag. Bei detaillierter Darstellung (wie hier im Drei-Minuten-Takt) fehlen die Uhrzeitangaben.

Minute	"W (Lichtband (H) ab 22.09.2011"	"Vergleichswert ab 28.10.2011"
1	0,000	912,000
7	0,000	911,000
9	860,000	0,000
12	0,000	912,000
14	861,000	0,000
17	0,000	911,000
20	860,000	0,000
23	0,000	912,000
25	860,000	0,000
31	861,000	0,000
34	0,000	911,000
36	860,000	0,000
39	0,000	911,000
41	860,000	0,000
44	0,000	912,000
47	860,000	0,000
52	859,000	0,000
57	859,000	0,000
75	903,000	955,000
80	0,000	950,000
81	892,000	0,000
85	0,000	949,000
86	890,000	0,000
91	890,000	0,000
96	0,000	948,000

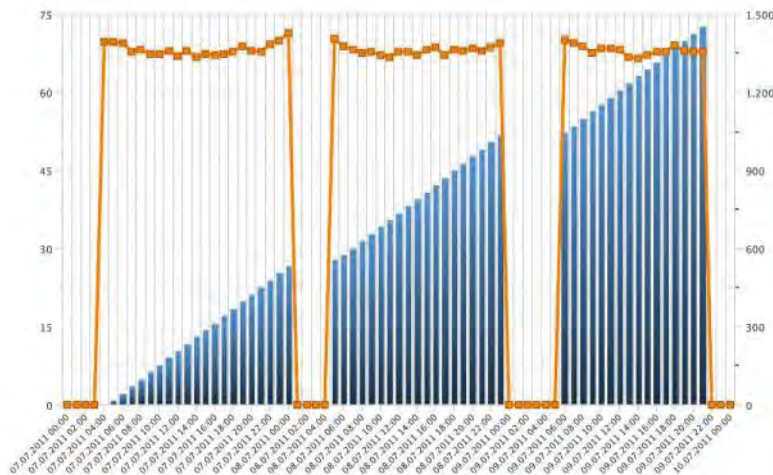


Abbildung 24: Lichtschlitz unten:

Orange: Leistung (W) – an der Skala rechts abzulesen

Blau: Kumulierter Energieeinsatz (kWh) – an der Skala links abzulesen.

Leistung auf null während der Nachtabschaltung zwischen 1.00 und 4.00 Uhr (8.7.) bzw. 0.00 und 5.00 Uhr (9.7.)

7.4.1.6. Nutzung in der Praxis

Das Energieverbrauchsmonitoring wurde ab 27.6. 2011 in Betrieb genommen. Technische Probleme mit der Installation gab es in weiterer Folge keine, allerdings kam es am 28.7. zu einem Geräteausfall. Wegen der Urlaubszeit wurde die technische Panne erst am 12.8. behoben.



Abbildung 25: GSM-Verbindung zur Übertragung der Daten aus dem Datenkonzentrator

Das Energieverbrauchsmonitoring im Fitnesscenter war darauf fokussiert, exemplarisch den Verbrauch für Licht an vier Stromkreise zu eruieren. In Folge sollte der Austausch gegen neue, energieeffizientere Leuchtkörper einen direkten Vergleich der beiden Lichtsysteme via Tabellen oder Lastgangkurven ermöglichen. So können verlässliche Daten zur Verfügung gestellt werden, um die Amortisationszeit einer Investition in neue Leuchtmittel zu errechnen.

Datum	Beleuchtung Bildwand - EG Rechts Leistung (W)	Lichtleiste oben + Bildwand - Cardio 1 (rechts) Leistung (W)
27.07.2011	1.534,204	737,146
28.07.2011	0,000	0,000
29.07.2011	0,000	0,000
30.07.2011	0,000	0,000
31.07.2011	0,000	0,000
01.08.2011	0,000	0,000
02.08.2011	0,000	0,000
03.08.2011	0,000	0,000
04.08.2011	0,000	0,000
05.08.2011	0,000	0,000
06.08.2011	0,000	0,000
07.08.2011	0,000	0,000
08.08.2011	0,000	0,000
09.08.2011	0,000	0,000
10.08.2011	0,000	0,000
11.08.2011	0,000	0,000
12.08.2011	1.495,171	718,524
13.08.2011	1.505,305	723,031

Abbildung 26: Leistung (W) im Zeitraum von 27.7. bis 13.8., in der es zu einem Ausfall der GMS-Verbindung kam. Ein Auswertezeitraum von zwei Wochen wird in Tagesintervalle aufgeteilt. Maßgebliche Abweichungen des Tagesverbrauchs können in individuell wählbaren, kürzeren Auswerteziträumen näher untersucht werden.



Abbildung 27: Die große Bildwand braucht das Doppelte an Strom der Beleuchtung im anderen Cardio-Raum mit indirekter Beleuchtung via Lichtleiste (Abbildung 28) und kleinerer Bildwand.

Zumtobel wollte ursprünglich ein Angebot mit neuen Leuchtkörpern erstellt, die hohe Lichtqualität bieten, gleichzeitig jedoch eher hochpreisig sind. De facto ist vom Angebot des Lichtspezialisten bis zum Zeitpunkt, da diese Zeilen verfasst werden, noch kein Gebrauch gemacht worden, da die angebotene Lösung eine umfangreichere Investition als geplant bedeuten würde.

Als günstigere Variante, die Energieeffizienz zu erhöhen, hat der Anbieter vorgeschlagen, Vorschaltgeräte einzubauen, um die hohen Blindleistungsanteil zu senken. Ein Angebot steht bis zum Zeitpunkt der Verfassung aus. Außerdem hat das Fitnesscenter vor einigen Jahren eine Blindleistungskompensation eingebaut.

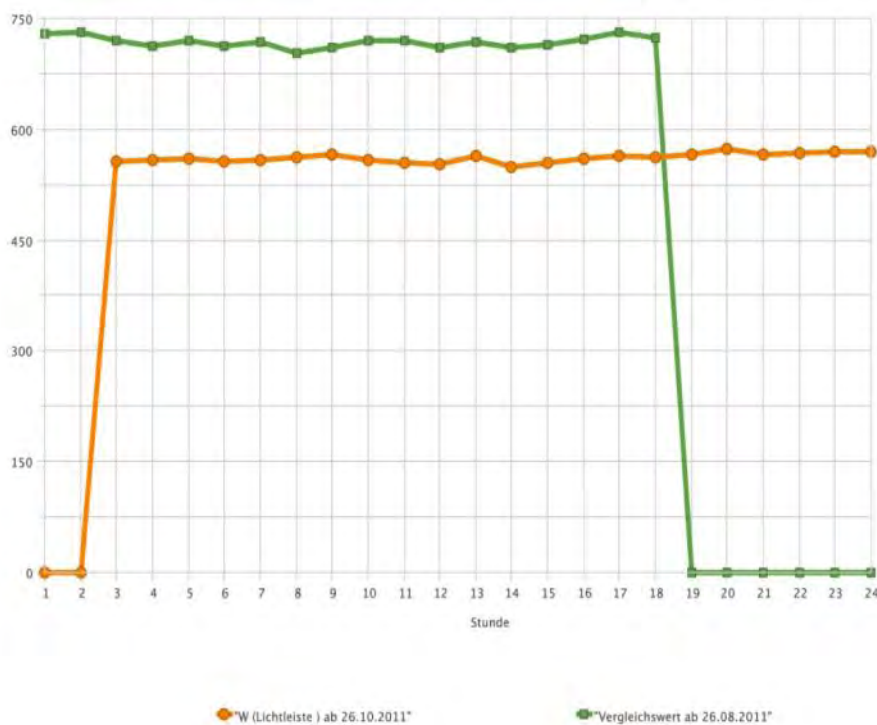


Abbildung 29: Die Gang-Lichtleiste (Himmel) wurde von 26. auf 27.8 sowie von 25. auf 26. 10. nicht abgeschaltet. Die Zeitleiste zeigt die Stunden an, die Uhrzeit der Messungen ist ab 5 Uhr morgens. Der niedrigere Verbrauch am 26. 10. könnte auf die geringere Frequenz (Bewegungsschalter) wegen des Nationalfeiertags zurückzuführen sein.

Das Energieverbrauchsmonitoring für die bestehende Anlage erfüllt daher bis jetzt den Zweck, exemplarisch anhand von vier Messpunkten exakte Daten über Verbräuche der Beleuchtung zu erheben, und es registriert vor allem Abweichungen von den Durchschnittsverbräuchen.

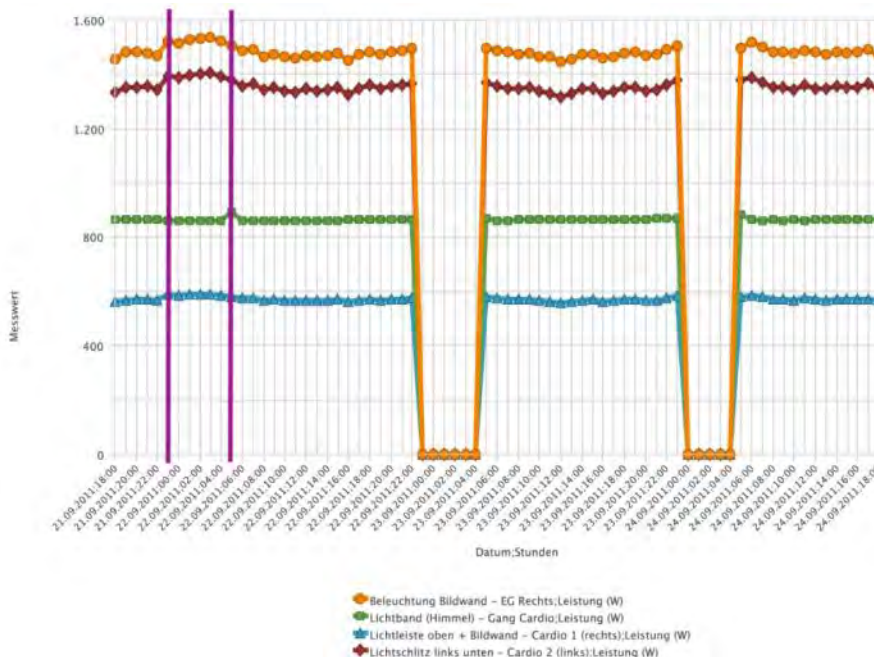


Abbildung 30: Vergleich der Leistung (W) aller vier Messpunkte im Zeitraum von drei Tagen. Im Bereich zwischen den beiden violetten Linien (Nacht von 21. auf 22.9.) erfolgt nicht die übliche Abschaltung zwischen ca. 23.00 und 5.00 Uhr. Auffällig ist, dass in dieser Periode der Verbrauch sogar leicht erhöht ist.

Bei den vorangegangenen Abbildungen ist gut ablesbar, wann außerhalb der Dienstzeiten die zentralen Schaltkreise nicht unterbrochen worden sind und daher das Licht durchgehend eingeschaltet war. Laut Auskunft der technischen Leitung ist dies dann passiert, wenn in der Nacht Revisionsarbeiten durchgeführt wurden. Mit der Verbrauchsmessung kann einfach hochgerechnet werden, auf wie viel sich die Mehrkosten für Energie belaufen, sofern einzelne Stromkreise auch in der Nacht angeschaltet bleiben.

Als Konsequenz könnten hier Lösungsansätze gefunden werden, dass bei allfälligen, nicht die ganze Nacht dauernden Wartungsarbeiten auch das Wartungspersonal nach getaner Arbeit via Generalschalter die Verbraucher abstellt. Erschwerend ist hier die „durchwachsende“, für Außenstehende nicht transparente Steuerungstechnik.

Eine große Stärke des hier zum Einsatz gekommenen, von der E-Control entwickelten Systems ist die Flexibilität der Auswerteziträume. So können in einer umfassenderen Zeitperiode via Tabellen oder Grafiken schnell Auffälligkeiten entdeckt werden, und in Folge sind genauere Details in den Lastgangverläufen bis auf Minutenwerte ermittelbar. Hier können auch Abweichungen bei Stromstärke und -spannung entdeckt werden.

7.4.1.7. Ergebnisse

Das Pilotprojekt konnte in diesem Unternehmen durchgeführt werden, weil die Geschäftsleitung wie die technische Leitung darauf sensibilisiert ist, die Energieeffizienz zu steigern. Die technische Leitung hat in eher unregelmäßigen Abständen Einsicht in die Daten des Energieverbrauchsmonitorings genommen. Weil exemplarisch der Stromverbrauch der Beleuchtung gemessen worden ist, konnten hier besser die Einsparpotenziale sichtbar gemacht werden, so der zuständige Techniker. Das System ist allerdings nicht genutzt worden für eine Kontrolle der Energieverbrauchsdaten in Kontinuität. Dazu wäre der begleitende Aufbau eines – zumindest rudimentären – „Energiemanagements“ notwendig, bei dem solche Abläufe in den in Unternehmensalltag integriert werden.

Im Allgemeinen erachtet der technische Leiter ein permanentes Energieverbrauchsmonitoringsystem im Unternehmen für nicht notwendig, auch wenn ihm Subzähler durchaus als ein geeignetes Hilfsmittel für eine laufende Kontrolle der Energieverbräuche erscheinen.

Im Falle des Fitnessstudios zeigt sich exemplarisch, dass gerade in kleineren und mittleren Unternehmen, bei denen Energie(effizienz) lediglich einen untergeordneten Aufgabenbereich der Geschäftsführung oder der technischen Leitung ausmacht, ein Energieverbrauchsmonitoringsystem eher als punktuell Kontrollinstrument denn als kontinuierlich genutztes Werkzeug des Managements zum Einsatz kommt.

Ein Internetportal, wie es im Rahmen des Pilotprojekts der E-Control angeboten wird, erfordert ein von Energieverantwortlichen respektive vom Team des Unternehmens ein aktives Abrufen der Daten; es muss dazu die Gewohnheit aufgebaut werden, sich in gewisser Kontinuität mit den Verbrauchsverläufen zu beschäftigen.

In diesen Fällen ist eine Verknüpfung des Energieverbrauchsmonitorings mit einem automatisierten Warnsystem sinnvoll, wie es am Pilotprojekt beteiligte österreichische Paketanbieter – zum Beispiel GoData oder Netconnect – in ihrem Angebot haben. Ein Warnsystem, das größere Abweichungen per SMS oder E-Mail weitergibt, ermöglicht es beispielsweise, praktisch in Echtzeit auf einen stark angestiegenen Strom- oder Wasserverbrauch (etwa im Falle eines Rohrbruchs) zu reagieren. Eine solche Lösung wäre auch für das Energieverbrauchs-

monitoringsystem der E-Control angedacht worden, doch hätte die technische Komplexität den Rahmen des Pilotprojekts gesprengt.

Ebenso konnte im Rahmen der Entwicklung auch nicht das Ziel weiterverfolgt werden, zur Visualisierung zusätzliche Darstellungsformen zu einem Internet-Portal zu verwenden, die unmittelbarer die Daten des Energieverbrauchsmonitorings kommunizieren. Netconnect arbeitet zum Beispiel bei einfacheren Messsystemen mit kleinen Displays, die etwa am Schreibtisch des Verantwortlichen platziert werden können. Bei komplexeren Systemen gibt es Monitore: Um im Betrieb die Gewohnheit zu schärfen, mehr auf den Energieverbrauch zu achten, hat es sich bewährt, wenn die Messdaten an einer gut frequentierten und sichtbaren Stelle via ein Display einsehbar sind; je nach Unternehmensstruktur können sie so platziert sein, dass möglichst viele Mitarbeiter die aktuellen Verbrauchsstände sehen und daran partizipieren, den Energieverbrauch zu senken, oder sie sind speziell so aufgestellt, dass die Energieverantwortlichen des Unternehmens in großer Regelmäßigkeit die Daten vor Augen haben.

7.4.2. Bürobetrieb

7.4.2.1. Branche

In Dienstleistungsbetrieben dominieren neben der Heizung vor allem elektrische Verbraucher. Auf alle Fälle sollte auch hier versucht werden, die Beleuchtung separat zu erfassen. Zusätzlich sind Lüftungs- und Klimaanlage zu überwachen. Hier ist auch die Erfassung der Raumtemperatur sinnvoll. Existiert ein eigener gekühlter Serverraum, könnte dessen meist vorhandene Temperaturüberwachung mit dem Energieverbrauchsmonitoring-System kombiniert werden. Ist eine Aufzugsanlage vorhanden, sollte diese ebenfalls gesondert erfasst werden.

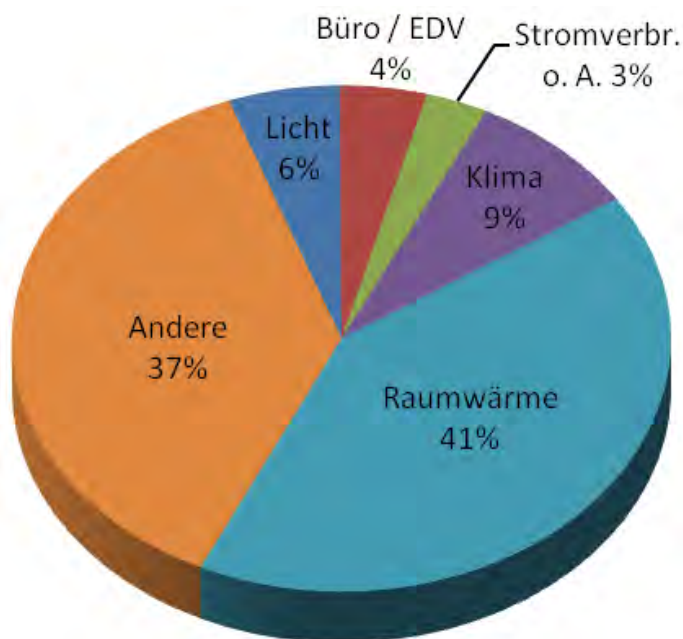


Abbildung 31: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Bürobetrieben.

Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Der betrachtete Dienstleistungsbetrieb ist ein typisches Beispiel für ein Kleinunternehmen mit fünf Büroarbeitsplätzen, einem großen Drucker, einem Server und einer Kleinküche. Daher erfolgt eine Messung der elektrischen Anschlussleitung (3-Phasen-Gesamtmessung), zusätzlich werden ein Arbeitsplatz, die Küche und der Server – alles Geräte, die permanent in Betrieb sind – mit eigenen 1-Phasen-Stromsensoren erfasst. Komplettiert wird die Verbrauchsmessung durch eine Innentemperaturmessung, aus der die richtige Einstellung der Heizungszeitschaltuhr abgeleitet werden kann.

Beim Versuch, die Temperatur im Tiefkühlfach auf eine richtige Einstellung zu kontrollieren, wurde festgestellt, dass der Innenraumtemperatursensor nur bis minimal 0 Grad Celsius einsetzbar ist. Dieser Sensor ist daher nicht für die Temperaturüberwachung in Tiefkühlräumen (siehe Abschnitt 7.8.1) geeignet. Das Messkonzept erschließt sich in Abbildung 32.

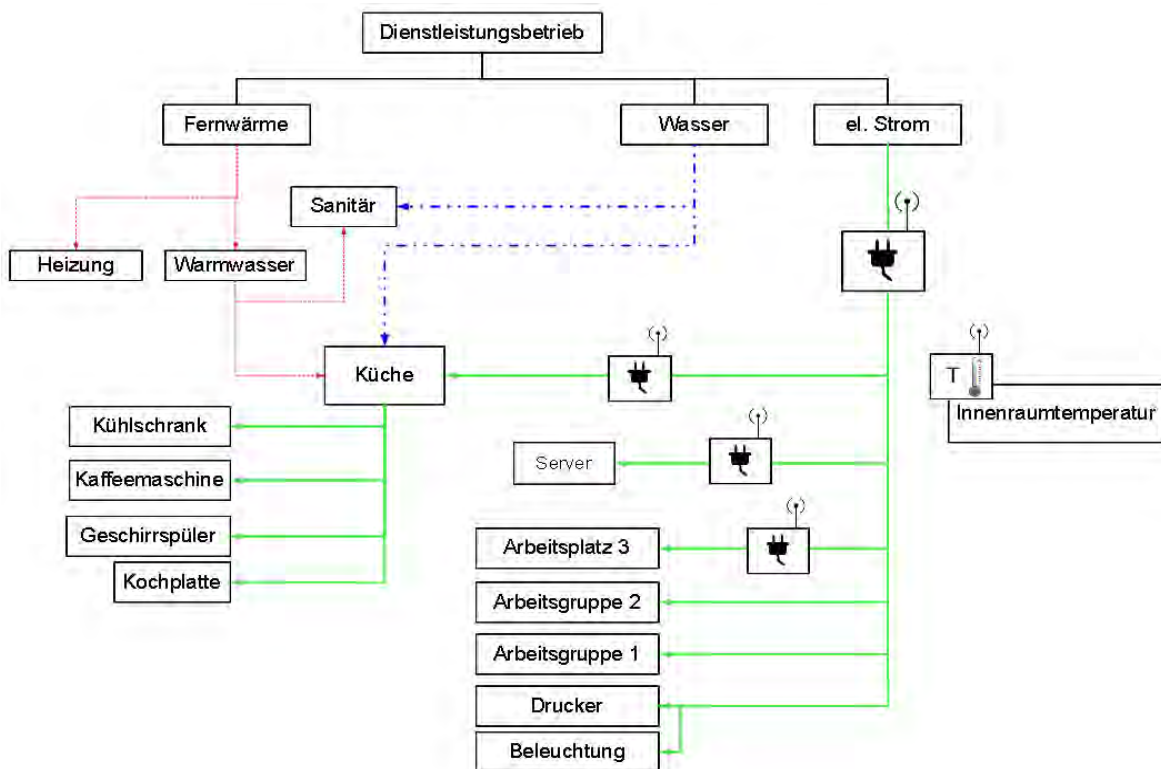


Abbildung 32: Messkonzept für Bürobetrieb mit Strom- und Temperaturmessung

Von diesem Betrieb liegen auch schon erste Auswerteergebnisse vor. Der Energieverbrauch an einem arbeitsfreien Samstag wurde analysiert (siehe *Abbildung 33*). Dabei fiel auf, dass die Gesamtleistungsaufnahme um 60 W höher lag als die Summe der Einzelmessungen. Bei einer genauen Analyse der verbleibenden Geräte wurde entdeckt, dass ein Computer noch an einer wissenschaftlichen Simulation rechnete. Die Programmparameter wurden daraufhin so angepasst, dass eine Berechnung nur noch während der Arbeitszeit erfolgt, wenn der Computer ohnehin in Benutzung ist. Dadurch konnte die Gesamtleistungsaufnahme am Wochenende um 22 Prozent gesenkt werden (siehe *Abbildung 34*)

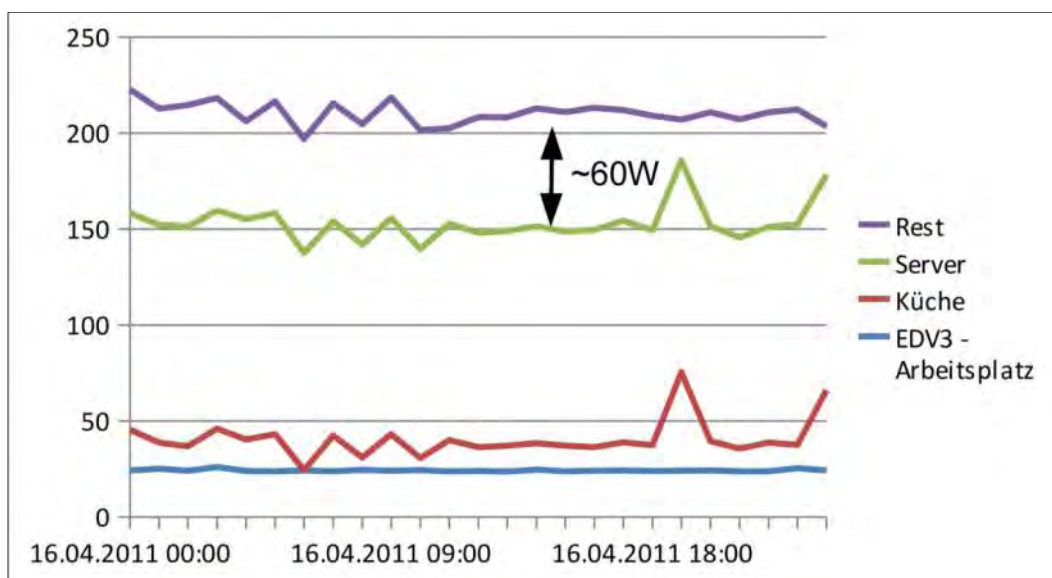


Abbildung 33: Lastgangkurve in Bürobetrieb an einem Samstag

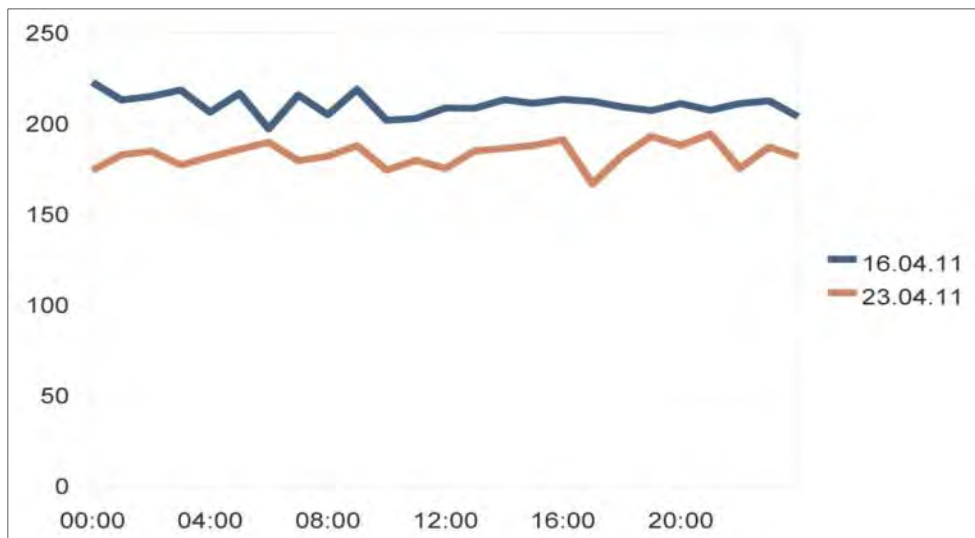


Abbildung 34: Vergleich der Lastgangkurven eines Dienstleistungsbetriebs an zwei aufeinanderfolgenden Samstagen: Deutlich ablesbar ist die Auswirkung einer einfachen Maßnahme auf den Stromverbrauch.

Relevante Verbraucher in		
Strom	Gas	Andere
+ Beleuchtung		
+ Verbraucher ohne Antrieb		
+ Büro		
+ Druckluft		
+ Pumpen		
	+ Heizung	
	~ Warmwasser	

7.4.2.2. Unternehmen Dienstleistungsbetriebe

Abbildung 35: Dienstleistungsbetriebe – Büros (n = 30)

Relevante Verbraucher in Dienstleistungsunternehmen (Büros)

Strom	Gas	Andere
	+ Heizung (Gas oder Fernwärme) inkl. Temperatur	
+ Lüftung / Klimaanlage inkl. Temperatur		
+ Licht		
+ Gekühlter Serverraum (inkl. Temperatur)		
~ Kleingeräte		

worden.

7.4.2.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

untersucht.

7.4.2.4. Messkonzept

Es Die Bodensteckdosen sind für die Beleuchtung mittels Stehlampen gedacht.

dokumentieren.

7.4.2.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Der

7.4.2.6. Nutzung in der Praxis

Das war ein Geräteausfall kein GSM Problem. Ad GSM: Mit der 5m Antenne kommen wir auch in Kellern ganz gut zurecht. Es kann natürlich sein, dass wegen dem Wetter die Verbindung vorübergehend ausfällt. In Stahlbetonkellern (a la EIW) hat man gar keine Chance. Hier kann man nur ein Netzkabel legen oder den Master woanders platzieren (sofern möglich). Prinzipiell kann man den Master getrennt von den Sensoren montieren. Entweder man verbindet dann die Sensoren über lange Buskabel (je nachdem ob passiver oder aktiver MBus zw. 5 und 50m) oder man bindet die Sensoren über Funk (z.B. Wireless MBus an).

Entscheidungen für Maßnahmen getroffen werden können.

7.4.2.7. Ergebnisse

Im

bewertet.

7.4.3. Apotheke

7.4.3.1. Branche

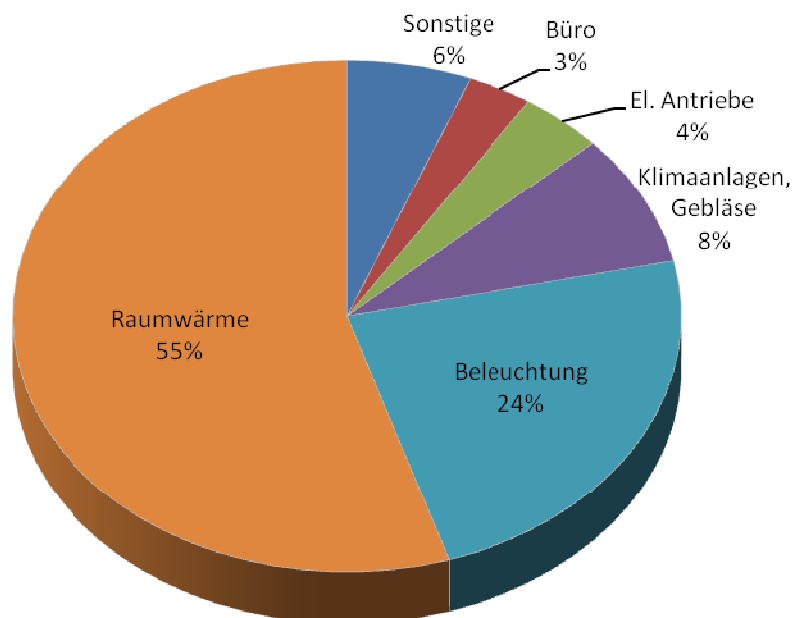


Abbildung 36:
 Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher im Einzelhandel (Non-Food)
 Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

In

.

Relevante Verbraucher in		
Strom	Gas	Andere
+ Beleuchtung		
+ Verbraucher ohne Antrieb		
+ Büro		
+ Druckluft		
+ Pumpen		
	+ Heizung	
	~ Warmwasser	

7.4.3.2. Unternehmen

Die
 worden.

7.4.3.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

untersucht.

7.4.3.4. Messkonzept

Es

dokumentieren.

7.4.3.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Der

7.4.3.6. Nutzung in der Praxis

Die

Entscheidungen für Maßnahmen getroffen werden können.

7.4.3.7. Ergebnisse

Im

bewertet.

7.5. netconnect

Die Firma netconnect aus Graz bietet EDV- und Telekommunikationsprodukte für Energiemanagement an. Das „Energie Effizienz Monitoring System“ ist darauf ausgelegt, mithilfe von grafischen Auswertungen die Energieflüsse für die Kunden – etwa Unternehmen oder Liegenschaftsverwaltungen – plausibel zu machen. Das Angebot von netconnect umfasst neben den Messgeräten und der Auswertesoftware auch noch Dienstleistungen wie die Erstellung von Zwischenreports, die mit dem Unternehmen durchgesprochen werden. Im Mittelpunkt stehen dabei geeignete organisatorische und investive Energieeffizienzmaßnahmen. Nach dem vereinbarten Messzeitraum erhält das Unternehmen noch einen Gesamtbericht.

Der Anbieter bietet auch Pakete für detaillierte, permanente Messungen an. Solche Systeme sind etwa in Krankenanstalten im Einsatz: Energieverantwortliche können die Lastgänge per Internetportal analysieren, doch wird auch der Rest der Belegschaft über die Messergebnisse informiert: Mitarbeiter können die tagesrelevante Energiebenchmark stets an einem Monitor ablesen.

Der Datenkonzentrator (EEMS konz) ist auf der Hutschiene von Schaltschränken verbaubar. Die integrierte Schnittstellenanpassung bietet zahlreiche Optionen im Rahmen des Energieverbrauchsmonitorings, wie etwa...

- Datenlogger zur Aufnahme der Zählerdaten
- Störschreiber zur ereignisgesteuerten Messwertaufnahme und -berechnung
- Logger für Prozesszustände
- Leistungs- und Energieanalysator zur Ermittlung von Leistungskennwerten und Lastfluss
- Gateway zur IP-Datenfernübertragung per GPRS/UMTS und Ethernet
- Webserver für die Detailvisualisierung vor Ort



Abbildung 37: Datenkonzentrator EEMS-Konz von netconnect

Abbildung 38: Monitorempfangseinheit des Mini Scout von Efergy

Als entscheidende Kriterien für dazu angebotene Messgeräte gibt netconnect an, dass diese leistungsfähig sein sollen und der Einbau sich möglichst unkompliziert gestaltet. Ein geeignetes Produkt hat man diesbezüglich im „Mini Scout“ von efergy gefunden. Der Einbau erfordert weder die Beteiligung von Fachleuten noch Stromabschaltungen – die Zange wird auf die isolierte Zuleitung geklippt und registriert magnetische Wirkung des Leiterstroms.

Dieses kompakte Messsystem umfasst ein Set von drei Zangen von je 17 mm Umschließungsdurchmesser und einer höchst zulässigen Stromstärke von 200 A – daher können auch Drehstrommessungen durchgeführt werden. Mit enthalten ist die Sendeeinheit für diese drei Zangen, ein USB-Empfänger für bis zu 10 Messpunkte sowie die Software für die Abspeicherung und Auswertung. Damit die an den Messergebnissen interessierten Kunden auch ein unmittelbares Feedback haben, ist noch zusätzlich eine kompakte Monitorempfangseinheit im Paket, die etwa auf dem Schreibtisch Platz findet. Auf dessen Display sind die aktuellen Werte in kW, kWh, Euro und CO₂ sowie deren Tages-, Wochen- oder Monatschnitt abrufbar.

Von netconnect wurden die Daten einer zweiwöchigen Energieverbrauchsmessung in einer LKW-Werkstätte in der Steiermark zur Verfügung gestellt, die gemeinsam mit einer Energieberatung durchgeführt wurde.

7.5.1. KFZ-Werkstätten

7.5.1.1. Branche

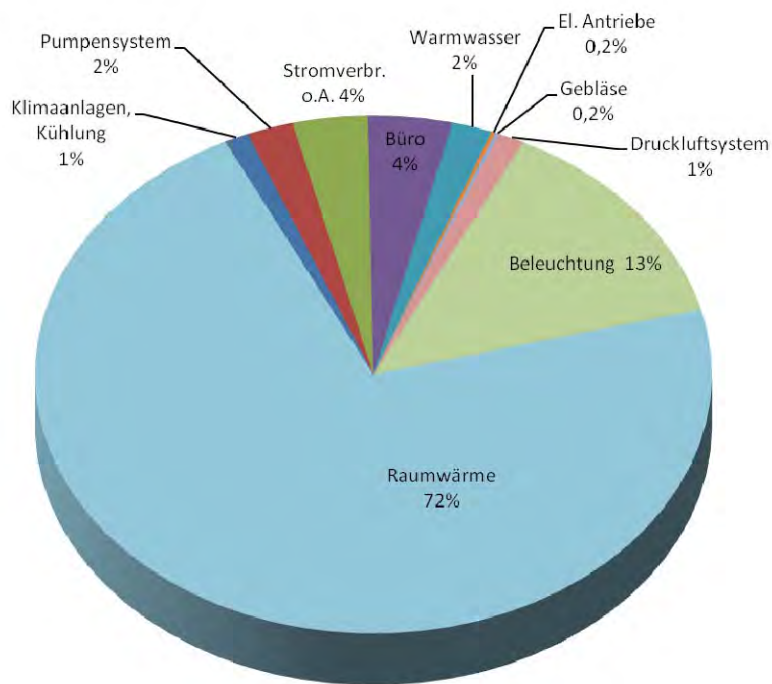


Abbildung 39:
 Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in KFZ-Werkstätten
 Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

In den Auswertungen der Ergebnisse zur KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung wurde in KFZ-Werkstätten die Raumwärme als relevantester Hauptverbraucher eruiert, mit Heizöl als häufigstem Energieträger, gefolgt von Gas, Fernwärme und – zu einem geringen Teil – der Biomasse.

Größter Verbraucher auf Seite der Elektrizität ist in dieser Branche die Beleuchtung. Der Maschinenpark der Werkstatt liegt in etwa mit dem Energieverbrauch in der Verwaltung (Büro) in etwa gleichauf. Druckluftsysteme zeichnen für lediglich für ein Prozent des Energieverbrauchs verantwortlich, sind jedoch in einer Potenzialeinschätzung relevant, da hier für gewöhnlich hohe Einsparungen möglich sind.

Relevante Verbraucher in KFZ-Werkstätten		
Strom	Gas	Andere
+ Beleuchtung		
+ Verbraucher ohne Antrieb		
+ Büro		
+ Druckluft		
+ Pumpen		
	+ Heizung	
	~ Warmwasser	

7.5.1.2. Unternehmen

Die LKW-Reparaturwerkstätte mit 47 Arbeitnehmern im Großraum Graz verfügt über eine beheizte Fläche von 2010 m². Der jährliche Stromverbrauch beträgt etwa 130.000 kWh, der Gasverbrauch beläuft sich auf ca. 300.000 kWh, wovon etwa 10.000 kWh auf Warmwasser entfallen. Das Werkstattgebäude wurde im Jahr 1999 errichtet.

Bisher wurden speziell bei der Beleuchtung kleinere Energieeffizienzmaßnahmen gesetzt: Teilweise ist eine Lichtsteuerung vorhanden, so wurde in der Werkstatt die Tageslichtnutzung optimiert, und Zeitschaltuhren regeln die Nachtbeleuchtung. Die EDV-Arbeitsplätze verfügen über Steckerleisten, die nach Arbeitsschluss abgeschaltet werden.

Das Unternehmen verfügt bisher über keinen Energiebeauftragten, auch sind bisher keine Schulungen oder Informationen zum Thema für die Mitarbeiter angeboten worden. Der Energieverbrauch ist bisher jährlich erfasst worden.

7.5.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

Das Unternehmen möchte sich mit der Energieberatung und dem Energieverbrauchsmonitoring allgemein über Möglichkeiten informieren, wie die Energieeffizienz im Betrieb zu steigern ist und in Folge die Energiekosten gesenkt werden können.

Da das Unternehmen ausgeschlossen hat, Investitionen zur Effizienzsteigerung am relativ neuen Baukörper zu tätigen, wurde die Gebäudehülle bei der Beratung nicht untersucht.

7.5.1.4. Messkonzept

Es wurde ausschließlich der Stromverbrauch gemessen. Aufgrund der in den Hallen verteilten Verbraucher sind dafür Stromzähler mit Funkübertragung konzipiert worden. Durch diese gleichzeitige Messung relevanter Verbraucher kann für jeden Zeitpunkt innerhalb des Messzeitraums exakt die Zusammensetzung der Verursacher des Gesamtverbrauchs identifizieren zu können.

Die Drehstromzähler mit eingebautem ZigBee-Funk übertragen in 1-Minuten-Intervallen die Messdaten (kW, kWh, kVAr, kVArh, U, I, Hz) an einen Funkkonzentrator. Dieser wiederum ist über USB an einem Notebook angeschlossen, das die Daten übernimmt und in einer SQL-Datenbank ablegt.

Im Rahmen des Messkonzepts wurden folgende Messpunkte definiert:

- Haupteinspeisung
- Heizungspumpen
- Büro OG inkl. EDV-Serverraum
- Montagehalle
- Verkaufsräumlichkeiten
- Werkstätten
- Druckluftkompressor
- Imbissstube

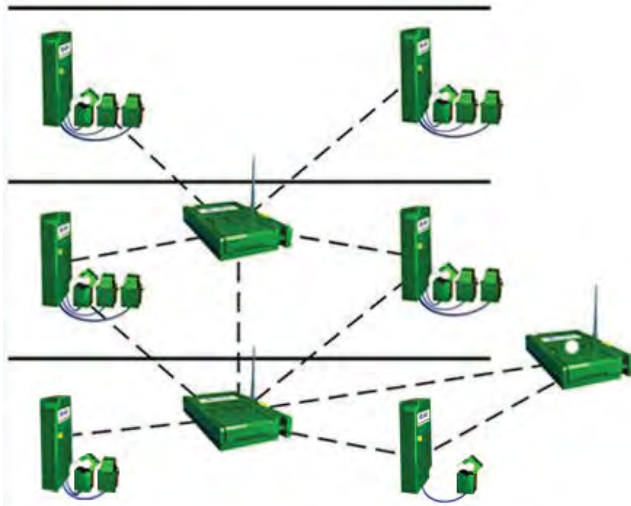


Abbildung 40: Übertragung der Messdaten an Funkkonzentratoren.

Dieses System ermöglicht es, Messergebnisse im laufenden Betrieb abzulesen und dadurch Verbesserungen unmittelbar in der Messperiode umzusetzen, um so gleich die Resultate der gesetzten Maßnahmen zu dokumentieren.

7.5.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Der Aufbau und die Einrichtung für die neun Messstellen konnte innerhalb von drei Stunden ausgeführt werden. Durch den Einsatz der Zangenamperemeter kommt es zu keinen Abschaltungen.

Wie sich auch schon in anderen Pilotbetrieben gezeigt hat, war der aufwändigere Teil der Arbeit nicht der direkte Einbau der Messgeräte. Für ein Gerät hat die Suche nach dem dazugehörigen Stromkreis einige Stunden in Anspruch genommen: Auch an diesem relativ neuen Betriebsstandort waren die Verteilerpläne nicht aktuell gehalten und vollständig: Es gab keine Dokumentation, aus der hervorgegangen wäre, wo der betreffende Verbraucher angeschlossen ist.



Abbildung 41: Einbau des Messsystems: Überprüfung der Funkkonzentratoren



Abbildung 42: Drehstromzähler und Funkkonzentratoren

7.5.1.6. Nutzung in der Praxis

Die Messung ist für zwei Wochen angesetzt worden, in denen es zu keinerlei Störungen oder Beeinträchtigungen gekommen ist. Das installierte Energieverbrauchsmonitoringsystem ist von netconnect nach zwei Tagen Laufzeit routinemäßig kontrolliert worden.

Die Daten waren dem Projektverantwortlichen im Unternehmen und der Geschäftsführung zugänglich. Energieverbrauchsmonitoring wird bei netconnect nicht nur als eine Herausforderung betrachtet, an die mit technischen Lösungen und adäquater Software zu heranzugehen ist. Ebenso großes Augenmerk wird auf die Vermittlung der Ergebnisse gelegt. Im betrieblichen Alltag kann die Datenmenge, die aus einem Energieverbrauchsmonitoringsystem generiert wird, leicht als überfordernder Informations-Overkill erlebt werden, selbst wenn die Auswertepattform wie bei netconnect klar strukturiert ist und Lastgänge auch für Laien in eine anschauliche, plausible Form übersetzt.

Die besten Synergien werden erzeugt, wenn solche Messungen und eine Energieberatung gemeinsam durchgeführt werden. Die Messergebnisse in diesem Fall wurden in Form eines Papier-Berichts mit exemplarischen Verbrauchstabellen und Profildigrammen sowie einem erläuternden Text präsentiert. Der Berater konnte Ursachen für überhöhte Verbräuche und Fehlnutzungen deutlich machen.

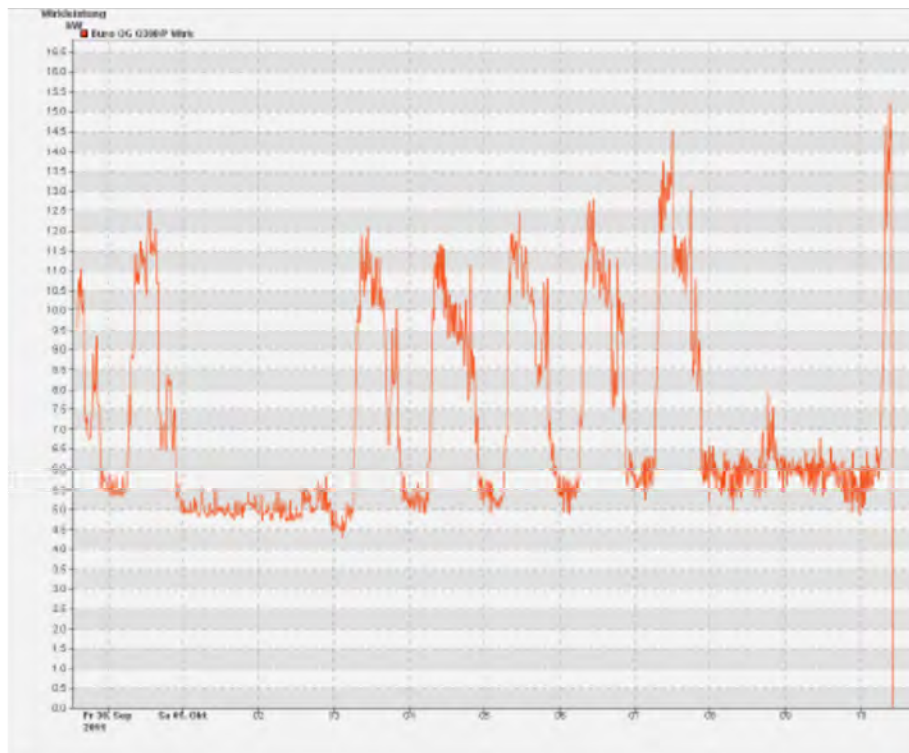


Abbildung 43: Hier ist die hohe Grundlast des Serverraums von 4,5 bis 5,5 kW deutlich ablesbar

Nach der Präsentation kam es zu mehreren telefonischen Rückfragen zur Bedeutung von einzelnen Kurvensituationen – dies beweist, dass die überlassenen Berichte im Unternehmen tatsächlich thematisiert worden sind.

Die aufgezeigten Problemstellen wurden in einem Management-Summary übersichtlich zusammengefasst, damit in Folge Entscheidungen für Maßnahmen getroffen werden können.

7.5.1.7. Ergebnisse

Im Rahmen der zweiwöchigen Messungen konnten keine Resultate von Optimierungen ausgewertet werden, da erst nach Präsentation der Ergebnisse sinnvolle Energieeffizienzmaßnahmen eruiert worden sind und in weiterer Folge realisiert werden sollen.

Eine erste Maßnahme, die umgehend durchgeführt worden ist, betraf die Druckluftanlage. In einem ersten Schritt sind die Kompressorlaufzeiten optimiert worden, da aus der Lastgangkurve deutlich ablesbar wurde, dass die Inbetriebnahme in der Regel eine Stunde vor Nutzung der Anlage erfolgte.

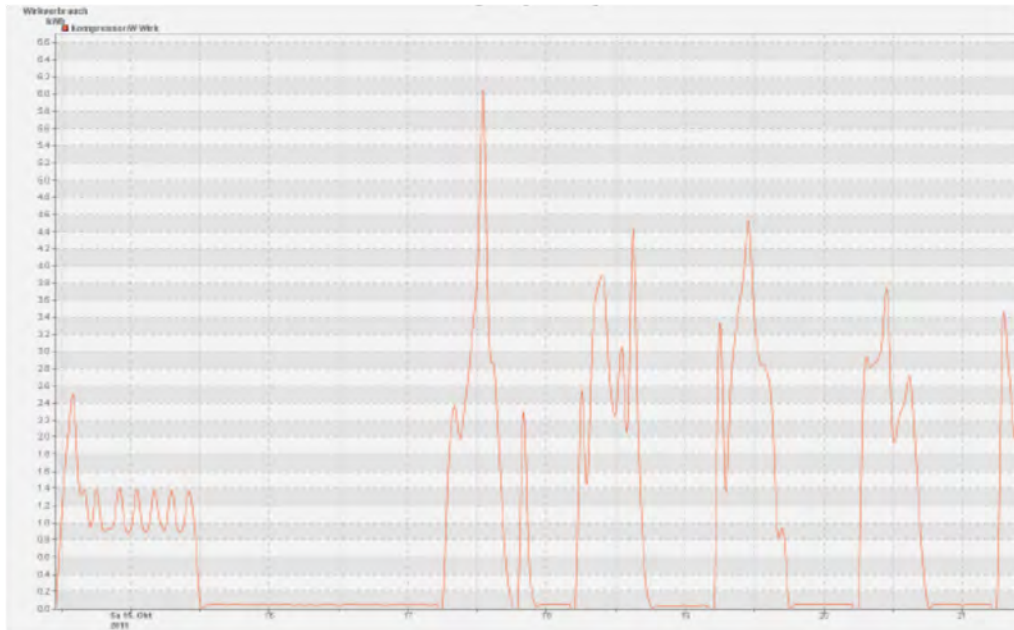


Abbildung 44: Die größte Lastspitze des Druckluftkompressors fällt in die Zeit zwischen 6.00 und 7.00 Uhr morgens, obwohl mit der Arbeit erst um 7.00 Uhr begonnen wird. Das Energieverbrauchsmonitoring ergab weiters, dass die Druckluft einen Verbrauch von etwa 32 kWh täglich ergibt. Leckagen haben hier einen Anteil von ungefähr 12 kWh, das sind etwa 37 % des Gesamtverbrauchs des Kompressors.

Das Unternehmen hat mit dem Energieverbrauchsmonitoring ein deutlicheres Bild über den Energiefluss zu den Abteilungen während der Arbeitswoche und an den Wochenenden bekommen.

Die Geschäftsführung hat anerkennend bestätigt, dass ein ständiges Energieverbrauchsmonitoring ein äußerst hilfreiches Element für eine nachhaltige Steigerung der Energieeffizienz wäre. Eine Entscheidung für die Investition in ein ständiges Energieverbrauchsmonitoring wird erst nach einer eingehenden Kosten-Nutzen-Rechnung gefällt – vorerst werden noch die Erkenntnisse und die konkreten Einsparungen aufgrund der durchgeführten Messung eingehend bewertet.

7.6. GOdata

Das in der Steiermark ansässige Unternehmen GOdata, gegründet 2009, hat sich auf Systeme für Energieverbrauchsmessungen spezialisiert, die mit minimalem Aufwand installierbar und auch vergleichsweise günstig sind. Hier werden keine zusätzlichen Subzähler verbaut, vielmehr bietet das System auf die automatische Erfassung von bestehenden Verbrauchszählerständen mittels optischen Auslesevorrichtungen. In 70 Prozent der Fälle werden analoge Zähler abgelesen, bei 30 Prozent erfolgt die Datenaufnahme via Infrarot-Schnittstelle. Die Aufnehmeinheiten sind für alle Zählerarten anwendbar – für Strom, Gas, Wasser oder Fernwärme.

Das System erfordert keinerlei Eingriff in die bestehende Haustechnik, es müssen keine Leitungen aufgetrennt werden, und die Installation erfolgt ohne großen Aufwand; damit fallen ganz wesentliche Hemmnisse weg, die Unternehmen generell davon abhalten, Energieverbrauchsmonitoringsysteme einzurichten: Neben relativ niedrigen Kosten für die Messgeräte und die Installation fällt vor allem ins Gewicht, dass es zu keinerlei Behinderungen des laufenden Betriebes – etwa durch Unterbrechungen der Energiezufuhr – kommt. Außer Unternehmen gehören auch Haus- und Schulverwaltungen, Gemeinden und Privathaushalte zu den Nutzern dieses Systems.

Bei GOdata steht nicht eine präzise Aufnahme von Subverbrauchern im Vordergrund, vielmehr wird hier ein Tool angeboten, um mittels veranschaulichender Lastgangkurven einen Überblick über das allgemeine Energieprofil zu erhalten. Dieses System eignet sich besonders für Gesamtmessungen und den Vergleich unterschiedlicher Standorte. Mit dem GO Meter wird auch eine günstige Möglichkeit für automatisierte Steuerungstechnik geboten.



Abbildung 45: Links der GO Meter, das eine günstige Möglichkeit bietet, die Haustechnik zu automatisieren. Rechts das Go Power Modul für analoge Wasserzähler.

Die von der optischen Ausleseeinheit erfassten Zählerdaten werden über eine Internetverbindung oder drahtlos an den GOdata-Server gesendet. Der Benutzer kann die Daten anschließend über ein Webportal abrufen. Die Messdaten können in Dateiformat exportiert und in Excel oder mittels einer Datenbank ausgelesen werden. Am Portal geben sie als Linien- oder Balkendiagramm Aufschluss über den Lastverlauf eines oder mehrerer Tage, es können aber auch Vergleiche zwischen unterschiedlichen Zeitperioden oder Standorten gemacht werden. Als Messeinheit für Strom und Heizung sind kW und kWh wählbar, Wasser wird in m³ angegeben.

Gleichsam als Benchmark-Tool speziell für Heizungsbewertungen wurde das „GO Eco Band“ entwickelt: Die gemessenen Daten werden dabei mit einem theoretischen Lastgangverlauf verglichen, der aus Faktoren wie Außentemperatur, der aus dem Energieausweis ermittelten Energiekennzahl oder, als Basisinformation, dem Gebäudetyp (wie Wohnhaus, Bürogebäude, etc.) errechnet wird.



Abbildung 46: Das auf der Grafik grün definierte „GO Eco Band“ gibt eine Benchmark für Verbrauchswerte der Heizung vor.

Gegen Zusatzgebühr wird auch eine Alarmfunktion angeboten, welche die Nutzer per SMS oder E-Mail unmittelbar über grobe Abweichungen des Verbrauchs informiert. Dabei können nicht nur absolute Grenzwerte, sondern auch plötzliche Anstiege als Auslösekriterien definiert werden.

7.6.1. Metallverarbeitender Betrieb

7.6.1.1. Branche

Diese Branche ist sehr heterogen, und so spreizt sich auch der Energiekostenanteil am Umsatz von 1,7 bis 4,4 %.¹⁵, wobei Oberflächenveredelung und Werkzeugherstellung zu den besonders energieintensiven Vertretern der Branche zählen.

Raumwärme, elektrische Antriebe und Prozesswärme gelten als die relevantesten Energieverbraucher in der metallverarbeitenden Branche, auf sie entfallen mehr als drei Viertel des Energieeinsatzes.

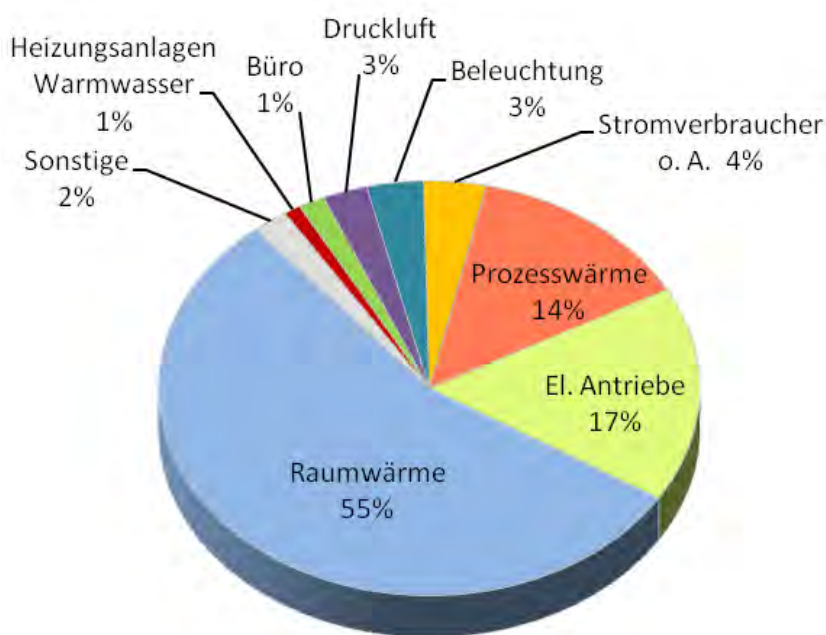


Abbildung 47:
Durchschnittlicher Anteil
der Hauptverbraucher in
metallverarbeitenden
Betrieben.
Auswertung von
Verbrauchserhebungen im
Rahmen der KMU-Initiative
zur Energieeffizienz-
steigerung

Nicht nur die Energieintensität, sondern auch das Energieprofil samt der Verteilung relevanter Hauptverbraucher hängt in dieser Branche sehr stark von den Tätigkeitsbereichen ab. Während Oberflächenbehandler die Energie vor allem für Prozesswärme und Stromverbraucher ohne Antriebe einsetzen, haben Hersteller von Metallwaren und Leichtmetallbauer – wie der im Anschluss näher beleuchtete Pilotbetrieb – den größten Bedarf bei der Raumwärme, bei elektrischen Antrieben und der Beleuchtung.

Wegen der großen Heterogenität sind verbraucher-spezifischen Einsparpotenziale für die Branche am besten mit einem Diagramm zu erheben, in dem branchenrelevante Energieeffizienzmaßnahmen ausgewiesen sind: Auf der y-Achse ist abzulesen, wie häufig eine Maßnahme als relevant erachtet wird. Auf der x-Achse wird das durchschnittlich abgeschätzte Einsparpotenzial pro Maßnahme für die jeweiligen Verbraucher dargestellt:

¹⁵ Mandl, Doris, Friedrich Kapusta: Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheckberatungen für sechs ausgewählte Branchen. Wien 2011, S. 74

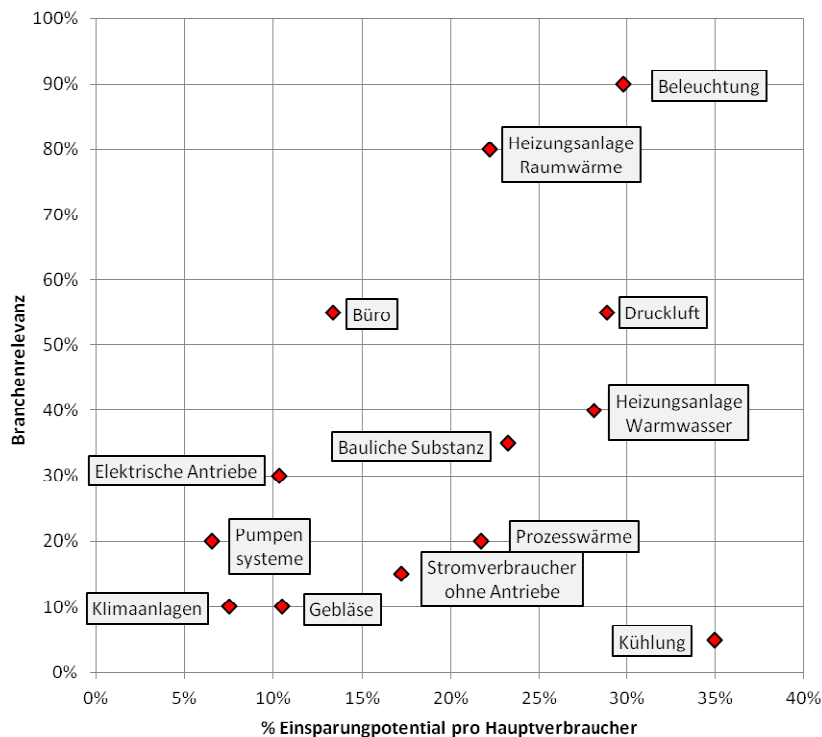


Abbildung 48: Branchenrelevante Energieeffizienzmaßnahmen in metallverarbeitenden Betrieben

Hier sind Verbraucher mit hohen Einsparpotenzialen und hoher Relevanz rasch erkennbar. So wird in 90 % der Betriebe bei der Beleuchtung ein mittleres Einsparpotenzial von 30 % gesehen, und in acht von zehn Unternehmen wurden Optimierungsmaßnahmen für die Heizungsanlage vorgeschlagen, wobei die Einsparungen auf 23 % eingeschätzt wurden.¹⁶

7.6.1.2. Unternehmen

Das Unternehmen hat ein recht breit angelegtes Portefeuille, liefert Produkte im Bereich konstruktiver Stahlbau, Stahl- Sonderkonstruktionen, Leichtmetall-Portalbau, Glas-Sonderkonstruktionen, sowie Alu-Glasfassaden, Wintergärten. Blechfassaden und Sonnenschutz sowie Hochbau, Schlosserei und Feinschlosserei.

Die neue Produktionsstätte in der Steiermark mit 5000 m² Nutzfläche entspricht zeitgemäßen Standards für Energie und Baubiologie, der Maschinenpark ist neu und entspricht heutigen Energieeffizienzkriterien. Das Unternehmen verfügt über 150 qualifizierte Mitarbeiter.

7.6.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

Da das Unternehmen über eine neue Betriebsstätte verfügt, sind weder bei der Gebäudehülle noch beim Maschinenpark Investitionen beabsichtigt. Eines der Hauptmotive für ein Energieverbrauchsmonitoring war es, mehr Kenntnisse über den Stromverbrauch außerhalb der

¹⁶ Ebda., S. 78

Geschäftszeiten zu erhalten. Und durch die Gasmessung wollte man auch aussagekräftige Daten generieren, auf welche Weise die Nachtabsenkung für die Heizung optimiert werden kann.

7.6.1.4. Messkonzept

Das idealtypische Messkonzept wurde im Rahmen des Projekts für einen metallverarbeitenden Betrieb in Wien ausgearbeitet, bei dem es mangels adäquater Messgeräte letztendlich zu keinen Messungen gekommen ist. In diesem Fall war vorgesehen, die im Einsatz befindlichen Werkzeugmaschinen einzeln zu messen. Dafür wäre eine sehr hohe Anzahl an Messgeräten erforderlich. Eine Lösung für die Werkzeugmaschinen bestünde in einem mobilen, mit Messgeräten ausgestatteten Rollwagen, der ohne zusätzlichen Installationsaufwand bei unterschiedlichen Werkzeugmaschinen eingesetzt werden könnte.

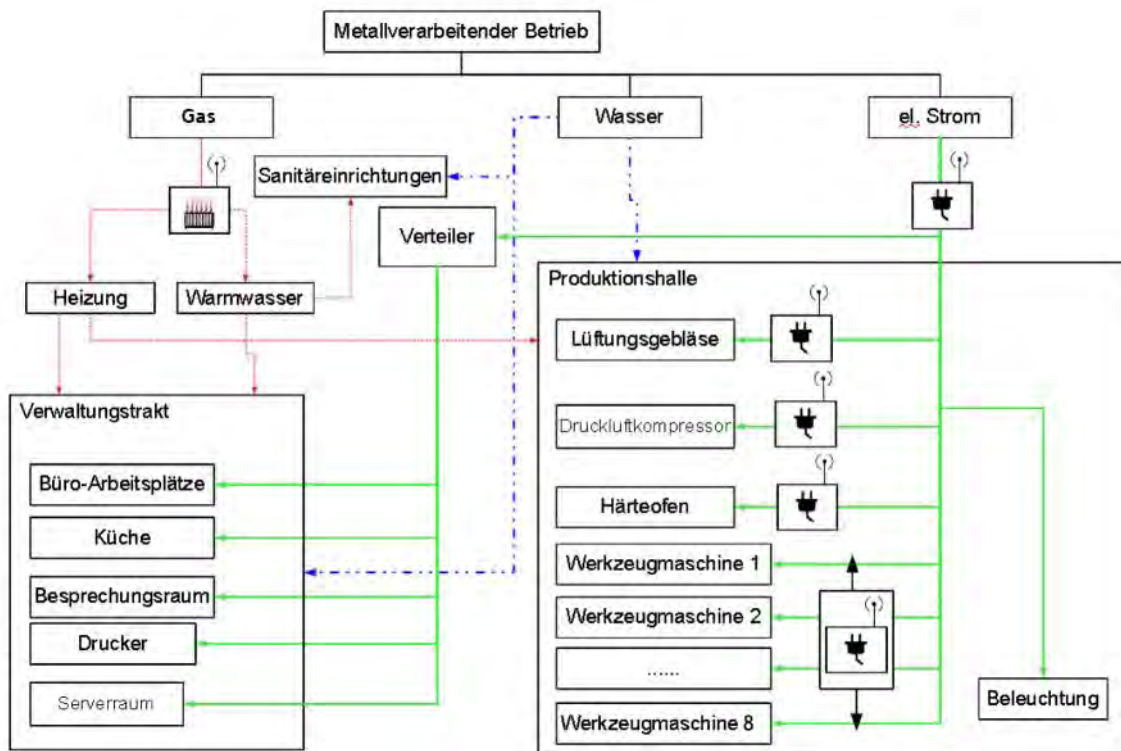


Abbildung 49: Messkonzept samt mobiler Messeinheit in metallverarbeitendem Betrieb

Wie aus der Branchenauswertung hervorgeht, sind als weitere relevante Verbraucher im Bereich elektrischer Energie die Beleuchtung, die Druckluft und der Bürotrakt anzuführen. Den größten Anteil am Gesamtenergieeinsatz in metallverarbeitenden Betrieben nimmt die Raumwärme ein, im Falle des Pilotbetriebs ist dies Gas.

Relevante Verbraucher in metallverarbeitenden Betrieben		
Strom	Gas	Andere
+ Elektrische Antriebe		
+ Druckluft		
+ Beleuchtung		
+ Verbraucher ohne Antrieb		
	+ Heizung	
	+ Prozesswärme	

Im Rahmen dieses Projekts hat sich bei der metallverarbeitenden Branche ein ähnliches Problem gezeigt wie etwa bei Druckereien: Während Geräte für Lichtstrom-Messungen noch relativ gut verfügbar sind, war es für die Projektpartner relativ schwierig, adäquate, geeichte Wandlermesser einzubauen. Zusätzlich gibt es seitens der Unternehmen stets große Bedenken, Präzisionsmaschinen im Zuge des Einbaus von Messgeräten vom Netz zu nehmen: Es wird befürchtet, dass auf die Produktion abgestimmte Presets dabei verloren gehen können. Die Einzelerfassung von Produktionsmaschinen ist auch deshalb sinnvoll, weil dadurch Leistungsspitzen erkannt werden können, die schlimmstenfalls für eine Erhöhung des Strombezugspreises verantwortlich sind.

Das Messkonzept für den metallverarbeitenden Betrieb ist bei GOdata auf das Wesentliche simplifiziert worden: Alle verfügbaren Zähler wurden mit den selbst entwickelten optischen Ablesegeräten bestückt:

Beim Strom wurden zwei Zähler verbaut – der eine für den Gesamtverbrauch des Tages-, der andere für den Gesamtverbrauch des (günstigeren) Nachttarifs.

Bei Gas deckt der eine Zähler den Gesamtverbrauch für Heizung und Warmwasser ab, ein zweiter Zähler erfasst den Gasverbrauch der Spritzkabine.

Im Messkonzept von GOdata war auch die Erfassung des Wasserverbrauchs mit einem batteriegespeisten Messgerät vorgesehen gewesen (da am Standort des Zählers keine Elektrizität vorhanden ist). Das Unternehmen hat jedoch kein Interesse daran gezeigt, den Wasserverbrauch zu beobachten, da hier auch keine wesentlichen Einsparpotenziale gesehen worden sind.

7.6.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Das Energieverbrauchsmonitoring erfolgte für etwa ein halbes Jahr, von März bis September. Für die exakte Einrichtung der Ableseeinheiten ist mit etwa einer halben Stunde je Zähler zu rechnen.

Die Montage verlief, wie auch der Betrieb während der gesamten Messzeit, ohne Schwierigkeiten.



*Abbildung 50: GOdata
Ablesegerät an Gaszähler*

7.6.1.6. Nutzung in der Praxis

Mit dem Energieverbrauchsmonitoring konnte sich das Unternehmen ein deutliches Bild machen vom Strom- und Gasverbrauch in der Nacht, also außerhalb der Produktionszeiten. Von dem her waren die Messungen hilfreich, um Prioritäten bei Energieeffizienzmaßnahmen zu setzen.

Das Online-Plattform von GOdata bietet den Unternehmen eine einfach zu bedienende Benutzeroberfläche, die den Verbrauch veranschaulicht. Die Werte sind auch als CSV-Datei exportierbar, die hohe Kompatibilität zu gängigen anderen Energieanalysetools aufweist.

Bei der grafischen Darstellung besteht die Auswahl zwischen Lastgangkurven und Balken. Die Grafikoberfläche ist in der y-Achse skalierbar, sodass die Werte in kW oder kWh je nach Verbrauchshöhe besser darstellbar sind: So lassen sich Lastgangkurven bei geringen Verbräuchen gut „dramatisieren“.

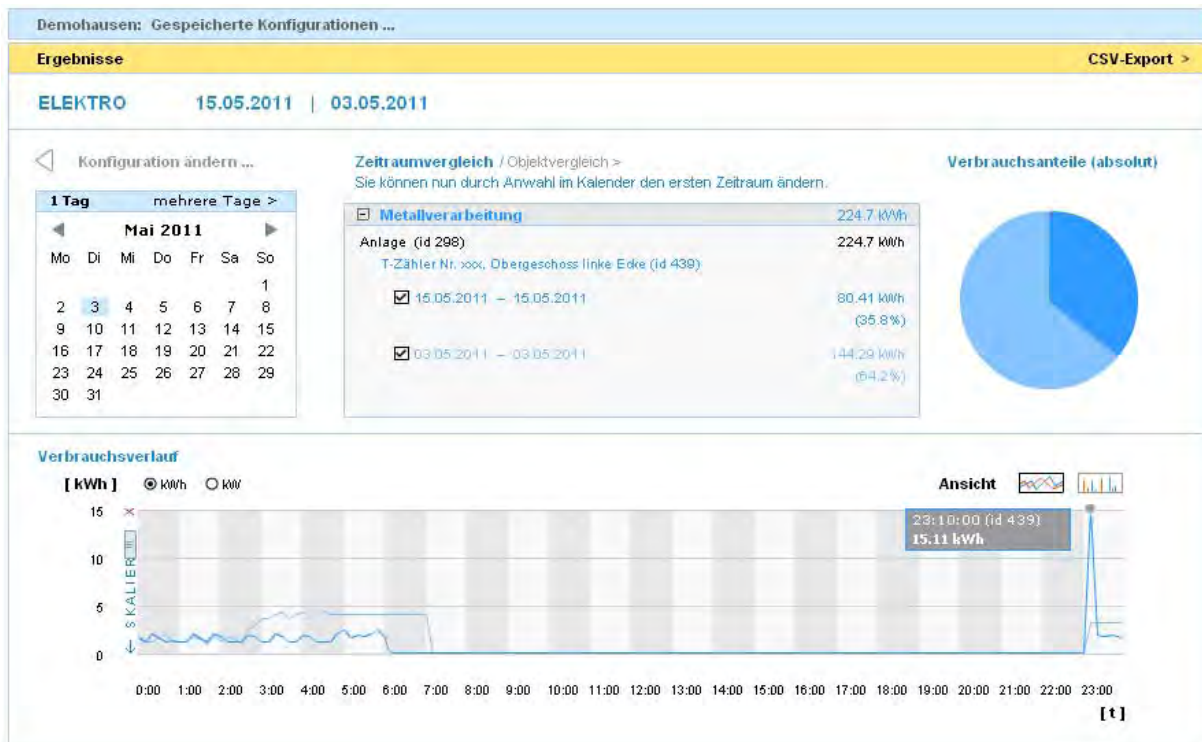


Abbildung 51: Vergleich des Nachtstroms an zwei Tagen. Rechts die Lastspitze von 15 kWh um 23 Uhr 10. Es gibt die Wahl zwischen Balken- und Kurvendiagramm, zwischen kW und kWh. Im mittleren oberen Feld sind entweder mehrere Zähler desselben Energieträgers anwählbar oder die beiden zu vergleichenden Zeitabschnitte. Die Tortengrafik (rechts oben) erlaubt es auf einen Blick, die Verbräuche zu vergleichen.

Mit diesem System können auch Vergleiche angestellt werden zwischen Zählern vom selben Energieträger oder zwischen zwei adäquaten Zeiträumen von demselben Zähler. Ein wenig erschwerend kommt hinzu, dass sich in diesen Fällen die Kurven einzig durch feine Farbnuancen im Blau unterscheiden. Andere Farbgebungen für Kurven sind der Gegenüberstellung vergleichbarer Verbraucher an unterschiedlichen Standorten vorbehalten: Offenbar wird das Energieverbrauchsmonitoringsystem von GData gern von Unternehmen dafür genutzt, ein internes Ranking verschiedener Niederlassungen durchzuführen.

Der kleinste Zeitraum für die grafische Darstellung ist ein Tag. Längere Zeiträume sind frei wählbar, dabei werden jedoch die Maßeinheiten allgemeiner, d.h., es werden lediglich die Tagesdurchschnittswerte erfasst.

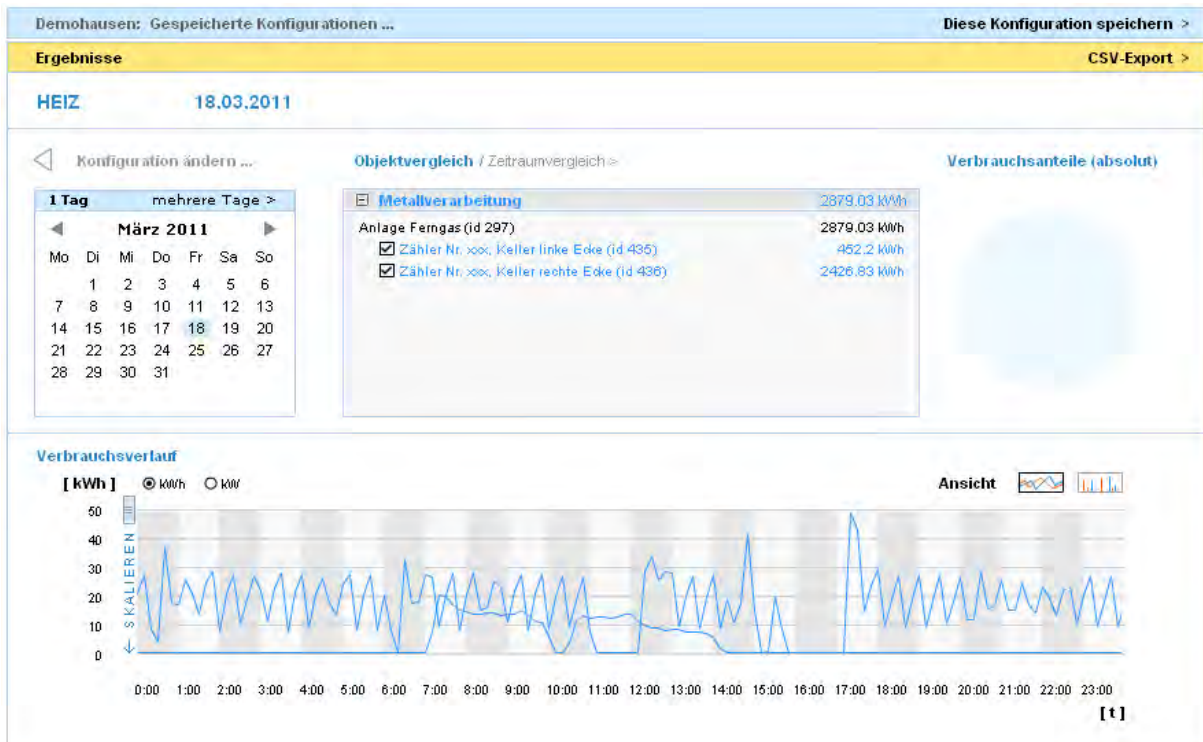


Abbildung 52: Vergleich der beiden Gaszähler. Die vertikale Skala richtet sich nach der Lastspitze von 50 kWh. Die Spritzkabine ist zwischen 7.00 und 10.00 Uhr sowie zwischen 10.00 und 14.00 Uhr in Betrieb. Der Lastverlauf der Heizung zeigt deutlich, dass noch keine Nachtabsenkung erfolgt ist. Auffällig die Lastspitze durch den Warmwasserbedarf zu Betriebsschluss (17.00 Uhr)

7.6.1.7. Ergebnisse

Im Laufe des Energieverbrauchsmonitorings wurden noch keine Optimierungsmaßnahmen getroffen, doch waren die Ergebnisse hilfreich für eine Planung, welche Energieeffizienzmaßnahmen in Zukunft getätigt werden können. Das Unternehmen zeigte allerdings kein Interesse, zu diesem Zeitpunkt eine professionelle Energieberatung in Anspruch zu nehmen, in deren Rahmen die aus dem Monitoring ablesbaren Einsparpotenziale auf ihre ökonomische und ökologische Wirksamkeit analysiert würden.

Die Messungen ergaben, dass die Heizung weder nachts noch am Wochenende entsprechend abgesenkt wurde. Dies wurde inzwischen vom Unternehmen durchgeführt.

Auch konnte anhand der Lastgangkurve abgeschätzt werden, wie viel Energie die Parkplatzbeleuchtung erfordert. Eine Amortisationsrechnung soll zeigen, inwiefern sich eine Umstellung dieser Nachtbeleuchtung auf LED rechnet.

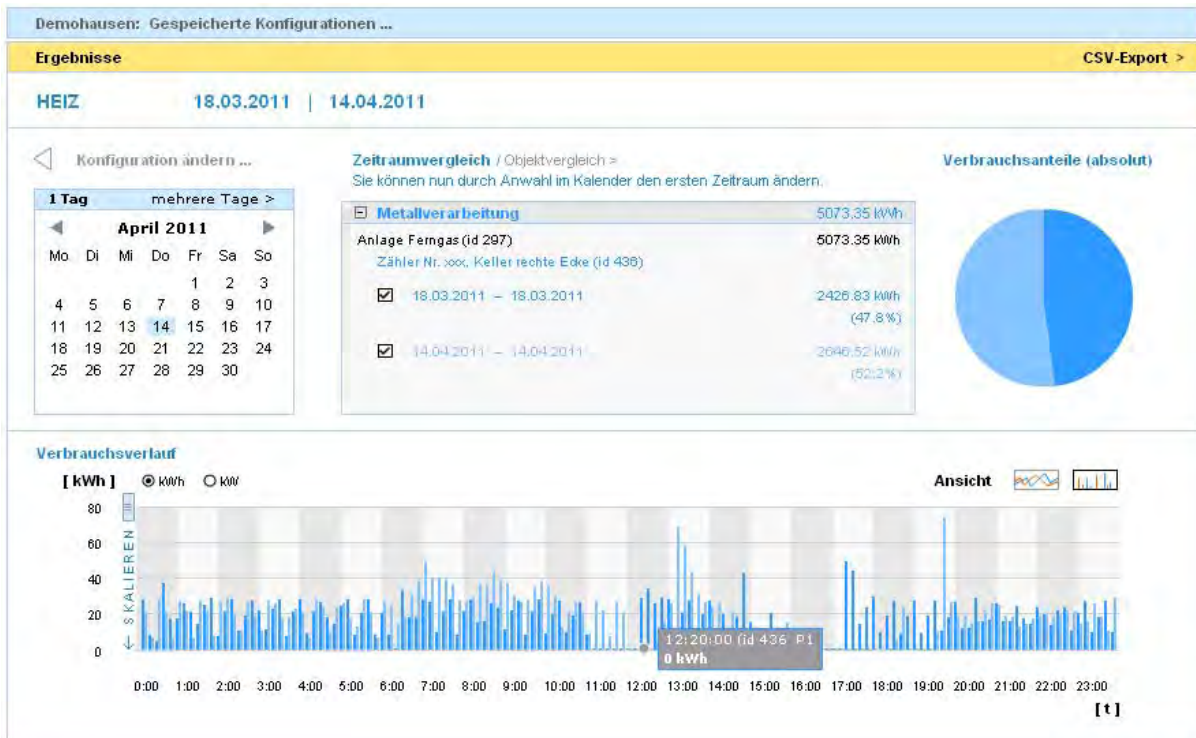


Abbildung 53: Vergleich des Verbrauchs für Heizung und Warmwasser via Balkendiagramm. Am gewählten Stichtag im April (das hellere Blau) kam es zu Lastspitzen von 75 kWh, wodurch der Verbrauch höher lag als im Monat zuvor.

7.6.2. Hotellerie

7.6.2.1. Branche

Ein konsequentes Messkonzept für Hotelbetriebe wäre ein äußerst komplexes und umfangreiches Unterfangen, da in der Hotellerie für gewöhnlich typische Verbraucherprofile mehrerer Sparten zusammenkommen. Neben den Zimmern gibt es noch eine angeschlossene Gastronomie samt Küche sowie in vielen Fällen einen Wellnessbereich.

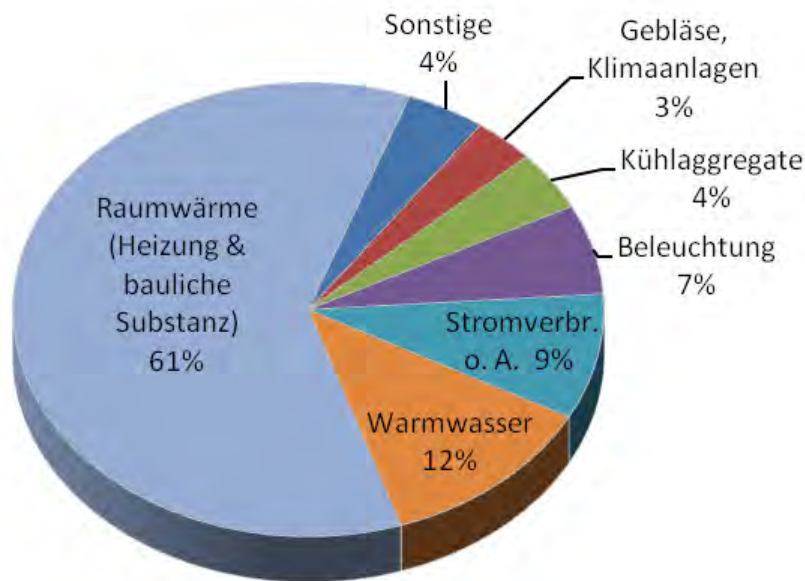


Abbildung 54:
Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in 3- und 4-Sterne-Hotels. Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Raumwärme und Warmwasser sind im Durchschnitt die relevantesten Hauptverbraucher und für beinahe drei Viertel des Energieverbrauchs verantwortlich. Stromverbraucher ohne Antriebe sind vom durchschnittlichen Verbrauch her die nächst relevante Gruppe, unter anderem gehören zu dieser Gruppe Elektrogeräte wie etwa TV-Anlagen oder auch Verbraucher im gastronomischen Teil. Beleuchtung ist ein relevantes Thema, da viele Bereiche faktisch rund um die Uhr erleuchtet sind. Zu den Kühlaggregaten gehört die Minibar ebenso wie Kühlräume. Der Energieeinsatz für Bürogeräte, Pumpen und Prozesswärme wird unter „Sonstige“ zusammengefasst, da diese Verbraucher in der Branche eine untergeordnete Rolle spielen.

Da in der Hotellerie faktisch ein Non-Stop-Betrieb aufrechterhalten wird, erscheint ein Gebäudeleittechniksystem samt Energieverbrauchsüberwachung als eine durchaus sinnvolle Investition. Denn viele Einsparpotenziale würden erst durch eine automatische Steuerung wirklich wirksam, die von solchen Leittechniksystemen übernommen werden kann.

Wenn in einem Hotel temporär oder permanent Submessungen durchgeführt werden sollen, so ist es sinnvoll, Prioritäten zu setzen; dabei sind etwa die im Rahmen der KMU-Initiative ermittelten Einsparpotenziale für die Branche sinnvoll.

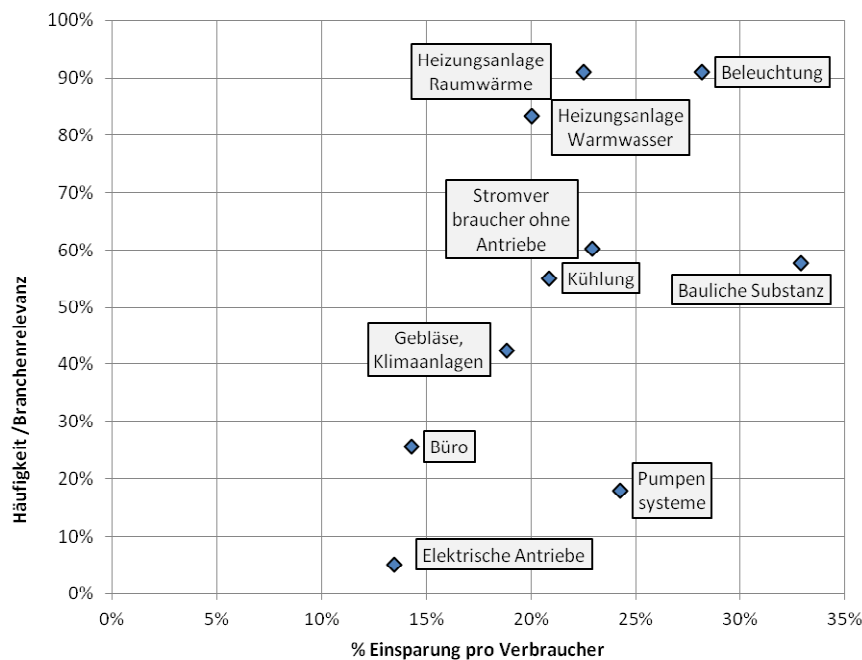


Abbildung 55:
Branchenrelevante
Energieeffizienz-
maßnahmen in der
3- und 4-Stern-
Hotellerie

Auf der hier gezeigten Grafik sind die Verbraucher desto höher oben angesiedelt, je größere Branchenrelevanz sie haben. Je weiter rechts sie platziert sind, desto höher sind deren Einsparpotenziale. Das heißt, dass im Zuge der Energieberatungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung in 91 % der Hotels bei der Beleuchtung ein mittleres Einsparpotenzial von 28 % erhoben wurde. Ebenfalls in 91 % der Betriebe wurden bei der Raumwärme Einsparungen ermittelt, deren Potenziale auf 23 % abgeschätzt wurden. Beim Warmwasser wurden für 84 % der Hotels etwa 20 % Energieeinsparung prognostiziert.¹⁷

Für das Hotelrestaurant, die Hotelbar und die Küche gelten dieselben Parameter wie für Messungen in der Gastronomie. Kontinuierliche Messungen an den Kühlgeräten des Ausschanks wie auch in den Kühlräumen sind sinnvoll.

Die elektrischen Verbraucher der Küche sollten in einer eigenen Messung erfasst werden. Wird auch mit Erdgas gekocht, wäre eine automatische Aufzeichnung des Gaszählerstandes eine sinnvolle Ergänzung, damit die Energieflüsse im Betrieb zugeordnet werden können. Würde ein separater Gaszähler, mit dem die benötigte Gasmenge für Heizung und Küche eigenständig aufgezeichnet werden; würde wahrscheinlich einen zu hohen Installationsaufwand im Vergleich zum zu erwartenden Nutzen bedeuten.

Die Beleuchtung ist in den Gasträumen ein relevanter Verbraucher, sie braucht jedoch nicht für diesen Bereich separat aufgenommen zu werden, da sie in dieser Branche gut in der Gesamtstrommessung erkennbar ist.

Die Beleuchtung macht in Hotels einen näher zu betrachtenden Faktor aus, da oftmals Bereiche kontinuierlich beleuchtet werden, die nur einen Bruchteil der Zeit tatsächlich in Verwendung sind, so etwa der Speisesaal sowie Aufenthalts- und Konferenzräume.

Verfügt das Hotel über einen Wellnessbereich oder ein eigenes Hallenbad, sollten diese Bereiche separat gemessen werden. Ein Stromzähler für den gesamten Wellnessbereich sollte

¹⁷ Mandl, Kapusta, a.a.O., S. 78

ausreichend sein. Zur Beobachtung des Wasserverbrauchs sollte die Anlage um einen eigenen Kalt- und Warmwasserzähler für die Gästezimmer ergänzt werden.

Temperatursensoren liefern nützliche Zusatzinformationen: So können Heizung und auch Klimatisierung auf jene Gebäudeteile beschränkt bleiben, die auch genutzt werden.

Der Wasserverbrauch ist ein wesentlicher Gegenstand für Messungen und betrifft die Hotelgastronomie samt Küche, die Gastzimmer, den Wellnessbereich sowie das begleitende Service wie Raumpflege und Wäsche.

Relevante Verbraucher in der Hotellerie		
Strom	Gas	Andere
Bereich Restaurant / Bar		
+ Kühlgeräte		
+ Lüftung / Klimatisierung		
+ Beleuchtung		
+ Küche: Kochen, Kühlen		
	~ Küche: Kochen	~ Küche: Wasser
Bereich Zimmer		
+ Lüftung / Klimatisierung inkl. Temperatur		
+ Beleuchtung		
~ Kühlung (Minibar)		
		+ Kaltwasser
	+ Warmwasser	

7.6.2.2. Unternehmen

Ursprünglich sollten drei Wiener Innenstadthotels von der Wien Energie Gasnetz GmbH mit Messgeräten ausgestattet werden. Eines davon ist sechzehn Jahre alt und verfügt über eine relativ moderne Gebäudeleittechnik, die viele Verbraucher zeitgesteuert schaltet. Gerade in diesem Fall wäre der kontinuierliche Einsatz eines Energieverbrauchsmonitoringsystems sinnvoll gewesen, da mit freiem Auge nur wenige Einsparpotenziale erkennbar waren.

Die anderen beiden Häuser wurden in der Zwischenkriegszeit erbaut, und die Gebäudetechnik wurde in den letzten 40 Jahren keiner umfassenden Revitalisierung unterzogen. In einem der Hotels war die gesamte Anlagentechnik bereits so veraltet, dass es sowohl von der Wien Energie oder auch Installateuren als zu großes Wagnis angesehen wurde, für den Einbau von Subzählern die Strom- und Gasleitungen zu unterbrechen: Die dem Einbau folgende

Sicherheitsüberprüfung hätte keine einwandfreie Funktion der Anlagen garantieren können. Obwohl es gerade in Hotels wünschenswert wäre, möglichst viele Teilbereiche über Einzelzähler zu erfassen, blieb in den beiden älteren Hotels einzig die Option offen, sich auf Gesamtmessungen beschränken, indem die bestehenden Anschlusszähler von Gas, Wasser und Strom mit automatischen Ausleseeinrichtungen ausgerüstet werden. Um die bedarfsgerechte Lüftungsleistung zu kontrollieren, wäre noch eine Messung des CO₂-Gehalts im Abluftkanal sinnvoll gewesen.



Abbildung 56 (oben): Innenstadthotel, Wien.
Subzähler für die Klimaanlage



Abbildung 57 (rechts): Innenstadthotel, Wien.
Fernwärmezähler

Dieses Vorhaben wurde seit Jahresbeginn 2011 verfolgt, ist aber letztendlich gescheitert, da die Wien Energie Gasnetz keine adäquaten Messgeräte für einfache Messungen verfügbar hatte die hohen Ansprüche an geeichte Messgeräte in der Praxis einen zu hohen Aufwand mit sich gebracht hätten.

Als Alternative werden hier daher die Messergebnisse aus einem Hotel in der Steiermark präsentiert. In diesem Pilotbetrieb wurden von Godata für ein halbes Jahr Gesamtmessungen in den Bereichen Strom, Gas und Wasser durchgeführt. Das 4-Stern-Hotel verfügt über 160 Betten, ein Restaurant sowie Konferenzräume. Der Bau ist vor wenigen Jahren überaus gründlich revitalisiert und auf neuesten Stand der Technik gebracht worden, daher sind auch keinerlei einschneidenden Investitionen wie thermische Sanierung oder Erneuerung der Haustechnik geplant.

7.6.2.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

Die Betreiber wollten sich mit dem Energieverbrauchsmonitoring, das von Ende Februar bis Ende September durchgeführt wurde, ein allgemeines Bild machen von den Verbräuchen im

Haus, auch um sensibilisiert zu werden, und wollten dafür auch in keine zusätzliche Energieberatung investieren.

Nicht in Anspruch genommen wurde im Rahmen der Messung die von GOdata angebotene Alarmfunktion, die automatisch über grobe Abweichungen des Verbrauchs via SMS oder E-Mail informiert.

7.6.2.4. Messkonzept

Für ein schlankes, jedoch idealtypisches Messkonzept in einem Hotel dieser Art würden neben einer Gesamtmessung von Strom, Wasser und Heizung noch Submessungen für Küche, Restaurantbereich sowie ein exemplarisches Zimmer plausibel erscheinen:

- Gesamt:
 - Lüftung / Klimatisierung
 - Heizung
 - Wasser
 - Stromverbrauch
- Küche:
 - Stromverbrauch gesamt
 - Kühlraum bzw. Kühlmöbel
- Restaurant
 - Beleuchtung
 - Temperatur
- Zimmer:
 - Temperatur
 - Stromverbrauch gesamt
oder
 - Strom-Subzähler, z.B. Minibar, TV und Beleuchtung gesondert

Bei GOdata ist die Messung auf die wesentlichen Verbrauchswerte konzentriert – auf Strom, Gas und Wasser. Messungen einzelner Verbraucher wären zwar aufschlussreich für die Aufschlüsselung einzelner Energieverbräuche, jedoch lediglich zielführend, wenn in Zusammenhang mit einer begleitenden Energieberatung ein Maßnahmenkonzept zur Energieverbrauchsreduktion erarbeitet würde.

Beim Strom wurden zwei Zähler verbaut. Der eine – in den Auswertegrafiken mit „Elektro-raum“ bezeichnet – misst den Gesamtverbrauch in der Zeit von 6.00 bis 22.00 Uhr, der Zähler für den Nachtarif trägt die Bezeichnung „Keller“. Da bei anderen Pilotbetrieben fast ausschließlich Daten zu elektrischer Energie zur Verfügung standen, sei hier das Hauptaugenmerk auf den Gas gelegt.

7.6.2.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Das Energieverbrauchsmonitoring wurde im Zeitraum von Ende Februar bis Ende September durchgeführt. Die exakte Justierung der Ableseeinheiten dauerte eine halbe Stunde je Zähler. Die Montage verlief problemlos.

Während der Messzeit kam es zu einer Abschaltung des Hotel-Servers, in dessen Zuge das

System für eine Zeit nicht wieder angedockt wurde. Offensichtlich wurde im Sommer der Verbrauch nicht so häufig abgelesen. Der Zeitraum, während dem die Verbindung ausgefallen war, ist als gerade, durchgehende Linie dargestellt: In der Datenbank wurde für den Zeitraum zwischen den ablesbaren Zählerständen ein statistisches Mittel des Verbrauchs ausgewiesen.

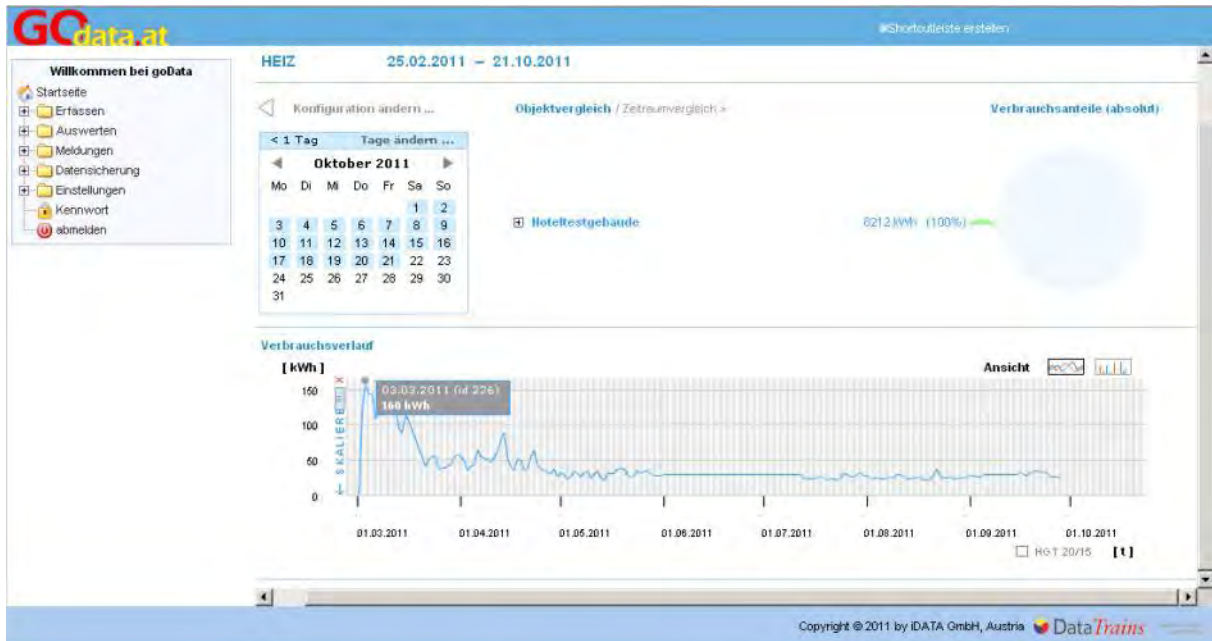


Abbildung 58: Gas-Gesamtverbrauch im Zeitraum März bis Oktober. Anfang Juli war der Signalempfang unterbrochen, für diese Periode errechnete das System in Folge einen Verbrauchs-Mittelwert.



Abbildung 59: Ableseeinheit für den Wasserverbrauch

7.6.2.6. Nutzung in der Praxis

Das Energieverbrauchsmonitoring hat dem Hotelbetrieb die Möglichkeit gegeben, Einblick zu bekommen in die aktuellen Lastgangverläufe, um in weiterer Folge Einsparpotenziale abschätzen zu können.

De facto wurde das System vom Unternehmen nur sporadisch dafür genutzt, um die Verbräuche näher zu analysieren. Die Alarmfunktion hätte hier auch den Vorteil, zu Zeiten auffälliger Spitzenlasten oder eines ungewöhnlichen tendenziellen Anstiegs den Energieverbrauch ins Gedächtnis zu rufen. Damit könnte die verantwortliche Person im Unternehmen dafür zusätzlich motiviert werden, auffällige Spitzenwerte im Detail zu betrachten.

Die Datenbank bietet sich an, um beispielsweise jenen Tag herauszugreifen, der den größten Gasverbrauch während der gesamten Messperiode aufweist. Nach der auf der vorhergehenden Seite dargestellten Auswertung ist dies der 3. März 2011: Wird mit dem Cursor die Lastgangkurve berührt, wird der jeweilige Verbrauch sowie der Mess-Zeitpunkt angegeben (siehe

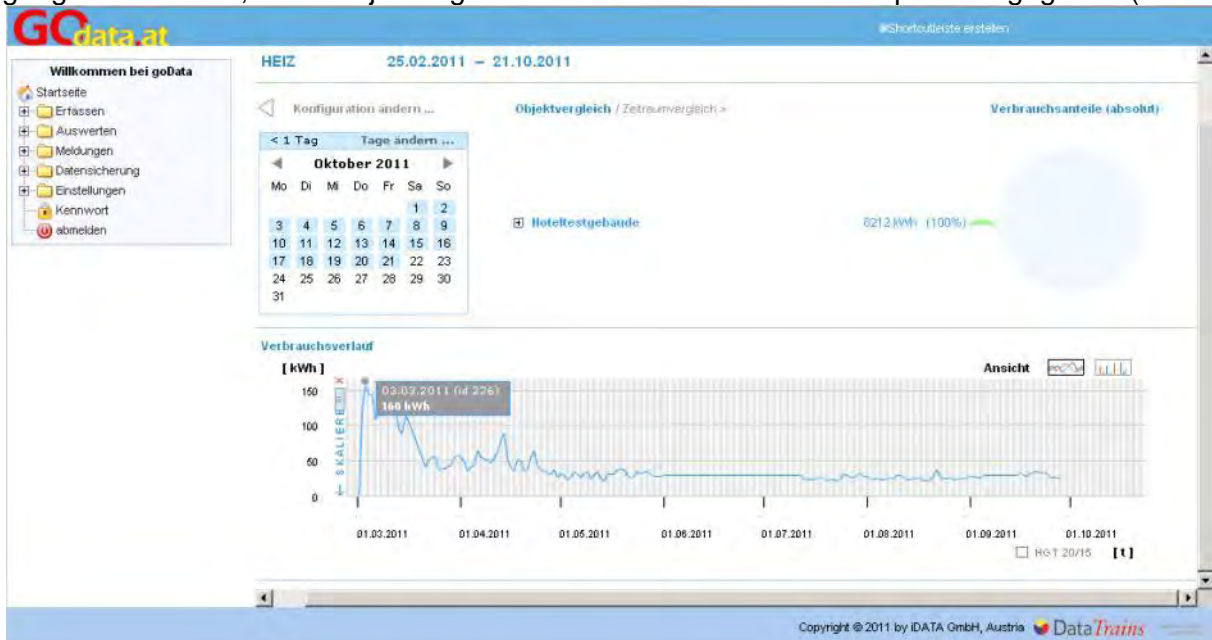


Abbildung 58).



Abbildung 60: Detailansicht des Tages mit dem Spitzenwert beim Gasverbrauch während der Energieverbrauchsmessung.

Die Tages-Auswertung zeigt, dass es im 24-Stunden-Zeitraum keinen auffälligen Einbruch der Grundlast gibt; in den Stunden nach Mitternacht wird der Wert von 1 kWh unterschritten, eine erste Lastspitze setzt jedoch schon knapp vor 4.00 Uhr ein. Am auffälligsten ist die Lastspitze um 19.00 Uhr. Hier wird der Küchenbetrieb als ausschlaggebender Verbraucher angenommen.

7.6.2.7. Ergebnisse

Anhand der präsentierten exemplarischen Auswertung konnten hier ein Energieprofil veranschaulicht werden, wie es für einen Hotelbetrieb nicht untypisch ist. Der Stromverbrauch zeigt einen vergleichbaren Lastverlauf und liegt in der Nacht kaum unter jenem am Tag. Neben den Kühlmöbeln zeichnet dafür im Speziellen auch die über die gesamte Nacht eingesetzte Beleuchtung verantwortlich. Den Einsparpotenzialen ist im Zuge des Energieverbrauchsmonitorings nicht näher nachgegangen worden, da das Unternehmen – nach umfangreichen Investitionen in ein bauphysikalisch wie technisch rundum erneuertes Betriebsgebäude – hier keinen dringenden Handlungsbedarf sah.

Das System von Godata zeichnet sich aus durch einfache Bedienbarkeit, und die Lastgangkurven sind ohne Zeitverzögerung abrufbar. Das EVM-System der E-Control beansprucht im Vergleich dazu wesentlich längere Rechenzeiten – vornehmlich auch aus dem Grund, dass hier weit höhere Ansprüche an Datentiefe und Messgenauigkeit gestellt werden. Das Messsystem von Godata ist aufs Pragmatische reduziert und – verglichen mit anderen Auswertepattformen – auch weitaus preisgünstiger. Allein schon weil hier keine Hemmschwelle einer teuren Investition besteht, bietet das System Betrieben eine wichtige Einstiegshilfe zu Energieverbrauchsmonitoring.

Interessierte Energieverantwortliche in Unternehmen mit einem gewissen Erfahrungsschatz können gut die Potenziale nutzen, die mit dieser Auswertepattform geboten werden. Das System ist jedoch nicht „selbstredend“ in dem Sinne, dass interessierte Laien aus den Lastgangkurven gleich auch Einsparpotenziale herauslesen können. Erst die Begleitung durch einen Energieberater, der die Daten aus dem Verbrauchsmonitoring auch zu interpretieren weiß, wird dabei sinnvolle Einspareffekte bringen.

7.7. Vergleich: Energieverbrauchsmonitoring in Großunternehmen

Im Rahmen des hier beschriebenen Projekts haben sich zahlreiche Faktoren gezeigt, die eine stärkere Verbreitung von Energieverbrauchsmonitoringsystemen auch in kleineren und mittleren Unternehmen behindern. Ziel des Projekts war es, idealtypische Messungen für einzelne Branchen zu erstellen. Da jedoch keine finanziellen Mittel für die Hardware vorgesehen waren, wurde versucht, die am österreichischen Markt vertretenen Anbieter von Systemlösungen in das Projekt einzubinden, um deren Systeme via Pilotbetriebe näher zu untersuchen. Offenbar befindet sich der Markt für diese Technologien noch in der Aufbauphase, und es war mehreren als potenzielle Kooperationspartner vorgesehenen Unternehmen nicht möglich, ihre Technologie kostenfrei im Rahmen des Projekts zur Verfügung zu stellen.

Das Energieverbrauchsmonitoringsystem der E-Control, das speziell für Forschungsprojekte entwickelt wurde, stand im Rahmen des Projektes für Unternehmen in Wien zur Verfügung, deren relevantester Energieträger Strom ist. Beteiligte Unternehmen hatten den Vorteil, die Technik in Wert von mehreren Tausend Euro kostenlos zur Verfügung gestellt zu bekommen, einzig der Einbau der Geräte im Schaltschrank durch einen Elektriker wäre zu bezahlen gewesen. Bei einigen Unternehmen, die ursprünglich Interesse gezeigt hatten, erwies sich diese marginale Beteiligung an den Kosten schon als Hindernis, an diesem Projekt zu partizipieren, sodass E-Control bei einigen Unternehmen auch den Einbau der Geräte durch einen Elektriker übernommen hat: Hier offenbart sich, dass bei kleineren Unternehmen Energieverbrauchsmonitoringsysteme derzeit noch nicht jenes Ausmaß an Akzeptanz erlangt haben, dass sich ein breit gefächertes Markt entwickeln würde. In diesem Zusammenhang ist zu überlegen, welche begleitenden Maßnahmen, wie etwa Förderungen zur Steigerung betrieblicher Energieeffizienz, diesen sich entwickelnden Markt stützen könnten.¹⁸

Häufig fehlen den Unternehmen wesentliche Informationen über die eigenen Energieverbräuche und über Möglichkeiten des Energieverbrauchsmonitorings. Unternehmen können sich kaum ein Bild machen können von den Anschaffungskosten und vom Nutzen einer solchen Investition.

Bei Großunternehmen dagegen etablieren sich Energieverbrauchsmonitoringsysteme zusehends – dies geht auch aus der aktuellen „Industriebefragung 2011“ der E-Control hervor, die unter österreichischen Unternehmen mit einem Jahresenergieverbrauch von über 2 GWh durchgeführt wurde.

58 Prozent der Unternehmen gaben an, über Energieverwaltungssysteme zu verfügen. Ein eher kleinerer Teil der befragten Unternehmen ist als energieintensiv einzustufen: Der Anteil der Energiekosten an den Betriebskosten beträgt bei der größten Gruppe, die 39 % umfasst, weniger als 5 %, bei 26 % sind es zwischen 6 und 10 %, und jeweils 14 % bis zu 20% beziehungsweise zwischen 21 und 50%.¹⁹

Bei den befragten Unternehmen dürfte also nicht bloß ein hoher Anteil der Ausgaben für Energie am Gesamtumsatz ausschlaggebend sein, dass Monitoringsysteme vorhanden sind, sondern die Energiekosten in absoluten Zahlen, die größere Potenziale für Investitionen in innovative Technologie eröffnen. Für kleine und mittlere Unternehmen dagegen behindert für gewöhnlich die relativ dünne Decke an verfügbarem Eigenkapital solche Investitionen.

¹⁸ Mehr zu Hemmnissen im folgenden Kapitel: Nicht realisierte Energieverbrauchsmessungen

¹⁹ Energie-Control Austria (Hg.): Industriebefragung 2011. Wien, 2011, S. 6

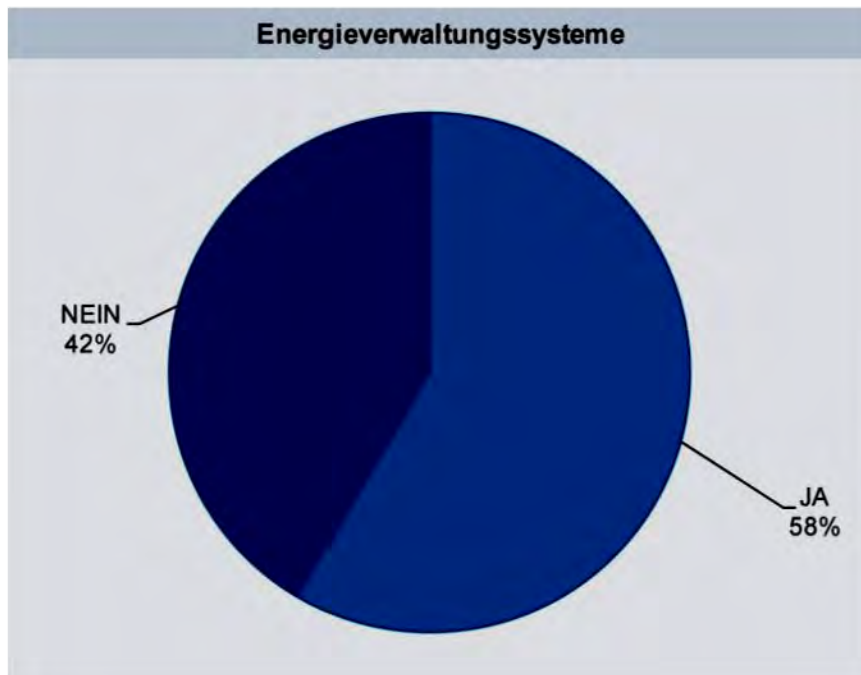


Abbildung 61: Zahl der Unternehmen mit einem Jahresenergieverbrauch von über 2 GWh, die über ein Energieverwaltungssystem verfügen.

Quelle: E-Control

Daher wurde Rahmen des Projekts auch die anonymisierten Daten eines Großunternehmens aus der Sparte Lebensmitteleinzelhandel hinzugezogen, bei dem Energieverbrauchsmonitoring ein integrativer Bestandteil der Gebäudeleittechnik ist und in einer steigenden Zahl der Filialen zur Anwendung kommt. Anhand dieses Beispiels können die Potenziale eines Systems aufgezeigt werden, in dem ein ideales Messkonzept für die Branche umgesetzt worden ist, da es faktisch alle relevanten Verbraucher erfasst.

Das Energieverbrauchsmonitoringsystem ist hier Bestandteil eines strukturierten Energiemanagements, und Energieeffizienz wird auch als Faktor der Corporate Identity aufgefasst. Es sind eher größere Unternehmen, die ihre Energiestrategie und Nachhaltigkeitsberichte als Qualitätskriterium darstellen. Energieeffizienz spielt als Bewertungskriterium für Güter und Dienstleistungen von Klein- und Mittelbetrieben nach wie vor eine marginale Rolle.

Der Einsatz von Energieverbrauchsmonitoring geht einher mit einer Professionalisierung des Energiemanagements, die in kleineren Unternehmen wegen fehlender Personal- und Geldressourcen nur schwer möglich ist. Im Falle steigender Energiepreise sinkt jedoch in Konsequenz die Konkurrenzfähigkeit der kleineren Marktteilnehmer. Im Sektor des Lebensmittel-Einzelhandels ist etwa eine Energieeinsparung im Ausmaß von jährlich 1.000.- Euro ohne großen Investitionsaufwand realisierbar. Um dieselbe Summe als Gewinn zu erwirtschaften, muss ein Umsatz von 50.000.- Euro gemacht werden.²⁰

²⁰ Vgl. Energieagentur NRW (Hg.): Energieeffizienz im Lebensmittel-Einzelhandel. Wuppertal n.n.; www.ea-nrw.de

7.7.1. Einzelhandel

7.7.1.1. Branche

Der Lebensmittel-Einzelhandel ist durch die hohe Zahl an Kühlmöbeln energetisch eine Besonderheit. Werden Frisch- und Tiefkühlwaren angeboten, sind Kälteaggregate die eindeutigen Spitzenverbraucher. Wegen des erhöhten Kältebedarfs und auch ob der gestiegenen Anforderungen an die Beleuchtung hat sich der Energieverbrauch in der Branche in den letzten 10 Jahren praktisch verdoppelt.²¹

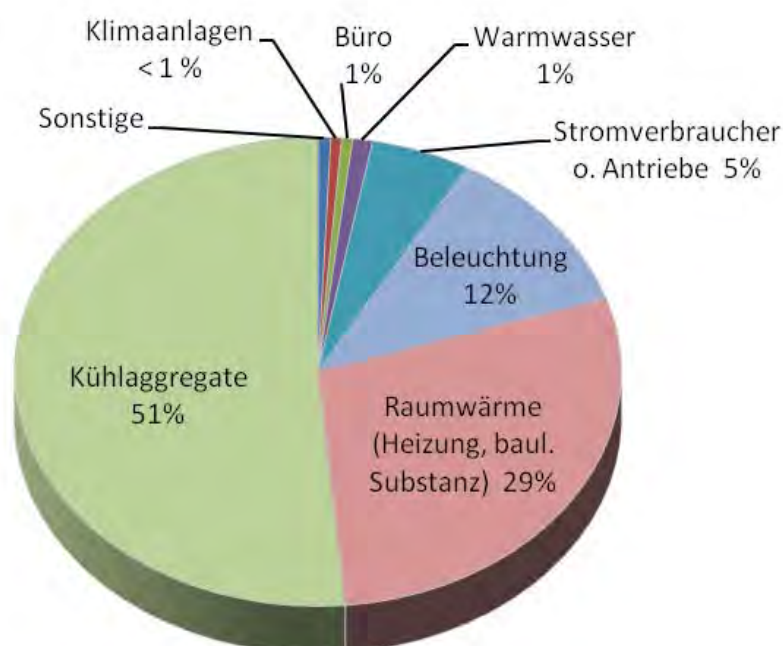


Abbildung 62:
Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher im Lebensmittel-Einzelhandel. Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

In dieser Branche sind Kühlaggregate – als wichtigste Hauptverbraucher – mit eigenen Messgeräten zu erfassen. Auch die Beleuchtung ist relevant für Messungen, spielt sie doch anteilmäßig eine vergleichsweise gewichtige Rolle, und außerdem zeichnen sich Investitionen in energieeffizientere Beleuchtung durch relativ kurze Amortisationszeiten aus. Auch Messungen der Belüftung sind ratsam, hier können die Intervalle der Luftumwälzung optimiert werden.

Der Energieeinsatz für Warmwasser, Bürogeräte und Klimaanlagen sowie elektrische Antriebe, Pumpen und Gebläse, die unter „Sonstige“ zusammengefasst wurden, spielen in einem Messkonzept eine eher untergeordnete Rolle.

Wichtigster Energieträger im Lebensmitteleinzelhandel ist elektrische Energie, die zu drei Vierteln eingesetzt wird. Als teuerste Energieform ist Strom für durchschnittlich 85 % der Energiekosten verantwortlich.

²¹ Ebd.

Zu den thermischen Energieträgern zählen nach der Verbrauchserhebung im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung Erdgas, Heizöl, Fernwärme und – zu einem sehr geringen Anteil – Biomasse. Die Heizung mit Raumtemperatursensoren zu überwachen ist ratsam, direkte Messungen beispielsweise des Gasverbrauchs sind in dem Maße aufwändig, dass sie in der Praxis eher nicht durchgeführt werden, da Heizen auch einen relativ überschaubaren Anteil an den Gesamtenergiekosten ausmacht.

Relevante Verbraucher im Lebensmittelhandel		
Strom	Gas	Andere
+ Kühlung inkl. Temperatur		
+ Licht		
+ Lüftung		
- Kleingeräte		
	+ Heizung (Gas oder Fernwärme) via Temperatur	

Für Daten aus der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung wurden die Energieanalysen von 53 Lebensmitteleinzelhändlern ausgewertet, die allesamt kleine und mittlere Selbständige sind. Daten von Großunternehmen, die mit ihren Filialketten dominante Marktführer der Branche sind, fanden daher keinen Eingang in die Auswertungsergebnisse. Der Energiekostenanteil am Gesamtumsatz beträgt im Schnitt 1,9 Prozent. Statistische Ausreißer ausgenommen, bewegt sich die Streuung zwischen einem Promille und 3 Prozent.

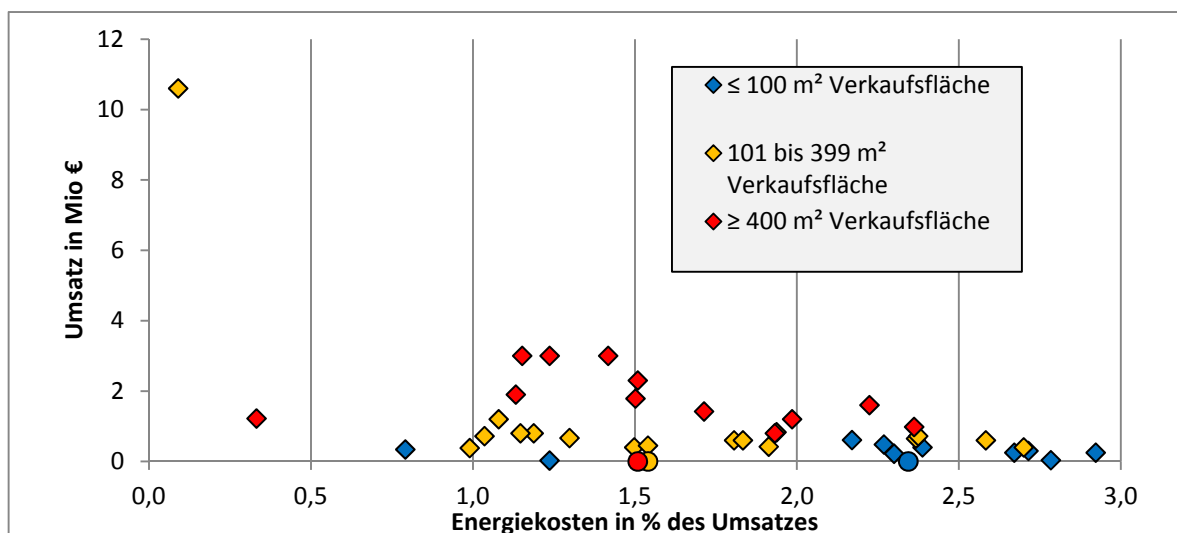


Abbildung 63: Anteil der Energiekosten am Gesamtumsatz, bezogen auf die zur Verfügung stehende Verkaufsfläche²²

²² Mandl, Doris; Kapusta, Friedrich: Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für sechs ausgewählte Branchen: Gastronomie, Lebensmitteleinzelhandel, Hotellerie, Einzelhandel Non Food, Friseurie, Großhandel. Wien, 2011, S. 50

Eine detaillierte Auswertung der Energieprofile in Form eines Punktdiagrammes zeigt deutlich die Tendenz, dass der Anteil der Energiekosten am Gesamtumsatz niedriger ist, über je mehr Betriebsfläche ein Geschäft verfügt: Bei über 101 m² beträgt er im Durchschnitt etwa 1,5 % des Umsatzes, bei kleineren klettert der Median auf 2,3 %.

Wird der Gesamtenergieeinsatz pro Betriebsfläche berechnet, so zeigt sich, dass Unternehmen mit 400 m² Verkaufsfläche und mehr im Durchschnitt mit 200 kWh pro m² auskommen. Jene unter 100 m² benötigen beinahe das Doppelte. Geschäfte zwischen 101 und 399 m² bewegen sich mit etwa 300 kWh pro m² in der Mitte dieser Werte.²³

7.7.1.2. Unternehmen

Der Lebensmitteldiskonter hat für das Projekt Informationen zu seinem Energieverbrauchsmonitoringsystem zur Verfügung gestellt – unter der Bedingung, dass das Unternehmen anonym bleibt. Es betreibt mehrere hundert Filialen in ganz Österreich, die jeweils über eine Verkaufsfläche von in etwa 800 m² verfügen. Die Filialen sind alle sehr ähnlich strukturiert, und seit 2003 wird als technischer Standard an allen neu errichteten oder gründlich revitalisierten Filialen eine Regeltechnik mit integriertem Energieverbrauchsmonitoring eingebaut, die vom deutschen Unternehmen Mangelberger Elektrotechnik GmbH speziell für die Bedürfnisse dieses Kunden konzipiert worden ist. Derzeit verfügen rund 60 Prozent der Filialen über diese zentral gesteuerte Gebäudeautomatisierungstechnik.

Das Großunternehmen ist mit einem flächendeckenden Energieverbrauchsmonitoring als wichtigem Bestandteil des hauseigenen Energiemanagements zweifellos ein „early adopter“. Gleichzeitig zeigt sich auch in diesem Fall deutlich, dass Unternehmen noch nicht in hohem Maße in Energieverbrauchsmonitoringsystemen eine Mittel wahrgenommen haben, um die Energieeffizienz in ihrem Betrieb zu erhöhen: Die Möglichkeit, einzelne Verbräuche zu messen, war im Fall des hier vorgestellten Lebensmitteldiskonters gleichsam ein Nebenprodukt der zentralen, automatisierten Regeltechnik. Obwohl die technische Ausstattung für detaillierte Verbrauchsanalysen schon seit 2003 in einer steigenden Zahl von Zweigniederlassungen bestanden hat, ist diese erst seit etwa drei Jahren von der Firmenleitung als geeignetes Hilfsmittel zur Senkung des Energieverbrauchs „entdeckt“ worden und wird seitdem gezielt genutzt.

Strom ist im Unternehmen der wesentliche Energieträger, Gas macht lediglich in etwa 10 Prozent des Energieverbrauchs aus – unter anderem auch, weil winters die Abwärme für die Fußbodenheizung genutzt wird. Im Rahmen der Gesamtbetriebskosten macht Energie in etwa ein Zehntel der relevantesten Kostenstelle, der Personalkosten, aus.

7.7.1.3. Ziele des Energieverbrauchsmonitorings

Im Unternehmen sind Energiekosten stets als ein wichtiger Faktor der Betriebskosten angesehen worden, daher wurden auch immer schon die monatlichen Zählerstände für Strom,

²³ Vgl. Ebda., S. 52

Gas und eventuelle andere Energieträger aufgenommen.

Mit dem Ziel der Energieeffizienz wurde auch eine Schulungsunterlage erstellt, um das Bewusstsein der Mitarbeiter zu schärfen. Diese beinhaltet folgende Punkte:

- Generelle Information, wodurch sich Stromverbrauch ergibt
- Beispiele aus der beruflichen Alltagspraxis der Mitarbeiter, wie sie den Stromverbrauch beeinflussen können, samt einer Errechnung, welche ökologischen und ökonomischen Folgen sich aus einer falschen Bedienung pro Monat bzw. pro Jahr ergeben.
- Auflistung der gängigsten „Fehler“ sowie der Möglichkeiten, dies zu erkennen und zu beheben.

Mit der zentralen Steuerung der Regeltechnik sollten durch den „menschlichen Faktor“ bedingte Fehlerquellen vermieden werden. Die Nutzung des Energieverbrauchsmonitorings dient dazu, dieses automatisierte System zu überprüfen und die Abläufe zu optimieren. Das Energieverbrauchsmonitoring liefert relevante Daten für ein kontinuierliches Benchmarking zwischen den Filialen.

7.7.1.4. Messkonzept

Für die Handelskette hat Mangelberger eine zentrale Marktsteuerung konzipiert, die in Österreich – in abgewandelter Form – etwa auch in einer Schnellrestaurantkette zum Einsatz kommt. Damit werden sämtliche Hauptverbraucher angesteuert; und es wird insbesondere auch berücksichtigt, Spitzenlasten zu vermeiden. Um Fehlbedienungen zu verhindern, können Mitarbeiter nicht direkt in das System eingreifen. Die Steuerung der Regelungstechnik – etwa die Verstellung der Kühlaggregate oder der Lüftung – erfolgt über den Hersteller in Deutschland.

Das in dem System integrierte Energieverbrauchsmonitoring ermöglicht es, über die Anbindung an eine recht intuitiv zu bedienende Online-Datenbank tagesaktuell folgende Auswertungen abzurufen:

- Tagesverbrauchswerte von Strom, Gas und Wasser
- Durchschnitts- und Maximalwerte von Strom, Gas und Wasser
- Grafiken aller Energieverbrauchswerte
- Energieauswertung über frei wählbare Zeiträume
- Trendanalyse und Prognose für das laufende Jahr
- Auswertung der einzelnen Phasenbelastungen
- Übersicht über Betriebszeiten
- HACCP-Dokumentation für Kühlmöbel
- Auswertung abnormer Abweichungen
- Störungshistory

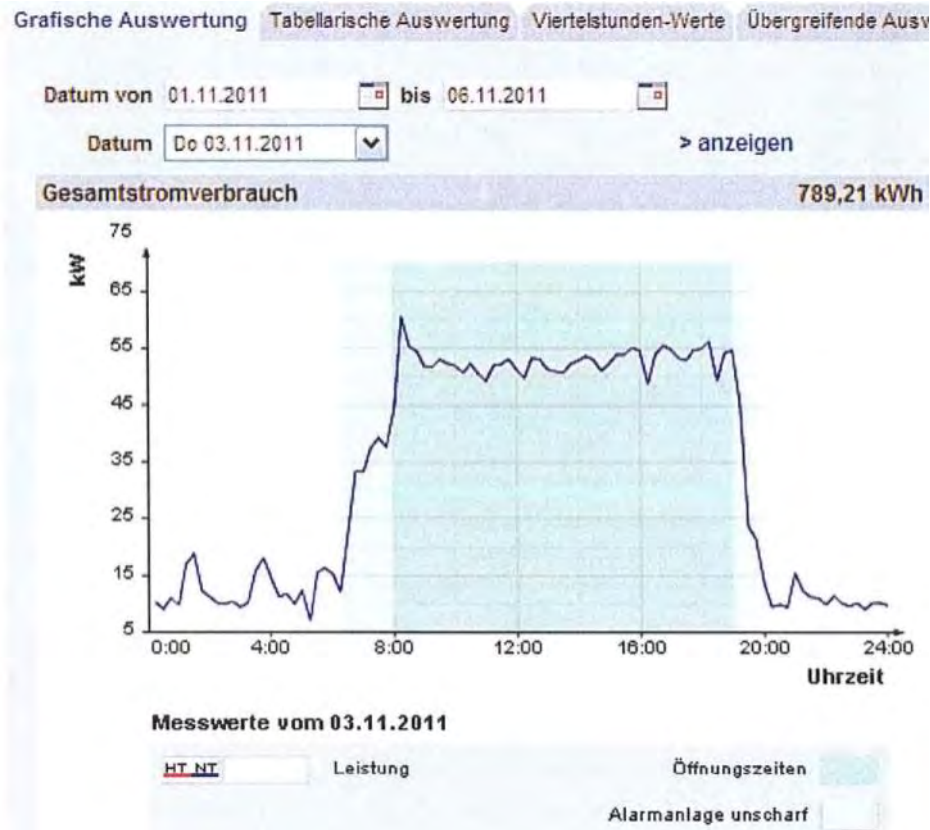


Abbildung 64: Gesamtstromverbrauch eines Tages. Der blaue Balken kennzeichnet die Öffnungszeiten.

Mit der zentralen Steuerung der Kühlaggregate wird auch die nach der Lebensmittelhygiene-Verordnung der EU gesetzlich vorgeschriebene HACCP-Kontrolle²⁴ durchgeführt und dokumentiert. Bewegen sich die Werte der Kühlmöbel nicht mehr innerhalb eines vorgegebenen Temperaturkorridors, reagiert das System umgehend und informiert die zuständige Person in der betreffenden Niederlassung.

Die Messungen erfolgen viertelstündlich, und in der Nacht werden die Daten aus den Filialen auf den Server des Herstellers übertragen. Das System umfasst folgende Messpunkte:

- Beleuchtung innen
- Beleuchtung außen
- Verbundkälte
- Aktionsflächen (Beleuchtung zentral)
- Steckfertige Truhen
- Elektroheizung
- VRV-Systeme
- Lüftung
- Blindstorm

²⁴ Siehe auch www.wien.gv.at/lebensmittel/hygiene/kontrolle.html

Zusätzlich wird die Temperatur von Wasser, Heizung und auch der einzelnen Kühlmittel erfasst. Die Temperaturfühler der Kühlmöbel bieten exaktere Werte als diejenigen der Kälteanlagenhersteller, und die Messergebnisse sind besser in das zentrale Mess- und Regelsystem einzubinden. Auch wird für die Lüftungsanlagen der CO₂-Gehalt der Luft gemessen.

7.7.1.5. Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings

Das Energieverbrauchsmonitoring ist gleichsam ein positiver Nebeneffekt der seit 2003 verbauten zentralen Marktsteuerung, und in den letzten drei Jahren finden die Messergebnisse zunehmend Eingang in das Energiemanagement des Unternehmens. Die Messgeräte sind in die Regeltechnik fix integriert und werden bei neuen oder neu strukturierten Filialen mitsamt der Haustechnik verbaut.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse ergab, dass die Nachrüstung mit Sub-Stromverbrauchszählern in Niederlassungen mit älterer Steuerungstechnik zu kostspielig wäre, um wirtschaftlich vertretbar zu sein. Aus den Gesamtverbrauchsdaten können eventuelle Fehlerquellen jedoch auch eruiert werden, wenn sie mit den detaillierten Werten anderer Filialen quergelesen werden.

7.7.1.6. Nutzung in der Praxis

Seit anderthalb Jahren ist die Energieverbrauchsstatistik, mittels der die monatlichen Verbräuche der Filialen verglichen werden, in ihrem Erscheinungsbild den Listen für Personalkosten angeglichen worden, mit denen die verantwortlichen Regionalverkaufsleiter vertraut sind. Um den Akteuren ein praktisches Hilfsmittel zur Orientierung zur Verfügung zu stellen, werden lediglich die wichtigsten Kennzahlen angeführt, etwa die Werte für Kälte, Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung.

Eine große Fülle an Einzelinformationen und Kennzahlen wäre hier kontraproduktiv, daher werden lediglich jene gut nachvollziehbaren Benchmarks an die Verantwortlichen kommuniziert, die einen unmittelbaren Vergleich zwischen einzelnen Filialen ermöglichen und so einen positiven internen Wettkampf im Sinne der Verbrauchsreduktion entstehen lassen.

Verantwortlich für das Energieverbrauchsmonitoring sind die Regionalverkaufsleiter, die jeweils 5 Filialen betreuen, sowie der ihnen vorstehende Verkaufsleiter. Von diesem Team werden die Daten der einzelnen Filialen nur dann im Detail überprüft, wenn es zu auffälligen Abweichungen der Verbrauchswerte kommt. Die Filialleiter selbst haben keinen Zugang zur Datenbank, sie werden lediglich von den Regionalverkaufsleitern mit den notwendigen Informationen versorgt.

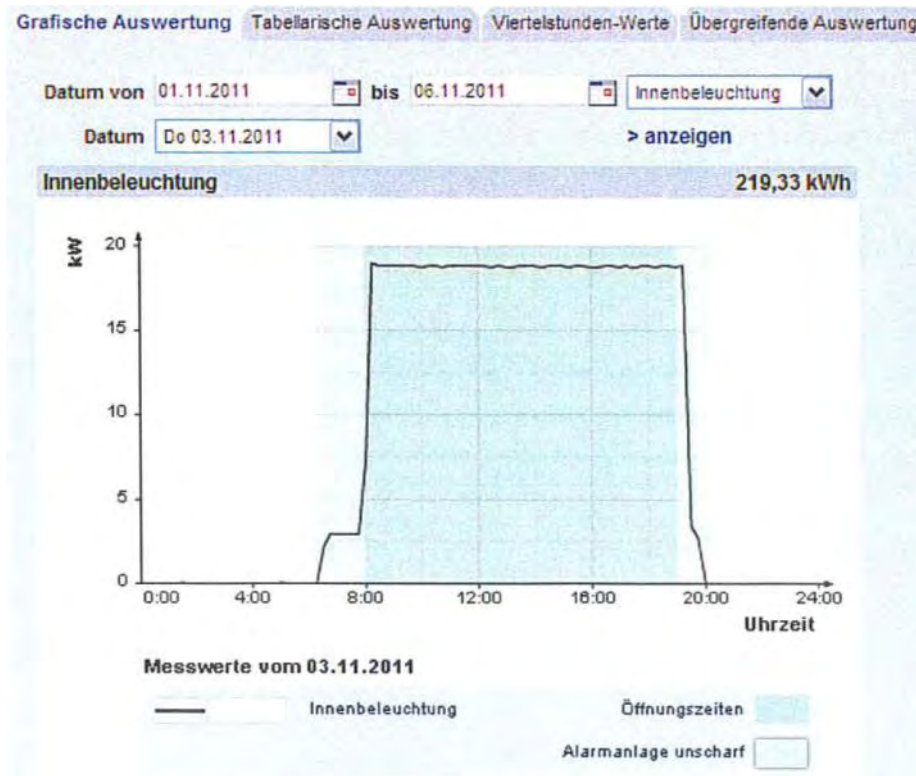


Abbildung 65: Die Lastgangkurve der Innenraumbelichtung macht transparent, dass die automatische Regeltechnik in der Zeit vor und nach Ladenschluss die Beleuchtung auf das Notwendige reduziert.

7.7.1.7. Ergebnisse

Das Energieverbrauchsmonitoring liefert, wie eingangs angesprochen, Grundlagen für ein Ranking unter den Filialen. Hier zeigen sich schnell auffällige Abweichungen vom durchschnittlichen Energieverbrauch. Liegt der Verbrauch einer Filiale über dem Durchschnitt, so wird folgende Vorgangsweise gewählt: Zwischen dem Verkaufsleiter, der zuständig ist für einen Rayon mit etwa 60 Filialen, und dem Regionalverkaufsleiter, der fünf Niederlassungen überhat, wird eine Vereinbarung getroffen, welches Ziel in zwei Monaten erreicht sein soll – beispielsweise die Reduktion des Stromverbrauchs um 8 Prozent.

Auch wenn nicht alle Standorte so umfangreiche Daten liefern wie jene 60 Prozent, die mit dem kompletten Satz an Messpunkten ausgestattet sind, so profitieren dennoch alle Niederlassungen von den Erkenntnissen aus dem Energieverbrauchsmonitoring.

Beispielsweise können in einer Filiale Steuerungsmakros für das Licht hinterlegt werden, dank derer die Betriebszustände und damit der Verbrauch noch weiter optimiert werden. Dank des Energieverbrauchsmonitorings kann so eine Maßnahme relativ rasch auf ihre Wirkung hin überprüft werden, und in weiterer Folge können auch andere Filialen diese Parameter übernehmen.

Als häufigste Fehlerquelle hat sich im Zuge des Energieverbrauchsmonitorings die Lüftung herausgestellt. Diese wird, gerade auch mithilfe von CO₂-Sensoren, sukzessive in allen Filialen optimiert. Erfolgte ein kompletter Austausch der Luft früher zweimal stündlich, so wird heute die Lüftung in optimierten Filialen dreimal am Tag für eine Stunde eingeschaltet. Die

folgende Grafik lässt einen anschaulichen Vergleich die Arbeitszeiten der Lüftung zu:

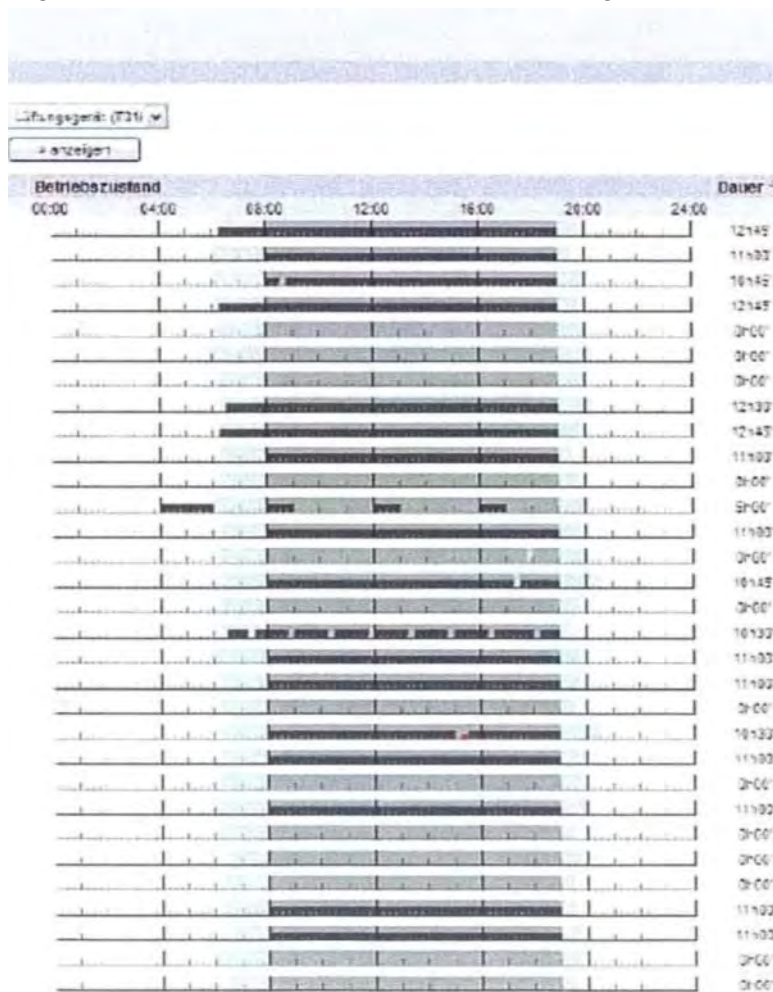


Abbildung 66: Die unterschiedlichen Laufzeiten der Lüftung in den einzelnen Filialen können umgehend verglichen und in weiterer Folge optimiert werden.

7.8. Nicht realisierte Energieverbrauchsmessungen

Hier wird eine exemplarische Auswahl jener Betriebe angeführt, die Interesse an einer Teilnahme am Pilotprojekt gezeigt haben und in Folge auch besichtigt wurden, bei denen aber kein Energieverbrauchsmonitoring erfolgt ist. In einigen Fällen zeichnete sich bereits im Rahmen der Besichtigung ab, dass mit den zur Verfügung stehenden Mitteln kein zielführendes Energieverbrauchsmonitoring umsetzbar gewesen wäre, in anderen Fällen sind eingehend Informationen zu den branchenspezifischen Verbräuchen wie auch Messkonzepte erarbeitet worden, die eine unmittelbare Umsetzung des Energieverbrauchsmonitorings ermöglicht hätten, doch kam es aus unterschiedlichen Gründen zu keinem Energieverbrauchsmonitoring im Rahmen dieses Projekts.

Gerade die nicht realisierten Energieverbrauchsmessungen geben Aufschluss darüber, durch welche Faktoren Unternehmen motiviert sind, zeitliche und monetäre Ressourcen in ein Energieverbrauchsmonitoring zu investieren. Gleichzeitig konnten hier wichtige Informationen gesammelt werden, welche technischen und organisatorischen Hindernisse sowie andere Motivationshemmnisse einer stärkeren Marktdurchdringung mit Energieverbrauchsmonitoring-Systemen im Wege stehen.

7.8.1. Gastronomie

Die Gastronomie ist als eine relevante Branche für das Energieverbrauchsmonitoring definiert worden, da die unterschiedlichen Bereiche wie Gastraum, Kühlraum und Küche zu einer hohen Diversität von Hauptverbräuchen führen. Hier können Submessungen für Unternehmen hilfreich sein, um Einsparpotenziale zu lokalisieren.

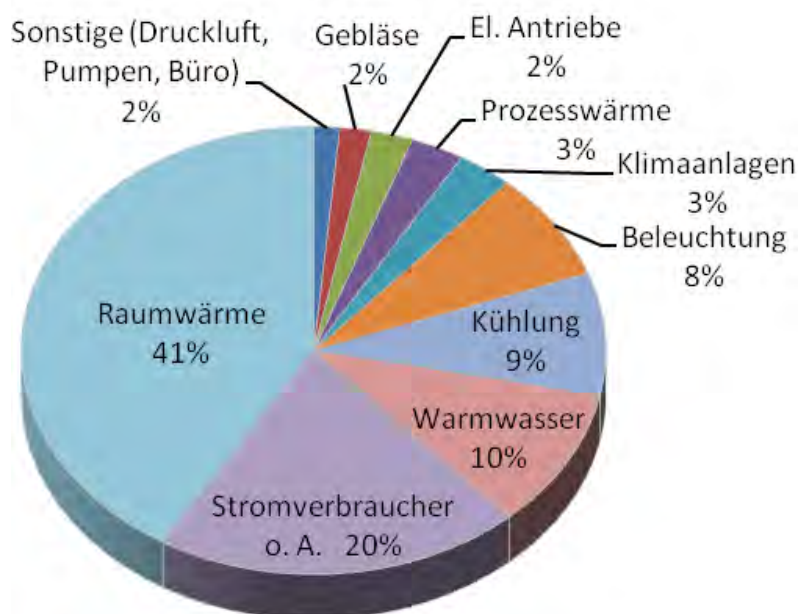


Abbildung 67:
Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in der Gastronomie.
Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Im Gastraum eines Gastronomiebetriebs sind kontinuierliche Messungen an den Kühlgeräten des Ausschanks sinnvoll. Den größten Verbrauch an elektrischer Energie im Gastraum verursacht aber meist die Beleuchtung. Als Dauerverbraucher während der Betriebszeit ist

die Beleuchtung aber eine Konstante und daher auch gut in der Gesamtstrommessung erkennbar, sie muss daher nicht unbedingt separat gemessen werden. Die Lüftung und Klimatisierung sollten hingegen von einem eigenen Verbrauchsmessgerät erfasst werden. Speziell in der Gastronomie ist die maximale Lüfterleistung nur zu Zeiten hoher Auslastung erforderlich. Eine separate Messung der Lüftungsgebläse schafft Bewusstsein für diesen Verbraucher und dient zur Kontrolle einer eventuellen Regelung oder Zeitschaltung.

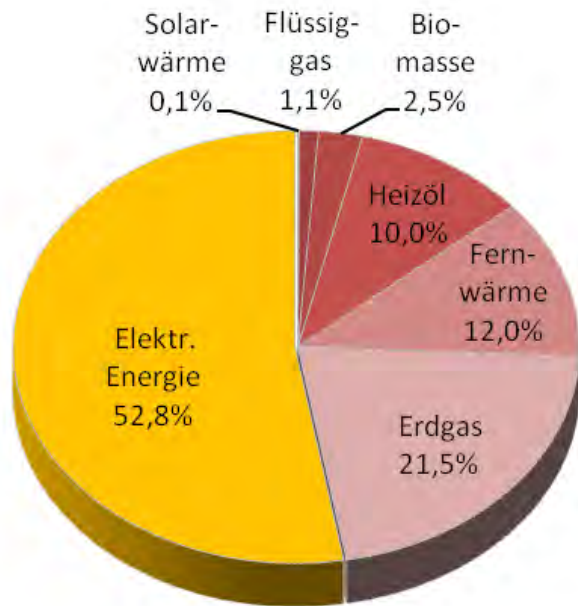


Abbildung 68: Einsatz von Energieträgern in der Gastronomie. Neben elektrischer Energie ist auch Erdgas (Raumwärme und Küche) ein relevanter Verbraucher. Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Die elektrischen Verbraucher der Küche sollten in einer eigenen Messung erfasst werden. Eventuell können auch die Kühlaggregate der Kühlräume sowie Kleinkühlgeräte in einer eigenen Messung erfasst werden. Wird auch mit Erdgas gekocht, wäre eine automatische Aufzeichnung des Gaszählerstandes eine sinnvolle Ergänzung, damit die Energieflüsse im Betrieb zugeordnet werden können. Für eine Auftrennung der für Heizung und Küche benötigten Gasmenge würde ein separater Gaszähler benötigt, der Installationsaufwand übersteigt aber in den meisten Fällen den zu erwartenden Nutzen.

Relevante Verbraucher in der Gastronomie		
Strom	Gas	Andere
+ Kühlgeräte		
+ Lüftung / Klimatisierung		
~ Beleuchtung		
+ Küche: Kochen, Kühlen		
	- Küche: Kochen	
	~ Heizung (Gas / Fernwärme) inkl. Temperatur	

7.8.1.1. Gastronomiebetrieb 1

Dieser Gastronomiebetrieb ist in einem ehemaligen Bankgebäude untergebracht, woraus eine sehr verwinkelte Raumaufteilung resultiert, die wenig Spielraum für bauliche Verbesserungen lässt. Das Lokal mit einer Gastraumfläche von 400 m² wird klimatisiert. Der Jährliche Stromverbrauch beträgt 70.000 kWh, bei Gas sind es 50.000 kWh. Im Keller befindet sich ein eigener Club. In der Küche wird mit Erdgas gekocht, drei Kühlräume für die Frischwaren befinden sich im Kellergeschoss.

Der Geschäftsleiter ist sehr motiviert, Energieeffizienzmaßnahmen umzusetzen. Unter anderem hat er bereits sämtliche Beleuchtungskörper auf Energiesparlampen oder Leuchtdioden getauscht. Zusätzlich wird die Frischluft für den Gastraum im Winter zuerst in den Keller geleitet, um von den Kälteaggregaten vorgewärmt zu werden – dies ist eine günstige Art der Wärmerückgewinnung.

Für das Energiemonitoring sind in diesem Betrieb vor allem die Lüftungsanlage, die Klimageräte und die Kälteanlagen interessant, außerdem möchte der Geschäftsleiter auch den Blindstrom messen lassen. Eine Energieberatung fand bereits im Vorfeld statt, für das Projekt wurde ein anderer Berater mit mehr branchenspezifischem Fachwissen gesucht. Das Energieverbrauchsmonitoring geriet ins Stocken wegen der gründlichen Sanierung des Objekts und allem voran der Haustechnik, die weitaus mehr Zeit in Anspruch nahm als ursprünglich geplant. Es gab nicht genügend Vorlaufzeit, um die Geräte vor der Umstrukturierung einzubauen. Inzwischen sind partiell Messgeräte durch die E-Control eingebaut worden, der eigentliche Start der Messungen erfolgt jedoch nach Projektende.

7.8.1.2. Gastronomiebetrieb 2

Auch in einem zweiten Gastronomiebetrieb mit einem Jahresverbrauch von 150.000 kWh Strom und 80.000 kWh Gas war ein Energieverbrauchsmonitoring geplant. Der Wirt hatte früher schon zahlreiche Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung gesetzt – so wurden im Gastraum sämtliche Glühbirnen durch Leuchtkörper mit Leuchtdioden ersetzt und in der Küche Wassersparhähne installiert. Außerdem wurde eine automatische Temperaturüberwachung und -aufzeichnung der Kühlräume in Eigenregie eingebaut. Aus dem Energieverbrauchsmonitoring verspricht sich der Betreiber eine detailliertere Übersicht über die Aufteilung seines Energiebedarfs und hofft, dadurch schadhafte Geräte schneller erkennen zu können. So wurde auch angedacht, jedes seiner fünf Kälteaggregate einzeln zu messen, um Fehlfunktionen rasch erkennen zu können.

Das Messkonzept stellt sich in *Abbildung 69* dar. Die Versorgung mit Messgeräten sollte durch die Wien Energie Gasnetz erfolgen, wobei bereits mehrere Koordinationstreffen stattgefunden haben, die Geräte für die Gasmessungen auch schon geliefert wurden und der Wirt sie in Eigeninitiative einbauen ließ. Die Gasleitungen sind leicht zugänglich und in einem Zustand, der zusätzliche Einbauten ermöglicht. Um den Gastbetrieb nicht zu beeinträchtigen, erfolgte die Installation in den Morgenstunden. Durch den Einbau von zusätzlichen Ventilen in der Gasleitung ist diese teilweise absperrbar. So konnten die Gaszähler des Heizlüfters auch untertags eingebaut werden. Je ein automatischer Gaszähler wird für die beiden Lüftungsheizungen installiert. Eine der Lüftungsheizungen beheizt zusätzlich den Warmwasserspeicher. Am Gasherd konnte, aus Rücksicht auf Vorschriften, keine zusätzliche Gasmessung installiert werden. Der Energiebedarf des Gasherds ist aber aus dem Hauptzählerstand

abzüglich der Werte der beiden Einzelzähler zu berechnen. Der Hauptgaszähler wird mit einer automatischen Ausleseeinheit versehen, wodurch er nicht getauscht werden muss.

Der für Frühjahr anberaumte Einbau von Strommessgeräten kam nicht zustande, da offenbar adäquate Geräte nicht verfügbar sind. Dabei war geplant worden, elektrische Verbrauchsmessungen an den Lüftungsventilatoren, den Kälteaggregaten, am Küchenanschluss und der Gastraumbeleuchtung zu installieren. Jedes einzelne Messgerät sollte seine Messwerte drahtlos an einen im Lokal aufgestellten Messkonzentrator übermitteln, der eine Stromversorgung benötigt. Zusätzlich war eine Überwachung der Kühlräume mit Temperatursensoren vorgesehen.

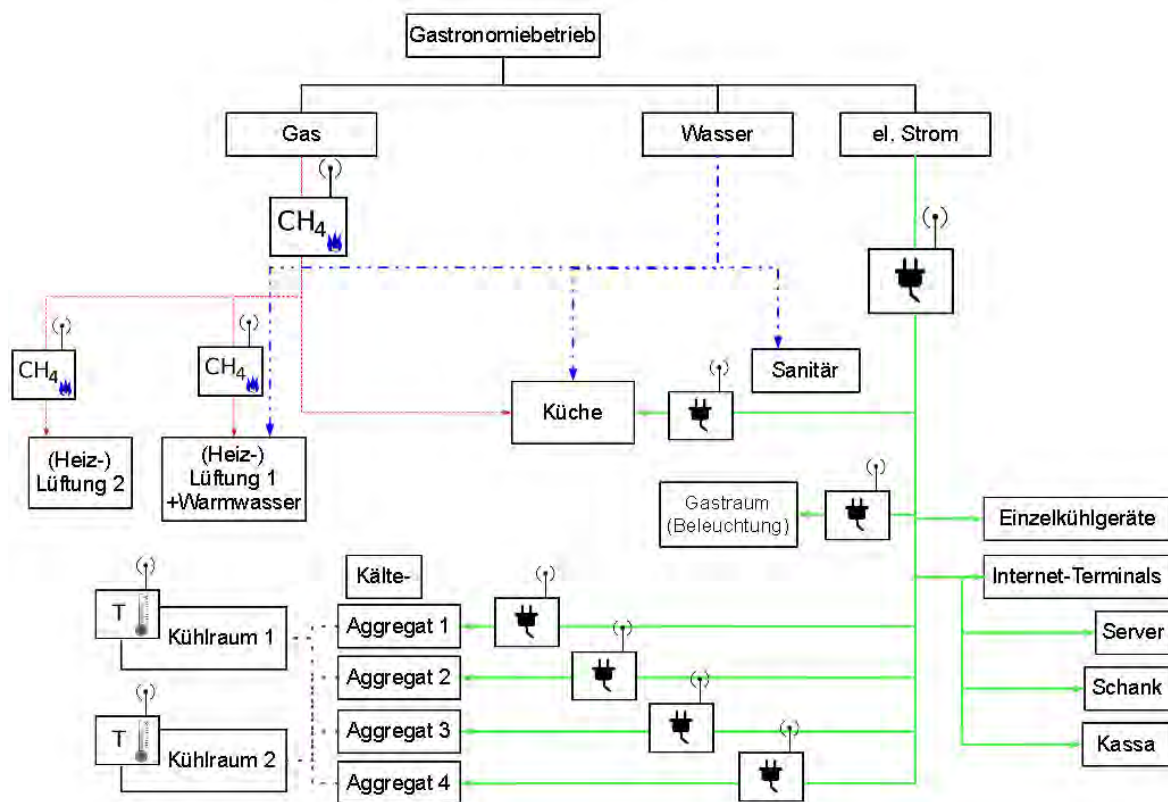


Abbildung 69: Messkonzept für Gastronomiebetrieb; Platzierung der Funkmessgeräte für Strom und für Gas. Violett: Kälte

7.8.2. Bäckereien

In einer Bäckerei wird praktisch die Hälfte der eingesetzten Energie für den Betrieb der Backöfen benötigt. Durch eine kontinuierliche Messung des Energieverbrauchs und einem Abgleich mit der produzierten Menge an Backwaren können Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Backbelegung, vor allem aber unnötige Aufheiz- oder Leerlaufzeiten erkannt werden. Betriebe, die mit Gärunterbrechung und Schockfrostern arbeiten, sollten auch die Kälteaggregate mit eigenen Zählern ausstatten. Zusätzlich sollten die elektrischen Antriebe wie Knet- und Semmelmaschinen durch eine Messung erfasst werden. Sie haben eine recht hohe Anschlussleistung bei einer relativ geringen Betriebsdauer. Eine Optimierung dieser

Betriebszeiten könnte somit helfen, Lastspitzen zu vermeiden und so die maximale Anschlussleistung zu senken. Eine Messung des Gesamt-Warmwasserbedarfs wäre für die Auslegung einer Wärmerückgewinnungsanlage ebenfalls günstig.

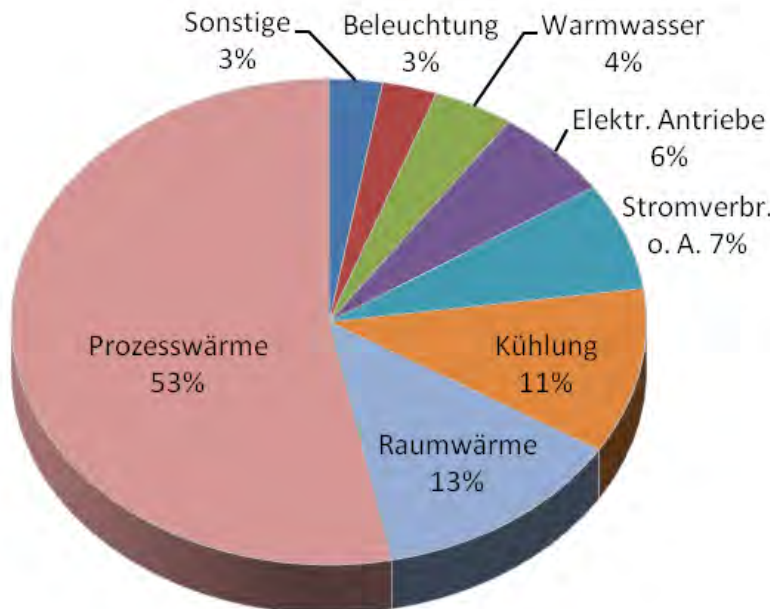


Abbildung 70: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Bäckereien. Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Relevante Verbraucher in Bäckereien		
Strom	Gas	Andere
+ Backöfen		
+ Elektrische Antriebe		
+ Kälte		
~ Warmwasser		
	~ Heizung (Gas oder Fernwärme) inkl. Temperatur	

Hauptverbraucher sind die Backöfen, wobei schon solche mittlerer Leistung 40 kW aufweisen. Bei strombetriebenen Öfen wären hier Wandlermessgeräte einzusetzen, die im Rahmen des Projekts nicht verfügbar sind, und auch bei der Gasmessung hat sich gezeigt, dass es schwierig ist, zu adäquaten Geräten zu kommen. Relevante Messungen hätten noch an Kühlaggregaten vorgenommen werden können.

7.8.2.1. Produktion von Konditoreiwaren

Unter konventionellen Bäckereien hat sich kein Unternehmen gefunden, das teilnehmen wollte, doch hat ein größerer Konditoreibetrieb, motiviert durch den hohen Energieverbrauch seines zentralen Produktionsstandorts, großes Interesse am Energieverbrauchsmonitoring

bekundet; auch ein Energieberater war von Anfang an in das Projekt eingebunden.

Der neue Produktionsstandort wurde vor weniger als zwei Jahren bezogen. Die konditionierte Fläche beträgt 1800 m². Im Kellergeschoß befinden sich der Lagerraum, die Kältemaschinen und die Installationskästen. Für die Raumklimatisierung ist ein eigenes Klimagerät installiert. Der Serverraum (15 m²) wird mit einem Split-Klimagerät gekühlt. Die Bürofläche des Bürotrakts macht in etwa 100 m² aus. Elektrizität ist mit einem Jahresverbrauch von etwa 350.000 kWh der wichtigste Energieträger. Für die Raumheizung wird Fernwärme im Ausmaß von ca. 10.000 kWh jährlich bezogen.



Abbildung 71: Steuerung der Kälteanlage

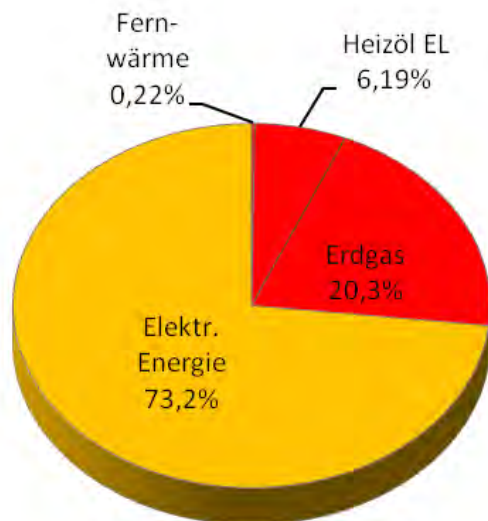
Zu den für Bäckereien typischen Großverbrauchern kommen in diesem Fall noch Produktionsmaschinen hinzu, die für die Herstellung der Zuckerbäckerware benötigt werden. Folgende relevante Verbraucher konnten definiert werden.

- Kühlanlagen
- 4 zentrale Kälteanlagen für die Kühl- und Gefrierhäuser
- Belüftung (drehzahl geregelt)
- Backöfen (elektrisch)
- Klimatisierung der Produktion
- Transportaufzüge
- Druckluftherzeugung (8 bar, keine Wärmerückgewinnung)

Für das Pilotprojekt wäre es sinnvoll gewesen, einen Teilbereich der Produktion detaillierter zu betrachten. Eine organisatorische Herausforderung stellte allerdings die Installation der Messgeräte dar, da an allen sieben Wochentagen ab 3.00 Uhr produziert wird. Mangels Ausstattung mit adäquaten Messgeräten kam dieses Energieverbrauchsmonitoring nicht zustande.

7.8.3. Druckereien

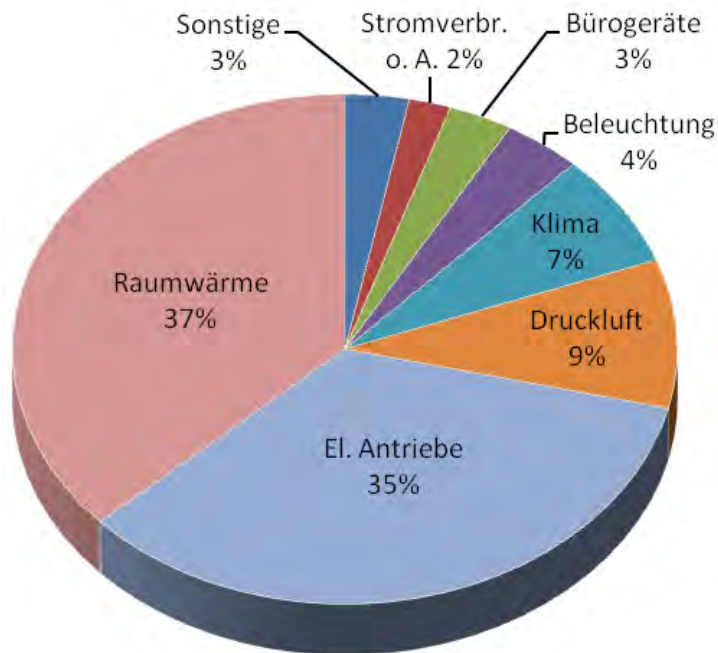
In einer Druckerei sollte jede große Druckmaschine von einem eigenen Stromzähler erfasst werden. Damit können Leistungsspitzen, die den Strombezugspreis erhöhen, erkannt und in Zukunft nach Möglichkeit vermieden werden. Durch die hohen Anschlussleistungen erfordert die Messung einer Druckmaschine so gut wie immer Wandlermessungen. Abgesehen von den Druckmaschinen sollten auch die Beleuchtung und die Lüftungsanlage mit Messgeräten ausgestattet werden. Temperatursensoren in der Abluftanlage sind hilfreich, um das Potenzial einer Wärmerückgewinnungsanlage zu bestimmen. Zusätzlich ist der Druckluftkompressor mit einer eigenen Messung zu versehen. Aus seiner Lastgangkurve sind die Schaltzyklen leicht zu bestimmen, wodurch Rückschlüsse auf eine optimale Druckspeichergröße und Undichtigkeiten gezogen werden können. Der Anteil an Strom an den Energieträgern ist in Druckereien besonders hoch (siehe *Abbildung 72*)



*Abbildung 72: Einsatz von Energieträgern in Druckereien
Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung*

In Druckereien sind Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren in Lager und Produktionshallen aus Gründen der Qualitätssicherung standardmäßig erforderlich. Es ist von Vorteil, wenn diese Messwerte automatisiert in das Energieverbrauchsmonitoring-System übernommen werden können.

Relevante Verbraucher in Druckereien		
Strom	Gas	Andere
+ Elektrische Antriebe (Druckmaschinen)		
+ Lüftung inkl. Temperaturmessung		
+ Druckluft		
~ Licht		



*Abbildung 73:
Durchschnittlicher Anteil der
Hauptverbraucher in
Druckereien.
Auswertung von
Verbrauchserhebungen im
Rahmen der KMU-Initiative zur
Energieeffizienzsteigerung*

7.8.3.1. Druckereibetrieb

Der Geschäftsleiter eines mittleren Druckereibetriebs mit 50 Mitarbeitern und einer Betriebsfläche von 2.500 m² war sehr interessiert am Energieverbrauchsmonitoring. Bei einem Jahresverbrauch von 450.000 kWh Strom und 280.000 kWh Gas machen die Energiekosten einen beträchtlichen Teil des Umsatzes aus, weshalb ständig nach Verbesserungsmöglichkeiten gesucht wird. Ein branchenimmanentes Problem sind, wie bereits angeführt, die hohen Spitzenlasten. Die Grundlast beträgt 56 Prozent, wobei die Auswertung des vom Energieversorger zur Verfügung gestellten Lastprofils keinen Aufschluss über die einzelnen Energieflüsse gebracht hat.



*Abbildung 74: Submessungen an
den Druckmaschinen erfordern
den Einsatz von
Wandlermessgeräten*

Ziel des Energieverbrauchsmonitorings wäre es gewesen, einzelne Druckmaschinen und andere Verbrauchergruppen gesondert zu erfassen. Als zukünftige Maßnahmen wäre beispielsweise eine Wärmerückgewinnung aus der Druckmaschinenabluft angedacht, die im Winter zum Heizen der Hallenluft und im Sommer zum Betrieb einer (noch nicht angeschafften) Absorptionskältemaschine verwendet werden könnte. Mit Temperaturmessungen in den Abluftkanälen könnte das Potenzial einer solchen Rückgewinnungsanlage akkurat bestimmt und damit das Investitionsrisiko verringert werden.

Das Energieverbrauchsmonitoring konnte nicht stattfinden, da die notwendigen Wandlermessgeräte für die Submessungen an den Druckmaschinen fehlten. Darüber hinaus war die Geschäftsleitung auch besorgt, dass eine Totalabschaltung der Maschinen im Zuge des Einbaus der Messgeräte zu Datenverlust führen kann.

7.8.4. Weitere Beispiele

Bei den eben angeführten Beispielen von Unternehmen, in denen das Energieverbrauchsmonitoring nicht wie geplant durchgeführt wurde, konnten aus den Resultaten der Begehungen und der Branchenauswertungen Konzepte für relevante und in ihrem Aufwand vertretbare Messungen erarbeitet werden, die allgemein auf die jeweilige Branche anwendbar sind. Hier werden noch weitere Beispiele für zwar geplante, jedoch nicht durchgeführte Energieverbrauchsmessungen angeführt, um möglichst viele Aspekte von Hemmnissen für die Einführung von Energieverbrauchsmonitoringsystemen aufzuzeigen.

In Folge werden noch Beispiele von Unternehmen gebracht, deren Betriebsabläufe so spezifisch sind, dass kaum vergleichbare branchenspezifische Energieprofile herangezogen werden können. Außerdem werden auch noch Betriebe angeführt, bei denen die branchentypischen Anforderungen an die Messungen bereits in den Beschreibungen der Pilotbetriebe Eingang gefunden haben.

7.8.4.1. Produzent von Spezialkomponenten

Der Betrieb mit knapp 80 Mitarbeitern verfügt über eine Produktionsfläche von 3.000 m² und weist jährlich einen Stromverbrauch von 350.000 kWh und einen Gasverbrauch von 30.000 m³ auf. Die Produktion erfolgt zu großen Teilen unter Reinraum-Bedingungen und wurde in den vergangenen Jahren schon umfangreich hinsichtlich des Energieverbrauchs optimiert – so wurde unter anderem investiert in die Wärmedämmung der Gebäudehülle, in neue Lichtsysteme und die Wärmerückgewinnung aus den Kältemaschinen. Beim Energieverbrauchsmonitoring ging es daher in erster Linie darum, die Hauptanschlusszähler mit automatischen Auslesevorrichtungen auszustatten, damit auftretende Fehlfunktionen rasch erkannt werden können.

Je eine Messung war geplant am Anschlusszähler für...

- Kaltwasser (für Sanitär und Luftkonditionierung),
- Erdgas und
- Elektrischen Strom.

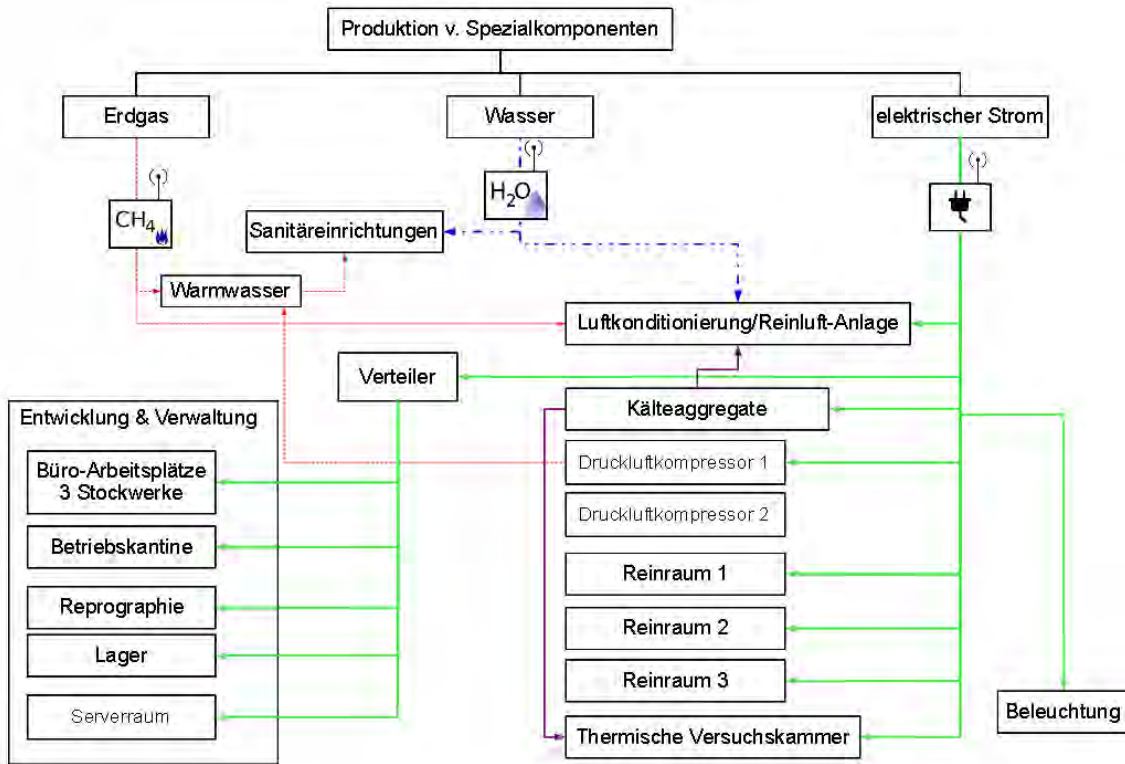


Abbildung 75: Messungen an Anschlusszählern in Produktionsbetriebe von Spezialkomponenten

Bei der Anschlussleistung des elektrischen Stromzählers wäre es vonnöten gewesen, eine Wandlermessung einzusetzen. Sollte bei der Analyse der Verbrauchsdaten die Verlaufskurve nicht mit den Erwartungen des Personals übereinstimmen, war angedacht, zusätzliche Subzähler zu installieren, um die Energieflüsse einzelnen Produktionsbereichen zuordnen zu können. Nachdem die benötigten Messgeräte der Wien Energie zum fixierten Einbautermin im Juni nicht zur Verfügung standen, wurde das Unternehmen nur mit einem Teil der Messgeräte ausgestattet.

7.8.4.2. Frischlager eines Einzelhandelsunternehmens

In dem Frischlager wäre mit relativ wenigen Messgeräten die relevantesten Verbraucher erfasst werden. Im Fokus stehen die zentralen Kältemaschinen, die Heizungsanlage für den Bürotrakt sowie der Wasserverbrauch zur Reinigung von Paletten und LKW. Die Löschwasserrohre über dem Frischlager werden aus Frostschutzgründen beheizt, wobei diese Beheizung jedoch nicht kontrolliert wird. Eine zu starke Beheizung beziehungsweise die Beheizung bei ausreichenden Außentemperaturen hätte nicht nur einen negativen Einfluss auf den primären Verbrauch, sondern auch auf denjenigen der Kältemaschinen. Im Rahmen des Energieverbrauchsmonitorings wären daher Temperatursensoren zur Beheizungskontrolle einzusetzen. Die Schaltzyklen des Ölbrenners der Heizungsanlage können mit einer Messung der elektrischen Anschlussleitung aufgezeichnet werden. Da in dem weit verzweigten Heizungssystem Leckagen über längere Zeit unbemerkt bleiben könnten, wäre in der Wassernachspeisung ein eigener Wasserzähler einzubauen.

Im Zuge der Analyse hat sich herausgestellt, dass die Steuerungstechnik der Kühlaggregate über Subzähler verfügt, die bis zu jenem Zeitpunkt noch nicht ausgelesen worden sind. Daher hatte die Installation eines Energieverbrauchsmonitoringsystems an diesem Standort nicht weiter Priorität.

7.8.4.3. Dienstleistungsbetrieb

Eine Werbeagentur interessierte sich für das Pilotprojekt, da das Unternehmen gerne seinen Stromverbrauch genauer analysieren wollte. Das Unternehmen verfügt über etwa fünf konventionelle Büroarbeitsplätze, einen Server sowie eine Küche. Angedacht war, die großen Verbraucher wie den Server und die Küche gesondert zu messen. Da sonst keine großen Einzelverbraucher aufgefallen sind, sollte ein exemplarischer Arbeitsplatz gesondert gemessen werden und zur Kontrolle der Heizung im Winter eine Temperaturmessung installiert werden.

Nachdem die Geschäftsführung des Unternehmens gewechselt hatte, bestand kein Interesse mehr, dieses Projekt fortzuführen.

7.8.4.4. Lebensmittel-Einzelhandel

Die Zentrale einer Lebensmittelkette wäre an der monatlichen Zählerstandablesung bei den Wasser-, Gas- bzw. Fernwärmezählern interessiert. Die Einbindung der Mitarbeiter für diese Aufgabe scheiterte bisher an mangelnder Motivation und Ablesefehlern. Im Rahmen des Pilotprojekts sollte bei zwei Filialen ein automatisiertes Energieverbrauchsmonitoring erprobt werden. Größere Potenziale wurden im Bereich der Kühlung erwartet.

Die eine Filiale ist im Erdgeschoß einer Wohnhausanlage eingemietet und verfügt über einen Fernwärmeanschluss. In diesem Markt werden kombinierte Kühltruhen eingesetzt, die während der Nacht nicht abgedeckt werden, außerdem gibt es an diesem Standort auch ein Restaurant.



Abbildung 76: Fernwärmezähler

Die andere Filiale verfügt über neue Kühlregale, die mit automatischen Vorhängen ausgestattet sind und nach Ladenschluss automatisch abgesenkt werden. Mithilfe des Monitoringsystems sollten hier eventuelle Fehlfunktionen erkannt werden. In den Schaltschränken gibt es freie Einbauschächte für die Installation von zusätzlichen Messgeräten. Diese Filiale ist freistehend und von einem Kundenparkplatz umgeben, und zwei mit Erdgas befeuerte Kessel versorgen das Heizungssystem.

In den zwei besichtigten Filialen sind zentrale Kältemaschinen eingesetzt, die getrennt sind für Kühlung und Tiefkühlung. An beiden Standorten ist dabei eine Wärmerückgewinnungsanlage zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Aufschlussreiche Detailmessungen könnten in beiden Fällen aus der Fleisch- und Backabteilung bezogen werden, die jeweils mit mehreren elektrischen Backöfen ausgestattet sind, die eine Anschlussleistung von je 15kW haben.

Die Messungen haben nicht stattgefunden, da keine adäquaten Messgeräte zur Verfügung standen.

7.8.4.5. Altpapierverwerter

In diesem Betrieb, der auf die Sortierung von Altpapier spezialisiert ist, fällt ein Gesamtjahresstromverbrauch von 320.000 kWh an. Firmenintern wurde schon vorgeplant, an welchen Maschinen Messungen vorzunehmen seien. Die größten Verbraucher sind die Papier- und Kartonnage-Sortiermaschinen, für deren genaue Analyse allerdings Submessungen innerhalb der Maschine durchgeführt werden müssten. Ein solcher Eingriff ist im Rahmen dieses Projekts nicht möglich.

7.8.4.6. Zoologischer Garten

Ein Tiergarten ist ein Großverbraucher: Alle Anlagen müssen 365 Tage im Jahr in Betrieb sein. Das Energieverbrauchsmonitoring sollte auf eine Anlage fokussiert werden, die als größter Verbraucher gilt, das Aquarienhaus. In dieser Anlage wurde auch das Ziel formuliert, den Stromverbrauch innerhalb eines Jahres um mindestens 5 Prozent zu senken.



Abbildung 77: Aquarienbecken im Zucht- und Forschungsbereich

Die relevantesten Faktoren für einen hohen Verbrauch sind die Beleuchtung, Kühlung und Heizung für die Aquarien. In einem großen Becken müssen beispielsweise allein 28kW an thermischer Energie abgeführt werden, die durch die Leuchtkörper erzeugt werden. Sparsamere Varianten des Lichts mit weniger Wärmeentwicklung sind hier nicht einsetzbar: Die Fauna und Flora braucht in diesen Bereichen ein sehr spezifisches Lichtspektrum, und dieses darf nicht abgeändert werden. Ebenso verhält es sich mit der Temperatur einzelner Terrarien, in denen spezifische Klimabedingungen simuliert werden müssen. Einsparpotenziale sind bei den Pumpen zu erzielen, die auf ihre Dimensionierung und ihre Frequenz zu untersuchen sind.

Bei diesem sehr komplexen Objekt mit äußerst vielen Einzelverbrauchern konnten keine Messungen durchgeführt werden, da die notwendige Anzahl an Messgeräten fehlte, die sinnvolle Energieverbrauchsmessungen ermöglicht hätten. In Perspektive wäre hier eine Permanentmessung sinnvoll, die in bestehende Datensysteme und Steuerungstechniken integrierbar sein sollte.

7.8.4.7. Fleischereien

Fleischereien wären eine interessante Branche für Energieverbrauchsmessungen gewesen, da es in der Fleischverarbeitung einzelne Arbeitsabläufe mit relativ hoher Energieintensität gibt. Das Pilotprojekt hätte nur marginale finanziellen Investitionen mit sich gebracht, doch hat sich hier wiederum gezeigt, dass gerade kleinere Betriebe schwer motivierbar sind, zeitliche und personelle Ressourcen für das Thema Energie aufzubringen. Dieselbe Erfahrung wurde auch mit Bäckereibetrieben gemacht.

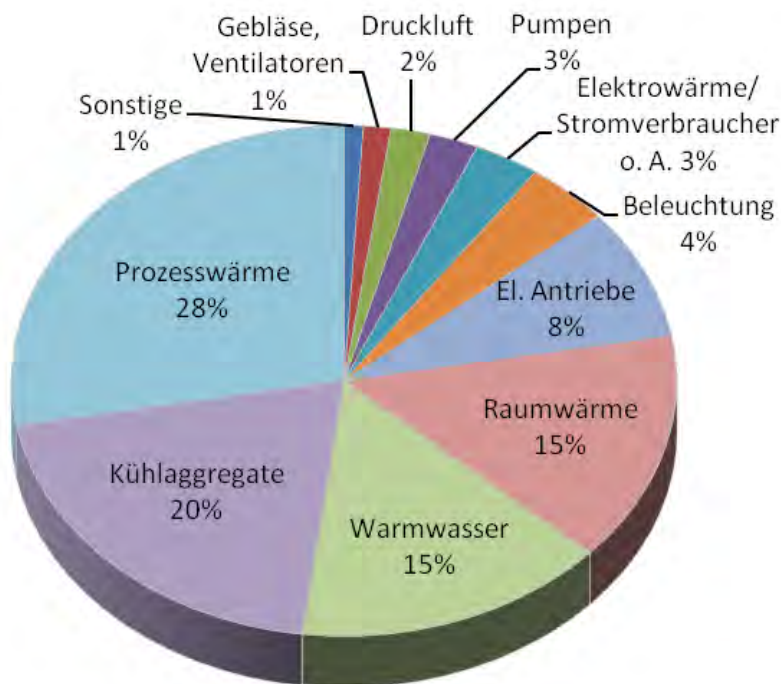


Abbildung 78:
 Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Fleischereien.
 Auswertung von Verbrauchserhebungen im Rahmen der KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung

Den größten Verbrauch machen bei den Fleischereien die Kühlaggregate, die Dampfbereitstellung und die Selchkammern aus – diese drei Bereiche wären daher auch von je einem Messgerät aufzunehmen. Die elektrischen Fleischereimaschinen sowie der Druckluftkompressor sind ebenfalls nicht zu vernachlässigende Verbraucher, Verbesserungspotenzial ist aber eher beim Druckluftkompressor vorhanden, weshalb er bevorzugt gemessen werden soll.

Die Heißdampfmessung wäre für Fleischereien relevant gewesen, jedoch im Rahmen des Projekts nicht durchführbar. Auch gibt es hier keine günstigen Messgeräte auf dem Markt. Hier kann man sich durch eine Messung der Warmwassermenge und der Dampfkesselleistung behelfen. Die für die Dampferzeugung aufgewendete Energie könnte auch aus der zugeführten Frischwassermenge berechnet werden. Speichertrommeln erschweren die zeitliche Zuordnung von Dampferzeugung und -verbrauch.

Relevante Verbraucher in fleischverarbeitenden Betrieben		
Strom	Gas	Andere
+ Kühlung		
	+ Selcherei	
+ Druckluftkompressor		
~ Elektrische Antriebe		
+ Warmwasser		
	- Dampf (relevanter Verbraucher, aber Messung aufwändig)	

7.9. Fazit

Die im Rahmen des Projekts durchgeführten Energieverbrauchsmessungen in sechs Pilotbetrieben haben gezeigt, dass gerade Unternehmen, die bereits aktiv und Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt haben und für Energiefragen sensibilisiert sind, Interesse an Messsystemen zeigen. Allgemein besteht der Anspruch, dass diese Systeme einfach zu installieren und vor allem preiswert sind. Großes Interesse besteht auch an Warnsystemen, die die Unternehmen bei großen Abweichungen der Energieflüsse umgehend automatisch informieren.

Energieverbrauchsmonitoringsysteme haben jedoch – wie andere Dienstleistungen und technischen Anlagen zur Erhöhung der betrieblichen Energieeffizienz – noch nicht jenen Grad an Marktdurchdringung erreicht, dass kleine und mittlere Unternehmen im Allgemeinen bereit wären, hier umfangreichere Investitionen zu tätigen. Obwohl im Rahmen des Pilotprojekts „Energieverbrauchsmonitoring in kleinen und mittleren Unternehmen“ die Möglichkeit bestand, dass von den Projektpartnern E-Control und Wien Energie Gasnetz die wesentlichen Kosten übernommen werden – und zwar jene für die Messgeräte und die Zurverfügungstellung der Auswerte-Software – bedeutete es für einige der interessierten Unternehmen eine finanzielle Hürde, Ausgaben für einen Elektriker für den Einbau der Messgeräte zu haben, auch wenn die Kosten dafür nur einen Bruchteil dessen ausmachen, was die kostenlos zur Verfügung gestellten Geräte wert sind.

Wichtig erschien der Vergleich mit einem Großunternehmen, das über ein elaboriertes Energieverbrauchsmonitoringsystem als integrierten Bestandteil der Gebäudeautomatisierungstechnik verfügt. Aber auch für diesen Lebensmitteldiskonter hat eine Kosten-Nutzen-Analyse ergeben, dass die Nachrüstung mit Sub-Stromverbrauchszählern in Filialen mit älterer Steuerungstechnik zu kostspielig wäre. Stattdessen werden die detaillierten Daten aus voll ausgestatteten Filialen für ein internes Benchmarking genutzt.

Gerade jene potenziellen Pilotbetriebe, bei denen letztendlich kein Energieverbrauchsmonitoring durchgeführt wurde, geben Aufschluss über Hemmnisse. Neben fehlenden zeitlichen, organisatorischen und monetären Ressourcen (respektive der fehlenden Bereitschaft, diese Ressourcen aufzuwenden) gibt es vor allem auch technische Hürden: Die hohen Ansprüche, die beispielsweise von der Wien Energie Gasnetz an jene Messgeräte gestellt wurden, die im Rahmen dieses Projekts bei ausgewählten Betrieben Verwendung finden sollen, haben dazu geführt, dass letztendlich kein Betrieb damit ausgestattet werden konnte.

Am Markt für Energieverbrauchsmonitoringsysteme ist die Zielgruppe der Klein- und Mittelbetriebe am ehesten durch einfach gehaltene Systeme zu erreichen, die anschaulich und schnell die wesentlichsten Informationen zum Energieverbrauch vermitteln können. Zwei solcher Systeme, jenes von Godata und von netconnect, konnten im Rahmen dieses Projekts auch zu gängigen Marktpreisen für diese Systeme Interessenten finden.

7.10. Energieverbrauchsmonitoring und Energieberatung

Jene Pilotbetriebe, bei denen ein externer Energieberater die Messungen begleitete, konnten aus den Auswertungen besonders gut relevante Einsparpotenziale abgeleitet werden, wie sich etwa an der Auswertung der Messergebnisse der LKW-Reparaturwerkstätte zeigt. Außerdem waren Energieberater in diesem Projekt auch maßgebliche Motivatoren. Ein größerer Teil jener Unternehmen, die sich als Interessierte anmeldeten und an der Informationsveranstaltung im Jänner teilnahmen, taten dies auf Vermittlung von Energieberatern.

Daher schien es auch wichtig, im Rahmen dieses Projekts festzustellen, welche Rolle Energieverbrauchsmessungen in der Alltagspraxis von Beratern spielen und welche Anforderungen Berater an die Monitoringsysteme stellen. Im Herbst dieses Jahres wurde daher vom Energieinstitut der Wirtschaft unter 70 Beratern aus ganz Österreich, die sich auf betriebliche Energieberatung spezialisiert haben, eine Enquete durchgeführt, die folgende Fragen umfasste:

- Welche Art von Messgeräten zum Energieverbrauchsmonitoring verwenden Sie? (Bitte um technische Angaben, Art der Datenspeicherung...)
- In welchen Branchen haben Sie schon Messungen vorgenommen?
- Über welche Zeiträume nehmen Sie gewöhnlich Energieverbrauchsmessungen vor?
- Haben Energieverbrauchsmessungen Ihnen wichtige, unerwartete Erkenntnisse über „Energiefresser“ gebracht? Beispiele...
- Haben Ihnen Energieverbrauchsmessungen schon dabei geholfen, Kunden die Sinnhaftigkeit von Energieeffizienzmaßnahmen zu veranschaulichen? Beispiele...
- Haben Sie typische Widerstände der Unternehmen gegen die Installierung von Energieverbrauchsmessgeräten erlebt?
Welche Gründe haben die Unternehmen angegeben?
- Wie kann man als Energieberater die Daten und Ergebnisse am besten an die Kunden / Unternehmen vermitteln, damit diese nachvollziehbare Aussagen über ihren Energieverbrauch haben?
- Haben Unternehmen bei Energieverbrauchsmessungen erfahrungsgemäß noch zusätzliche (ggf. unerfüllbare) Wünsche und Erwartungen?
- Welche Energieverbrauchsdaten eines beratenen Unternehmens würden Sie im Idealfall gerne zur Verfügung haben?
Welche Messgeräte hätten Sie gerne zur Verfügung?

19 Berater haben geantwortet, die wichtigsten Antworten werden im Anschluss knapp zusammengefasst:

Für 5 von ihnen spielen Energieverbrauchsmessungen überhaupt keine Rolle. Unter anderem wurde dazu angegeben, dass die Energieverbrauchsdaten aus den jährlichen Abrechnungen sowie Befragungen der Unternehmen abgeleitet werden können. Als Grund, kein Energieverbrauchsmonitoring einzusetzen, wurden in zwei Fällen noch die hohen Kosten speziell für die Auswertesoftware angeführt. Im Rahmen des Intelligent Energy Europe-Projekts „Automatic intelligent metering for small/medium businesses: aIM 4 SMEs“ wurden

etwa exemplarisch folgende Preise für Auswerteplattformen mit Datenübertragung für 16 Messpunkte ermittelt (Preise ohne USt.):

Company	Cost per building (VAT exc.)
Schneider	4.220,56 €
Proteres	1.216,34 €
Siemens	4.240,42 €
EDP	3.743,00 €
ISA	1.138,84 €
ACTARIS	1.435,00 €
EMT	2.170,00 €

Abbildung 79: Preise für Auswerteplattformen / Datenübertragung für 16 Messpunkte²⁵

Ein sehr ausgereiftes und umfangreiches System mit 50 Messpunkten (Siemens Sentron powermanager) komme auf 15.000.- Euro, so einer der besagten Berater, die nicht mit Energieverbrauchsmesssystemen arbeitet.

Die Branchen, in denen die Befragten Energieverbrauchsmonitoring einsetzen, sind weit gestreut. Am häufigsten werden alle Arten von produzierendem Gewerbe genannt – von metall- und kunststoffverarbeitenden Betrieben bis hin zu Druckereien, Bäckereien oder Fleischereien. Unter den Dienstleistungsunternehmen wird Gastronomie am häufigsten genannt (5 Mal).

Die Energieberater stellen ihr Equipment eher für kürzere Messzeiten zur Verfügung – am häufigsten werden 14 Tage oder eine Woche genannt. Mit dem Testo Energiemonitor, der bei 3 der Befragten im Einsatz ist, werden Heizungsanlagen in einem Zeitraum von 24 Stunden getestet. Einzelne Geräte werden auch im Zuge der Energieberatung stundenweise gemessen und deren Verbrauch dann auf die Betriebszeiten hochgerechnet. 5 Beteiligte führten auch Langzeitmessungen über 2 Monate oder – in einem Fall – auch über ein ganzes Jahr durch. Einer der Befragten gab an, dass für ihn nur Permanentmessungen wirklich Sinn ergäben.

Die Ergebnisse der Messungen wären auch für erfahrene Berater sehr aufschlussreich, so der einhellige Grundtenor aller, die mit Monitoringsystemen arbeiten: „Bei fast jeder Messung können Daten erhoben werden, welche ohne Energiemonitor nie erkannt worden wären; somit hätte es keine Mängelbehebung gegeben“, so einer der Befragten. Mehrmals wird an-

²⁵ Sonnenplatz Großschönau GmbH: Automatic intelligent metering for small/medium businesses: aIM 4 SMEs: Monitoring Arrangements Report, S. 9

geführt, dass gerade die hohe Grundlast außerhalb von Betriebszeiten immer wieder Hinweise auf Verbraucher gibt, die ohne Bedarf in Betrieb sind. Auch zeigt sich häufig, dass etwa ältere Kühl- oder Heizgeräte mehr verbrauchen als am Typenschild angegeben. Aufgrund der Messungen können Maßnahmen auch genauer auf ihre Amortisationszeit hin abgeschätzt werden.

Die Befragten zeigten sich durchgehend überzeugt, dass die Resultate der Messungen hilfreich sind, Unternehmen zu Energieeffizienzmaßnahmen zu motivieren. Die Visualisierung der Ergebnisse sei dabei wichtig, denn die Resultate müssen auch für Laien gut „lesbar“ sein. Gut die Hälfte der befragten Nutzer von Energieverbrauchsmonitoringsystemen betont dabei, dass die Erläuterung der Ergebnisse und Grafiken in einem persönlichen Gespräch ganz wesentlich sei, um diese verständlich zu machen. Einer der Befragten operiert dabei gerne mit der Einleitungsfrage: *„Es war niemand im Betrieb, und trotzdem verbrauchen Sie so viel Strom?“*

Nur einer der Befragten meinte, dass Unternehmen keine Widerstände gegen Energieverbrauchsmessungen haben. Als häufigstes Hemmnis werden die Kosten angeführt, denen auf den ersten Blick auch noch kein unmittelbarer Nutzen gegenübersteht. In zwei Fällen wird auch das Argument der Unternehmer genannt, dass sie über ihren Verbrauch ohnehin Bescheid wüssten. Gerade bei älteren Anlagen mit schlechtem Nutzungsgrad, so einer der Berater, möchten Unternehmen bisweilen keinen nachdrücklichen Nachweis der Ineffizienz erhalten.

Zusätzliche Wünsche ihrer Kunden sehen die Berater en gros keine, viel eher müsse man aufpassen, sie nicht mit einem Überangebot an Möglichkeiten zu überfordern. Einer der Berater meint, mit tagesaktuellen Daten könne sich der Kunde am besten identifizieren.

Für die Berater steht zuoberst auf der Wunschliste die Verfügbarkeit möglichst aussagekräftiger Daten – sowohl von Lastgängen des Gesamtverbrauchs als auch von Ergebnissen aus Detailmessungen. Und es brauche eine leistbare technische Ausstattung, um an diese Daten zu kommen.

8. Anbieterverzeichnis

Aartesy AG • www.aartesy.ch

ABB Stotz-Kontakt GmbH • www.abb.com/knx

AE-Systeme • www.terminal-systems.de

deZem GmbH • www.dezem.de

Easy Monitoring • www.easy-monitoring.at • www.derfreisinger.at

EMC online • Lokale Energie Agentur Oststeiermark • <https://energiemonitoring.lea.at/>

Energie Control Austria • www.e-control.at

Endress+Hauser GmbH • www.at.endress.com

ennovatis GmbH • www.ennovatis.de

Vertrieb Österreich: BuildDesk Österreich GmbH • www.builddesk.at

GOdata GmbH • www.godata.at

Ing. Siegfried Manschein GesmbH • www.manschein.at

MyDatenet • Microtronics Engineering GmbH • www.mydatanet.at • www.microtronics.at

netconnect • www.netconnect.at

Omtec Energiemanagement GmbH • www.omtec.at

PLVario • Jean Müller GmbH • www.jeanmueller.de

Saia-Burgess Controls AG • www.saia-pcd.com

Siemens EMC • www.siemens.com

Techem Energy Services GmbH • www.techem.de/energiemonitoring

Testo Ges.m.b.H. • www.testo.at

ubitronix system solutions GmbH • www.ubitronix.com

ViCo Web • HTC Kral e.U. • www.htc-kral.at

Web-Count • Wiesemann & Theis • www.wut.de

Wien Energie Gasnetz GmbH • www.wienenergie.at

Kleinlösungen

better networks • www.messpc.de

ELV-Energiemonitor • ELV Elektronik AG • www.elv.de

Voltcraft • Conrad Electronic SE • www.voltcraft.de • www.conrad.at

Kleinlösungen für Selbstbauer

Flukso Community Metering • www.flukso.net

Pollin Electronic GmbH • www.pollin.de

Volkszaehler • www.volkszaehler.org

Xemtec • www.xemtec.com

Zähler

Aquametro Messtechnik GmbH • www.aquametro.com

better networks • www.messpc.de

EMU Elektronik AG • www.emuag.ch

Hydrometer GmbH • www.hydrometer.de

Landis+Gyr GmbH • www.landisgyr.com

Dr. Neuhaus Telekommunikation GmbH • www.neuhaus.de

RELAY GmbH M-Bus Solutions • www.relay.de

Swiss Gas Metering AG • www.swiss-gas-metering.com

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Solarer Deckungsgrad durch Vergleich der Einstrahlung mit der Heizlast	10
Abbildung 2: Datenbankstruktur für die Speicherung von Messdaten	19
Abbildung 3: Aufbau eines Energieverbrauchmonitoring-Systems (Muster)	20
Abbildung 4: Auswertung über das Webinterface des busware Datenloggers	23
Abbildung 5: Webcount Energy Datenlogger	24
Abbildung 6: Architektur der Ennovatis Smartbox	27
Abbildung 7: Stammdatenverwaltung bei EMC	28
Abbildung 8: Aufbau des Siemens Energy Monitoring und Controlling	29
Abbildung 9: Visualisierung von Verbrauchs- und Temperaturwerten bei volkszaehler.org	30
Abbildung 10: Nicht mehr heutigen Standards entsprechende Elektroinstallation	33
Abbildung 11: Allgemeines Leitungsschema als Basis für Netzkonzepterstellung. • Grün: Stromleitungen • Rot: Gas/Fernwärme • Blau strichliert: Wasser	38
Abbildung 12: Datenkonzentrator EVM-Master, Desktop-Ausführung	41
Abbildung 13: Datenkonzentrator EVM-Master, Hutschienen-Ausführung	41
Abbildung 14 (oben): Links zwei 1-Phasen-Wechselstromzähler, rechts ein 3-Phasen-Drehstromzähler	42
Abbildung 15 (rechts): Temperatursensor	42
Abbildung 16: Auswertportal der E-Control. Eingabe der Darstellungsweise, der Messregister und des (Vergleichs-)Zeitraums	42
Abbildung 17: Auswahl der Zählpunkte im Detail. Beispiel aus einem Bürobetrieb	43
Abbildung 18: Lastgangkurve für einen Monat – grafische Auswertung und Tabelle	44
Abbildung 19: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Fitnessstudios	45
Abbildung 20: Steuerungstechnik für den Swimmingpool	47
Abbildung 21: Fitnesscenter. Zur Erstellung des Messkonzepts war es notwendig zu eruieren, an welchem Stromkreis die gewählte Beleuchtung hängt. Da es keine Aufzeichnungen gab, musste auch die Anzahl und Bauart der indirekten Beleuchtung („Lichtschlitz unten“) erst durch die Energieexperten ermittelt werden (siehe Bildhintergrund).	48
Abbildung 22: Lichtband (Himmel). Das Licht in diesem Durchgang wird per Bewegungssensor gesteuert	50
Abbildung 23: Vergleich Leistung (W) an zwei unterschiedlichen Tagen. Eine besonders frequentierte Zeit (ab Minute 161), in der keine Abschaltung erfolgt, ist beispielsweise ab 11.20 am Vormittag. Bei detaillierter Darstellung (wie hier im Drei-Minuten-Takt) fehlen die Uhrzeitangaben	50
Abbildung 24: Lichtschlitz unten	51
Abbildung 25: GSM-Verbindung zur Übertragung der Daten aus dem Datenkonzentrator	51
Abbildung 26: Leistung (W) im Zeitraum von 27.7. bis 13.8., in der es zu einem Ausfall der GSM-Verbindung kam. Ein Auswertzeitraum von zwei Wochen wird in Tagesintervalle	

aufgeteilt. Maßgebliche Abweichungen des Tagesverbrauchs können in individuell wählbaren, kürzeren Auswerteziträumen näher untersucht werden.	52
Abbildung 27: Die große Bildwand braucht das Doppelte an Strom der Beleuchtung im anderen Cardio-Raum mit indirekter Beleuchtung via Lichtleiste (Abbildung 28) und kleinerer Bildwand.....	52
Abbildung 29: Die Gang-Lichtleiste (Himmel) wurde von 26. auf 27 8 sowie von 25. auf 26. 10. nicht abgeschaltet.	53
Abbildung 30: Vergleich der Leistung (W) aller vier Messpunkte im Zeitraum von drei Tagen. Im Bereich zwischen den beiden violetten Linien (Nacht von 21. auf 22.9.) erfolgt nicht die übliche Abschaltung zwischen ca. 23.00 und 5.00 Uhr. Auffällig ist, dass in dieser Periode der Verbrauch sogar leicht erhöht ist.....	53
Abbildung 31: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Bürobetrieben.....	56
Abbildung 32: Messkonzept für Bürobetrieb mit Strom- und Temperaturmessung	57
Abbildung 75: Lastgangkurve in Bürobetrieb an einem Samstag	58
Abbildung 76: Vergleich der Lastgangkurven eines Dienstleistungsbetriebs an zwei aufeinanderfolgenden Samstagen: Deutlich ablesbar ist die Auswirkung einer einfachen Maßnahme auf den Stromverbrauch.....	58
Abbildung 69: Dienstleistungsbetriebe – Büros (n = 30)	58
Abbildung 36: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher im Einzelhandel (Non-Food) 61	
Abbildung 33: Datenkonzentrator EEMS-Konz von netconnect.....	63
Abbildung 38: Monitorempfangseinheit des Mini Scout von Efergy	63
Abbildung 39: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in KFZ-Werkstätten	64
Abbildung 36: Übertragung der Messdaten an Funkkonzentratoren.....	66
Abbildung 37: Einbau des Messsystems: Überprüfung der Funkkonzentratoren.....	67
Abbildung 38: Drehstromzähler und Funkkonzentrator.....	67
Abbildung 39: Hier ist die hohe Grundlast des Serverraums von 4,5 bis 5,5 kW deutlich ablesbar.....	68
Abbildung 40: Die größte Lastspitze des Druckluftkompressors fällt in die Zeit zwischen 6.00 und 7.00 Uhr morgens, obwohl mit der Arbeit erst um 7.00 Uhr begonnen wird. Das Energieverbrauchsmonitoring ergab weiters, dass die Druckluft einen Verbrauch von etwa 32 kWh täglich ergibt. Leckagen haben hier einen Anteil von ungefähr 12 kWh, das sind etwa 37 % des Gesamtverbrauchs des Kompressors.	69
Abbildung 41: Links der GO Meter, das eine günstige Möglichkeit bietet, die Haustechnik zu automatisieren. Rechts das Go Power Modul für analoge Wasserzähler.	70
Abbildung 42: Das auf der Grafik grün definierte „GO Eco Band“ gibt eine Benchmark für Verbrauchswerte der Heizung vor.	71
Abbildung 43: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in metallverarbeitenden Betrieben.	72
Abbildung 44: Branchen-relevante Energie-effizienzmaßnahmen in metallverarbeitenden Betrieben.....	73
Abbildung 49: Messkonzept samt mobiler Messeinheit in metallverarbeitendem Betrieb.....	74

Abbildung 46: G0data Ablesegerät an Gaszähler	76
Abbildung 47: Vergleich des Nachtstroms an zwei Tagen. Rechts die Lastspitze von 15 kWh um 23 Uhr 10. Es gibt die Wahl zwischen Balken- und Kurvendiagramm, zwischen kW und kWh. Im mittleren oberen Feld sind entweder mehrere Zähler desselben Energieträgers anwählbar oder die beiden zu vergleichenden Zeitabschnitte. Die Tortengrafik (rechts oben) erlaubt es auf einen Blick, die Verbräuche zu vergleichen.....	77
Abbildung 48: Vergleich der beiden Gaszähler. Die vertikale Skala richtet sich nach der Lastspitze von 50 kWh. Die Spritzkabine ist zwischen 7.00 und 10.00 Uhr sowie zwischen 10.00 und 14.00 Uhr in Betrieb. Der Lastverlauf der Heizung zeigt deutlich, dass noch keine Nachtabsenkung erfolgt ist. Auffällig die Lastspitze durch den Warmwasserbedarf zu Betriebschluss (17.00 Uhr)	78
Abbildung 49: Vergleich des Verbrauchs für Heizung und Warmwasser via Balkendiagramm. Am gewählten Stichtag im April (das hellere Blau) kam es zu Lastspitzen von 75 kWh, wodurch der Verbrauch höher lag als im Monat zuvor.	79
Abbildung 50: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in 3- und 4-Sterne-Hotels.	80
Abbildung 51: Branchenrelevante Energieeffizienzmaßnahmen in der 3- und 4-Stern-Hotellerie	81
Abbildung 52 (oben): Innenstadthotel, Wien. Subzähler für die Klimaanlage	83
Abbildung 53 (rechts): Innenstadthotel, Wien. Fernwärmezähler	83
Abbildung 54: Gas-Gesamtverbrauch im Zeitraum März bis Oktober. Anfang Juli war der Signalempfang unterbrochen, für diese Periode errechnete das System in Folge einen Verbrauchs-Mittelwert.....	85
Abbildung 55: Ableseeinheit für den Wasserverbrauch.....	85
Abbildung 56: Detailansicht des Tages mit dem Spitzenwert beim Gasverbrauch während der Energieverbrauchsmessung.....	86
Abbildung 57: Zahl der Unternehmen mit einem Jahresenergieverbrauch von über 2 GWh, die über ein Energieverwaltungssystem verfügen.	89
Abbildung 58: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher im Lebensmittel-Einzelhandel.	90
Abbildung 59: Anteil der Energiekosten am Gesamtumsatz, bezogen auf die zur Verfügung stehende Verkaufsfläche	91
Abbildung 60: Gesamtstromverbrauch eines Tages. Der blaue Balken kennzeichnet die Öffnungszeiten.	94
Abbildung 61: Die Lastgangkurve der Innenraumbeleuchtung macht transparent, dass die automatische Regeltechnik in der Zeit vor und nach Ladenschluss die Beleuchtung auf das Notwendige reduziert.	96
Abbildung 62: Die unterschiedlichen Laufzeiten der Lüftung in den einzelnen Filialen können umgehend verglichen und in weiterer Folge optimiert werden.....	97
Abbildung 58: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in der Gastronomie.	98
Abbildung 58: Einsatz von Energieträgern in der Gastronomie.	99
Abbildung 69: Messkonzept für Gastronomiebetrieb; Platzierung der Funkmessgeräte für Strom und für Gas. Violett: Kälte.....	101

Abbildung 58: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Bäckereien.	102
Abbildung 71: Steuerung der Kälteanlage.....	103
Abbildung 72: Einsatz von Energieträgern in Druckereien.....	104
Abbildung 73: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Druckereien.....	105
Abbildung 73: Submessungen an den Druckmaschinen erfordern den Einsatz von Wandlermessgeräten	105
Abbildung 78: Messungen an Anschlusszählern in Produktionsbetrieb von Spezialkomponenten.....	107
Abbildung 72: Fernwärmezähler	108
Abbildung 76: Aquarienbecken im Zucht- und Forschungsbereich	109
Abbildung 75: Durchschnittlicher Anteil der Hauptverbraucher in Fleischereien.....	110