



PROJEKT REKUK

Berufsbegleitende Weiterbildung in nachhaltiger
Verpflegung und Küchenmanagement für
Köche und Küchenchefs von Großküchen

Modul Energie Skript



Haftungsausschuss:

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Befürwortung der Inhalte dar, die nur die Ansichten der Autoren widerspiegeln. Die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Rekuk
Ressourcen Management Agentur



Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



Urheberschaft und geistiges Eigentum von:

Projektleitung:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Argentinierstr. 48 / 2. OG, 1040 Wien, Österreich, www.rma.at

Hans Daxbeck, Nathalia Kisliakova, Alexandra Weintraud, Irene Popp, Nadine Müller, Stefan Neumayer, Mara Gotschim

Projektpartner (in alphabetischer Reihenfolge):

Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica (AIAB Liguria)

Via Caffaro1/16 - 16124 Genua, Italien, www.aiabliguria.it/

Alessandro Triantafyllidis, Giorgio Scavino, Francesca Coppola

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Branišovská 1645/31A, České Budějovice 2, 370 05 Budweis, Tschechische Republik, www.jcu.cz/?set_language=cs

Prof. Jan Moudry, Dr. Jan Moudry

Thüringer Ökoherz (TÖH)

Schlachthofstraße 8-10, 99423 Weimar, Deutschland, www.oekoherz.de

Sara Flügel, Franziska Galander



FOLIE 5, 6, 46, 57

Inhaltsverzeichnis

1	Gebäudeausstattung und Geräte.....	4
1.1	Glossar und Abgrenzung des Moduls	4
1.2	Wieso wird der Energieverbrauch der Großküche in Kategorien geteilt und Beschreibung der Kategorien	5
1.3	Energieträger plus Definitionen	7
1.4	Mögliche Methoden zur Erhebung der Energiedaten	8
1.4.1	Fragebogen und Dateninventur.....	8
1.4.2	Stromverbrauchsmessungen	9
1.4.3	Datenverarbeitung.....	10
1.5	Methoden zur Berechnung der Energieverbräuche von Großküchen	11
1.6	Berechnung des Stromverbrauchs	11
1.7	Berechnung des Fernwärmeverbrauchs	11
1.8	Berechnung des Erdgasverbrauchs	12
1.9	Berechnung des gesamten Energieverbrauchs.....	12
1.10	Methode zur Identifikation von Einsparungspotentialen.....	15
1.11	Energieversorgung und Energieverbräuche in den Großküchen	15
2	Kochprozess.....	19
2.1	Der Energieverbrauch welcher Bereiche wird berücksichtigt?	19
2.1.1	Beispiel Kühlung	19
2.1.2	Beispiele Ausgabe	20
2.1.3	Genauigkeit der Energieverbrauchsberechnungen.....	21
2.1.4	Wieso ist eine Optimierung sinnvoll und notwendig – plus Beispiel	22
2.1.5	Best Practice Beispiele:.....	23
2.2	Mögliche Optimierungsmaßnahmen.....	24
3	Beispiele	26
3.1	Beispiel Krankenhausküche:	26
3.2	Beispiel Schülerwohnheim	28
3.3	Beispiel Büroküche	31
3.4	Vergleich der Großküchen im Bezug auf ihre Energieeffizienz.....	34
3.5	Energieverbrauch pro Mahlzeit	35



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



R R R R R M M M M M A A A A A
Ressourcen Management Agentur



Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



AIAB LIGURIA
ASSOCIAZIONE ITALIANA
PER L'AGRICOLTURA BIOLOGICA

1 Gebäudeausstattung und Geräte

FOLIE 8, 17 – 20

FOLIE 3, 4

1.1 Glossar und Abgrenzung des Moduls

Großküche: Als **Großküche** wird eine größere Küche für den gewerblichen Einsatz bezeichnet, vornehmlich in der Gastronomie und der Gemeinschaftsverpflegung (Krankenhaus-, Werksküche, Wohnheim, Studentenheim, Pflegeheim etc.) Dieses Modul fokussiert sich auf Großküchen die für die Gemeinschaftsverpflegung zuständig sind.

Energieverbrauch: wird unterteilt in direkten und indirekten Energieverbrauch.

Indirekter Energieverbrauch: ist der Teil des Energieverbrauchs, der für die Produktion von den verarbeiteten Lebensmitteln anfällt.

Direkte Energie: ist jene Energie, die für die Zubereitung der Speisen in den Großküchen eingesetzt wird.

Grundlast: bezeichnet die Belastung des Stromnetzes oder anderen Versorgungsnetzen die während des Tages nicht unterschritten wird.

Spitzenlast: bezeichnet kurzzeitig hohe Leistungsnachfrage im Stromnetz oder anderen Versorgungsnetzen (auch Bedarfsspitze).

Kilowattstunde (kWh): In dieser Einheit werden vor allem Strom-, aber auch Heizwärmekosten abgerechnet und mit Messeinrichtungen erfasst.

Das 1000 – fache einer Wattstunde.

In diesem Modul wird die direkte Energie behandelt. Indirekte Energie wird im Modul 1 Food Use und im Modul 2 Menu Design behandelt.

FOLIE 2

1.2 Lernziele

Nach dem Abschluss des Moduls Energie soll der Teilnehmer:

- Über einer breiten Fach- Theorie und praktisches Wissen verfügen das alle Koch- und Zubereitungsprozesse in einer Großküche die den Energie Verbrauch beeinflussen einschließt.
- Er/Sie ist in der Lage Selbst- und Teammanagement auszuführen um eine nachhaltige Speiseplan Optimierung in der eigenen Großküche durchzuführen
- Er/Sie hat die folgenden kognitiven und an die Praxis angelehnten Fertigkeiten zur Lösung von alltäglichen Problemen die im Bezug auf Energie Effizienz und deren Umsetzung auftreten können.

FOLIE 10

1.3 Wieso wird der Energieverbrauch der Großküche in Kategorien geteilt und Beschreibung der Kategorien

Es macht Sinn den Energieverbrauch der Großküchen anhand der wichtigsten Küchenaktivitäten in acht Kategorien einzuteilen: Kühlung, Lüftung, Spülung, Kochen, Ausgabe, Beleuchtung, Raumheizung, und Warmwasseraufbereitung. Durch die Kategorisierung der wichtigsten Aktivitäten der Küche kann die Energieverbrauchsstruktur der Großküchen effektiv dargestellt werden. Dadurch können die energieintensiven Bereiche bzw. Großküchengeräte identifizieren werden. Für diesen Zweck sollten die in die Großküchen verwendete Geräte den Kategorien zugeordnet und die entsprechenden Daten erfasst werden. Pro Küchengerät macht es Sinn den eingesetzten Energieträger, die Nennleistung, den Wirkungsgrad, die Betriebsdauer, und Anzahl der eingesetzten Geräte zu erfassen, um die Energieverbräuche der einzelnen Geräte zu ermitteln. Zusätzlich sollten Hersteller, Typ, und jene Geräte mit einem zu erwartenden hohen Energieverbrauch erfasst werden.

Kühlung

Der Bereich Kühlung umfasst alle in der Großküche verwendeten Kühlgeräte wie zum Beispiel Kühlschränke oder Schockfroster, Kühl- und Tiefkühlräume, jedoch auch die Raumkühlung, da diese möglicherweise mit dem gleichen Kühlaggregat betrieben wird. Die energiemäßig wichtigsten Kühlgeräte werden anhand ihrer Nennleistung und Betriebsdauer ermittelt. Kompressionskälteanlagen, welche in Großküchenanlagen oft zum Einsatz kommen, bestehen aus einem Kompressor, einem Verflüssiger, einer Drosseleinrichtung, und einem Verdampfer; wobei der Kompressor energiemäßig das wichtigste Element ist. Der Energieverbrauch wird über das gesamte Kühlaggregat erfasst damit der Verbrauch der Kompressoren, Ventilatoren des Verflüssigers, und möglicherweise installierte Pumpen erfasst werden.



Lüftung

Der Bereich Lüftung umfasst die allgemeine Raumlüftung sowie die in den Großküchen verwendeten Lüftungshauben. Die energiemäßig wichtigsten Elemente der Lüftungsanlagen sind die Ventilatoren. Steuerungsanlagen verbrauchen im Vergleich verschwindend wenig Energie und müssen nicht in die Berechnungen einbezogen werden. Die Lüftung wird häufig mit Raumheizung bzw. Raumkühlung kombiniert. Es macht jedoch Sinn eine eigene Kategorie für Heizung zu definieren.

Spülung

Der Kategorie Spülung umfasst alle Geräte welche verwendet werden, um das in den Großküchen verwendete Kochgeschirr, Geschirr, Essbesteck, und Ausgabewagen zu reinigen. Dafür werden in der Regel Spülgeräte wie Band-, Topf-, und Geschirrspülmaschinen, sowie Wagenwaschanlagen - um die Ausgabewagen zu spülen, eingesetzt. Das energiemäßig wichtigste dieser Spülgeräte ist die Bandspülmaschine. Die Relevanz eines Spülgerätes wird anhand der Nennleistung und Betriebsdauer ermittelt. Der Energieverbrauch der in dieser Kategorie dargestellt wird, besteht aus die Summe der wichtigsten Spülgeräte der jeweiligen Großküche.

Kochen

Der Kategorie Kochen umfasst jedes einzelne Küchengerät, das für die Zubereitung der Speisen verwendet wird. Dieser Bereich umfasst Küchengeräte wie zum Beispiel Rührwerke, Abschnittmaschinen und Kochgeräte wie zum Beispiel: Kochkessel, Bratpfanne, Heißluftdämpfer, Herd, und Ofen. Im Vergleich zu Küchengeräten sind thermische Geräte die zur Zubereitung der Speisen verwendet werden energiemäßig wichtiger, da sie eine höhere Nennleistung besitzen und durchschnittlich länger eingesetzt werden.

Ausgabe

Die Kategorie Ausgabe umfasst den Energieverbrauch der Geräte welche für die Ausgabe der Speisen eingesetzt werden. Für die Ausgabe der Speisen werden thermische Geräte wie Heißwasserbäder, Tellerspender, und Speisetransportwagen verwendet. Die Nennleistung dieser Geräte ist zwar relativ niedrig im Vergleich zu den Spül- oder Kochgeräten aber der Einsatz von mehreren Geräten des gleiche Typs kann zu hohen Energieverbräuchen führen.

Der eventuelle Transport der zubereiteten Speisen wird ebenfalls zu der Kategorie Ausgabe gerechnet. Dabei wird der primäre Energieträger welcher für den Transport eingesetzt wird, berücksichtigt. Die Aufbereitung des betreffenden Energieträgers sowie mögliche Verluste werden dabei nicht berücksichtigt.

Kühlgeräte werden häufig auch in den Ausgabebereichen der Großküchen eingesetzt, sie werden jedoch in der Kategorie Ausgabe nicht berücksichtigt. Die für die Ausgabe der Speisen eingesetzten Kühlgeräte werden der Kategorie Kühlung zugerechnet.

Beleuchtung

Die Kategorie Beleuchtung umfasst alle Leuchtkörper, die in den Großküchen und Speisesälen eingesetzt werden. Unterschiede zwischen Tag- und Nachtverbrauch, sowie zwischen der Arbeitswoche und den Wochenenden, werden berücksichtigt.

Raumheizung

Der Kategorie Raumheizung umfasst den Energieverbrauch, der für die Heizung der Räumlichkeiten der Großküche und Speisesäle eingesetzt wird. Die eingesetzten Energieträger (z.B. Fernwärme) für die Wärmezufuhr werden erfasst. Energieverbrauch der Ventilatoren oder Pumpen welche für die Verteilung der Wärme eingesetzt werden muss nicht berücksichtigt werden.

Warmwasseraufbereitung

Die Energie welche für die Aufheizung des Wassers eingesetzt wird ist in der Kategorie Warmwasseraufbereitung erfasst. Energie die notwendig ist, um den Leitungsdruck zu erzeugen, sowie die Gewinnung von Wasser, muss nicht berücksichtigt werden.

FOLIE 7

1.4 Energieträger plus Definitionen

Als Energieträger werden Elektrizität (bzw. Strom), Fernwärme, und Erdgas definiert. Dies sind die in Großküchen eingesetzten Energieträger.

Bei dem Umwandlungsprozess und dem Transport der Energieträger innerhalb der Großküchen treten Verluste auf, wie zum Beispiel: Wärmeverluste an die Umgebung. Die Energieverluste (bzw. Exergie Verluste) werden berücksichtigt, da der gesamte Input der primären Energieträger erfasst wird. Die Verluste und Energieverbräuche des Sektors Energie die außerhalb des Prozesses Großküchen anfallen, werden nicht berücksichtigt.

Erdgas ist ein primärer Energieträger der aus fossilen Quellen stammt. Elektrizität und Fernwärme sind sekundäre Energieträger. Sekundäre Energieträger werden aus primären Energieträgern erzeugt und in den Großküchen eingesetzt bzw. in Nutzenergie wie Wärme oder Bewegung umgewandelt. Bei der Umwandlung von sekundären Energieträgern entstehen Umwandlungs- und Transportverluste, welche nicht berücksichtigt werden da sie außerhalb des Systems Großküche stattfinden und sich bei Energieanbietern in den Preisen niederschlagen.

ÜBUNG 1: (wenn zutreffend) Schreiben Sie Maßnahmen die in Ihrer Küche schon implementiert werden um Energie zu sparen auf.

1.5 Mögliche Methoden zur Erhebung der Energiedaten

FOLIE 9, 21, 22

1.5.1 Fragebogen und Dateninventur

Eine Möglichkeit zur Erhebung der Energieverbrauchsanalyse und der energieträgerspezifischen Daten besteht mit Fragebögen.

Mittels der Energieverbrauchsanalyse wird einerseits der gesamte Energieverbrauch der Großküchen bestimmt und andererseits die Energieverbrauchsstruktur und Energieeffizienz untersucht. Dafür sind Fragebögen sinnvoll. Sie sollten:

Energieverbrauchsdaten (für die Küche gesamt und pro Kategorie) sowie Energielieferantendaten, Kosten pro eingesetztem Energieträger und allgemeine Daten bezüglich der Küche erfassen, wie beispielsweise: Betriebsart, Anzahl Produktionstage pro Jahr, Durchschnitt der produzierten Mahlzeiten pro Woche und Informationen über den Transport der Speisen. Anhand allgemeine Küchendaten kann man einerseits die Energiekennzahl ‚Energieverbrauch pro Mahlzeit‘ ermitteln und andererseits ein Überblick über den Betrieb der Großküche gewinnen. Auch werden die Unterschiede zwischen den Großküchen ersichtlich gemacht.

Weiters ist es wichtig die Energieverbrauchs- und Gerätedaten der Großküchengeräte welche in den verschiedenen Küchenaktivitäten eingesetzt werden zu erfassen.

Dazu werden von jedem Großküchengerät die Gerätebezeichnung, Hersteller, Typ, Anzahl, Nennleistung, Betriebszeit, der verwendeten Energieträger, und der Wirkungsgrad erfasst.

Anschließend wird eine Auswertung vorgenommen, um jene Geräte mit einem potentiell hohen Energieverbrauch zu identifizieren. Die Bewertung basiert auf die Nennleistung und Betriebsdauer des jeweiligen Küchengeräts. Aus diesen Daten kann man die tatsächlichen Energieverbräuche der einzelnen Geräte schätzen.

Können bestimmte Daten nicht vollständig erhoben werden, sind Messungen eine gute Möglichkeit um fehlende Daten zu ergänzen.

FOLIEN 11 - 14

1.5.2 Stromverbrauchsmessungen

Großküchen haben in den meisten Fällen keine detaillierten Energieverbrauchsdaten in der Form, wie sie für eine detaillierte Verbrauchsbestimmung notwendig sind. Um den Stromverbrauch mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen, sind daher teilweise Stromverbrauchsmessung erforderlich.

Durch die ausgefüllten Fragebögen wird ersichtlich, welche Energieverbrauchsdaten in den Großküchen vorhanden sind. Daraus ergibt sich der weitere Handlungsbedarf, um relevante Datenlücken schließen zu können. Das Schließen der Datenlücken erfolgt mittels Begehungen der Großküchen, wobei eine Inventur der wichtigsten Großküchengeräte vorgenommen und Stromverbrauchsmessungen durchgeführt werden.

Eine Stromverbrauchsmessung für einzelne Großküchengeräte ist allerdings nur dann möglich, wenn diese elektrisch betrieben werden und wenn sie über eine eigene Sicherung bzw. über einen eigenen Anschluss im Stromverteilerkasten bzw. -sicherungskasten verfügen. Die Stromverbrauchsmessungen dienen zum Schließen der bei der Datenerhebung identifizierten Datenlücken. Anhand der Nennleistung und der Betriebsdauer werden jene Geräte mit einem potenziell hohen Energieverbrauch identifiziert. Dabei wird auch die Anzahl der eingesetzten Geräte in einer Kategorie berücksichtigt.

Die Großverbraucher unter den Küchengeräten werden ausgewählt, um ca. 70 - 80 % des theoretisch maximalen Stromverbrauchs mit einer möglichst kleinen Anzahl Küchengeräten abdecken zu können, da es nicht praktikabel ist alle Geräte zu messen.

Es soll ein möglichst großer Anteil des Energieverbrauchs mit einer kleinstmöglichen Anzahl an Messungen erfasst werden.

Für die Stromverbrauchsmessungen ist es ratsam für jede Großküche individuelle Messungsprogramme zu erstellen. Neben der Messung einzelner Geräte wird zusätzlich die Gesamteinspeisung der Großküche gemessen. Damit soll der Anteil des nicht zuordenbaren Stromverbrauchs ersichtlich gemacht werden. Bei der Aufzeichnung der Messung werden die jeweilige Anfangs- und Endzeiten der Messungen aufgezeichnet, sowie das Datum an dem die Messung erfolgte.



Abbildung 1-1 Drei-Phasen-Leistungsmessgerät

Die Energieversorgung der Großküchengeräte sowie die Gesamteinspeisung der Großküchenerfolgen über Dreiphasenwechselstrom. Daher müssen auch die Stromverbrauchsmessungen mittels eines drei Phasen Leistungsmessgerätes durchgeführt werden, z.B. mit dem Leistungsmessgerät TES 3600 (Abbildung 1-1).

Das Messgerät verfügt über 4 Stromzangen und vier Spannungsmessungsleitungen, jeweils für eine Phase und dem Nullleiter. Das Gerät erfasst Spannung, Strom, und Leistung in Minutentakt automatisch.

Die im Gerät gespeicherten Daten können in der Folge ausgelesen und mittels einer speziellen EDV-Software ausgewertet werden.

FOLIE 15, 23

1.5.3 Datenverarbeitung

Die Ergebnisse der Stromverbrauchsmessungen werden je Messung ausgewertet. Anschließend werden die Ergebnisse in einer Lastkurve dargestellt, um den Leistungsverlauf des Küchengeräts bzw. der Gesamteinspeisung ersichtlich zu machen. In der Folge werden die Lastkurve der Großküchengeräte zusammengeführt und der Lastkurve der Gesamteinspeisung der jeweiligen Großküche gegenübergestellt. Dies erlaubt eine Evaluierung der Stromverbrauchsmessungen und es kann gezeigt werden, welcher Anteil des Stromverbrauchs mittels der Messungen erfasst wurde.

Die Stromverbräuche der Großküchengeräte können bei den meisten Geräten für einen Tag erfasst und dann hochgerechnet werden. Anhand der Gesamtanzahl der Küchengeräte und der Betriebstage der Großküche wird der jährliche Stromverbräuche ermittelt. Die errechneten Stromverbräuche werden den erhobenen jährlichen Stromverbräuchen, falls diese vorhanden sind, gegenübergestellt.

Schließlich werden alle Verbräuche von Strom, Fernwärme und Erdgas auf die Einheit Kilowatt Stunde (kWh) umgerechnet, aufsummiert und damit der gesamte Energieverbrauch der Großküchen dargestellt. Dies wird im Kapitel 2 näher behandelt, die Schätzungen haben

sich als sehr gut mit geringer Abweichung bewährt. Sie liefern zwar keine Zeit Dimension sind aber sehr hilfreich.

1.6 Methoden zur Berechnung der Energieverbräuche von Großküchen

FOLIE 16

1.7 Berechnung des Stromverbrauchs

Im Fall von nicht vorhandenen Daten zum Stromverbrauch von einzelnen Großküchengeräten wird anhand von Herstellerdaten, Nennleistung, Betriebsstunden und Stromverbrauchsmessungen der Jahresstromverbrauch geschätzt. Bei den Stromverbrauchsmessungen wird die gesamte Tageseinspeisung der Großküche gemessen und grafisch mit der Summe der einzeln gemessenen Großküchengeräte verglichen. So kann festgestellt werden, inwiefern sich die Summe der Einzelmessungen mit den Messungen des gesamten Stromverbrauchs decken. Wenn mindestens ca. 70 % des Gesamttagestromverbrauches anhand der gemessenen Großküchengeräte erklärt werden können, kann pro Gerät bzw. Bereich der Jahresstromverbrauch abgeschätzt werden. Bei der Hochrechnung auf den Jahresverbrauch wird zudem auf weitere Einflussfaktoren, wie etwa der Stromverbrauch der Kühlungsaggregate die während der Betriebsstunden höhere Gesamtverbräuche hervorrufen als außerhalb der Betriebsstunden, Rücksicht genommen. Diese Schätzung wird für alle Großküchen durchgeführt, um die Stromverbrauchsstruktur der Küchen zu bestimmen.

Zudem bietet sie auch Einsicht in die Genauigkeit der Schätzung, da geschätzte Werte mit den erhobenen Jahresstromverbräuchen verglichen werden können.

Die zu messenden Großküchengeräte werden anhand ihres erwarteten Stromverbrauchs selektiert. Dieser ergibt sich aus dem Produkt der Nennleistung und der erwarteten Betriebsstunden. Nach dieser Vorgehensweise werden einige Bereiche, wegen der Zahl der Geräte desselben Typs die im Einsatz sind, unterbewertet. Um das zu umgehen kann man eine kleine Anzahl der typischen Ausgabegeräte z.B. Bain-Marie oder Tellerspender spezifisch messen um einen Faktor zu ermitteln der das Verhältnis zwischen dem theoretisch maximalen Stromverbrauch und den tatsächlichen Stromverbrauch darstellt. Anhand dieses Faktors (siehe auch Kapitel 2.1.3), welcher auch für die übrigen Großküchengeräte ermittelt werden soll, wird der Stromverbrauch den acht Kategorien zugeordnet.

1.8 Berechnung des Fernwärmeverbrauchs

Wird der Fernwärmeverbrauch nicht spezifisch für die Großküche erfasst, sondern liegen die Verbrauchsdaten ausschließlich des gesamten Gebäudes vor, so wird der Verbrauch nach einer einfachen Schätzung ermittelt. Die Vorgangsweise beruht auf dem Grundflächenverhältnis zwischen dem gesamten Gebäude und der Küche. Voraussetzung ist, dass der betreffende Energieträger ausschließlich für die Raumheizung eingesetzt wird.

Ist dies nicht der Fall wird eine grobe Abschätzung über dem Verhältnis zwischen dem Energiebedarf der Heizung und der Warmwasseraufbereitung vorgenommen.

1.9 Berechnung des Erdgasverbrauchs

Der Erdgasverbrauch wird ähnlich dem der Fernwärme geschätzt, sofern keine detaillierten Angaben vorhanden sind.

1.10 Berechnung des gesamten Energieverbrauchs

Die Einheit der Energieträger wird in Kilowatt Stunden (kWh) umgerechnet. Nachdem die Energieverbräuche vereinheitlicht sind, werden sie aufsummiert.

Zur Schätzung ist der Faktor Formel 1-1 eine gute Möglichkeit. Der Faktor ist von bisher durchgeführten Messungen von ähnlichen Geräten abgeleitet und stellt grob den Anteil des maximalen Stromverbrauchs dar, der tatsächlich verwendet wurde.

FOLIE 24, 25, 47

1.10.1 Faktoren und Kennzahlen

Zur Schätzung ist der Faktor Formel 1-1 eine gute Möglichkeit. Der Faktor ist von bisher durchgeführten Messungen von ähnlichen Geräten abgeleitet und stellt grob den Anteil des maximalen Stromverbrauchs dar, der tatsächlich verwendet wurde.

$$\text{Faktor} = \frac{\text{gemessener Stromverbrauch}}{\text{maximaler Stromverbrauch}}$$

Formel 1-1 Faktor für den tatsächlichen Stromverbrauch

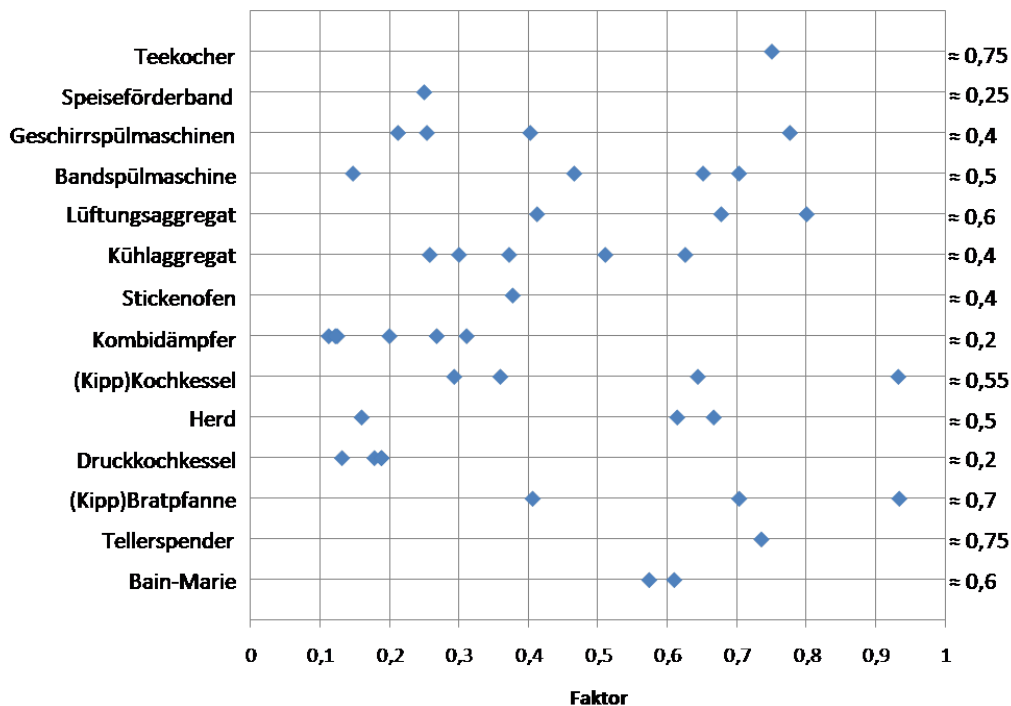


Abbildung 1-2 Faktoren der gemessenen Großküchengeräte

Aus Abbildung 1-2 ist ersichtlich, dass die Faktoren für die einzelnen Geräte nicht eindeutig gruppiert sind. Zum Beispiel ergibt sich bei den fünf gemessenen Kombidämpfern eine Streuung von Faktor 0,1 bis 0,32. Je mehr sich der Faktor 1 annähert, desto höher ist der Energieverbrauch der Geräte.

Mögliche Erklärungen der Schwankungen sind:

- Nutzungs- und Auslastungsparameter wurden nicht erfasst
- Datenerfassung von einem Betriebszyklus ist zu kurz
- Die Anzahl der gemessenen Geräte ist zu gering
- Sehr unterschiedliche Betriebszeiten

1.10.1.1 Kennzahlen

Die Kennzahl wurde über den gesamten Energieverbrauch (Strom, Gas, Fernwärme) für die österreichischen Großküchen ermittelt und beträgt durchschnittlich etwa 3,5 kWh pro Mahlzeit. Im Schnitt beträgt der Energieverbrauch pro Mahlzeit etwa 4 kWh pro Mahlzeit [Jenny, 2008].

Eine genauere Erläuterung zu der Genauigkeit der Energieverbrauchsberechnungen, den Faktoren und den Kennzahlen für den Energieeinsatz bei der Produktion von Speisen findet sich im Handbuch zum Modul.

ÜBUNG 2: Nennen Sie eine Möglichkeit den Energieverbrauch einer Großküche zu bestimmen, wenn die Daten zum Energieverbrauch für unterschiedliche Energieträger (Elektrizität, Fernwärme und Erdgas) in unterschiedlichen Einheiten vorliegen:

ÜBUNG 3: Wie kann die Fernwärme oder das Erdgasverbrauch abgeschätzt werden wenn nur der Verbrauch für das gesamte Gebäude und die Fläche der Küche (in m²) bekannt ist?

ÜBUNG 4: Welche zusätzlichen Faktoren müssen beachtet werden wenn man aus 24 Stunden Verbrauchsmessungen einiger Geräte auf den Jahresverbrauch hochrechnet? Kreuzen sie die Möglichkeiten die zutreffen an.

- Betriebstage
- Spitzenlast
- Regionalität
- Reduzierter Verbrauch wenn die Küche nicht in Betrieb ist
- Nummer von Menüs die zur Auswahl stehen
- Nennleistung
- Flächenplan des Gebäudes
- Löhne
- Betriebsstunden
- Anzahl der Arbeitnehmer
- Arbeitszeit in Stunden pro Woche
- Anzahl der Geräte desselben Typs
- Den Preis der Zutaten

1.11 Methode zur Identifikation von Einsparungspotentialen

Für die Identifikation möglicher Einsparungspotentiale des direkten Energieverbrauches der Großküchen werden die erfassten Leistungskurven der Kategorien und der Großküchengeräte verwendet.

Ausgangspunkt ist deren Anteil am Gesamtenergieverbrauch.

Dieser wird mittels Vergleich der Summe der Großküchengeräte und der Gesamteinspeisung ermittelt. Wenn die Summe der Großküchengeräte grob mit der Leistungskurve der Gesamteinspeisung übereinstimmt, werden die einzelnen Leistungskurven analysiert und mit der Küchenleitung besprochen. Gemeinsam mit der Küchenleitung werden in der Folge Einsparungspotenziale identifiziert. Der Vorteil ist, dass die Küche gleichzeitig einen Überblick über den Energieverbrauch ihrer Küche und über die relevantesten Großküchengeräte bekommt.

Nach Identifikation der energiemäßig wichtigsten Kategorien, wird durch Vergleich mit dem Stand der Technik abgeschätzt, ob gegebenenfalls durch Anschaffung neuer Geräte Einsparungen vorgenommen werden können.

Mehr Informationen zu dem Energieverbrauch einzelner Geräte und Energiesparender Zubereitungsmethoden findet sich im Handbuch diesen Moduls.

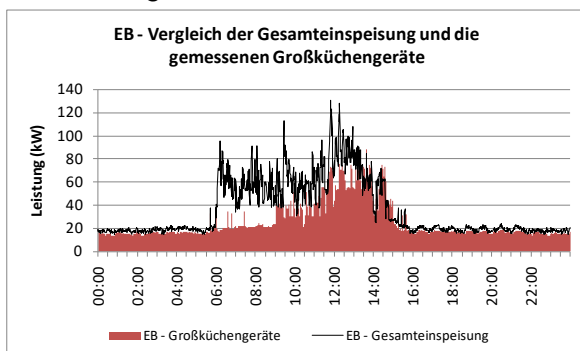


Abbildung 1-3 Beispiele eines Vergleichs der Gesamteinspeisung einer Küche mit der Schätzung anhand von Messung der energieintensivsten Geräte

FOLIE 36

1.12 Energieversorgung und Energieverbräuche in den Großküchen

Für Heizung und z.T. auch für die Dampfversorgung der Großküchengeräte, kann in Großküchen Fernwärme oder Erdgas eingesetzt werden.

Die aussagekräftigsten Parameter der Großküchengeräte sind die Nennleistung und Betriebsdauer; anhand diesen Informationen kann eine grobe Übersicht über die Energieverbrauchsstruktur der Großküchengeräte geschaffen werden.

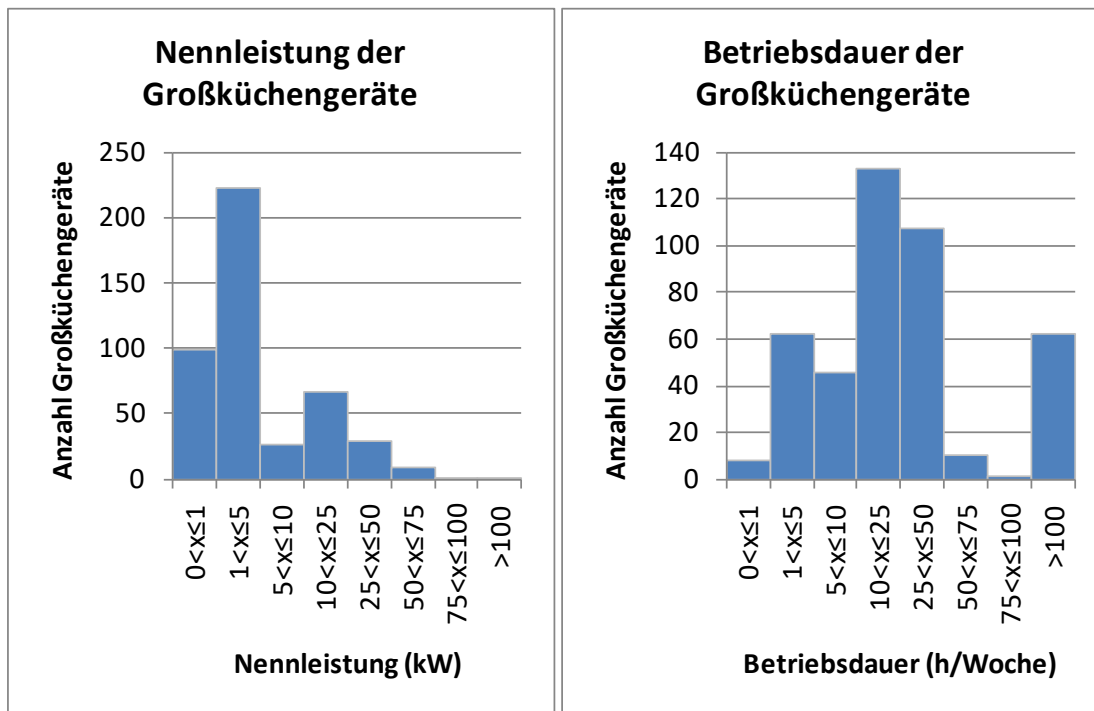


Abbildung 1-4 Großküchengeräte nach Nennleistung (links)

Abbildung 1-5 Großküchengeräte nach Betriebsdauer (rechts)

Die in dieser Unterlage verwendeten Daten stammen aus einem Projekt von 2011 zu dem Daten von sechs Großküchen erhoben wurden. Um die Anonymität der Großküchen zu wahren wurden sie mit einem 2 Buchstaben langem Kürzel versehen.

In Abbildung 1-4 sind die Großküchengeräte aller teilnehmenden Großküchen nach Nennleistung dargestellt, die Nennleistung ist die Leistung die das Geräte aufnehmen kann. Ungefähr 70 % der Großküchengeräte haben eine Nennleistung zwischen 0 und 5 kW. Dies sind meistens Geräte aus den Kategorien Ausgabe (z.B. Speisewagen, Bain-Marie, Tellerspender) und Kühlung (z.B. Kühl- und Tiefkühlschränke). Die Kochgeräte verfügen generell zwischen 10 und 50 kW Nennleistung. Spülgeräte (z.B. Bandspülmaschinen) befinden sich am oberen Ende der Einteilung, sind aber nur in kleiner Anzahl vorhanden.

Abbildung 1-5 zeigt die Betriebsdauer in „Stunden pro Woche“ (h/w), um einen repräsentativen Wert darstellen zu können. Ungefähr 55 % der Großküchengeräte werden zwischen 10 und 50 Stunden pro Woche eingesetzt. Jene Großküchengeräte, welche über 100 Stunden pro Woche eingesetzt werden, umfassen meist hauptsächlich die Kühl- und Lüftungsgeräte. Dabei wird angenommen, dass die Kühlgeräte 24 Stunden pro Tag in Betrieb sind. Dies ist aber nicht immer der Fall, manche Großküchen sind über längere Zeiträume geschlossen und verbrauchen in dieser Zeit auch keine Energie. Für die übrigen Kategorien liegt die durchschnittliche Betriebsdauer bei rund 15 Stunden pro Woche für das Kochen und 20 bis 25 Stunden pro Woche für die Ausgabe.

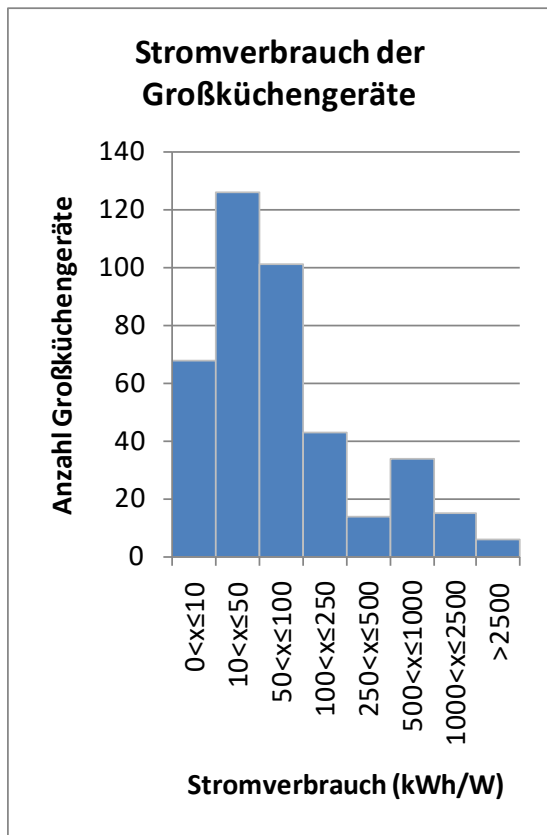
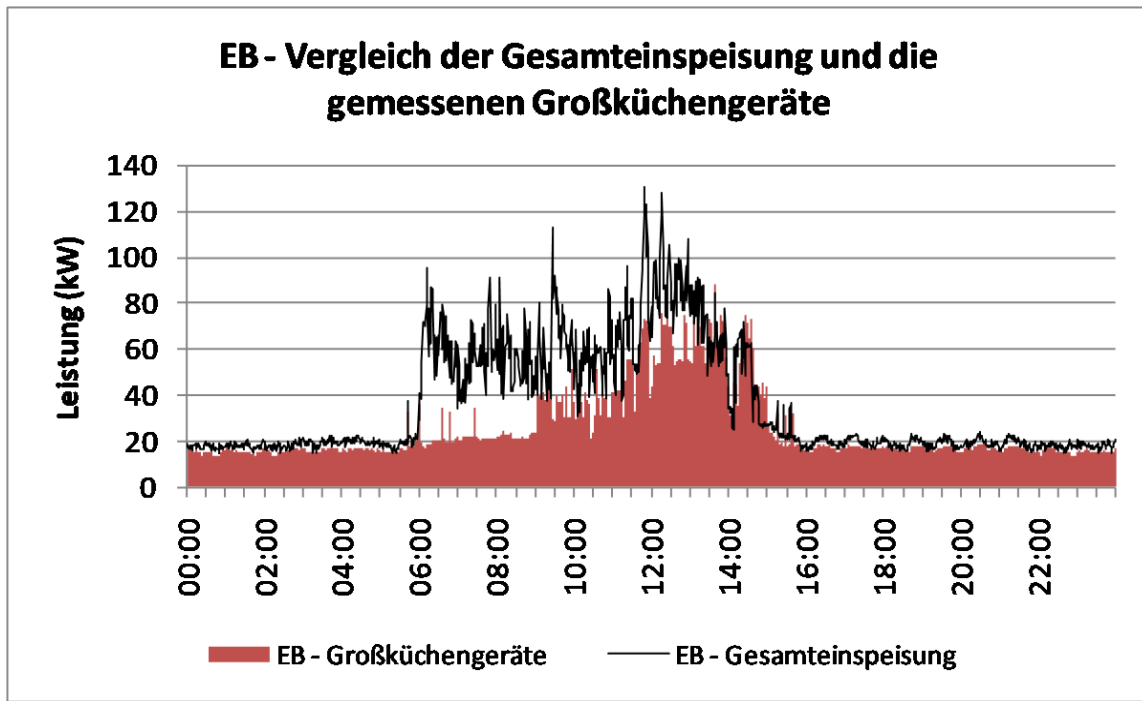


Abbildung 1-6 Stromverbrauch nach Anzahl der Geräte

Die in Abbildung 1-6 abgebildeten Werte sind theoretische Werte und stimmen nicht unbedingt mit den tatsächlichen Werten überein. Es wird angenommen, dass die Schätzung von zu hohen Werten ausgeht, ist es sinnvoll anhand dieser Schätzungen Großküchengeräte auszuwählen und deren tatsächlicher Stromverbrauch zu messen.



ÜBUNG 5: Betrachten sie diese Grafik die die totale Eingespeiste elektrische energie mit dem Energieverbrauch der gemessenen Geräte vergleicht. Erklären Sie wieso es einen Unterschied gibt.



2 Kochprozess

FOLIE 26 -35, 37, 38, 58 - 60

FOLIE 39

2.1 Der Energieverbrauch welcher Bereiche wird berücksichtigt?

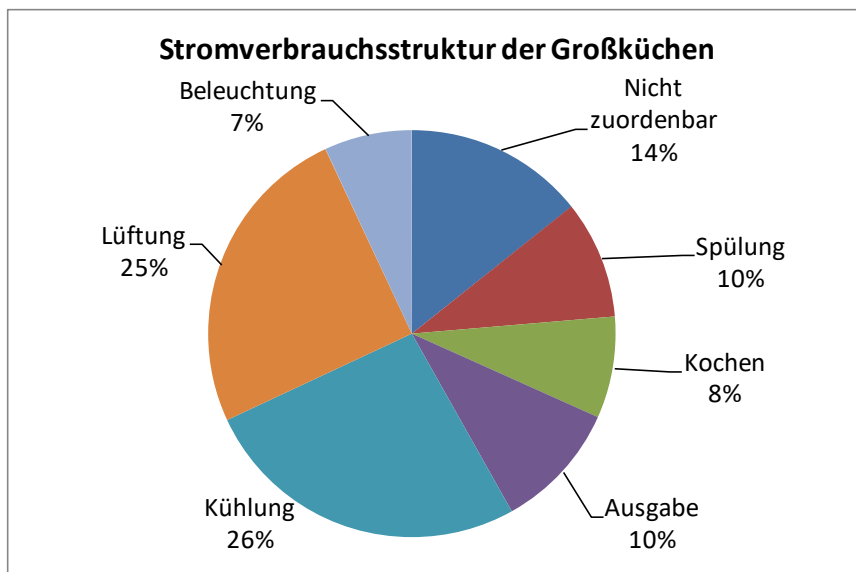


Abbildung 2-1 Durchschnittlicher Stromverbrauch, ermittelt von sechs österreichischer Großküchen

Abbildung 2-1 zeigt den durchschnittlichen Stromverbrauch nach Kategorien, von sechs unterschiedlichen österreichischen Großküchen: zwei Spitalsküchen, ein Schülerwohnheims und drei Büroküchen. Bei den einzelnen Großküchen wurden jeweils große individuelle Unterschiede in den verschiedenen Bereichen festgestellt.

2.1.1 Beispiel Kühlung

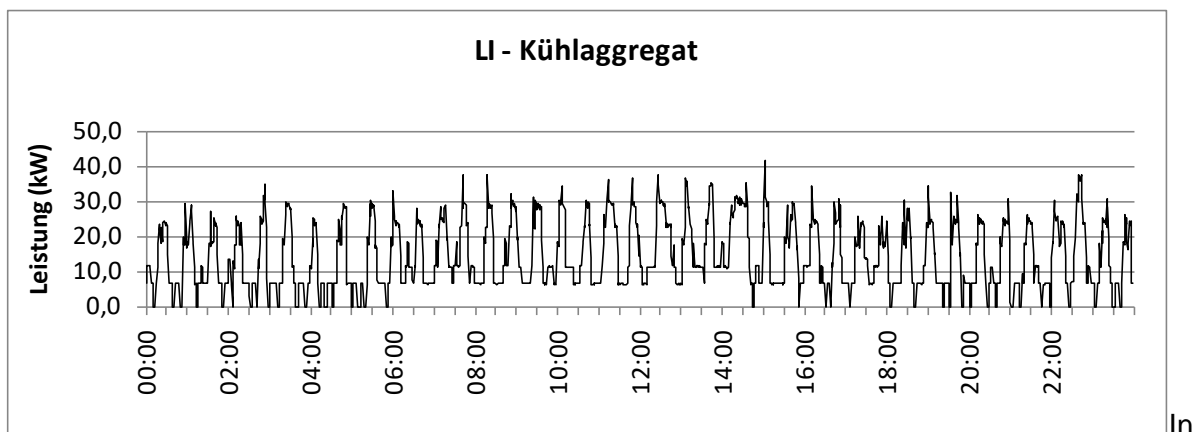


Abbildung 2-2 Leistungskurve der gesamten Kühlaggregate einer Büroküche

Der Leistungsverlauf der zwei Messungen wird aufsummiert, um einen Gesamtüberblick des Leistungsverlaufs des Kühlaggreats darzustellen.

Deutlich zu sehen ist, dass der Stromverbrauch während der Betriebszeiten zunimmt. Dies lässt sich anhand der Kälteverluste durch die Küchenaktivitäten erklären. Durchschnittlich ist der Stromverbrauch während der Arbeitszeiten (zwischen 06.00 und 18.00 Uhr) um ca. 14,5 % höher als der durchschnittliche Stromverbrauch der Kühlaggregate. Dies bedeutet, dass der durchschnittliche Stromverbrauch während Nicht-Arbeitstagen niedriger ist und bei der Hochrechnung auf Jahresverbräuche berücksichtigt werden muss.

Die drei wichtigsten Kategorien in dieser Beispielküche sind Kühlung mit 25 % des gesamten Stromverbrauchs, Spülung mit 20 % und Lüftung mit 12 %.

2.1.2 Beispiele Ausgabe

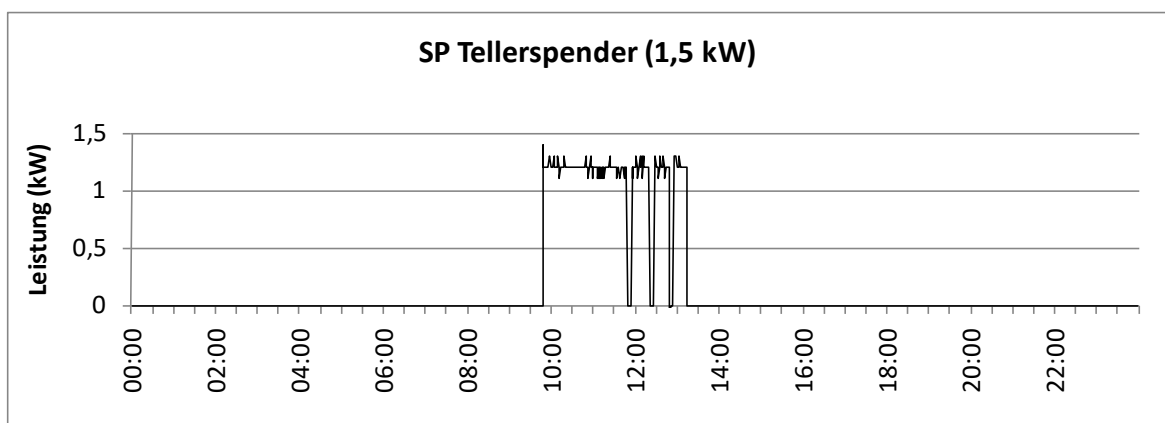


Abbildung 2-3 Leistungskurve eines Tellerspenders einer Büroküche

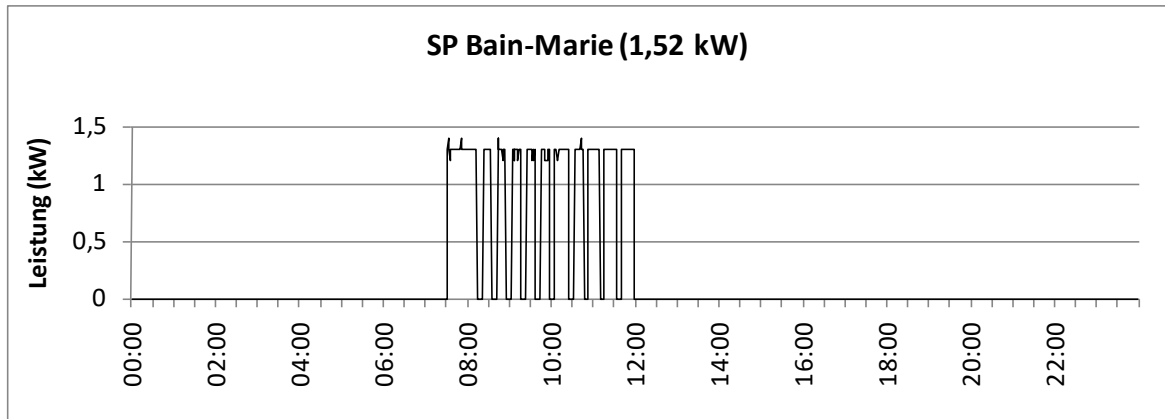


Abbildung 2-4 Leistungskurve einer Bain-Marie einer Büroküche

In der Kategorie ‚Ausgabe‘ wurden hier exemplarisch zwei Messungen durchgeführt. Damit wird der Leistungsverlauf dieser Großküchengeräte erfasst. Der theoretisch maximale Stromverbrauch, von den ca. 40 Großküchengeräten, die für die Ausgabe verwendet werden (z.B. Tellerspender, Bain-Marie, Suppentassenspender) beträgt ca. 240 kWh/Tag, was ungefähr 4 % des theoretischen maximalen Stromverbrauchs ausmacht. Es wird angenommen, dass die Leistungsverläufe dieser Großküchengeräte stark mit den theoretischen Werten und den Werten weiterer teilnehmender Großküchen übereinstimmen, daher werden diese Ergebnisse verwendet. In Abbildung 2-3 und Abbildung 2-4 sind die Leistungskurven eines Tellerspenders und einer Bain-Marie wiedergegeben. Die durchschnittliche Leistung dieser zwei Großküchengeräte liegt bei ungefähr zwei Drittel der Nennleistung. Der Stromverbrauch des Ausgabebereichs wird, basierend auf der oben beschriebenen Methodik auf 100 bis 160 kWh/Tag geschätzt, was 5 bis 7 % des Jahresstromverbrauches entspricht.

2.1.3 Genauigkeit der Energieverbrauchsberechnungen

Die für Küchen durchgeführten Schätzungen des Stromverbrauchs und die daraus resultierenden Abweichungen betragen durchschnittlich 20 %. Es wird angenommen, dass diese Abweichung in allen Großküchen in der gleichen Größenordnung liegen.

Wenn die Lastkurve der Großküchengeräte jenen der Gesamteinspeisung sehr gut entspricht bedeutet das, dass die wichtigen Stromverbraucher identifiziert wurden. Wenn jedoch mehr Großküchengeräte für Küchenprozesse verwendet werden und es nicht möglich ist für jedes Gerät Messungen vorzunehmen nimmt die Genauigkeit ab, das kann jedoch beim Hochrechnen auf den Jahresbedarf berücksichtigt werden. Schätzungen werden anhand des maximalen Stromverbrauchs (Nennleistung x Betriebszeit) und den aus den Messungen ermittelten Faktoren berechnet. Weitere Informationen dazu gibt es im Handbuch.

2.1.4 Wieso ist eine Optimierung sinnvoll und notwendig – plus Beispiel

Eine Optimierung des Energieverbrauchs von Großküchen ist notwendig. Der Trend zur Verpflegung außer Haus in Österreich ist ungebrochen. Gründe dafür sind wachsende berufliche, räumliche und soziale Mobilität, die Zunahme von Single-Haushalten und die zunehmenden Entfernungen zwischen Wohnort und Arbeitsplatz. Rund ein Fünftel der Lebensmittelausgaben der Österreichischen KonsumentInnen entfällt auf die Ernährung außer Haus, das entspricht rund 3 Mrd. Euro.

Österreichs Großküchen produzieren pro Tag etwa 1,5 Mio. Speisen und verbrauchen dabei große Mengen an direkter und indirekter Energie. Der direkte Energieverbrauch ergibt sich durch den Bedarf an Erdgas, Strom und Fernwärme, etc. für die Beleuchtung, Beheizung, Lüftung, Maschinen, Kühlung und den Kochvorgang. Das Energieeinsparungspotential von Großküchen ist hoch. Untersuchungen zeigen, dass zwischen 20 % und 25 % des Energieverbrauchs eingespart werden können. Diese Zahl lässt sich noch steigern, wenn man Maßnahmen zur Energie Rückgewinnung einsetzt wie Wärmerückgewinnung und Kraft-Wärme-Kopplung.

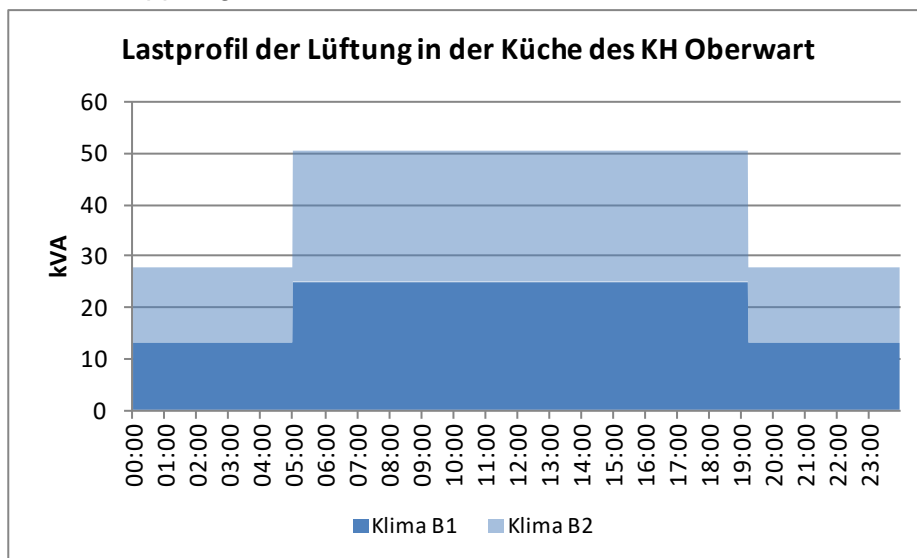


Abbildung 2-5 Das Lastprofil der Lüftung einer Krankenhausküche

Die Lüftung soll auf den tatsächlichen Lüftungsbedarf angepasst bzw. auf die Aktivitäten in der Küche angepasst sein. Eine Reduktion der Luftmenge um 20 % reduziert die Ventilatorleistung um 50 % [HKI Industrieverband Haus- Heiz- und Küchentechnik e.V., 2016] und damit auch den Stromverbrauch. Die Automatisierung bzw. Zeitsteuerung der Lüftung ist dabei sehr nützlich, diese soll aber regelmäßig überprüft, optimiert und gegebenenfalls geänderten Rahmenbedingungen angepasst werden. Energieeinsparungen können auch durch Taktsteuerung erreicht werden (z.B. 3 Minuten ein- und 3 Minuten aus) oder durch Drehzahlregelung mittels Frequenzumformer. Eine Taktsteuerung verringert den Stromverbrauch um einen Faktor 2, eine Drehzahlregelung bis zu Faktor 8 [HKI Industrieverband Haus- Heiz- und Küchentechnik e.V., 2016]. Eine weitere Möglichkeit die



Luftmenge an den Bedarf anzupassen ist die Steuerung über Luftqualitätssensoren bzw. CO₂-Sensoren.

Tabelle 2-1 Energie und CO₂-Einsparungen anhand von Maßnahmen bei der Lüftungssteuerung

Einsparungsszenarien für die Lüftung	Energie-Einsparung [MWh/Jahr]	CO ₂ -Einsparung [t/Jahr]	CO ₂ -Einsparung [%]*
Keine Maßnahme	0	0	0%
Reduktion der Luftmengen ¹	179	70	19%
Zeitsteuerung ²	82	32	8%
Taktsteuerung ³	183	72	19%
Drehzahlregelung ⁴	268	105	28%

* In Bezug auf die Gesamtemissionen der Küche

¹ Annahme: Reduktion der Luftmengen um 20 %, bzw. 50 % Reduktion der Ventilatorleistung

² Annahme: Leistungsstufe 1: 6 Stunden; Leistungsstufe 2: 12 Stunden

³ Annahme: 50/50 Taktsteuerung

⁴ Annahme: Stromverbrauchsreduzierung um Faktor 4

Die Lüftung der Küche verbraucht wie in Abbildung 2-5 dargestellt in diesem Beispiel ca. 29 % des Gesamtenergieverbrauchs der Küche. Anhand der in Tabelle 2-1 aufgelisteten Steuerungsmaßnahmen können zwischen 82 – 268 MWh, eingespart werden.

2.1.5 Best Practice Beispiele:

2.1.5.1 Küche HLUW Yspertal:

Nach dem Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage wird das Abwasser nun zur Vorwärmung des Frischwassers verwendet, das anschließend den Warmwasserboilern zugeführt wird. Durch ein elektronisches Steuerungssystem kann nur vorgewärmtes Wasser in die Heißwasserboiler gelangen.

Ergebnisse und Projektdaten:

Kosteneinsparung 1.840 EUR/a

Kostenreduktion 5,2 Prozent der Energiekosten

2.1.5.2 Großküche des St.-Franziskus Stiftes in Münster:

In der Großküche des St.-Franziskus-Stiftes in Münster wurde eine neue Steuerung der Firma Ergo Power GmbH eingebaut die mit optischen und thermischen Sensoren dafür sorgt, dass die Lüftungsanlage erst anspringt, wenn Bedarf besteht. Der Strombedarf sank dadurch um mehr als 70 Prozent, der Wärmebedarf um fast 60 Prozent.

Ergebnisse und Projektdaten:

Anlagen: 2 Lüftungsanlagen der Fa. Ergo Power GmbH

Investitionskosten: 18.000 Euro

Amortisationszeit: 2 Jahre

FOLIE 49, 50

2.2 Mögliche Optimierungsmaßnahmen

Es gibt eine Vielzahl von möglichen Optimierungsmaßnahmen, darunter auch solche die keine Investitionen erfordern.

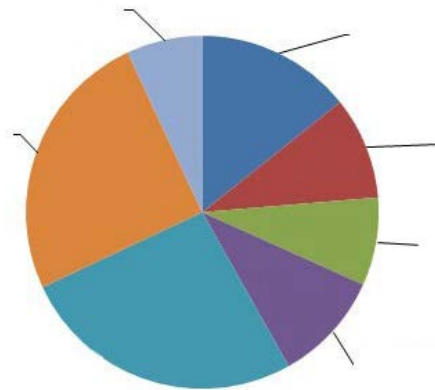
Eine einfache Verhaltensänderung, das Abschalten der Geräte wenn sie nicht genutzt werden kann zu erheblichen Energieeinsparungen führen.

Eine weitere gute Basis bietet ein überwachen des Energie Verbrauchs um Viel Verbraucher identifizieren zu können, um dann gezielter reagieren zu können.

Lastmanagement in Form von Reduktion der Bedarfsspitzen ist eine weitere gute Möglichkeit. Dabei werden Viel Verbraucher nicht gleichzeitig eingeschaltet und so teure Verbrauchsspitzen beim Strom vermieden.

Weitere Technische Möglichkeiten sind Wärmerückgewinnung und Kraft-Wärme-Kopplung mit entsprechenden Anlagen. Im Handbuch werden diese und zusätzliche Methoden ausführlich behandelt.

ÜBUNG 6: Wie teilt sich in einer durchschnittlichen Größküchen der Energieverbrauch auf die verscheiden Sektoren auf? Ordnen Sie die Kategorien dem Kuchendiagramm zu.



Lüftung, Spülung, Beleuchtung, Kochen, Kühlung, Ausgabe, Heizung, Warmwasseraufbereitung

ÜBUNG 7: Geben sie die drei Kategorien Ihrer Küche an die den höchsten Energieverbrauch haben an und erklären Sie wieso das so ist.

ÜBUNG 8: Geben Sie die drei Geräte in Ihrer Küche an (ermittelt durch Berechnungen oder Messungen) die den höchsten Energieverbrauch haben. Erklären Sie die Ergebnisse.

ÜBUNG 9: Geben Sie mindestens drei Gründe an wieso die Verteilung des Energieverbrauchs zwischen verschiedenen Küchen so stark in den verschiedenen Kategorien variieren kann.

3 Beispiele

FOLIE 40 -45, 51 -56

3.1 Beispiel Krankenhausküche:

Tabelle 3-1 Gemessene Großküchengeräte

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh)	Gemessener Stromverbrauch (kWh)
Bandspülmaschine	130	7	910	76
Druckkochkessel	45	7	328	22
Kombidämpfer	45	4	193	60
Stickenofen	50	3	143	22
Kippbratpfanne	16	7	118	19
Kochkessel	15	5	75	21
Herd	22	1	22	13
Speisewagen*	2,67	4	11	422
Lüftung	-	24	-	650
Kühlung	-	24	-	368
SUMME				1.673

* ca. 80 Speisewägen werden in dieser Krankenhausküche verwendet, deswegen ist der gemessene Stromverbrauch im Vergleich mit dem theoretisch maximalen Stromverbrauch relativ hoch.

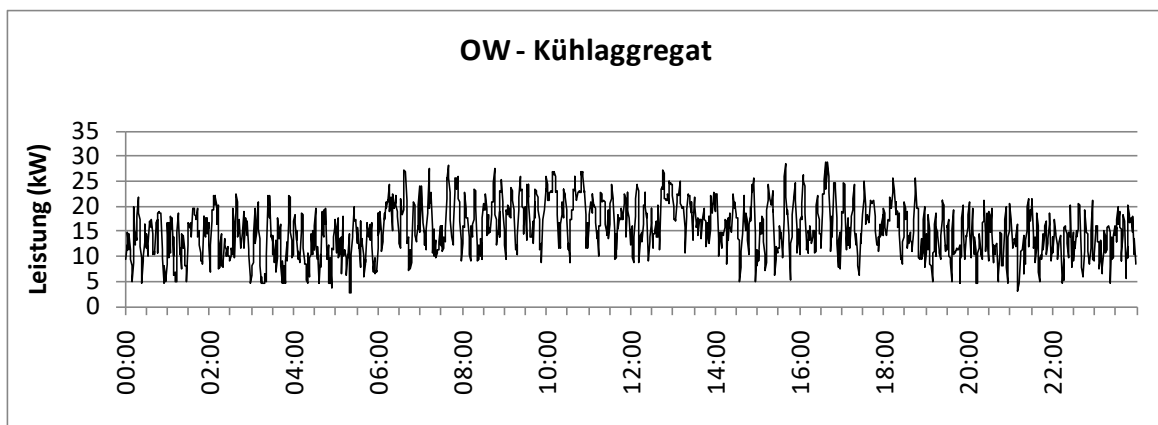


Abbildung 3-1 Leistungskurve des Kühlaggregats

Die Raumkühlung wird in dieser Küche mit dem bereits in Abbildung 3-1 beschriebenem Kühlaggregat zentral betrieben. Hier wurden die Stromverbrauchsmessungen im September 2009 durchgeführt, daher wurde der gesamte Stromverbrauch der Kühlung etwas



überschätzt, da die Temperaturen in dieser Jahreszeit geringfügig über dem Jahresdurchschnitt liegen.

Für die Kategorie ‚Speisenausgabe‘ werden in der Küche Stromverbrauchsmessungen durchgeführt, da eine große Anzahl an thermischen Speisewägen (ca. 80 Stück) für die Ausgabe der Speisen verwendet wird. Der theoretisch maximale Stromverbrauch für die einzelnen Geräte ist zwar nicht außergewöhnlich hoch (Nennleistung ist 2,677 kW), zusammen gefasst ist diese Kategorie aber mit etwa 17 % des theoretisch maximalen Stromverbrauchs sehr energieintensiv. Die Speisewägen werden über zwei symmetrisch belastete 3-Phasen Leitungen eingespeist, wovon eine Leitung gemessen und mit zwei multipliziert wird, um den gesamten täglichen Stromverbrauch der Speisewägen zu bestimmen.

Die Speisewägen werden sieben Tage in der Woche verwendet, in der Regel jeden Tag zu Mittag und abends, fünf Mal in der Woche. Dabei werden die Speisewägen mit warmem Wasser gefüllt und mittels Strom auf die gewünschte Temperatur gebracht. Laut Angaben der Küche dauert die Aufheizung jeweils ungefähr zwei Stunden. Bei der Hochrechnung des Stromverbrauchs wird der Einsatz dieser Speisewägen dementsprechend berücksichtigt. Das bedeutet, dass der Stromverbrauch am Vormittag (bzw. bis 12:00) sieben Mal, und der Stromverbrauch am Nachmittag (bzw. nach 12:00) fünf Mal pro Woche (Abbildung 3-2) über das Jahr hochgerechnet wird. Der jährliche Stromverbrauch der Speisewägen wird auf ca. 139.118 kWh geschätzt.

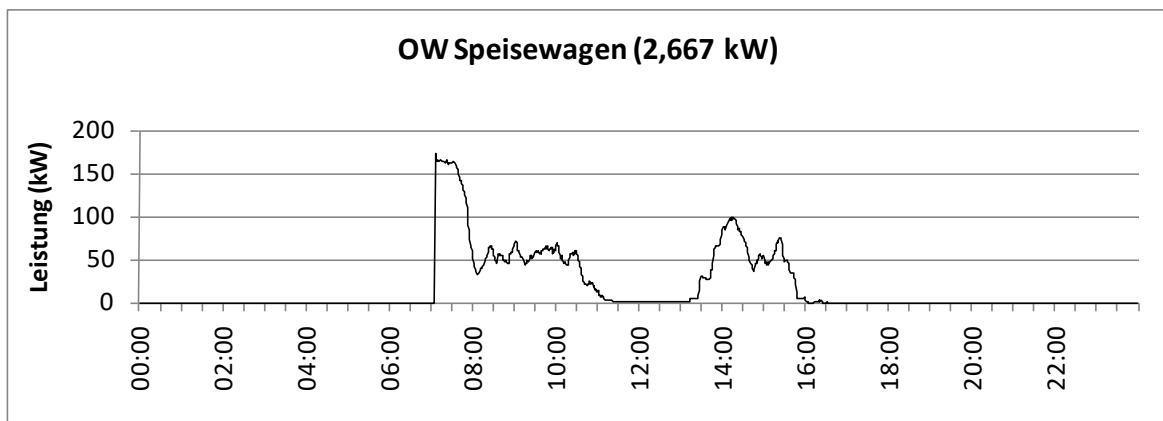


Abbildung 3-2 Leistungskurve der Speisewägen

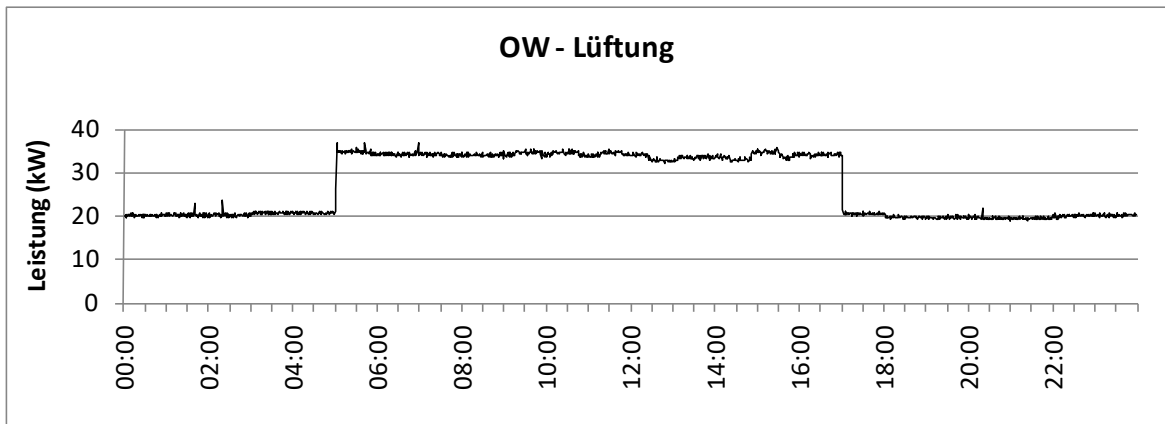


Abbildung 3-3 Leistungskurve der Lüftung

Die Stromverbrauchsstruktur des Krankenhauses wird in Abbildung 3-4 dargestellt. Die drei wichtigsten Kategorien sind die Lüftung mit 33 % (siehe Abbildung 3-3) des Gesamtverbrauchs, die Speisenausgabe mit 19 % und die Kühlung mit 18 % des Gesamtenergieverbrauchs.

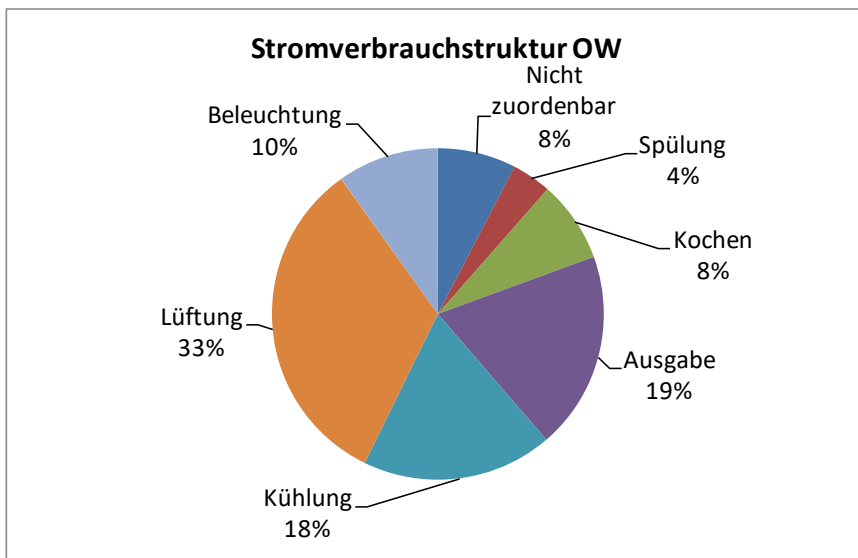


Abbildung 3-4 Stromverbrauchsstruktur der Krankenhausküche

3.2 Beispiel Schülerwohnheim

Tabelle 3-2 Gemessene Großküchengeräte im Bereich der Küche des Schülerwohnheims

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/d)	Max. Stromverbrauch (kWh)	Gemessener Stromverbrauch (kWh)

Einspeisung: Küche UV Allgemein	-	-	-	31
Einspeisung: Küche (Großküchengeräte)	-	-	-	153
Kühlung	-	24	-	40
Lüftung (Küche & Speisesaal)	-	-	-	53
Geschirrspülmaschine	13,6	3	40,8	6
Kippbratpfanne	14,7	1,5	22	18
SUMME				301

Die Tages-Leistungskurve der Großküchengeräte der -Küche ist in Abbildung 3-5 dargestellt. Sie zeigt Leistungsspitzen von bis zu 60 kW während der Zubereitung des Frühstücks um 07:00 Uhr und während der Zubereitung des Mittagessens um 11:00 Uhr. Insgesamt verbrauchen die verwendeten Großküchengeräte am Messtag 153 kWh (siehe Tabelle 3-2).

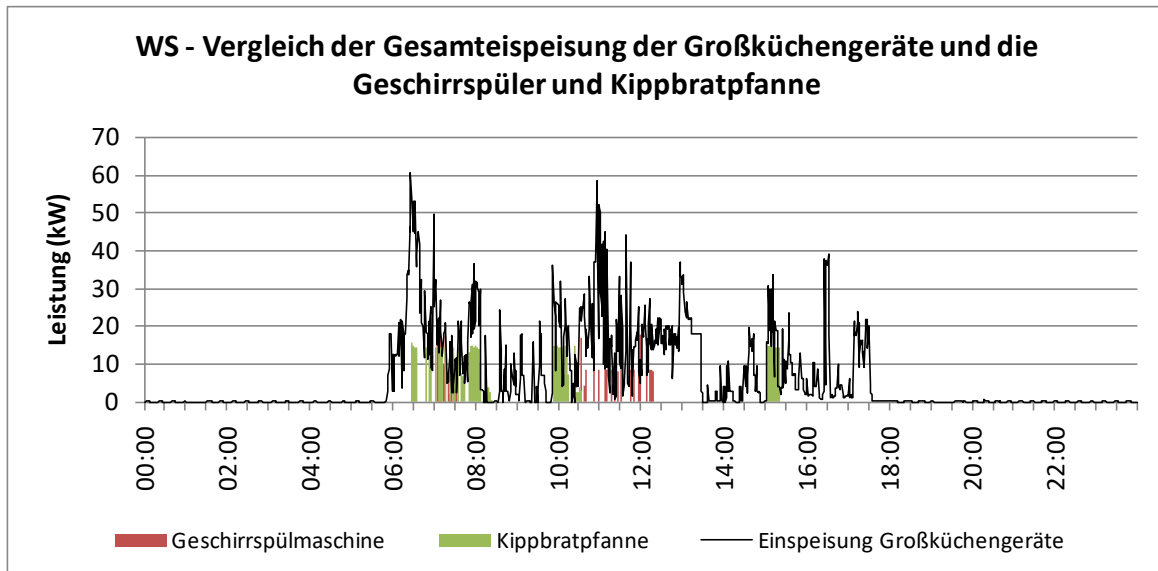


Abbildung 3-5 Vergleich der Gesamteinspeisung der Großküchengeräte der Schülerwohnheimküche. Die Kippbratpfanne und die Geschirrspülmaschine sind farblich markiert

Die Kälteversorgung der Kühlzelle findet über das Kühlaggregat statt, welches sich in den Nebenräumen der Küche direkt neben der Kühlzelle befindet. Der Stromverbrauch des Kühlaggregats wird nicht einzeln erfasst. Die Messung wird durchgeführt, um den Stromverbrauch der WS-Küche sowie den Anteil der Kühlung genauer zu bestimmen. In Abbildung 3-6 ist die Leistungskurve des Kühlaggregats dargestellt, der durchschnittliche Leistungsbedarf der Kühlung beträgt 1,6 kW mit Leistungsspitzen von über 8 kW. Der Stromverbrauch während der Arbeitszeit (zwischen 06:00 – 18:00 Uhr) ist mit 1,9 kW um etwa 0,5 kW höher als während Nicht-Arbeitszeiten (zwischen 18:00 – 06:00 Uhr).

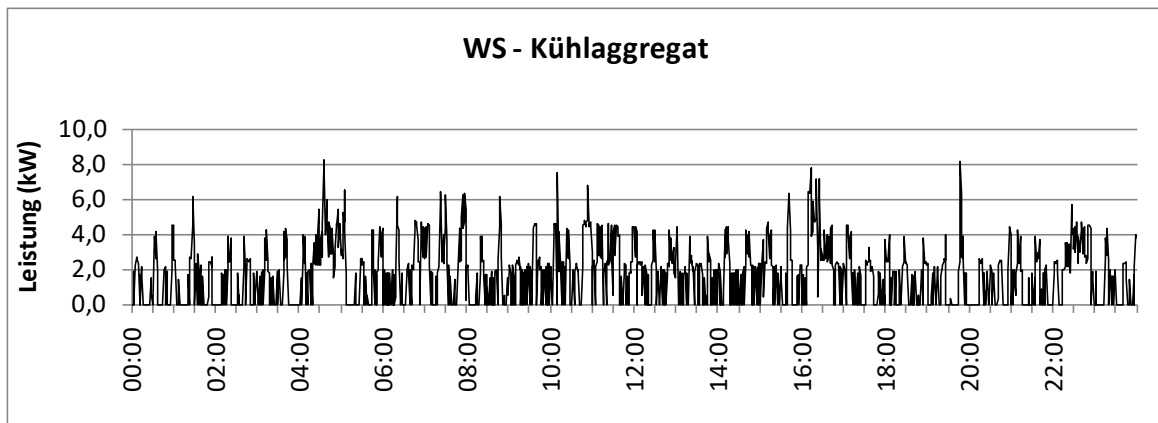


Abbildung 3-6 Leistungskurve der Kühlung

Die Tages-Lastkurve der Lüftung in der WS-Küche ist in Abbildung 3-7 veranschaulicht und zeigt einen zweistufigen Verlauf. zwischen 06:00 und 18:00 Uhr ist die Leistungsstufe auf ca. 4 kW eingestellt, zwischen 18:00 und 22:00 Uhr auf etwa 2 kW. Außerhalb dieser Zeiten ist die Lüftung ausgeschaltet.

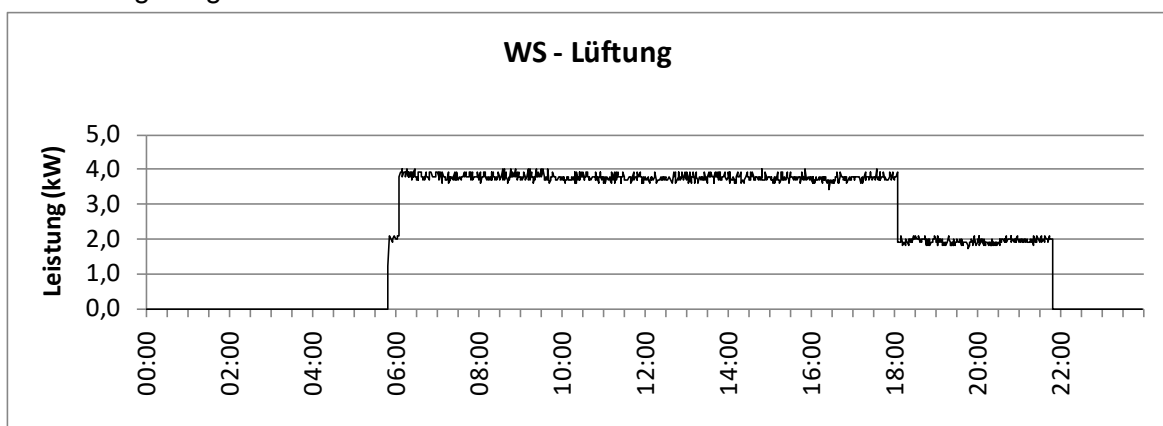


Abbildung 3-7 Leistungskurve der Küche und – Speisesaallüftung

Abbildung 3-8 zeigt die Stromverbrauchstruktur der Küche. Anhand von sechs Messungen können etwa 90 % des Stromverbrauchs in der Küche erklärt werden. Die Kategorie „Kochen“ ist mit 27 % am gesamten Stromverbrauch aus energetischer Sicht betrachtet der wichtigste Bereich. Die Kategorien Kühlung und Lüftung sind mit 22 % bzw. 19 % die zweit- bzw. drittichtigsten Bereiche in der Küche.

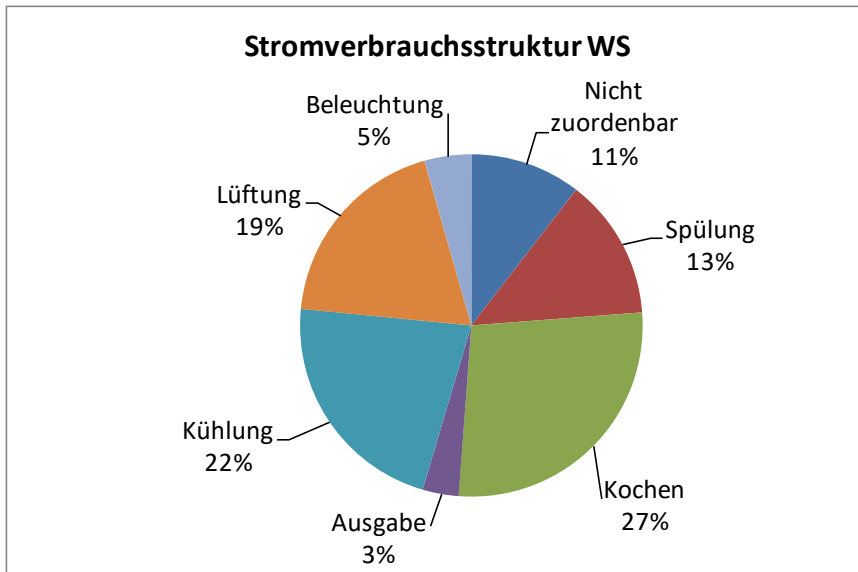


Abbildung 3-8 Stromverbrauchsstruktur der Schülerwohnheimküche

3.3 Beispiel Büroküche

Tabelle 3-3 Gemessene Großküchengeräte und Bereiche der Büroküche

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/d)	Max. Stromverbrauch (kWh)	Gemessener Stromverbrauch (kWh)
Einspeisung 1 (Küchengeräte)	-	-	-	415
Einspeisung 2 (Beleuchtung)	-	-	-	67
Bandspülmaschine	43	2,5	107,5	84
Topfspülmaschine	34	5,5	187	52
Lüftung	-	-	-	332
Kühlung	-	24	-	44
SUMME				858

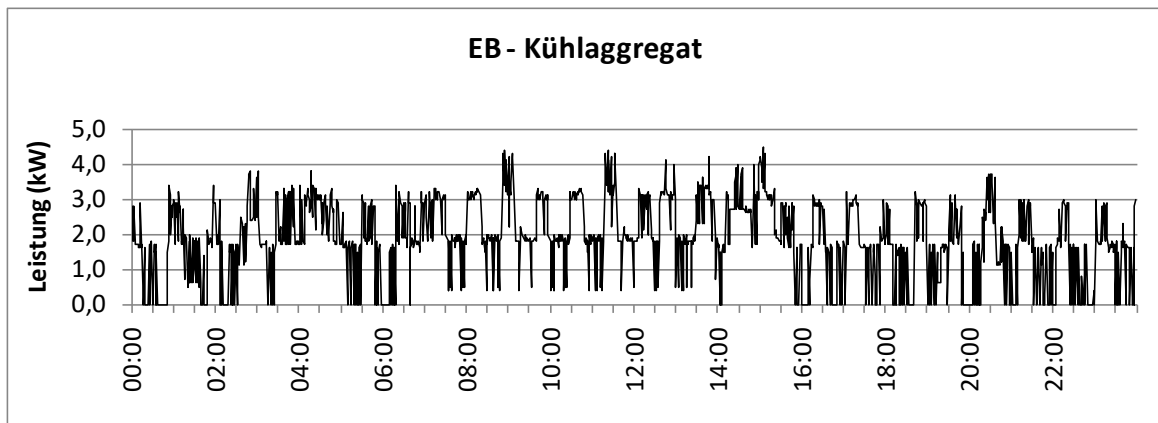


Abbildung 3-9 Leistungskurve des Kühlaggregats

Abbildung 3-9 veranschaulicht die Leistungskurve des Kühlaggregats. In dieser Küche verfügt die Küche nicht über eine eigene Kühlung, so konnte der Verbrauch nicht gemessen werden.

In Abbildung 3-10 ist die Leistungskurve für die Beleuchtung veranschaulicht. Der Unterschied zwischen den Stromverbräuchen während Betriebszeiten und Nicht-Betriebszeiten ist veranschaulicht. Während Nicht-Betriebszeiten (bzw. von 18:00 bis 06:00) liegt der durchschnittliche Verbrauch um ca. 16 % niedriger als der Tagesdurchschnitt. Man kann annehmen dass der nächtliche Stromverbrauch des Kühlaggregats repräsentativ für der Stromverbrauch an Nicht-Arbeitstagen ist. Die Erhöhung des Stromverbrauchs während den Arbeitstagen lässt sich anhand der Kälteverluste als Resultat der Küchenaktivitäten erklären (z.B. Öffnen der Türe, Einlagerung von Waren mit höherer Temperatur, usw.).

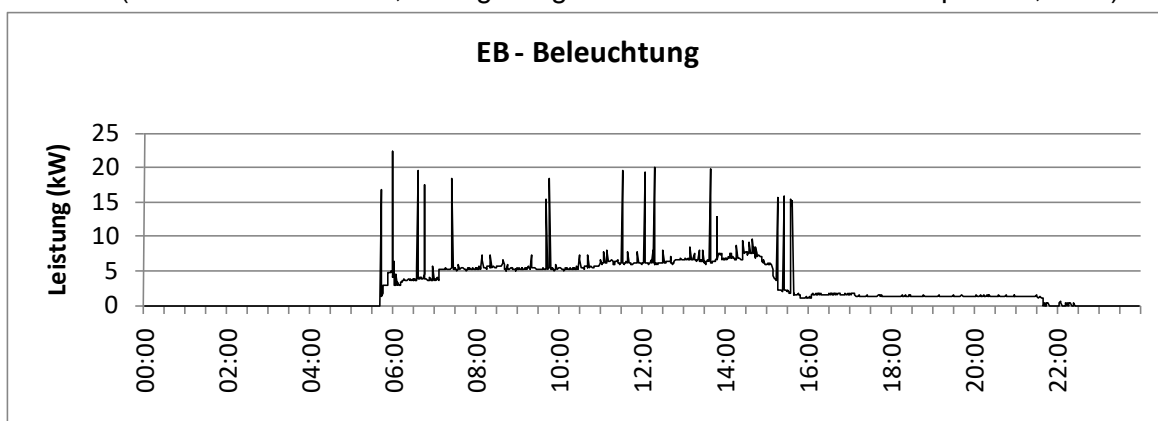


Abbildung 3-10 Leistungskurve der Beleuchtung

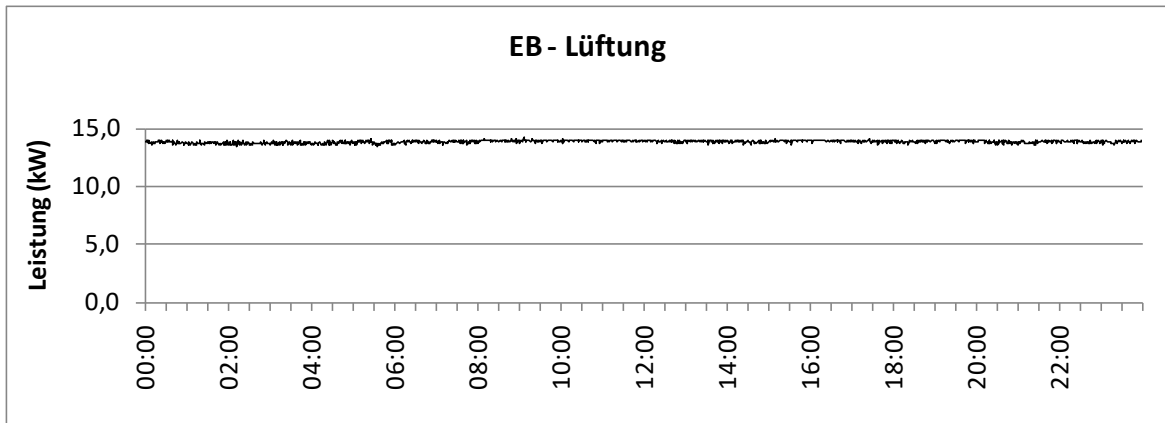


Abbildung 3-11 Leistungskurve der Lüftung

Die Lüftung stellt bezüglich des Energieverbrauchs eine wichtige Kategorie dar. In Abbildung 3-11 ist die Tages-Leistungskurve der Lüftung in der EB-Küche und im Speisesaal abgebildet. Die Messung zeigt, dass die Lüftung 24 Stunden pro Tag auf der gleichen Leistungsstufe von ca. 14 kW in Betrieb ist. Das ist ziemlich ungewöhnlich, da die Leistung sich meist an die Aktivitäten der Küche anpasst. Die Einstellungen der Lüftung sind zu überprüfen und an den tatsächlichen Bedarf anzupassen. Einsparungspotenziale zu realisieren. Wenn die Leistungsstufe an den Bedarf der Küche angepasst werden kann, ist eine Halbierung des Stromverbrauchs zu erwarten.

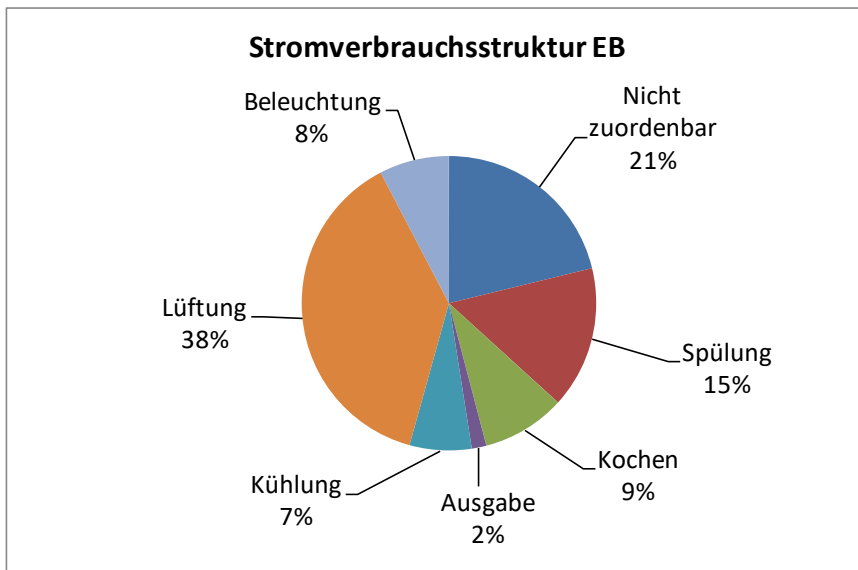


Abbildung 3-12 Stromverbrauchstruktur der Büroküche

Nach der Kategorie Lüftung mit 38 % ist die Kategorie Spülung 15 % am gesamten Jahres-Stromverbrauch der zweit wichtigste Bereich in der Büroküche. Weitere 8 % des Tagesverbrauchs fallen in der Kategorie Beleuchtung an und für das Kochen wird ein Anteil von 9 % ermittelt. Überraschend ist die Kategorie Kühlung, die mit einem Anteil von 7 % am Jahresverbrauch weit unter dem Durchschnitt im Vergleich zu anderen Großküchen liegt.

3.4 Vergleich der Großküchen im Bezug auf ihre Energieeffizienz

In der Gemeinschaftsverpflegung und im Sektor Gastronomie liegen verschiedene Energiekennzahlen für den Energieverbrauch der Großküchen vor.

Der Präsident U. Jenny des ENAK (Energetischer Anforderungskatalog an Geräten für die Verpflegung und Beherbergung) spricht von durchschnittlichen 4 kWh pro Mahlzeit [Jenny, 2008]. Eine von der EU geförderten Studie bezüglich Energieeffizienz in Großküchen bestimmt anhand der Untersuchung 50 bis 60 Küchen mit einer Produktion von bis zu 4.000 Mahlzeiten pro Tag in fünf verschiedenen EU-Ländern (Frankreich, Slowakei, Finnland, Österreich und Griechenland) einen statistischen Indikator für den Energieverbrauch der Küchen im Sektor Gastronomie (siehe Formel 3-1) [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]. Die Bezeichnung „NR“ gibt die Anzahl der produzierten Mahlzeiten pro Tag an.

Formel 3-1: Benchmarkwert Energieverbrauch pro Mahlzeit

$$\text{Benchmarkwert (Energieverbrauch pro Mahlzeit)} = 105 \times \text{NR}^{-0,63}$$

Mehr Informationen zu diesem Thema finden sich im Handbuch



FOLIE 47, 48

3.5 Energieverbrauch pro Mahlzeit

Um den Energieverbrauch vergleichbar zu machen bietet es sich an den Energieverbrauch der Großküchen anhand des Energieverbrauchs pro Mahlzeit zu evaluieren. Diese Kennzahl schafft Übersicht über die Energieeffizienz der Großküchen und ermöglicht den Vergleich zwischen den Großküchen, unabhängig vom absoluten Energieverbrauch und der Anzahl an produzierten Mahlzeiten. In Abbildung 3-13 sind die Kennzahlen, die für die sechs österreichischen Großküchen ermittelt wurden, wiedergegeben. Die Kennzahl wurde über den gesamten Energieverbrauch (Strom, Gas, Fernwärme) für die österreichischen Großküchen ermittelt und beträgt durchschnittlich etwa 3,5 kWh pro Mahlzeit. Im Schnitt beträgt der Energieverbrauch pro Mahlzeit etwa 4 kWh pro Mahlzeit [Jenny, 2008]. Für die zwei der Büroküchen zeichnet sich ein im Vergleich dazu relativ niedriger Wert ab.

In Abbildung 3-14 sind die Durchschnittswerte der für die Kategorien ermittelten Energiekennzahlen wiedergegeben, um jene Kategorien zu identifizieren, die aus energetischer Sicht bedeutend sind. Deutlich erkennbar ist, dass die Raumheizung die bei weitem der energieintensivste Kategorie in den Großküchen ist. Dies hängt damit zusammen, dass die Speisesäle in die Berechnung mit einbezogen wurden, was zu einer erheblichen Zunahme bezüglich des Energieverbrauchs der Großküchen führt. Weitere wichtige Kategorien sind Lüftung, Spülung, Kochen und Kühlung. Diese Aussage ist als Richtwert zu betrachten, da für jede einzelne Großküche die einzelnen Kategorien küchenbezogene, unterschiedliche Bedeutung aufweisen, wie in den folgenden Abbildungen ersichtlich (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** In diesen Abbildungen wird der Energieverbrauch pro Anzahl an Mahlzeiten, Bereich und Großküche von sechs in 2012 untersuchten Großküchen dargestellt.

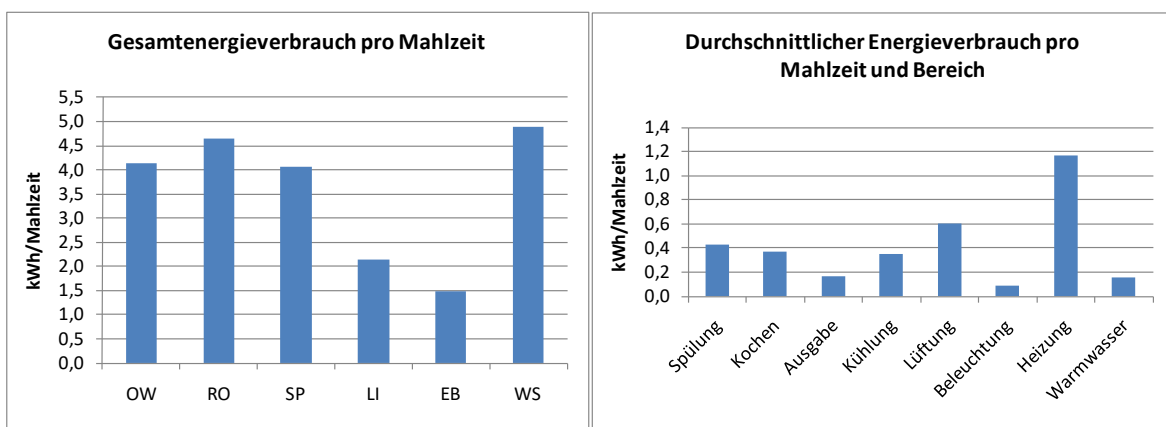
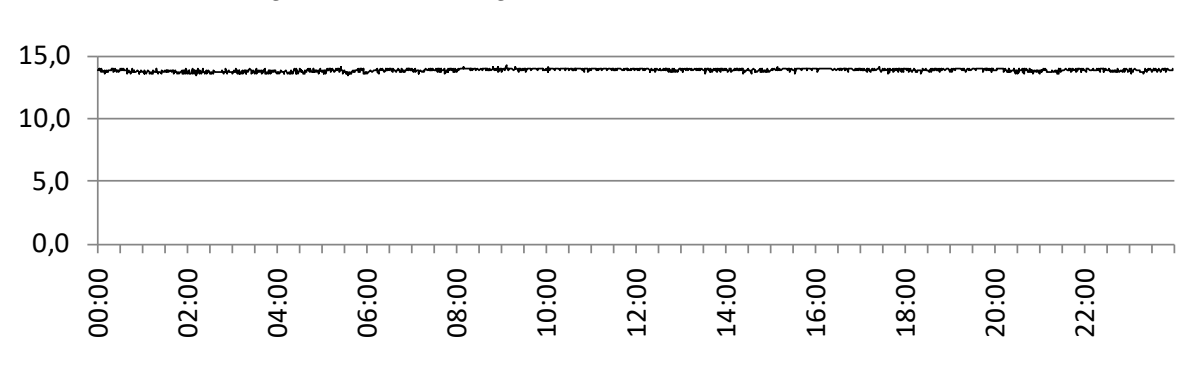


Abbildung 3-13: Energieverbrauch pro Mahlzeit und Großküche (links)

Abbildung 3-14: Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Mahlzeit und Kategorie(rechts)

Mehr Informationen zu diesem Thema und eine genaue Auflistung der einzelnen Küchen nach Kategorie und Energieverbrauch finden sich im Handbuch.

ÜBUNG 10: Betrachten sie diese Lastkurve. Was sagt sie über die Kühlanlage aus? Was würden sie vorschlagen um den Energieverbrauch zu senken?



ÜBUNG 11: Wieso ist es wichtig das die Mitarbeiter aus den verschiedenen Bereichen einer Großküche gemeinsam darauf hinarbeiten den Energieverbrauch der Großküche zu senken.

AIR-IX Consulting Engineers; Energy Centre Bratislava; Institute of Accelerating Systems and Applications - National and kapodestrian University of Athens; Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie; Österreichischer Energiekonsumenten Verband (2002) Energy Concept Advisor.

HKI Industrieverband Haus- Heiz- und Küchentechnik e.V. (2016) Klima schützen und Kosten senken | Ein Leitfaden zur Energieeffizienz in Großküchen. Eine Brancheninformation des HKI Industrieverbandes Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. . Frankfurt am Main (Deutschland)

Jenny, U. (2008) Energieeffizienz und der Einfluss auf die Planung. ZAGG - Symposium.