



PROJEKT REKUK

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

Modul Energie Handbuch



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



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



ASSOCIAZIONE ITALIANA
PER L'AGRICOLTURA BIOLOGICA

Urheberschaft und geistiges Eigentum von:

Projektleitung:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Argentinerstr. 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



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	3
1 DATENERFASSUNG ENERGIE.....	5
1.1 Datenerfassung für die Energieverbrauchsanalyse	5
1.2 Berechnungen für die Energieverbrauchsanalyse	13
1.2.1 <i>Gesamt Energieverbrauch</i>	13
1.2.2 <i>Energieverbrauch pro Mahlzeit</i>	13
1.2.3 <i>Beispiel Vergleich der Gesamteinspeisung der Großküchengeräte mit Kippbratpfanne und Geschirrspülmaschine</i>	18
1.2.4 <i>Genauigkeit der Energieverbrauchsrechnungen und Faktoren</i>	19
2 MÖGLICHE OPTIMIERUNGSMABNAHMEN	24
2.1.1 <i>Bedarfsspitzen bei Strom vermeiden</i>	24
2.1.2 <i>Organisatorische Maßnahmen vornehmen</i>	24
2.1.3 <i>Einsparung ohne Investition</i>	24
2.1.4 <i>Lastganganalyse</i>	24
2.1.5 <i>Energie-Contracting</i>	25
2.1.6 <i>Lastmanagement</i>	25
2.1.7 <i>Wärmerückgewinnung</i>	25
2.1.8 <i>Kraft–Wärme Kopplung</i>	25
2.2 Sonderfall Bandspülmaschine	26
2.3 Vergleich der Großküchen im Bezug auf ihre Energieeffizienz durch Benchmark Werte.....	28
2.4 Energieverbrauch pro Mahlzeit.....	30
2.5 Beispiel Büroküche.....	35
3 BEST PRACTICE BEISPIELE:	38
3.1.1 <i>Küche HLUW Yspertal:</i>	38
3.1.2 <i>Großküche des St.-Franziskus Stiftes in Münster:</i>	38
3.2 Vergleich verschiedener Küchenformen	40
ANHANG.....	41
Anhang 1: Beispiele von möglichen Fragebogen Parametern und Erläuterungen.....	41

Anhang 2: Typische Großküchengeräte43

Anhang 3: Praxis Beispiele der Energieeffizienz von sechs Großküchen45

1 Datenerfassung Energie

1.1 Datenerfassung für die Energieverbrauchsanalyse

Die Erfassung von Energiedaten wird am besten in zwei Schritten vorgenommen: der erste Teil umfasst die allgemeine Energieverbrauchsanalyse und Date der Großküche, der zweite Teil betrifft die Erfassung von Energiespezifischen Daten. Das Ziel der Energieverbrauchsanalyse ist den gesamten Energieverbrauch zu bestimmen, sowie, der Energieverbrauchsstruktur und Energieeffizienz. Für diesen Zweck eignen sich Fragebögen gut zur Datenerfassung. Einer für Energieverbrauchsdaten (gesamt und pro Küchebereich) sowie Lieferantendaten und Kosten pro eingesetztem Energieträger. Hier werden auch allgemeine Daten der Küche erfasst, bzw. Betriebsart, Anzahl Produktionstage pro Jahr, Durchschnitt der produzierten Mahlzeiten pro Woche. Der zweite Fragebogen sollte spezifischer sein und erfasst Energieverbrauchsdaten pro Großküchegerät das bei der Zubereitung von Speise verwendet wird. Für jedes Großküchegerät wird die Gerätbezeichnung und der verwendete Energieträger erfasst, dazu kommt idealerweise auch der gemessene Energieverbrauch. Falls der Energieverbrauch nicht von der Küche gemessen wird sollten folgende Daten erfasst werden: Hersteller, Typ, Anzahl, Nennleistung, Betriebszeit und Wirkungsgrad.

In den meisten Fällen werden Großküche keine detaillierten Energiedaten liefern können, deshalb ist Datenerhebung vor Ort der nächste Schritt in der Datenerfassung. Datenerhebung vor Ort kann zum Beispiel bedeuten die Küche, falls notwendig, Ausfüllhilfe zu bieten, die Daten der Großküchegeräte ausfüllen, oder Messungen für ausgewählte Großküchengeräte vorzunehmen. Wenn Haustechniker vorhanden sind bietet es sich an diese einzusetzen. Messungen für einzelne Großküchegeräte sind nur möglich, wenn sie eine eigene Sicherung haben. Wenn ein Gruppe Geräte unter einer Sicherung abgesichert ist kann der Elektrizitätsverbrauch der Gerätgruppe gemessen werden, nicht jedoch der Verbrauch der einzelnen Geräte. In diese Falle sollten zusätzlich zu den Messdaten auch der Benutzer- und Gerätedaten (bzw. Bezeichnung der Geräte, Hersteller, Typ, Anzahl, Nennleistung, Betriebszeit) der einzelnen Geräte erfasst werden; mithilfe dieser Daten kann dann der Elektrizitätsverbrauch geschätzt werden.

BESCHREIBUNG MESSMETHODE:

- Auswahl der zu messenden Großküchegeräte
- Abstimmen der Messung mit den zubereiten Speisen
- Bestimmen der Absicherungssituation
- Erfassen der Gerätedaten (bzw. Bezeichnung, Hersteller, Typ, Nennleistung, Betriebszeit)
- Tatsächliche Messung
- Erfassen welche Speisen mit welche Geräten zubereitet werden und die entsprechende Zubereitungszeiten.

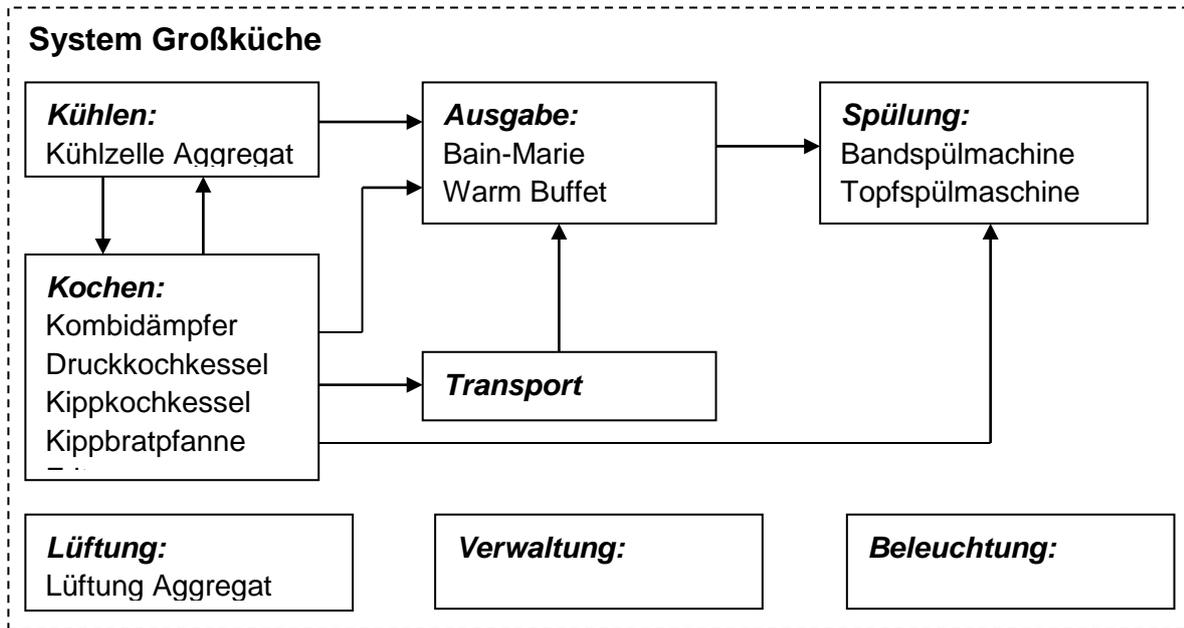


Abbildung 1-1: Vereinfachte schematische Darstellung des Systems und der Prozesse einer Großküche mit den möglichen Hauptstromverbrauchern

1.1.1.1.1 Messdauer

Die Messdauer soll je Großgerät bestimmt werden. Sie ist abhängig von der Leistungskurve des betreffenden Geräts. Wenn eine repräsentative Messung in einer Stunde erfasst werden kann ist es offensichtlich nicht notwendig länger zu messen. Für viele Geräte wird eine Messdauer von einer Stunde aber zu wenig sein. Es ist generell ratsam bei allen Geräten den Leistungsverlauf innerhalb von 24 Stunden zu erfassen. Es ist zu beachten, dass die Leistungskurven der unterschiedlichen Geräte unbekannt sind und in Folge dessen versuchsweise herausgefunden werden müssen. Selbst bei Geräten sind des gleichen Typs sind die Leistungskurven oft auch in derselben Großküche unterschiedlich durch unterschiedliche Betriebszeiten.

In der untenstehenden Abbildung 1-2 zeigt den Tagesleistungsverlauf einer Kippbratpfanne. Der Leistungsverlauf zeigt relativ große Schwankungen innerhalb eines Tages. Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten ist es notwendig, den Elektrizitätsverbrauch über einen ganzen Tag zu messen. Es ist auch wichtig zu wissen wie viele Tage die Großküche in Betrieb ist um das in die Berechnung des Jahresverbrauchs einbeziehen zu können.

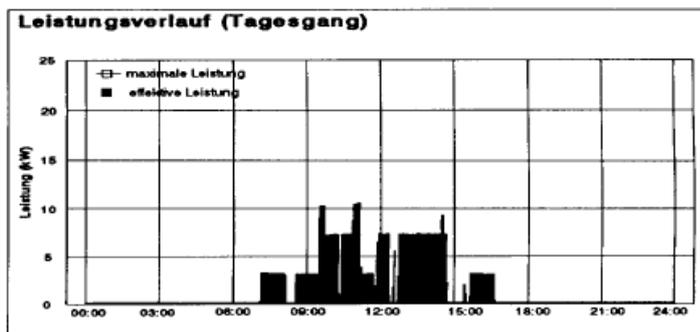


Abbildung 1-2: Tagesleistungsverlauf einer Kippbratpfanne Salvis KPBN90

In der untenstehenden Abbildung 1-3 ist der Tagesleistungsverlauf einer Bain-Marie (Heißwasserbad) wiedergegeben. Der Leistungsverlauf ist relativ gleichmäßig über den Tag verteilt; damit ist eine kürzere Messdauer zu rechtfertigen.

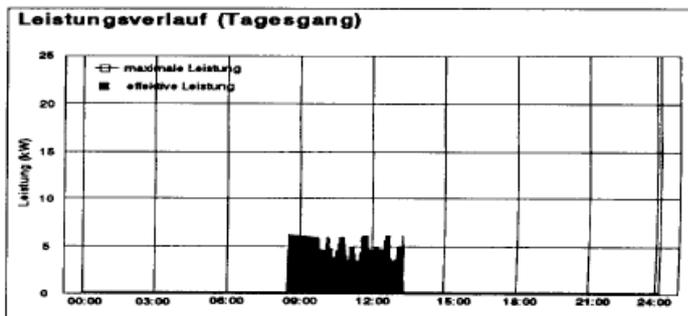


Abbildung 1-3: Tagesleistungsverlauf einer Bain-Marie Weibel AG Chur 40165

Idealerweise soll über mehrere Tage gemessen werden damit die erhobenen Werte repräsentativ sind. Wenn möglich kann ein Mehrtages- Messprogramm zur Anwendung kommen, was ideal wäre aber aufgrund der zu messenden Geräte ist das oft nicht wirtschaftlich.

1.1.1.1.2 Messort

Der Sicherungskasten der betreffenden Großküche ist jener Ort wo die Messungen durchgeführt werden. Wichtig ist dabei dass der Produktionsprozess der Großküche nicht gestört wird und dass die Arbeitssicherheit gewährleistet ist. Es ist deshalb empfehlenswert, vor der Messung den Ort zu begehen, um die Messung räumlich planen zu können.

1.1.1.1.3 Selektierung der Großküchengeräte

Wie weiter oben bereits angeführt basiert die Selektion der Großküchengeräte für die Messungen auf der Nennleistung und Betriebsdauer. Die Hypothese lautet: Geräte mit einer hohen Nennleistung verbrauchen auch relativ viel Strom; gleiches gilt für Geräte die eine relativ lange Betriebsdauer aufweisen. Vermutlich kann hier ein Einsparungspotenzial gefunden werden. Der Vorteil die Geräte auf diese Weise zu selektieren ist das die Nennleistung für alle Geräte einfach zu erfassen ist. Daher fängt ein Messprogramm mit jenen Geräten an

welche die höchsten Nennleistungen besitzen und endet bei den Geräten mit niedrigen Nennleistungen. Falls die Messungen nicht für jedes einzelne Gerät durchgeführt werden können sind die Großverbraucher bereits gemessen. Wenn mindestens 70% des Gesamtstromverbrauchs durch die gemessenen Geräte abgedeckt werden ist das eine gute Basis für weitere Berechnungen.

Eine Liste von Haushaltsgroßgeräten für Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen und deren Energieverbrauch ist durch das Bremer Energie Institut von der Universität Bremen erstellt worden [Kleinhempel, 2004]. Die Liste zeigt das folgende Geräte relativ viel Energie verbrauchen (geordnet nach Bereichen):

- Küche: Kippbratpfanne, Salamander, Brat-/Grillplatte, Fritteuse, Nudelkocher.
- Lüftung: Umluft Hauben, Ablufthauben.
- Spülbereich: Korbspülmaschinen, Bandspülmaschinen.
- Ausgabe: Bain-Marie (Wasserbad)

Einen detaillierten Überblick zu Großküchengeräten liefert der Angang 2. Rot markierte Großküchengeräte sind nach Kleinhempel als relativ energieineffizient eingestuft.

Das stimmt zum Teil überein mit den Großküchengeräten die eine hohe Nennleistung aufweisen. Absteigend sind das: Bandspülautomat, Kombidämpfer, Druckkochkessel, Kippkochkessel, Kippbratpfanne, und Fritteuse.

Zusätzlich sind die Bereiche Kühlung und Lüftung oft Großverbraucher obwohl die Nennleistung für die Geräte dieser Bereiche relativ niedrig ist. Der Grund dafür liegt in dem Umstand, dass diese Geräte oft in Dauerbetrieb laufen und somit zu Großverbrauchern werden.

Es wird für die Messung für jeden Bereich der vermutliche größte elektrische Großverbraucher selektiert und der Leistungsverlauf erfasst. Mit diesen Daten soll ein Überblick bezüglich der Stromverbräuche der einzelnen Bereiche geschaffen werden. Zusätzlich wird der gesamte Stromverbrauch erfasst damit der gesamte Elektrizitätsverbrauch der Großküche bekannt ist.

Darüber hinaus ist es wichtig in den verschiedenen Großküchen den Elektrizitätsverbrauch bestimmter ähnlicher Geräte zu messen damit ein Vergleich hergestellt werden kann. In Abbildung 1-1 ist eine Großküche als System schematisch wiedergegeben; das System umfasst acht Prozesse. Für jeden Prozess sind Beispiele für elektrische Großverbraucher aufgelistet. Basierend auf Erfahrungswerten sind für die Bereiche Kochen, Kühlen, Spülung und Lüftung auf jeden Fall Messungen durchzuführen.

1.1.1.1.4 Gemessene Größen:

Bei den Messungen geht es darum den Elektrizitätsverbrauch zu erfassen. Anstatt nur den Energieverbrauch in kWh zu messen wie bei einem Energiezähler liefert die zeitliche Aufzeichnung der Leistung (bzw. Wirkleistung) Daten aufgrund denen der Elektrizitätsverbrauch sowie die Leistungskurve ermittelt werden können. Eine Leistungskurve stellt den unterschiedlich hohen Verbrauch eines Großküchengeräts während des Gebrauchs dar; meist

wird kurz nach dem Einschalten des Geräts eine Leistungsspitze erreicht, mit Fortdauer des Betriebes flacht die Leistungskurve ab.

In Großküchen wird häufig 3-Phasenwechselstrom (bzw. Drehstrom) verwendet. Die Leistung soll über alle drei Phasen gemessen werden, wobei bei Drehstrom drei unterschiedliche Leistungswerte auftreten: die Wirkleistung (P in W), die Scheinleistung (S in VA) und die Blindleistung (Q in VAR). Für Messungen ist allerdings nur die Wirkleistung von Interesse.

Das zu bestimmende Zeitintervall über das die Leistung aufgezeichnet werden soll hängt einerseits von den technischen Möglichkeiten des Messgeräts ab und andererseits von dem Umstand, welche Werte ein brauchbares Ergebnis liefern. Ein zu fein gewähltes Zeitintervall (etwa eine Aufzeichnung pro Sekunde) liefert einen Überfluss an Daten und ist somit für diese Anwendung ungeeignet. Ein zu großes Zeitintervall (etwa eine Aufzeichnung pro Stunde) reicht nicht aus um Spitzenleistungen zu erfassen.

Das Messgerät PCE-UT 232 besitzt zum Beispiel eine Kapazität die maximal 99 Messwerte registrieren kann. Mit einer Messdauer von 8 Stunden kann somit alle 5 Minuten die Leistung aufgezeichnet werden. Wenn man den Verbrauch über 24 Stunden misst müssen die Messintervalle natürlich entsprechend angepasst werden. Hier wäre es eine Überlegung wert entweder ein anderes Gerät anzuschaffen oder jemanden damit zu betrauen die Daten alle 8 Stunden auszulesen.

Die Originaldaten werden in einfacher tabellarischer Form erfasst. Diese Daten beinhalten mindestens die Zeitangabe, die entsprechende Leistung, eine Bezeichnung des gemessenen Geräts (Bezeichnung, Hersteller, Typ, Nennleistung) und die Metadaten über die Messung selber (Name der Personen die die Messung verrichtet haben, Ort, Datum, Zeit)

1.1.1.1.5 Verwendetes Messgerät

Es sind verschiedene 3-Phasenwechselstrom Messgeräte auf dem Markt verfügbar. Bei der Wahl der Messgeräte sind folgende Aspekte zu beachten: der Messbereich, die Anschlussweise, der Datenlogger und die Art und Weise der Datenübertragung sowie der Preis. In der unterstehenden Abbildung 1-4 zeigt eine Gegenüberstellung von zwei der Möglichen Geräte Optionen.

Tabelle 1 sind einige auf dem Markt verfügbare 3-Phasenwechselstrom Messgeräte anhand der oben angeführten Kriterien gegenübergestellt. Die Auflistung der Leistungsmessgeräte erfolgte nach aufsteigendem Preis. Abbildung 1-4 zeigt eine Gegenüberstellung von zwei der Möglichen Geräte Optionen.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der auf dem Markt verfügbaren 3-Phasenwechselstrom Messgeräten

Messgerät	Bezeichnung	Hersteller	Messbereich	Anschlussweise	Datenlogger	Preis (€)
PCE-UT 232	Leistungsmessgerät	PCE Group	✓		✗	349,-
PX 120	Wattmeter	Metrix	✗	✓	✓	412,-
PCE 360 (TES3600)	Leistungsmessgerät	PCE Group	✓	✓	✓	1250,-
PCE 380	Netzanalysator	PCE Group	✓	✓	✓	1800,-
C.A. 8332B C.A. 8334B	Netzanalysator	Chauvin Arnoux	✓	✓	✓	1990,- 2950,-
Mavowatt 30, 40, 70	Netzanalysator	Gossen Metrawatt	✓		✓	k.a.
Multilog	Netzanalysator	KBR	✓	✓	✓	k.a.

1.1.1.1.6 Wer verrichtet die Messung

Eine Messung kann nur von einem professionellen Elektriker durchgeführt werden. Größere Einrichtungen beschäftigen oft einen Elektriker. Dieser kennt das hauseigene elektrische System sehr gut und ist für das Funktionieren der elektrischen Installationen verantwortlich. Um einen reibungslosen Ablauf der anstehenden Messungen zu gewährleisten wäre es daher gut wenn der Hauselektriker das Messgerät im Sicherungskasten anschließt um die Messungen durchzuführen. Die Aufgabe für den Elektriker sind das An- und Abschließen des Messgeräts, die Ablesung der gemessenen Werte und deren entsprechende Bewertung kann von einem Mitarbeiter der Küche oder externen Beauftragten durchgeführt werden.



Abbildung 1-4 Links das PCE 360 (TES3600) um 1250€, rechts das PCE-UT 232 um 349€
 PCE 360 (TES3600) PCE-UT 232

1.2 Berechnungen für die Energieverbrauchsanalyse

1.2.1 Gesamt Energieverbrauch

In dem Fragebogen ‚Energieverbrauch‘ werden die Energieverbrauchsdaten pro Energieträger erfasst. Um den gesamten Energieverbrauch zu ermitteln ist eine Umrechnung in eine gemeinsame Einheit notwendig um Vergleiche anzustellen Kilowattstunden (kWh) bieten sich an. Für primäre Energieträger wie Öl und Gas kann mit dem Heizwert der abgegebenen Energie der Energieverbrauch in kWh berechnet werden. Für abgeleitete Energieträger wie Elektrizität und Fernwärme kann, abhängig von der Einheit, ein bestimmter Umrechnungsfaktor verwendet werden. Zum Beispiel: Elektrizität wird meistens ausgedrückt in kWh oder MWh. Nachdem der Verbrauch jeder Energieträger in kWh umgerechnet ist, ist eine einfache Summierung möglich um den gesamten Energieverbrauch zu ermitteln.

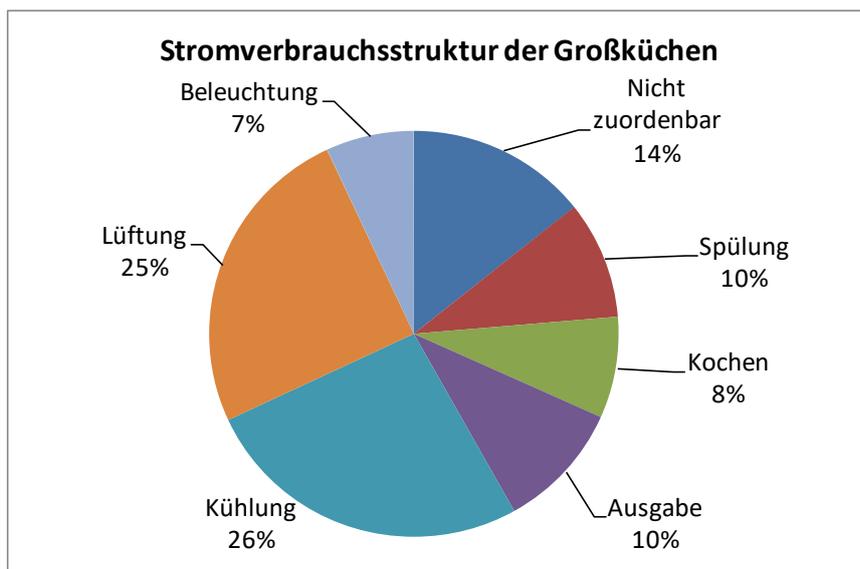


Abbildung 1-5: Durchschnittlicher Stromverbrauch, ermittelt von sechs österreichischer Großküchen

Wie für den Energieverbrauch, ist es schwierig eine allgemeinen Richtlinie für ein Stromverbrauchstruktur einer Großküchen zu finden/formulieren wegen der Vielfalt der Variablen. Deswegen folgen nur einige Praxis Beispielen.

1.2.2 Energieverbrauch pro Mahlzeit

Eindeutige Daten über Energieverbrauch von Großküchen gibt es nicht infolge der großen Vielfalt der eingesetzten Küchengeräte, der unterschiedlichen Bestückung der einzelnen

Großküchen, Kochsystemen, Handlungsweisen des Personals, Gewohnheiten, etc. Absolute Energieverbrauchswerte sind deshalb, wenn erhältlich, nicht direkt miteinander vergleichbar. Um trotzdem eine Einsicht in den Energie-Verbrauch und –Effizienz der Großküchen zu schaffen wird in die Literatur die Energieeffizienz angedeutet durch Energieverbrauch pro Mahlzeit. Zum Beispiel: Kleinhempel {2004} führt ein Richtlinie für Großküchen ‚Energieverbrauch pro Mahlzeit‘ aus Rohatsch¹ an von 0,7 bis 0,8 kWh je Mahlzeit. Eine vorangegangene Untersuchung, finanziert von der EU, nach dem Energieeffizienz von Großküchen suggeriert die folgende Formel um ein „ziemlich gute statistische Indikator“ für Energieeffizienz zu ermitteln:

$$\text{Energieverbrauchsbenchmarkvalue} = 105 \times NR^{-0,63}$$

Formel 1-1: Gesamtes Energieverbrauch Benchmark value ² (kWh/Mahlzeit; NR=Anzahl Mahlzeiten produziert pro Tag)

Basiert auf die Benchmark Value und der Rohatsch Richtwert kann der Energieverbrauch und -effizienz Beispielsweise ermittelt werden (siehe Tabelle 1-2).

Tabelle 1-2: Energieverbrauch in Großküchen nach Rohatsch Richtwert und Benchmark Value.

Anzahl Mahlzeiten pro Tag*	100	500	1000	1500	2000
Benchmark Value (kWh/Mahlzeit)	5,77	2,09	1,35	1,05	0,87
Energieverbrauch pro Jahr (kWh)**	210612	382033	493722	573635	638063
Energieverbrauch pro Jahr (kWh)***	27375	136875	273750	410625	547500

* Annahme: 365 Produktionstage

** Energieverbrauch nach Benchmark Value

*** Energieverbrauch nach Rohatsch Richtwert

Es muss natürlich klar sein das keiner dieser Richtwerte die Praxis perfekt widerspiegeln kann. Die nachfolgende Grafik wiedergibt insgesamt sechs Praxis Beispielen aus der Slowakei², Deutschland³, der Schweiz⁴, und die Niederlande⁵ (siehe Abbildung 1-6 und Anhang 3). Das Diagramm zeigt eine strukturelle Unterschätzung der Energieverbrauchs von 19,5% – 38% für die Benchmark Value und 34% - 78% für die Rohatsch Richtwert.

¹ Rohatsch, M., Lemme, F., Neumann, P., Wagner, F., 2002. *Großküchen Planung – Entwurf - Einrichtungen*. Verlag Bauwesen. Berlin.

² Quelle: Energy Concept Advisor. EU funded projekt.

³ Quelle: www.vvph.de/Grosskueche.120.0.html

⁴ Quelle: Horbaty, R., Renggli, U., 1992. Energieverbrauch in gewerbliche Küchen. Ravel, Bundesamt für Konjunkturfragen.

⁵ Quelle: SenterNovem, 2005. *Energie Innovatie Scan UMC Radboud - Kansen voor de Keuken*.

Die Daten aus diesem Projekt (bzw. DE, CH u. NL) waren nicht ausreichend um diese Formel/Richtwert ausreichend zu testen.

Interessant ist das die Energieeffizienz durch das Größenverhältnis der Großküchen beeinflusst zu sein scheint, bzw. je höher das Anzahl Mahlzeiten pro Tag, desto höher die Energieeffizienz.

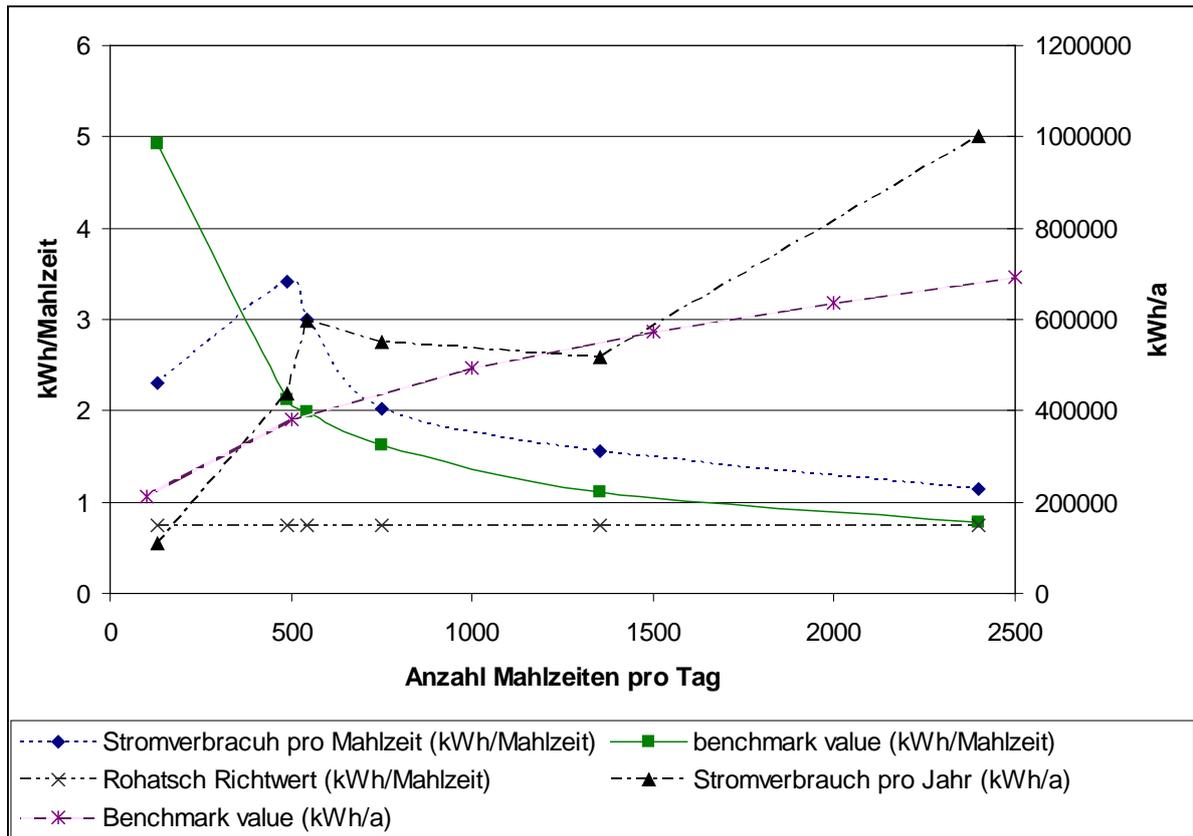


Abbildung 1-6: Stromverbrauch, Stromverbrauch pro Mahlzeit und Benchmark Value von sechs Praxis Beispielen

1.2.2.1 Energieverbrauchswert

Wenn der genaue Energieverbrauch pro Großküchengerät nicht verfügbar ist und es nicht möglich ist Messungen vorzunehmen ist es notwendig eine Einschätzung zu machen damit ein Bild von der Energieeffizienz des Gerätes geschaffen werden kann. Die dafür angewendete Methode soll idealerweise den Energieverbrauch in Zusammenhang mit der Verwendung widerspiegeln, bzw. den tatsächlichen Energieverbrauch. Eine mögliche Energieverbrauchsbewertungsmethode wenn keine Messungen durchgeführt werden können ist ein durchschnittliche Energieverbrauchswert (kWh/d) der die Nennleistung (kW), die Betriebszeit (h/tag), und der Wirkungsgrad (%) umfasst (siehe Formel 1-2).

$$(\text{Durchschnitt})\text{Energieverbrauchswert} = \frac{\text{Nennleistung} \times \text{Betriebszeit}}{24} \times \text{Wirkungsgrad}$$

Formel 1-2: Energieverbrauchswert

Vorteil dieser Methode ist das die notwendige Variablen relativ einfach zu erhalten sind, z.B. durch die Fragebögen. Nachteil ist die unbekannte Abweichung des tatsächlichen Energieverbrauchs durch die Abkopplung von Verwendung. In diesem Zusammenhang bemerkt Kleinhempel das nur durch die exakten Messungen des Energieverbrauchs die Energieeffizienz bestimmt werden kann. Der Unvorhersehbarkeit des Energieverbrauchswerts relativ zu dem tatsächliche Energieverbrauch wird in Abbildung 1-6 ersichtlich, wo Messdaten von fünf Großküchengeräten {Perincioli, 1992 #2620} dem rechnerisch ermittelte Energieverbrauchswert gegenübergestellt sind.

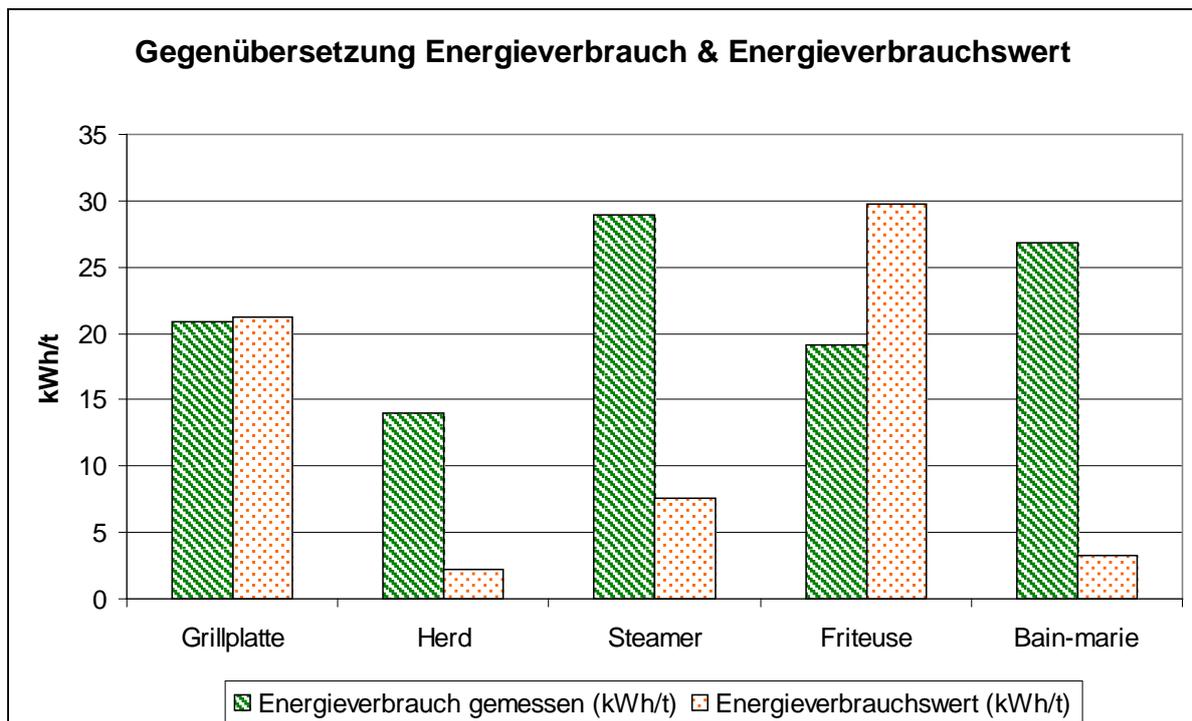


Abbildung 1-7: Gegenübersetzung gemessen Energieverbrauch und Energieverbrauchswert

Abbildung 1-7 zeigt die Abweichung zwischen dem Energieverbrauch und die Energieverbrauchswert; in vier der fünf Beispiele ist die Abweichung mit 55-85% sehr groß.

- Eine maximale kW wert ist für jedes Gerät gegeben.
 - Der maximale kW Wert wird mit der Nennleistung angedeutet. Ein Vergleich zwischen Hersteller Daten und den Messdaten einer Probeküche zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen Nennwert und gemessenen maximalen kW (siehe Tabelle 1-3).
 - Bandspülmaschinen sind auch hier ein Sonderfall, weil Bandspülmaschinen aus verschiedenen Modulen zusammengestellt werden können um die spezifischen Bedürfnisse von Großküchen möglichst gut abdecken zu können.
- Größtenteils ist für jedes Gerät eine Betriebszeit aufgezeichnet.
- Mit Ausnahme von dem Spülbereich ist für jeden Bereich (bzw. Küche, Ausgabe, Spülung) ein gesamter Dauerbetrieb in kW gegeben. Für jeden Spülgerät ist separat ein Dauerbetrieb gegeben.

Tabelle 1-3: Vergleich der Küchen Daten (max. kW) und Hersteller Daten (Anschlusswert)

Gerät	Küchen Daten (max. kW)	Hersteller Daten (Anschlusswert (kW))
Kombidämpfer Rational CPC202	63	62
Kombidämpfer Rational CPC201	37,3	37
Kombidämpfer Rational CPC61	10	10
Kippbratpfanne Therma FET100E	15,2	18,2/15,2
Kühlschrank Angelo Po	0,5	0,5

1.2.3 Beispiel Vergleich der Gesamteinspeisung der Großküchengeräte mit Kippbratpfanne und Geschirrspülmaschine

Tabelle 1-4: Gemessene Großküchengeräte und Bereiche der Schülerwohnheimküche

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

Zwei Geräte werden von der Einspeisung der Großküchengeräte (bzw. Elektroverteiler in der Küche) gemessen: die Kippbratpfanne und die Geschirrspülmaschine. In Abbildung 1-7 werden die Lastkurven der jeweiligen Geräte mit der Gesamteinspeisung verglichen. Die zwei Geräte machen zusammen 8 % des Tagesverbrauchs der Großküchengeräte aus, die Kippbratpfanne verbraucht ca. 6 % und die Geschirrspülmaschine etwa 2 %. Der Stromverbrauch wird anhand der Nennleistung und der Betriebszeiten der jeweiligen Großküchengeräte und Erfahrungen in die Bereiche zugeordnet.

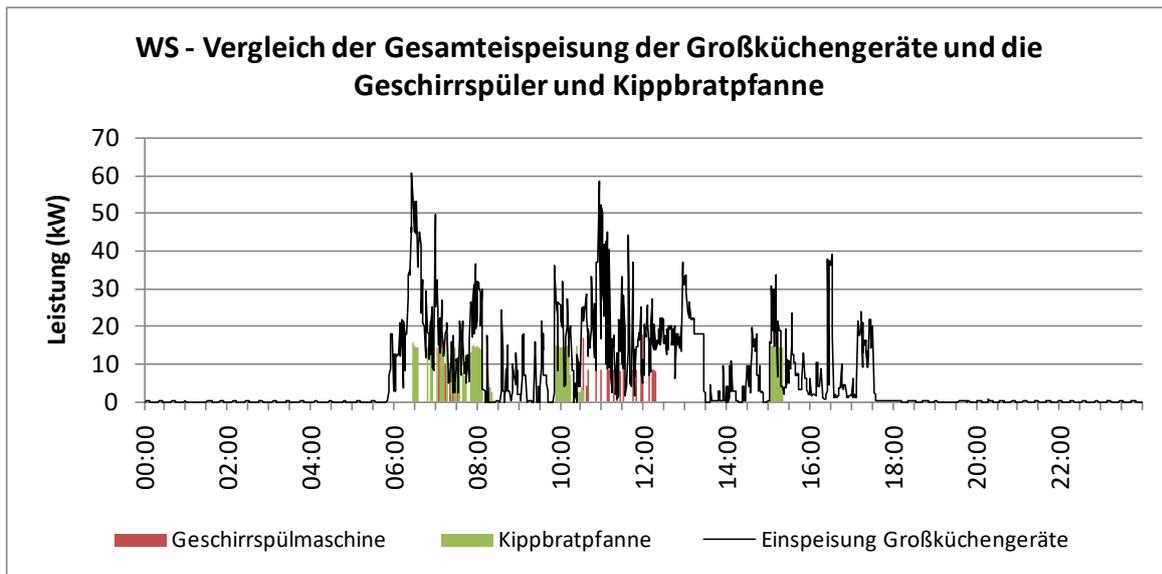


Abbildung 1-8 Vergleich der Gesamteinspeisung der Großküchengeräte der Schülerwohnheimküche und die Kippbratpfanne und Geschirrspülmaschine

1.2.4 Genauigkeit der Energieverbrauchsrechnungen und Faktoren

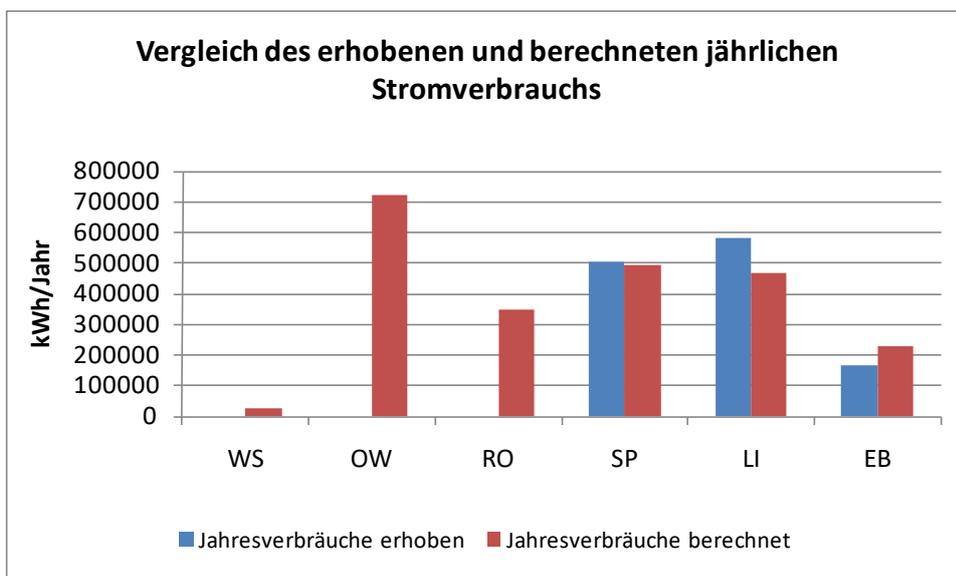


Abbildung 1-9 Vergleich der erhobenen und berechneten jährlichen Stromwerte

Für drei der sechs Großküchen konnte der gesamte jährliche Stromverbrauch nicht erfasst werden, daher wird er mittels der gleichen Methode geschätzt. Die für alle 3 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. Siehe Abbildung 1-9.

Zur Schätzung ist der Faktor Formel 1-3 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 1-3 Faktor für den tatsächlichen Stromverbrauch

Der gesamte jährliche Stromverbrauch wird den Kategorien zugeordnet, um die energiemäßig wichtigen Bereiche zu identifizieren. Die Berechnung der Stromverbräuche in einer Kategorie basiert auf den Stromverbrauchsmessungen bzw. auf Gerätedaten. Zusätzlich wird der gesamte Stromverbrauch grafisch dem Stromverbrauch der Großküchengeräte gegenübergestellt. In der Abbildung wird ersichtlich, (siehe Abbildung 1-10, Abbildung 1-11) inwiefern die Summe der gemessenen Großküchengeräte der Gesamteinspeisung Nahe kommt und stellt damit ein Maß der Genauigkeit für die Schätzung der Stromverbrauchsstruktur dar. In der Abbildung 1-10 entspricht die Lastkurve der Großküchengeräte jenen der Gesamteinspeisung sehr gut. Das bedeutet, dass die wichtigen Stromverbraucher identifiziert wurden und die Stromverbrauchsstruktur mit hoher Genauigkeit dargestellt werden. Ein Grund für die hohe Genauigkeit ist der Einsatz von Dampf in dieser Küche für Koch- und Spülprozesse. Aus diesem Grund wird eine geringere Variabilität im Stromverbrauch gemessen.

In der Küche die in Abbildung 1-11 dargestellt wird wird für Küchenprozesse Strom verwendet. Die Abbildung zeigt, dass die Messungen den gesamten Stromverbrauch weniger gut erklären können, da mehr Großküchengeräte für die Küchenprozesse verwendet werden, und es nicht möglich war für jedes Gerät Messungen vorzunehmen. Es wurde jeweils nur eines von mehreren Geräten des gleichen Typs gemessen.

In diesem Fall ist die Abweichung zum Teil anhand der verwendeten Methode zu erklären, das kann jedoch bei der Hochrechnung auf den Jahresverbrauch berücksichtigt werden. In Abbildung 1-12 sind beispielsweise die oben genannten Großküchengeräte hinzugerechnet (und in der Farbe Grün dargestellt).

Grundsätzlich verursachen die Großküchengeräte zwischen 70 und 80 % des Tagesstromverbrauchs und bieten damit eine gute Ausgangsbasis für die Berechnung des Jahresstromverbrauchs.

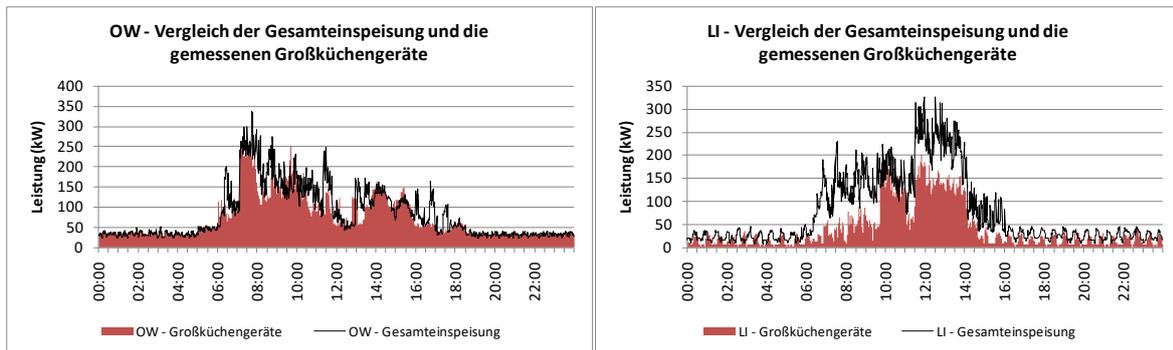


Abbildung 1-10 Vergleich der Gesamteinpeisung mit den Großküchengeräten einer Krankenhausküche (links)

Abbildung 1-11 Vergleich der Gesamteinpeisung mit den Großküchengeräten einer Krankenhausküche (rechts)

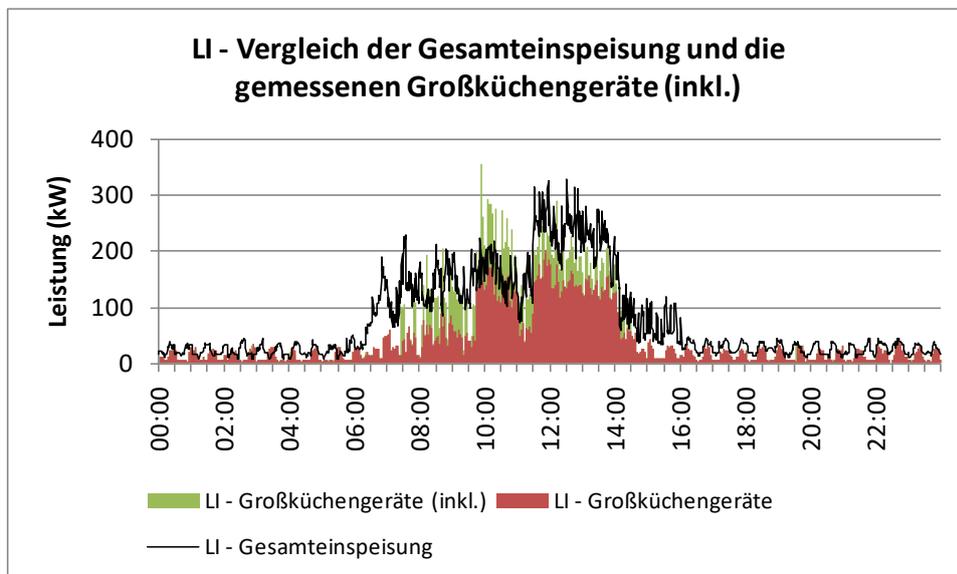


Abbildung 1-12 Vergleich der Gesamteinpeisung mit den Großküchengeräten der LI-Küche, inklusive der wichtigsten, jedoch nicht gemessenen Geräte der gleichen Type

$$\text{Faktor} = \frac{\text{gemessener Energieverbrauch}}{\text{gemessene Betriebszeit} \times \text{Nennleistung}}$$

Formel 1-4 Der Faktor stellt ein Maß des Verhältnisses zwischen maximalem und tatsächlichem Energieverbrauch dar

Bei der Berechnung des Jahres-Stromverbrauchs können auch die nicht gemessenen Großküchengeräte berücksichtigt werden. Die Schätzungen werden anhand des maximalen Stromverbrauchs (Nennleistung x Betriebszeit) und den aus den Messungen ermittelten Faktoren berechnet. Der Faktor (siehe Formel 1-4) stellt eine Anpassung der Nennleistung dar,

welche dazu dient, sich dem tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch anzunähern. In **Abbildung 1-13** sind die berechneten Faktoren pro Großküchengerät wiedergegeben - auf der rechten Seite sind die Mittelwerte angegeben. Hier wurden wichtige Faktoren wie Herstellung, Alter, Auslastung und Nutzung aufgrund des damit verbundenen großen Rechercheaufwands nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse sind nicht eindeutig, die Streuung zwischen den berechneten Faktoren ist für manche Gerätetypen groß, für andere liegen die Werte nahe zusammen. Die ermittelten Faktoren zeigen aber grob die Richtung des tatsächlichen Energieverbrauchs, und helfen damit den jährlichen Stromverbrauch genauer zu berechnen.

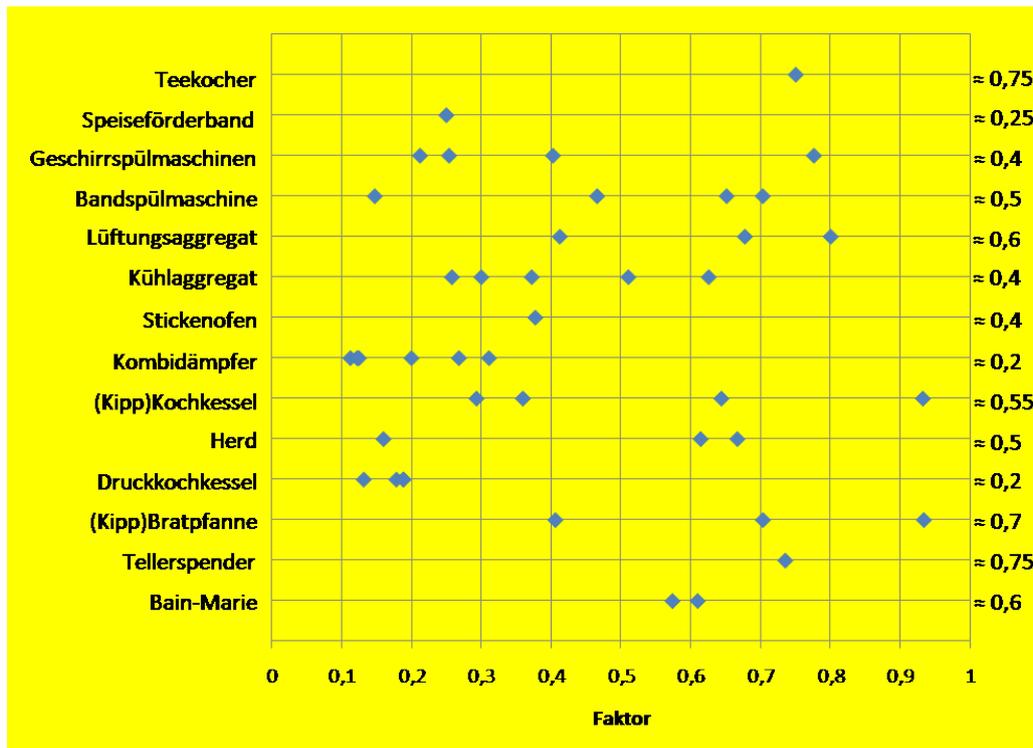


Abbildung 1-13 Faktoren der gemessenen Großküchengeräte

Aus **Abbildung 1-13** ist ersichtlich das 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

(ins Skript)



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



AIAB LIGURIA
ASSOCIAZIONE ITALIANA
PER L'AGRICOLTURA BIOLOGICA

2 Mögliche Optimierungsmaßnahmen

2.1.1 Bedarfsspitzen bei Strom vermeiden

Bei einem Stromtarif mit Leistungsmessung haben die Jahreshöchstleistung oder die Monatshöchstleistung einen erheblichen Anteil an den Stromkosten. In der Abrechnung spricht man hier vom Leistungspreis angegeben in €/kW.

Der Energieversorger misst hier mit einem fernauslesbaren Zähler die 1/4 Mittelwerte und verrechnet den Verbrauch in kWh und die höchste Spitze in kW, je nach Tarif. Es sollten unbedingt unnötige Stromspitzen durch die gleichzeitige Inbetriebnahme von Großverbrauchern wie z.B. Spülmaschine, Heißluftdämpfer und Waschküchengeräte vermieden werden. Dies verringert die Spitzenlast und damit auch die Stromrechnung.

2.1.2 Organisatorische Maßnahmen vornehmen

Der Leistungsbezug kann durch rein organisatorische Maßnahmen reduziert werden. Betriebszeiten für bestimmte Großküchengeräte werden festgelegt und so ein zeitgleiches Einschalten größerer Verbraucher verhindert.

2.1.3 Einsparung ohne Investition

z. B. Abschalten von Geräten in Pausen oder bei Nichtbenutzung.

Arbeitsgruppen aus Mitarbeitern der verschiedensten Abteilungen. Um, Energiefragestellungen und Aktionen betriebsweit zu koordinieren.

Vorschläge zur Energieeinsparung die von Mitarbeitern kommen sollte man Beachtung schenken um zur Bewusstseinsbildung beizutragen und damit die Mitarbeiter ein Verantwortungsgefühl für den Energieverbrauch in ihrem Bereich entwickeln.

2.1.4 Lastganganalyse

Bei leistungspreisabhängigen Stromverträgen ist es sinnvoll, eine Analyse des elektrischen Lastganges erstellen zu lassen, die wiederholt werden sollte, sobald eine signifikante Veränderung der Abnahmestruktur zu vermuten ist (z.B. Veränderungen der Produktion). Es ist anzustreben, Tages-, Wochen- und gegebenenfalls Monatslastgänge in Zeiten üblicher Produktionszyklen zu erfassen. Diese Dienstleistung wird in den meisten Fällen vom Energieversorger unentgeltlich oder zu geringen Kosten angeboten.

Eine Lastganganalyse ermöglicht das Identifizieren kurzfristiger elektrischer Leistungsspitzen nach Größe und Zeitpunkt. Sie verdeutlicht zusätzlich die Stromabnahme außerhalb der Betriebszeiten (Grundlast). Dadurch lassen sich auch elektrische Verbraucher aufspüren, die eigentlich abgeschaltet werden könnten.

Sollte die Ausschreibung in eigener Regie durchgeführt werden, kommen als Anbieter die großen Verbundunternehmen, die meisten Stadtwerke und neue Anbieter in Frage.

2.1.5 Energie-Contracting

Energie-Contracting oder präziser Energieeinspar-Contracting ist eine vertragliche Vereinbarung zur Vorfinanzierung von Energiesparmaßnahmen. Sie wird zwischen einem Energienutzer, z.B. einem Produktionsbetrieb, und einem Energiedienstleister geschlossen. Das Aufgabenspektrum von Energie-Contracting umfasst die Planung und Errichtung von Energieerzeugungs- und -verteilungsanlagen, von Systemen der Mess- und Regeltechnik, Finanzierung und Betrieb der Anlagen sowie die Lieferung und Abrechnung der fertigen Endprodukte (Wärme, Kälte, Strom, Druckluft).

Der Energiedienstleister tätigt die Investitionen, die Einsparungen kommen nach Ende des Vertrages dem Energienutzer zugute.

Energie-Contracting ist besonders dann angebracht, wenn dem Energienutzer das Know-how und die Finanzmittel für lohnende Investitionen fehlen.

2.1.6 Lastmanagement

Ein automatisches Lastmanagement- bzw. Lastabwurfssystem erreicht, dass ein vorgegebener Verbrauch innerhalb einer Messperiode - in der Regel 15 Minuten - genau eingehalten und keinesfalls überschritten wird. Mit Hilfe eines Optimierungsrechners können negative Einflüsse auf den Betriebsablauf verhindert werden. Hierzu werden ständig betriebene Verbrauchseinrichtungen zu Spitzenlastzeiten kurzzeitig ab- und wieder zugeschaltet.

Hierfür müssen Verbrauchseinrichtungen zur Verfügung stehen, deren Gebrauch aus Lastspitzenzeiten in Zeiten mit geringerer Leistungsanspruchnahme verlagert werden können.

Das Lastmanagement hat keine Auswirkung auf den Energieverbrauch, sondern dient ausschließlich der Kostensenkung.

2.1.7 Wärmerückgewinnung

Bei jeder Energieumwandlung (z.B. Strom in Wärme), gibt es Verluste in Form von Abwärme. In dieser Abwärme steckt jedoch ein Potential, das sich zur Energieeinsparung nutzen lässt. Durch intelligente Verknüpfung von Verfahren kann die notwendige Zufuhr an Primärenergie reduziert werden.

Wärmerückgewinnung ist in vielen Bereichen möglich, z.B. bei der Kälteerzeugung und bei Lüftungsanlagen.

2.1.8 Kraft-Wärme Kopplung

Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung beruht auf der gleichzeitigen Erzeugung und Nutzung von Strom und Wärme. Bei dieser Technologie wird der eingesetzte Brennstoff effektiver ausgenutzt wie bei einer getrennten Erzeugung. Dies fällt zwar in den Aufgabenbereich der Haustechnik doch kann auch die Großküche davon profitieren.

2.2 Sonderfall Bandspülmaschine

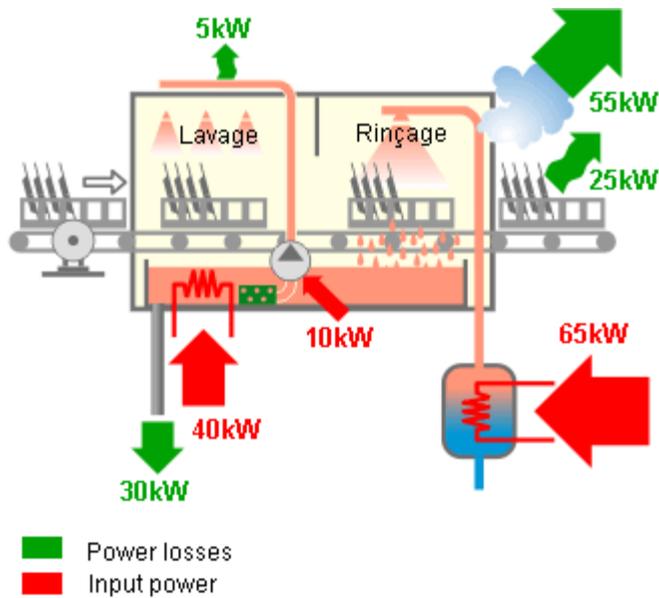


Abbildung 2-1 Potentiale für Energieeinsparungen und Rückgewinnung in Bandspülmaschinen, Beispiel 1 [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002].

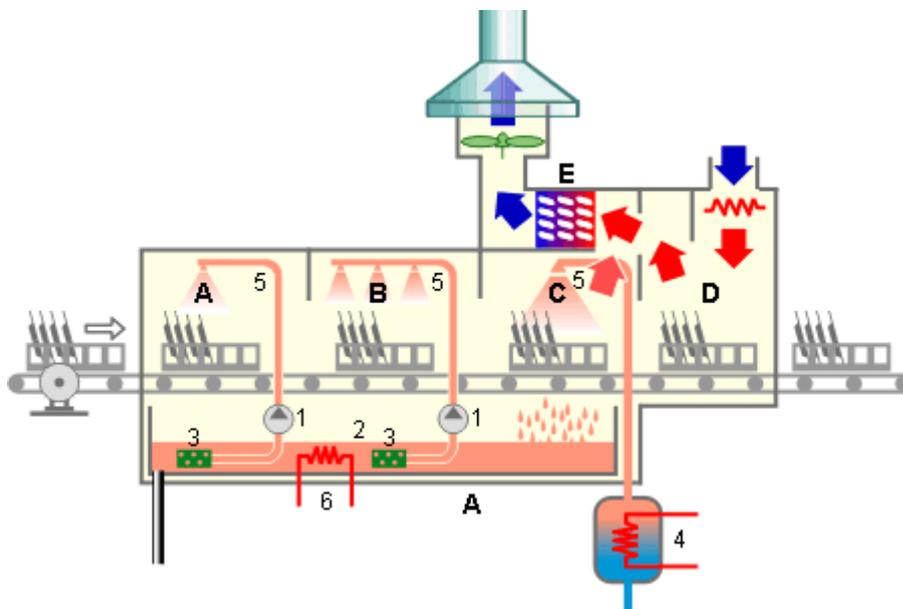


Abbildung 2-2 Potentiale für Energieeinsparungen und Rückgewinnung in Bandspülmaschinen, Beispiel 2 [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002].

2.3 Vergleich der Großküchen im Bezug auf ihre Energieeffizienz durch Benchmark Werte

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 2-1) [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]. Die Bezeichnung „NR“ gibt die Anzahl der produzierten Mahlzeiten pro Tag an.

Formel 2-1: Benchmarkwert Energieverbrauch pro Mahlzeit

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

Die Abbildung 2-3, zeigt, dass der Benchmarkwert des Energieverbrauchs pro Mahlzeit den 60 untersuchten Großküchen aus fünf EU Ländern gut entspricht, die Abweichungen sind vertretbar. Die Schlussfolgerung die gezogen werden muss ist, dass ein Vergleich bezüglich Energieverbrauch pro Mahlzeit zwischen den verschiedenen Großküchen keine ausreichenden Informationen umfasst, um die Energieeffizienz und Bereiche mit realisierbaren Einsparungspotenzialen identifizieren und darzustellen zu können.

Die Großküchen unterscheiden sich zwischen den einzelnen Ebenen signifikant voneinander, wenn die verschiedenen Kategorien betrachtet werden. Auf der Kategorien - Ebene können die Prozesse detaillierter beschrieben werden, das wiederum macht die Unterschiede zwischen den Großküchen sichtbar und ermöglicht die adäquate Interpretation der Ergebnisse. Im folgenden Kapitel (Kapitel 2.4) werden die Energiekennzahlen pro Kategorie kurz beschrieben, um die im Verhältnis wichtigen Bereiche zu identifizieren

2.4 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 2-4 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 2-5 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 Abbildung 2-6 bis Abbildung 2-13). In diesen Abbildungen wird der Energieverbrauch pro Anzahl an Mahlzeiten, Bereich und Großküche von sechs in 2012 untersuchten Großküchen dargestellt.

produziert werden relativ lang in Betrieb ist, was sich wiederum negativ auf die Energiekennzahl auswirkt.

Wie aus Abbildung 2-7 hervorgeht ist die RO-Küche im Bereich Spülung eine Ausnahme, sonst liegt die Energiekennzahl für den Bereich Spülung bei rund 0,2 kWh pro Mahlzeit. Der größte Teil des Energieverbrauchs nimmt die mit Fernwärme betriebene Bandspülmaschine (0,86 kWh/Mahlzeit) und die Wagenwaschanlage (0,42 kWh/Mahlzeit) in Anspruch. Obwohl die Bandspülanlagen in der RO- und OW-Küche von der Energieversorgung her ähnlich sind (beide werden mit Dampf und Strom betrieben), verbraucht der RO Bandspülmaschine deutlich mehr Energie pro Mahlzeit. Dies ist auf die Anzahl an produzierten Mahlzeiten zurückzuführen, die um den Faktor 4 bei der RO-Küche geringer ist. Somit erhöht sich der Energieverbrauch der Spülung pro Mahlzeit. Es würde auch bedeuten, dass in diesem Bereich möglicherweise Einsparungspotenziale zu realisieren sind. Es ist zu überprüfen, ob die Dimensionierung der Bandspülmaschine adäquat ist, ob eventuell eine Wärmerückgewinnung möglich ist oder ob und inwiefern die Wagenwaschanlage effizienter genutzt werden kann.

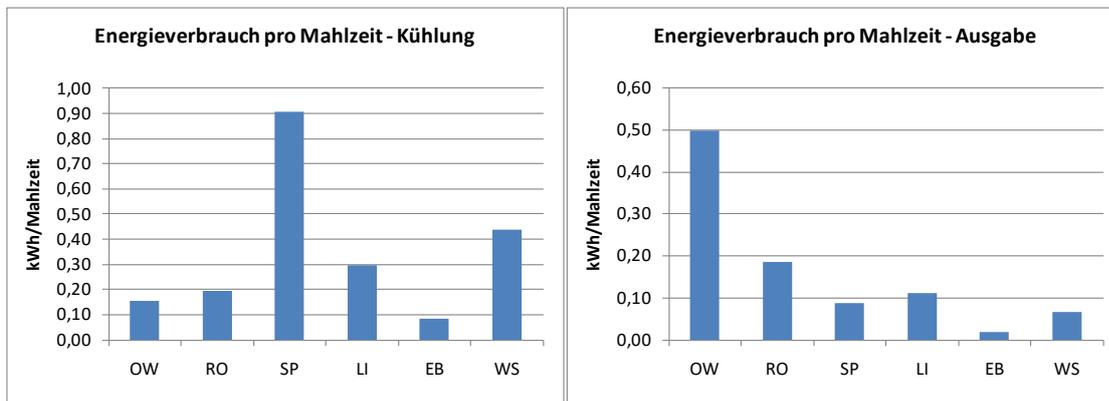


Abbildung 2-8 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Kühlung (links)

Abbildung 2-9 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Ausgabe (rechts)

Abbildung 2-8 zeigt den durchschnittlichen Energieverbrauch pro Mahlzeit für die Kategorie Kühlung - er beträgt etwa 0,35 kWh. Die SP-Küche verbraucht überdurchschnittlich viel Energie für die Kühlung. Das ist teilweise anhand des Energieverbrauchs für die Raumkühlung, die in dieser Kategorie aufsummiert wurde, zu erklären. Das Kühlaggregat der Kühl- und Tiefkühlzelle verbraucht ca. 0,26 kWh pro Mahlzeit, die Raumkühlung verbraucht somit etwa 0,65 kWh pro Mahlzeit. Ein Grund für den hohen Energiebedarf für die Raumkühlung findet sich in der relativ großen Grundfläche der Speisesäle.

Für die RO-, LI-, EB-, und WS-Küchen wurden die Energieverbräuche der Raumkühlung nicht erfasst und stellen daher nur den Energieverbrauch der jeweiligen Kühlaggregate der Kühl- und Tiefkühlzelle dar. Der Energieverbrauch der Kühlung der WS-Küche ist mit etwa 0,44 kWh pro Mahlzeit relativ hoch. Die Leistungskurve der WS-Kühlung (siehe Abbildung 2-8) deutet nicht auf große Kälteverluste hin, die Höhe der ermittelten Energiekennzahl wird

durch die relativ geringe Anzahl an warmen Mahlzeiten, die in der WS-Küche täglich produziert werden, verursacht.

Der Energieverbrauch pro Mahlzeit in der Kategorie Ausgabe ist in Abbildung 2-9 dargestellt. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Mahlzeit liegt bei rund 0,15 kWh, wobei die EB-Küche einen niedrigeren Energieverbrauch hat im Vergleich zu den Küchen von RO und OW, die einen relativ hohen Energieverbrauch aufweisen. In der OW-Küche wird die Energie für die etwa 80 Speisewägen die täglich für die Speiseausgabe eingesetzt werden, verbraucht. Da der gesamte Gebäudekomplex aus einer großen Anzahl an Pavillons besteht, müssen die Speisen über relativ lange Wege transportiert werden.

In der RO-Küche wird Strom für die Ausgabe der Speisen verwendet. Ungefähr die Hälfte des Stromverbrauchs wird durch das Speiseförderband benötigt und erklärt damit den höheren Stromverbrauch im Vergleich zu den anderen. Der im Verhältnis niedrige Stromverbrauch der EB-Küche ist anhand der kleinen Anzahl an Ausgabegeräten zu erklären (12 Stück).

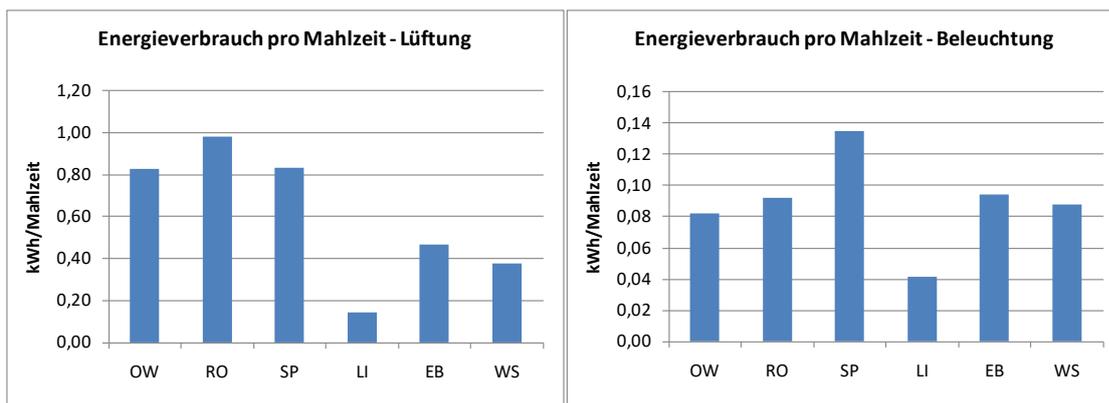


Abbildung 2-10 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Lüftung (links)

Abbildung 2-11 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Beleuchtung (rechts)

Wie aus Abbildung 2-10 ersichtlich liegt in der Kategorie Lüftung liegt der durchschnittliche Energieverbrauch bei rund 0,61 kWh pro Mahlzeit. Es sind große Unterschiede zwischen den Großküchen festzustellen. Die OW-, RO- und SP-Küche zeigen relativ hohe Energieverbräuche. Die Lüftungen der OW- und RO-Küche weisen eine durchgehend hohe Leistungsstufe und Betriebsstunden auf (siehe Abbildung 2-10). Der Energieverbrauch der Lüftung der SP-Küche wurde im Rahmen der Datenerhebungen erfasst und musste nicht gemessen werden. Der Energieverbrauch wurde für das gesamte Gebäude (Küche und Speisesäle) erfasst und ist relativ hoch. Der relativ niedrige Energieverbrauch der Lüftung der LI-Küche lässt sich anhand die erfassten Daten nicht erklären.

Abbildung 2-11 zeigt, dass die Kategorie Beleuchtung mit durchschnittlich ca. 0,09 kWh pro Mahlzeit im Verhältnis zu den anderen Kategorien wenig energieintensiv ist. Die SP-Küche

benötigt mit ca. 0,13 kWh pro Mahlzeit überdurchschnittlich viel Energie für die Beleuchtung. Dies ist auf die relativ großen Speisesäle zurückzuführen.

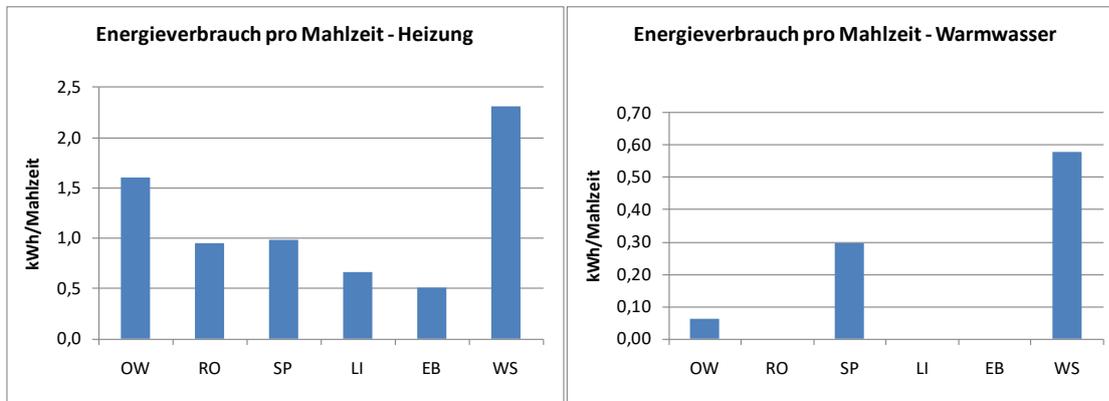


Abbildung 2-12 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Heizung (links)

Abbildung 2-13 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Warmwasser (rechts)

Die Kategorie Heizung stellt einen energieintensiven Bereich in den untersuchten Großküchen dar. Abbildung 2-12 zeigt das die WS-Küche für die Raumheizung ca. 2,32 kWh pro Mahlzeit in der Küche und dem nebenliegenden Speisesaal verbraucht. Dieser Wert liegt um 1,15 kWh pro Mahlzeit über dem durchschnittlichen Energiebedarf der untersuchten Großküchen.

In der Kategorie Warmwasser sind die Daten unvollständig.

2.5 Beispiel Büroküche

Tabelle 2-1 Gemessene Großküchengeräte und Bereiche der Büroküche

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

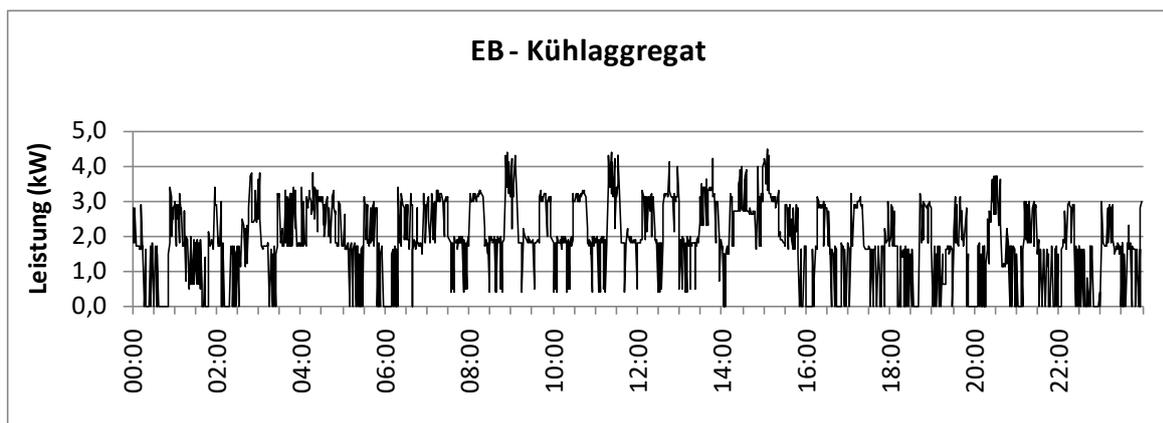


Abbildung 2-14 Leistungskurve des Kühlaggregats

Abbildung 2-14 veranschaulicht die Leistungskurve des Kühlaggregats. In dieser Beispielküche verfügt die Küche nicht über eine eigene Kühlung, so konnte der Verbrauch nicht gemessen werden.

In Abbildung 2-15 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.).

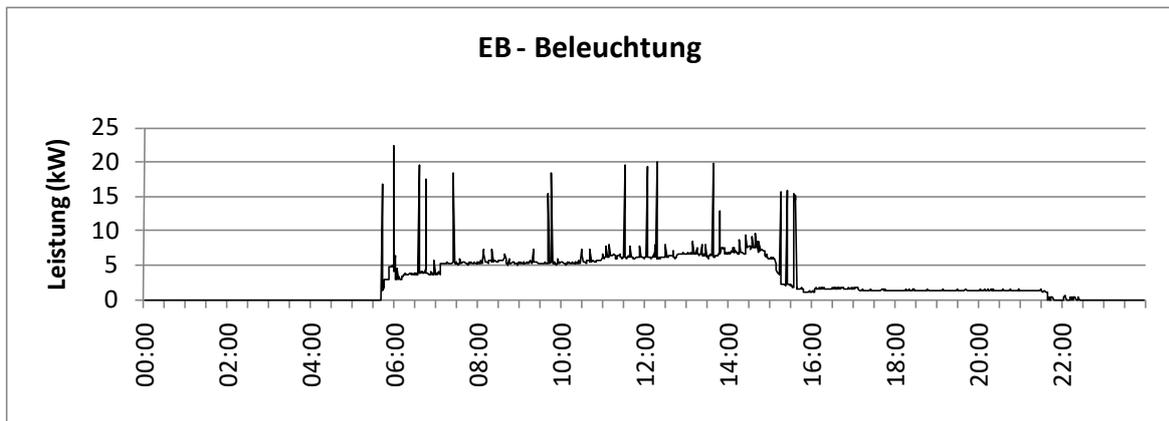


Abbildung 2-15 Leistungskurve der Beleuchtung

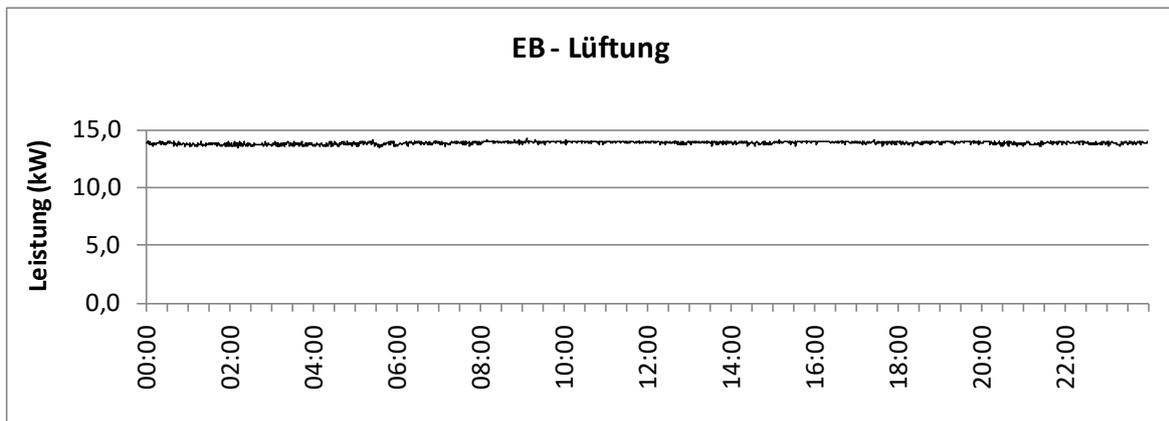


Abbildung 2-16 Leistungskurve der Lüftung

Die Lüftung stellt bezüglich des Energieverbrauchs eine wichtige Kategorie dar. In Abbildung 2-16 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.

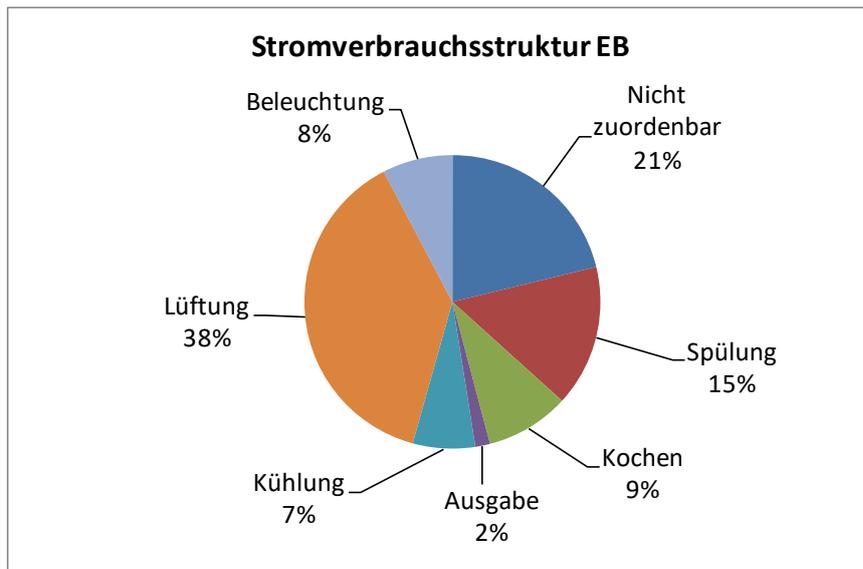


Abbildung 2-17 Stromverbrauchstruktur der Büroküche

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 Best Practice Beispiele:

3.1.1 Küche HLUW Yspertal:

Der autonom geführte Küchenbetrieb hat inklusive Küchenchef acht MitarbeiterInnen und versorgt täglich ca. 300 Personen.

Vor dem Einbau der Wärmerückgewinnungsanlage wurde das zum Teil noch sehr heiße Schmutzwasser der Küche direkt über den Fettabscheider ins Kanalsystem entsorgt.

Nach dem Einbau des Rainotec-Systems wird das Abwasser nun zur Vorwärmung des Frischwassers verwendet, das anschließend den Warmwasserboilern zugeführt wird.

Die Boiler werden im Winter mit Nahwärme und im Sommer mit Strom beheizt.

Die Anlage arbeitet im Gegenstromverfahren. Grobe Schmutzanteile werden durch ein selbstreinigendes Siebsystem direkt in den Kanal entsorgt.

Durch ein elektronisches Steuerungssystem kann nur vorgewärmtes Wasser in die Heißwasserboiler gelangen.

Ergebnisse und Projektdaten:

Energieeinsparung 18.400 kWh/a (von Strom und Nahwärme)

Kosteneinsparung 1.840 EUR/a

Kostenreduktion 5,2 Prozent der Energiekosten

Investition 12.088 EUR

Amortisationszeit 6,5 Jahre

Realisierung 2009

3.1.2 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.

Die zur Raumluftkonditionierung und Schadstoffabfuhr in gewerblichen Küchen eingesetzten raumluftechnischen Anlagen sehr energieintensiv, durch den Transport von Luft der durch die Komprimierung viel Energie benötigt. Durch Optimierung des Bedarfs an Antriebsenergie für den Ventilator kann die Energieeffizienz erhöht werden.

In der Praxis I werden die Lüftungsanlagen nach dem Kochvorgang oft nicht wieder herunter geregelt, sodass die Anlagen bis zum Betriebsende mit voller Leistung arbeiten.

Durch automatisierte Steuerungselemente wird die Zu- und Abluft von Küchenlüftungsanlagen bedarfsabhängig geregelt. Über thermische und optische Sensoren wird erhöhte Wasserdampf oder Wärmeentwicklung registriert.

Ergebnisse und Projektdaten:

Anlagen: 2 Lüftungsanlagen der Fa. Ergo Power GmbH



Investitionskosten: 18.000 Euro
Amortisationszeit: 2 Jahre
Luftvolumenstrom Küchenlüftung: 10.000 m³/h
Leistung Zuluftmotor: 3,7 kW
Leistung Abluftmotor: 6 kW
Luftvolumenstrom Lüftung Spülküche: 4.500 m³/h
Leistung Zuluftmotor: 3 kW
Leistung Abluftmotor: 2,2 kW
Energiebedarf Lüftungsschlitze Strom: 43.000 kWh/a
Energiebedarf Lüftungsschlitze Heizung: 10.000 kWh/a
Strombedarf: 10.000 kWh/a
Wärmebedarf: 4.200 kWh/a



3.2 Vergleich verschiedener Küchenformen

Küchensystem	Frisch- und Mischkostküche (Cook & Serve)	Warmverpflegung (Cook & Hold)	Cook & Chill	Cook & Freeze
Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> - Die Speisenzubereitung erfolgt erst kurz vor dem Verzehr - Anteilige Verarbeitung von frischen unverarbeiteten Lebensmitteln und Convenience-Produkten - Die Speisenausgabe erfolgt vor Ort 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Speisenzubereitung erfolgt am Tag des Verzehrs in einer ortsfernen zentralen Frisch- oder Mischkostküche - Die Speisen werden von der Zentralküche an Kunden ausgeliefert - Auslieferungsformen: Einzelportionen oder Mehrportionsgebände 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Speisenzubereitung erfolgt 3-5 Tage vor dem Verzehr in einer Küche vor Ort oder in einer ortsfernen Zentralküche (Frisch- oder Mischkostküche) - Die zubereiteten Speisen werden direkt nach der Herstellung auf 3 °C heruntergekühlt und bei dieser Temperatur gelagert - Die Speisen werden am Tag des Verzehrs kalt portioniert und am Ort des Verzehrs regeneriert - Auslieferungsformen (falls Zentralküche): Einzelportionen oder Mehrportionsgebände 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Speisenzubereitung erfolgt bis zu neun Monate vor dem Verzehr in einer Küche vor Ort oder in einer ortsfernen Zentralküche (Frisch- oder Mischkostküche) - Die zubereiteten Speisen werden direkt nach der Herstellung auf - 18°C heruntergekühlt und bei dieser Temperatur gelagert - Bei Bedarf werden Speisen vor dem Tiefkühlen vortioniert - Die Speisen werden am Tag des Verzehrs regeneriert - Auslieferungsformen (falls Zentralküche): Einzelportionen oder Mehrportionsgebände



Anhang

Anhang 1: Beispiele von möglichen Fragebogen Parametern und Erläuterungen

	Parameter	Zweck
Fragebogen Energieverbrauch	Daten Energielieferant pro Energieträger	Für nachfrage Energiemix und Energiespezifische Daten
	Gesamtenergieverbrauch pro Energieträger	Referenzwert und Berechnung der Energieeffizienz Kennzahlen
	Energieverbrauch pro Bereich	Energieverbrauchstruktur darstellen und Bestimmen Groß Energieverbraucher
	Kosten	Zur Ermittlung der finanzielle Einsparungsmöglichkeiten
	Betriebsart (bzw. Frischkost, Kochen & Kühlen)	zur Gegenüberstellung der verschiedene Betriebsarten und Bestimmung welche meist Energieeffizient ist
	Anzahl Produktionstage pro Jahr	Für Berechnung Energieeffizienz Kennzahlen
	Durchschnitt der produzierten Mahlzeiten	Für Berechnung Energieeffizienz Kennzahlen
	Gesamt	
	Frühstück	
	Mittagessen	
	Abendessen	
	Kalte Mahlzeiten Mittag	
	Kalte Mahlzeiten Abend	
	Transport	Bestimmen der Einfluss von dem Transport auf der Energieverbrauch und schließlich der CO2 Emissionen
	Innerbetrieblich	
	Anzahl Speisetransportwagen	
	Anzahl der transportierten warmen Mahlzeiten	
	Anzahl der transportierten kalten Mahlzeiten	
	Außerbetrieblich	
	Transportmittel	
Zurückgelegte Kilometer		
Anzahl Speisetransportwagen		
Anzahl der transportierten warmen		



	Mahlzeiten	
	Anzahl der transportierten kalten Mahlzeiten	
Fragebogen Energieverbrauch Großküchengeräte	Gemessener Energieverbrauch pro Gerät	Genau Energieverbrauchstruktur darstellen und Bestimmen Groß Energieverbraucher
	Herstellerdaten pro Großküchengerät	zur Abschätzung der Energieverbrauch pro Großküchengerät
	Hersteller	
	Typ	
	Energieträger (z.B. Elektrizität, Gas, Öl)	
	Stück	
	Nennleistung	
	Betriebszeit	
	Wirkungsgrad	
Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch	Subjektive Indikator (was weist das Küchepersonal und wie verhält sich das zu der tatsächliche Energieverbrauch)	
Energiespezifische Daten	Energiespezifische Daten	Zur Berechnung der CO2 Emissionen
	Nationaler Energieerzeugungsmix / Spezifischer Energieerzeugungsmix	Anteilen von primäre Energieträger bei der Erzeugung von Abgeleitete Energieträger (z.B. Elektrizität, Fernwärme)
	Durchschnittlicher CEF* / Spezifischer CEF	Kohlenstoff Emissionsfaktor zur Berechnung der Menge Kohlenstoff pro Erzeugte Energieeinheit
	Durchschnittliche ϵ / Spezifische ϵ	Anteil der oxidierte Kohlenstoff zur Berechnung der CO2 Emissionen
	Durchschnittlicher H_u / Spezifischer H_u	Zur Umrechnung von Energieeinsatz in gewicht oder Masse nach Abgegebene Energie in Joule
	Durchschnittlicher Wirkungsgrad Umwandlungstechnologie / Spezifischer Wirkungsgrad Umwandlungstechnologie	Zur Bestimmung Effizienz Umwandlungstechnologie
	Durchschnittlicher Umwandlungseinsatz / Spezifischer Umwandlungseinsatz	Zur Bestimmung Effizienz Umwandlungstechnologie und Hochrechnung für die Berechnung der CO2 Emissionen
	Durchschnittlicher Umwandlungsausstoß / Spezifischer Umwandlungsausstoß	Zur Bestimmung Effizienz Umwandlungstechnologie und Hochrechnung für die Berechnung der CO2 Emissionen
	Durchschnittliche Transportverluste / Spezifische Transportverluste	Für die Berechnung der CO2 Emissionen
	Durchschnittsverbrauch des Sektors Energie / Spezifischer Verbrauch des Sektors Energie	Für die Berechnung der CO2 Emissionen

Anhang 2: Typische Großküchengeräte

mit zugehörige Anschlusswert und Energieverbrauchswerte – aus Kleinhempel {2004}

Gerät	Typ	Anschlusswert (kW)		Energieverbrauchswerte (kWh/d)	
Herd	Elektro	5	21	1,05	4,4
Herd	Induktion	10	20	0,8	1,6
Herd	Gas	8,5	37	1,9	8,4
Heißluftdämpfer	Elektro	10	63	1,04	6,6
Heißluftdämpfer	Gas	9	120	1,07	14,3
Kochkessel	Elektro	9	32	1,6	5,7
Kochkessel (Elektro- schnellkochkessel)	Elektro	11	24	1,4	2,9
Kochkessel (Elektrodruck- kochkessel)	Elektro	16	54		
Kochkessel	Gas	21	58	5,25	14,5
Kochkessel (Gasschnell- kochkessel)		10	21	1,6	3,5
Kochkessel (Gasdruck- kochkessel)		21	58		
Schnellkochkessel					
Druckdämpfer					
Kippbratpfanne	Elektro	7,2	16	3	6,6
Kippbratpfanne	Gas	8	20	4	10
Salamander	Elektro	2	4,5		
Mikrowelle	Elektro				
Brat-/Grillplatte	Elektro	3,5	15	2,2	9,4
Brat-/Grillplatte	Gas	4	12	3,3	10
Heißluftofen		2,5	6		
Pizzaofen	Elektro	3,2	24		
Friteuse	Elektro	3,3	26	1,65	13
Friteuse	Gas	5,8	26	3,6	16,3
Eiswürfelbereiter		0,2	1,1		
cutter/Fleischwolf		0,5	2		
Schälmaschinen (für Kar- toffeln & Gemüse)		0,37	3		
Rühr- und Knetmaschinen			0,37		
Aufschnittmaschinen			0,2		
Kaffeemaschinen		2	4		
Universalküchenmaschine		0,55	3,2		
Nudelkocher	Elektro	5,5	7,5		
Nudelkocher	Gas	13	26		
Kühlschrank		0,3	0,4	1,6	4,1
Tiefkühlschrank		0,4	1,6		



Kühlzelle			3,5		
Umlufthauben			0,24		
Ablufthauben			0,5		
Induktionshauben			0,7		
Kondensationshauben			1,1		
Korbspülmaschinen		3,3	21		
Fronttürspülmaschinen					
Durchschubspülmaschinen					
Bandspülmaschinen			150		
Bainmarie	Elektro	2	4,6	0,5	1,15
Bainmarie	Gas		4,7		1,3
Wärmeschrank		0,4	2,2		
Tellerspender		0,9	2		
Getränkekühler					
Salatbuffet		0,2	0,3		
Kühltheke		0,2	1,6		
Transportwärmewagen		2,9	4,3		



Anhang 3: Praxis Beispiele der Energieeffizienz von sechs Großküchen

	Kitchen					
	Altenheim (CH)	Hospital (SK)	Hospital (CH)	Hospital (NL)	Company (SK)	Hospital (DE)
Anzahl Mahlzeiten pro Jahr	47085	127890	197830	273750	331730	876000
Number of cooking days per year	365	261	365	365	245	365
Number of meals per day	129	490	542	750	1354	2400
Tatsächliche Energieverbrauch	109000	437000	597000	551667	517400	1000000
Tatsächliche Energieverbrauch pro Mahlzeit	2,3	3,41	3	2,02	1,56	1,14
Energieverbrauch pro Mahlzeit nach Benchmarkwert	4,91	2,12	1,99	1,62	1,12	0,78
Energieverbrauch nach Benchmarkwert	231420	271145	393606	443869	370727	682591
Energieverbrauch: Faktor Tatsächlich / Benchmarkwert	0,5	1,6	1,5	1,2	1,4	1,5
Energieverbrauch nach Rohatsch Richtwert	35314	95918	148373	205313	248798	657000
Energieverbrauch: Faktor Tatsächlich / Rohatsch Richtwert	3,1	4,6	4,0	2,7	2,1	1,5
Energieverbrauch pro Mahlzeit nach Rohatsch Richtwert	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75



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.

Kleinhempel, A.-K. (2004) Energieeffiziente Haushaltgroßgeräte für Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen. Bremer Energie Institut, Universität Bremen. Bremen, Deutschland.