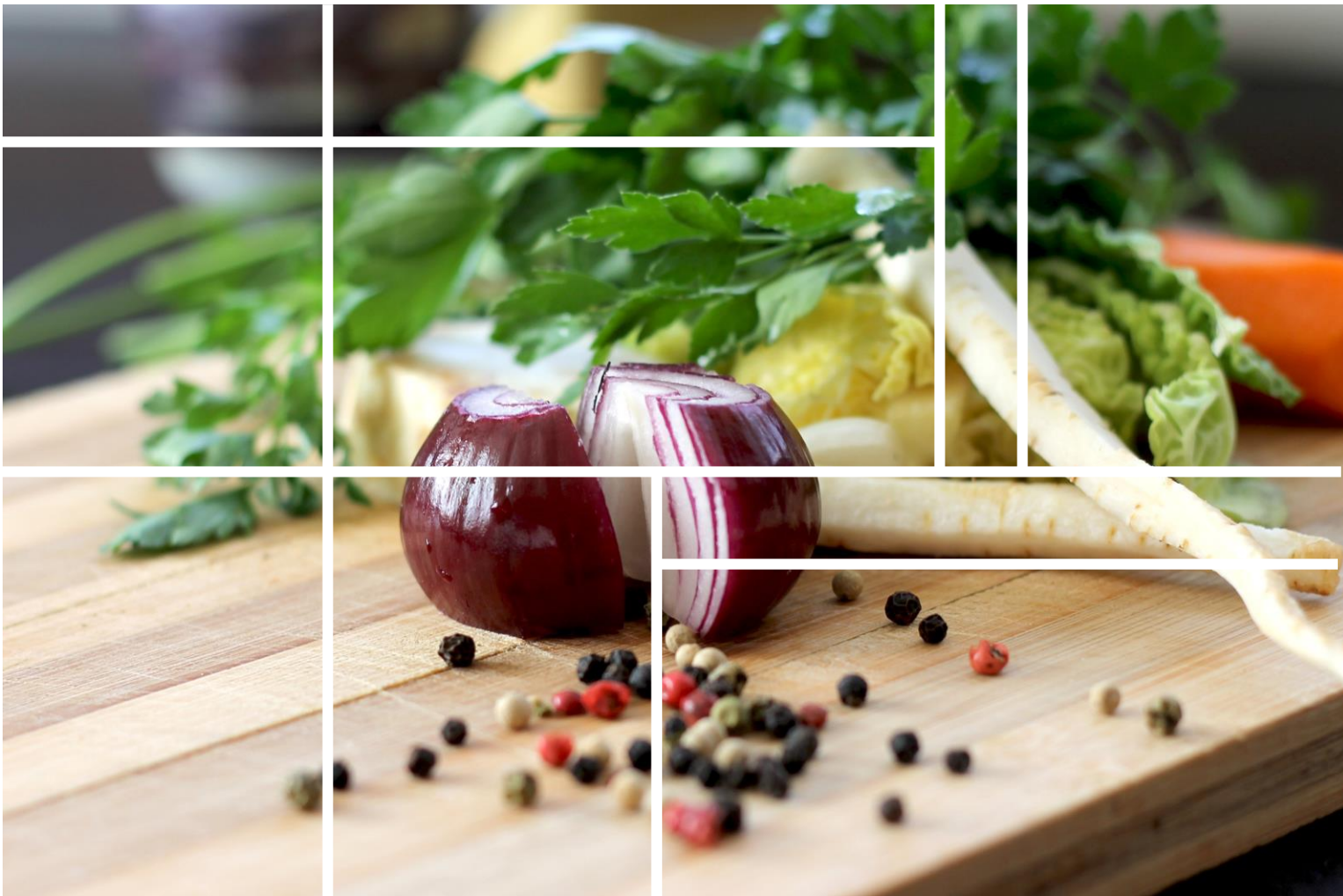




PROJEKT REKUK

Berufliche Weiterbildung für KüchenleiterInnen und KöchInnen von Großküchen im nachhaltigen Lebensmittel- und Küchenmanagement

Modul Energie Skript



Haftungsausschluss:

"Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben."

Vers. 2.0



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



Ressourcen Management Agentur





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



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



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



Inhaltsverzeichnis

LEHRZIEL	7
1 GRUNDLAGEN	9
1.1 Energieformen	9
1.2 Energieverbrauch.....	9
1.3 Definition der Energieträger	10
1.4 Ökostrom	11
1.5 Atomstrom	11
1.6 Energieträger in Österreich	11
1.7 Energieeffizienz	11
1.8 Modul Energie – Relevanz für Großküchen.....	12
1.9 Energierrelevante Prozesse in der Großküche	12
1.10 Einflüsse auf den Energieverbrauch.....	12
1.11 Energieeffizienz	13
2 ERHEBEN DES ENERGIEVERBRAUCHS DURCH ABSCHÄTZUNG UND MESSUNG 15	
2.1 Vorgehensweise für die Erhebung des Energieverbrauches	15
2.2 Energieverbrauch in Großküchen nach Kategorien	16
2.3 Erhebung der Ist-Situation aufzunehmender Parameter.....	18
2.4 Nennleistung in den Großküchen.....	18
2.5 Abschätzung des Energieverbrauches	20
2.6 Bestimmung des Korrekturfaktors aus einer Leistungsmessung	21
2.7 Mögliche Messgeräte und Erhebung der Ist-Situation	22
2.8 Beurteilung der Zuverlässigkeit des abgeschätzten Stromverbrauchs.....	23
2.9 Vergleich der Messung und Abschätzung	23
3 ERGEBNISSE, INTERPRETATION, MAßNAHMEN UND WIRKUNG	25
3.1 Gesamtenergieverbrauch.....	25
3.2 Die energiemäßig wichtigsten Geräte	25
3.3 Leistungsverlauf je Küchengerät	26
3.4 Lastkurve einer Bandspülmaschine.....	26
3.5 Lastkurve eines Kühlaggregats	27



3.6	Lastkurve der Beleuchtung	27
3.7	Kennzahlen aus dem Energieverbrauch	27
3.8	Energieverbrauch pro Speise	28
3.9	CO ₂ -Emissionen von Großküchen	29
3.10	Mögliche Optimierungsmaßnahmen.....	29
3.11	Beispiel Lüftung	30
3.12	Beispiel Kühlung	30
3.13	Beispiel Kochen	30
3.14	Beispiel Wärmebecken	31
3.15	Beispiel Bandspülmaschine	31
3.16	Beispiel Einsparungspotential in einer Küche.....	31
3.17	Zusammenfassung der Maßnahmen.....	32
3.18	Checkliste	32
LITERATURVERZEICHNIS		33



Lehrziel

- Wissen über den Energieverbrauch in der Großküche erlangen
- Wichtigsten Energieverbraucher in der Küche identifizieren können
- Energieverbrauch in jeder Hauptkategorie feststellen können (Hauptkategorien: Heizung/Lüftung/Kühlung, Kochprozess, ...)
- Zeitverlauf des Energieverbrauchs in der Großküche kennen
- Organisation der Arbeitsschritte zwecks Verringerung des Energieverbrauchs anpassen können



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



RRRRMMMMAAAA
Ressourcen Management Agentur



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



AIAB LIGURIA
ASSOCIAZIONE ITALIANA
PER L'AGRICOLTURA BIOLOGICA

1 Grundlagen

Folie 5

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.

Energie: ist ein Maß für die Fähigkeit Arbeit zu verrichten.

Kilowattstunde (kWh): In dieser Einheit werden vor allem Strom-, aber auch Heizwärmekosten abgerechnet und mit Messeinrichtungen erfasst. Das 1000 – fache einer Wattstunde.

1.1 Energieformen

Folie 6

Der Energieversorgung liegen folgende Energieformen zugrunde:

- Kinetische Energie (z.B. fließendes Wasser)
- Potenzielle Energie (z.B. gestautes Wasser)
- Strahlungsenergie (z.B. Sonnenstrahlung)
- Chemische Energie (z.B. Holz, Erdöl)
- Thermische Energie (Verbrennungswärme)
- Elektrische Energie (z.B. Blitz)
- Kernenergie (z.B. Atomkern)

1.2 Energieverbrauch

Folie 7-8

Energieverbrauch ist der Verbrauch von Endenergie, die von den Verbrauchern in Form von aufbereiteten Erdöl-, Erdgas- und Kohleprodukten, wie Kraftstoffe (Benzin, Diesel), Heizöl, Koks, Kohle, sowie als elektrischer Strom oder Fernwärme genutzt wird. Diese Energie wird in Nutzenergie für mechanische Arbeit (Bewegen, Beschleunigen, Bremsen), für Beleuchtung und für Wärme- und Kühlvorgänge umgewandelt.

Endenergie wird aus den in der Natur vorkommenden Rohstoffen (Primärenergie) der Hauptgruppen fossile Brennstoffe, erneuerbare Energien und Atomenergie gewonnen und umgewandelt. Der letzte Umwandlungsschritt in Nutzenergie bei den Verbrauchern ist in hohem Maße von den eingesetzten Geräten, Einrichtungen und Antrieben abhängig. [Wikipedia, 2018a]

1.3 Definition der Energieträger

FOLIE 9-13

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.

Fossile Energieträger

Fossile Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Kohle sind nicht erneuerbare Energieträger. Sie werden zwar im Prinzip an verschiedenen Stellen in der Erde ständig neu gebildet, allerdings sind diese Prozesse extrem langsam und können nicht mit der Abbaugeschwindigkeit mithalten. Alle fossilen Energieträger sind mehr oder weniger kohlenstoffhaltig so dass bei ihrer Verbrennung Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt wird, welches zu den Haupttreibern des Klimawandels zählt.

Erneuerbare Energieträger

Erneuerbare Energieträger wie Solar- und Windenergie, Biomasse und Wasserkraft sind Energieträger/-quellen, die sich ständig erneuern bzw. nachwachsen. Bei einer nachhaltigen Nutzung der nachwachsenden Ressourcen dürfen die Verbrauchsrate die Erneuerungsrate nicht übersteigen.

Auswirkungen des Energieverbrauchs

Mit der Nutzung von Energie sind eine Reihe schädlicher Auswirkungen für die Umwelt verbunden. Werden fossile Energieträger gefördert, kommt es häufig zu massiven Eingriffen in Ökosysteme. Die Nutzung von Energie ist für einen wesentlichen Teil des Treibhauseffektes verantwortlich. Seit der Industrialisierung wurden weltweit verstärkt Treibhausgase freigesetzt. Dadurch wurde ein massiver Eingriff in das weltweite Klimasystem eingeleitet. Die durchschnittlichen Temperaturen auf der Erde werden in den kommenden Jahrzehnten weiter steigen [Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, s.a.].

1.4 Ökostrom

Folie 14

Mit dem Begriff Ökostrom wird üblicherweise elektrische Energie bezeichnet, die aus umweltfreundlichen erneuerbaren Energiequellen stammt und Bestandteil einer nachhaltigen Energieversorgung ist. Dies geschieht in Abgrenzung zu *konventionell erzeugtem Strom* aus Atomenergie und fossilen Energieträgern, wie hauptsächlich Kohle, Erdöl und Erdgas. [Wikipedia, 2018b]

1.5 Atomstrom

Folie 15

Bis zum Jahr 2000 war Österreich Stromexporteur. Im letzten Jahrzehnt ist der Stromimport nach Österreich jedoch kontinuierlich angestiegen und liegt mittlerweile bei 16,5%. Mit dem Anstieg der Stromimporte nach Österreich hat sich auch der Atomstrom in Österreichs Stromnetzen enorm erhöht. Wenn Österreich aus den Nachbarländern viel Strom importiert, unterstützt das indirekt den Bau von Atomkraftwerken in diesen Ländern, weil sich damit eine gute Absatzperspektive für den Atomstrom ergibt. [IG-Windkraft, 2017]

1.6 Energieträger in Österreich

Folie 16

Der Großteil der in Österreich verbrauchten Energie wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen. Im Jahr 2011 deckten Erdöl (36 %), Erdgas (23%) und Kohle (10 %) gemeinsam mehr als 2/3 des Bruttoenergieverbrauchs. Der übrige Energieverbrauch wird zu 7% aus Holz und brennbaren Abfällen, zu 12% aus biogenen Brenn- und Treibstoffen, zu 9% aus Wasserkraft und zu 3,6% aus anderen erneuerbaren Energieträgern und Importüberschüssen aus elektrischer Energie gedeckt. Österreich kann 36% seines gesamten Energieverbrauchs selber erzeugen. Der Rest wird aus dem Ausland importiert. [Wikipedia, 2018c]

1.7 Energieeffizienz

Folie 17

Die Energieeffizienz ist ein Maß für den Verbrauch von Energie zur Erreichung eines bestimmten Nutzens.

Ein Kühlschrank ist dann energieeffizient, wenn er die Kühlung von in ihm enthaltenen Lebensmitteln auf ca. 7° mit wenig Energieaufwand erreicht. Je weniger Strom der Kühlschrank zur Erreichung des Nutzens verbraucht, desto höher

(besser) ist seine Energieeffizienz, und je mehr Strom er verbraucht, desto niedriger (schlechter) ist diese [Eichler Markus, s.a.].

1.8 Modul Energie – Relevanz für Großküchen

Folie 18-20

Kochen ist eine sehr energieintensive Angelegenheit. Mit einem Stundenkilowatt können beispielsweise 10 kg Eis aufgetaut, 10 Liter Wasser zum Kochen gebracht und knapp 2 Liter Wasser verdampft werden. Für die Zubereitung von Speisen werden oft leistungsstarke Geräte eingesetzt. Aber nicht nur das Kochen benötigt viel Energie, auch die begleitenden Prozesse wie Spülen, Kühlen, Heizen und ähnliches weisen hohe Energieverbräuche auf. Eine Bandspüle aus dem Baujahr 2015 benötigt ca. 125 Kilowattstunden/ Tag.

Die Energie, die in Großküchen eingesetzt wird, wird zudem meist aus fossilen Energieträgern erzeugt, welche wiederum negative Auswirkungen auf die Umwelt mit sich bringen. Eine Betriebsküche die 250.000 Speisen ausgibt, muss dafür 887.500 kWh einsetzen und verursacht dadurch 210.000 kg CO₂-Emissionen [Energieagentur, 2002].

1.9 Energierrelevante Prozesse in der Großküche

Folie 21

Küchen der Außer-Haus-Verpflegung werden mit verschiedenen Versorgungs- und Bewirtschaftungskonzepten betrieben. Trotzdem weisen diese Küchen die gleichen Funktions- und Aufgabenbereiche auf, in denen die Küchenprozesse erfolgen und für die Energie benötigt wird. Um die Verteilung des direkten Energiebedarfs genauer zu untersuchen, kann dieser in acht Kategorien gegliedert werden. Diese umfassen die Bereiche Kühlung, Kochen, Ausgabe, Spülen, Beleuchtung, Warmwasserbereitung, Heizung und Lüftung. Während sich die ersten vier Kategorien auf bestimmte Aufgabenbereiche beziehen, sind die letzten vier allgemeine Prozesse, die an mehreren Orten stattfinden [Hafner et al., 2018].

1.10 Einflüsse auf den Energieverbrauch

Folie 22

Entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch hat die Energieeffizienz der einzelnen Küchengeräte sowie der Umgang mit den Küchengeräten. Dabei ist die Anzahl und Einsatzzeit der einzelnen Küchengeräte wesentlich sowie das Bedienverhalten der MitarbeiterInnen.



1.11 Energieeffizienz

Folie 23-24

Die Energieeffizienz von Geräten ist in den letzten Jahren enorm gestiegen.

Beleuchtung

In Folie 23 ist der Stromverbrauch der Beleuchtungsszenarien eines Referenzgangbereichs bei 50.000 Betriebsstunden wiedergegeben. Der Stromverbrauch der LED-840- und T5-Szenarien ist mit 31.500 kWh bzw. 35.200 kWh sehr ähnlich. Im Vergleich mit dem T8-KVG Szenario weisen sie eine Stromersparnis von rund 40 % bzw. 46 % auf. Das LED-830-Szenario verbraucht mit 6.300 kWh mehr als der LED-840 Szenario dies ist auf den niedrigeren Wirkungsgrad der warmweiße LEDs zurückzuführen. Trotzdem verbraucht der LED-830-Szenario um 35 % weniger Strom im Vergleich mit dem T8-KVG-Szenario.

Wird die LED-Technologie mit einer neuwertige T5-Anlage verglichen, wird deutlich, dass die T5-Anlage sehr gut abschneidet. In der gegenwärtigen Kostenlage der LED-Produkte ist das T5-Szenario hinsichtlich des Stromverbrauches und der Investitionskosten eine wirtschaftlich gut vertretbare Beleuchtungslösung [Daxbeck et al., 2014].

Bandspüle

Wird eine alte Bandspüle ersetzt, ist eine Einsparung von mindestens 45% des ursprünglichen Verbrauchs möglich. Bei einem Gewerbestrompreis von ca. 13,9 Ct/kWh beträgt das jährliche Einsparpotenzial der Stromkosten somit ca. 5.170 €/Jahr. Zusätzlich sind erhebliche Einsparungen an Wasser und Reinigungsmittel von mindestens einem Drittel zu erwarten. Eine alte Maschine aus dem Jahr 1998 weist Leistungsspitzen von 75 KW im Betrieb auf, während für die neuere Maschine aus dem Jahr 2015 lediglich Leistungsspitzen von knapp 35 KW gemessen werden [Hafner et al., 2018].



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



R R R R R M M M M M 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



2 Erheben des Energieverbrauchs durch Abschätzung und Messung

2.1 Vorgehensweise für die Erhebung des Energieverbrauches

Folie 27-29

Da die Küche in der Regel in die technische Infrastruktur eines größeren Betriebes eingebunden ist, ist es notwendig mit Erhebungen und Messungen den Anteil des Energieverbrauchs der Küche aus dem Gesamtverbrauch des Betriebes herauszulösen. Eventuell vorhandene Subzähler für Strom, Wärme und Gas, die nur den Verbrauch der Küche oder einzelner Bereiche der Küche erfassen, erleichtern dies. In jedem Fall ist es notwendig, für die Erhebung des Energieverbrauchs die Haustechnik und die Elektriker mit einzubinden.

Ausgangspunkt für die Analyse ist der Jahresverbrauch der Küche an Strom, Wärme und Gas. Sollten diese Werte nicht bekannt sein, so kann der Anteil des Wärmeverbrauchs auf Basis der Nutzflächen aus dem Gesamtwärmeverbrauch abgeschätzt werden. Für Strom liefert eine Verbrauchsmessung an der Hauptzuleitung bzw. den Hauptzuleitungen über einen Zeitraum von mind. einen Tag bis zu einer Woche einen repräsentativen Wert, mit dem ein Jahresverbrauch abgeschätzt werden kann.

Um den Gesamtstromverbrauch durch gezielt Maßnahmen reduzieren zu können, ist es notwendig die wesentlichen stromverbrauchenden Geräte oder Gerätegruppen / Bereiche zu identifizieren. Dafür wird ein stufenweises Vorgehen vorgeschlagen. Im ersten Schritt wird durch die Aufnahme und die Auswertung von Anschlussleistung und Einschaltdauer für alle installierten Geräte der Energieverbrauch rasch und einfach abgeschätzt und nach Bereichen gegliedert. So werden die energieintensivsten Bereiche der Küche deutlich.

Mit direkten Stromverbrauchsmessungen durch den Elektriker bei jenen Geräten und Gerätegruppen die zuvor als energieintensiv identifiziert wurden, werden die zuvor vorgenommenen Abschätzungen verbessert. Weiters ermöglichen die Messungen die Darstellung und die Analyse des zeitlichen Verlaufs des Stromverbrauchs.

Mit der, durch die Messungen verbesserten Aufteilung des Gesamtstromverbrauchs auf einzelne Verbraucher, ist es möglich gezielt nach Optimierungsmaßnahmen zu suchen.

Mit Hilfe entsprechender Faktoren für den CO₂-Anteil in verbrauchter Wärme, Gas und Strom können schlussendlich die, durch den Energieverbrauch verursachten Treibhausgasemissionen dargestellt werden.

2.2 Energieverbrauch in Großküchen nach Kategorien

Folie 30

Die Untergliederung der verschiedenen Energieverbraucher nach den angegebenen Kategorien fasst ähnliche Geräte bzw. Geräte mit ähnlicher Verwendung zusammen. Dadurch werden die, für den Energieverbrauch bestimmenden Tätigkeitsfelder deutlich und es können einfacher angepasste Maßnahmen zur Energieeinsparung entwickelt werden.

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 identifiziert 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 gleichen 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.

2.3 Erhebung der Ist-Situation aufzunehmender Parameter

Folie 31

Für die Aufnahme des Jahresenergieverbrauchs der gesamten Küche und für die Abschätzung des Energieverbrauchs der installierten einzelnen Geräte hat sich die Dokumentation der aufgeführten Werte bewährt:

für einzelne Großküchengeräte:

- Bereich
- Geräte Kategorie
- Bezeichnung
- Hersteller, Typ
- Energieträger
- Nennleistung
- geschätzte Betriebszeit pro Tag
- Wirkungsgrad (wenn bekannt)
- Energieverbrauchswert vom Energielabel

für den Gesamtenergieverbrauch:

- Energieträger
- versorgter Bereich
- jährlicher Energieverbrauch pro Bereich
- jährliche Kosten pro Bereich
- Produktionstage pro Jahr
- Mahlzeiten pro Tag

2.4 Nennleistung in den Großküchen

Folie 32

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

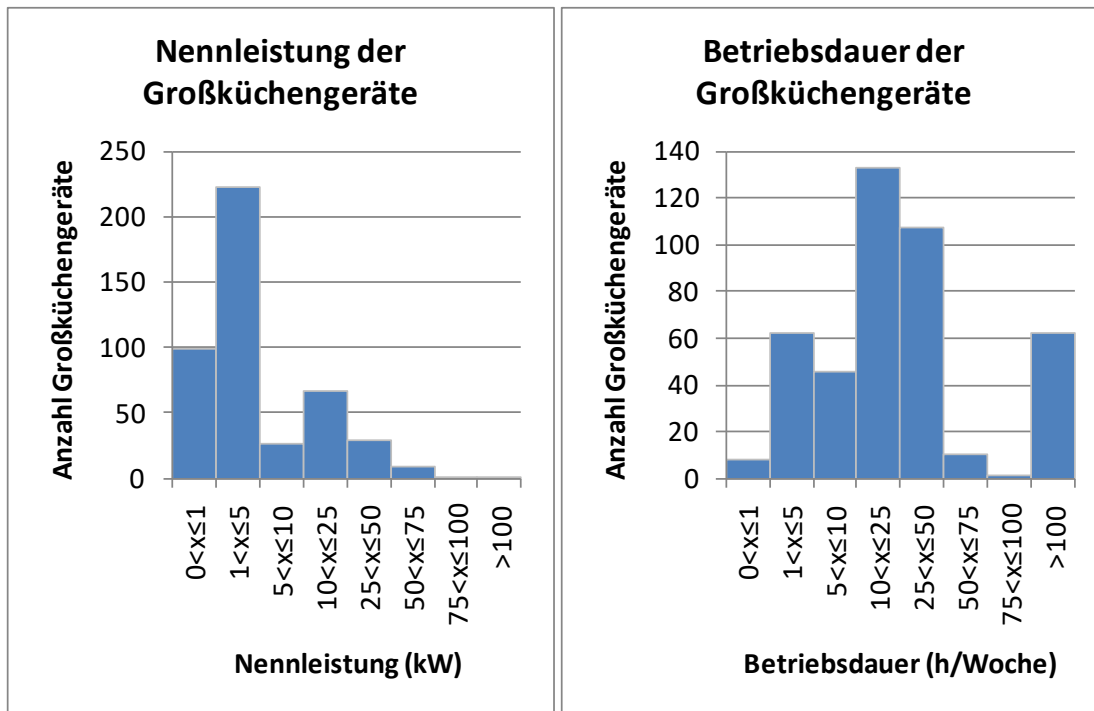


Abbildung 2-1: Großküchengeräte nach Nennleistung (links) [Daxbeck et al., 2011]

Abbildung 2-2: Großküchengeräte nach Betriebsdauer (rechts) [Daxbeck et al., 2011]

In Abbildung 2-1 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 2-2 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.

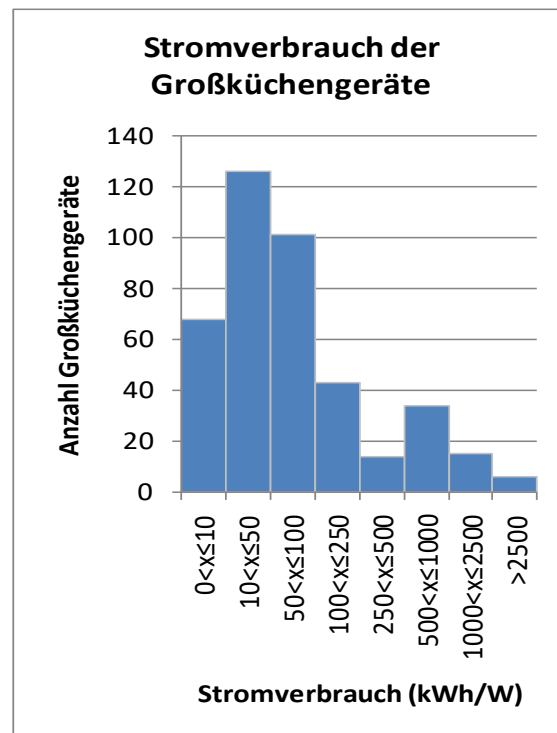


Abbildung 2-3: Stromverbrauch nach Anzahl der Geräte [Daxbeck et al., 2011]

Die in Abbildung 2-3 abgebildeten Werte sind theoretische Werte und stimmen nicht unbedingt mit den tatsächlichen Werten überein. Es ist sinnvoll anhand dieser Schätzungen Großküchengeräte auszuwählen und deren tatsächlicher Stromverbrauch zu messen.

2.5 Abschätzung des Energieverbrauches

Folie 33-36

Als erste Näherung wird der Energieverbrauch von elektrischen Geräten mit Hilfe der Multiplikation der Nennleistung, die am Typenschild vermerkt ist, mit der angenommenen Betriebszeit berechnet. Um einen realistischen Wert für die Betriebszeit zu erhalten, empfiehlt es sich, die Angaben von mehreren MitarbeiterInnen zu mitteln.

Der Korrekturfaktor ist ein empirisch ermittelter Wert, der die Charakteristik des Geräts berücksichtigt. Er ist notwendig, weil die am Gerät angegebenen Nennleistung ein Maximalwert ist, der für die Absicherung des Geräts maßgeblich ist. Das Gerät bleibt im Betrieb immer unter diesem Grenzwert. Die Größe des Abstands zwischen Nennleistung und maximaler tatsächlich aufgenommener Leistung des Geräts wird vom Hersteller bestimmt. Weiters fließen in den Faktor die Intervalle innerhalb der Betriebszeit mit ein, in denen das Gerät Leistung zieht, im Verhältnis zu den Zeiten wo keine Leistung bezogen wird. Ein dritter Einflussfaktor ist, dass Geräte zwischen Vollast und keine Last auch dazwischen gelegene Betriebszustände einnehmen.

Der exakte Wert für den Korrekturfaktor kann nur mit Hilfe einer Messung bestimmt werden. Für eine erste Abschätzung werden die Werte aus Folie 36 empfohlen.

In der Abbildung auf Folie 36 sind für verschiedene Großküchengeräte die durch Messung ermittelten Korrekturfaktoren aufgetragen. Daraus ist die mögliche Bandbreite für unterschiedliche Geräte derselben Kategorie ersichtlich. Beispielsweise haben verschiedene Ausführungen von Bain-Marie oder Druckkochkessel eine sehr ähnliche Charakteristik. Die Korrekturfaktoren liegen nahe beieinander. Kippkochkessel oder Geschirrspülmaschinen weisen eine große Bandbreite auf. Für die erste Abschätzung des Energieverbrauches werden die Werte am rechten Rand des Diagramms empfohlen.

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

2.6 Bestimmung des Korrekturfaktors aus einer Leistungsmessung

FOLIE 34-36

Die Fläche unter der Leistungskurve entspricht dem Stromverbrauch und berechnet sich aus der Wirkleistung multipliziert mit der Zeit. Der Korrekturfaktor entspricht dem Verhältnis aus der orangenen Fläche und der Fläche unter der blauen Linie (TKW – totale Kilowatt). Dieser berechnet sich somit aus dem Verhältnis des gemessenen und geschätzten Stromverbrauchs. Der Korrekturfaktor ist aufgrund der maximalen Wirkleistung geringer als die Nennleistung. Zudem erfolgt innerhalb des Zeitraumes, in dem das Gerät eingeschaltet ist, keine durchgehend maximale Leistungsaufnahme.

Beispiel 1:

Nennleistung lt. Typenschild: 100 kW

gemessene Betriebszeit: 4,43 h

geschätzter Stromverbrauch: $100 \times 4,43 = 443 \text{ kWh}$

gemessener Stromverbrauch: 288,65 kWh

Korrekturfaktor = gemessener/ geschätzter Stromverbrauch = $288 / 443 = 0,65$

Beispiel 2:

Nennleistung lt. Typenschild: 50 kW

gemessene Betriebszeit: 4,6 h

geschätzter Stromverbrauch: $50 \times 4,6 = 230$ kWh

gemessener Stromverbrauch: 29,5 kWh

Korrekturfaktor = gemessener/ geschätzter Stromverbrauch = $29,5 / 230 = 0,13$

2.7 Mögliche Messgeräte und Erhebung der Ist-Situation

Folie 37-39

Die Energieversorgung der Großküchengeräte sowie die Gesamteinspeisung der Großküchen erfolgen über Dreiphasenwechselstrom. Daher müssen auch die Stromverbrauchsmessungen mittels eines drei Phasen Leistungsmessgerätes durchgeführt werden, z.B. mit dem Leistungsmessgerät TES 3600. 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 Messgeräte sind vom Elektriker zu installieren, indem die Messzangen im Schaltkasten über die Anschlussleitungen des Geräts gehängt werden. Dies kann im Betrieb vorgenommen werden, sodass der Betrieb des Geräts nicht unterbrochen werden muss. Die im Gerät gespeicherten Daten können in der Folge ausgelesen und mittels einer speziellen EDV-Software ausgewertet werden.

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 Stromverbräuche der Geräte zu messen. Es soll ein möglichst großer Anteil des Energieverbrauchs mit einer kleinstmöglichen Anzahl an Messungen erfasst werden. Bei der Aufzeichnung der Messung werden die jeweiligen Anfangs- und Endzeiten der Messungen aufgezeichnet, sowie das Datum an dem die Messung erfolgte.

Für die Stromverbrauchsmessungen ist es ratsam für jede Großküche individuelle Messungsprogramme zu erstellen. Einzelgeräte sollten über einen ganzen Produktionszyklus gemessen werden, um repräsentative Werte zu erhalten, d.h. von Produktionsbeginn bis Produktionsschluss. Für die Aufnahme von ganzen Bereichen, z.B. Kühlung, Lüftung, ganze Küche ist das Messen über einen Zeitraum von 24h oder mehreren Tagen zu empfehlen.

Neben der Messung einzelner Geräte wird zusätzlich die Gesamteinspeisung der Großküche gemessen. Damit soll der Anteil des nicht zuordenbaren Stromverbrauchs ersichtlich gemacht werden. Wenn mindestens ca. 70 % des Gesamttagesstromverbrauches 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. Zudem bietet sie auch Einsicht in die Genauigkeit der Schätzung, da geschätzte Werte mit den erhobenen Jahresstromverbräuchen verglichen werden können.

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.

2.8 Beurteilung der Zuverlässigkeit des abgeschätzten Stromverbrauchs

Folie 40-41

In der in Folie 40 abgebildeten Küche passen Schätzung und Messung des Stromverbrauchs der einzelnen Geräte gut zueinander. Die Messpunkte im Diagramm liegen in der Nähe der Diagonalen. Dies zeigt, dass die Annahmen von Betriebszeiten und des Korrekturfaktors zutreffend sind und ggf. nur geringfügig mit Hilfe der Messergebnisse korrigiert werden müssen. Für zukünftige Analysen liefert die Abschätzung unter Anwendung der verwendeten Korrekturfaktoren ausreichend genaue Ergebnisse.

In der in Folie 41 abgebildeten Küche passen Schätzung und Messung des Stromverbrauchs der einzelnen Geräte nicht zueinander. Die Messpunkte im Diagramm liegen oberhalb der Diagonalen, d.h. der tatsächliche Energieverbrauch wurde durch die Abschätzungen überschätzt. Ursache kann die falsche Einschätzung der Betriebszeiten sein, oder die gewählten Korrekturfaktoren passen nicht zur Charakteristik der Geräte. Für die Analyse des Energieverbrauchs sind die Messwerte heranzuziehen, mit Hilfe derer auch die Korrekturfaktoren angepasst werden sollen, um zukünftig treffende Abschätzungen erstellen zu können.

2.9 Vergleich der Messung und Abschätzung

Folie 39, 42-43

Der Vergleich der gemessenen Betriebszeiten mit den Betriebszeiten, die durch die MitarbeiterInnen im Rahmen einer Befragung angegeben wurden, auf Folie 39 zeigt, dass die MitarbeiterInnen die Betriebszeiten teils massiv (Faktor 2-3) überschätzt haben. Dies hat direkte Auswirkung auf die Ergebnisse der Bestimmung des Energieverbrauchs aufgrund der Anschlusswerte. Lösung kann das Mitteln der Einschätzung von mehreren MitarbeiterInnen



sein, oder die bewusste Aufzeichnung der Betriebsdauer im Rahmen des Betriebs für einige Tage.

Das Diagramm auf Folie 42 zeigt, dass für eine Abschätzung des Jahresverbrauchs, berechnet durch die Anschlussleistung multipliziert mit der Betriebszeit, ein durchschnittlicher Korrekturfaktor von 0,7 brauchbar ist.

Aus der Differenz zwischen gemessener Gesamteinspeisung (Folie 43, schwarze Linie) und der Summe aller gemessenen Großküchengeräte (rote Fläche) ist ersichtlich, dass mit der Messkampagne Geräte nicht erfasst wurden, die einen sichtbaren Beitrag zum Gesamtenergieverbrauch leisten (siehe weiße Fläche von 06:00 – 08:00 und 12:00 – 13:30). Sollten durch die gemessenen Großküchengeräte weniger als 70% der Gesamteinspeisung erfasst sein, müssen weitere Geräte in die Messung aufgenommen werden.

3 Ergebnisse, Interpretation, Maßnahmen und Wirkung

3.1 Gesamtenergieverbrauch

Folie 46-48

Ein fairer Vergleich von unterschiedlichen Küchen auf Grund des Gesamtenergieverbrauchs ist schwer möglich und hat bestenfalls informativen Charakter. Denn neben der Anzahl der produzierten Speisen, Produktionsart (Frischkost, Cook & Chill, Krankenhausküche mit 3 Mahlzeiten, Betriebsküche mit einer Mahlzeit) sind die Küchen in die Infrastruktur einer größeren Einheit (Spital, Betrieb) eingebunden und haben somit nur bedingte Gestaltungsmöglichkeiten bei der Wahl der Energieträger und der Infrastruktur.

Die besondere Situation in der Landhausküche ist, dass die zugehörigen Speisesäle eine schlechte Isolierung aufweisen. Dies wirkt sich auf einen großen Wärme- und Strombedarf für Raumheizung, Lüftung und Raumkühlung aus, kann aber von der Küche selbst nicht beeinflusst werden.

3.2 Die energiemäßig wichtigsten Geräte

Folie 49-50

Die Lüftung, Kühlung, Beleuchtung sowie die Spülmaschinen sind jene Bereiche, die den Stromverbrauch in einer Küche, wie der Landhausküche St. Pölten (Folie 49) bestimmen. Maßnahmen zur Optimierung in diesen Bereichen erzielen die größten Einsparungen.

Ein anderes Bild ergibt sich bei der Küche auf Folie 50. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Kücheninfrastruktur bei kleineren Cook& Chill- Küchen eine andere ist. Auch hier sind die Spülmaschinen große Verbraucher, aber auch die Kombidämpfer, die für das Regenerieren der Speisen benutzt werden, weisen einen hohen Energieverbrauch auf.

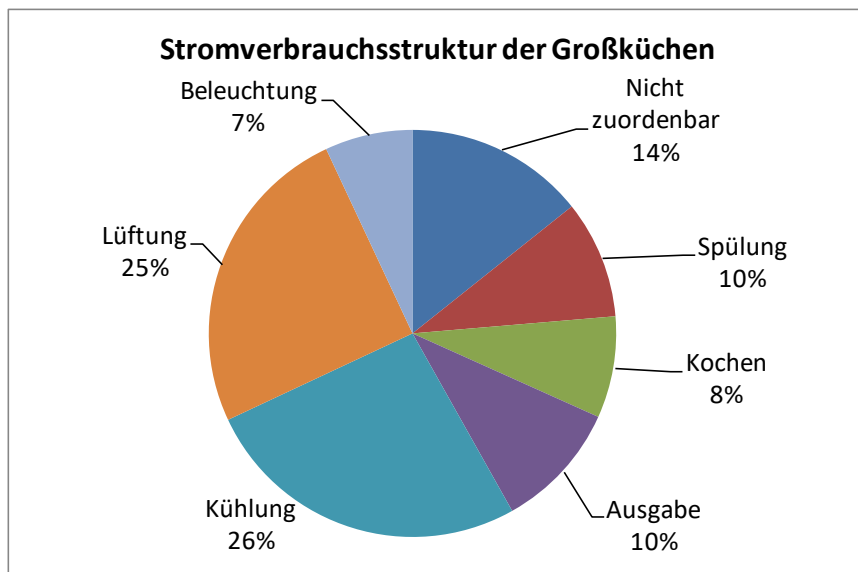


Abbildung 3-4 Durchschnittlicher Stromverbrauch, ermittelt von sechs österreichischer Großküchen [Daxbeck et al., 2011]

Abbildung 3-4 zeigt den durchschnittlichen Stromverbrauch nach Kategorien, von sechs unterschiedlichen österreichischen Großküchen: zwei Spitalsküchen, ein Schülerwohnheim und drei Büroküchen. Bei den einzelnen Großküchen wurden jeweils große individuelle Unterschiede in den verschiedenen Bereichen festgestellt.

3.3 Leistungsverlauf je Küchengerät

Folie 51

Gut erkennbar sind die wesentlichen Stromverbraucher der in Folie 51 abgebildeten Küche:

1. Kühlung mit den regelmäßigen Einschaltzyklen, die in der Betriebszeit breiter werden
2. Wesentlich für den Verbrauch sind die Spülprozesse: Bandspüle (blau) Tablettspüle (orange)
3. Der eigentliche Kochprozess liefert nur geringe Anteile im Zeitraum von 08:00 – 09:30 Uhr: Kochkessel (grün) Heißluftdämpfer (violett)

Maßnahmen zur Energieeinsparung sollten zuerst bei den Spülprozessen, dann bei der Kühlung und nachfolgend bei den Kochprozessen entwickelt werden.

3.4 Lastkurve einer Bandspülmaschine

Folie 52

Die Lastkurve einer Bandspülmaschine zeigt, dass die Bandspüle von 08:30 – 14:00 benutzt wird. Während der Nutzungszeiten benötigt sie mit 55 kW annähernd die Nennleistung und wird zweimal ausgeschalten.

3.5 Lastkurve eines Kühlaggregats

Folie 53

Die Lastkurve zeigt von 19:00 – 06:30 einen regelmäßigen Verlauf, da das Kühlaggregat nur den Kälteverlust auszugleichen hat. Die praktisch konstante Leistungskurve zwischen 06:30 und 10:30 zeigt einen großen Kälteverlust während dieser vier Stunden. Auch im weiteren Verlauf bis 18:00 gibt es häufige, halbstündige Abschnitte in denen das Kühlaggregat auf Vollast läuft.

Erster Ansatzpunkt wäre die Vorgänge am Betriebsbeginn zu analysieren, um den Kälteverlust zu minimieren.

3.6 Lastkurve der Beleuchtung

Folie 54

Die Lastkurve einer ganzen Woche zeigt klar, die 5 Produktionstage und das anschließende Wochenende. Montags und donnerstags sind die Betriebszeiten verlängert. Ansatzpunkte für Optimierungen sind in folgenden Punkten zu sehen:

- Die Lastspitzen befinden sich jeweils am Beginn des Arbeitstages.
 - Wodurch werden diese verursacht? Gibt es Maßnahmen diese zu glätten?
- Werden die verlängerten Tage (Mo, Do) betrachtet, ist ersichtlich, dass die Leistung am Montag um 50% höher als am Donnerstag ist.
 - Was ist die Ursache?
- Die Leistung am Wochenende ist niedriger als die Leistung in der Nacht zwischen den Produktionstagen.
 - Wodurch kann auch unter der Woche das niedrigere Niveau des Wochenendes erreicht werden?

3.7 Kennzahlen aus dem Energieverbrauch

Folie 59

Richtwerte sind abhängig von Produktionsform und Art der Küche, CO₂ zusätzlich von Art der verwendeten Energieträger

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 Geräte für die Verpflegung und Beherbergung) spricht von durchschnittlichen 4 kWh pro Mahlzeit [Jenny, 2008]. Eine von der EU geförderte Studie bezüglich Energieeffizienz in Großküchen bestimmt anhand der Untersuchung von 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 befinden sich im Handbuch.

3.8 Energieverbrauch pro Speise

Folie 55-56

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.

Die großen Unterschiede zwischen den Küchen lassen sich unter anderem darauf zurückführen, dass der Verbrauch von nicht allen Großküchengeräten in den jeweiligen Küchen erfasst werden konnten. Zudem wurden bei der Berechnung ausschließlich warme Mahlzeiten berücksichtigt, wodurch der Energieverbrauch pro Speise einer Küche mit drei Mahlzeiten am Tag, davon eine warme Mahlzeit, im Vergleich zu anderen Küchen höher ausfällt.

Im Vergleich zur vorherigen Folie wird durch den Bezug auf die Anzahl der ausgegebenen Speisen deutlich, dass die Küche OW viel größer ist als die anderen Küchen und durch die Produktion von mehr Speisen auch mehr Energie verbraucht. In dieser Darstellung zeigt sich, dass die Küchen OW und SP gleich effizient mit der Energie umgehen.

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.

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

3.9 CO₂-Emissionen von Großküchen

Folie 57-58

Jedem Energieträger können THG-Emissionen zugeordnet werden. Ersichtlich ist der Wert pro kWh z.B. auf der Strom- Gas- und Fernwärmerechnung. Zu den direkten CO₂-Emissionen, die durch den Energieverbrauch entstehen sind für eine ehrliche Bilanzierung auch die indirekten CO₂-Emissionen zu zählen. Diese entstehen bei der Produktion, der Verarbeitung, der Lagerung und dem Transport der Lebensmittel und der dafür notwendigen Rohstoffe. Analog zum Energieverbrauch ist für einen fairen Vergleich zudem der Bezug zur Anzahl der produzierten Speisen notwendig.

Durch den Umstieg auf erneuerbare Energieträger können die CO₂-Emissionen rasch und wesentlich gesenkt werden.

3.10 Mögliche Optimierungsmaßnahmen

Folie 60-61

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 weiter 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.

Zusammenfassung möglicher Optimierungsmaßnahmen auf einem Blick:

- (Bedien-)verhalten
 - Bedarfsgerechtes Ein- und Abschalten der Wärmebecken
 - Befüllung von Geräten mit warmem statt kaltem Wasser
 - Bessere Auslastung von Spül- und Kühlgeräten
- Auswahl der Speisen
 - Reduktion von Speisen mit sehr hohem Energieverbrauch
- Wahl und Ausstattung von Geräten
 - Austausch alter (Spül-)technik durch energieeffiziente neue Geräte



- Bekannte Nennleistung der Geräte genügt noch nicht, um Optimierungsmaßnahmen erfolgreich zu setzen.
- Energieverbrauchspitzen vermeiden

3.11 Beispiel Lüftung

Folie 62

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.

3.12 Beispiel Kühlung

Folie 63

Im Tagesverlauf ist ersichtlich, dass die elektrische Leistung des Kühlungsaggregats der Küche SP von 7 bis 10 Uhr am höchsten ist. Die Nutzung von Kälteschutzvorhängen oder Luftschleieranlagen reduzieren den Energieverbrauch in diesem Bereich. Zudem sind regelmäßige Temperaturkontrollen notwendig, sodass nur so tief wie notwendig gekühlt wird.

3.13 Beispiel Kochen

Folie 64

Dadurch, dass sich der Kombidämpfer während der Betriebszeit immer ein und wieder ausschaltet, verbraucht er, trotz höherer Leistungsaufnahme weniger Energie als der Kochkessel mit geringerer aber konstanter Leistungsaufnahme.

3.14 Beispiel Wärmebecken

Folie 65-67

Im Verlauf der elektrischen Leistung des Wärmebeckens in der linken Abbildung sieht man deutlich den Mittagsbetrieb bis 14 Uhr und dann den Abendbetrieb ab 17 Uhr.

Die rechte Ausgabe wird im Abendbetrieb nicht genutzt. Im Gegensatz zur linken Abbildung wurden die Wärmebecken während der Aufheizphase von 7 bis 10 Uhr abgedeckt, woraus sich eine geringere Leistungsabnahme in dieser Phase ergibt.

Durch Abdeckung der Wärmebecken während der Aufheizphase würde sich der Verlauf der linken Leistungskurve ungefähr wie in Folie 67, in dunkelgrün dargestellt, ergeben. In blau ist der ursprüngliche Verlauf eingezeichnet. Der Unterschied dazwischen ergibt das Einsparpotenzial der Maßnahme. Durch die Befüllung mit Warmwasser statt kaltem Wasser sind weitere Einsparungen möglich.

Durch bedarfsgerechtes/späteres Einschalten der Wärmebecken könnten in diesem Beispiel (Aufheizzeit nur 1 Stunde, Befüllung ab 10 Uhr) 14% des Ursprungsverbrauchs eingespart werden. Durch bedarfsgerechtes Abschalten (also jeweils, wenn ein Wärmebecken nicht mehr genutzt wird), sparen Sie ca. 32% Strom ein.

3.15 Beispiel Bandspülmaschine

Folie 69

Im Beispiel auf Folie 69 wird angenommen, dass sich der Verbrauch bei Austausch der alten Maschine, mindestens auf einen ähnlichen Verbrauchswert senken lässt, wie den der Weißgeschirrspülmaschine. Somit wäre eine Einsparung von mindestens 55% des ursprünglichen Verbrauchs möglich. Bei einem Gewerbestrompreis von ca. 13,9 Ct/kWh beträgt das jährliche Einsparpotenzial der Stromkosten somit ca. 5.170 €/Jahr. Diese Einsparung entspricht einer Reduzierung des gesamten Stromverbrauchs der Küche um ca. 10%. Zusätzlich sind erhebliche Einsparungen an Wasser und Reinigungsmittel von mindestens einem Drittel zu erwarten. Die derzeitige alte Maschine weist Leistungsspitzen von 75 KW im Betrieb auf, während für die neuere Weißgeschirrspülmaschine lediglich Leistungsspitzen von knapp 35 KW gemessen wurden [Hafner et al., 2018].

3.16 Beispiel Einsparungspotential in einer Küche

Folie 70

Die in Folie 70 genannten Maßnahmen können durch gute Kommunikation und Schulungen umgesetzt werden, da sie sich auf das Bedienverhalten der MitarbeiterInnen beziehen. Der Aufwand wird daher als gering eingeschätzt und es entstehen keine notwendigen



Investitionen. Nur bei dem Anschluss der Wärmebecken an das Warmwassernetz ist die systembedingte Machbarkeit zu prüfen. Insgesamt können durch diese Maßnahmen 21 kWh/Tag bzw. 5,3 MWh/Jahr an Strom in der Beispielsküche eingespart werden. Dies entspricht 2 % des Tagesbedarfs an Strom der Beispielsküche [Hafner et al., 2018].

3.17 Zusammenfassung der Maßnahmen

Folie 71-72

1. (Bedien-)verhalten
 - a. Bedarfsgerechtes Ein- und Abschalten der Wärmebecken
 - b. Befüllung von Geräten mit warmem statt kaltem Wasser
 - c. Bessere Auslastung von Spül- und Kühlgeräten
2. Wahl der Speisen
 - a. Bei Speisen mit hohem Energieverbrauch vermehrt auf das bedarfsgerechte Ein- und Ausschalten der Geräte achten
 - b. Speisen entsprechend dem Energieverbrauch kombinieren
3. Wahl und Ausstattung von Geräten
 - a. Austausch von alter Technik durch energieeffiziente neue Geräte
 - b. Bekannte Nennleistung der Geräte genügt noch nicht, um Optimierungsmaßnahmen erfolgreich zu setzen.
4. Energieverbrauchspitzen vermeiden

3.18 Checkliste

Folie 73-76

Die Checkliste enthält Anweisungen und Maßnahmen, um den Energieverbrauch in der Küche zu senken. Dabei wird auf die Bereiche thermische Geräte, Kühlgeräte, Spülgeräte, Heißgetränkemischer, Be- und Entlüftungsanlagen, Beleuchtung, Leistungsoptimierung, Energiemanagement eingegangen.



Literaturverzeichnis

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.

Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (s.a.) Der Klimawandel und seine Folgen.

<https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/content/100/Seite.1000200.html>.

Daxbeck, H.; Lixia, R.; Neef, D. d.; Neumayer, S.; Obernosterer, R.; Gassner, A. (2014) Technischer Endbericht SMZ Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital. Modul Energie. Länderübergreifende Informationsdrehseibe: Energie- und Ressourceneffizienz im Gesundheitswesen. Projekt HEALTH. Ressourcen Management Agentur (RMA). Initiative zur Erforschung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung. Wien.

Daxbeck, H.; Moudrý, J.; Holler, C.; Strelec, M.; David, P. (2011) Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO₂-Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen. Handbuch (Projekt SUKI). Ressourcen Management Agentur (RMA). Initiative zur Erforschung einer nachhaltigen, umweltverträglichen Ressourcenbewirtschaftung. Wien.

Eichler Markus (s.a.) Was ist Energieeffizienz?

http://www.wie-energiesparen.info/fakten-wissen/was-ist-energieeffizienz/#Bedeutung_der_Energieeffizienz_beim_Energiesparen.

Energieagentur, Ö. (2002) Energieeffizienz Gastronomie.
http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263992_52486039/06e4795f/Energieeffizienz%20Gastronomie1.pdf.

Hafner, G.; Pils, P.; Leverenz, D.; Kowalewski, S. (2018) Energieeinsparung und Ressourceneffizienz in der bayerischen Außer-Haus-Verpflegung. AP4 – Erfassung und Optimierung des direkten Energieverbrauchs und der Lebensmittelabfälle. Projekt EnKü. Universität Stuttgart - Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA)

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

IG-Windkraft (2017) 31 Jahre nach Tschernobyl mehr Atomstrom denn je in Österreich.
https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20170425_OTS0078/31-jahre-nach-tschernobyl-mehr-atomstrom-denn-je-in-oesterreich.

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

Wikipedia (2018a) Energieverbrauch. <https://de.wikipedia.org/wiki/Energieverbrauch>.



Wikipedia (2018b) Ökostrom. <https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96kostrom>.

Wikipedia (2018c) Österreichische Energiewirtschaft.
https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96sterreichische_Energiewirtschaft