

# Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen

*(Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen)*

Endbericht



## Energieverbrauch in Großküchen

Wien, März 2010



„wir sind“



**Klimabündnis  
Betrieb**

**Möglichkeiten von Großküchen  
zur Reduktion ihrer CO<sub>2</sub>-  
Emissionen  
(Maßnahmen, Rahmenbedingun-  
gen und Grenzen) -  
Sustainable Kitchen**

(Projekt SUKI)

**Energieverbrauch in Großküchen**

(Vers. 1.0)

**Hans Daxbeck  
Doris Ehrlinger  
Diederik de Neef  
Marianne Weineisen**

gefördert aus Mitteln  
des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung  
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft  
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit  
der Stadt Wien – MA22 (ÖkoKauf) und MA38  
des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung  
des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung

Wien, März 2011

## IMPRESSUM :

### Projektleitung:

Hans Daxbeck

### Projektsachbearbeitung:

Hans Daxbeck, Diederik de Neef, Doris Ehrlinger, Marianne Weineisen

### Projektpartner:

Österreich: Ressourcen Management Agentur (RMA), BIO AUSTRIA  
Tschechien: Südböhmische Universität České Budějovice, Daphne ČR, EPOS

### Mitarbeitende Großküchen:

#### Österreich:

Wien: Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe Otto-Wagner-Spital; EB-Restaurantsbetriebe Ges.m.b.H.

Niederösterreich: Landhausküche in St. Pölten, HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg

Oberösterreich: Landtagsküche in Linz; Landeskrankenhaus Rohrbach

#### Tschechien:

Südböhmen: Koleje a menzy der Südböhmischen Universität České Budějovice, Küche der Grundschule in Sezimovo Ústí

Vysočina: Küche der Fachschule in Jihlava

Südmähren: Küche der Grundschule in Brunn

### Leadpartner:

Ressourcen Management Agentur (RMA)  
Initiative zur Erforschung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung  
ZVR Zahl: 482686233

Argentinerstraße 48/2. Stock  
1040 Wien  
Tel.: +43 (0)1 913 22 52.0  
Fax: +43 (0)1 913 22 52.22  
Email: [office@rma.at](mailto:office@rma.at); [www.rma.at](http://www.rma.at)

## Glossar

OW: Otto-Wagner-Spital (KAV)

SP: Amt der NÖ Landesregierung - Landhausküche St. Pölten

LI: Amt der Oö. Landesregierung-Betriebsküche Linz

RO: Landeskrankenhaus Rohrbach

WS: Höhere Bundeslehranstalt und das Bundesamt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg

EB: Erste Bank Restaurantbetriebe



## Kurzfassung

Für die Produktion der Lebensmittel und Zubereitung von Speisen werden in Großküchen große Mengen an Energie verbraucht. Für die Energieversorgung werden teils fossile Energieträger eingesetzt, die infolge ihrer Verbrennung Treibhausgase (z.B. Kohlendioxid) in die Atmosphäre freisetzen. Der Ausstoß von anthropogenen Treibhausgasen verursacht eine Erwärmung der Erdoberfläche, die wiederum negative Effekte auf die Umwelt und das Klima mit sich bringt (z.B. Verlust der Biodiversität, Klimawandel). Um diese Auswirkungen zu reduzieren ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen notwendig. Das Ziel des Projektes SUKI ist es, die Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO<sub>2</sub> Emissionen zu untersuchen und konkrete Maßnahmen dafür zu entwickeln. Die Maßnahmen nehmen einerseits Bezug auf den indirekten Energieverbrauch, also auf jenen Energieverbrauch, der für die Produktion von Lebensmittel anfällt. Andererseits werden auch Maßnahmen bezüglich des direkten Energieverbrauchs formuliert. Unter direkter Energie versteht man jene Energie, die für die Zubereitung der Speisen in den Großküchen eingesetzt wird. Dieser Bericht behandelt ausschließlich den direkten Energieverbrauch in Großküchen und stellt den gesamten Energieverbrauch der untersuchten Großküchen dar. Ebenso werden energetisch wichtige Bereiche identifiziert und Energieeinsparungsmaßnahmen formuliert.

Der direkte Energieverbrauch der Großküchen wird anhand von Fragebögen, Datenerhebungen vor Ort und Stromverbrauchsmessungen erfasst. Mit einem 3 Phasen Leistungsmessgerät sind die Leistungskurven der energetisch wichtigsten Großküchengeräte erfasst. Zusätzlich wird der gesamte Stromverbrauch erhoben, um den Anteil der gemessenen Großküchengeräte am gesamten Stromverbrauch ersichtlich zu machen.

In der Folge wird der Energieverbrauch in die Kategorien Kochen, Spülung, Ausgabe, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung, Heizung und Warmwasser eingeteilt. Dadurch können die energiemäßig wichtigsten Bereiche identifiziert werden, um gezielt für diese Bereiche Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs zu entwickeln.

Der Energieverbrauch der Großküchen wird anhand der Energiekennzahl „Energieverbrauch (in kWh) pro Mahlzeit“ dargestellt, um den relativen Energieverbrauch pro Großküche zu bestimmen und um einen Vergleich zwischen den Küchen zu ermöglichen. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Mahlzeit beträgt etwa 3,55 kWh, wobei die Kategorie Heizung durchschnittlich ungefähr ein Drittel des Energieverbrauchs ausmacht. Weitere energiemäßig wichtige Kategorien sind die Lüftung, Spülung, Kochen und Kühlung mit einem Energieverbrauch zwischen 0,6 und 0,35 kWh pro Mahlzeit. Die Kategorien Beleuchtung, Ausgabe, und Warmwasseraufbereitung spielen im Durchschnitt hinsichtlich des Energieverbrauchs eher eine untergeordnete Rolle. Die Großküchen unterscheiden sich jedoch stark voneinander und müssen individuell betrachtet werden.

Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs in Großküchen sind pro Kategorie in einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst und bieten für alle Küchen die Möglichkeiten diese weiter zu konkretisieren und umzusetzen. Der Maßnahmenkatalog enthält technische

Maßnahmen, die möglicherweise mit Investitionen, als auch mit organisatorischen Maßnahmen einhergehen, die mit kleinem finanziellen Aufwand umgesetzt werden können.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Glossar</b> .....	<b>v</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>vii</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage .....	1
1.2 Das Kyoto-Ziel Österreichs .....	2
1.3 CO <sub>2</sub> Emissionen und Klimawandel .....	2
<b>2 Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>5</b>
2.1 Überblick .....	5
2.2 Systemdefinition.....	5
2.2.1 Systemgrenze.....	5
2.2.2 Energieträger.....	8
2.3 Erhebung der Energiedaten.....	9
2.3.1 Datenerhebung.....	9
2.3.2 Stromverbrauchsmessungen.....	10
2.3.3 Datenverarbeitung .....	12
2.4 Methoden zur Berechnung der Energieverbräuche der Großküchen .....	12
2.4.1 Berechnung des Stromverbrauchs .....	12
2.4.2 Berechnung des Fernwärmeverbrauchs.....	13
2.4.3 Berechnung des Erdgasverbrauchs .....	13
2.4.4 Berechnung des Dieserverbrauchs.....	13
2.4.5 Berechnung des gesamten Energieverbrauchs.....	14
2.5 Berechnung der CO <sub>2</sub> Emissionen der Großküchen .....	14
2.5.1 CO <sub>2</sub> Emissionen aus Strom .....	14
2.5.2 CO <sub>2</sub> Emissionen aus Fernwärme .....	15
2.5.3 CO <sub>2</sub> Emissionen aus Erdgas .....	16
2.5.4 CO <sub>2</sub> Emissionen aus Dieserverbrauch.....	16
2.6 Methode zur Identifikation von Einsparungspotentialen.....	17
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>19</b>

3.1 Gesamtüberblick ..... 19

    3.1.1 Daten der teilnehmende Großküchen..... 19

    3.1.2 Energieversorgung und Energieverbräuche in den Großküchen ..... 20

    3.1.3 Übersicht der Ergebnisse der Stromverbrauchsmessungen ..... 22

3.2 LI-Küche..... 23

    3.2.1 Gesamtenergieverbrauch ..... 23

    3.2.2 Stromverbrauch ..... 24

    3.2.3 Fernwärme..... 28

    3.2.4 Direkte CO2-Emissionen ..... 28

3.3 SP-Küche ..... 29

    3.3.1 Gesamtenergieverbrauch ..... 29

    3.3.2 Stromverbrauch ..... 30

    3.3.3 Fernwärme..... 35

    3.3.4 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen ..... 36

3.4 RO-Küche ..... 37

    3.4.1 Gesamtenergieverbrauch ..... 37

    3.4.2 Stromverbrauch ..... 39

    3.4.3 Erdgasverbrauch ..... 43

    3.4.4 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der RO-Küche ..... 44

3.5 OW-Küche..... 45

    3.5.1 Gesamtenergieverbrauch ..... 45

    3.5.2 Stromverbrauch ..... 46

    3.5.3 Dampf- und Wärmeverbrauch ..... 51

    3.5.4 Dieserverbrauch..... 53

    3.5.5 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der OW-Küche ..... 53

3.6 EB-Küche ..... 54

    3.6.1 Gesamtenergieverbrauch ..... 54

    3.6.2 Stromverbrauch ..... 55

    3.6.3 Fernwärme..... 60

    3.6.4 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der EB-Küche ..... 61

3.7 WS-Küche ..... 61

    3.7.1 Gesamtenergieverbrauch ..... 61

3.7.2	Stromverbrauch .....	63
3.7.3	Erdgasverbrauch .....	68
3.7.4	Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	69
3.8	Zusammenfassung.....	70
3.8.1	Genauigkeit der Energieverbrauchsberechnungen .....	70
3.8.1.1	Stromverbrauch .....	70
3.8.1.2	Fernwärmeverbrauch.....	74
3.8.1.3	Erdgasverbrauch.....	75
3.8.2	Vergleich der Großküchen.....	75
3.8.2.1	Energieeffizienz der Großküchen .....	75
3.8.2.2	Energieverbrauch pro Mahlzeit – Vergleich der Großküchen .....	77
3.8.2.3	CO <sub>2</sub> Emissionen der Großküchen.....	3-81
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>85</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>87</b>
6.1	Anhang Fragebogen Energieverbrauch .....	87
6.2	Anhang Fragebogen Großküchengeräte .....	97
6.3	Anhang: Parameter und Zweck des Fragenbogens.....	107
6.4	Meßprogramm Stromverbrauch .....	109
6.5	Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz (Literaturrecherche) .....	109



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Die Lebensmittelproduktion hat beträchtliche Auswirkungen auf den Klimawandel, welcher eine der größten Herausforderungen unserer Zeit darstellt. Die Landwirtschaft ist weltweit für etwa 14 % aller anthropogenen Treibhausgasemissionen (v.a. CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub>), für 52 % der anthropogenen Methan- und für 84 % der Lachgasemissionen verantwortlich.

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

Österreichs Großküchen produzieren pro Tag etwa 1,5 Mio. Speisen und verbrauchen dabei große Mengen an direkter und indirekter Energie. Der direkte Energieverbrauch ergibt sich durch den Bedarf an Gas, Strom, Fernwärme, Kohle, Öl, etc. für die Beleuchtung, Beheizung, Lüftung, Maschinen, Kühlung und den Kochvorgang. Das Energieeinsparungspotential von Großküchen ist hoch. Untersuchungen zeigen, dass zwischen 20 % und 25 % des Energieverbrauchs eingespart werden können. Zur Erzielung der Einsparungen werden die Schwerpunktverbraucher identifiziert.

Neben dem Energiebedarf der Küchengeräte steckt in den verarbeiteten Lebensmitteln ebenfalls Energie. Dieser indirekte Energiebedarf ergibt sich aus dem gesamten Energieverbrauch, der während der Produktion, Lagerung bzw. Kühlung und dem Transport vom Feld über den Handel bis in die Küche anfällt. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom so genannten „Ökologischen Rucksack“ der Lebensmittel. Während der direkte Energieverbrauch einer Küche relativ einfach ermittelt werden kann, ist der indirekte weitgehend unbekannt. Die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Großküchen wird durch die Wahl der Lebensmittel und Speisen wesentlich beeinflusst.

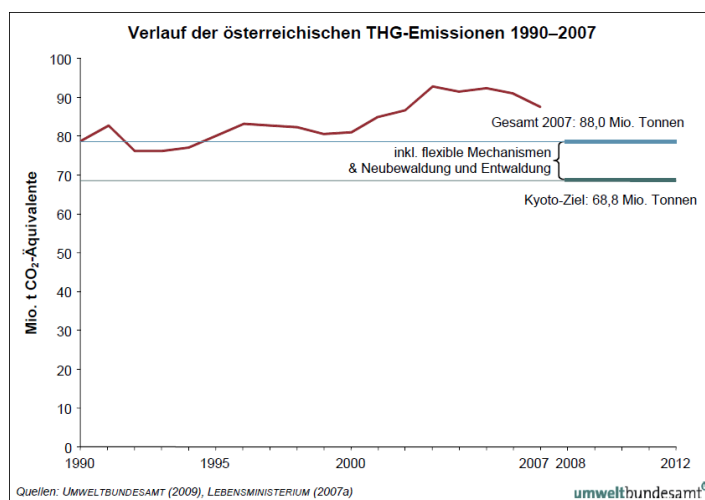
Durch die bewusste Wahl der verwendeten Lebensmittel können Großküchen einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Eine bewusste Auswahl der Lebensmittel hat jedoch nicht nur ökologische Vorteile, sie trägt zum Wohlbefinden der KonsumentInnen bei und stellt insbesondere in Schulküchen und in Küchen von Kindergärten eine Vorbildwirkung für jüngere Generationen dar.

Neben ernährungsphysiologischen und ökonomischen, spielen zunehmend auch ökologische Kriterien bei der Zusammensetzung der Menüs eine gewichtigere Rolle. Die Frage, die sich stellt, lautet: Wie groß ist der Einfluss der Art der Produktion (konventionell/biologisch), des Ortes der Produktion (aus der Region/nicht aus der Region) und des Kaufzeitpunkts (saisonal/nicht saisonal).

## 1.2 Das Kyoto-Ziel Österreichs

Da die Zunahme der vom Menschen verursachten THG-Emissionen – dazu gehören Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O), fluorierte Treibhausgase (F-Gase) sowie Ozon (O<sub>3</sub>) – von der überwiegenden Mehrzahl der WissenschaftlerInnen für den Klimawandel verantwortlich gemacht wird, hat sich die Europäische Gemeinschaft im „Kyoto-Protokoll“ zur Senkung dieser Emissionen verpflichtet. Das Ziel ist eine Reduktion um 8 % im Zeitraum 2008 – 2012 im Vergleich zum Basisjahr 1990. Im Zuge einer EU-internen Lastenaufteilung wurde für Österreich ein Reduktionsziel von 13 % festgelegt.

Derzeit ist von einem Erreichen des Kyoto-Ziels Österreichs nicht auszugehen, da in den Jahren 1990 - 2007 ein weiterer Anstieg der Treibhausgasemissionen von rund 11 % zu verzeichnen war und diese im Jahr 2007 um ca. 19 Mio. t über dem Ziel lagen (siehe *Abbildung 1*).



*Abbildung 1: Verlauf der Österreichischen THG-Emissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel [Anderl et al., 2009a, S.31]*

Im Jahr 2007 zählten die Sektoren Industrie und produzierendes Gewerbe (29,2 %), Verkehr (27,6 %), Energieaufbringung (15,9 %), Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch (12,6 %), aber auch die Landwirtschaft (exklusive Vorleistungen wie Herstellung von Mineraldünger und Pflanzenschutzmitteln) mit etwa 9 % zu den wesentlichen Verursachern. Insgesamt sind diese Bereiche für 94 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich.

## 1.3 CO<sub>2</sub> Emissionen und Klimawandel

Eine der Ursachen des Klimawandels ist der Anstieg des atmosphärischen Kohlendioxidgehalts. Kohlendioxid ist neben Methan, Lachgas und Wasserdampf eines der bedeutendsten Gase, das am Treibhauseffekt beteiligt ist. Der Treibhauseffekt ist ein natürlicher Prozess, der die Erdoberfläche auf eine durchschnittliche global gemittelte Temperatur auf +15°C erwärmt. Ohne diesen Treibhauseffekt würde die durchschnittliche Temperatur -18°C betra-

gen. Das Prinzip des Treibhauseffekts ist, dass Treibhausgase wie Kohlendioxid, die durch die Erdoberfläche ausgestrahlte langwellige Strahlung absorbiert und somit die Atmosphäre erwärmt. Diese langwellige Strahlung wird durch das Aufwärmen des Erdbodens durch die Sonnenstrahlung verursacht. Die an der Erdoberfläche auftreffende Strahlung besitzt eine kürzere Wellenlänge und wird deswegen nicht in die Atmosphäre absorbiert. Das bedeutet, dass mehr Energie auf der Erde auftrifft, als emittiert werden kann. Dieser Vorgang hat eine Erwärmung der Atmosphäre zur Folge.

Zusätzlich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen tragen auch Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) zur Erderwärmung bei. Der Gehalt dieser Gase in der Atmosphäre hat über die Jahre infolge von anthropogenen Aktivitäten kontinuierlich zugenommen. Die Wirkung auf den Treibhauseffekt bzw. das Treibhauspotenzial dieser Gase ist teilweise um vieles höher als durch Kohlendioxid. CH<sub>4</sub> weist beispielsweise ein 25 Mal höheres Treibhauspotenzial auf als Kohlendioxid. N<sub>2</sub>O hingegen hat sogar ein 298 Mal höheres Treibhauspotenzial.

Elektrizität und Wärme werden zu einem großen Teil mit fossilen Brennstoffen erzeugt, deren Verbrennung CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freisetzt. Diese Emissionen erhöhen zusätzlich den bereits in der Atmosphäre befindlichen Kohlendioxidgehalt, wodurch sich auch der Treibhausgaseffekt erhöht.

Das Projekt SUKI (Sustainable Kitchen) soll dazu beitragen, den Klimaschutzgedanken in Verbindung mit der Produktion von gesunden und nachhaltigen Lebensmitteln in der Öffentlichkeit zu forcieren.





## 2 Methodisches Vorgehen

### 2.1 Überblick

In diesem Kapitel wird in einem ersten Schritt das System definiert und das Vorgehen bei der Datenerfassung beschrieben. Ebenfalls werden die Erfassung des Energieverbrauchs und die damit verbundenen CO<sub>2</sub> Emissionen beschrieben. Der Energieverbrauch der untersuchten Großküchen wird anhand von Befragungen bzw. Stromverbrauchsmessungen berechnet bzw. abgeschätzt und in die im Kapitel 2.2 definierten Kategorien zugeordnet. Jeder eingesetzte Energieträger wird bei der Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen berücksichtigt. Die Berechnung basiert auf den CO<sub>2</sub> Emissionsfaktor des jeweiligen Energieträgers bzw. auf den Kohlenstoffgehalt der primären fossilen Energieträger (z.B. Erdgas, Kohle), der direkt oder für die Erzeugung von sekundären Energieträgern (z.B. Elektrizität, Fernwärme) verwendet wird.

### 2.2 Systemdefinition

#### 2.2.1 Systemgrenze

Die Abgrenzung des Systems dient dazu, jene Prozesse auszuschließen, die nicht untersucht werden. Weiters sollen innerhalb des Systems einheitliche Prozesse und Güter verwendet werden. Auf diese Weise wird die Einheitlichkeit und die Vergleichbarkeit sowohl zwischen den österreichischen Küchen als auch zu den tschechischen Küche gewährleistet.

Bei der Erfassung des Energieverbrauchs der Großküchen wird zwischen direkter und indirekter Energie unterschieden.

Der indirekte Energieverbrauch der Großküchen betrifft jenen Energieaufwand, der in der Produktion, in der Verarbeitung der Lebensmittel außerhalb der Küche und im Handel entsteht. Der direkte Energieverbrauch betrifft jenen Energieverbrauch, der direkt in den Großküchen durch die Küchenaktivitäten (z.B. Kochen, Kühlung, Lüftung, usw.) im Zuge aller notwendigen Tätigkeiten entsteht.

Die Abbildung 2-1 zeigt die Systemdefinition des Projektes. Dieser Systembild illustriert die Prozesse die für die Erfassung des indirekten Energieverbrauchs innerhalb der Systemgrenzen benötigt werden. Es umfasst den gesamten indirekten Energieverbrauch der Großküchen. Der direkte Energieverbrauch der Großküchen umfasst die in Abbildung 2-2 zusammengefassten relevanten Prozesse in der Großküche. Der vorliegende Bericht betrifft ausschließlich den direkten Energieverbrauch der Großküchen bzw. der Prozess Großküche.

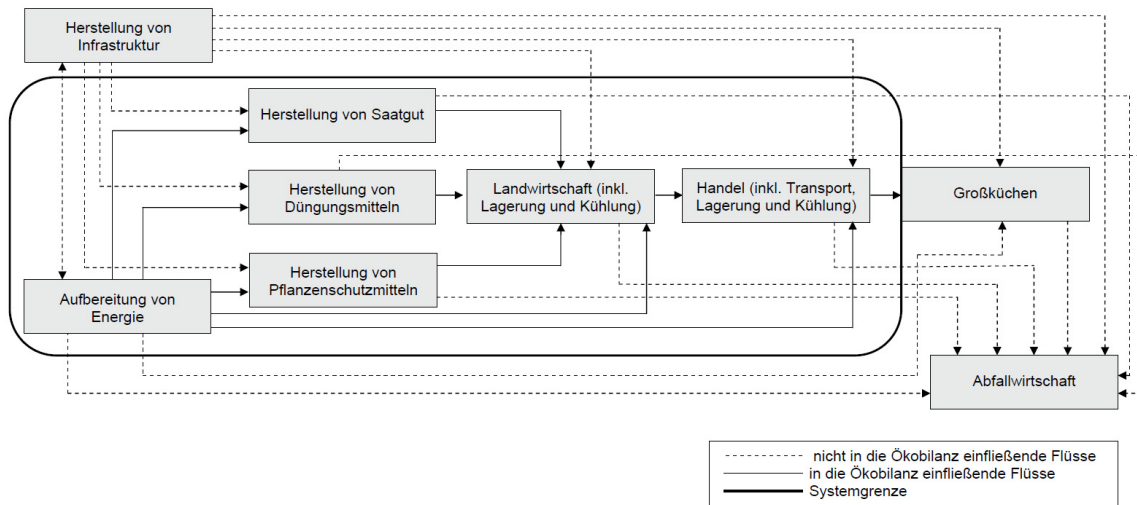


Abbildung 2-1: Systemdefinition zur Erfassung des indirekten Energieverbrauches der Großküchen des Projektes SUKI

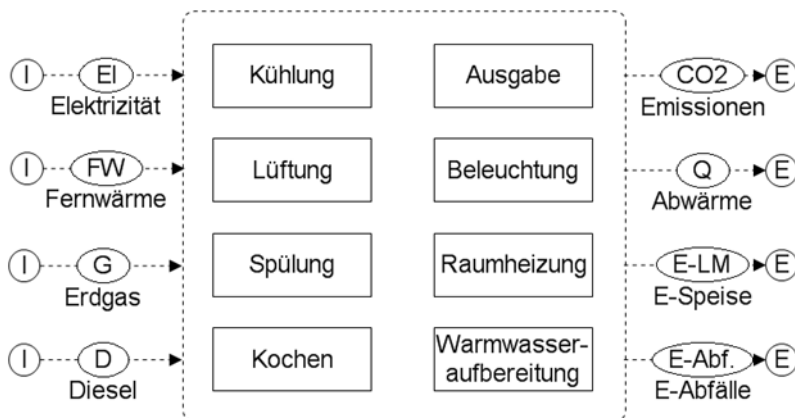


Abbildung 2-2: Systemdefinition zur Erfassung des direkten Energieverbrauches der Großküchen des Projektes SUKI

**Prozess Großküche**

Der Prozess Großküche umfasst den Energieverbrauch der teilnehmenden Großküchen, bzw. berücksichtigt die Energieträger, und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche durch die Küchenaktivitäten verursacht werden. Für diesen Zweck werden unter anderem die Verbräuche pro Energieträger, die Anzahl Betriebstage und die produzierten Mahlzeiten pro Jahr erfasst. Anhand diese Daten wird ein gesamtes Bild der Energieverbräuche der Großküchen gezeichnet und mittels der Energieverbrauchskennzahl ‚Energieverbrauch pro Mahlzeit‘ dargestellt.

Der Energieverbrauch der Großküchen wird anhand der wichtigsten Küchenaktivitäten in acht Kategorien eingeteilt (Kühlung, Lüftung, Spülung, Kochen, Ausgabe, Beleuchtung, Raumheizung, und Warmwasseraufbereitung). Durch die Kategorisierung der wichtigsten

Aktivitäten der Küche kann die Energieverbrauchsstruktur der Großküchen dargestellt werden. Dadurch können die energieintensiven Bereiche bzw. Großküchengeräte identifiziert werden. Für diesen Zweck werden die in die Großküchen verwendeten Geräte den Kategorien zugeordnet und die entsprechenden Daten erfasst. Pro Küchengerät werden unter anderem der eingesetzte Energieträger, der Nennleistung, der Wirkungsgrad, die Betriebsdauer, und Anzahl der eingesetzten Geräte erfasst, um die Energieverbräuche der einzelnen Geräte zu ermitteln. Zusätzlich werden Hersteller, Typ, und jene Geräte mit einem zu erwartenden hohen Energieverbrauch erfasst.

Nachfolgend werden die einzelnen Kategorien beschrieben sowie die energiemäßig wichtigsten Geräte in die jeweilige Kategorie genannt.

### **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 auch mit dem gleichen Kühlaggregat betrieben wird. Die energiemäßig wichtigsten Kühlgeräte werden anhand ihrer Nennleistung und Betriebsdauer ermittelt. In der teilnehmenden Großküche werden Kompressionskälteanlagen verwendet. Vereinfacht besteht eine Kompressionskälteanlage aus einem Kompressor, einem Verflüssiger, einer Drossleinrichtung, 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 der Verflüssiger, und möglicherweise installierte Pumpen erfasst werden.

### **Lüftung**

Der Bereich Lüftung umfasst die allgemeine Raumlüftung sowie die in den Großküchen verwendeten Lüftungshauben. Energiemäßig wichtige Elemente der Lüftungsanlagen sind die Ventilatoren, im Gegensatz werden die wenig Energie benötigenden Steuerungsanlagen nicht berücksichtigt. Die Lüftung wird häufig mit Raumheizung bzw. Raumkühlung kombiniert. Zufuhr von Wärme- oder Kälteenergie wird in der Kategorie Lüftung nicht berücksichtigt.

### **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 Spülgeräts wird anhand der Nennleistung und Betriebsdauer ermittelt. Der Energieverbrauch der in dieser Kategorie dargestellt wird, besteht aus der Summe der wichtigsten Spülgeräte der jeweiligen Großküche.

### **Kochen**

Der Kategorie Kochen umfasst jedes einzelne Gerät, das für die Zubereitung der Speisen verwendet wird. Dieser Bereich umfasst Küchengeräte wie zum Beispiel Rührwerke, Ab-

schnittmaschinen und Kochgeräte wie zum Beispiel Kochkessel, Bratpfanne, Heißluftdämpfer, Herd, und Ofen. Im Vergleich der Küchengeräte sind die Kochgeräte energiemäßig wichtiger, da sie eine höhere Nennleistung besitzen und durchschnittlich länger eingesetzt werden.

### **Ausgabe**

Der 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. Der Einsatz von mehreren Geräten des gleiche Typ kann jedoch zu hohen Energieverbräuchen führen.

Der 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 und auf den Einsatz des primären Energieträgers (z.B. Erdgas) zurückgeführt. Energieverbrauch der Ventilatoren oder Pumpen welche für die Verteilung der Wärme eingesetzt werden, werden in der Kategorie Raumheizung nicht berücksichtigt.

### **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, werden nicht berücksichtigt.

## **2.2.2 Energieträger**

Mit dem Begriff Energieträger wird in der Energietechnik das Medium welches die Energie enthält oder überträgt bezeichnet, z.B. eine elektrische Ladung, oder Treibstoffe wie Diesel.

Der Einfachheit halber wird in diesem Bericht der Begriff Energieträger breiter aufgefasst. Als Energieträger werden Elektrizität (bzw. Strom), Fernwärme, und Erdgas definiert. Dies sind die in den teilnehmenden Großküchen direkt eingesetzten Energieträger.

Erdgas ist ein primärer Energieträger aus fossiler Quelle welches in den Großküchen direkt in Nutzenergie (z.B. Wärme) verwandelt wird. Bei dem Umwandlungsprozess und dem Transport der Energieträger innerhalb der Großküchen treten Verluste auf wie zum Beispiel Wärmeverluste an die Umgebung. Die Energieverluste (bzw. Exergieverluste) 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 weil sie für die primären Energieträger vernachlässigbar sind [Statistik Austria, 2009].

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 in Nutzenergie entstehen keine CO<sub>2</sub>-Emissionen, diese entstehen bei der Umwandlung von primären (fossilen) in sekundären Energieträgern. Deswegen wird der Erzeugung von sekundären Energieträgern im Prozess Großküchen berücksichtigt. Die anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen werden anhand der für die Umwandlung eingesetzten primären Energieträgern, sowie der Umwandlungs- und Transportverluste ermittelt.

## 2.3 Erhebung der Energiedaten

### 2.3.1 Datenerhebung

Die Erfassung der Energiedaten erfolgt in zwei Teilen: der erste Teil umfasst die Energieverbrauchsanalyse, der zweite Teil behandelt die Erfassung der energieträgerspezifischen Daten. Mittels der Energieverbrauchsanalyse werden einerseits der gesamte Energieverbrauch der Großküchen bestimmt und andererseits die Energieverbrauchsstruktur und Energieeffizienz untersucht. Es werden zwei speziell entwickelte Fragebögen eingesetzt: der erste Fragebogen (siehe Anhang 6.1) erfasst Energieverbrauchsdaten (für die Küche gesamt und pro Kategorie) sowie Energielieferantendaten und Kosten pro eingesetztem Energieträger. Zudem werden allgemeine Daten bezüglich der Küche erfasst, wie beispielsweise Betriebsart, Anzahl Produktionstage pro Jahr, Durchschnitt der produzierten Mahlzeiten pro Woche und Informationen über den Transport der Speisen. Anhand allgemeine Küchendaten wird einerseits der Energiekennzahl ‚Energieverbrauch pro Mahlzeit‘ ermittelt und andererseits ein Überblick den Betrieb der Großküche gewonnen. Auch werden die Unterschiede zwischen den teilnehmenden Großküchen ersichtlich gemacht.

Der zweite Fragebogen (siehe Anhang 6.2) erfasst die Energieverbrauchs- und Gerätedaten der Großküchengeräte welche in den verschiedenen Küchenaktivitäten eingesetzt werden. Dazu werden von jedem Großküchengerät die Gerätebezeichnung, Hersteller, Typ, Anzahl, Nennleistung, Betriebszeit, der verwendeten Energieträger, und der Wirkungsgrad erfasst.

Anschließend wird eine Auswertung vorgenommen, um jene Geräte mit einem potentiell hohen Energieverbrauch zu identifizieren. Eine Tabelle mit den verwendeten Parametern ist in Anhang 6.3 wiedergegeben. Die Bewertung basiert auf die Nennleistung und Betriebsdauer des jeweiligen Küchengerät.

Wird ein Fragebogen nicht vollständig ausgefüllt, werden Daten durch Messungen ergänzt (siehe Kapitel 2.3.2). Damit sollen kritische Datenlücken, wie z.B. gesamter Stromverbrauch und Stromverbrauch einzelner Kategorien (siehe auch Kapitel 2.2) geschlossen werden.

Der zweite Teil der Datenerfassung nimmt Bezug auf die eingesetzten Energieträger. Wie im Kapitel 2.2.2 beschrieben, wird der Prozess Großküchen für primäre und sekundäre Energieträger unterschiedlich abgegrenzt. Für die Einsatz von primären Energieträgern werden die Emissionsfaktoren zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der vorhandenen Literatur entnommen und einheitlich verwendet, d.h. es werden für die primären Energieträger von verschiedenen Anbietern einheitliche Faktoren verwendet, anbieterspezifische Unterschiede können dadurch nicht berücksichtigt werden. Dieser Unterschieden sind in der Regel gering und haben keine großen Auswirkungen auf das Endergebnis.

Die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren der sekundären Energieträger können pro Anbieter stark schwanken. Die hängt vor allem davon ab, welche primären Energieträger (bzw. fossilen, nuklear, oder erneuerbar) für die Erzeugung eingesetzt werden. Die Emissionsfaktoren der sekundären Energieträger werden daher pro Energieträger und Anbieter erfasst. Für Strom werden die Werte der E-Control herangezogen. Die E-Control ist die österreichische Regulierungsbehörde und für die Einhaltung der Marktregelungen bezüglich Elektrizität und Erdgas verantwortlich. Sie publiziert jährlich den Stromkennzeichnungsbericht für Österreich welcher auch die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für die Elektrizitätserzeugung pro Anbieter enthält. Die Umweltauswirkungen, welche durch die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren dargestellt werden, beziehen sich auf die Stromproduktion der jeweiligen Anlagen des Anbieters. Umweltauswirkungen von vorgelagerten Prozessen und Transportwegen werden nicht berücksichtigt.

Für Fernwärme werden CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren aus den jeweiligen Umweltberichten der Anbieter entnommen. Die Emissionsfaktoren betreffen die Emissionen der Anlagen. Die vorgelagerten Prozesse sowie Transportwege werden nicht berücksichtigt.

### 2.3.2 Stromverbrauchsmessungen

Großküchen haben in den meisten Fällen keine detaillierten Energieverbrauchsdaten in der Form, wie sie für das Projekt erforderlich sind. Um den Stromverbrauch mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen, sind daher teilweise Stromverbrauchsmessung erforderlich. Im ersten Teil der Datenerhebung wird ersichtlich, welche Energieverbrauchsdaten in den Großküchen vorhanden sind. Daraus ergibt sich der weitere Handlungsbedarf, um relevante Datenlücken schließen zu können. Das Schließen der Datenlücken erfolgt mittels Begehungen der Großküchen, wobei eine Inventur der wichtigsten Großküchengeräte vorgenommen und Stromverbrauchsmessungen durchgeführt werden. Eine Stromverbrauchsmessung für

einzelne Großküchengeräte ist allerdings nur dann möglich, wenn diese elektrisch betrieben werden und wenn sie über eine eigene Sicherung bzw. über einen eigenen Anschluss im Stromverteilerkasten bzw. -sicherungskasten verfügen.

Die Stromverbrauchsmessungen dienen zum Schließen der bei der Datenerhebung identifizierten Datenlücken (siehe Kapitel 2.3.1). Anhand der Nennleistung und der Betriebsdauer werden jene Geräte mit einem potenziell hohen Energieverbrauch identifiziert. Dabei wird auch die Anzahl der eingesetzten Geräte in einer Kategorie berücksichtigt. Die Großverbraucher unter den Küchengeräten werden ausgewählt, um ca. 80 % des theoretisch maximalen Stromverbrauchs mit einer möglichst kleinen Anzahl Küchengeräten abdecken zu können. Es soll ein möglichst großer Anteil des Energieverbrauchs mit einer kleinstmöglichen Anzahl an Messungen erfasst werden.

Für die Stromverbrauchsmessungen werden pro Großküche individuelle Messungsprogramme erstellt. Neben der Messung einzelner Geräte wird zusätzlich die Gesamteinspeisung der Großküche gemessen. Damit soll der Anteil des nicht zuordenbaren Stromverbrauchs ersichtlich gemacht werden. Bei der Aufzeichnung der Messung werden die jeweilige Anfangs- und Endzeiten der Messungen aufgezeichnet, sowie das Datum an dem die Messung erfolgte. Ein Beispiel für ein erstelltes Messungsprogramm ist im Anhang 6.4 zu finden.



Abbildung 2-3: Drei-Phasen-Leistungsmessgerät

Die Energieversorgung der Großküchengeräte sowie die Gesamteinspeisung der Großküchen erfolgen über Dreiphasenwechselstrom. Daher müssen auch die Stromverbrauchsmessungen mittels eines drei Phasen Leistungsmessgerätes durchgeführt werden. Für die Stromverbrauchsmessungen wird das 3 Phasen Leistungsmessgerät TES 3600 (siehe Abbildung 2-3) eingesetzt. Das Messgerät verfügt über 4 Stromzangen und vier Spannungsmessungsleitungen, jeweils für eine Phase und dem Nullleiter. Das Gerät verfügt über einen Datenlogger womit verschiedene Elektrizitätsparameter wie Spannung, Strom, und Leistung in Minutentakt automatisch erfasst werden können. Diese Funktionen sind auch erforderlich,

um die notwendigen Daten erfassen effizient zu können. Die im Datenlogger gespeicherten Daten können in der Folge ausgelesen und mittels einer eigenen EDV-Software ausgewertet werden.

### 2.3.3 Datenverarbeitung

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

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

Schließlich werden alle Verbräuche von Strom, Fernwärme und Erdgas auf die Einheit Kilowatt Stunde (kWh) umgerechnet, aufsummiert und damit der gesamte Energieverbrauch der Großküchen dargestellt.

## 2.4 Methoden zur Berechnung der Energieverbräuche der Großküchen

### 2.4.1 Berechnung des Stromverbrauchs

Im Fall von nicht vorhandenen Daten zum Stromverbrauch von einzelnen Großküchengeräten wird anhand von Herstellerdaten, Nennleistung, Betriebsstunden und Stromverbrauchsmessungen der Jahresstromverbrauch geschätzt. Bei den Stromverbrauchsmessungen wird die gesamte Tageseinspeisung der Großküche gemessen und grafisch mit der Summe der einzeln gemessenen Großküchengeräte verglichen. So kann festgestellt werden, in wie fern sich die Summe der Einzelmessungen mit der Messungen des gesamten Stromverbrauchs decken. Wenn 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. Diese Schätzung wird für alle Großküchen durchgeführt, um die Stromverbrauchsstruktur der Küchen zu bestimmen. Zudem bietet sie auch



Einsicht in die Genauigkeit der Schätzung, da geschätzte Werte mit den erhobenen Jahresstromverbräuche verglichen werden können.

Die zu messenden Großküchengeräte werden anhand ihres erwarteten Stromverbrauchs selektiert. Dieser ergibt sich aus dem Produkt der Nennleistung und der erwarteten Betriebsstunden. Da nach dieser Vorgehensweise einige Bereiche unterbewertet werden, wird eine kleine Anzahl der typischen Ausgabegeräte z.B. Bain-Marie oder Tellerspender spezifisch gemessen um einen Faktor zu ermitteln der das Verhältnis zwischen dem theoretisch maximalen Stromverbrauch und den tatsächliche Stromverbrauch darstellt. Anhand dieses Faktors, welcher auch für die übrigen Großküchengeräte ermittelt werden soll, wird der Stromverbrauch den acht Kategorien zugeordnet.

### **2.4.2 Berechnung des Fernwärmeverbrauchs**

Wird der Fernwärmeverbrauch nicht spezifisch für die Großküche erfasst, sondern liegen die Verbrauchsdaten ausschließlich des gesamten Gebäudes vor, so wird der Verbrauch nach einer einfachen Schätzung ermittelt. Die Vorgangsweise beruht auf dem Grundflächenverhältnis zwischen dem gesamten Gebäude und der Küche. Voraussetzung ist, dass der betreffende Energieträger ausschließlich für die Raumheizung eingesetzt wird. Ist dies nicht der Fall wird eine grobe Abschätzung über dem Verhältnis zwischen dem Energiebedarf der Heizung und der Warmwasseraufbereitung vorgenommen.

### **2.4.3 Berechnung des Erdgasverbrauchs**

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

### **2.4.4 Berechnung des Dieserverbrauchs**

In den untersuchten Großküchen wird Diesel als Energieträger teilweise für den Transport der Speise verwendet. Der Verbrauch wird anhand der im Jahr zurückgelegten Kilometer, des Baujahrs des Fahrzeugs und des unteren Heizwertes des eingesetzten primäre Energieträger (bzw. Diesel) berechnet. Die online Version des „Handbook Emission Factors for Road Transport“ (HBEFA) gibt Emissionsfaktoren und Kraftstoffverbrauch für die aktuellen im Umlauf befindlichen Fahrzeugkategorien für Deutschland, der Schweiz und Österreich an ([www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)). Die Emissionsfaktoren und der Kraftstoffverbrauch werden einerseits anhand von umfangreichen Emissionsmessungen und andererseits aufgrund von Untersuchungen des Fahrverhaltens bestimmt. In Tabelle 2-1 ist der Kraftstoffverbrauch von verschiedenen Nutzfahrzeugen wiedergegeben. Diese Tabelle entspricht den Emissionsfaktoren und Kraftstoffverbräuchen wie sie online in der HBEFA Version 2.1 dargestellt werden.

Tabelle 2-1: Kraftstoffverbrauch für leichte und schwere Nutzfahrzeuge

Land	Jahr	Fahrzeugkategorie	Kraftstoff	Kraftstoffverbrauch	Einheit
AT	1990	LI/LNF	D	94,505	[g/FzKm]
AT	1990	SNF	D	271,79	[g/FzKm]
AT	1995	LI/LNF	D	89,495	[g/FzKm]
AT	1995	SNF	D	252,831	[g/FzKm]
AT	2000	LI/LNF	D	88,046	[g/FzKm]
AT	2000	SNF	D	228,695	[g/FzKm]
AT	2005	LI/LNF	D	86,549	[g/FzKm]
AT	2005	SNF	D	223,246	[g/FzKm]

Quelle: [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)

Aufgrund des Kraftstoffverbrauchs aus Tabelle 2-1 kann anhand der Formel 2-1 der gesamte Energieverbrauch der eingesetzten Transportmittel errechnet werden. Der dabei verwendete untere Heizwert ( $H_U$ ) ist ein Maß für den Energiegehalt eines Brennstoffes. Der für Österreich spezifische Heizwert von Diesel (43,33 MJ/kg; Quelle: [Anderl et al., 2009b]) wird für diese Berechnung verwendet und auf kWh umgerechnet. Damit kann der Energieverbrauch einheitlich und vergleichbar wiedergegeben werden.

Formel 2-1: Berechnung des Energieverbrauchs eines Transportmittels

$$E_{\text{Verbrauch}} = A \times K_{\text{Verbrauch}} \times H_U$$

$E_{\text{Verbrauch}}$  : Energieverbrauch (MJ)

$K_{\text{Verbrauch}}$  : Kraftstoffverbrauch (kg/km)

$A$  : zurückgelegte Kilometer (km)

$H_U$  : unterer Heizwert (MJ/kg)

## 2.4.5 Berechnung des gesamten Energieverbrauchs

Der gesamte Energieverbrauch basiert auf den Verbräuchen der einzelnen in den Großküchen eingesetzten Energieträger die in Kapitel 2.2.2 definiert sind. Die Einheit der Energieträger wird in Kilowatt Stunden (kWh) umgerechnet. Nachdem die Energieverbräuche vereinheitlicht sind, werden sie aufsummiert.

## 2.5 Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen der Großküchen

### 2.5.1 CO<sub>2</sub> Emissionen aus Strom

Zur Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen aus der Stromerzeugung werden für jedes Energieversorgungsunternehmen CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren ermittelt. Diese werden von E-Control in den Stromkennzeichnungsberichten publiziert [Energie Control, 2009b]. Die Umweltauswirkungen, welche durch die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren dargestellt werden, beziehen sich auf die Stromproduktion der jeweiligen Anlagen. Umweltauswirkungen von vorgelagerten Prozessen

und Transportwegen werden nicht berücksichtigt. In Tabelle 2-2 sind die durchschnittlichen CO<sub>2</sub> Emissionen der Österreichischen Stromerzeuger pro eingesetztem primärem Energieträger dargestellt.

Tabelle 2-2: Stromkennzeichnung in Österreich gemäß § 45 EIWOG für 2008 und empfohlene Umweltauswirkungen

Stromkennzeichnung gemäß § 45 EIWOG für 2008	Anteil (%)	CO <sub>2</sub> (g/kWh)	Radioaktiver Abfall (g/kWh)
<b>Bekannte erneuerbare Energieträger</b>	<b>58,92</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Wasserkraft	51,21	0	0
Feste oder flüssige biogene Stoffe	3,50	0	0
Windenergie	3,27	0	0
Sonstige Ökoenergie	0,94	0	0
<b>Bekannte fossile Energieträger</b>	<b>23,26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Erdgas	13,64	440	0
Erdöl und dessen Produkte	0,74	645	0
Kohle	8,88	882	0
<b>Bekannte Nuklearenergieträger</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,0027</b>
<b>Bekannte sonstige Primärenergieträger</b>	<b>0,37</b>	<b>650</b>	<b>0</b>
<b>Unbekannte Herkunft (UCTE-Mix)</b>	<b>17,45</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Wasserkraft	11,59	0	0
Fossile Brennstoffe	52,64	840	0
Nukleare Energie	29,43	0	0,0027
Sonstige erneuerbare Energieträger	5,97	0	0
Sonstige	0,37	840	0
<b>Summe</b>	<b>100</b>		

Quelle: [Energie Control, 2009b]

## 2.5.2 CO<sub>2</sub> Emissionen aus Fernwärme

Bei der Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen von Fernwärme/Dampf wird ähnlich der Elektrizität vorgegangen. Auch hier publizieren die Energieversorger meist die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren, welche für die Umrechnung des Energieverbrauchs in CO<sub>2</sub> Emissionen verwendet werden können. Im Fall der Fernwärme können zudem die Umweltberichte der Energielieferanten verwendet werden, um die CO<sub>2</sub> Emissionen je Einheit produzierter Wärme zu bestimmen. Wenn CO<sub>2</sub> Emissionen oder die Faktoren für das Referenzjahr nicht vorliegen, wird ein repräsentativer Wert aus vorangegangenen Jahren herangezogen.

### 2.5.3 CO<sub>2</sub> Emissionen aus Erdgas

Die Ermittlung der CO<sub>2</sub> Emissionen bei der Erdgasverbrennung ist einfacher als bei den Energieträgern Strom und Fernwärme, da es sich bei Erdgas um einen sekundären Energieträger handelt, der aus verschiedenen primären Energieträgern entstanden ist. Die CO<sub>2</sub> Emissionen bei der Verbrennung des primären Energieträgers Erdgas können anhand des Kohlenstoffgehalts des Brennstoffs berechnet werden. Die Formel 3-1 [EEA, 2007] zeigt, wie der CO<sub>2</sub> Emissionsfaktor berechnet werden kann. Da Emissionsfaktoren zum Teil von der Art der Verbrennungsanlage abhängig sind, wird ein Durchschnittswert für ‚stationäre Verbrennung‘ aus dem „Austria’s National Inventory Report“ [Anderl et al., 2009b] herangezogen. Dieser Emissionsfaktor bezieht sich auf Österreich und ist mit 55,4 t CO<sub>2</sub>/TJ um 0,7 t CO<sub>2</sub>/TJ niedriger als der vom IPCC [Gomez et al., 2006] berechneten Standardemissionsfaktor.

Formel 2-2: Spezifischer Emissionsfaktor von CO<sub>2</sub>

$$EF_{R_{CO_2}} = \frac{44}{12} \cdot C_{C_{fuel}} \cdot \varepsilon \cdot \frac{1}{H_u} \cdot 10^6$$

$EF_{R_{CO_2}}$  Spezifische Emissionsfaktor (g/GJ)

$\frac{44}{12}$  Umrechnungsfaktor von Kohlenstoffgehalt nach dem Molekulargewicht von CO<sub>2</sub>

$C_{C_{fuel}}$  Kohlenstoffgehalt von dem Brennstoff (Masse C/Masse Brennstoff)

$\varepsilon$  Fraktion oxidierte Kohlenstoff

$H_u$  Unterer Heizwert von dem Brennstoff (MJ/kg)

### 2.5.4 CO<sub>2</sub> Emissionen aus Dieserverbrauch

Die Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen aus die Verbrennung von Diesel (bzw. dem Transport) beruht auf der Menge des eingesetzten Brennstoffes, welcher in den Berechnungen in Kapitel 2.4.4 beschrieben wird. Für diesen Zweck werden die von der HBEFA ermittelten Emissionsfaktoren, in Tabelle 2-3 (CO<sub>2</sub> Emissionen für leichte und schwere Nutzfahrzeuge), wiedergeben. Dabei werden ausschließlich direkte CO<sub>2</sub> Emissionen des Transports betrachtet. Die Emissionen, die für die Produktion des Fahrzeugs sowie für die Erzeugung der Energieträger verursacht werden, werden vernachlässigt.

Tabelle 2-3: CO<sub>2</sub> Emissionen für leichte und schwere Nutzfahrzeuge

Land	Jahr	Fahrzeugkategorie*	Schadstoff	Kraftstoff	Emissionsfaktor	Einheit
AT	1990	LI/LNF	CO2	D	297,689	[g/FzKm]
AT	1990	SNF	CO2	D	856,137	[g/FzKm]
AT	1995	LI/LNF	CO2	D	281,911	[g/FzKm]
AT	1995	SNF	CO2	D	796,417	[g/FzKm]

Land	Jahr	Fahrzeugkategorie*	Schadstoff	Kraftstoff	Emissionsfaktor	Einheit
AT	2000	LI/LNF	CO2	D	277,345	[g/FzKm]
AT	2000	SNF	CO2	D	720,389	[g/FzKm]
AT	2005	LI/LNF	CO2	D	272,63	[g/FzKm]
AT	2005	SNF	CO2	D	703,225	[g/FzKm]

Quelle: [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)

\* LI/LNF: Lieferwagen / Leichtes Nutzfahrzeug; SNF: Schweres Nutzfahrzeug

## 2.6 Methode zur Identifikation von Einsparungspotentialen

Für die Identifikation möglicher Einsparungspotentiale des direkten Energieverbrauches der Großküchen werden die erfassten Leistungskurven der Kategorien und der Großküchengeräte verwendet. Ausgangspunkt ist deren Anteil am Gesamtenergieverbrauch. Dieser wird mittels Vergleich der Summe der Großküchengeräte und der Gesamteinspeisung ermittelt. Wenn die Summe der Großküchengeräte grob mit der Leistungskurve der Gesamteinspeisung übereinstimmt, werden die einzelnen Leistungskurven analysiert und mit der Küchenleitung besprochen. Gemeinsam mit der Küchenleitung werden in der Folge Einsparungspotenziale identifiziert. Der Vorteil ist, dass die Küche gleichzeitig einen Überblick über den Energieverbrauch ihrer Küche und über die relevantesten Großküchengeräte bekommt. Nach Identifikation der energiemäßig wichtigsten Kategorien, wird durch Vergleich mit dem Stand der Technik abgeschätzt, ob gegebenenfalls dadurch Einsparungen vorgenommen werden können.



## 3 Ergebnisse

### 3.1 Gesamtüberblick

Der direkte Energieverbrauch und die daraus entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen der Großküchen werden erfasst und berechnet. In diesem Kapitel werden die Resultate der Datenerfassung und Berechnungen beschrieben. Für jede Küche werden der Gesamtenergieverbrauch sowie der Verbrauch in den Kategorien Kochen, Kühlung, Spülung, Ausgabe, Lüftung, Beleuchtung, Raumheizung, und Warmwasseraufbereitung dargestellt und verglichen. Es werden pro Küche jene Kategorien identifiziert, die den größten Energiebedarf aufweisen und wo die größten Einsparungspotentiale zu realisieren sind.

#### 3.1.1 Daten der teilnehmende Großküchen

Die am Projekt teilnehmenden Großküchen unterscheiden sich in Größe (Anzahl der produzierten Speisen pro Tag) und im Versorgungsbereich (z.B. Kundengruppe). Die zwei Großküchen OW und RO sind Krankenhausküchen und versorgen PatientInnen sowie Personal dreimal täglich für 365 Tage im Jahr mit Speisen. Die drei Großküchen SP, LI und EB versorgen Bürobienstete mit Mittagsessen. Die Großküche WS versorgt die StudentInnen eines Studentenheims drei Mal täglich mit Speisen. Ebenso variiert die Anzahl der produzierten Speisen der Großküchen zwischen 140 und 2.390 Speisen pro Tag. Den Großküchen gemeinsam ist, dass vorwiegend warme Speisen zubereitet werden. Die Anzahl der Betriebstage variiert zwischen 174 Tage in der Studentenwohnheimküche und 365 Tage pro Jahr in den Krankenhausküchen.

Tabelle 3-1: Allgemeine Küchendaten

Großküche	Anzahl Mahlzeiten pro Tag	Davon Kalt	Betriebstage pro Jahr	Betriebsart	Anzahl Großküchengeräte	Personal Einsatz
SP	~1.500	-	ca. 260	Frishkost	109	-
LI	~1.700	-	ca. 230	Frishkost	86	6
OW	~2.390	~429	365	Frishkost	156	-
EB	~950	-	ca. 260	Frishkost	32	-
RO	~550	-	365	Frishkost	67	18,75
WS	~380*	~240	ca. 174	Frishkost	32	-

\* Ungefähr 140 warme Speisen werden täglich zubereitet

Bezüglich der Betriebsart besteht zwischen den teilnehmenden Großküchen kein Unterschied, alle Großküchen sind Frishkostküchen. Ebenso verfügen alle Großküchen über Speisesäle im Anschluss an die Räumlichkeiten der Großküchen. Die dafür genutzten Flächen variieren jedoch stark. Die Betriebsküchen (SP, LI, EB), sowie die StudentInnenwohnheimküche (WS), haben im Verhältnis zu den Krankenhausküchen (OW, RO) relativ große Speisesäle. In den Krankenhäusern werden die Speisesäle ausschließlich vom Personal

benutzt, die PatientInnen werden üblicherweise auf ihren Zimmern versorgt. Dies bringt einen signifikanten Unterschied in den Bereichen Raumheizung und Ausgabe mit sich, was auch aus energetischer Sicht folgen hat jedoch in dieser Studie nicht berücksichtigt wird (siehe Abbildung 3-33).

### 3.1.2 Energieversorgung und Energieverbräuche in den Großküchen

In den teilnehmenden Großküchen werden Elektrizität, Fernwärme und Erdgas für die Energieversorgung verwendet. Daten zum Gesamtenergieverbrauch bzw. eine Übersicht an Verbräuchen der verschiedenen eingesetzten Energieträger oder die Energieverbräuche bestimmten Kategorien, sind in den teilnehmenden Großküchen nicht vorhanden. Jährliche Stromverbrauchsdaten liegen für drei Großküchen SP, LI, und EB vor, wobei in einer Küche eine weitere Aufschlüsselung des Stromverbrauches auf einzelne Bereiche nicht vorhanden ist. Zumeist wird der Stromverbrauch der Großküche aber nicht getrennt erfasst, sondern ist Teil des Stromverbrauches von weiteren Abteilungen des betreffenden Instituts bzw Gebäudes (z.B. OW). Bei den zwei Großküchen RO und WS liegen keine Stromverbrauchsdaten für das Referenzjahr vor.

Für Heizung und z.T. auch für die Dampfversorgung der Großküchengeräte, wird in vier der teilnehmenden Großküchen Fernwärme eingesetzt. In drei Fällen (SP, OW, LI) sind die Verbrauchsdaten spezifisch für die Großküchen erfasst, in zwei Fällen (SP, OW) sind sie größeren Bereichen zuzuordnen. In zwei Küchen (RO, WS) wird Erdgas genutzt, wobei aber nur der Erdgasverbrauch des gesamten Instituts bzw. Gebäudes erfasst wird. Die RO-Küche setzt Erdgas für die Heizung und Dampferzeugung ein, die WS-Küche verwendet Erdgas ausschließlich für die Raumheizung.

Um den Energieverbrauch der Großküchen in die festgelegten Kategorien aufschlüsseln zu können, wird Anzahl und Art der Großküchengeräte erhoben. Inventarlisten dazu sind in den meisten teilnehmenden Großküchen vorhanden. Diese waren jedoch nicht immer aktuell oder beinhalteten nicht immer die erwünschten Informationen. Daher werden in drei Fällen (SP, OW, und RO) die Großküchengeräte vor Ort erfasst. Die Anzahl der Großküchengeräte variierte dabei zwischen 32 und 156, wobei oft von einem Gerätetyp mehrere Exemplare verwendet werden (z.B. die OW-Küche verwendet ca. 80 Speisewagen des gleichen Typus). Die aussagekräftigsten, erfassten Parameter der Großküchengeräte sind die Nennleistung und Betriebsdauer; anhand diesen Informationen kann eine grobe Übersicht über die Energieverbrauchsstruktur der Großküchengeräte geschaffen werden.

In Abbildung 3-1 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, Tellerspendler) 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.



In Abbildung 3-2 sind die Großküchengeräte aller teilnehmende Großküchen nach Betriebsdauer gereiht, dargestellt. Die Betriebsdauer ist die Zeitspanne in der das Gerät in der Großküche verwendet wird. Für die Betriebsdauer wird die Einheit „Stunden pro Woche“ (h/w) verwendet, 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 hauptsächlich die Kühl- und Lüftungsgeräte. Dabei wird angenommen, dass die Kühlgeräte 24 Stunden pro Tag in Betrieb. Dies ist aber nicht immer der Fall wie z.B. in der WS-Küche, die während 4,5 Monaten im Jahr geschlossen ist und in der Zeit auch kein Energie verbraucht wird. 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.

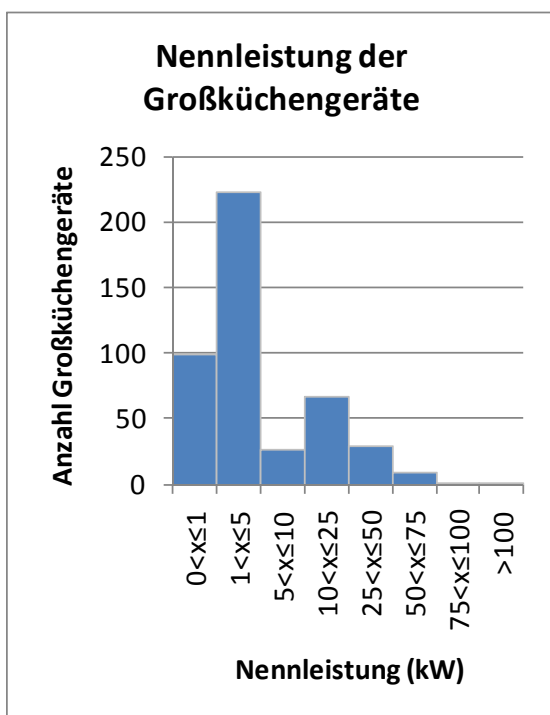


Abbildung 3-1: Nennleistung der Großküchengeräte

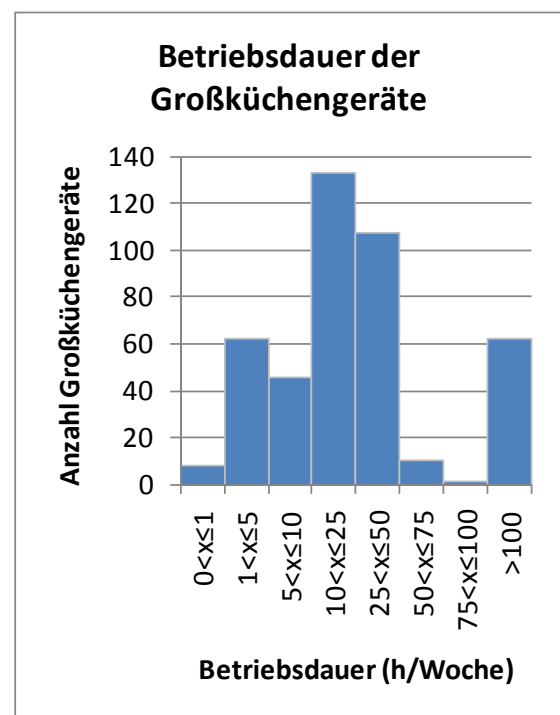


Abbildung 3-2: Wöchentliche Betriebsdauer der Großküchengeräte

Abbildung 3-3 zeigt die maximalen Stromverbräuche der Großküchengeräte. Es ist erkennbar, dass ein relativ kleiner Teil der Großküchengeräte für den Großteil des Stromverbrauches verantwortlich ist. Die Großverbraucher befinden sich in die Kategorien Spülung, Kühlung, und Lüftung. In der Kategorie Spülung beansprucht die Bandspülmaschine durch ihren täglichen Einsatz und ihre hohe Nennleistung, einen relevanten Teil des Stromverbrauches. Die Kategorie Kühlung und Lüftung wird durch niedrige Nennleistungen, aber durch hohe Betriebszeiten charakterisiert.

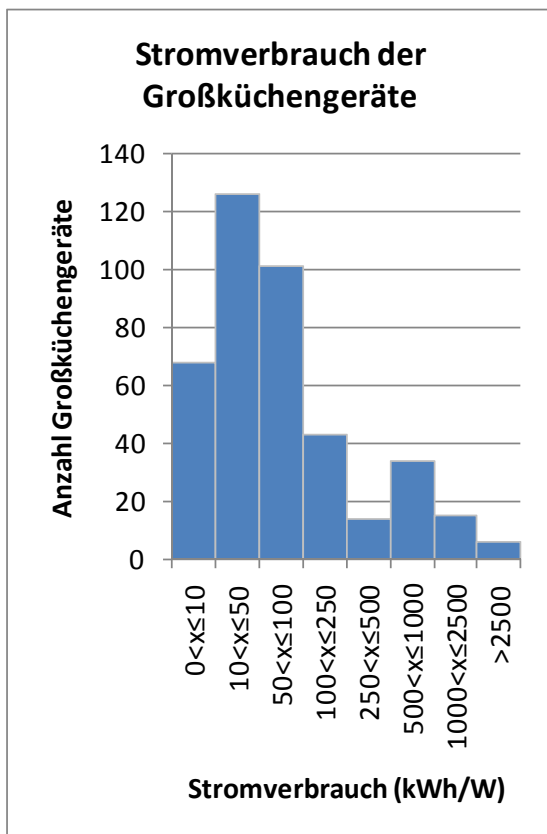


Abbildung 3-3: Stromverbrauch der Großküchengeräte

Die in Abbildung 3-3 abgebildeten Werte sind theoretische Werte und stimmen nicht unbedingt mit den tatsächlichen Werten überein. Es wird angenommen, dass die Schätzung von zu hohen Werten ausgeht, deshalb werden in AS2 anhand dieser Schätzungen Großküchengeräte ausgewählt und deren tatsächlicher Stromverbrauch gemessen.

### 3.1.3 Übersicht der Ergebnisse der Stromverbrauchsmessungen

Von den ca. 480 erfassten Großküchengeräten werden die voraussichtlich relevantesten ausgewählt und gemessen. Insgesamt werden 59 Stromverbrauchsmessungen in den österreichischen Großküchen durchgeführt. Jede Messung zeigt einen Tagesleistungsverlauf des betreffenden Gerätes oder Bereiches (siehe z.B. Abbildung 3-7). Tabelle 3-2 gibt einen Überblick über die durchgeführten Stromverbrauchsmessungen pro Küche und Kategorie. Innerhalb der Kategorie Kochen werden die meisten Stromverbrauchsmessungen durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass die Kategorie Kochen, mit ca. 9 % des gesamten jährlichen Stromverbrauches, für den Gesamtstromverbrauch der Küchen jedoch wenig signifikant ist (siehe Abbildung 3-4). Die energetisch relevantesten Kategorien sind die Lüftung und die Kühlung, da Lüftungs- und Kühlungsaggregate durchgehend in Betrieb sind. Die Kategorien Ausgabe und Spülung sind mit jeweils 10 % die nächstwichtigsten Kategorien. Die Abbildung 3-4 zeigt weiters, dass ca. 80 % der Stromverbräuche der Großküchen, mit den durchgeführ-

ten Messungen, erfasst wurden. Dies bedeutet, dass ca. 10 % der in Großküchen verwendeten Geräte ungefähr 80 % des Stroms der Großküchen verbrauchen.

Tabelle 3-2: Anzahl Stromverbrauchsmessungen pro Bereich und Großküche

Bereich	LI	SP	OW	RO	EB	WS	SUMME
Gesamteinspeisung	1	1	1*	2	1	1	7
Kochen	4	6	6	5	-	2	23
Kühlung	2	1	1	1	1	1	7
Spülung	2	3	1	2	2	1	11
Ausgabe	-	2	1	1	-	-	4
Lüftung	1	-	1	1	1	1	5
Beleuchtung	-	1	-	-	1	-	2
<b>SUMME</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>59</b>

\* Mehrere Messungen wurden für die Bestimmung der Gesamteinspeisung durchgeführt.

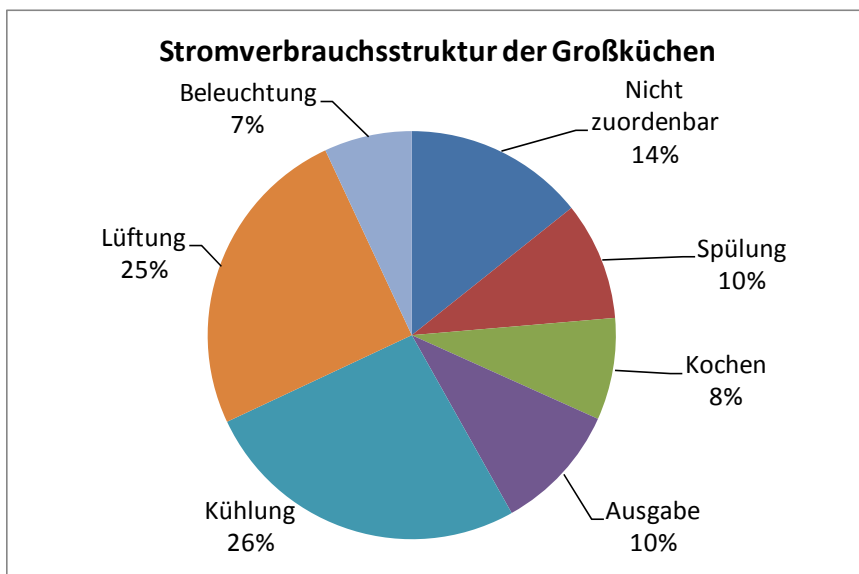


Abbildung 3-4: Durchschnittliche Stromverbrauchsstruktur der Großküchen

## 3.2 LI-Küche

### 3.2.1 Gesamtenergieverbrauch

Im Jahr 2008 beträgt der gesamte Energieverbrauch der LI-Küche ca. 842 MWh. Dieser Wert unterteilt sich in elektrische Energie und Fernwärme (siehe Abbildung 3-6). Beide Daten sind für das betreffende Referenzjahr vorhanden. Insgesamt werden im Jahr 2008 ca. 584 MWh Strom, für die Zubereitung und Ausgabe der Speise, die Geschirrspülung, die Kühlung und Lagerung der Lebensmittel, die Lüftung der Räumlichkeiten, und die Beleuchtung

der Küche, Speisesaal und Ausgabebereich (bzw. Free-Flow) verbraucht. Strom ist mit ca. 69 % des gesamten Energieverbrauchs Schwerpunktenergieträger in der LI-Küche. Die restlichen 31 % des Energieverbrauches (ca. 258 MWh) werden für die Raumheizung und Warmwasseraufbereitung eingesetzt und werden durch die Fernwärme bereitgestellt. Mit einer durchschnittlichen wöchentlichen Produktion von 7.500 Mahlzeiten ergibt dies einen Energieverbrauch von ca. 2,15 kWh pro Mahlzeit.

Der Energieverbrauch der LI-Küche wird anhand von Messungen und Schätzungen (siehe 3.2.2 und 3.2.3) in verschiedene Kategorien aufgeschlüsselt. Die Ergebnisse dieser Zuordnung sind in Abbildung 3-5 zusammengefasst. Die Kategorie Heizung ist mit 36 % des gesamten Energieverbrauchs der größte Energieverbraucher in der LI-Küche. Für die Warmwasseraufbereitung liegen keine separaten Daten vor, da sie über die Fernwärme mitversorgt wird und daher in der Kategorie Heizung inkludiert ist. Die Kühlung und Spülung sind weitere energetisch wichtige Bereiche in der LI-Küche. Die Kategorie ‚Sonstige‘ umfasst Großküchengeräte, welche nicht direkt gemessen werden (siehe Stromverbrauchsmessungen, Kapitel 3.2.2). Diese könnten aber, für den größten Teil den Kategorien Kochen, Ausgabe, und Spülung zugerechnet werden. In den folgenden Kapiteln (3.2.2 und 3.2.3) ist beschrieben wie die Energieverbrauchsstruktur ermittelt werden.

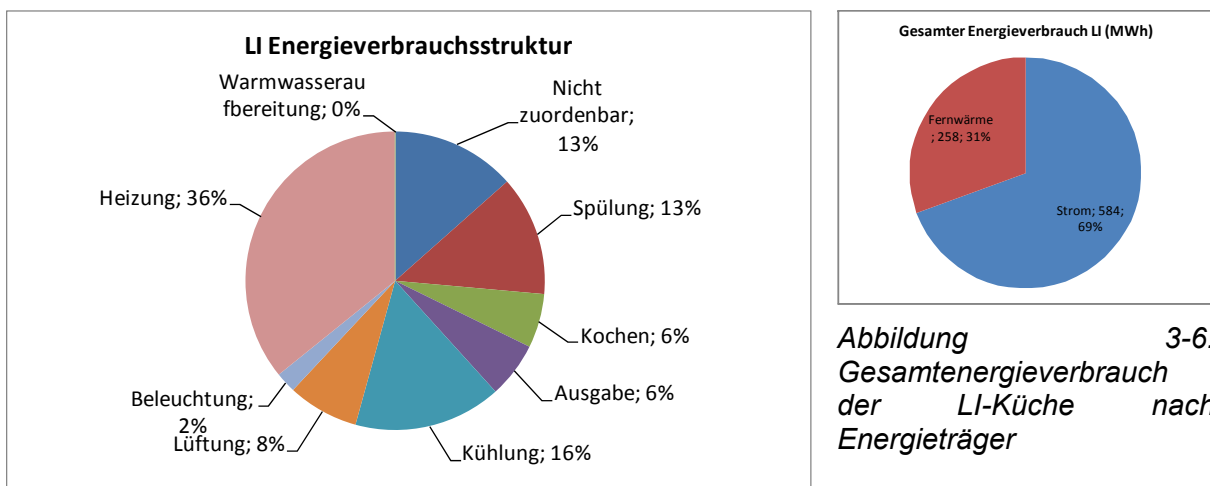


Abbildung 3-5: Energieverbrauchsstruktur der LI-Küche

Abbildung 3-6: Gesamtenergieverbrauch der LI-Küche nach Energieträger

### 3.2.2 Stromverbrauch

Die Großküchengeräte der LI-Küche werden mit elektrischer Energie betrieben. Daten zum gesamten, jährlichen Stromverbrauch der Küche sind verfügbar, eine weitere Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach den Kategorien aber nicht. Daher werden Stromverbrauchsmessungen in der LI-Küche durchgeführt. Die Messungen werden, mit Ausnahme von der Bandspülmaschine, im Elektroverteilerkasten der Küche durchgeführt. Der Stromverbrauch der Bandspülmaschine wird in der Küche selber gemessen, da es keine Möglichkeit gibt die Messung im Elektroverteiler durchzuführen. Insgesamt werden 82 Großküchengeräte in der LI-Küche verwendet, wovon 10 gemessen werden. Die 10 Großküchengeräte

werden anhand deren Nennleistung und Betriebszeit selektiert, da deren Faktor ein Indikator für den theoretisch maximalen Stromverbrauch ist (siehe Tabelle 3-3). Für das Lüftungsaggregat liegen keine Spezifikationen bzw. Nennleistung vor. Es werden trotzdem gemessen, da die Elektromotoren der Lüftung über längere Zeit in Betrieb sind und deswegen aus energetischer Sicht einen wichtigen Verbrauch darstellen können.

Tabelle 3-3: Gemessene Großküchengeräte der LI-Küche

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh)	Gemessener Stromverbrauch (kWh)
Bandspülmaschine	100	3	300	289
Kombidämpfer	50	4	200	21
Kombidämpfer	50	4	200	29
Druckkochkessel	36	4	144	30
Tablettspülmaschine	41	3	123	81
Topfspülmaschine	22	5	110	36
Kochkessel	24,1	3	72	6
Kühlaggregat	-	24	-	179
Kühlaggregat	-	24	-	155
Lüftungsaggregat	-	24	-	226
<b>SUMME</b>				<b>1.052</b>

Aus Tabelle 3-3 kann der theoretische maximale Stromverbrauch und der tatsächliche Stromverbrauch der Großküchengeräte abgelesen werden. Wie erwartet, weichen die beiden Werte voneinander ab, weswegen auch die Stromverbrauchsmessungen durchgeführt werden. Durch die Messungen kann der tatsächliche Verbrauch der verschiedenen Großküchengeräte mit höherer Genauigkeit abgeschätzt werden. Um den Anteil des Stromverbrauches des Geräts am Gesamtverbrauch zu erfassen, wird auch der Gesamtstromverbrauch der LI-Küche gemessen.

Die täglichen Stromverbrauchsmessungen werden auf einen Jahresverbrauch hochgerechnet. Für Kochgeräte werden die Werte der Tagesstromverbrauchsmessung mit der Anzahl der Betriebstage multipliziert, wobei angenommen wird, dass die Tagesmessungen für das betreffende Geräte repräsentativ sind. Die Messergebnisse zeigen jedoch, dass für Systeme, die laufend in Betrieb sind (wie z.B. Kühlung, Lüftung) unterschiedliche Stromverbrauchswerte während der Arbeitszeit und Nicht-Arbeitszeit bestehen (siehe Kapitel 3.3.1). In Abbildung 3-7 wird beispielsweise die Leistungskurve des Kühlaggregats in der LI-Küche wiedergegeben. Der Leistungsverlauf der zwei Messungen wird aufsummiert, um einen Gesamtüberblick des Leistungsverlaufs des Kühlaggregats darzustellen. Deutlich zu sehen ist, dass der Stromverbrauch während der Betriebszeiten zunimmt. Dies lässt sich anhand der Kälteverluste durch die Küchenaktivitäten erklären. Durchschnittlich ist der Stromverbrauch während der Arbeitszeiten (zwischen 06.00 und 18.00 Uhr) um ca. 14,5 % höher als der durchschnittliche Stromverbrauch der Kühlaggregate. Dies bedeutet, dass der durchschnittliche Stromverbrauch während Nicht-Arbeitstagen niedriger ist und bei der Hochrechnung auf Jahresverbräuche berücksichtigt werden muss.

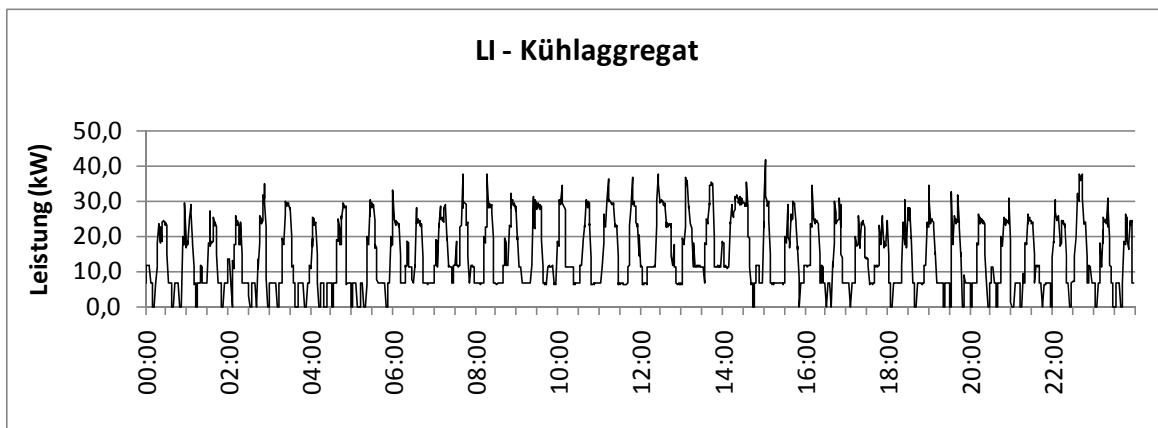


Abbildung 3-7: Leistungskurve der gesamten Kühlaggregate der LI-Küche

In Tabelle 3-3 sind die Stromverbräuche der Kühlaggregate eines Arbeitstages dargestellt (in Summe 334 kWh), aus der Abbildung 3-7 kann abgeleitet werden, dass 191 kWh während der Arbeitszeit und 143 kWh in der Nacht verbraucht werden. Es kann weiters angenommen werden, dass der nächtliche Stromverbrauch auch dem Verbrauch während dem Wochenende und Feiertage entspricht. Dies bringt eine Reduzierung des Stromverbrauchs um ca. 48 kWh auf 286 kWh für Nicht-Arbeitstage mit sich. Laut Angabe der Küchenleitung ist die LI-Küche 230 Tage in Betrieb, multipliziert mit dem Stromverbrauch während der Arbeitstage sind dies 76.820 kWh pro Jahr. Dazu kommt, der Stromverbrauch während Nicht-Arbeitstagen von 38.610 kWh. Die ergibt einen Gesamtenergieverbrauch für die Kühlung von ca. 115.430 kWh im Jahr. In dieser Abschätzung wird der Einfluss der Wetterbedingungen, bzw. Temperaturen und Jahreszeiten nicht berücksichtigt.

Die Kategorie ‚Beleuchtung‘ wird nicht gemessen, sondern anhand der Anzahl der Lampen, deren jeweilige Nennleistung, und der durchschnittlichen Betriebszeit abgeschätzt (siehe Tabelle 3-4). Daten für die Beleuchtung des Speisesaals und Free-Flow (bzw. Ausgabebereich) liegen vor. Der tägliche Stromverbrauch der Beleuchtung wird auf ca. 70 kWh geschätzt und ergibt damit rund 4 % des gesamten täglichen Stromverbrauchs. Hochgerechnet auf einen Jahresverbrauch sind dies ca. 16.100 kWh. Da keine Daten bezüglich der Küchenbeleuchtung vorliegen, wird der Stromverbrauch der Beleuchtung in dieser Berechnung unterschätzt. Es wird angenommen, dass der tatsächliche Anteil der Beleuchtung zwischen 5 % und 10 % des gesamten Jahresstromverbrauches liegen wird.

Tabelle 3-4: Beleuchtung der LI-Speisesaal und Free-Flow (Ausgabebereich) und der theoretisch maximale Stromverbrauch

Anzahl Lampen	Leistung (W)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh/t)
60	80	8,5	41
29	110	8,5	27
6	58	8,5	3
SUMME			71

Für die Kategorie ‚Ausgabe‘ werden in der LI-Küche keine Messungen durchgeführt, da der theoretisch maximale Stromverbrauch der ca. 40 Großküchengeräte, die für die Ausgabe verwendet werden, (z.B. Tellerspender, Bain-Marie) relativ niedrig ist (ca. 283 kWh/Tag, ungefähr 7 % des täglich theoretisch maximalen Stromverbrauchs). Dazu zeigen die Leistungskurven (siehe Abbildung 3-15 und Abbildung 3-16) der Ausgabegeräte einen stabilen Verbrauch mit einer durchschnittlichen Leistung von ungefähr 2/3 der Nennleistung an. Es wird angenommen, dass der Stromverbrauchsanteil des Ausgabebereichs in der LI-Küche, mit ca. 43.393 kWh rund 9 % des Gesamtstromverbrauchs der Küche ausmacht.

Die Leistungskurve der Lüftung in der LI-Küche ist in Abbildung 3-8 wiedergegeben. Die Kurve zeigt, dass die Lüftung 24 Stunden pro Tag in Betrieb ist, mit einem signifikant höheren Leistungsbedarf während der Küchenbetriebszeiten von 06:00 bis 16:00 Uhr. Die Messergebnisse zeigen einen täglichen Stromverbrauch der Lüftungsanlage von 226 kWh. Der größte Teil, ca. 200 kWh, wird während der Küchenbetriebszeiten verbraucht. Die übrigen 26 kWh während der Nicht-Arbeitszeiten. Es wird angenommen, dass der Stromverbrauch während Nicht-Arbeitszeiten auch dem Stromverbrauch während Wochenenden und Feiertagen entspricht. Dies wird bei der Hochrechnung auf den Jahresverbrauch berücksichtigt, was einen gesamten Stromverbrauch für die Lüftung der LI-Küche von 55.490 kWh pro Jahr ergibt.

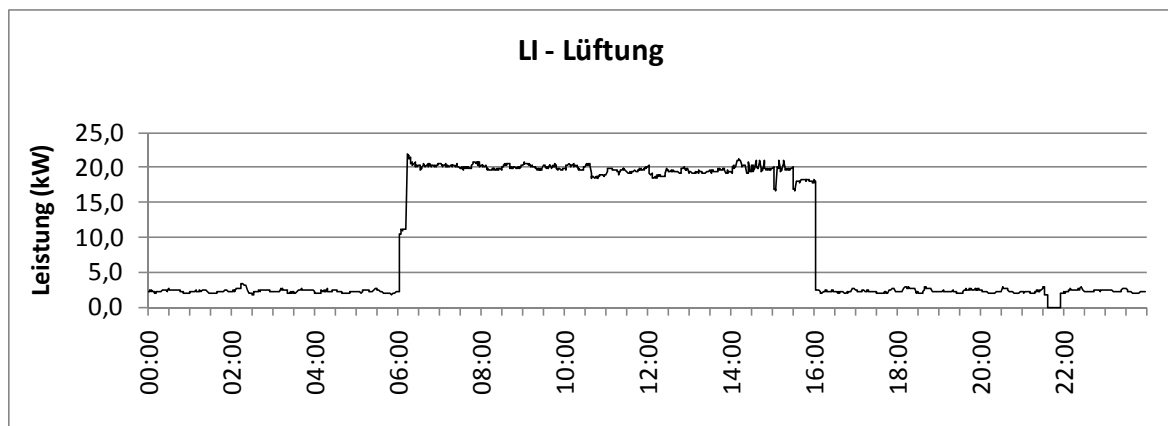


Abbildung 3-8: Leistungskurve der Lüftung der LI-Küche

Die Kühlung der Räumlichkeiten der LI-Küche wird über die zentrale Klimaanlage des gesamten Gebäudes gefahren. Ein weitere Aufschlüsselung der Raumkühlung über den Gesamtstromverbrauch kann deswegen nicht durchgeführt werden.

In Abbildung 3-17 sind die Ergebnisse der Stromverbrauchsmessung nach Kategorien wiedergegeben. Die 10 Messungen erklären 79 % des Stromverbrauchs der LI-Küche. Die drei wichtigsten Kategorien sind Kühlung mit 25 % des gesamten Stromverbrauchs, Spülung mit 20 % und Lüftung mit 12 %. Die Kategorie Kochen nimmt ca. 9 % des gesamten Stromverbrauchs in Anspruch. Es muss davon ausgegangen werden, dass dieser Anteil unterschätzt wird, da ‚kleinere‘ Großküchengeräte die für den Kochvorgang verwendet werden,

nicht gemessen wurden. Doppelmessungen (bzw. Messungen der gleichen Gerätetypen) werden vermieden und sind daher auch in der Hochrechnung nicht berücksichtigt. Praktisch bedeutet dies, dass von 4 Druckkochkessel und von 2 Kochkessel je nur einer gemessen wurde, und von 6 Kombidämpfer 2 gemessen wurden. Wird dieser Umstand berücksichtigt, steigt der Anteil des Kochbereichs auf ca. 9 % des gesamten jährlichen Stromverbrauchs.

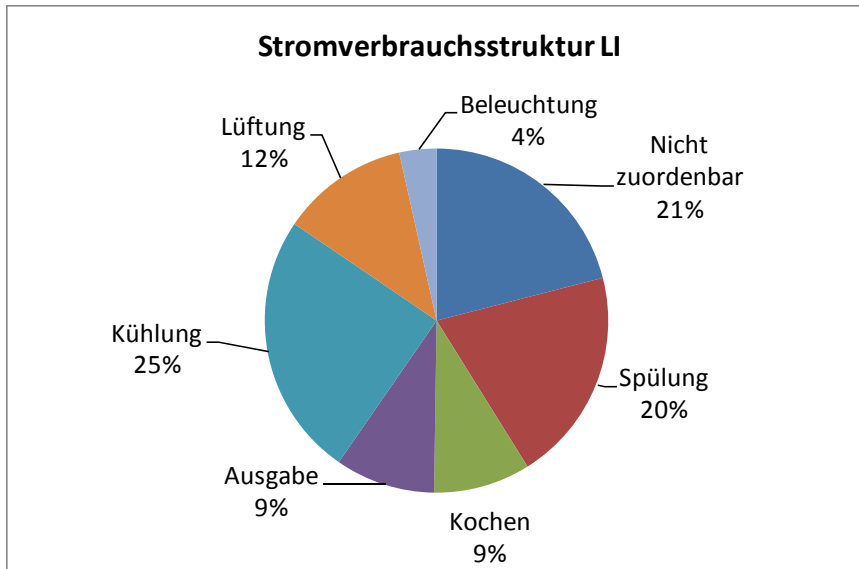


Abbildung 3-9: Stromverbrauchsstruktur der LI-Küche

### 3.2.3 Fernwärme

Die Küche verwendet Fernwärme für die Raumheizung sowie für die Aufbereitung von Warmwasser. Im Jahr 2008 verbrauchte die LI-Küche dafür 558 MWh Fernwärme. Eine spezifischere Zuordnung der Verbräuche zu den Kategorien Heizung und Warmwasseraufbereitung ist nicht möglich. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen ist die Aufschlüsselung bis zu den einzelnen Kategorien auch nicht erforderlich.

### 3.2.4 Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI definiert als die direkt in der Küche verbrauchte Energie. Jede kWh an Strom, Fernwärme oder Erdgas bringt eine bestimmte Menge an CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit sich, sofern fossile Energieträger für die Erzeugung der Energie verwendet werden. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Kohlendioxid Emissionsfaktoren verwendet. Die einzelnen Energieträger, welche die Linz Strom Vertrieb GmbH & Co KG für die Stromerzeugung verwendet, werden nach § 45a Abs. 1 EIWOG ausgewiesen und der Kohlendioxid Emissionsfaktor auf 194,13 g CO<sub>2</sub>/ kWh festgelegt [Energie Control, 2009a]. Mit einem Stromverbrauch von 583.738 kWh pro Jahr ergibt dies einen CO<sub>2</sub> Ausstoß von ca. 113 Tonnen pro Jahr.



Der CO<sub>2</sub> Emissionsfaktor der Fernwärme ist aus der Umwelterklärung von Linz AG abgeleitet (siehe Tabelle 3-5). Auf Basis des produzierten Stroms und Wärme und der CO<sub>2</sub> Emissionen werden für die Kraft- und Heizwerke Emissionsfaktoren berechnet (siehe letzte Spalte der Tabelle 3-5).

*Tabelle 3-5: Die Kraft- und Heizwerke der Linz AG, deren Energieproduktion, CO<sub>2</sub> Emissionen, und der abgeleitete Kohlendioxid Emissionsfaktor*

Kraft- bzw. Heizwerk	Strom (GWh)	Wärme (GWh)	CO <sub>2</sub> (t)	Energie gesamt (GWh)	CO <sub>2</sub> /kWh (kg)
FHK Linz-Mitte (inkl. FHW Dornach & Wasserkraftwerke)	445	522	183552	967	0,190
FHKW Linz-Süd	461	295	221158	756	0,293
Durchschnittlicher CO <sub>2</sub> Emissionsfaktor					0,241

Quelle: [http://www.linzag.at/ps/tmp/lagweb\\_docudb/VereinfachteUmwelterklaerung\\_2007.pdf](http://www.linzag.at/ps/tmp/lagweb_docudb/VereinfachteUmwelterklaerung_2007.pdf), Datum: 21.04.2010.

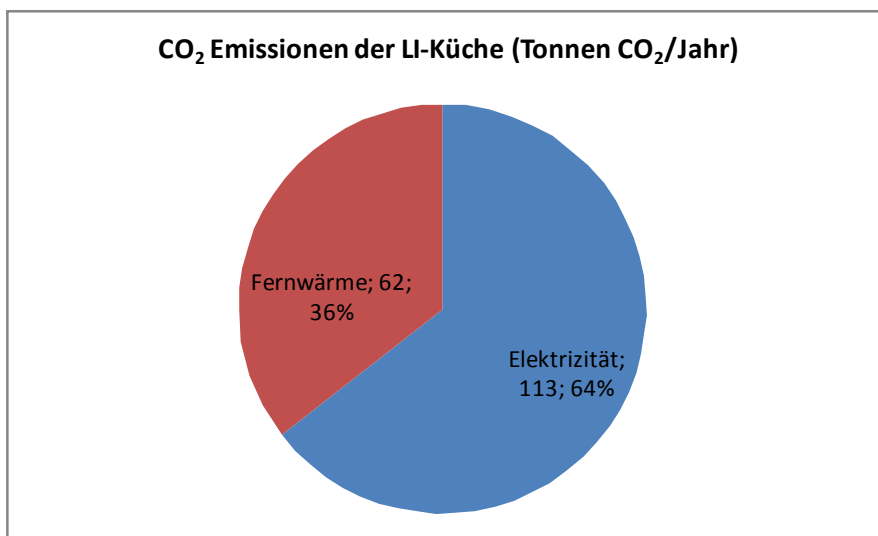


Abbildung 3-10: Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der LI-Küche pro Energieträger

### 3.3 SP-Küche

#### 3.3.1 Gesamtenergieverbrauch

In der SP-Küche werden Elektrizität und Fernwärme für die Energieversorgung eingesetzt (siehe Abbildung 3-11). Daten zum gesamten Stromverbrauch der SP-Küche sind vorhanden, auch eine Unterteilung in den Stromverbrauch der Küche (501.600 kWh), der Lüftungsanlagen (54.000 kWh) und der Raumkühlung (255.000 kWh) ist verfügbar. Im Summe ergibt

das 811 MWh pro Jahr, was ca. 51 % des gesamten Energieverbrauchs der Küche entspricht. Die Elektrizität wird in der Küche für die Zubereitung und Ausgabe der Speisen, die Geschirrspülung, die Kühlung und Lagerung der Lebensmittel, die Lüftung und Kühlung der Räumlichkeiten der Küche, und die Beleuchtung der Küche und Speisesäle verwendet. Die Verbrauchsdaten der Fernwärme sind ebenfalls vorhanden. Im Summe werden 772 MWh pro Jahr an Wärme verbraucht, was einen Anteil von ca. 49 % des Gesamtenergieverbrauchs entspricht. Fernwärme wird für die Raumheizung, Lüftung, und die Warmwasseraufbereitung eingesetzt. Für die Berechnung des Gesamtenergieverbrauches werden der Strom- und Fernwärmeverbrauch aufsummiert, was einen Energieverbrauch von 1.582 MWh für das Referenzjahr ergibt. Mit einer durchschnittlichen wöchentlichen Produktion von 7.500 Mahlzeiten ergibt dies einen Energieverbrauch von ca. 4 kWh pro Mahlzeit.

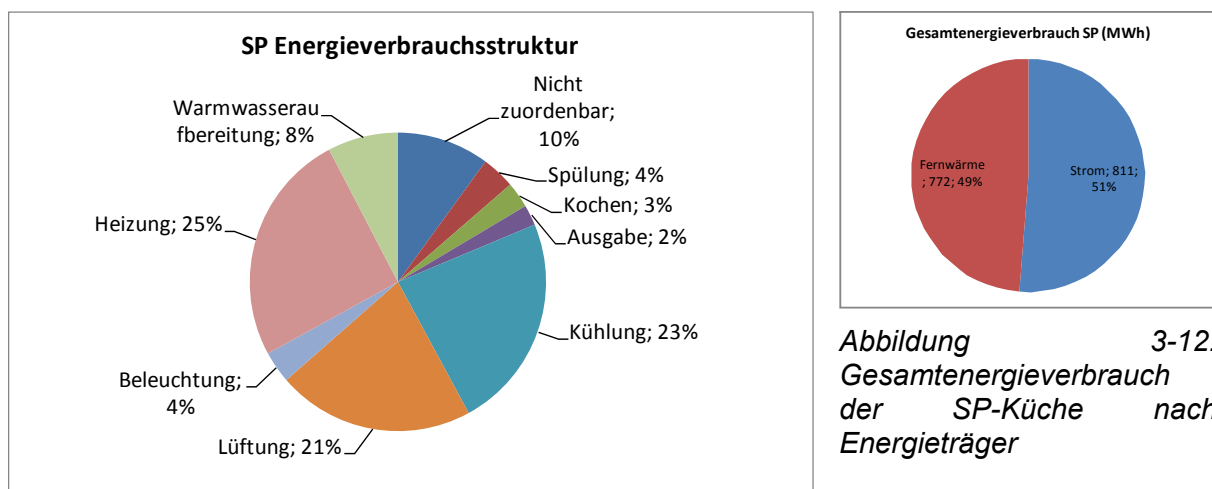


Abbildung 3-11: Energieverbrauchsstruktur der SP-Küche

Abbildung 3-12: Gesamtenergieverbrauch der SP-Küche nach Energieträger

In Abbildung 3-12 ist die Energieverbrauchsstruktur der SP-Küche wiedergegeben. Die Kategorien Heizung und Kühlung sind mit 25 % bzw. 23 % die wichtigsten Verbraucher innerhalb der SP-Küche. Die Kategorie Kühlung kann weiter aufgeschlüsselt werden in Raumkühlung und in die Kühl- und Tiefkühlzellen. Die Kühl- und Tiefkühlzellen verbrauchen 99,6 MWh pro Jahr, was ca. 28 % der Kategorie Kühlung bzw. 6 % der Gesamtenergieverbrauches, entspricht. Die Lüftung ist mit 21 % des gesamten Energieverbrauchs ein weiterer wichtiger Bereich. Zusammen mit der Kühlung und Heizung sind dies fast 70 % des gesamten Energieverbrauchs. Der Grund dafür, dass diese Kategorien einen relativ großen Anteil am Energieverbrauch in Anspruch nehmen ist die Klimatisierung der Speisesäle mit einer Grundfläche von ca. 1.500 m<sup>2</sup>. In Kapitel 2.2 ist die Zuordnung des Energieverbrauchs zu der Kategorie im Detail beschrieben.

### 3.3.2 Stromverbrauch

Die Großküchengeräte der SP-Küche werden mit elektrischer Energie betrieben. Daten zum gesamten jährlichen Stromverbrauch der Küche sind vorhanden, eine weitere Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Kategorien jedoch nicht. Daher werden Stromverbrauchs-

messungen in der SP-Küche durchgeführt. Insgesamt werden 109 Großküchengeräte in der SP-Küche verwendet, wovon 12 gemessen werden. Die 12 Großküchengeräte werden anhand ihrer Nennleistung und der Betriebszeit, welche als Faktor ein Indikator für den theoretisch maximalen Stromverbrauch ist, ausgewählt (siehe Tabelle 3-6). In der ersten Zeile der Tabelle ist die Lüftung der Küche Kursiv wiedergegeben. Für die Lüftung der SP-Küche liegen Stromverbrauchsdaten vor (54 MWh/Jahr), welche für die Stromverbrauchsanalyse verwendet werden. Für die Umrechnung von Jahresverbrauch auf Tagesverbrauch wird angenommen, dass die Lüftungsanlage nur während der Betriebstage in Betrieb ist. Laut Angabe der Küchenleitung sind dies 260 Tage pro Jahr. Für das Kühlungsaggregat liegen keine Spezifikationen bzw. Nennleistungen vor. Es wird trotzdem eine Messung durchgeführt, da die Kompressoren der Kühlungsaggregate 24 Stunden pro Tag in Betrieb sind und daher aus energetischer Sicht einen relevanten Verbraucher darstellen können.

Tabelle 3-6: Gemessene Großküchengeräte der SP-Küche

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/d)	Max. Stromverbrauch (kWh)	Gemessener Stromverbrauch (kWh)
<i>Lüftung</i>	42,1	24	1.010	208
Bandspülmaschine	69	5	345	42
Bandspülmaschine	60,7	5	303	129
Kochkessel	48	5	240	16
Kombidämpfer	61	3	183	55
Geschirrspülmaschine	19	8	152	40
Herd	21,5	7	150	61
Druckkochapparat	45	3	135	21
Kippkochkessel	22,5	4	90	8
Kippbratpfanne	15	2	30	3
Bainmarie	3,42	4	14	4
Tellerspender	1,5	3	5	4
Kühlung	-	24	-	286
<b>SUMME</b>				<b>877</b>

Aus Tabelle 3-6 kann der theoretisch maximale Stromverbrauch und der tatsächliche Stromverbrauch der Großküchengeräte abgelesen werden. Wie erwartet, weichen die beiden Werte voneinander ab, weswegen auch die Stromverbrauchsmessungen durchgeführt werden. Durch die Messungen kann der tatsächliche Verbrauch der verschiedenen Großküchengeräte mit höherer Genauigkeit abgeschätzt werden. Um den Anteil des Stromverbrauches, der durch die Gerätemessung erfasst wird beurteilen zu können, wird auch der Gesamtstromverbrauch der SP-Küche gemessen.

Die täglichen Stromverbrauchsmessungen werden auf den Jahresverbrauch hochgerechnet. Für Kochgeräte wird die tägliche Stromverbrauchsmessung mit der Anzahl der Betriebstage multipliziert. Dabei wird angenommen, dass die tägliche Messung, für das betreffende Gerät, repräsentativ ist. Die Messergebnisse zeigen aber auch, dass für Systeme die laufend in

Betrieb sind (z.B. Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) unterschiedliche Stromverbrauchswerte während Nicht-Arbeitstagen und Arbeitstagen bestehen. In Abbildung 3-13 ist zum Beispiel die Leistungskurve des Kühlaggregats in der SP-Küche wiedergegeben. Es ist deutlich zu sehen, dass der Stromverbrauch während der Betriebszeiten zunimmt. Dies lässt sich anhand der Kälteverluste durch die Küchenaktivitäten erklären. Im Durchschnitt ist der Stromverbrauch während der Arbeitszeiten (bzw. zwischen 06.00 und 18.00 Uhr) um ca. 16,5 % höher. Dies bedeutet, dass der durchschnittliche Stromverbrauch während der Nicht-Arbeitstage geringer ist und daher bei der Hochrechnung auf Jahresverbräuche berücksichtigt werden muss.

In Tabelle 3-6 ist der Stromverbrauch des Kühlaggregats innerhalb eines Arbeitstages mit 286 kWh dargestellt. Aus Abbildung 3-13 kann jedoch abgeleitet werden, dass 167 kWh während des Tages und 119 kWh Nachts verbraucht werden. Es kann angenommen werden, dass der nächtliche Stromverbrauch den Verbrauch während der Wochenenden und der Feiertage besser annähert, was einen Stromverbrauch von ca. 240 kWh ergibt. Laut Angabe der Küchenleitung ist die SP-Küche 260 Tage in Betrieb, multipliziert mit dem Stromverbrauch der Arbeitstage sind dies 74.360 kWh pro Jahr. Dazu kommt noch der Stromverbrauch während der Nicht-Arbeitstage mit 25.200 kWh. Dieser ergibt einen Gesamtstromverbrauch für die Kühlung von 99.560 kWh im Jahr. Bei dieser Schätzung wird der Einfluss der Wetterbedingungen und unterschiedlicher Jahreszeiten jedoch nicht berücksichtigt.

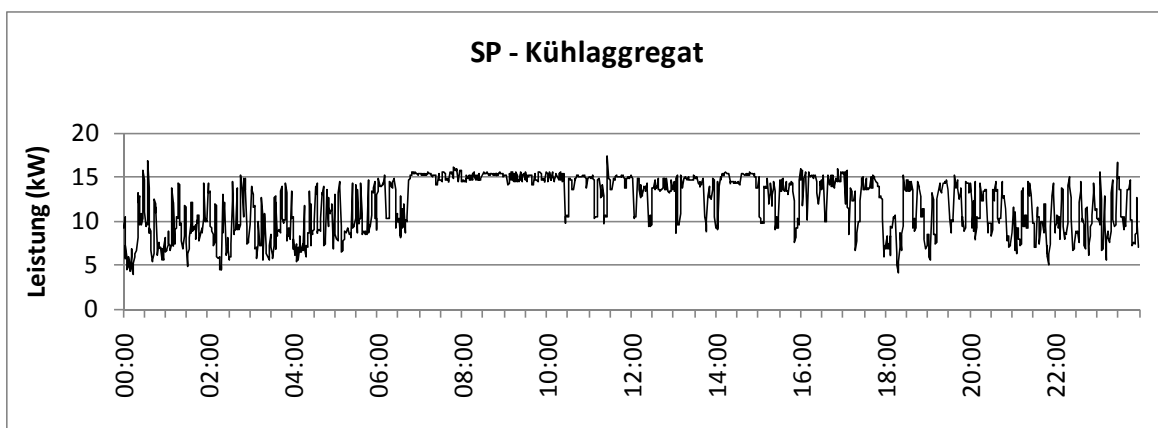


Abbildung 3-13: Leistungskurve SP-Kühlaggregat

Der Stromverbrauch der Raumkühlung ist nicht in der Leistungskurve der Abbildung 3-13 wiedergegeben. Der technische Dienst der SP-Küche hat den Strombedarf für die Raumkühlung anhand der Kaltwasserregisterleistungen (318 kW) und der Anzahl der Vollbetriebsstunden (800 Stunden) auf ca. 255 MWh pro Jahr geschätzt. Dies stellt den maximalen Stromverbrauch der Raumkühlung für den definierten Zeitraum dar. Das Ergebnis kann anhand der vorhandenen Daten nicht präziser bestimmt werden.

Ein ähnliches Vorgehen, wie bei der Bestimmung der Energieverbräuche der Kategorie Kühlung, gilt für die Beleuchtung. In der SP-Küche wird der Stromverbrauch der Beleuchtung über ein Periode von zehn Tagen gemessen. Die Messung wird vom technischen Personal

des Amtes der NÖ Landesregierung der RMA für das Projekt SUKI zur Verfügung gestellt. In Abbildung 3-14 ist die Leistungskurve der Beleuchtung der SP-Küche wiedergegeben. Die Leistung wird im 15 Minuten Takt gemessen und ergibt einen durchschnittlichen täglichen Stromverbrauch von 188 kWh während den Arbeitstagen, und 35 kWh während dem Wochenende. Wie in Abbildung 3-14 zu sehen ist, ergeben sich ziemlich starke Schwankungen im täglichen Stromverbrauch für die Beleuchtung, welche zwischen den maximalem und minimalem Stromverbrauch bei 73 kWh liegen.

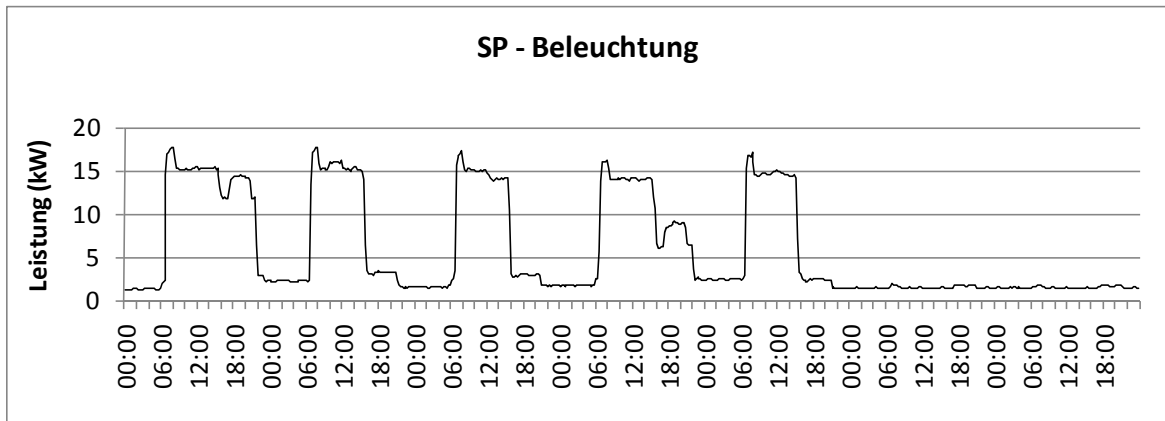


Abbildung 3-14: Leistungskurve der Beleuchtung in der SP-Küche

Der Jahresstromverbrauch für die Beleuchtung wird anhand der durchschnittlichen Stromverbräuche der Arbeits- und Nicht-Arbeitstage, von 188 kWh und 35 kWh, berechnet. Womit sich für die Beleuchtung für die Arbeitstage ein Jahresstromverbrauch von 48.880 kWh und für Nicht-Arbeitstage von 3.675 kWh ergibt. In Summe liegt der Stromverbrauch für die Beleuchtung bei 52.555 kWh pro Jahr. Diese Schätzung berücksichtigt die saisonalen Schwankungen nicht. Die Stromverbrauchsmessung ist Ende November durchgeführt worden, womit sie sich bereits in der Jahreszeit mit kürzeren Tagen befindet. Dies kann bewirken, dass der geschätzte Stromverbrauch wahrscheinlich eher zu hoch angenommen wird.

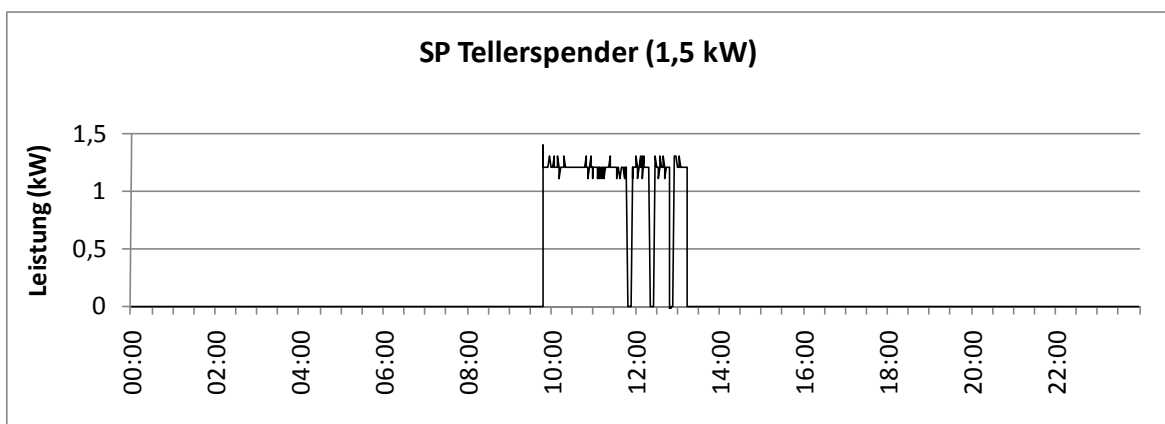


Abbildung 3-15: Leistungskurve eines Tellerspender der SP-Küche

Für die Kategorie ‚Ausgabe‘ werden in der SP-Küche zwei Stromverbrauchsmessungen durchgeführt. Damit wird der Leistungsverlauf dieser Großküchengeräte erfasst. Der theoretisch maximale Stromverbrauch, von den ca. 40 Großküchengeräten, die für die Ausgabe verwendet werden (z.B. Tellerspender, Bain-Marie, Suppentaschenspender) beträgt ca. 240 kWh/Tag, was ungefähr 4 % des theoretischen maximalen Stromverbrauchs ausmacht. Es wird angenommen, dass die Leistungsverläufe dieser Großküchengeräte stark mit den theoretischen Werten und den Werten weiterer teilnehmender Großküchen übereinstimmen, daher werden diese Ergebnisse verwendet. In Abbildung 3-15 und Abbildung 3-16 sind die Leistungskurven eines Tellerspenders und einer Bain-Marie wiedergegeben. Die durchschnittliche Leistung der zwei Großküchengeräte liegt bei ungefähr zwei Drittel der Nennleistung. Der Stromverbrauch des Ausgabebereichs wird, basierend auf der oben beschriebenen Methodik auf 100 bis 160 kWh/Tag geschätzt, was 5 bis 7 % des Jahresstromverbrauches entspricht.

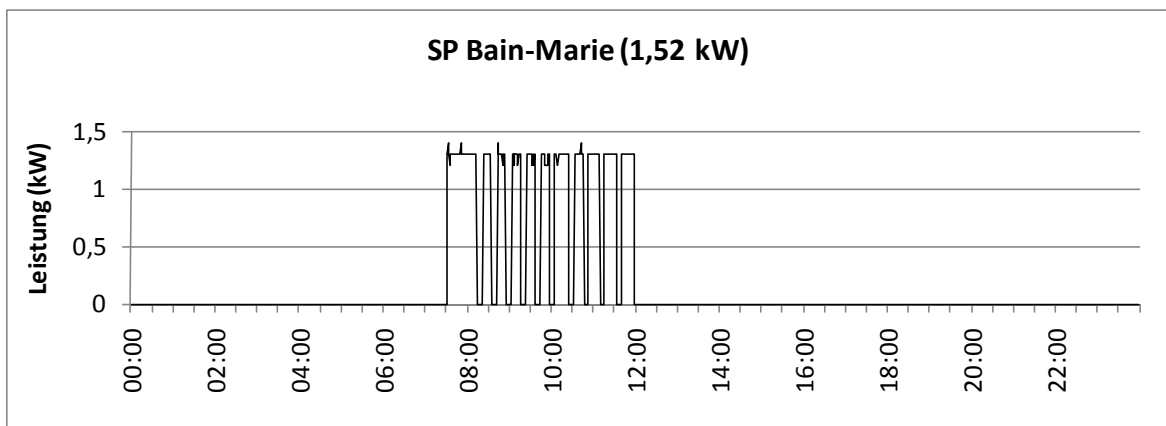


Abbildung 3-16: Leistungskurve einer Bain-Marie der SP-Küche

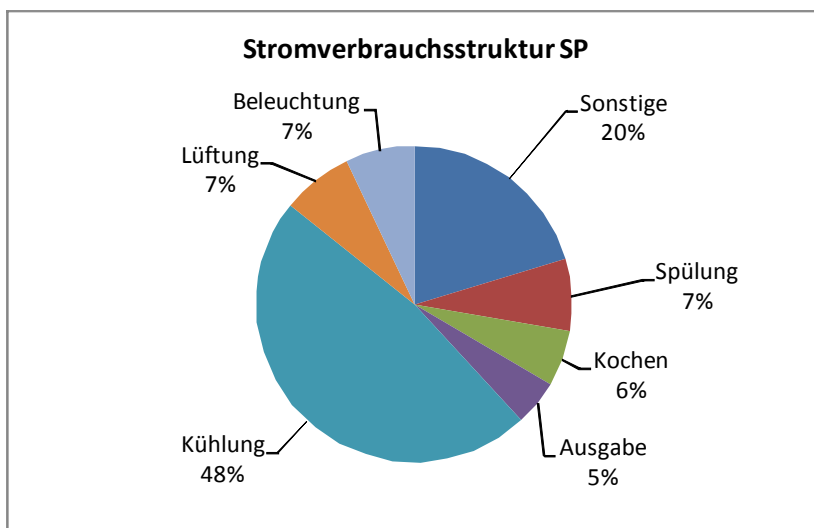


Abbildung 3-17: Stromverbrauchsstruktur der SP-Küche

In Abbildung 3-17 sind die Ergebnisse der Stromverbrauchsmessung nach Kategorien wiedergegeben. Die 12 Messungen beschreiben 69 % des Stromverbrauchs der SP-Küche. Die drei wichtigsten Kategorien sind Kühlung mit 20 % des gesamten Stromverbrauchs, die Spülung und Lüftung mit je 11 %. Die Kategorie Kochen folgt mit 9 % des gesamten Stromverbrauchs knapp dahinter. Dieser Anteil wird wahrscheinlich unterschätzt, da ‚kleinere‘ Großküchengeräte, die für den Kochvorgang verwendet werden, nicht gemessen wurden. Weiters gilt auch, dass Doppelmessungen vermieden wurden. So wurden zum Beispiel von den verwendeten 4 Kombidämpfern, 2 Druckkochapparaten, 2 Kippkochkessel, und 3 Kippbratpfannen lediglich ein Gerät gemessen. Geschätzt wird, dass für die Kategorie Kochen rund 5 % des Gesamtstromverbrauchs dazu gezählt werden kann. Von den 3 Bandspülmaschinen sind 2 Maschinen gemessen worden, da es 2 verschiedene Modelle gibt und diese energetisch wichtige Großküchengeräte sind. Dies bedeutet, dass der Energieverbrauch der Kategorie Spülung unterschätzt wird.

### 3.3.3 Fernwärme

Die SP-Küche sowie der Speisesaal werden mittels Fernwärme geheizt und gekühlt (Fernkälte). Die Verbrauchsdaten werden für die Kategorien Raumheizung, Lüftung und Raumkühlung aufgezeichnet. Die SP-Küche wird auch mittels Fernwärme mit Warmwasser versorgt (siehe Tabelle 3-7). Eine weitere Aufschlüsselung des Fernwärmeverbrauchs zwischen der Küche und dem Speisesaal ist nicht vorhanden. Daher wird anhand des Flächenverhältnisses Küche -Speisesaal eine Abschätzung gemacht. Die gesamte Fläche der SP-Küche und Speisesaal beträgt 2.508 m<sup>2</sup>. Davon macht der Speisesaal 1.510 m<sup>2</sup> aus und die SP-Küche 998 m<sup>2</sup>. Das Flächenverhältnis beträgt ungefähr 60:40. Es wird angenommen, dass dieses Verhältnis nicht für den Warmwasserverbrauch gilt, dieser fällt zum größten Teil in der SP-Küche an. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3-7 wiedergegeben.

Tabelle 3-7: Fernwärmeverbrauch der SP-Küche

Bereich	Verbrauch (MWh/Jahr)	Speisesaal (MWh/J)	Küche (MWh/J)
Raumheizung	384,3	230,6	153,7
Lüftung	271,1	162,7	108,4
Warmwasser	116,4	0	116,4
<b>SUMME</b>	<b>771,8</b>	<b>393,3</b>	<b>378,5</b>

Anhand der Zuordnung des Fernwärmeverbrauchs ist die Fernwärmeverbrauchsstruktur in Abbildung 3-18 wiedergegeben. Die energiemäßig wichtigste Kategorie ist mit 50 % des gesamten Fernwärmeverbrauchs die Heizung. Die Kategorie Lüftung nimmt mit 35 % die zweitwichtigste Position ein, gefolgt von der Warmwasseraufbereitung mit 15 %.

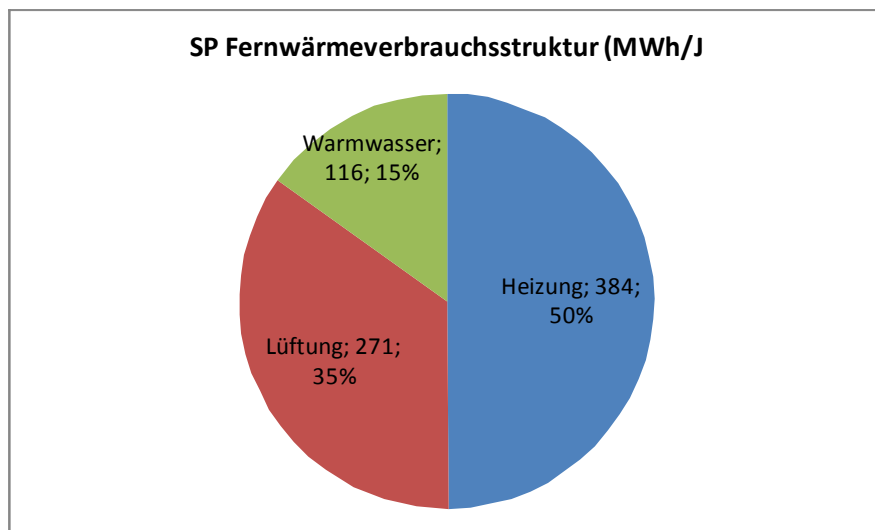


Abbildung 3-18: Fernwärmeverbrauchsstruktur der SP-Küche

### 3.3.4 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI definiert als die direkt in der Küche verbrauchte Energie. Jede kWh an Strom, Fernwärme oder Erdgas bringt eine bestimmte Menge CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit sich, sofern fossile Energieträger für die Erzeugung der Energie verwendet werden. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Kohlendioxid Emissionsfaktoren verwendet. Die einzelnen Energieträger, welche die EVN Energievertrieb GmbH & Co KG für die Stromerzeugung verwendet, werden nach § 45a Abs. 1 EIWOG ausgewiesen und ein Kohlendioxid Emissionsfaktor von 289,77 g CO<sub>2</sub>/kWh festgestellt [Energie Control, 2009a].

Für den Emissionsfaktor der Fernwärme werden die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmekraft- und Heiz(kraft)werke der EVN übernommen. Der Wert stellt einen Durchschnitt der Jahre 2008/2009 von den in Österreich betriebenen Anlagen der EVN dar; pro kWh werden durchschnittlich 400 g CO<sub>2</sub> emittiert [EVN AG., 2009].

Basierend auf diesen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren resultieren aus dem Stromverbrauch der SP-Küche ca. 161 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die Fernwärme verursacht ca. 411 t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr, was ein Summe von 572 t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr ergibt. Pro Mahlzeit bedeutet dies einen CO<sub>2</sub> Ausstoß, von 1,47 kg CO<sub>2</sub>.



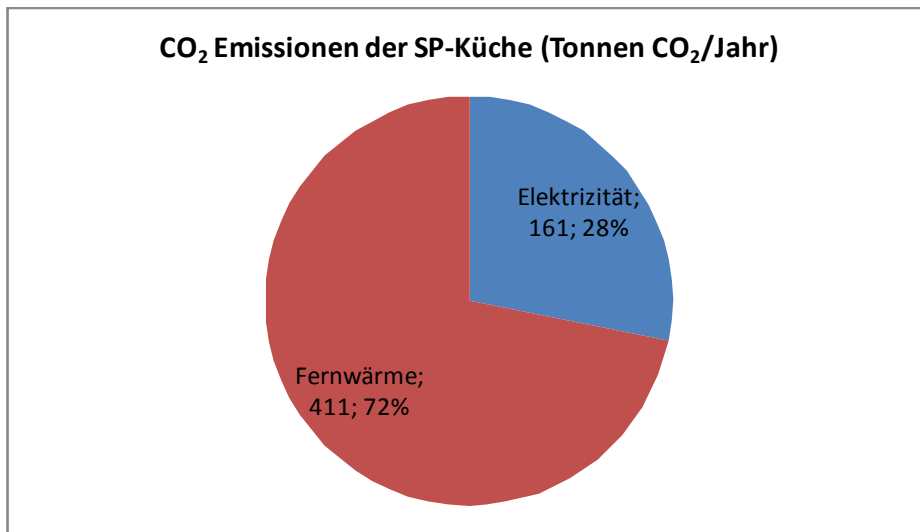


Abbildung 3-19: Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der SP-Küche pro Energieträger

## 3.4 RO-Küche

### 3.4.1 Gesamtenergieverbrauch

Der Gesamtenergieverbrauch der RO-Küche wird aus dem Stromverbrauch und dem Erdgasverbrauch für die Dampf- und Wärmeerzeugung abgedeckt. Der Gesamtstromverbrauch der RO-Küche wird gesondert erfasst und ist daher anhand der Tagesstromverbrauchsmessungen der zwei Elektroverteiler der RO-Küche, der Aufnahme der Zählerstände der zwei Elektroverteiler der RO-Küche und aus den Tagesstromverbrauchsmessungen der Kühlung und Lüftung berechnet. Der gesamte tägliche Stromverbrauch der RO-Küche liegt bei rund 944 kWh. Allerdings weist dieser Wert Schwankungen von ca. 20 % auf, wie die Abbildung 3-20 zeigt.

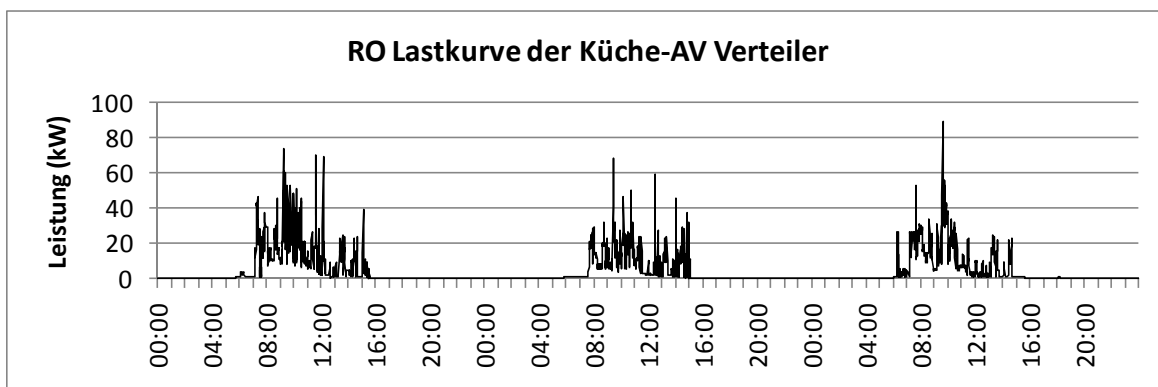


Abbildung 3-20: Schwankungen im Tages-Leistungsverlauf der AV-Küche Verteiler in der RO-Küche

Die Tagesverbräuche der Messungen werden unter Berücksichtigung weiterer Informationen (wie etwa Betriebszeiten, durchschnittliche Nacht- bzw. Tagesleistung, usw.) hochgerechnet, um den Gesamtjahresstromverbrauch der RO-Küche abschätzen zu können. Die Berechnung ergibt einen Stromverbrauch von ca. 354.717 kWh pro Jahr, das sind 38 % des gesamten Energieverbrauchs (siehe Abbildung 3-22). Elektrische Energie wird in der Küche für die Zubereitung und Ausgabe der Speisen, die Geschirrspülung, die Kühlung und Lagerung der Lebensmittel, die Lüftung der Räumlichkeiten der Küche und die Beleuchtung der Küche und Speisesaal verwendet.

Die RO-Küche nutzt zusätzlich zum Strom auch Dampf für Koch- und Spülprozesse sowie Wärme für die Raumheizung. Der Dampf und die Wärme werden vor Ort durch eine Erdgasverfeuerung bereitgestellt. Daten über den Erdgasverbrauch der RO-Küche sind nicht vorhanden und müssen daher anhand der Verbrauchsdaten der Großküchengeräte und einem geschätzten Wert für den Erdgasbedarf für die Raumheizung ermittelt werden (siehe Kapitel 3.4.3). Der gesamte Erdgasverbrauch wird auf jährlich 582.669 kWh geschätzt, was ca. 62 % des gesamten Energieverbrauchs ausmacht (siehe Abbildung 3-22). Die Aufbereitung des Warmwassers geschieht ebenfalls über die Heizungskessel. Der Anteil des Energieverbrauchs der Küche kann nicht abgeschätzt werden (siehe Kapitel 3.4.3). Die Summe des Strom- und Erdgasverbrauchs ergibt einen Energieverbrauch von 927.229 kWh pro Jahr. Mit einer durchschnittlichen wöchentlichen Produktion von 3.850 Mahlzeiten ergibt dies einen Energieverbrauch von ca. 4,7 kWh pro Mahlzeit.

In Abbildung 3-21 ist die Energieverbrauchsstruktur der RO-Küche wiedergegeben. Der Bereich Spülung ist mit 30 % des gesamten Energieverbrauchs der größte Verbraucherbereich der RO-Küche. Heizung und Lüftung sind mit 20 % bzw. 21 % des gesamten Energieverbrauchs weitere wichtige Kategorien. Auffällig ist der niedrige Energieverbrauch der Kategorie Kühlung. Der ermittelte Wert in Abbildung 3-21 stellt nur den Verbrauch des Kühlaggregats der Kühl- und Tiefkühlzelle dar. Der Energieverbrauch für die Raumkühlung kann nicht getrennt für die Küche erfasst werden. Er wird jedoch durch die Lage der Küche (bzw. Klimaregion, Orientierung) relativ niedrig sein. Trotzdem muss berücksichtigt werden, dass der gesamte Energieverbrauch durch das Fehlen der Raumkühlung leicht unterschätzt wird. Die Kategorie Kochen stellt einen energiemäßig wichtigen Bereich für die Küche dar. Hier werden Dampf und Strom für die Energieversorgung eingesetzt. In Kapitel 3.4.2 und 3.4.3 ist die Zuordnung des Energieverbrauchs zu den Kategorien im Detail beschrieben.

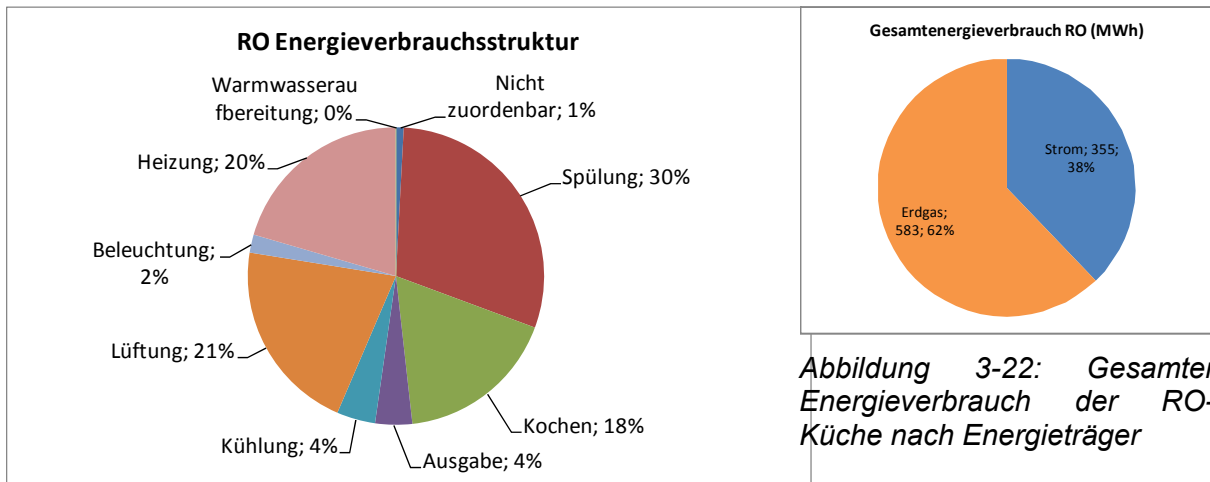


Abbildung 3-21: Energieverbrauchsstruktur der RO-Küche

Abbildung 3-22: Gesamter Energieverbrauch der RO-Küche nach Energieträger

### 3.4.2 Stromverbrauch

Die Großküchengeräte der RO-Küche werden mit elektrischer Energie und Dampf betrieben. Der gesamte jährlicher Stromverbrauch der Küche ist für das Jahr 2008 nicht verfügbar, da die Küche erst im Herbst 2008 in Betrieb genommen wurde. Die Gesamteinspeisung wird laut des technischen Dienstes der RO-Küche nicht separat aufgezeichnet. Eine Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Kategorien ist ebenso nicht vorhanden, wodurch Stromverbrauchsmessungen in der RO-Küche notwendig sind. Die Gesamteinspeisung der Küche wird anhand dieser Messungen berechnet und umfasst die Messergebnisse der beiden Elektroverteiler (SV-Küche und AV-Küche) sowie die des Stromverbrauchs der Kühlung und Lüftung. Der gemessene Stromverbrauch der Lüftung betrifft die Küche sowie den Speisesaal.

Insgesamt werden 67 Großküchengeräte in der RO-Küche verwendet, wovon 10 gemessen werden. Die 10 Großküchengeräte werden anhand ihrer Nennleistung und Betriebszeit ausgewählt. Sie sind ein Indikator für den theoretisch maximalen Stromverbrauch (siehe Tabelle 3-8). Die Tabelle zeigt, wie der theoretische maximale Stromverbrauch und der tatsächlicher Stromverbrauch voneinander abweichen. Die Stromverbrauchsmessungen werden durchgeführt, um die tatsächlichen Verbräuche der verschiedenen Großküchengeräte mit höherer Genauigkeit abschätzen zu können. Die Gesamteinspeisung der RO-Küche wird, wie vorher beschrieben, aus vier Stromverbrauchsmessungen berechnet.

Die Tagesstromverbrauchsmessungen werden auf Jahresverbräuche hochgerechnet. Für Kochgeräte wird die tägliche Stromverbrauchsmessung mit der Anzahl an Betriebstagen multipliziert. Dabei wird angenommen, dass die Tagesmessung für das betreffende Gerät repräsentativ ist. Obwohl die Messergebnisse anderer Großküchen zeigen, dass für Systeme die laufend in Betrieb sind (z.B. Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) unterschiedliche Stromverbrauchswerte während Nicht-Arbeitstagen und Arbeitstagen bestehen (siehe z.B. Kapitel 3.3), ist dies für die RO-Küche, die 7 Tage pro Woche in Betrieb ist, weniger relevant.

Tabelle 3-8: Gemessene Großküchengeräte der RO-Küche

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh)	Gemessener Stromverbrauch (kWh)
Kühlung	32	24	768	108
Bandspülmaschine	46,8	4,5	211	39
Schwarzgeschirrspülmaschine	22,3	3,5	78	23
Kombidämpfer klein	37	1,5	56	13
Kombidämpfer	62	1,2	47	26
Bratpfanne	23,5	2	47	14
Speiseförderband	30	1,5	45	55
Induktionskochfeld	14	2,5	35	2
Teekoher	15,1	2	30	30
Lüftung	-	24	-	62
<b>SUMME</b>				<b>372</b>

Der Unterschied zwischen dem Leistungsbedarf des Kühlaggregats während und außerhalb der Betriebszeiten ist in Abbildung 3-23 zu sehen. Der durchschnittliche Tagesleistungsbedarf beträgt 4,5 kW. Während der Betriebszeiten erhöht sich der Leistungsbedarf um 0,6 kW. Dies sind ca. 13 % mehr als der durchschnittliche Tagesverbrauch. Die Erhöhung des Stromverbrauchs lässt sich anhand der Kälteverluste als Resultat der Küchenaktivitäten erklären. Der gemessene Stromverbrauch der Kühlung macht mit 108 kWh einen wesentlichen Teil des gesamten Stromverbrauchs der RO-Küche aus. Da die RO-Küche 365 Tage im Jahr in Betrieb ist, wird für die Hochrechnung auf den Jahresverbrauch angenommen, dass die erfasste Leistungskurve repräsentativ ist. Dies bedeutet einen jährlichen Stromverbrauch von 39.420 kWh für die Kühlung. Was bei dieser Schätzung nicht berücksichtigt wurde, ist der Einfluss der Wetterbedingungen bzw. der Jahreszeiten.

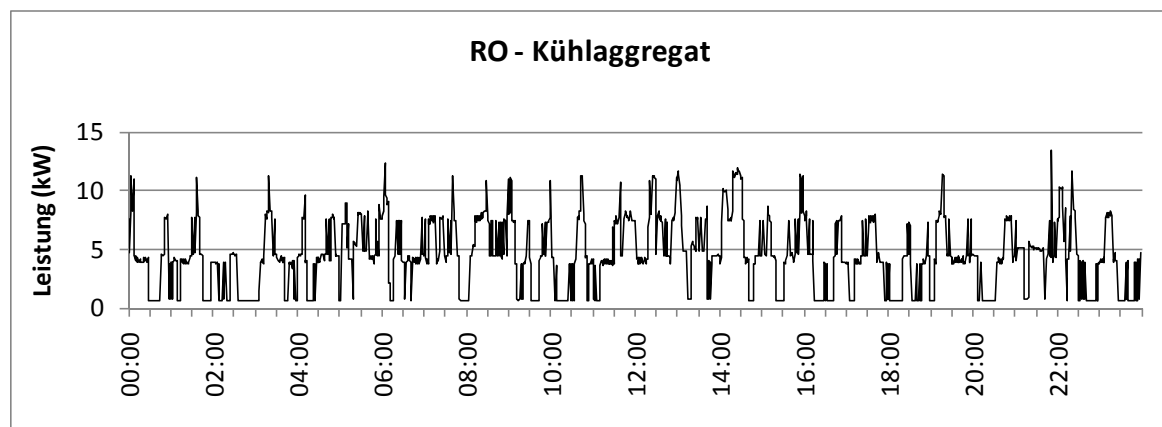


Abbildung 3-23: Leistungskurve RO-Kühlaggregat

Der Kategorie ‚Beleuchtung‘ wird nicht gemessen, sondern anhand der Anzahl der Lampen, deren jeweiliger Nennleistung und der durchschnittlichen Betriebszeit, abgeschätzt (siehe Tabelle 3-9). Der tägliche Stromverbrauch für die Beleuchtung der RO-Küche wird zwischen

50 und 65 kWh geschätzt und beträgt damit rund 6 % des täglichen Stromverbrauchs. Hochgerechnet bedeutet dies einen Jahresverbrauch von ca. 20.987 kWh.

Tabelle 3-9: Beleuchtung der RO-Küche und der theoretisch maximale Stromverbrauch

Anzahl Lampen	Leistung (W)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh/t)
204	18	9	33,0
50	36	9	16,2
8	58	9	4,2
24	18	9	3,9
48	18	5	4,3
12	36	5	2,2
<b>SUMME</b>			<b>63,8</b>

Für die Kategorie ‚Ausgabe‘ wird in der RO-Küche das Speiseförderband gemessen und der Stromverbrauch von weiteren Ausgabegeräten anhand der Nennleistung und Betriebsstunden geschätzt. In Abbildung 3-24 ist die Leistungskurve des Speiseförderbands in der RO-Küche wiedergegeben. Insgesamt wird ein täglicher Stromverbrauch von 55 kWh erfasst. Weitere Ausgabegeräte, wie zum Beispiel Tellerspender und Speisewägen, haben eine maximale Gesamtleistung von ca. 27,5 kW. Die Leistungskurven (siehe Abbildung 3-15 und Abbildung 3-16) der Ausgabegeräte zeigen einen ziemlich stabilen Verbrauch, mit einer durchschnittlichen Leistung von ungefähr 2/3 der Nennleistung. Der Stromverbrauch dieser Geräte wird anhand dieser Annahme und der jeweiligen Betriebsstunden auf 48 kWh pro Tag geschätzt. In Summe ergibt dies einen Stromverbrauch von 37.595 kWh pro Jahr, was ungefähr 11 % des Gesamtstromverbrauchs der RO-Küche ausmacht.

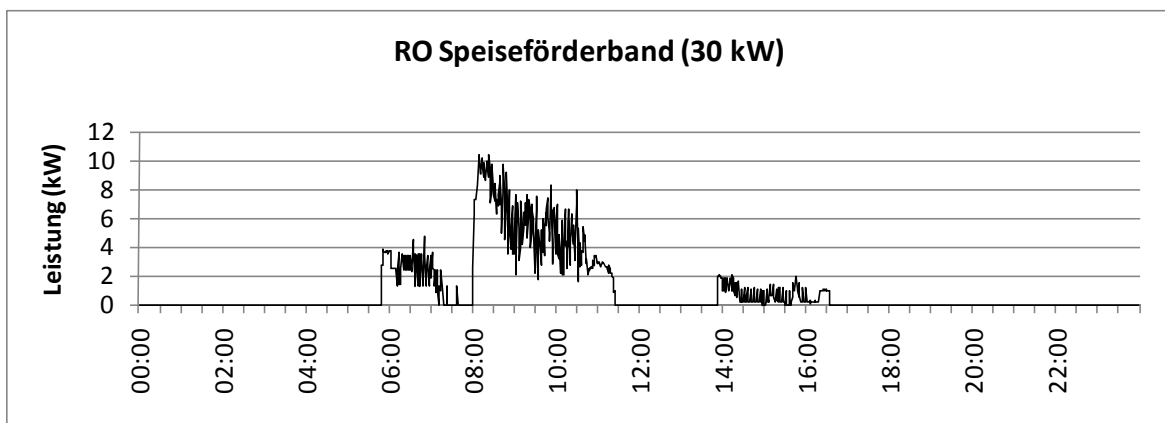


Abbildung 3-24: Leistungskurve des Speiseförderbands der RO-Küche

Die Lüftung stellt energiemäßig einen sehr wichtigen Bereich für die RO-Küche dar. In Abbildung 3-25 ist die Tagesleistungskurve der Lüftung in der RO-Küche wiedergegeben. Die Lüftungsanlage deckt die Küche sowie den Speisesaal ab. Die Lüftung ist von ca. 04.30 bis 20.00 Uhr in Betrieb. Sie zeigt eine erhöhte Leistungsstufe zwischen 06.00 und 14.00 Uhr wenn die Küchenaktivitäten am höchsten sind. Aufgrund des Dauerbetriebs auf einer ziem-

lich hohen Leistung ist der Stromverbrauch dementsprechend hoch und beträgt ca. 500 kWh pro Tag. Auf den Jahresverbrauch hochgerechnet wird der tägliche Stromverbrauch mit der Anzahl an Betriebstagen multipliziert, welche 365 Tage im Jahr sind. Dies ergibt einen jährlichen Stromverbrauch von 182.500 kWh.

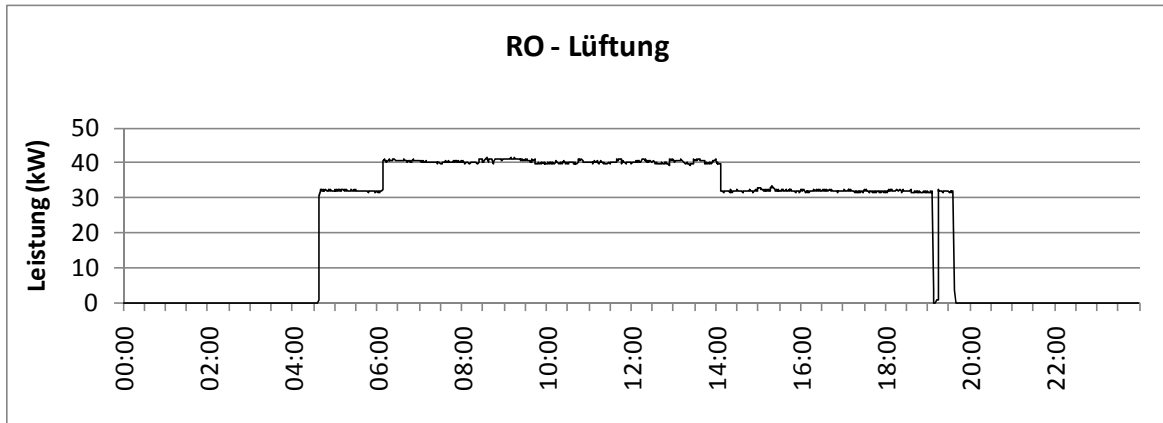


Abbildung 3-25: Leistungskurve der Lüftung der RO-Küche

Der Kältebedarf der Räumkühlung wird nicht getrennt für die RO-Küche aufgezeichnet, sondern für das ganze Haus über die zentrale Kühlanlage bereitgestellt. Der Stromverbrauch für die Raumkühlung der RO-Küche ist daher schwierig zu bestimmen. Auch Stromverbrauchsmessungen würden nur den gesamten Stromverbrauch der Kälteanlage ergeben. Im weiteren haben die verschiedenen gekühlten Räumlichkeiten auch einen unterschiedlichen Kältebedarf. Da der Stromverbrauch der Raumkühlanlage nicht gemessen wird, ist der Stromverbrauch der RO-Küche zu niedrig abgeschätzt.

In Abbildung 3-26 sind die Ergebnisse der Stromverbrauchsmessung nach Kategorien dargestellt. Die 12 Messungen beschreiben 98 % des Tagesstromverbrauchs in der RO-Küche. Die drei wichtigsten Kategorien sind Lüftung mit 55 % des gesamten Jahresverbrauchs, Spülung mit 12 % und Kühlung mit 11 %. Die Kategorie Kochen (9 %) wird unterschätzt, da relativ ‚kleinere‘ Großküchengeräte, die für den Kochvorgang verwendet werden, nicht gemessen sind. Dazu kommt, dass die vier Druckkochkessel mittels Dampf mit Energie versorgt werden. Der Dampf- sowie der Energieverbrauch der Heizung wird im Kapitel 3.4.3 weiter beschrieben. Weiters gilt auch, dass Doppelmessungen vermieden werden. Daher wird die Kategorie Kochen mit maximal 5 % angenommen.

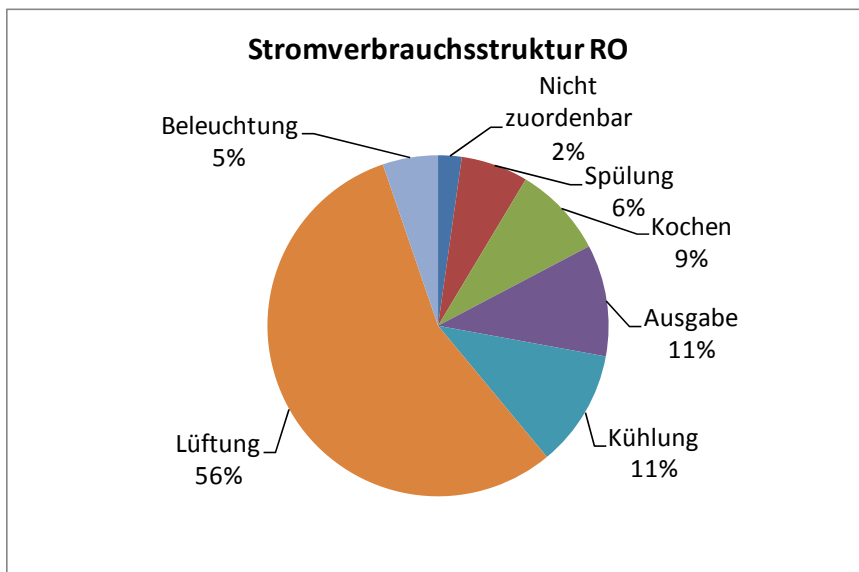


Abbildung 3-26: Stromverbrauchsstruktur der RO-Küche

Die Lüftung der RO-Küche macht den größten Teil des täglichen Stromverbrauches aus. Die Lüftung wird um rund 04:30 Uhr eingeschaltet, läuft durchschnittlich mit einer Leistung zwischen 30 und 40 kW und wird um rund 19:30 Uhr wieder heruntergefahren (siehe Abbildung 3-25). Der Stromverbrauch der Lüftung ist im Vergleich zu anderen Großküchen sehr hoch. Eine weitere Untersuchung dieser Kategorie ist daher sinnvoll.

### 3.4.3 Erdgasverbrauch

Die RO-Küche verwendet Erdgas als Energieträger für die Heizung sowie für die Erzeugung von Dampf, womit verschiedene Großküchengeräte betrieben werden. In Tabelle 3-10 sind die Dampfverbrauchsdaten der RO-Küche wiedergegeben. Der gesamte tägliche Erdgasverbrauch für die Dampferzeugung wird auf ca. 136 m<sup>3</sup> geschätzt (siehe Tabelle 3-10). Werden die durchschnittlichen Betriebszeiten von der Datenerhebung verwendet, reduziert dies den Tagesverbrauch um 30 m<sup>3</sup>/d, womit der Jahresverbrauch auf 38.690 m<sup>3</sup> geschätzt wird. Dies ergibt etwa 390.769 kWh/Jahr für die Dampferzeugung.

Tabelle 3-10: Durchschnittlicher Tagesdampfverbrauch der Großküchengeräte in der RO-Küche

Großküchengerät	Dampfverbrauch kg/h	Betriebszeit (h/d)	Verbrauch (kg Dampf/d)	Verbrauch (kWh/d)*	Verbrauch (m <sup>3</sup> Gas/d)**
Bandspülmaschine	140	7,7	1.080	810	80
Wagenwaschanlage	206	2,9	589	441	44
Druckkochkessel 1	117	0,1	17	13	1
Druckkochkessel 2	68	1,0	68	51	5
Druckkochkessel 3	94	0,7	67	50	5
Rührwerksapparat	96	0,1	14	10	1

<b>SUMME</b>	<b>1.834</b>	<b>1376</b>	<b>136</b>
--------------	--------------	-------------	------------

\* Energieverbrauch pro kg Dampf: 0,75 kWh laut Angabe der Technische Betriebsführung der LKHRO

\*\* Heizwert Erdgas: 36,36 MJ/m<sup>3</sup> (Quelle: [Muik et al., 2008])

Die Großküche wird mit Erdgas beheizt. Die Verbrauchsdaten werden aber nicht getrennt für die Küche aufgezeichnet, sondern nur für das gesamte Gebäude. Der technische Dienst des LKH Rohrbach hat jedoch vor zwei Jahren Energieverbrauchskennzahlen erstellt und dabei einen Gasverbrauch für die Heizung der Küche von ca. 19.000 m<sup>3</sup> pro Jahr ermittelt. Dies entspricht einen Verbrauch von ca. 191.900 kWh pro Jahr (siehe Tabelle 3-10 für den verwendeten Heizwert). In Summe beträgt der jährliche Erdgasverbrauch der RO-Küche ca. 582.669 kWh. Die Abbildung 3-27 zeigt den Erdgasverbrauch nach Kategorien gegliedert. Die Geschirrspülung ist mit ca. 44 % des gesamten Erdgasverbrauchs der wichtigste Verbraucherbereich, gefolgt von der Heizung mit 33 % und dem Kochen mit 23 %. Im Diagramm fehlt der Energieeinsatz für die Warmwasseraufbereitung. Diese wird über den Heizkessel betrieben. Laut Angabe des technischen Dienstes ist es nicht möglich, den Erdgasverbrauch für die Warmwasseraufbereitung der RO-Küche abzuschätzen. Der Erdgasverbrauch wird deswegen unterschätzt.

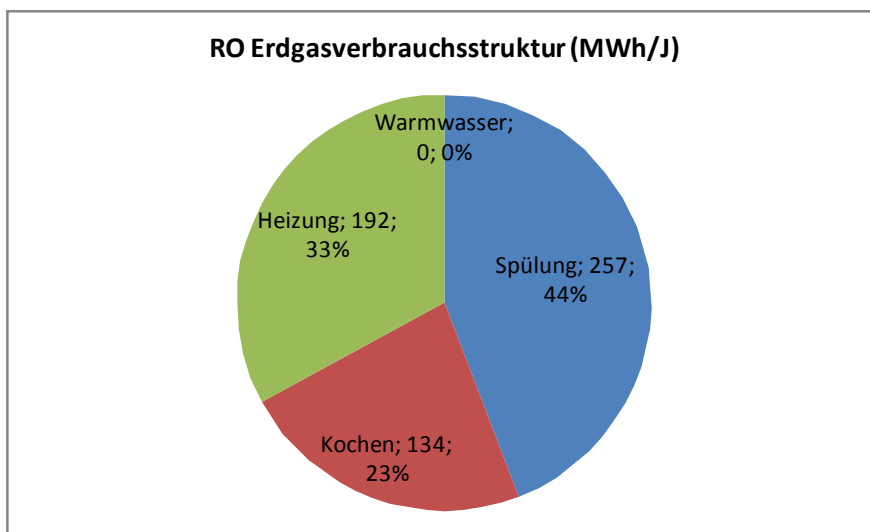


Abbildung 3-27: Erdgasverbrauchsstruktur der RO-Küche

### 3.4.4 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der RO-Küche

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI definiert als die direkt in der Küche verbrauchte Energie. Jede kWh an Strom, Fernwärme oder Erdgas bringt eine bestimmte Menge CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit sich, sofern fossile Energieträger für die Erzeugung von Energie verwendet werden. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden Kohlendioxid Emissionsfaktoren verwendet. Die einzelnen Energieträger, welche die EVN Energievertrieb GmbH & Co KG für die Stromerzeugung verwendet, werden nach § 45a Abs. 1 EIWOG ausgewiesen und ein Kohlendioxid Emissionsfaktor von 289,77 g CO<sub>2</sub>/kWh festgestellt [Energie



Control, 2009a]. Bei einem Stromverbrauch von 344.560 kWh pro Jahr ergibt dies einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 99.843 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr (siehe Abbildung 3-28).

Als Emissionsfaktor für Erdgas wird der im „Austria's National Inventory Report“ genannte Faktor für ‚stationäre Verbrennung‘ herangezogen. Der Emissionsfaktor bezieht sich auf Österreich und ist mit 55, t CO<sub>2</sub>/TJ um 0,7 t CO<sub>2</sub>/TJ niedriger als den vom IPCC berechneten Standard Emissionsfaktor [Gomez et al., 2006]. Pro kWh Erdgas bedeutet dies einen Emissionsfaktor von 199,44 g CO<sub>2</sub>. Der gesamte CO<sub>2</sub> Ausstoß aus der Verbrennung von Erdgas beträgt 38.273 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr (siehe Abbildung 3-28). Die gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden damit auf ca. 138 Tonnen geschätzt, was bei einer Produktion von 550 Mahlzeiten pro Tag ca 0,7 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Mahlzeit bedeutet.

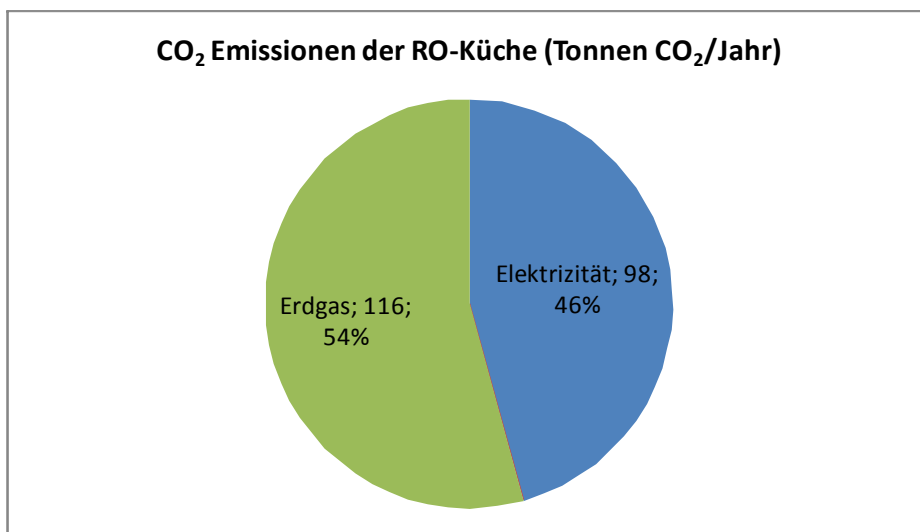


Abbildung 3-28: Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der RO-Küche pro Energieträger

## 3.5 OW-Küche

### 3.5.1 Gesamtenergieverbrauch

Der gesamte Energieverbrauch wird durch den Verbrauch an Strom, Dampf- und Fernwärme und Diesel dargestellt (siehe Abbildung 3-30). Die Erfassung des gesamten Stromverbrauchs der OW-Küche ist nicht möglich, er wird anhand von Energieverbrauchsmessungen mit ca. 722.186 kWh pro Jahr (siehe Kapitel 3.5.2) berechnet. Elektrizität wird in der Küche für die Zubereitung und Ausgabe der Speisen, die Geschirrspülung, die Kühlung und Lagerung der Lebensmittel, die Lüftung in der Küche und für die Beleuchtung der Küche und Speisesaal verwendet. Der Anteil des Stromverbrauchs am gesamten Energieverbrauch beträgt ca. 20 %.

Die Dampf- und Fernwärmeverbrauchsdaten zeigen einen Verbrauch von 2.800.308 kWh im Jahr 2008 (siehe Kapitel 3.5.3), das sind etwa 78 % des Gesamtenergieverbrauchs (siehe Abbildung 3-30). In der OW-Küche wird Fernwärme für die Raumheizung, Lüftung, Warm-

wasseraufbereitung und für die Koch- und Spülprozesse eingesetzt. Zusätzlich wird für die Ausgabe der Speisen ein LKW eingesetzt, um die Speisewagen zu den verschiedenen Pavillons zu transportieren. Der eingesetzte LKW verbraucht im Jahr ungefähr 79 MWh (siehe Kapitel 3.5.4), das sind ca. 2 % des gesamten Energieverbrauchs. In Summe ergibt das einen gesamten Energieverbrauch von rund 3.600 MWh im Jahr. Mit einer durchschnittlichen wöchentlichen Produktion von 16.275 Mahlzeiten ergibt dies einen Energieverbrauch von ca. 4,14 kWh pro Mahlzeit.

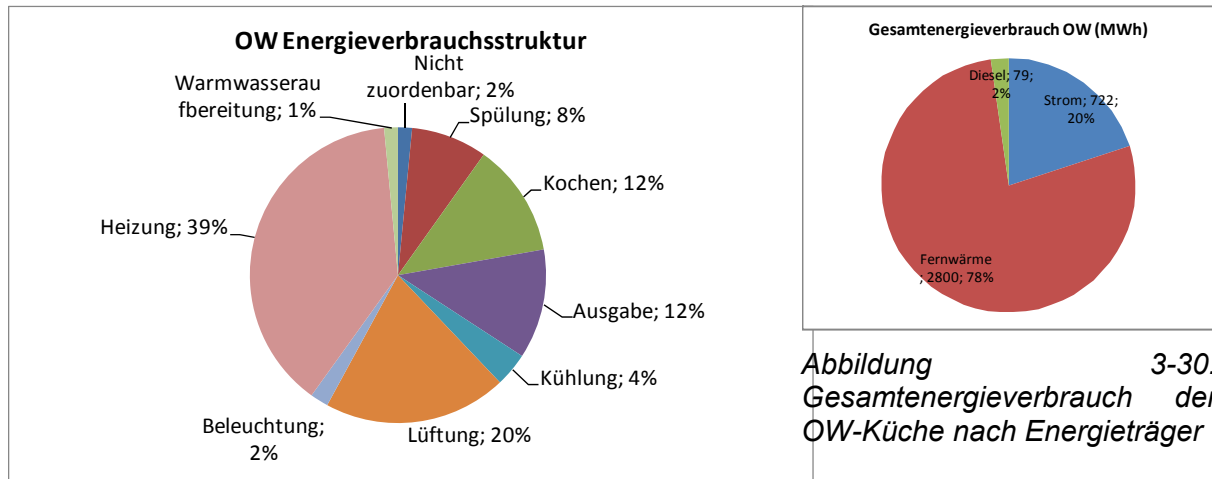


Abbildung 3-30: Gesamtenergieverbrauch der OW-Küche nach Energieträger

Abbildung 3-29: Energieverbrauchsstruktur der OW-Küche

Der Gesamtenergieverbrauch der OW-Küche ist in einzelne Kategorien gegliedert, damit die energieintensiven Bereiche identifiziert werden können (siehe Abbildung 3-29). Für die OW-Küche ist die Raumheizung mit ca. 39 % des Gesamtenergieverbrauchs der energieintensivste Bereich. Die beheizten Räumlichkeiten der Küche bestehen aus der Küche an sich und aus verschiedenen Büros auf weiteren Etagen. Dies erklärt teilweise den hohen Energieverbrauch für die Kategorie Heizung. Die zweitwichtigste Kategorie ist die Lüftung mit einem Anteil von ca. 20 % des gesamten jährlichen Energieverbrauchs. Für die Lüftung wird Strom und Fernwärme verwendet und bezieht sich, wie die Raumheizung, auf den gesamten Pavillon in dem sich die Küche befindet. Mit 13 % bzw. 10 % des gesamten Energieverbrauchs zählen auch die Zubereitung der Speisen sowie die Speisenausgabe zu den energieintensiven Kategorien. In den Kapiteln 3.5.2, 3.5.3 und 3.5.4 ist die Zuordnung der Energieverbräuche zu den jeweiligen Bereichen im Detail beschrieben.

### 3.5.2 Stromverbrauch

Die Großküchengeräte der OW-Küche werden mit Elektrizität und auch teilweise mit Dampf betrieben. Der gesamte jährliche Stromverbrauch der Küche ist nicht vorhanden, da die Aufzeichnungen über den Energieverbrauch laut der technischen Betriebsführung nur über drei Pavillons vorliegen. Eine Aufschlüsselung des Stromverbrauchs in einzelne Bereiche ist nicht vorhanden. Daher werden Stromverbrauchsmessungen in der OW-Küche durchgeführt. Die Gesamteinspeisung der Küche wird anhand dieser Messungen berechnet und umfasst die

Einspeisung der Großküchengeräte, die Kühlung und die Lüftung. Insgesamt werden in dieser Küche 156 Großküchengeräte verwendet, 10 davon werden gemessen. Diese 10 Großküchengeräte werden aufgrund ihrer Nennleistung und Betriebszeit ausgewählt, da deren Faktor ein Indikator für den theoretisch maximalen Stromverbrauch ist (siehe Tabelle 3-8).

Tabelle 3-11: Gemessene Großküchengeräte der OW-Küche

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

\* ca. 80 Speisewägen werden in der OW-Küche verwendet, deswegen ist der gemessene Stromverbrauch im Vergleich mit dem theoretisch maximalen Stromverbrauch relativ hoch.

Die Tabelle 3-11 zeigt, inwiefern die Werte des theoretisch maximalen Stromverbrauchs und des tatsächlichen Stromverbrauchs voneinander abweichen. Die Stromverbrauchsmessungen werden durchgeführt, um die tatsächlichen Verbräuche der verschiedenen Großküchengeräte mit höherer Genauigkeit abschätzen zu können. Die Gesamteinspeisung der OW-Küche wird, wie bereits beschrieben, aus vier Stromverbrauchsmessungen berechnet, damit festgestellt werden kann welcher Anteil des Stromverbrauchs erfasst wird.

Die Tages-Stromverbrauchsmessungen werden auf den Jahresverbrauch hochgerechnet. Für die Berechnungen der Kochgeräte wird die Tages-Stromverbrauchsmessung mit der Anzahl an Betriebstagen multipliziert. Dabei wird angenommen, dass die Tagesmessung für das betreffende Gerät repräsentativ ist. Messergebnisse von Systemen, die laufend in Betrieb sind (wie z.B. Kühlung, Lüftung und Beleuchtung) zeigen, dass die Stromverbrauchswerte sich an Arbeitstagen und Nicht-Arbeitstagen signifikant unterscheiden (siehe z.B. Kapitel 3.3). Da die OW-Küche 7 Tage pro Woche in Betrieb ist, spielen die Unterschiede in diesem Fall keine Rolle.

Der Unterschied zwischen dem Leistungsbedarf des Kühlaggregats während sowie außerhalb der Betriebszeiten ist in Abbildung 3-31 zu sehen. Der durchschnittliche Tagesleistungsbedarf beträgt 15 kW. Während der Betriebszeit erhöht sich der Leistungsbedarf um 2,3 kW, das sind in etwa 14 % mehr als der durchschnittliche Tagesverbrauch. Die Erhöhung des Stromverbrauchs lässt sich anhand der Kälteverluste als Resultat der Küchenakti-

vitäten erklären. Der gemessene Stromverbrauch der Kühlung macht mit 368 kWh einen wesentlichen Teil des gesamten Stromverbrauchs der OW-Küche aus. Da die OW-Küche an allen Tagen im Jahr in Betrieb ist, wird für die Hochrechnung auf den Jahresverbrauch angenommen, dass die erfasste Leistungskurve repräsentativ ist. Das heißt, dass pro Jahr 134.320 kWh Strom für die Kühlung verbraucht wird. Bei dieser Schätzung werden der Einfluss der Wetterbedingungen bzw. die Temperaturunterschiede durch die Jahreszeiten nicht berücksichtigt.

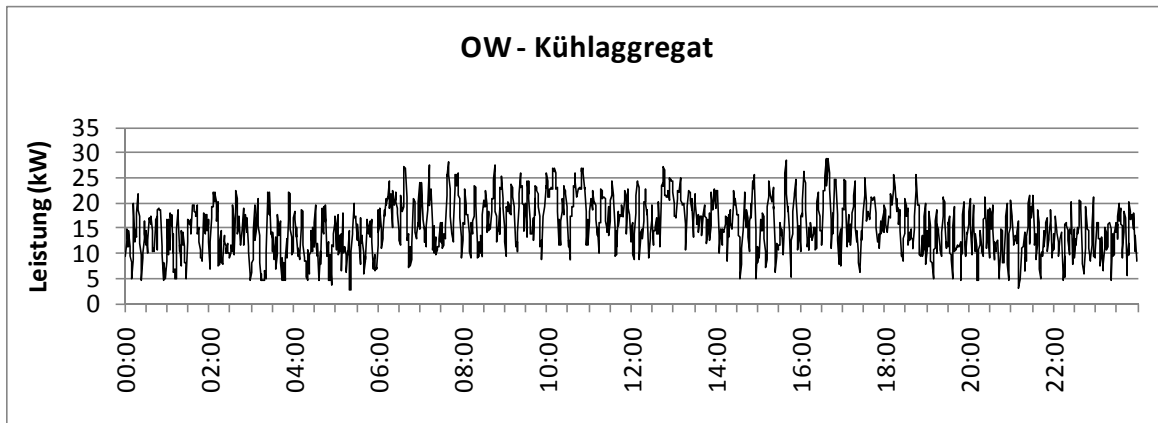


Abbildung 3-31: Leistungskurve OW-Kühlaggregat

Die Raumkühlung wird laut Angabe der Elektro-Werkstätte der OW-Küche mit dem bereits beschriebenen Kühlaggregat zentral betrieben. Da die Stromverbrauchsmessungen im September 2009 durchgeführt wurden, wird der gesamte Stromverbrauch der Kühlung etwas überschätzt, da die Temperaturen in dieser Jahreszeit geringfügig über dem Jahresdurchschnitt liegen<sup>1</sup>. Die Klimabedingungen werden bei der Schätzung des gesamten Stromverbrauchs der OW-Küche nicht weiter berücksichtigt.

Die Kategorie ‚Beleuchtung‘ wird anhand der Anzahl an Lampen, der jeweiligen Nennleistung und der durchschnittlichen Betriebszeit (siehe Tabelle 3-12) abgeschätzt. Der tägliche Stromverbrauch der Beleuchtung in der OW-Küche wird zwischen 175 und 215 kWh pro Tag geschätzt und liegt damit bei rund 10 % des Tages-Stromverbrauchs. Hochgerechnet auf den Jahresverbrauch sind dies etwa 71.394 kWh.

<sup>1</sup> Tagesmittel September: 14,3 °C, Wetterstation Mariabrunn, Wien.

Quelle: [http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten\\_oesterreich\\_1971\\_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm), Date accessed: 09.03.2010

Tabelle 3-12: Beleuchtung der OW-Küche und der theoretisch maximale Stromverbrauch

Anzahl Lampen	Leistung (W)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh/t)
80	8	13	8,3
100	36	13	46,8
10	1.250	13	162,5
<b>SUMME</b>			<b>217,6</b>

Für die Kategorie ‚Speisenausgabe‘ werden in der OW-Küche Stromverbrauchsmessungen durchgeführt, da eine große Anzahl an thermischen Speisewägen (ca. 80 Stück) für die Ausgabe der Speisen verwendet werden. Der theoretisch maximale Stromverbrauch für die einzelnen Geräte ist zwar nicht außergewöhnlich hoch (Nennleistung ist 2,677 kW), zusammen gefasst ist diese Kategorie aber mit etwa 17 % des theoretisch maximalen Stromverbrauchs sehr energieintensiv. Die Speisewägen werden über zwei symmetrisch belastete 3-Phasen Leitungen eingespeist, wovon eine Leitung gemessen und mit zwei multipliziert wird, um den gesamten täglichen Stromverbrauch der Speisewägen zu bestimmen (siehe Abbildung 3-33).



Abbildung 3-32: Speisewägen in der OW-Küche

Die Speisewägen (siehe Abbildung 3-32) werden sieben Tage in der Woche verwendet, in der Regel jeden Tag zu Mittag und abends, fünf Mal in der Woche. Dabei werden die Speisewägen mit warmem Wasser gefüllt und mittels Strom auf die gewünschte Temperatur gebracht. Laut Angaben der OW-Küche dauert die Aufheizung jeweils ungefähr zwei Stunden. Bei der Hochrechnung des Stromverbrauchs wird der Einsatz dieser Speisewägen dementsprechend berücksichtigt. Das bedeutet, dass der Stromverbrauch am Vormittag (bzw. bis 12:00) sieben Mal, und der Stromverbrauch am Nachmittag (bzw. nach 12:00) fünf Mal pro Woche (siehe Abbildung 3-33) über das Jahr hochgerechnet wird. Der jährliche Stromverbrauch der Speisewägen wird auf ca. 139.118 kWh geschätzt. Zusätzlich wird ein 7,5 Tonnen LKW verwendet, um die Speisewägen zu den einzelnen Pavillons zu transportieren. Der dadurch entstehende Energieverbrauch wird im Kapitel 3.5.4 erläutert.

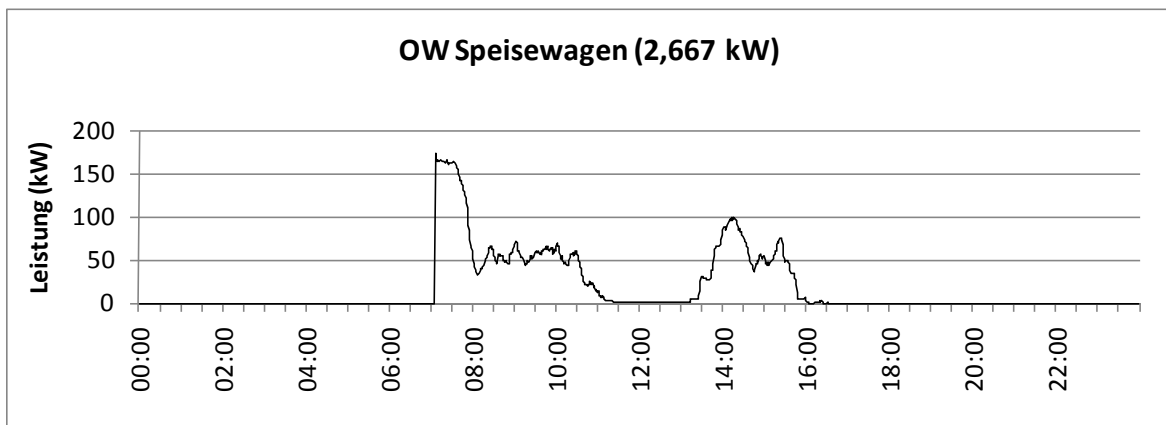


Abbildung 3-33: Leistungskurve der Speisewägen in der OW-Küche

Bezüglich Energieverbrauch spielt die Kategorie Lüftung in der OW-Küche eine sehr wichtige Rolle. Die Lüftung ist 24 Stunden mit einer Minimalleistung von ca. 20 kW in Betrieb. Während der Betriebszeit erhöht sich der Leistungsbedarf um 10 bis 15 kW (siehe Abbildung 3-34). Auf Basis der Betriebstage der OW-Küche wird angenommen, dass die erfasste Leistungskurve repräsentativ ist und für die Hochrechnung herangezogen wird.

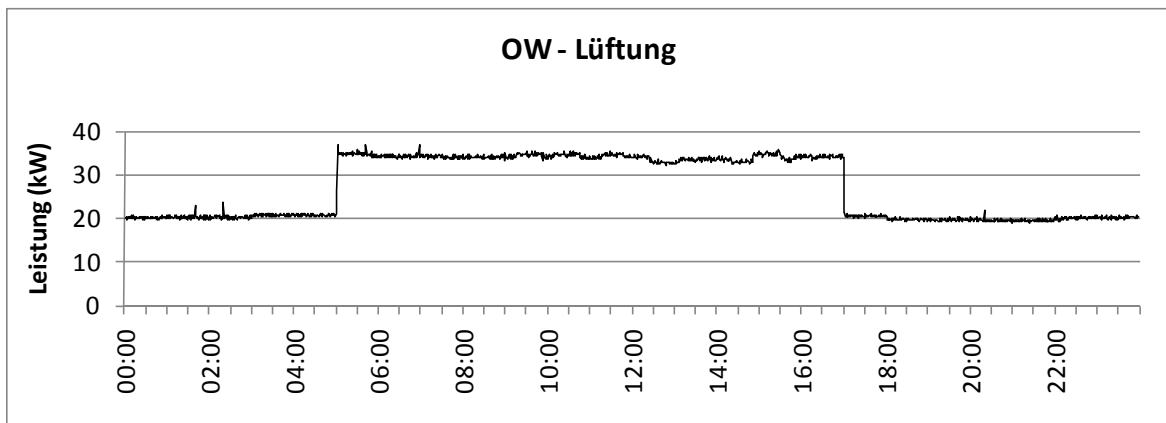


Abbildung 3-34: Leistungskurve der Lüftung der OW-Küche

In Abbildung 3-35 sind die Ergebnisse der Stromverbrauchsmessung nach Bereichen dargestellt. Anhand von 10 Messungen und Abschätzungen des Verbrauchs der Beleuchtung können ca. 92 % des Stromverbrauchs der OW-Küche erklärt werden. Die drei wichtigsten Kategorien sind die Lüftung mit 33 % des Gesamtverbrauchs, die Speisenausgabe mit 19 % und die Kühlung mit 18 % des Gesamtenergieverbrauchs. Die Kategorie Kochen wird mit 8 % des Stromverbrauchs unterschätzt, da relativ ‚kleinere‘ Großküchengeräte, die für den Kochvorgang verwendet werden, nicht gemessen werden. Zusätzlich werden die 6 Kombidämpfer sowie der Druckkochkessel mittels Dampf von Energie versorgt. Der Dampfverbrauch der OW-Küche wird in Kapitel 3.5.3 beschrieben. Es wird versucht, Doppelmessungen zu vermeiden. Es ist anzunehmen, dass die Kategorie Kochen einen Anteil von maximal 5 % hat.

Die Kategorie Spülung wird bezüglich des Stromverbrauchs geringfügig unterschätzt. Der Grund liegt darin, dass von insgesamt drei Spülgeräten nur die Bandspülmaschine gemessen wird. Die zwei anderen Spülgeräte (Topfspülmaschine und Durchschubspülmaschine) stellen einen relativ kleinen Anteil des theoretisch maximalen Stromverbrauchs dar und werden die Stromverbrauchstruktur nicht wesentlich beeinflussen. Die Bandspülmaschine wird nicht nur mittels Strom versorgt, sondern auch größtenteils mit Dampf. Die Dampfverbräuche werden im Kapitel 3.5.3 beschrieben.

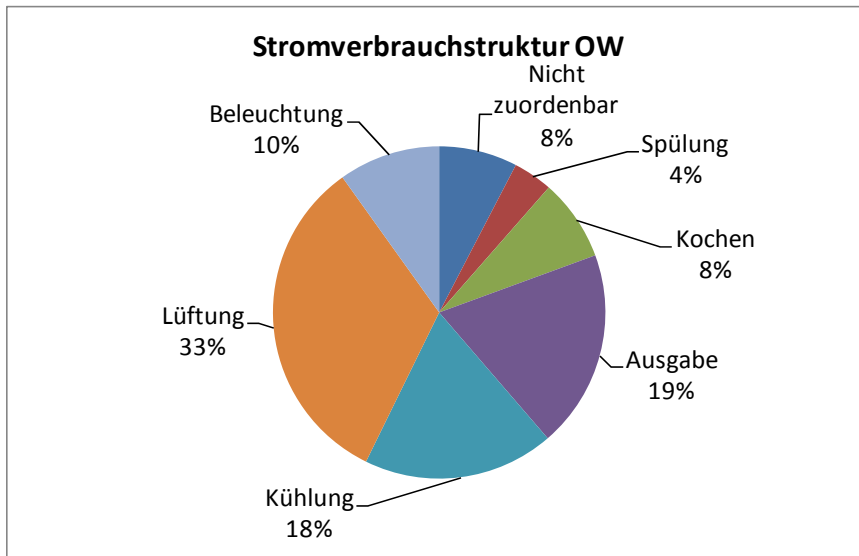


Abbildung 3-35: Stromverbrauchsstruktur der OW-Küche

### 3.5.3 Dampf- und Wärmeverbrauch

Dampf und Wärme werden mit dem von der Wien Energie gelieferten Dampf ins eigene Netz des Otto-Wagner Spitals eingespeist. Im Falle eines Ausfalls der Fernwärmelieferung verfügt die OW-Küche über einen Notkessel, der mit Erdgas betrieben wird. Dieser Notkessel wird sehr selten verwendet und wird deswegen nicht berücksichtigt. Die Verbrauchsdaten bezüglich Fernwärme vom Jahr 2008 liegen vor, sie sind in Abbildung 3-36 wiedergegeben. Der Verbrauch wird anhand der vorhandenen Daten in die definierten Kategorien zugeordnet (siehe Tabelle 3-13). Die Zuordnung der Kategorien Kochen und Spülung wird aus „WMZ Dampf UFO“ anhand der Nennleistungen und Betriebsstunden der jeweiligen Großküchengeräte abgeleitet.

Tabelle 3-13: Dampf-, Fernwärme- und Warmwasserverbrauchsdaten der OW-Küche

Bezeichnung	Bereich	Fernwärme (kWh/J)
Pavillon E-Küche WMZ L01 Lft. Hauptküche	Lüftung	187.567
Pavillon E-Küche WMZ L03 Lft. Technikzentrale	Lüftung	100.030
Pavillon E-Küche WMZ Dampf UFO	Gesamt	659.041

Bezeichnung	Bereich	Fernwärme (kWh/J)
	Kochen (ca. 59 %)	388.834
	Spülung (ca. 41 %)	270.207
Pavillon E-Küche WMZ L02 Lft. Küchennebenräume	Lüftung	193.621
Pavillon E-Küche WMZ H12 WWB HWW	Warmwasseraufbereitung	116.532
Pavillon E-Küche WMZ H11 WWB WW	Warmwasseraufbereitung	152.186
Pavillon E-Küche WMZ H23 Torluftscheier	Heizung	311.438
Pavillon E-Küche WMZ H31 Rad.linke Fläche	Heizung	82.731
Pavillon E-Küche WMZ H23 Rad.rechte Fläche	Heizung	76.046
Pavillon E-Küche WMZ H33 Rad.mitte	Heizung	32.610
Pavillon E-Küche WMZ Großlast UFO Industrie	Heizung	4.070
Pavillon E-Küche WMZ Kleinlast UFO Industrie	Heizung	395.082
Pavillon E-Küche WMZ Großlast UFO Raumheizung	Heizung	52.780
Pavillon E-Küche WMZ Kleinlast UFO Raumheizung	Heizung	436.574
<b>SUMME</b>		<b>2.800.308</b>

Die Kategorie Heizung ist mit 50 % des gesamten Fernwärmeverbrauchs der energiemäßig wichtigste Verbraucher. Die Lüftung ist mit 17 % des Gesamtverbrauchs die zweitwichtigste Kategorie, gefolgt von den Kategorien Kochen (14 %) und Spülung (10 %). Der Beitrag der Warmwasseraufbereitung liegt bei 9 % des gesamten Fernwärmeverbrauchs. Dieser Verbrauch wird jedoch in der Kategorie Ausgabe zugerechnet, da die ca. 80 Speisewägen nahezu jeden Tag zweimal mit Warmwasser gefüllt werden und somit einen wichtigen Verbraucher von Warmwasser darstellt.

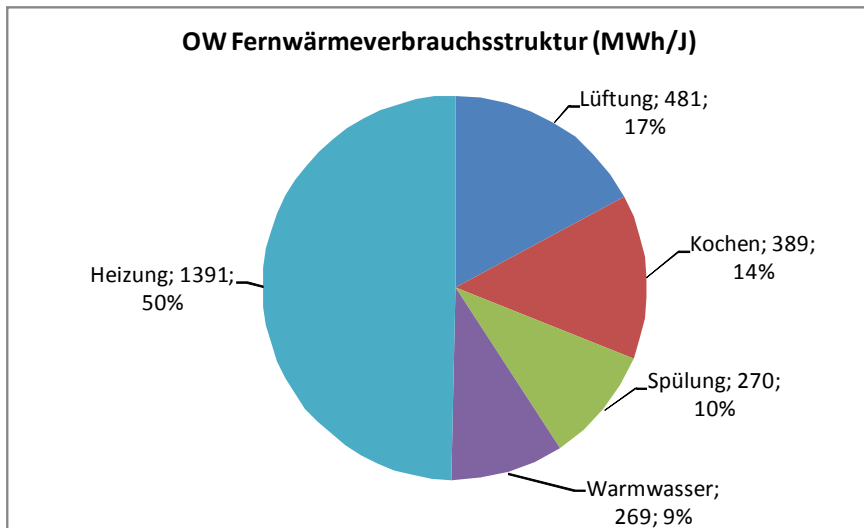


Abbildung 3-36: Fernwärmeverbrauchsstruktur der OW-Küche



### 3.5.4 Dieselverbrauch

Für die Ausgabe der Speisen wird zweimal täglich ein LKW mit einer Nutzlast von 7,5 Tonnen verwendet. Jährlich fährt der LKW für die Ausgabe der Speisen ca. 29.392 Kilometer, dies entspricht etwa 8.016 Liter Diesel im Jahr. Anhand des unteren Heizwerts ( $H_u$ ) wird der Energieverbrauch bestimmt. Der untere Heizwert bezüglich Diesel beträgt 43,33 MJ/kg (siehe Tabelle 2-1). Insgesamt ergibt das einen Energieverbrauch von etwa 79 MWh, der Anteil am gesamten jährlichen Energieverbrauch der OW-Küche beträgt etwa 2 %.

### 3.5.5 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der OW-Küche

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI definiert als die direkt in der Küche verbrauchte Energie. Jede kWh an Strom, Fernwärme oder Erdgas bringt eine bestimmte Menge an CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Verwendung von fossilen Energieträgern. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Kohlendioxid-Emissionsfaktoren verwendet. Die für die Stromerzeugung von der Wien Energie verwendeten Energieträger werden nach § 45a Abs. 1 EIWOG ausgewiesen und einen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor auf 210,44 g CO<sub>2</sub>/kWh festgestellt [Energie Control, 2009a]. Bei einem Stromverbrauch von 722.186 kWh pro Jahr ergibt das einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von ca. 152 t CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Für die von der Wien Energie gelieferten Fernwärme wird eine Ökobilanzierung bezüglich des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors, publiziert vom Umweltbundesamt, herangezogen. Dabei ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 180,6 g CO<sub>2</sub>/kWh und ein CO<sub>2</sub> Äquivalent von 197,1 g CO<sub>2</sub>/kWh (inklusive vorgelagerter Prozesse) [Pölz, 2007]. Der geschätzte CO<sub>2</sub>-Ausstoß der OW-Küche, der durch den Dampf- und Fernwärmeverbrauch entsteht, liegt somit bei rund 504 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die Verluste, die innerhalb des eigenen Fernwärmenetzes anfallen werden nicht weiter berücksichtigt. Das heißt, dass die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Dampf- und Fernwärme wahrscheinlich leicht unterschätzt werden.

Basierend auf dem Baujahr und der Nutzlast der von der OW-Küche verwendeten LKW, fällt der LKW in die Kategorie ‚schweres Nutzfahrzeug‘ (Österreich, 2005, SNF). Nach dieser Kategorisierung entspricht dies einen CO<sub>2</sub> Emissionsfaktor von 0,223 kg/km (siehe Kapitel 2.5.4). In Summe ergibt dies einen CO<sub>2</sub> Ausstoß von ca. 21 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch die Gesamtsummen an Emissionen des Strom-, Fernwärme- und Dieselverbrauchs berechnet. Im Endeffekt ergibt dies einen jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von etwa 677 Tonnen, das sind ungefähr 0,78 kg CO<sub>2</sub> je produzierter Mahlzeit.

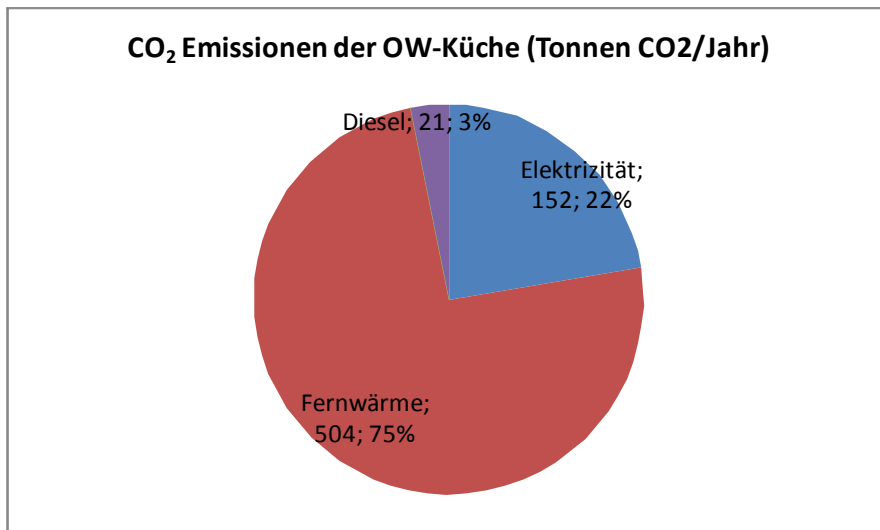


Abbildung 3-37: Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der OW-Küche

## 3.6 EB-Küche

### 3.6.1 Gesamtenergieverbrauch

In der EB-Küche werden Elektrizität und Fernwärme für die Energieversorgung eingesetzt (siehe Abbildung 3-39). Der gesamte Stromverbrauch der EB-Küche konnte erfasst werden. Insgesamt wurden 178.932 kWh im Referenzjahr 2008 verbraucht. In der Küche wird Elektrizität für die Zubereitung und Ausgabe der Speisen, die Geschirrspülung, Kühlung und Lagerung der Lebensmittel, Lüftung der Räumlichkeiten der Küche und die Beleuchtung der Küche und des Speisesaals verwendet.

Die Verbrauchsdaten bezüglich der Fernwärme konnten für das ganze Gebäude erfasst werden und wurden anhand der Grundfläche auf ca. 94.309 kWh geschätzt (siehe 3.6.3). Diese Daten stammen aus dem Jahr 2009. Die Fernwärme wird für die Raumheizung, Lüftung und die Warmwasseraufbereitung eingesetzt. Für die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs werden die Strom- und Fernwärmeverbräuche aufsummiert, insgesamt ergibt das einen Gesamtenergieverbrauch von 273.241 kWh. Mit einer durchschnittlichen wöchentlichen Produktion von 4.750 Mahlzeiten werden pro Mahlzeit in etwa 1,5 kWh Energie verbraucht.

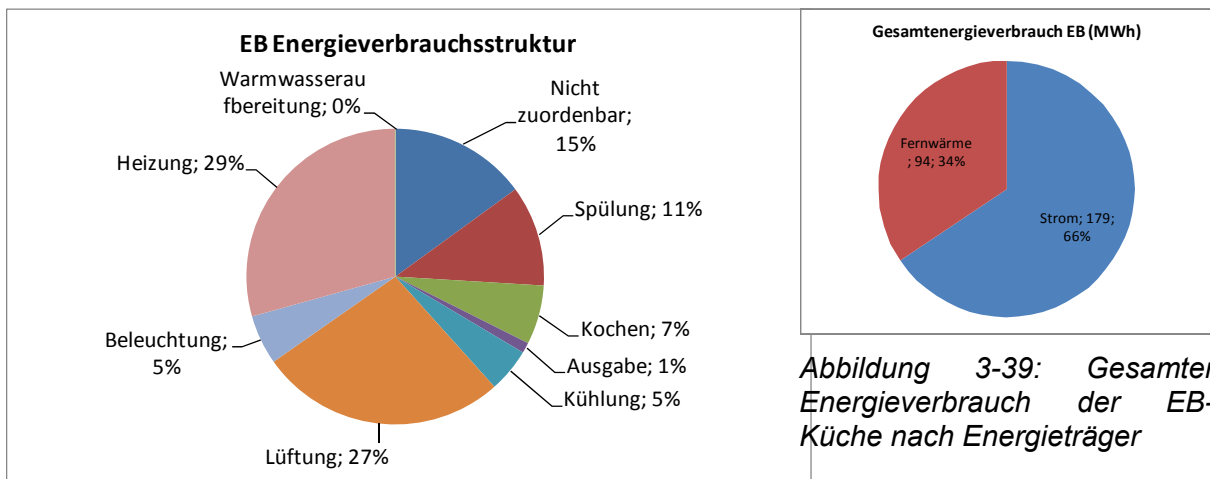


Abbildung 3-39: Gesamter Energieverbrauch der EB-Küche nach Energieträger

Abbildung 3-38: Energieverbrauchsstruktur der EB-Küche

In Abbildung 3-38 wird die Energieverbrauchsstruktur der EB-Küche dargestellt. Die Kategorien Raumheizung und Lüftung sind mit 29 % bzw. 27 % die energieintensivsten Kategorien der EB-Küche. Die Raumheizung und Lüftung der Küche und des Speisesaals werden zusammengefasst und geschätzt (siehe Kapitel 2.2 und Kapitel 3.6.3). Die Lüftung wird anhand einer Stromverbrauchsmessung geschätzt. Diese wird jedoch überschätzt, da die Lüftung 24 Stunden auf eine konstante Leistungsstufe eingestellt ist (siehe Abbildung 3-42), obwohl die Ventilatoren mittels Frequenzumformer gesteuert werden können, was sich in der Leistungskurve widerspiegelt. Die Kategorie Spülung nimmt ca. 11 % des gesamten Energieverbrauchs in Anspruch, die Zubereitung der Speisen 7 % und die Kühlung 5 %. Der Energieverbrauch für die Kategorie Kühlung bezieht sich ausschließlich auf die Kühl- und Tiefkühlzelle. Die Raumkühlungsanlage der EB-Küche und der Speisesäle war während des Zeitraums der Stromverbrauchsmessungen nicht in Betrieb und konnte daher nicht gemessen werden. Dies bedeutet, dass die Kategorie Kühlung unterschätzt wird. In den Kapiteln 2.2 und 3.6.3 ist die Zuordnung des Energieverbrauchs für diese Kategorie im Detail beschrieben.

### 3.6.2 Stromverbrauch

Die Großküchengeräte in der EB-Küche werden mittels Elektrizität mit Energie versorgt. Das elektrotechnische System der Großküche besteht aus zwei Stromkreisen, wovon ein Stromkreis die Großküchengeräte umfasst und der zweite die Beleuchtung. Die Lüftung als auch die Kühlung werden via der Haupteinspeisung des Hauses mit Strom versorgt. Nach Bereiche aufgeschlüsselte Stromverbrauchsdaten sowie der gesamte Stromverbrauch der EB-Küche (2x Gesamteinspeisung + Lüftung + Kühlung) sind nicht vorhanden, daher werden Stromverbrauchsmessungen durchgeführt.

Das Ziel dieser Messungen ist primär die Erfassung des gesamten Stromverbrauchs der EB-Küche bzw. die Einspeisung der zwei Elektroverteilerkästen in der Küche. Die Lüftung sowie die Kühlung werden für je eine Periode von 24 Stunden gemessen. Aus dieser Messung wird

ein Tagesverbrauch von 858 kWh ermittelt (Einspeisung der Küche + Lüftung + Kühlung). Um die Stromverbrauchsstruktur weiter erfassen zu können, werden zusätzlich noch zwei Geräte im Bereich ‚Spülung‘ gemessen. Insgesamt wurden sechs Messungen durchgeführt. In Tabelle 3-14 sind die gemessenen Großküchengeräte sowie die Gesamteinspeisung der zwei Stromkreise der Küche dargestellt. Die Bereiche für die Messungen wurden anhand des maximalen Stromverbrauchs (bzw. die Spülmaschinen) und Erfahrungen an bereits durchgeführten Messungen in anderen Großküchen ausgewählt.

Tabelle 3-14: Gemessene Großküchengeräte und Bereiche der EB-Küche

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

Die Tages-Stromverbrauchsmessungen werden auf den Jahresverbrauch hochgerechnet. Innerhalb der Kategorien Kochen und Ausgabe werden keine Energieverbrauchsmessungen durchgeführt. Sie werden, basierend auf den jeweiligen Betriebszeiten und der Nennleistung sowie aus den Erfahrungen aus anderen am Projekt SUKI teilnehmenden Großküchen, geschätzt. In Tabelle 3-15 sind jene Großküchengeräte sowie eine Schätzung von deren Stromverbrauch wiedergegeben, die laut der Küchenleitung innerhalb der Kategorien Kochen und Ausgabe verwendet werden. Die Schätzung wird mittels Multiplikation der Nennleistung, der Betriebszeit und mit einem Faktor, der das Verhältnis zwischen maximalem und tatsächlichem Stromverbrauch darstellt, berechnet. Da dieser Faktor pro Großküchengerät, basierend auf Literaturangaben sowie auf eigenen Erfahrungen, geschätzt wird, weist er eine größere Unsicherheit auf.

Der geschätzte Stromverbrauch für die Kategorie Kochen liegt bei ca. 80 kWh pro Tag, hochgerechnet auf den Jahresverbrauch entspricht dies ungefähr 9 % des gesamten Stromverbrauchs der EB-Küche. Der geschätzte Stromverbrauch für die Kategorie Ausgabe liegt bei ca. 14 kWh pro Tag, das sind ungefähr 2 % des Jahres-Stromverbrauchs. In Tabelle 3-15 sind die geschätzten Jahresverbräuche der betreffenden Großküchengeräte und Bereiche in der letzten Spalte wiedergegeben.

Tabelle 3-15: Schätzung des Stromverbrauchs der Bereiche Kochen und Ausgabe der EB-Küche

Großküchengerät	Nennleistung (kW)	Erhobener Betriebszeit (h/w)	Theoretische Stromverbrauch (kWh/W)	Geschätzter Stromverbrauch (kWh/J)
Wärmetransportwagen (6 St.)	1,5	12,5	113	3.510
Kombidämpfer	63	10	630	6.552
Herd	23	10	230	5.980
Kombidämpfer	10	10	100	1.040
Kombidämpfer	37,3	2,5	93	970
Kippbratpfanne (2 St.)	15,2	5	152	6.323
<b>SUMME Kochen</b>			<b>1.205</b>	<b>20.865</b>
<b>SUMME Ausgabe</b>			<b>113</b>	<b>3.510</b>

Die Messergebnisse von anderen am Projekt SUKI beteiligten Großküchen zeigen, dass jene Systeme, die laufend in Betrieb sind (z.B. Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) unterschiedliche Stromverbrauchswerte während Arbeitstagen und Nicht-Arbeitstagen aufweisen (siehe z.B. Kapitel 3.3). In Abbildung 3-40 ist der Unterschied zwischen den Stromverbräuchen während Betriebszeiten und Nicht Betriebszeiten veranschaulicht. Während Nicht-Betriebszeiten (bzw. von 18:00 bis 06:00) liegt der durchschnittliche Verbrauch um ca. 16 % niedriger als der Tagesdurchschnitt. Bei einer Hochrechnung auf den Jahres-Stromverbrauch sollen die Nicht-Betriebszeiten (dazu zählen auch Feiertage und Wochenenden) berücksichtigt werden. Deswegen wird angenommen, 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.).

In Bezug auf den Unterschied zwischen Arbeits- und Nicht-Arbeitstagen wird der durchschnittliche Stromverbrauch an Arbeitstagen auf ca. 44 kWh geschätzt, der Verbrauch an Nicht-Arbeitstagen auf ca. 37 kWh. Hochgerechnet bedeutet dies einen gesamten Stromverbrauch von ca. 15.454 kWh pro Jahr. Bei dieser Schätzung wird der Einfluss der Wetterbedingungen bzw. der Temperaturunterschiede durch die Jahreszeiten nicht berücksichtigt.

Obwohl die Raumkühlung für die EB-Küche separat zu messen ist, werden keine Messungen unter Berücksichtigung der saisonalen Unterschiede durchgeführt. Dies bedeutet eine Unterschätzung des gesamten Stromverbrauchs, wie es auch in der RO-Küche der Fall ist. Auch in dieser Küche konnte der Energiebedarf für die Raumkühlung nicht gemessen oder geschätzt werden (siehe Kapitel 3.4.2).

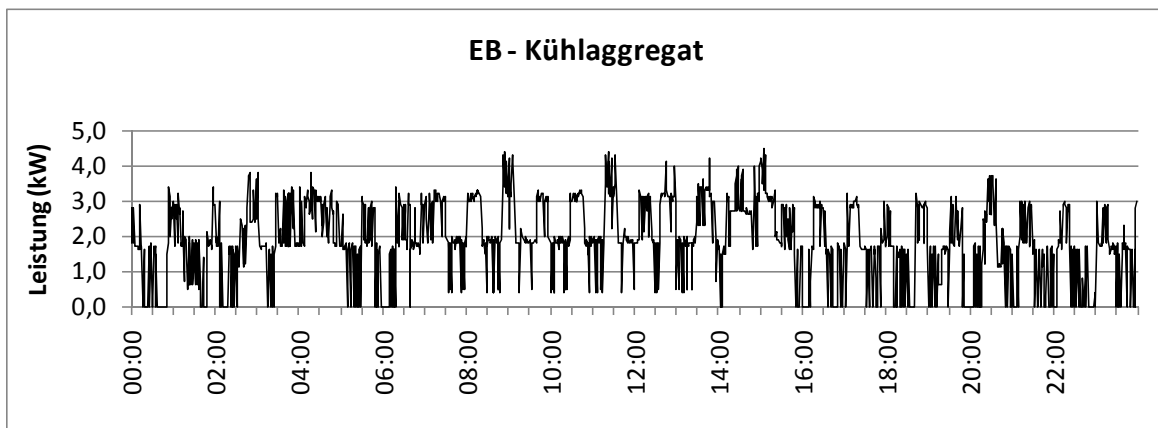


Abbildung 3-40: Leistungskurve des Kühlaggreats der EB-Küche

Der Leistungsverlauf der Beleuchtung in der EB-Küche wird über einen Tag erfasst und ist in Abbildung 3-41 dargestellt. Auffällig im Diagramm ist, dass die Leistungsspitzen oft zwei bis drei Mal höher sind als die derzeitige durchschnittliche Leistung. Die Leistungsspitzen werden vermutlich von einem Aufzug verursacht, der über diesen Elektroverteiler eingespeist wird. Der daraus resultierende Stromverbrauch ist im Verhältnis vernachlässigbar (ca. 5 % des gesamten gemessenen Tagesverbrauch). Die Tagesmessung ergibt einen Stromverbrauch für die Beleuchtung von 67kWh und umfasst die Beleuchtung der Küche sowie den Speisesaal.

Die Messung, die über mehrere Tage zum Beispiel im Bereich der Beleuchtung der SP-Küche durchgeführt wurde, (siehe Kapitel 3.3.1) zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen Arbeits- und Nicht-Arbeitstage. Diese Unterschiede werden auch für die Hochrechnung auf den Jahresverbrauch für die EB-Küche berücksichtigt. Es wird angenommen, dass der Stromverbrauch der Beleuchtung an Nicht-Arbeitstagen als auch in der Nacht gleich Null ist. Laut Küchenleitung ist die EB-Küche 260 Tage pro Jahr in Betrieb, das entspricht einem Stromverbrauch von etwa 17.420 kWh pro Jahr.

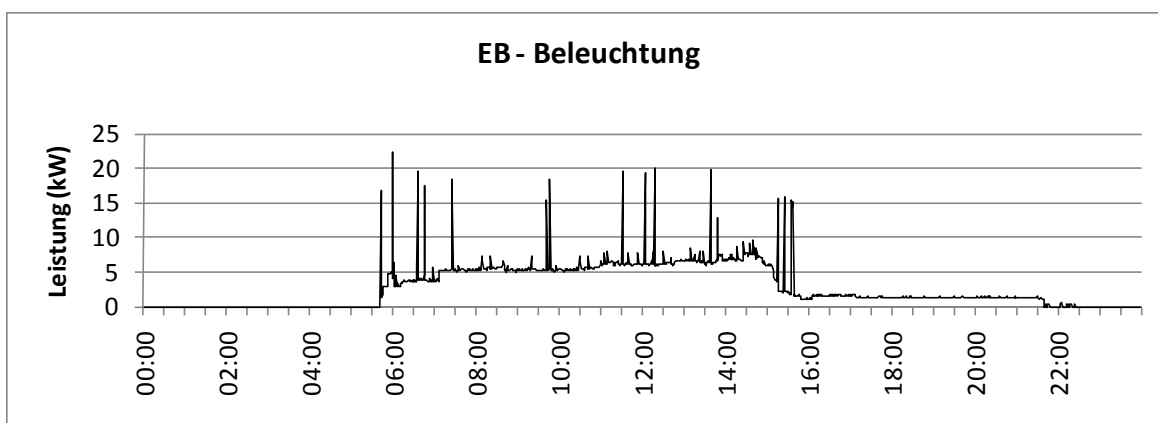


Abbildung 3-41: Leistungskurve der Beleuchtung in der EB-Küche

Die Lüftung stellt bezüglich des Energieverbrauchs eine wichtige Kategorie dar. In Abbildung 3-42 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 (siehe auch Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), um mögliche Einsparungspotenziale zu realisieren. Wenn angenommen wird, dass der erfasste Leistungsverlauf der EB-Lüftung repräsentativ ist, so ergibt dies einen Stromverbrauch von 121,2 MWh bei 365 Betriebstagen (bzw. 332 kWh pro Tag), und 86MWh bei 260 Betriebstage. Ist die erfasste Lastkurve nicht repräsentativ und kann die Leistungsstufe an den Bedarf der Küche angepasst werden, ist eine Halbierung des Stromverbrauchs zu erwarten.

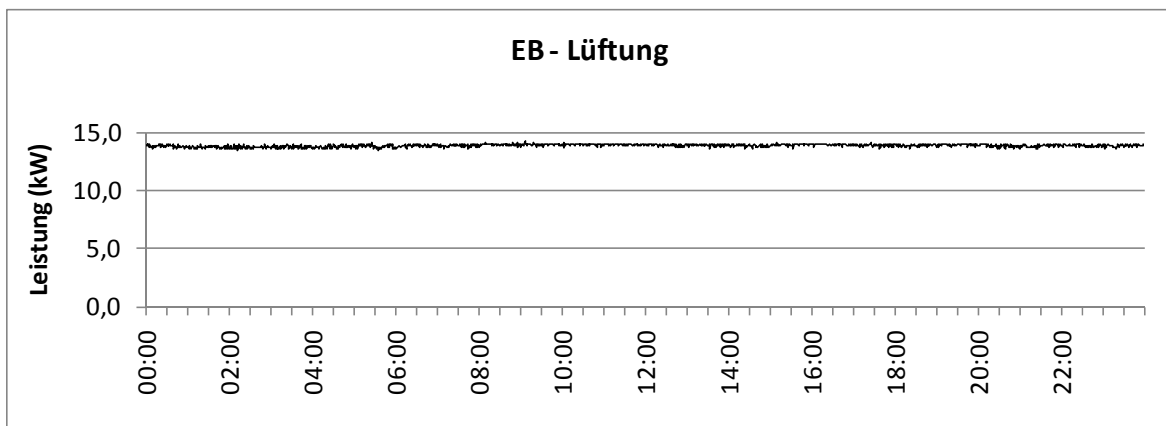


Abbildung 3-42: Leistungskurve der Lüftung der EB-Küche und des Speisesaals

Von insgesamt 18 Großküchengeräten, die in der EB-Küche verwendet werden, können die Ergebnisse der Messungen von 4 Geräten (bzw. Kühlaggregat, Lüftung, Bandspülmaschine, und der Topfspülmaschine) 59 % des Stromverbrauchs erklären. Die Lüftung ist mit 38 % des gesamten Jahres-Stromverbrauch der energiemäßig wichtigste Bereich in der EB-Küche. Wie bereits erwähnt, wird dieser Bereich vermutlich stark überschätzt

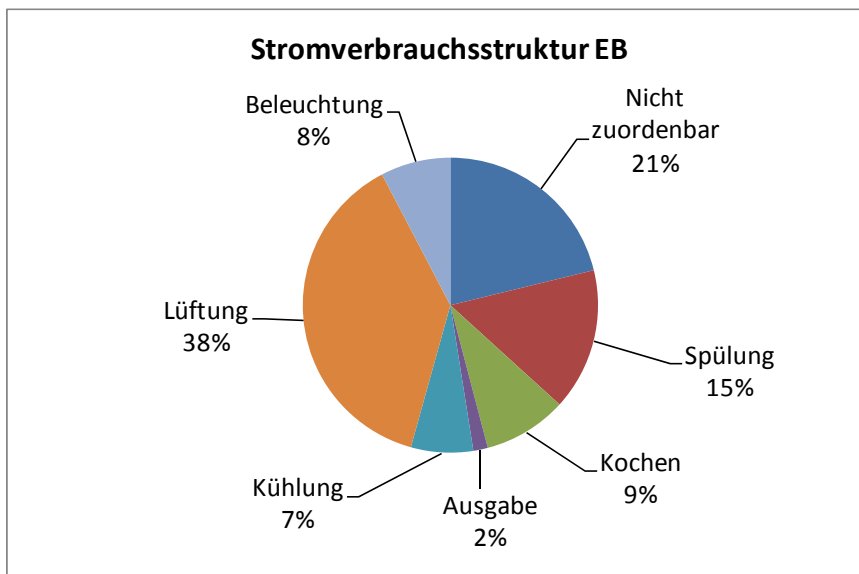


Abbildung 3-43: Stromverbrauchsstruktur der EB-Küche

Die Kategorie Spülung ist mit 15 % am gesamten Jahres-Stromverbrauch der zweit wichtigste Bereich in der EB-Küche. 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 den anderen am Projekt SUKI teilnehmenden Großküchen liegt. Damit können insgesamt 79 % des gesamten Stromverbrauchs der EB-Küche zugeordnet werden (siehe Abbildung 3-43).

### 3.6.3 Fernwärme

Für die Raumheizung der EB-Küche wird Fernwärme verwendet, welche über eine Gesamteinspeisung für das gesamte Gebäude erfolgt. Eine Verteilung auf die verschiedenen Bereiche des Hauses oder separate Abrechnungen bezüglich der Fernwärme sind für die EB-Küche nicht vorhanden. Deswegen wird der Fernwärmeverbrauch der EB-Küche anhand der Summe des gesamten Fernwärmeverbrauchs und der Grundflächenverhältnisse (bzw. Haus: Küche + Speisesaal) abgeschätzt. Die gesamte Grundfläche des Hauses ist 7.523 m<sup>2</sup>, die Küche und die Speisesäle befinden sich im Erdgeschoss (1.255 m<sup>2</sup>) und im Kellergeschoss (912 m<sup>2</sup>). Da nicht das gesamte Erd- und Kellergeschoss der Küche gewidmet ist, wird angenommen, dass das Erdgeschoss ungefähr der Grundfläche der Küche entspricht. Dies führt zu einem Grundflächenverhältnis von ca. 17 %. Der Fernwärmeverbrauch für das Kalenderjahr 2009 beträgt 565.330 kWh, der geschätzte Jahresverbrauch entspricht demnach etwa 94.309 kWh für die Küche und Speisesäle.



### 3.6.4 Direkte CO<sub>2</sub> Emissionen der EB-Küche

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI definiert als die direkt in der Küche verbrauchte Energie. Jede kWh an Strom und Fernwärme bringt eine bestimmte Menge CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Verwendung von fossilen Energieträgern mit sich. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Kohlendioxid-Emissionsfaktoren verwendet. Die für die Stromerzeugung verwendeten Energieträger werden nach § 45a Abs. 1 EIWOG ausgewiesen und entsprechen einem Kohlendioxid-Emissionsfaktor von 210,44 g CO<sub>2</sub>/kWh [Energie Control, 2009a]. Bei einem geschätzten Stromverbrauch von 178.932 kWh pro Jahr ergibt das einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von ca. 38 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Für die von der Wien Energie gelieferten Fernwärme wird eine Ökobilanzierung bezüglich des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors, publiziert vom Umweltbundesamt, herangezogen. Dabei ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 180,6 g CO<sub>2</sub>/kWh, und ein CO<sub>2</sub> Äquivalent von 197,1 g CO<sub>2</sub>/kWh (inklusive vorgelagerter Prozesse) [Pözl, 2007]. Der geschätzte CO<sub>2</sub>-Ausstoß der EB-Küche, der durch den Fernwärmeverbrauch anfällt, liegt damit bei rund 17 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Insgesamt ergibt dies jährliche CO<sub>2</sub> Emissionen von ca. 55 Tonnen (siehe Abbildung 3-44).

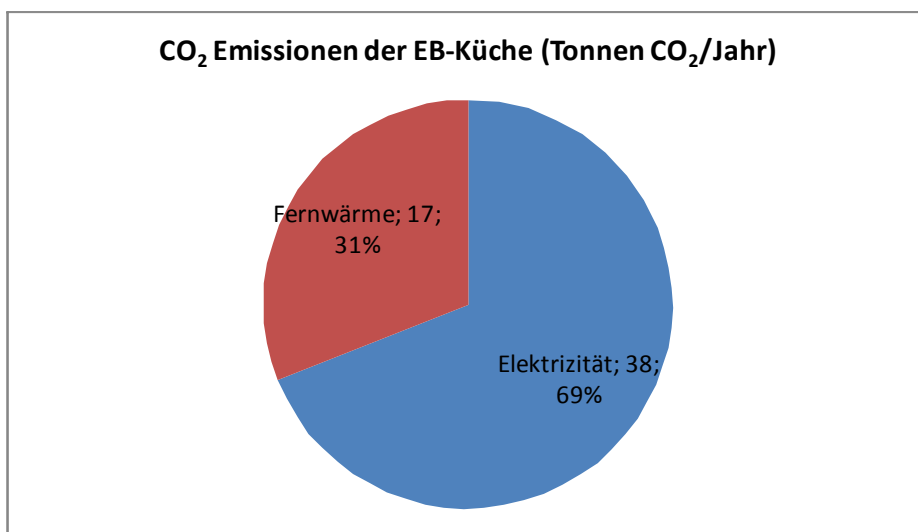


Abbildung 3-44: CO<sub>2</sub>-Emissionen der EB-Küche nach Energieträger

## 3.7 WS-Küche

### 3.7.1 Gesamtenergieverbrauch

Der gesamte Energieverbrauch der WS-Küche besteht aus dem Stromverbrauch und dem Erdgasverbrauch, der für die Erzeugung von Wärme anfällt (siehe Abbildung 3-46). Der Stromverbrauch der WS-Küche wird nicht auf Jahresbasis für die Großküche hochgerechnet. Das heißt, dass der Stromverbrauch für den Referenzzeitraum nicht vorhanden ist. Die Erfassung des Stromverbrauchs ist jedoch über drei Stromzähler möglich, die sich in der Elekt-

roverteileranlage der WS-Küche befinden. Daher werden an zwei unterschiedlichen Zeitpunkten, jeweils ca. ein Jahr voneinander getrennt, die Zählerstände erhoben (siehe Tabelle 3-16). Das ergibt einen Stromverbrauch von 1.917 kWh über den Zeitraum vom 31.03.2009 bis 13.04.2010. Der Stromverbrauch des Kühlaggregats wird nicht über den betreffenden Elektroverteiler eingespeist und soll zusätzlich berechnet werden. Der Stromverbrauch wird nicht aufgezeichnet und wird anhand von einer Tagesmessung auf ca. 9.966 kWh im Jahr (siehe 3.7.2) geschätzt. Zusätzlich werden die Großküchengeräte über einen weiteren Verteiler in das Büro des Küchenleiters eingespeist. Der Stromverbrauch der Großküchengeräte, die über diesen Verteiler eingespeist werden, wird nicht aufgezeichnet. Er wird anhand einer Stromverbrauchsmessung auf ca. 24.939 kWh im Jahr geschätzt. In Summe ergibt dies einen Stromverbrauch von ca. 45.370 kWh im Jahr.

Der Erdgasverbrauch wird aufgrund einer einfachen Schätzung auf ca. 66.088 kWh pro Jahr geschätzt (siehe Kapitel 3.7.3). In Summe ergibt dies einen gesamten Energieverbrauch von rund 111.458 kWh pro Jahr, wobei Strom einen Anteil von 41 % und Erdgas 59 % am Gesamtenergieverbrauch hat (siehe Abbildung 3-45). Mit einer durchschnittlichen wöchentlichen Produktion von 700 warmen Mahlzeiten ergibt dies einen Energieverbrauch von ca. 4,9 kWh pro Mahlzeit.

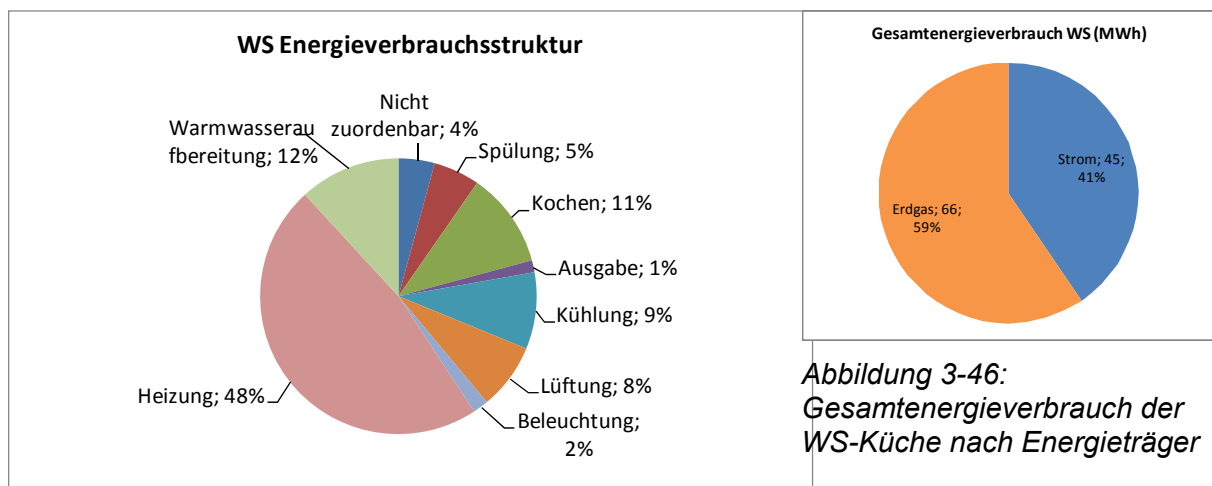


Abbildung 3-46:  
Gesamtenergieverbrauch der  
WS-Küche nach Energieträger

Abbildung 3-45: Energieverbrauchsstruktur der WS-Küche

In Abbildung 3-45 ist die Energieverbrauchsstruktur der WS-Küche wiedergegeben. Die Heizung verursacht ca. 48 % des gesamten Energieverbrauchs und ist damit der energiemäßig wichtigste Bereich der WS-Küche. Der Verbrauch der Warmwasseraufbereitung wird auf ca. 20 % des gesamten Erdgasverbrauchs geschätzt (siehe Kapitel 3.7.3) und macht ca. 12 % des gesamten Energieverbrauchs der WS-Küche aus. Die Kategorien Kochen und Kühlung haben einen Anteil von 11 % bzw. 9 % am gesamten Energieverbrauch. Die Kühlung bezieht sich auf die Kühl- und Tiefkühlzelle der Küche. Die Raumkühlung wird über die Lüftung betrieben, diese war jedoch während der Zeit der Messungen nicht in Betrieb. Das bedeutet eine leichte Unterschätzung des Energieverbrauchs. In den Kapiteln 3.7.2 und 3.7.3 ist die Zuordnung des Energieverbrauchs in diesem Bereich im Detail beschrieben.

### 3.7.2 Stromverbrauch

Die Großküchengeräte der WS-Küche werden mit Strom betrieben. Der gesamte Stromverbrauch der WS-Küche wird über die Jahresabrechnung nicht erfasst und war deswegen für das Referenzjahr 2008 nicht vorhanden. Der gesamte Stromverbrauch wird anhand von drei installierten Stromzählern und drei Stromverbrauchsmessungen bestimmt. Die drei installierten Stromzähler erfassen den Stromverbrauch der (kleineren) Küchengeräte, Kleinkälte (z.B. die Kühlpulte in das Kochbereich der Küche) und allgemeine Stromverbräuche der Küche (z.B. Beleuchtung). Die Stromzähler werden zwei Mal in einem Zeitabstand von ungefähr einem Jahr (31.03.2009 und 13.04.2010) abgelesen, um den Jahresverbrauch dieser Bereiche zu bestimmen. Die Zählerstände und der berechnete Stromverbrauch dieser Bereiche sind in Tabelle 3-16 dargestellt. Zusätzlich werden weitere Bereiche gemessen: das Kühlaggregat, die Lüftung der Küche, der Speisesaal und die gesamten Großküchengeräte, die in Summe dem Jahresstromverbrauch entsprechen. Die Messungen und Berechnungen dieser Bereiche werden im Folgenden beschrieben.

Tabelle 3-16: Aufnahme der Zählerstände in der WS-Küche

Stromzähler	Code	Zählerstand-1 (kWh)*	Zählerstand-2 (kWh)*	Stromverbrauch (kWh)
Küche – Geräte	1P1	262	489	226
Küche – Allgemein	2P1	692	1.053	362
Küche – Kälte-klein	3P1	2.410	3.739	1.329
<b>SUMME</b>		<b>3.364</b>	<b>5.281</b>	<b>1.917</b>

\* Zählerstand-1: Aufnahme am 31.03.2009; Zählerstand-2: Aufnahme am 13.04.2010

Insgesamt werden 32 Großküchengeräte in der WS-Küche verwendet. Es wurden 6 Stromverbrauchsmessungen durchgeführt, um den gesamten Stromverbrauch der WS-Küche sowie die Zuordnung der Stromverbräuche in die verschiedenen Kategorien zu bestimmen. Die gemessenen Großküchengeräte bzw. Bereiche werden in einem ersten Schritt anhand ihrer Nennleistung und der Betriebszeit (der Faktor dieser Parameter ist ein Indikator für den maximalen Stromverbrauch) sowie anhand von Erfahrungen an bisher durchgeführten Messungen ausgewählt (siehe Tabelle 3-17). Es wird vor Ort entschieden, die Einspeisung des Elektroverteilers, der sich in den Räumlichkeiten der Küche befindet, zu messen, anstatt den Kombidämpfer. Mit dieser Messung kann der gesamte Stromverbrauch genauer eingeschätzt werden. Der Kombidämpfer wird zwar häufig verwendet und ist einer der wichtigsten Stromverbraucher der Küche, die Technologie stellt aber eine energieeffiziente Alternative dar.

Eine weitere Anpassung an das Messprogramm ist die Entscheidung die Kippbratpfanne zu messen anstatt des Kochkessels. Mit dem Küchenleiter wurde vor Ort besprochen, welche Geräte (mit einer hohen Nennleistung) häufig verwendet werden und welche auch während der Messung in Betrieb sind. Aufgrund dieser Informationen wird entschieden der Stromverbrauch der Kippbratpfanne zu messen. Zudem ist die Abschätzung der Betriebszeiten der Großküchengeräte problematisch, da die Betriebszeiten der Großküchengeräte auf einen

bestimmten Speiseplan abgestimmt sind und daher weniger repräsentative Werte darstellen. Zusätzlich ist es bekannt, dass der Wirkungsgrad einer Kippbratpfanne im Durchschnitt niedrig ist [Kleinhempel, 2004], deshalb ist es wichtig den Verbrauch und Verwendung aus energetischer Sicht gut zu kennen.

Die Tabelle 3-17 zeigt, wie der theoretische maximale Stromverbrauch und der tatsächliche Stromverbrauch voneinander abweichen. Deswegen werden die Stromverbrauchsmessungen durchgeführt, um die tatsächliche Verbräuche der verschiedene Großküchengeräte mit höhere Genauigkeit abschätzen zu können. Dies erlaubt die Zuordnung des Stromverbrauchs zu den verschiedenen Bereichen, um die energiemäßig wichtigen Bereiche zu identifizieren. Zusätzlich werden die Gesamteinspeisungen erfasst, um den gesamten Stromverbrauch bestimmen zu können.

Tabelle 3-17: Gemessene Großküchengeräte und Bereiche der WS-Küche

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
<b>SUMME</b>				<b>301</b>

Die Tages-Stromverbrauchsmessungen werden auf den Jahresverbrauch hochgerechnet. Die Einspeisung der Küche wird durch den Elektroverteiler in den Räumlichkeiten der Küche gemessen (siehe Tabelle 3-17) und umfasst die wichtigsten Großküchenmaschinen, u.a. der Kombidämpfer, Kippbratpfanne, Ceranfeld (bzw. Herde), Bain-Marie, Tellerspender und die Geschirrspülmaschinen. Der gemessene Tagesverbrauch (siehe Abbildung 3-47) wird anhand von der Anzahl an Betriebstagen auf den Jahresverbrauch hochgerechnet. Die Anzahl an Betriebstagen wird wie folgt bestimmt: die WS-Küche ist nur während der Schulzeit in Betrieb, das heißt, dass die Küche für ca. 4,5 Monate im Jahr und an den Wochenenden geschlossen ist. Die Anzahl an Betriebstagen beträgt somit etwa 163 Tage im Jahr.

Die Tages-Leistungskurve der Großküchengeräte der WS-Küche in Abbildung 3-47 zeigt Leistungsspitzen von bis zu 60 kW während der Zubereitung des Frühstücks um 07:00 Uhr und während der Zubereitung des Mittagessens um 11:00 Uhr. Insgesamt verbrauchen die verwendeten Großküchengeräte am Messtag 153 kWh. Wie Abbildung 3-47 veranschaulicht, sind die Tages-Stromverbräuche der Großküche nicht immer gleich hoch. Das hängt mit den unterschiedlichen Kochvorgängen der verschiedenen Speisen zusammen. In der betreffen-

den Großküche kann der durchschnittliche Tages-Stromverbrauch um zu 30 % variieren. Ein Grund dafür ist hauptsächlich der Unterschied zwischen Wochentagen und Wochenenden. In der WS-Küche ist zu erwarten, dass der Stromverbrauch von Montag bis Donnerstag ziemlich stabil ist und am Freitag etwas abflacht, da sich die Schülerzahl aufgrund von Heimreisenden etwas reduziert. Da die Messung an einem Mittwoch durchgeführt wurde, kann angenommen werden, dass der gemessene Tages-Stromverbrauch für den Stromverbrauch der Küche repräsentativ ist. Hochgerechnet auf den Jahresverbrauch ergibt dies einen Stromverbrauch von ca. 24.939 kWh, das sind ungefähr 55 % des Jahresverbrauchs.

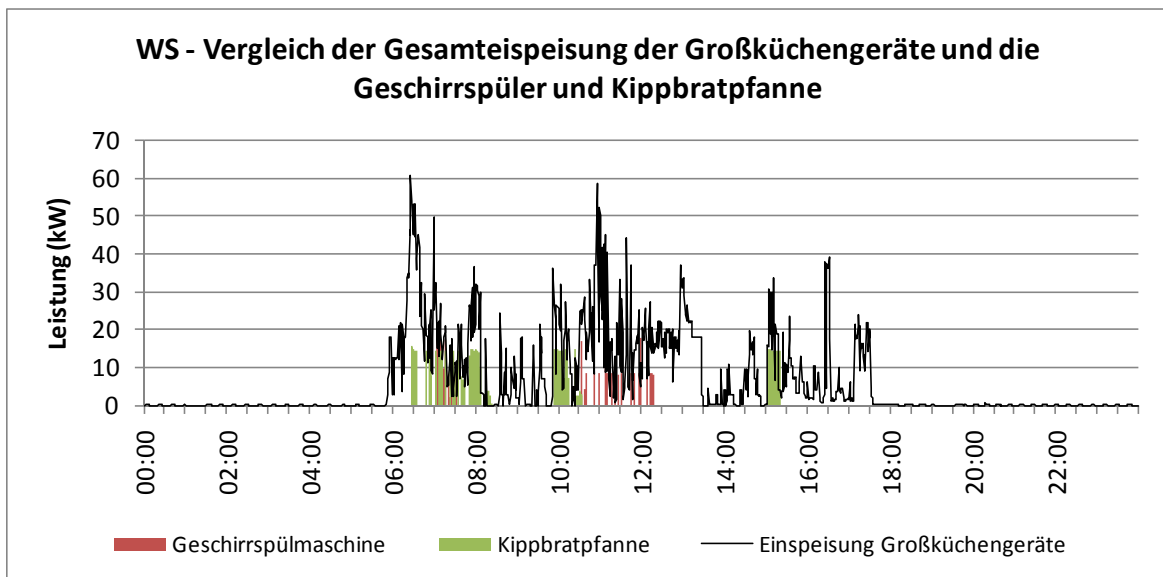


Abbildung 3-47: Vergleich der Gesamteinspeisung der Großküchengeräte der WS-Küche und die Kippbratpfanne und Geschirrspülmaschine

Zwei Geräte werden von der Einspeisung der Großküchengeräte (bzw. Elektroverteiler in der Küche) gemessen: die Kippbratpfanne und die Geschirrspülmaschine. In Abbildung 3-47 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. Tabelle 3-18 zeigt die wichtigsten Geräte, die über den betreffenden Elektroverteiler eingespeist werden sowie den Anteil an der Einspeisung der Großküchengeräte. Der Prozentsatz „% ( $F_0$ )“ ist der Durchschnittswert der Anteile des maximalen Stromverbrauchs  $F_1$  (bzw. Nennleistung x Betriebszeit) und  $F_{var}$  (Nennleistung x Betriebszeit x Faktor). Der Faktor wurde von bisher durchgeführten Messungen von ähnlichen Geräten abgeleitet und stellt den Anteil vom maximalen Stromverbrauch dar, der tatsächlich verbraucht wird (siehe Formel 3-1 und Abbildung 3-60). Auf diese Weise kann die Zuordnung der Stromverbräuche nach Kategorien genauer durchgeführt werden, die Ergebnisse sind in der letzten Spalte der Tabelle 3-18 dargestellt.

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

Formel 3-1: Berechnung des Faktors

Tabelle 3-18: Prozentsatz der jeweiligen Großküchengeräte, berechnet mittels des maximalen Stromverbrauchs

Bereich	Großküchengerät	% der maximale Stromverbrauch (Fø)	Stromverbrauch (kWh/J)
Kochen	Kochkessel-1	50	12.434
	Kombidämpfer		
	Kippbratpfanne		
	Kochkessel-2		
	Herd		
Spülung	Geschirrspülmaschine	24	6.036
	Schwarzgeschirrspülmaschine		
Ausgabe	Bain-Marie	6	1.541
	Tellerspender		
	Kaffeemaschine		
Sonstige	Sonstige Geräte	20	4.928

Die Kälteversorgung der Kühlzelle findet über das Kühlaggregat statt, welches sich in den Nebenräumen der Küche direkt neben der Kühlzelle befindet. Der Stromverbrauch des Kühlaggregats wird nicht einzeln erfasst. Die Messung wird durchgeführt, um den Stromverbrauch der WS-Küche sowie den Anteil der Kühlung genauer zu bestimmen. In Abbildung 3-48 ist die Leistungskurve des Kühlaggregats dargestellt, der durchschnittliche Leistungsbedarf der Kühlung beträgt 1,6 kW mit Leistungsspitzen von über 8 kW. Der Stromverbrauch während der Arbeitszeit (zwischen 06:00 – 18:00 Uhr) ist mit 1,9 kW um etwa 0,5 kW höher als während Nicht-Arbeitszeiten (zwischen 18:00 – 06:00 Uhr). Diese Unterschiede werden bei der Hochrechnung auf den Jahresverbrauch berücksichtigt: In Summe ergibt sich ein Stromverbrauch von 9.966 kWh pro Jahr für das Kühlaggregat. Bei dieser Schätzung wird der Einfluss der Wetterbedingungen bzw. Temperaturunterschiede der Jahreszeiten nicht berücksichtigt.

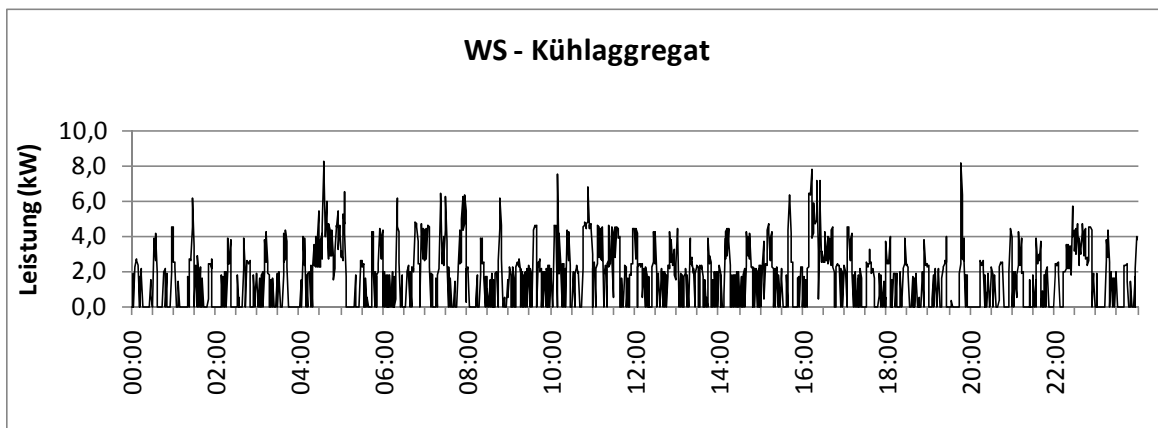


Abbildung 3-48: Leistungskurve der Kühlung der WS-Küche

Die Lüftungsanlage der Küche und des Speisesaals wird nicht von den drei Stromzählern erfasst und wird daher gemessen. Mit Hilfe der Messung kann auch der Anteil des jährlichen Stromverbrauchs für die Lüftung geschätzt werden. Die Tages-Lastkurve der Lüftung in der WS-Küche ist in Abbildung 3-49 veranschaulicht und zeigt einen zweistufigen Verlauf. Zwischen 06:00 und 18:00 Uhr ist die Leistungsstufe auf ca. 4 kW eingestellt, zwischen 18:00 und 22:00 Uhr auf etwa 2 kW. Außerhalb dieser Zeiten ist die Lüftung ausgeschaltet. Es wird angenommen, dass die Lastkurve der Lüftung repräsentativ ist. Aufgrund dieser Annahme wird ein Jahresverbrauch der Lüftung auf ca. 8.639 kWh geschätzt.

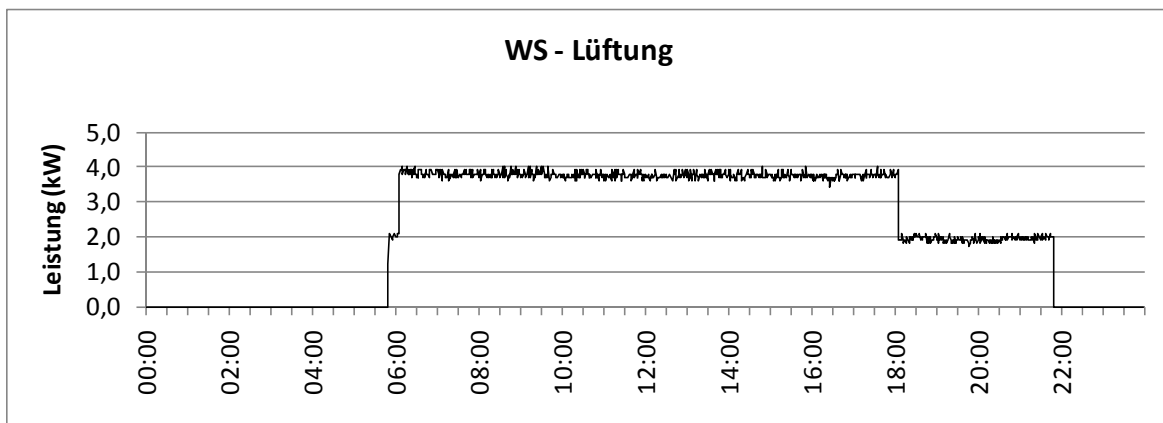


Abbildung 3-49: Leistungskurve der Küche- und Speisesaallüftung der WS-Küche

Bezüglich der Küchenbeleuchtung liegen keine Stromverbrauchsdaten vor, deshalb wird der Stromverbrauch der Beleuchtung wie folgt geschätzt. Die Anzahl der Leuchtkörper und die jeweilige Leistung sowie Betriebsstunden werden erfasst, um den Stromverbrauch der Beleuchtung abzuschätzen. Der tägliche Stromverbrauch der Beleuchtung wird auf ca. 12 - 15 kWh pro Tag geschätzt und liegt damit bei rund 5 % des Stromverbrauchs. Bei 163 Betriebstagen im Jahr ergibt das einen Jahresverbrauch von ungefähr 2.000 kWh.

Tabelle 3-19: Beleuchtung der WS-Küche, Speisesaal, und Nebenräume und der theoretisch maximale Stromverbrauch

Anzahl Lampen	Leistung (W)	Betriebszeit (h/t)	Max. Stromverbrauch (kWh/t)
26	65	8	13,5
20	58	3	3,5
10	14	2*	0,3
SUMME			17,3

\* Die Beleuchtung der Nebenräume ist hauptsächlich auf Bewegungssensoren geschaltet.

Die Räumlichkeiten der WS-Küche werden laut Angabe der Haustechnik nicht gekühlt. Lediglich die Unterkünfte der Studenten werden über die Lüftungsanlage gekühlt und sind daher dem Stromverbrauch der Küche nicht zuzurechnen.

In Abbildung 3-50 zeigt die Stromverbrauchstruktur der WS-Küche. Anhand von sechs Messungen können etwa 90 % des Stromverbrauchs in der Küche erklärt werden. Die Kategorie „Kochen“ ist mit 27 % am gesamten Stromverbrauch aus energetischer Sicht betrachtet der wichtigste Bereich. Die Kategorien Kühlung und Lüftung sind mit 22 % bzw. 19 % die zweit- bzw. drittichtigsten Bereiche in der WS-Küche.

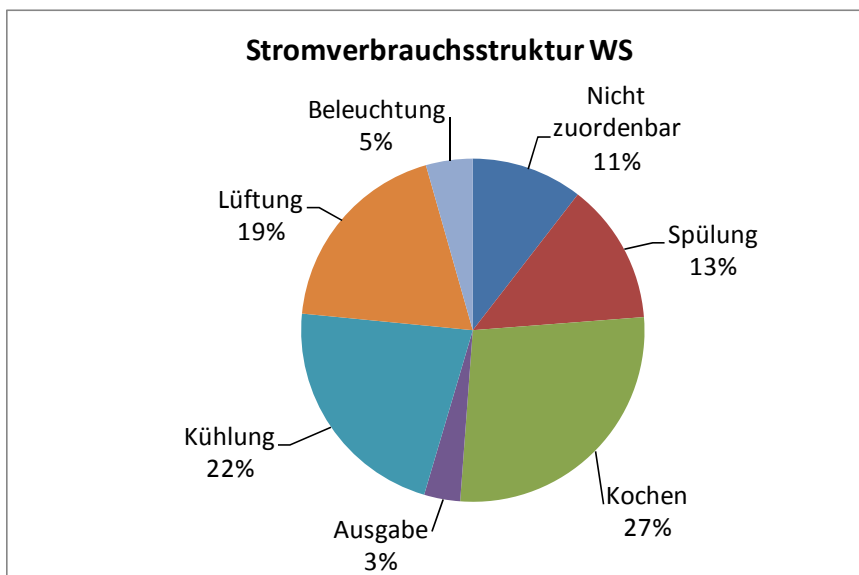


Abbildung 3-50: Stromverbrauchsstruktur der WS-Küche

### 3.7.3 Erdgasverbrauch

Der Energieträger Erdgas wird für die Heizung der Räumlichkeiten der WS-Küche sowie die Warmwasseraufbereitung eingesetzt. Der Erdgasanschluss bezieht sich auf das gesamte Schülerheim mit einem Verbrauchszähler für das gesamte Gebäude. Das bedeutet, dass der Erdgasverbrauch der WS-Küche nicht separat erfasst wird und es nicht möglich ist innerhalb des Projektrahmens diese einzeln für die Küche zu erfassen. Deswegen wird anhand des



Gesamtverbrauchs und des Grundflächenverhältnis zwischen Küche und Speisesaal eine Schätzung durchgeführt. Die gesamte Grundfläche des Schülerheims wird auf ca. 4.050 m<sup>2</sup> geschätzt, die Grundfläche der Küche und des Speisesaals haben zusammen eine Grundfläche von ca. 530 m<sup>2</sup>, in Summe sind dies ungefähr 13 % der gesamten Grundfläche.

Der Erdgasverbrauch wurde über den Zeitraum vom 26.02.2009 bis zum 10.03.2010 erfasst. In diesen 378 Tagen wurden 508.369 kWh Erdgas verbraucht. Es wird angenommen, dass dieser Verbrauchswert sich dem repräsentativen Jahresverbrauch annähert und für die Ermittlung der CO<sub>2</sub> Emissionen verwendet wird. Um den Erdgasverbrauch der Küche besser schätzen zu können, wird das Verhältnis der Grundfläche verwendet. In dieser Küche sind das ca. 13 % der Gesamtgrundfläche, die von der Küche und dem Speisesaal eingenommen wird. Es ist zu berücksichtigen, dass diese Schätzung nur eine sehr grobe Annäherung des tatsächlichen Verbrauchs darstellen kann. Der Erdgasverbrauch der Küche wird auf 66.088 kWh pro Jahr geschätzt. Dieser Verbrauch wird den Kategorien Heizung und Warmwasser zugeordnet, das sind etwa 80 % bzw. 20 % des geschätzten Erdgasverbrauchs für die WS-Küche.

### 3.7.4 Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI als die direkt in der Küche verbrauchte Energie definiert. Jede kWh an Strom, Fernwärme, oder Erdgas bringt eine bestimmte Menge an CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Verwendung von fossilen Energieträgern mit sich. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Kohlendioxid-Emissionsfaktoren verwendet. Die für die Stromerzeugung von der Wien Energie verwendeten Energieträger werden nach § 45a Abs. 1 EIWOG ausgewiesen und entsprechen einem Kohlendioxid-Emissionsfaktor von 210,44 g CO<sub>2</sub>/kWh [Energie Control, 2009a]. Bei einem Stromverbrauch von 45.370 kWh pro Jahr ergibt das einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von etwa 10 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

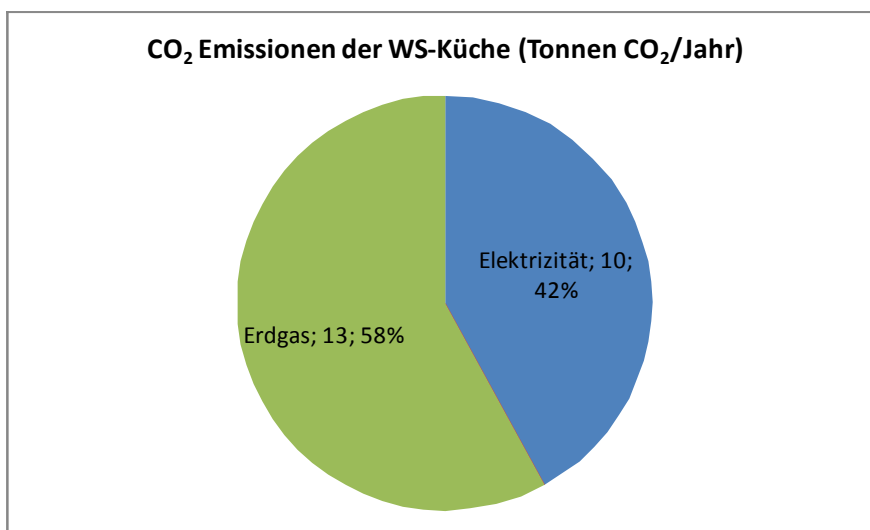


Abbildung 3-51: CO<sub>2</sub>-Emissionen der WS-Küche pro Energieträger

Bezüglich des Emissionsfaktors für Erdgas wird der in „Austria’s National Inventory Report“ herangezogene Faktor für die ‚stationäre Verbrennung‘ verwendet. Dieser Emissionsfaktor bezieht sich auf Österreich und ist mit 55,4 t CO<sub>2</sub>/TJ um 0,7 t CO<sub>2</sub>/TJ geringer als die vom IPCC berechneten Standard-Emissionsfaktor [Gomez et al., 2006]. Pro kWh Erdgas bedeutet dies einen Emissionsfaktor von 199,44 g CO<sub>2</sub>, was einen gesamten CO<sub>2</sub> Ausstoß aufgrund der Verbrennung von Erdgas von 13 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr ergibt. Die gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden damit auf ca. 23 Tonnen geschätzt. Bei einer Produktion von 140 Mahlzeiten pro Tag bedeutet dies etwa 1 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Mahlzeit.

## 3.8 Zusammenfassung

### 3.8.1 Genauigkeit der Energieverbrauchsberechnungen

#### 3.8.1.1 Stromverbrauch

In den Küchen von SP, LI, und EB wurde der gesamte Stromverbrauch erfasst. Für die restlichen am Projekt beteiligten Küchen wird der Stromverbrauch berechnet. Die Berechnung wird zusätzlich auch für die Küchen durchgeführt, in denen Daten verfügbar sind, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, die Stromverbrauchstruktur der Großküchen darzustellen und um einen Überblick über die Größenordnung der Abweichungen zu bekommen. Die tatsächliche Abweichung zwischen dem geschätzten Stromverbrauch und dem erhobenen Stromverbrauch ist für die Küchen SP, LI und EB in Abbildung 3-52 dargestellt. Die durchschnittliche Abweichung in den drei Küchen beträgt 20 % die maximale Abweichung von 26 % weist die LI-Küche auf, die minimale Abweichung beträgt 13% in der SP-Küche. Der Stromverbrauch der Küchen von SP und LI wird unterschätzt, der Stromverbrauch der EB-Küche hingegen wird überschätzt. Dies lässt sich anhand der Stromverbrauchsmessung der Lüftung erklären. Wie die Lastkurve der Lüftung zeigt (siehe Abbildung 3-42), läuft die Lüftung 24 Stunden am Tag und zumindest während der Messung auf immer derselben Leistungsstufe. Tatsächlich wird die Lüftung jedoch an den tatsächlichen Bedarf angepasst und somit ist die Messung für den Stromverbrauch der Lüftung nicht repräsentativ. Da keine weiteren Daten bezüglich der Lüftung vorhanden sind (wie z.B. Betriebsstunden oder Leistungsbedarf), wird die Messung für die Berechnung des jährlichen Stromverbrauchs verwendet.

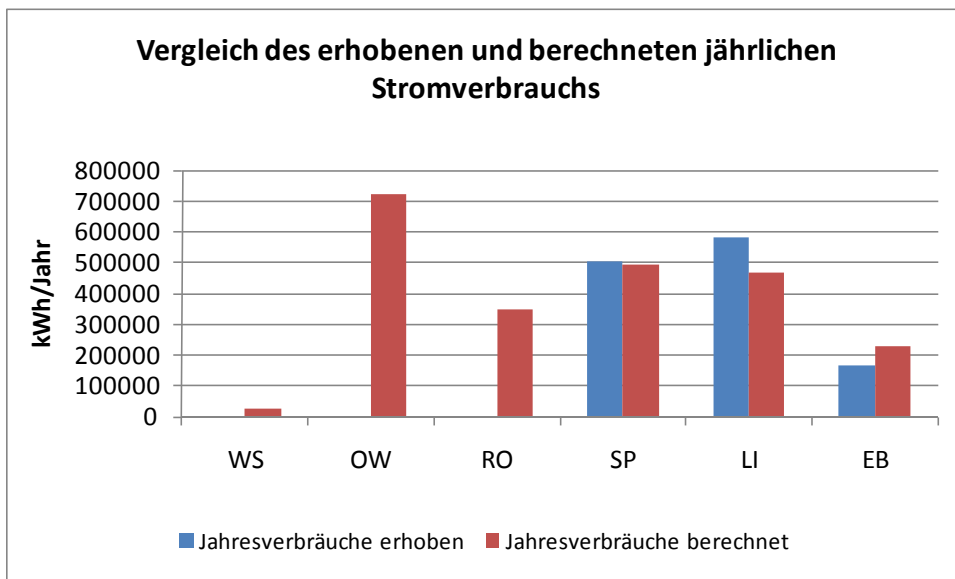


Abbildung 3-52: Vergleich des erhobenen und berechneten jährlichen Stromverbrauchs

Für die OW, RO, und WS Großküchen kann 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 liegt. Diese Größenordnung der Abweichung ist für den Zweck des Projekts SUKI ausreichend.

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 den Stromverbrauch der Großküchengeräte gegenüber gestellt. In der Abbildung wird ersichtlich, (siehe Abbildung 3-53 bis Abbildung 3-58) 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 3-53 und Abbildung 3-54 entsprechen die Lastkurven der Großküchengeräte jenen der Gesamteinspeisung sehr gut. Das bedeutet, dass die wichtigen Stromverbraucher identifiziert wurden und die Stromverbrauchsstruktur mit hoher Genauigkeit dargestellt werden kann. Ein Grund für die hohe Genauigkeit ist der Einsatz von Dampf in diesen zwei Küchen für Koch- und Spülprozesse. Aus diesem Grund wird eine geringere Variabilität im Stromverbrauch gemessen.

In den Küchen von SP und LI wird für die Küchenprozesse Strom verwendet. Abbildung 3-55 und Abbildung 3-56 zeigt, dass die Messungen den gesamten Stromverbrauch weniger gut erklären können, da mehrere Großküchengeräte für die Küchenprozesse verwendet werden, die Anzahl der vorgenommenen Messungen aber methodisch und zeitlich eingeschränkt war. Um die Anzahl an Messungen reduzieren zu können und trotzdem eine breite Skala an Großküchengeräten messen zu können, wurde jeweils nur eines von mehreren Geräten des

gleichen Typs gemessen. Zum Beispiel hat die LI-Küche 2 Kochkessel, 4 Druckkochkessel, und 6 Kombidämpfer, wovon stets nur ein Gerät gemessen wurde (bei den Kombidämpfern wurden zwei Stück gemessen). In diesem Fall ist die Abweichung zum Teil anhand der verwendeten Methode zu erklären, kann jedoch bei der Hochrechnung auf den Jahresverbrauch berücksichtigt werden. In Abbildung 3-59 sind beispielsweise die oben genannten Großküchengeräte hinzugerechnet (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. Eine Ausnahme ist die WS-Küche (Abbildung 3-58), hier können mit dem Stromverbrauch der Großküchengeräte ca. 50 % des Tagesstromverbrauchs erklärt werden. In dieser Küche war es möglich, die Kategorien Kochen und Spülung in einer zusätzlichen Messung zu erfassen, wodurch eine relativ genaue Einsicht in den Tagesverbrauch dieser Großküchengeräte geschaffen werden konnte. Die betreffenden Geräte in der WS-Küche verbrauchen ca. 50 % des gesamten Tagesbedarfs. Die Messergebnisse werden bei der Berechnung des Jahresverbrauchs verwendet, die aufgrund der zusätzlichen Messungen mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden konnten.

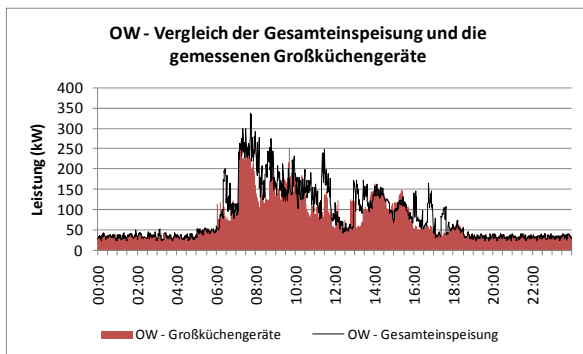


Abbildung 3-53: Vergleich Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der OW-Küche

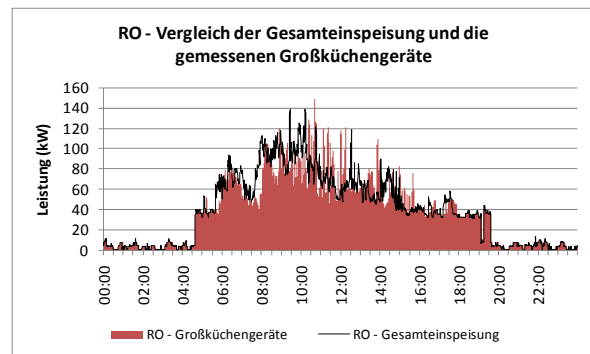


Abbildung 3-54: Vergleich Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der RO-Küche

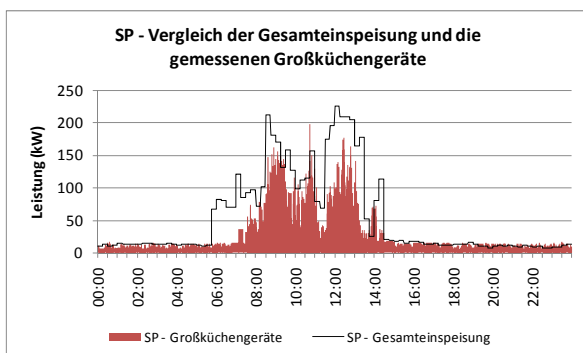


Abbildung 3-55: Vergleich Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der SP-Küche

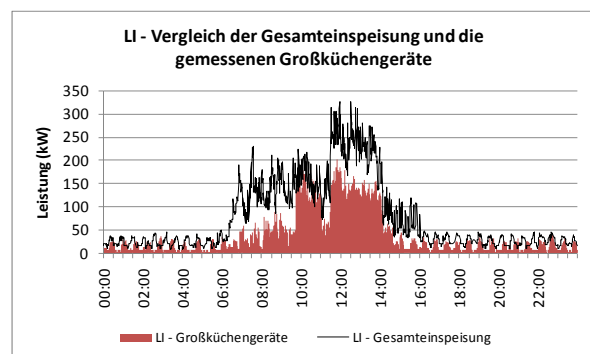


Abbildung 3-56: Vergleich Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der LI-Küche

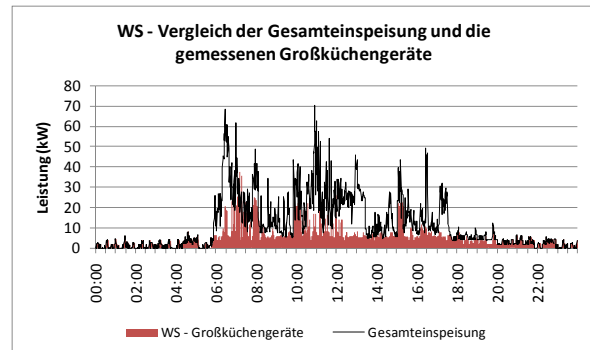
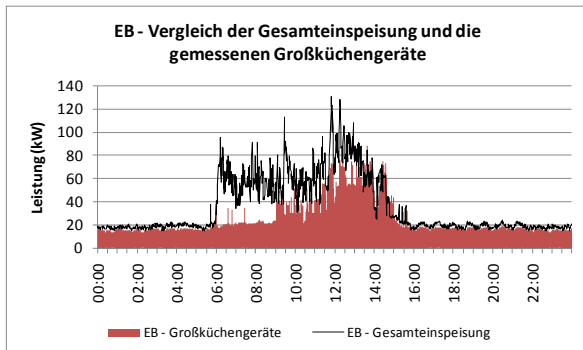


Abbildung 3-57: Vergleich Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der EB-Küche

Abbildung 3-58: Vergleich Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der WS-Küche

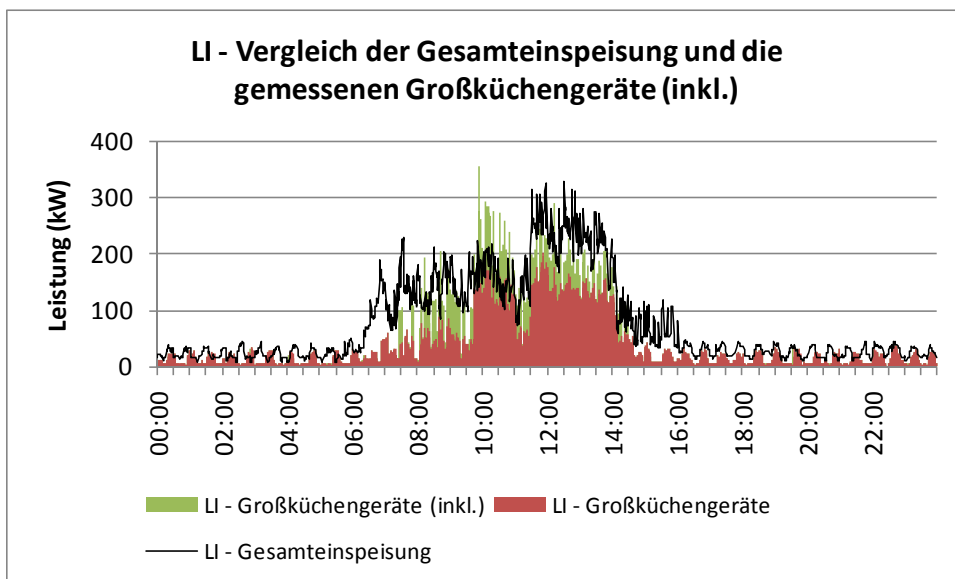


Abbildung 3-59: Vergleich der Gesamteinspeisung mit den Großküchengeräten der LI-Küche, inklusive der wichtigsten, jedoch nicht gemessenen Geräte der gleichen Type

Bei der Berechnung des Jahres-Stromverbrauchs werden auch die nicht gemessenen Großküchengeräte berücksichtigt. Die Schätzungen werden anhand des maximalen Stromverbrauchs (Nennleistung x Betriebszeit) und den aus den Messungen ermittelten Faktoren berechnet. Der Faktor (siehe Formel 3-2) stellt eine Anpassung der Nennleistung dar, welche dazu dient, sich dem tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch anzunähern. In Abbildung 3-60 sind die berechneten Faktoren pro Großküchengerät wiedergegeben (auf der rechten Seite sind die Mittelwerte angegeben). Die Anzahl der Messungen ist sehr klein, daher ist es nicht einfach, eindeutige Aussagen zu treffen. Auch 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 die Richtung des tatsächlichen Energieverbrauchs, und helfen damit der jährlicher Stromverbrauchs genauer zu berechnen.

Formel 3-2: *Der Faktor stellt ein Maß des Verhältnisses zwischen maximalem und tatsächlichem Energieverbrauch dar.*

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

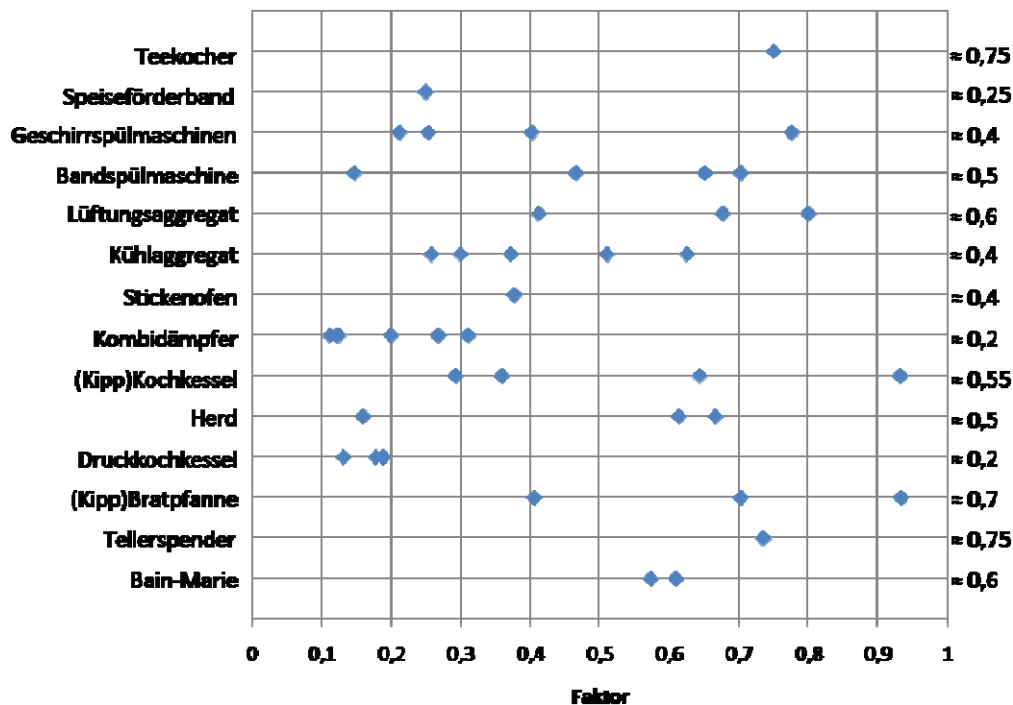


Abbildung 3-60: Faktoren der gemessenen Großküchengeräte

### 3.8.1.2 Fernwärmeverbrauch

Vier der sechs Großküchen verwenden Fernwärme für Raumheizung, Warmwasseraufbereitung, und/oder Koch- und Spülprozesse, wovon in drei Fällen (bzw. OW, SP, und LI) Daten über den Jahresverbrauch vorhanden ist. Die Verbrauchsdaten der drei Küchen sind genaue Daten, es werden daher in diesen Fällen keine Schätzungen durchgeführt. Für die EB-Küche können die Verbrauchsdaten für das ganze Gebäude anhand des Grundflächenverhältnisses für die Küche erfasst werden. Bei diesem Vorgehen handelt es sich um eine grobe Schät-

zung, die Genauigkeit ist jedoch für die Erfordernisse des Projektes SUKI ausreichend da die Schätzung auf den tatsächlichen Verbrauchsdaten des betreffenden Hauses basiert.

### 3.8.1.3 Erdgasverbrauch

In zwei der sechs Großküchen (RO und WS) wird Erdgas für die Raumheizung, Warmwasseraufbereitung und für Koch- und Spülprozesse eingesetzt. In der RO-Küche wurden im Jahr 2008 vom technischen Dienst Energieverbrauchskennzahlen erstellt. Dabei wurde der Erdgasverbrauch basierend auf den Verbräuchen der Konvektoren und der Lüftung ermittelt. Diese Angaben werden im Projekt SUKI eingesetzt.

Daten über den Erdgasverbrauch für die Dampferzeugung lagen nicht vor, daher werden sie geschätzt. Diese Schätzung basiert auf den Dampfverbrauch pro Stunde des betreffenden Großküchengeräts und wurde im Jahr 2010 vom technischen Dienst vor Ort erfasst. Anhand der wöchentlichen Betriebszeit wird der Verbrauch auf den Jahresverbrauch hochgerechnet. Der tatsächliche Verbrauch wird vom geschätzten Verbrauch abweichen, da der stündliche Dampfverbrauch sowie die Betriebszeiten variieren. Diese Unterschiede werden in einer Hochrechnung nicht berücksichtigt.

In der WS-Küche wird Erdgas für die Raumheizung und Warmwasseraufbereitung verwendet. Der jährliche Erdgasverbrauch für das gesamte Gebäude ist vorhanden, eine weitere Aufgliederung für die Küche liegt nicht vor. Anhand des Grundflächenverhältnisses wurde eine Schätzung durchgeführt. Der tatsächliche Erdgasverbrauch kann vom geschätzten Verbrauch abweichen. Die Genauigkeit ist jedoch für die Erfordernisse des Projektes SUKI ausreichend.

## 3.8.2 Vergleich der Großküchen

### 3.8.2.1 Energieeffizienz der Großküchen

Im Kapitel 3.8.2.2 wird der Energieverbrauch der Großküchen pro Mahlzeit und Kategorie dargestellt und es werden die untersuchten Großküchen verglichen. Um die Energieeffizienz in den Großküchen besser veranschaulichen zu können, wäre eine größere Stichprobe wünschenswert. In der Gemeinschaftsverpflegung und im Sektor Gastronomie liegen verschiedene Energiekennzahlen für den Energieverbrauch der Großküchen vor.

Der Rohatsch Richtwert [Rohatsch et al., 2002] zum Beispiel ergibt einen Energieverbrauch von 0,75 kWh pro Mahlzeit unter Berücksichtigung der Wärme- und Kälteerzeugung, Lüftung und Beleuchtung. 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 Energie-

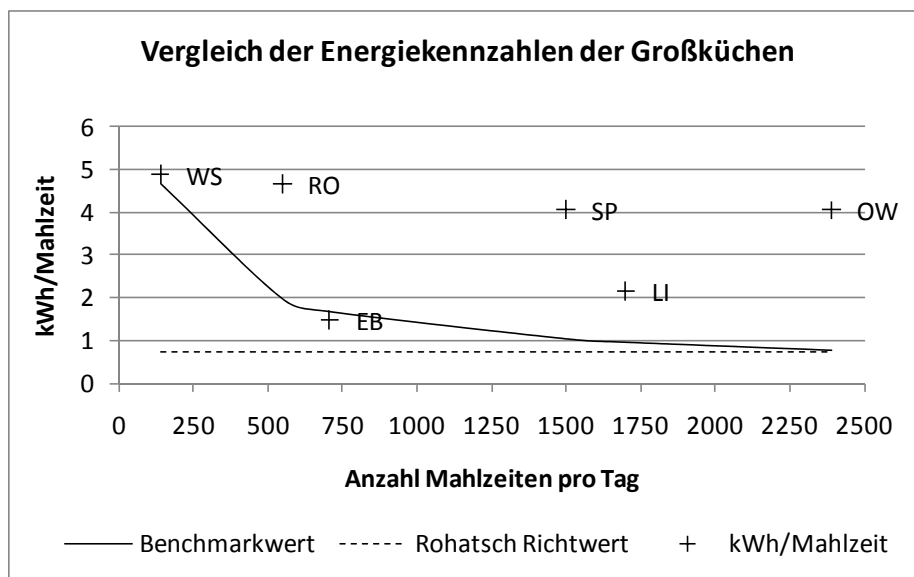
verbrauch der Küchen im Sektor Gastronomie (siehe Formel 3-3) [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]. Die Bezeichnung „NR“ gibt die Anzahl der produzierten Mahlzeiten pro Tag an.

*Formel 3-3: Benchmarkwert Energieverbrauch pro Mahlzeit*

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

Ein Vergleich dieser Energiekennzahlen ist methodisch betrachtet sehr schwierig. Obwohl die Einheit der Energiekennzahl und Energieverbrauch pro Mahlzeit dieselbe ist, unterscheiden sich die Studien hinsichtlich der Systemgrenzen und der Methodik. Die Abbildung 3-61, welche die Energiekennzahlen der Küche wiedergibt, ist daher sehr vorsichtig zu interpretieren. Die Abbildung zeigt, dass der Benchmarkwert des Energieverbrauchs pro Mahlzeit der untersuchten Großküchen besser entspricht, aber ebenfalls nicht für alle untersuchten Großküchen angewendet werden kann. 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 dieser 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 3.8.2.2) werden die Energiekennzahlen pro Kategorie kurz beschrieben, um die im Verhältnis wichtigen Bereiche zu identifizieren



*Abbildung 3-61: Vergleich der Energieeffizienz der Großküchen untereinander sowie mit dem Benchmark- und Rohatsch Richtwert*



### 3.8.2.2 Energieverbrauch pro Mahlzeit – Vergleich der Großküchen

Der Energieverbrauch der Großküchen wird anhand des Energieverbrauchs pro Mahlzeit evaluiert. Diese Kennzahl schafft Übersicht über die Energieeffizienz der Großküchen und ermöglicht den Vergleich zwischen den Großküchen, unabhängig vom absoluten Energieverbrauch und der Anzahl an produzierten Mahlzeiten. In Abbildung 3-62 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 Großküchen LI und EB zeichnet sich im Vergleich dazu ein relativ niedriger Energieverbrauch ab.

In Abbildung 3-63 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 3-64 bis Abbildung 3-70). In diesen Abbildungen wird der Energieverbrauch pro Anzahl an Mahlzeiten, Bereich und Großküche dargestellt.

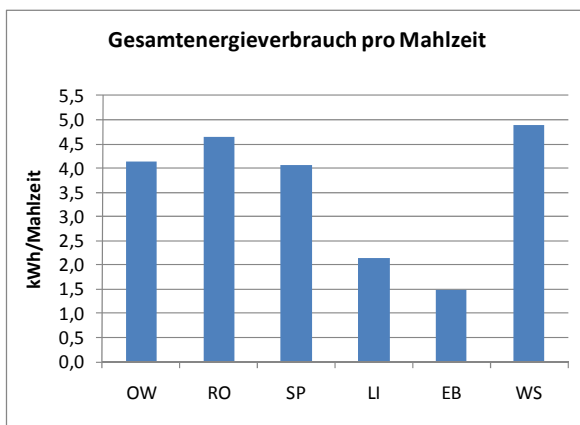


Abbildung 3-62: Energieverbrauch pro Mahlzeit und Großküche

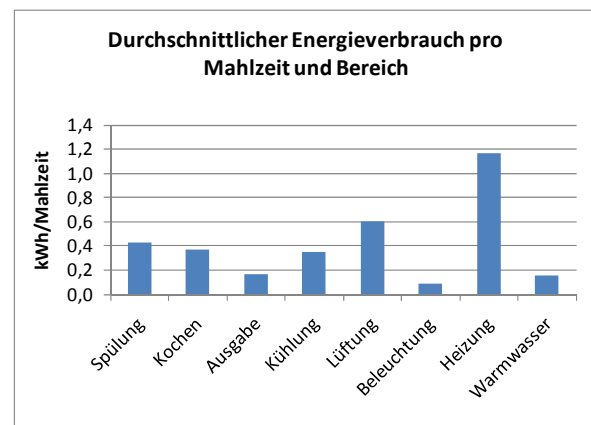


Abbildung 3-63: Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Mahlzeit und Kategorie

In der Kategorie Kochen, dargestellt in Abbildung 3-64, sind große Unterschiede zwischen den Energieverbräuchen zu erkennen. An den ersten Stellen des Energieverbrauchsspektrums liegen zum einen die RO-Küche mit einem Verbrauch von ungefähr 0,8 kWh pro Mahlzeit und die OW- bzw. WS-Küche, die zwischen 0,5 und 0,55 kWh pro Mahlzeit verbrauchen. An den letzten Stellen befinden sich die SP-, LI, und EB-Küche welche je rund 0,1 kWh für

das Kochen der Speisen verbrauchen. Der Unterschied zwischen den Küchen ist, dass in der RO- und OW-Küche Dampf als Energieträger für die Küchengeräte eingesetzt wird. Weiters ist zu berücksichtigen, dass der Stromverbrauch in der Kategorie Kochen in diesen Großküchen unterschätzt wird, da nicht alle elektrisch betriebenen Großküchengeräte erfasst werden konnten.

Dies erklärt aber den relativ hohen Stromverbrauch der WS-Küche für die Kochprozesse noch nicht. Die WS-Küche produziert im Schnitt 3 Mahlzeiten pro Tag, davon eine warme Mahlzeit. Methodisch gesehen wurde entschieden, nur warme Mahlzeiten bei der Berechnung der Energiekennzahl zu berücksichtigen, da diese den größten Energieaufwand aufweisen. Das bedeutet, dass die WS-Küche im Verhältnis zur Anzahl an Speisen, die täglich produziert werden relativ lang in Betrieb ist, was sich wiederum negativ auf die Energiekennzahl auswirkt. Wird die gesamte Anzahl an produzierten Speisen berücksichtigt, ergibt dies einen Energieverbrauch von ca. 0,19 kWh pro Mahlzeit.

Mit Ausnahme der RO-Küche 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.

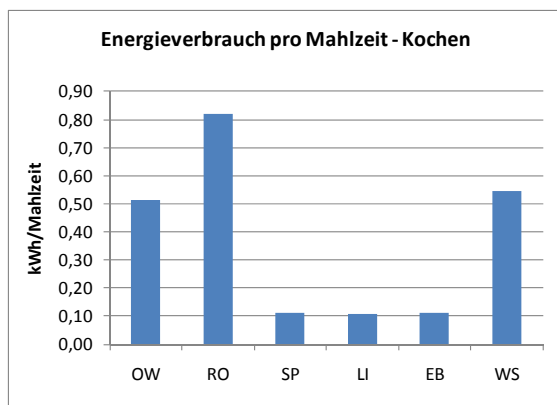


Abbildung 3-64: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Kochen

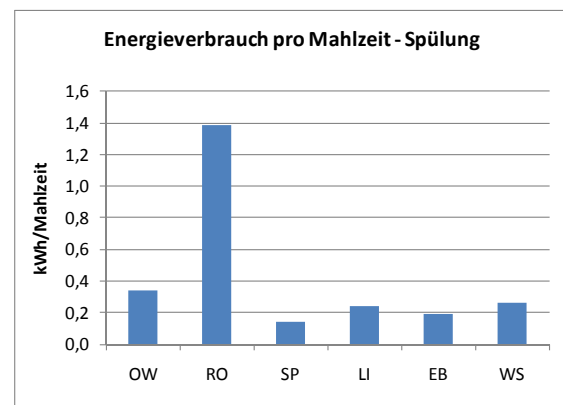


Abbildung 3-65: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Spülung

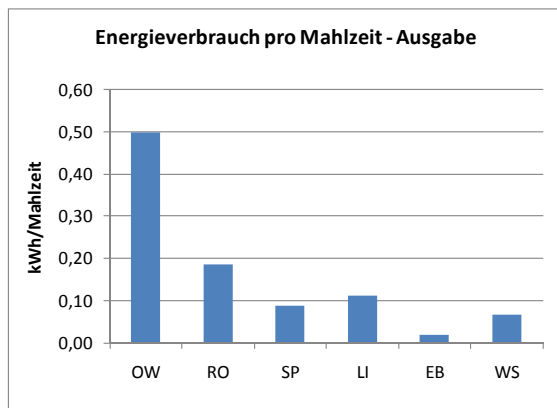


Abbildung 3-66: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Ausgabe

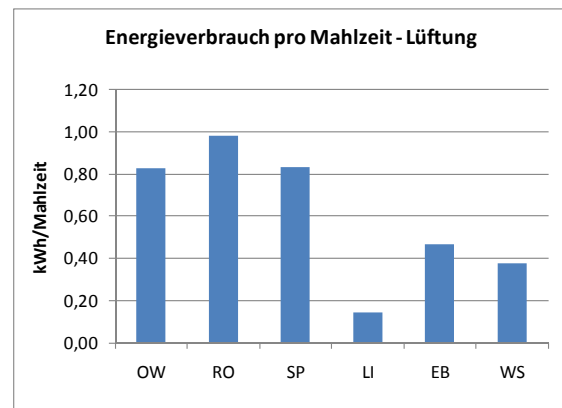


Abbildung 3-67: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Lüftung

Der Energieverbrauch pro Mahlzeit in der Kategorie Ausgabe ist in Abbildung 3-66 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 (siehe Kapitel 3.5). 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 Großküchen (mit Ausnahme von der OW-Küche). Der im Verhältnis niedrige Stromverbrauch der EB-Küche ist anhand der kleinen Anzahl an Ausgabegeräten zu erklären (12 Stück), bei 50 % dieser Geräte wurden in der Datenerhebung keine Betriebsstunden angegeben.

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 3-34 und Abbildung 3-25). 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 der erfassten Daten nicht erklären.

Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Mahlzeit für die Kategorie Kühlung beträgt etwa 0,35 kWh. In Abbildung 3-68 sind die Energiekennzahlen pro Großküche wiedergegeben, wobei die SP-Küche überdurchschnittlich viel Energie für die Kühlung verbraucht. 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 (siehe Kapitel 3.3.2).

Für die RO-, LI-, EB-, und WS-Küchen wurden die Energieverbräuche der Raumkühlung nicht erfasst (siehe Kapitel 3.2.2, 3.4.2, 3.6.2 und 3.7.2), 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 3-48) 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.

Abbildung 3-63 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.

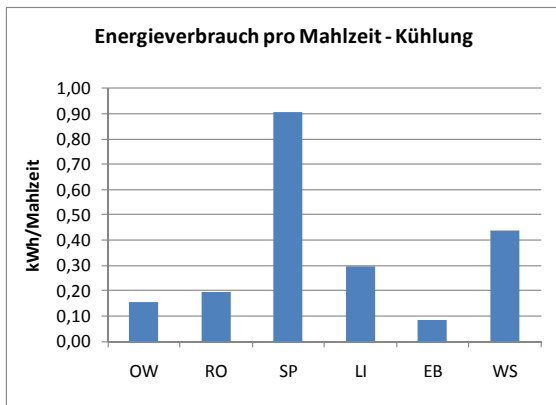


Abbildung 3-68: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Kühlung

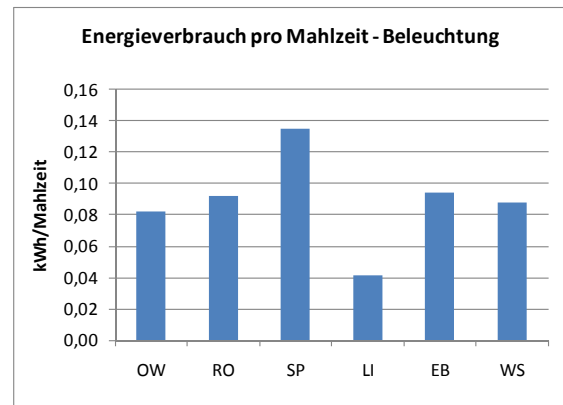


Abbildung 3-69: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Beleuchtung

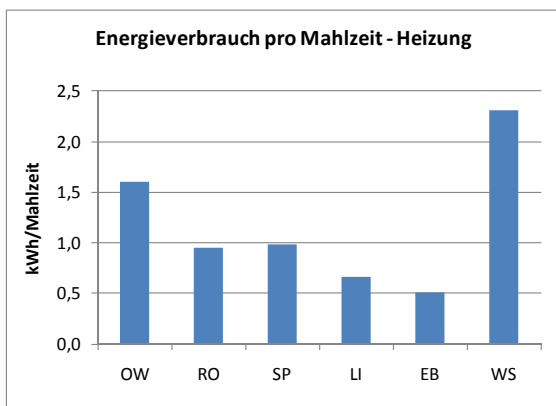


Abbildung 3-70: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Heizung

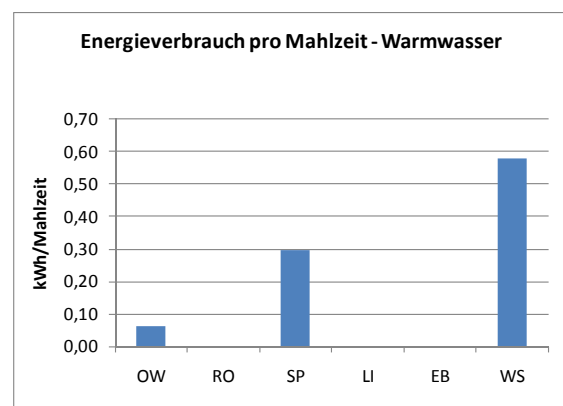


Abbildung 3-71: Energieverbrauch pro Mahlzeit – Kategorie Warmwasser

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

### 3.8.2.3 CO<sub>2</sub> Emissionen der Großküchen

Die gesamten CO<sub>2</sub> Emissionen wurden für jede untersuchte Großküche ermittelt und in Kapitel 0 beschrieben. Die gesamten CO<sub>2</sub> Emissionen sind in Abbildung 3-72 zusammengefasst. Diese Abbildung zeigt, dass die OW- und SP-Küche jährlich die größten Mengen an CO<sub>2</sub> verursachen. Für beide Großküchen ist der Fernwärmeverbrauch eine große Quelle an CO<sub>2</sub> Emissionen (siehe Kapitel 3.3.3 und 3.5.3). Die absolute Menge an emittiertem CO<sub>2</sub> ist hauptsächlich vom Energieverbrauch und den CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren der für die Erzeugung der primären Energieträger abhängig. Eine Darstellung der CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit ist, ähnlich beim Energieverbrauch, ein nützlicher Parameter, mit dem die CO<sub>2</sub> Emissionen der Großküchen verglichen werden können. Die CO<sub>2</sub> Emissionen je Mahlzeit sind je Großküche in Abbildung 3-73 wiedergegeben. In der Abbildung 3-72 und Abbildung 3-73 ist ersichtlich, dass der absolute Energieverbrauch nicht unbedingt einen hohen CO<sub>2</sub> Ausstoß pro Mahlzeit ergibt. Ein gutes Beispiel ist die WS-Küche, die zwar den niedrigsten Energieverbrauch hat, jedoch höhere CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit emittiert als die OW-Küche, die den bei weitem höchsten Energieverbrauch aufweist.

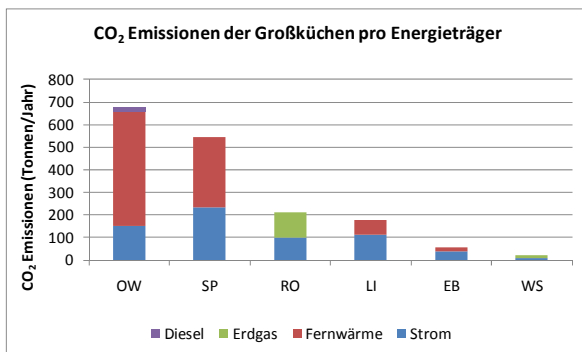


Abbildung 3-72: CO<sub>2</sub> Emissionen der Großküchen nach Energieträger

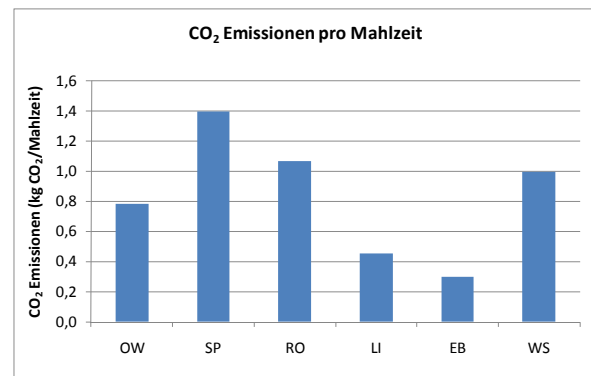


Abbildung 3-73: CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit und Großküche

Neben dem Verhältnis zwischen Energieverbrauch und Anzahl an produzierten Mahlzeiten hat der CO<sub>2</sub> Emissionsfaktor des betreffenden Energielieferanten einen Einfluss auf die Menge an CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit. Der Zusammenhang zwischen diesen Parametern ist mit Hilfe der Abbildung 3-74 dargestellt. Der Energieverbrauch pro Mahlzeit wird mittels der Größe der Kugeln dargestellt, der absolute Wert und die Großküche wird in der Beschriftung angezeigt. Die Achsen bezeichnen jeweils die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren und die CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit. Wird beispielsweise die WS-Küche mit der SP-Küche verglichen, so zeigt die Grafik in Abbildung 3-74, dass die WS-Küche um 0,7 kWh pro Mahlzeit mehr Energie verbraucht als die SP-Küche. Die CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit (Y-Achse) sind jedoch geringer, was mit den durchschnittlichen CO<sub>2</sub> Emissionen der eingesetzten Energieträger zusammenhängt. Diese sind auf der X-Achse dargestellt. Wären die CO<sub>2</sub> Emissionen für alle Großküchen ident, so würden die CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit in einem linearen Zusammenhang mit dem Energieverbrauch pro Mahlzeit stehen. Diese Tatsache ist wichtig, da es bedeutet, dass auch bei der Wahl von Energieträgern und Energielieferanten CO<sub>2</sub>-Reduktionsmöglichkeiten zu realisieren sind.

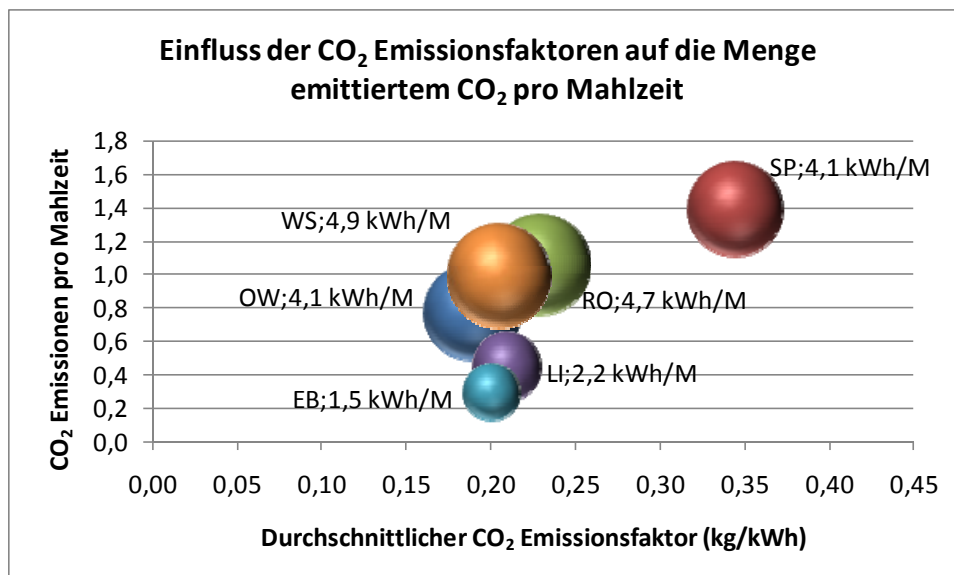


Abbildung 3-74: Zusammenhang zwischen den CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren, CO<sub>2</sub> Emissionen pro Mahlzeit und dem Energieverbrauch pro Mahlzeit

## 4 Schlussfolgerungen

Die direkten CO<sub>2</sub> Emissionen werden im Projekt SUKI als die direkt in der Küche verbrauchte Energie definiert. Jede kWh an Strom, Fernwärme oder Erdgas bringt eine bestimmte Menge an CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit sich, sofern fossile Energieträger für die Erzeugung der Energie verwendet werden. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Kohlendioxid Emissionsfaktoren verwendet.

Im Projekt SUKI sind insgesamt 6 österreichische Großküchen unterschiedlicher Größe beteiligt (140 – 2.390 Speisen/Tag). Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Großküchen umfassen den Strombedarf für Kochen, Kühlung, Spülung, Ausgabe, Lüftung und Beleuchtung sowie für Heizung und Warmwasser.

- **Die Schulküche der HBLA für Wein- und Obstbau hat einen jährlichen Stromverbrauch von 111 MWh, das sind rund 23.000 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr. Knapp die Hälfte des Energieverbrauchs entfällt auf die Heizung mit 48 %.**

Weitere wichtige Bereiche sind die Aufbereitung von Warmwasser (12 %), das Kochen (11 %) und die Kühlung (9 %). Mögliche Energieeinsparungsmaßnahmen finden sich im wesentlichen im Bereich der Klimatisierung der Küche und des anliegenden Speisesaals. Zum Beispiel wäre die Lüftung zu optimieren und bedarfsgerecht anzusteuern, sowie die Dämmung der Gebäudehülle zu überprüfen. Neue Kochverfahren wie z.B. das Niedertemperaturgaren können eingesetzt werden, um den Energieverbrauch der Kochprozesse zu reduzieren.

- **Der Erste Bank Restaurantbetrieb/Werdertorgasse 5 hat einen jährlichen Stromverbrauch von 321 MWh, das sind 55.000 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr. (21 %). Der größte Anteil des Energieverbrauchs entfällt auf die Raumheizung (29 %).**

Ebenfalls wichtige Bereiche sind Spülung (11 %) und Lüftung (27 %). Der Stromverbrauch der Lüftungsanlage wäre zu überprüfen und die Steuerung der Anlage zu optimieren. Auch wenn modernste Technik installiert ist, sollten die Einstellungen der Anlage regelmäßig an die Gegebenheiten geprüft werden, um ein optimiertes Funktionieren und minimale Stromverbräuche zu gewährleisten.

- **Die Landhausküche St. Pölten hat einen jährlichen Stromverbrauch von 1.516 MWh, das sind 544.000 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr. Heizung (25 %), Lüftung (21 %) und Kühlung (23 %) verbrauchen jeweils etwa ein Viertel des gesamten Energieverbrauchs.**

- Warmwasser, Beleuchtung, Spülung, Kochen und Ausgabe tragen in geringeren Teilen zum Stromverbrauch bei. Ein wesentlicher Teil des Energieverbrauchs fällt auf die Klimatisierung der Küche und der Speisesäle. Es wäre zu überprüfen, welche Sanierungsmöglichkeiten (z.B. thermisch, Beschattung, usw.) zu einer Reduktion des Energieaufwands für die Klimatisierung führen könnte. Zusätzlich ist zu überprüfen, auf welche Art und Weise die Nutzung der Kühl- und Tiefkühlzelle optimiert werden kann, um die durch die Nutzung verursachten Verluste zu reduzieren.

- **Die Betriebsküche des Amtes der Oö. Landesregierung hat einen jährlichen Stromverbrauch von 720 MWh, das sind 176.000 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr. Der größte Anteil des Energieverbrauchs entfällt auf die Heizung (36 %).**  
Ebenfalls wichtige Bereiche sind Spülung (13 %), Kühlung (16 %) und Lüftung (8%). Es wäre zu überprüfen, wie die Nutzung der Kühl- und Tiefkühlzelle optimiert werden kann, um die durch die Nutzung verursachten Verluste zu reduzieren. Bezüglich der Bandspülmaschine wäre zu überprüfen, ob die Abwärme rückgewonnen werden kann. Auch die Nutzung der Bandspülmaschine wäre zu überprüfen bzw. zu optimieren, um Mehrfachspülen zu vermeiden und die Anlage bedarfsgerecht zu bedienen. Die Großküche des Krankenhauses Rohrbach hat einen jährlichen Stromverbrauch von 762 MWh, das sind 214.000°kg CO<sub>2</sub> pro Jahr. Der größte Anteil des Energieverbrauchs entfällt auf die Spülung mit 30%. Ebenfalls wichtige Bereiche sind Kochen (18 %), Lüftung (21 %) und Heizung (20 %) mit jeweils einem Fünftel des Gesamtenergieverbrauches. Es wäre zu überprüfen, ob die Abwärme der verschiedenen Spülanlagen wirtschaftlich rückgewonnen werden kann. Auch die Bedienung sollte im Detail untersucht und optimiert werden. Die Lüftung ist zu optimieren, beispielsweise anhand der Betriebsstunden oder durch den Einsatz von Sensoren, die eine automatische bedarfsgerechte Steuerung ermöglichen.
- **Die Großküche des Otto-Wagner-Spitals hat einen jährlichen Stromverbrauch von 3.601 MWh, das sind 677.000°kg CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die Heizung nimmt den größten Anteil des Gesamtenergieverbrauches ein (39 %).**  
Weiters tragen besonders Lüftung (20 %), Ausgabe (12 %), Kochen (12 %) und Spülung (8 %) zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Die bedarfsgerechte Steuerung der Lüftung kann den Stromverbrauch reduzieren. Es wäre zu überprüfen, welche Maßnahmen wirtschaftlich durchgeführt werden können. Neue Technologien bezüglich der Ausgabe der Speisen sind wesentlich energieeffizienter als die derzeit verwendete Methode. Es wäre zu überprüfen, ob neue Methoden wirtschaftlich eingeführt werden können bzw. ob das derzeit verwendete System optimiert werden kann z.B. durch Wärmerückgewinnung aus dem Speisetransportwagen.
- **Aus den Ergebnissen der einzelnen Großküchen lässt sich ableiten, dass die durchschnittlichen THG-Emissionen durch den direkten Energieverbrauch aller österreichischen Großküchen bei 301.968°kg CO<sub>2</sub> liegt (insgesamt 7.031 MWh).**  
Der Energieträger Strom hat in den österreichischen Großküchen einen Anteil von insgesamt 48%, Fernwärme einen Anteil von 32°% und Gas einen Anteil von 20°%. Hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen verteilen sich die Anteile in Österreich auf rund 45°% Strom, 36°% Fernwärme und 19°% Gas.

Die oben genannten möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung werden in den einzelnen österreichischen Großküchen auf Anwendbarkeit überprüft und wenn möglich, durch Workshops gemeinsam mit dem Küchenpersonal geplant und daraufhin umgesetzt. Dadurch können CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert und so dem Klimawandel entgegengewirkt werden.



## 5 Literatur

- 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.
- Anderl, M.; Bednar, W.; Böhmer, S.; Gössl, M.; Gugele, B.; Ibesich, N.; Jöbstl, R.; Lampert, C.; Lenz, K.; Muik, B.; Neubauer, C.; Pazdernik, K.; Pötscher, F.; Poupa, S.; Ritter, M.; Schachermayer, E.; Schodl, B.; Schneider, J.; Seuss, K.; Sporer, M.; Stix, S.; Stoiber, H.; Stranner, G.; Storch, A.; Wappel, D.; Weiss, P.; Wiesenberger, H.; Winter, R.; Zethner, G.; Zechmeister, A. (2009a) Klimaschutzbericht 2009. Umweltbundesamt. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0226.pdf>. 08.09.2009.
- Anderl, M.; Freudenschuß, A.; Köther, T.; Kuschel, V.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Seuss, K.; Weiss, P.; Wieser, M.; Zethner, G. (2009b) Austria's National Inventory Report 2009. Umweltbundesamt. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0188.pdf>. 08.09.2009.
- EEA (2007) EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook.
- Energie Control (2009a) Bericht über die Stromkennzeichnung. Wien.
- Energie Control (2009b) Bericht über die Stromkennzeichnung 2009.
- EVN AG. (2009) Nachhaltigkeitsbericht 2008/2009. Maria Enzersdorf.
- Gomez, D. R.; Watterson, J. D.; Americano, B. B.; Ha, C.; Marland, G.; Matsika, E.; Namayanga, L. N.; Osman-Elasha, B.; Saka, J. D. K.; Treanton, K. (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy. IPCC.
- HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V. (2009) Leitfaden zur Energieeffizienz in Großküchen; Klima schützen - Kosten senken. Frankfurt a.M.
- 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.
- Muik, B.; Anderl, M.; Kampel, E.; Poupa, S. (2008) Austria's National Inventory Report 2008. Umweltbundesamt GmbH. REP-0152. Wien.
- Österreichischer Energiekonsumenten Verband (2004) Workshop Energieeffizienz in Großküchen.
- Pölz, W. (2007) Emissionen der Fernwärme Wien 2005. Ökobilanz der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen aus dem Anlagenpark der Fernwärme Wien GmbH. Umwelt Bundesamt GmbH. REP-0076. Wien.

---


Rohatsch, M.; Lemme, F.; Neumann, P.; Wagner, F. (2002) Großküchen Planung - Entwurf - Einrichtung. Hrsg. v. Verlag Bauwesen. Berlin.

Statistik Austria (2009) Energiebilanzen Österreich 1970 - 2007.

## 6 Anhang

### 6.1 Anhang Fragebogen Energieverbrauch

Projekt SUKI - Energieverbrauch



Institut zur Erhebung und anschließender sachlicher Ressourcenveranschaulichung  
Ressourcen Management Agentur

**Fragebogen ausgefüllt durch:**

Name:	
Einrichtung:	
Abteilung:	
Funktionsbereich:	
Adresse:	
Telefonnummer:	
Email:	


**Ausfüllhilfe – allgemein:**

- Der vorliegende Fragebogen umfasst fünf Teile: Energieverbrauch, Betriebsart Küche, Anzahl Produktionstage, Durchschnitt produzierte Mahlzeiten, und Transport.
- Jeder der fünf Teile wird begleitet durch eine Ausfüllhilfe welche den Zweck und die Art und Weise des Ausfüllens verdeutlicht.
- Bei jedem Teil können, falls notwendig, Bemerkungen zur Erklärung von Ihren Eingaben unten in die betreffende Tabelle notiert werden.
- Wenn Daten nicht verfügbar sind bitte angeben mit ‚nd‘ (no data).
- Wenn die Möglichkeiten einer Liste nicht vollständig sind kann unter ‚sonstige‘ übrige Daten eingegeben werden.

**1. Energieverbrauch Küche:**


**Ausfüllhilfe:**

- Der erste Teil ‚Energieverbrauch‘ umfasst sechs Unterkategorien (1.1 Elektrizität, 1.2 Gas, 1.3 Öl, 1.4 Fernwärme, 1.5 Sonstige, und 1.6 Energie aus eigener Erzeugung) wo Daten pro Energieart eingegeben werden können.
- Die Summe der Unterkategorien 1.1 bis 1.5 widerspiegelt den gesamten Energieverbrauch der Küche.
- Der gesamte Elektrizitätsverbrauch ist inklusive Elektrizität aus eigener Erzeugung welche einzugeben ist unter 1.6.
- Die Kosten des gesamten Elektrizitätsverbrauchs ist inklusive der Kosten für Elektrizität aus eigener Erzeugung einzugeben unter 1.6.
- Der gesamte Fernwärmeverbrauch ist inklusive Fernwärme aus eigener Erzeugung welche einzugeben ist unter 1.6.
- Die Kosten des gesamten Fernwärmeverbrauchs ist inklusive der Kosten für Fernwärme aus eigener Erzeugung einzugeben unter 1.6.
- Für jede Energieart bitte den Verbrauch pro Verbrauchsbereich (z.B. Themische Geräte, Kühlgeräte, usw.) eingeben damit eine Übersicht geschaffen wird in die Energieverbrauchsstruktur. Wenn Daten nicht verfügbar sind bitte ‚nd‘ eingeben.



EUROPEAN UNION  
European Regional  
Development Fund

1/10



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION  
AUSTRIA-CZECH REPUBLIC 2007-2013  
Lepšie spoločne, spoločne lepšie

Projekt SUKI – Energieverbrauch in Großküchen

Seite 87

Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRRMMMAAAA  
Initiative zur Förderung einer umweltfreundlichen nachhaltigen Ressourcenverbrauchs  
 Ressourcen Management Agentur

1.1 Elektrizität				
Lieferant:				
Kundenbetreuer:				
Telefonnummer:				
Adresse:				
	Einheit	2008	2007	2006
Gesamt Elektrizitätsverbrauch Küche				
Bereich Thermische Geräte (bzw. Geräte zum Kochen u. Warmhalten)				
Bereich Kühlgeräte				
Bereich Küchenmaschinen				
Bereich Spülmaschinen				
Bereich Lüftung				
Bereich Heizung				
Bereich Beleuchtung				
Bereich Verwaltung				
Gesamt Elektrizitätsverbrauch Speisesaal				
Sonstiger Verbrauch:				
Kosten Elektrizitätsverbrauch	€			
Bemerkungen:				



Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRRMMMAAAA  
Institute for Energy and Environmental Policy Research  
 Ressourcen Management Agentur

1.2 Gas				
Lieferant:				
Kundenbetreuer:				
Telefonnummer:				
Adresse:				
	Einheit	2008	2007	2006
Gesamt Gasverbrauch Küche				
Bereich Thermische Geräte				
Bereich Kühlgeräte				
Bereich Spülmaschinen				
Bereich Heizung				
Gesamt Verbrauch Speisesaal				
Sonstiger Verbrauch:				
Kosten Gasverbrauch	€			
Bemerkungen:				



Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRMMMAAA  
Institut für Förderung einer umweltbewussten nachhaltigen Ressourcenmanagement  
 Ressourcen Management Agentur

1.3 Öl				
Lieferant:				
Kundenbetreuer:				
Telefonnummer:				
Adresse:				
	Einheit	2008	2007	2006
Gesamt Ölverbrauch Küche				
Bereich Thermische Geräte				
Bereich Heizung				
Gesamt Verbrauch Speisesaal				
Sonstiger Verbrauch:				
Kosten Ölverbrauch	€			
Bemerkungen:				



Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRRMMMAAAA  
Einheit zur Förderung einer umweltgerechten nachhaltigen Ressourcenverwendung  
 Ressourcen Management Agentur

1.4 Fernwärme				
Lieferant:				
Kundenbetreuer:				
Telefonnummer:				
Adresse:				
	Einheit	2008	2007	2006
Gesamt Fernwärmeverbrauch Küche				
Bereich Thermische Geräte				
Bereich Spülmaschinen				
Bereich Heizung				
Gesamt Verbrauch Speisesaal				
Sonstiger Verbrauch:				
Kosten Fernwärme	€			
Bemerkungen:				



Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRNNMMMAAAA  
Hilfte zur Erreichung einer umweltgerechten nachhaltigen Ressourcenallokation  
 Ressourcen Management Agentur

<b>1.5 Sonstige:</b>				
Bezeichnung:		(z.B.: Biogas, Erdwärme)		
Lieferant:				
Kundenbetreuer:				
Telefonnummer:				
Adresse:				
	<b>Einheit</b>	<b>2008</b>	<b>2007</b>	<b>2006</b>
Gesamt Verbrauch Küche				
Bereich Thermische Geräte				
Bereich Kühlgeräte				
Bereich Küchenmaschinen				
Bereich Spülmaschinen				
Bereich Lüftung				
Bereich Heizung				
Bereich Beleuchtung				
Bereich Verwaltung				
Gesamt Verbrauch Speisesaal				
Sonstiger Verbrauch:				
Kosten Sonstige	€			
Bemerkungen:				





Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRRMMMAAAA  
Stiftung zur Förderung einer umweltgerechten nachhaltigen Ressourcenverwaltung  
 Ressourcen Management Agentur

1.6 Energie aus eigener Erzeugung:		Einheit	2008	2007	2006
<i>Elektrizität aus:</i>					
	Wind				
	Photovoltaisch				
	Sonstige: _____				
Gesamte Kosten Elektrizitätserzeugung		€			
<i>Fernwärme aus:</i>					
	Solarenergie				
	Geothermisch				
	Sonstige: _____				
Gesamte Kosten Wärmeerzeugung		€			
Bemerkungen:					



Projekt SUKI - Energieverbrauch



2. Betriebsart der Küche:		2008	2007	2006
Ausfüllhilfe: Bitte verwendete Betriebsart ankreuzen.				
Cook & Serve		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cook & Chill		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cook & Freeze		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen:				

3. Anzahl Produktionstage	Einheit	2008	2007	2006
Ausfüllhilfe: Anzahl der Tage an denen die Küche in Betrieb ist eingeben, in Tage pro Jahr (d/a).				
Produktionstage pro Jahr	d/a			
Bemerkungen:				

4. Durchschnitt der produzierten Mahlzeiten pro Woche		Einheit	2008	2007	2006
Ausfüllhilfe: Anzahl der Mahlzeiten die die Küche pro Woche in dem betreffenden Jahr produziert. Bitte geben Sie bei ‚Bemerkungen‘ an ob die eingegebenen Daten geschätzt oder berechnet sind.					
Gesamt:	Portionen				
<i>Davon:</i>					
Frühstück	Portionen				
Mittagessen	Portionen				
Abendessen	Portionen				
<i>Davon:</i>					
Kalte Mahlzeiten Mittag	Portionen				
Kalte Mahlzeiten Abend	Portionen				
Bemerkungen:					



Projekt SUKI - Energieverbrauch



5. Transport				
Ausfüllhilfe: • Beim Transport kann zwischen drei Szenarien unterschieden werden: kein Transport, z.B. wenn die Küche einen Speisesaal hat; innerbetrieblicher Transport, z.B. wenn die Mahlzeiten von der Küche in die Zimmer von Patienten transportiert werden; und außerbetrieblicher Transport: z.B. wenn die Mahlzeiten an andere Adressen geliefert werden. Nur die letzten zwei Szenarien sind relevant für diese Unterkategorie. Bei einer Mischung der drei beschriebenen Szenarien füllen Sie bitte nur für inner- und außerbetrieblichen Transport Daten aus. • Wichtig ist dass alle energieverbrauchenden Prozessteile bei dem Transport aufgezeichnet werden. Sie können dazu sonstige Geräte der Liste hinzufügen. Bitte führen Sie auch die Daten, welche das Gerät beschreiben, auf dem Fragebogen 'Energieverbrauch Großküchengeräte' unter Kategorie 'Sonstige' am Ende des Fragebogens an.				
	Einheit	2008	2007	2006
<i>Innerbetrieblich:</i>	Ja/Nein			
Anzahl Speisetransportwagen	Stück			
<i>Sonstige Geräte:</i>				
Anzahl der transportierten warmen Mahlzeiten	Portionen			
Anzahl der transportierten kalten Mahlzeiten	Portionen			
Bemerkungen:				



Projekt SUKI - Energieverbrauch

RRRMMMAAAA  
Institute zur Förderung einer umweltgerechten nachhaltigen Ressourcenmanagement  
 Ressourcen Management Agentur


Transport (Fortsetzung)	Einheit	2008	2007	2006
<i>Außerbetrieblich</i>	Ja/Nein			
Transportmittel (z.B. LKW)				
Zurückgelegte Kilometer	km/Woche			
Anzahl Speisetransportwagen	Stück			
<i>Sonstige Geräte:</i>				
Anzahl der transportierten warmen Mahlzeiten	Portionen			
Anzahl der transportierten kalten Mahlzeiten	Portionen			
Bemerkungen:				

Kontaktdaten:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Georg Schindl, Telefon: (01) 913 22 52 – 26, email: georg.schindl@rma.at</li> <li>• Diederik de Neef, Telefon: (01) 913 22 52 – 27, email: diederik.deneef@rma.at</li> </ul>



## 6.2 Anhang Fragebogen Großküchengeräte

Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte




Institut für Ressourcen- und Personalmanagement  
Ressourcen Management Agentur

Fragebogen ausgefüllt durch:		Kontaktdaten:	
Name:		Georg Schindl, Tel.: (01) 913 22 52 – 26, email: georg.schindl@rma.at  Diederik de Neef, Tel.: (01) 913 22 52 – 27, email: diederik.deneef@rma.at	
Einrichtung:			
Abteilung:			
Funktionsbereich:			
Adresse:			
Telefonnummer:			
Email:			

**Ausfüllhilfe:**


Für die Beurteilung der Energieeffizienz in Großküchen sind Energieverbrauchsdaten pro Gerät notwendig. Unten folgt eine Erklärung pro gewünschter Variable:

- Gemessener Energieverbrauch: tatsächlicher durchschnittlicher Energieverbrauch
- Einheit: Dimension in der der Energieverbrauch angegeben ist (z.B. kWh/Jahr oder m3/Jahr).
- Marke & Typ: z.B.: Heißluftdämpfer (Gerät) – Hobart (Hersteller / Marke) – CSL 0523-E (Typ)
- Energieträger: Elektrizität, Gas, usw.
- Nennleistung: Das maximale Leistungsvermögen das ein Gerät bei Benützung aufwenden kann (in kW), zu finden auf dem Typenschild oder im Benutzerhandbuch.
- Betriebszeit: Anzahl der Stunden pro Woche (h/w) an denen das Gerät benützt wird.
- Wirkungsgrad: Verhältnis von abgegebener Leistung zu zugeführter Leistung (in %).
- Gefühlsmäßiger Energieverbrauch: schätzen Sie hier die Geräte gefühlsmäßig ein die einen hohen Energieverbrauch haben (angeben mit '+').
- Wenn Daten nicht erhältlich sind, bitte angeben mit 'nd' (no data), wenn Sie unterschiedliche Typen für ein Gerät verwenden bitte unter 'Sonstige' angeben



EUROPEAN UNION  
European Regional  
Development Fund

1/14



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION  
ANDERSON-GESCH-REPERAL-DEP-1914  
Gesellschaft für Wirtschaftliche Entwicklung

Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Institut für Energieeffizienz und Umwelttechnologien (Institute for Energy Efficiency and Environmental Technologies)  
 Ressourcen Management Agentur

1. Bereich Thermische Geräte	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energieträger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Herd										
Heißluftdämpfer										
Kochkessel										
Schnellkochkessel										
Druckdämpfer										
Kippbratpfanne										
Salamander										
Mikrowelle										
Brat-/Grillplatte										
Heißluftofen										



2/14



Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Institut für Energieeffizienz und Umwelttechnologien (Institute for Energy Efficiency and Environmental Technologies)  
 Ressourcen Management Agentur

1. Bereich Thermische Geräte (Fortsetzung)	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energieträger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Pizzaofen										
Friteuse										
Bainmarie										
Wärmeschrank										
Tellerspender										
Wärmetransportwagen										
Nudelkocher										
Sonstige:										



3/14



Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRMMMAAA  
INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTTECHNISCHE RESSOURCENFORSCHUNG  
 Ressourcen Management Agentur

1. Bereich Thermische Geräte (Fortsetzung)	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
<i>Sonstige:</i>										
Bemerkungen:										



Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTTECHNIK  
 Ressourcen Management Agentur

2. Bereich Kühlgeräte	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energieträger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Kühlschrank										
Tiefkühlschrank										
Kühlzelle										
Eiswürfelerzeuger										
Kühltheke										
Salatbuffet										
Getränkekühler										
Sonstige:										



Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTTECHNIK  
 Ressourcen Management Agentur

2. Bereich Kühlgeräte (Fortsetzung)	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energieträger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Sonstige:										
Bemerkungen:										

3. Bereich Küchenmaschinen	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energieträger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
cutter/Fleischwolf										
Schälmaschinen										
Rühr- und Knetmaschinen										





Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Ministry of Economy and Sustainable Development, Resource Management Agency  
 Ressourcen Management Agentur



3. Bereich Küchenmaschinen (Fortsetzung)	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nenn-leistung (kW)	Betriebs-zeit (h/w)	Wirkungs-grad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Aufschnittmaschinen										
Kaffeemaschinen										
Universalküchenmaschine										
Sonstige:										
Bemerkungen:										



Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Ministry of Education, Youth and Sports Administration  
 Resources Management Agentur



4. Bereich Spültechnik	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nenn-leistung (kW)	Betriebs-zeit (h/w)	Wirkungs-grad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Korbspülmaschinen										
Fronttürspülmaschinen										
Durchschubspülmaschinen										
Bandspülmaschinen										
Sonstige:										
Bemerkungen:										


8/14


Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Ministry of Education, Youth and Sports Administration  
 Resources Management Agentur

5. Bereich Lüftung	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nenn-leistung (kW)	Betriebs-zeit (h/w)	Wirkungs-grad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Umlufthauben										
Ablufthauben										
Induktionshauben										
Kondensationshauben										
Sonstige:										
Bemerkungen:										


9/14


Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Ústřední úřad pro environmentální spolupráci a obnovitelné zdroje  
 Ressourcen Management Agentur


6. Bereich Heizung	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nenn-leistung (kW)	Betriebs-zeit (h/w)	Wirkungs-grad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Raumheizung										
Sonstige:										
Bemerkungen:										




Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Ressourcen Management Agentur

7. Beleuchtung	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nenn-leistung (W)	Betriebs-zeit (h/w)	Wirkungs-grad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Leuchtstofflampe										
Sonstige:										
Bemerkungen:										


 EUROPEAN UNION  
European Regional  
Development Fund


11/14


 EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION  
WESTERN CZECH REPUBLIC 2007-2013  
Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch


Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
Ressourcen Management Agentur

8. Bereich Verwaltung	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energie-träger	Stück	Nenn-leistung (kW)	Betriebs-zeit (h/w)	Wirkungs-grad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch
Computer										
Kopierer										
Drucker										
Beleuchtung										
Sonstige:										
Bemerkungen:										


 EUROPEAN UNION  
European Regional  
Development Fund

12/14


 EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION  
WESTERN CZECH REPUBLIC 2007-2013  
Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch

Projekt SUKI - Energieverbrauch Großküchengeräte

RRNNMMMAAAA  
INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTTECHNISCHE SYSTEME  
 Ressourcen Management Agentur

9. Sonstige	Gemessener Energieverbrauch	Einheit	Hersteller	Typ	Energieträger	Stück	Nennleistung (kW)	Betriebszeit (h/w)	Wirkungsgrad (%)	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch





### 6.3 Anhang: Parameter und Zweck des Fragebogens

	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	Energieverbrauchsstruktur darstellen und Bestimmen der Großenergieverbraucher
	Kosten	Zur Ermittlung der finanziellen Einsparungsmöglichkeiten
	Betriebsart (Frischkost, Kochen & Kühlen)	zur Gegenüberstellung der verschiedene Betriebsarten und Bestimmung welche am energieeffizientesten ist
	Anzahl Produktionstage pro Jahr	Für die Berechnung Energieeffizienz Kennzahlen
	Durchschnitt der produzierten Mahlzeiten	Für die Berechnung Energieeffizienz Kennzahlen
	Gesamt	
	Frühstück	
	Mittagessen	
	Abendessen	
	Kalte Mahlzeiten Mittag	
	Kalte Mahlzeiten Abend	
	Transport	Bestimmen des Einflusses vom Transport auf den Energieverbrauch und schließlich den CO2 Emissionen
	Innerbetrieblich	
	Anzahl Speisetransportwägen	
	Anzahl der transportierten warmen Mahlzeiten	
	Anzahl der transportierten kalten Mahlzeiten	
	Außerbetrieblich	
	Transportmittel	
Zurückgelegte Kilometer		
Anzahl Speisetransportwägen		
Anzahl der transportierten warmen Mahlzeiten		
Anzahl der transportierten kalten Mahlzeiten		
Fragebogen Energieverbrauch	Gemessener Energieverbrauch pro Gerät	Genaue Energieverbrauchsstruktur darstellen und Bestimmen der Großenergieverbraucher
	Herstellerdaten pro Großküchengerät	zur Abschätzung des Energieverbrauchs pro Großküchengerät
	Hersteller	
	Typ	

	Energieträger (z.B. Elektrizität, Gas, Öl)	
	Stück	
	Nennleistung	
	Betriebszeit	
	Wirkungsgrad	
	Gefühlsmäßig hoher Energieverbrauch	Subjektiver Indikator (Angaben des Küchenpersonals und wie passen diese Werte mit dem tatsächlichen Energieverbrauch zusammen)
Energiespezifische Daten	Energiespezifische Daten	Zur Berechnung der CO2 Emissionen
	Nationaler Energieerzeugungsmix / Spezifischer Energieerzeugungsmix	Anteilen der primären Energieträger bei der Erzeugung von abgeleiteten Energieträgern (z.B. Elektrizität, Fernwärme)
	Durchschnittlicher CEF* / Spezifischer CEF	Kohlenstoff-Emissionsfaktor zur Berechnung der Menge Kohlenstoff pro erzeugte Energieeinheit
	Durchschnittliche $\epsilon$ / Spezifische $\epsilon$	Anteil des oxidierten Kohlenstoffs zur Berechnung der CO2 Emissionen
	Durchschnittlicher $H_u$ / Spezifischer $H_u$	Zur Umrechnung von Energieeinsatz in Gewicht oder Masse in abgegebene Energie in Joule
	Durchschnittlicher Wirkungsgrad Umwandlungstechnologie / Spezifischer Wirkungsgrad Umwandlungstechnologie	Zur Bestimmung der Effizienz Umwandlungstechnologie
	Durchschnittlicher Umwandlungseinsatz / Spezifischer Umwandlungseinsatz	Zur Bestimmung der Effizienz Umwandlungstechnologie und Hochrechnung für die Berechnung der CO2 Emissionen
	Durchschnittlicher Umwandlungsausstoß / Spezifischer Umwandlungsausstoß	Zur Bestimmung der 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	



## 6.4 Meßprogramm Stromverbrauch

Ort:				
Zeitraum:				
Datum	Start	End	Gerät/Bezeichnung	Datensetno.
	:	:	Gesamteinspeisung	
	:	:	Kochkessel	
	:	:	Kombidampfer	
	:	:	Druckkochapparat	
	:	:	Herd	
	:	:	Kippkochkessel	
	:	:	Kippdruck Braissieur	
	:	:	Kippbratpfanne	
	:	:	Bandspülmaschine	
	:	:	Bandspülmaschine	
	:	:	Geschirrspülmaschine	
	:	:	Bainmarie	
	:	:	Tellerspender	
	:	:	Lüftung	
	:	:	Kühlung (aggregat)	

## 6.5 Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz (Literaturrecherche)

### Allgemeine Maßnahmen:

- Die verwendeten Großküchengeräte sollten zeitgerecht ein- und ausgeschaltet werden.
- Die Heizleistung der thermischen Großküchengeräte soll rechtzeitig geregelt werden.

- Die thermischen Großküchengeräte sollen durch eine adäquate Wärmedämmung versehen sein, um Wärmeverluste entgegenzuwirken.
- Die Großküchengeräte sollten korrekt dimensioniert sein bzw. sie sollten so oft wie möglich nach ihrer Nennlast verwendet werden.
- Speisen nach Möglichkeit nach der „just in time“-Methode zubereiten, um die Kochperiode so kurz wie möglich zu halten.

#### **Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Verwendung von Kochfeldern und Herden**

- Ein System mit Topferkennung sollte installiert sein, damit sich der Herd abschaltet, wenn er nicht belastet wird.
- Warmwasser (z.B. aus dem Warmwasserspeicher) sollte zum Wasserkochen anstatt von kaltem Wasser verwendet werden. Für kleine Menge könnte auch ein Wasserkocher Verwendung finden.
- Das verwendete Kochgeschirr soll für den Herd und für die Menge der Lebensmittel geeignet sein (passende Plattengröße, ebene Böden, passende Deckel, richtige Größe).
- Energieeffiziente Technologien sind zum Beispiel Induktion, Infrarot und Halogen.

#### **Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Verwendung von Backöfen**

- Tiefkühlwaren sollten vor dem Backen aufgetaut werden.
- Das Vorheizen der Öfen ist in der Regel nicht notwendig.
- Die Restwärme der Öfen kann für den Kochvorgang verwendet werden, indem zum Beispiel das Gerät im Voraus ausgeschaltet wird.
- Der Ofentür soll möglichst wenig während des Backvorgangs geöffnet werden.
- Bei der Anschaffung von Öfen sollte darauf geachtet werden, dass das Sichtfenster mittels z.B. einer wärmereflektierenden Beschichtung oder zweifachen Verglasung isoliert ist.
- Bevorzugte Technologie ist der Zwangskonvektionsofen. Die Energieeffizienz nimmt um ca. 60 % zu [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002].

#### **Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Verwendung von Kombi- bzw. Heißluftdämpfer**

- Indirekte Energieeinsparungsmöglichkeiten:
  - Heißluftdämpfer funktionieren in einem geschlossenen System (eingespeiste Energie bleibt im Garraum, wodurch weniger nachgeheizt werden muss), dadurch können Einsparungen von ca. 30 % gegenüber herkömmlichen Großküchengeräten realisiert werden. Das bedeutet, dass Heißluftdämpfer energieintensive Geräte wie die Kippbratpfanne oder den Kochkessel teilweise ersetzen kann.
  - Zusätzlich werden durch das geschlossene System weniger Abgase generiert, wodurch die Raumlüftung kleiner dimensioniert werden kann.
- Direkte Energieeinsparungsmöglichkeiten:
  - Eine optimale Auslastung gewährleistet einen energieeffizienten Betrieb der Heißluftdämpfer. Dies kann mit einem durchdachten Speiseplan realisiert werden, indem verschiedene Lebensmittel gemeinsam gegart werden können.
  - Die Dimensionierung soll auf die Auslastung abgestimmt sein, eventuell können zwei kleinere Geräte anstatt eines großen Gerätes installiert werden.

### **Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Verwendung von Kippbratpfannen und Kochkessel**

- Kippbratpfanne und Kochkessel sind sehr energieintensive Großküchengeräte, die teilweise durch energieeffizientere Heißluftdämpfer ersetzt werden können.
- Einsparungen können auch durch den Einsatz von Dampfkessel (Hoch- oder Niederdruck) realisiert werden. Mit dem Druckkessel können die Garzeiten verkürzt und damit Energie eingespart werden.

### **Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Verwendung von Grill- und Bratplatten**

- Die Verwendung von Guss- oder Hartchromplatten ist sehr energieaufwendig aufgrund der Wärmeabstrahlung und Bereitschaftshaltung. Heißluftdämpfer können zum Teil durch Grill- und Bratplatten ersetzt werden, welche Energieeinsparungen bringen.
- Die Energieeffizienz der Platten wird positiv durch eine regelmäßige Reinigung beeinflusst.
- Aus Sicht der Energieeffizienz sind Hartchromplatten besser als Gussplatten.

### **Kochtechniken:**

- Niedertemperaturgaren → spart bis zu 80 % Energie im Vergleich zu herkömmlichen Gartechniken. Weitere Vorteile:
  - Weniger Gewichtsverluste (ca. 10 % Gewinn)
  - Saftigeres Fleisch
  - Strukturhaltung des Fleischstückes
    - Bessere Geräteauslastung
    - Weniger Stress
    - Produktionssteigerung

### **Quellen:**

- [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009]
- [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]
- [Österreichischer Energiekonsumenten Verband, 2004]
- [Kleinhempel, 2004]

### **Spülung**

In den untersuchten Großküchen werden im Bereich der Spülung durchschnittlich etwa 0,43 kWh für die Zubereitung einer Mahlzeit verbraucht, dies entspricht ungefähr 12 % des gesamten Energieverbrauchs pro Mahlzeit. Generell sind die Spezifikationen des Geräts (z.B. Kapazität) auf die betrieblichen Anforderungen (z.B. Auslastung, Art der Spülgutrückgabe, geplante Spülzeit) abzustimmen. Bei der Verwendung von Spülgeräten ist es wichtig, dass nur voll ausgelastete Spülgeräte in Betrieb genommen werden. Eine gute Wärmedämmung der Spülgeräte verringert die Wärmeverluste und es muss weniger nachgeheizt werden.

Folgende Maßnahmen erzielen eine Reduktion des Energieverbrauchs im Bereich Spülung:

**Wärmerückgewinnung:**

- Das Abwasser der Spülmaschinen enthält Wärme, die rückgewonnen werden kann, wie zum Beispiel um das eingespeiste kalte Wasser (falls die Maschine nicht an die Warmwasserversorgung angeschlossen ist) zu erwärmen. Das spart Energie und reduziert auch die Anschlussleistung.
- Auch die Abluft enthält Wärme was zum Beispiel mit Wärmepumpen entzogen und für die Tankbeheizung benutzt werden kann.
- Das Wasser, das für die Klarspülung verwendet wurde, kann für die Vorspülung verwendet werden. Das spart Wasser und Energie.

**Vorabräumung:**

- Ein Mehrfachspülen des Geschirrs kann mit einer guten manuellen Vorabräumung vermieden werden, um Energie, Wasser und Reinigungsmittel einzusparen.
- Empfohlen wird eine Wassertemperatur von maximal 35°C für die manuelle Vorabräumung [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009].

**Spülprogramm:**

- Viele Hersteller haben für ihre Spülgeräte sogenannte Sparprogramme entwickelt. Falls vorhanden sollten derartige Programme genutzt werden, diese können bis zu 30 % Energieeinsparung bewirken.
- Trocknungsvorgänge sind energieintensiv, zusätzliche Vorgänge sollten wenn möglich vermieden werden.

**Quelle:**

- [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009]
- [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

**Ausgabe**

Für die Ausgabe der Speisen werden relativ wenig Geräte verwendet, die pro Mahlzeit ungefähr 0,15 kWh in den untersuchten Großküchen verbrauchen. Die am häufigsten verwendeten Geräte sind Bain-Marie (bzw. Heißwasserbad), Tellerspender und Speisetransportwagen. Generell ist bei der Wärmedämmung zu beachten, dass die Geräte mindestens 4 cm Dämmung haben. Bain-Marie's werden häufig verwendet, sind aber sehr energieintensiv und bei ihrem Einsatz entstehen viele Wärmeverluste. Speisetransportwagen können größtenteils die Bain-Marie's ersetzen, dabei ist die Induktionstechnologie meist die energieeffizientere Technologie, erfordert aber spezielles Zubehör. Andere Möglichkeiten sind die Kontaktwärmewagen und Umluftwärmewagen, jeweils die zweit- und dritteffizienteste Alternative.

**Quelle:**

- [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009]
- [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

## Kühlung

Die Kühlung der Lebensmittel beansprucht ca. 0,35 kWh pro Mahlzeit in den untersuchten Großküchen, das sind etwa 10 % des gesamten Energieverbrauchs pro Mahlzeit. Generell ist zu bemerken, dass die Kühlgeräte korrekt dimensioniert sein sollten, das heißt, dass sie mit dem Lagerbedarf verhältnismäßig übereinstimmen. Weiters führen undichte Kühl- und Tiefkühlzellen zu Kälteverlusten, die Luftdichte der Kühlräume ist daher ein wesentlicher Faktor für die Energieeffizienz eines Kühlsystems. Dies kann mittels eines Druckentlastungsventils überprüft werden. Eine weitere Quelle von Kälteverlusten sind inadäquat isolierte Rohre, dies sollte deshalb vermieden werden.

Maßnahmen zur Energieeffizienz im Bereich Kühlung:

### **Kühltemperatur:**

Für jedes Grad C tiefer eingestellte Kühltemperatur wird ca. 4 bis 6 % mehr Energie benötigt. Es ist daher wichtig die Temperatur der Kühl- und Tiefkühlzelle nur so tief wie nötig einzustellen und regelmäßige Temperaturkontrollen durchzuführen. Dabei ist zu bemerken, dass ein kurzzeitiger Anstieg der Lufttemperatur in den Kühlräumen kaum Einfluss auf die Temperatur der Ware hat. Es ist daher nicht notwendig, die Temperatur niedriger einzustellen, um die Schwankungen der Lufttemperatur zu kompensieren.

### **Kälteverluste durch Öffnen der Türen:**

Kälteverluste durch das Öffnen von Kühlraumtüren ist unvermeidbar, soll jedoch dadurch reduziert werden als die Türen nur so wenig und so kurz wie möglich geöffnet werden. Dies reduziert die Menge an warmer bzw. feuchter Luft, die in den Kühlraum eindringt und vom Kühlsystem abgeführt werden muss. Zusätzlich sollte bemerkt werden, dass feuchte Luft (warme Luft enthält in der Regel mehr Wasser) zu einer schnellen Vereisung des Verdampfers führt, das wiederum zu einer Verschlechterung der Kälteübertragung führt und die Effizienz negativ beeinflusst wird. Zusätzlich muss der Verdampfer häufig abgetaut werden, das wiederum den Energieverbrauch erhöht. Mögliche Maßnahmen umfassen Hinweisschilder, doppelte Türen, selbstständig schließende Türen oder auch ein Tonsignal bei lang geöffneten Türen. Auch sollten die Türen der Kühlgeräte von der Heizquelle weg orientiert sein und der Verdampfer sollte nach Möglichkeit eher von der Tür entfernt installiert sein, um Reifbildung zu verhindern. Weiters kann ein Einräumungssystem des Kühlschranks unterstützend wirken. Manchmal ist es aber unvermeidbar, dass Kühlräume häufig geöffnet werden. Kälteverluste können dann reduziert werden, indem Kälteschutzvorhänge oder Luftschleieranlagen verwendet werden.

### **Abtauen:**

Das Abtauen des Verdampfers von Kühl- und Tiefkühlgeräten ist notwendig, um eine effiziente Kälteübertragung zu gewährleisten. Um den Aufbau von Reife auf den Verdampfer zu reduzieren, kann der Verdampferraum abgeschottet werden. Das reduziert den Zugang von Wärme und Feuchtigkeit zum Verdampfer sowie die Wärmeausstrahlung des Verdampfers auf die gelagerte Waren während den Abtauzeiten. Auch Kondensatleitungen ohne Siphon verursachen vermehrt Reifebildung auf den Verdampfer. Die Installation von Siphons ist deshalb zu empfehlen. Ein mit Mikroprozessoren gesteuertes Abtauen kann bedarfsgerecht

betrieben werden, das im Vergleich mit einer herkömmlichen Schaltuhrbetrieb ca. 10 % Energie einsparen kann (Quelle: HKI). Dabei wird eine kürzest mögliche Abtauzeit erzielt und eine möglichst niedrige Abtau-Endtemperatur im Verdampfer angestrebt. Falls keine automatisierte Abtauung stattfindet, sollte mindestens zweimal pro Jahr manuell abgetaut werden.

**Wärmedämmung:**

Eine gute Wärmedämmung ist bei Neukauf von Kühlgeräten zu berücksichtigen, da die Kälteverluste bzw. der Energieverbrauch sinkt. Kühlschränke mit Glastüren verbrauchen in der Regel mehr Strom und sollen deswegen nur notwendigerweise (z.B. im Ausgabebereich) verwendet werden. Auch die Wärmedämmung der Wände, der Böden und der Decke von Kühl- und Tiefkühlräumen sollte ausreichend sein. Eine gut wärmedämmte Tiefkühlzelle ist energieeffizienter als mehrere dezentrale Tiefkühlschränke (Quelle: HKI).

**Reinigung:**

Der Verdampfer und die Kondensatoren des Kühlsystems sollten regelmäßig gereinigt werden. Eine Reinigung des Kühlsystems zweimal im Jahr kann 5 bis 10 % Energie einsparen (Quelle: HKI). Für die Reinigung sollte ein Handfeger und/oder Staubsauger verwendet werden, die Verwendung von Druckluft ist hingegen nicht effizient, da der Schmutz nur verteilt wird. Auch die Lüftungsöffnungen sollten offen (sauber und nicht zugestellt) sein für einen ungehinderten Luftdurchfluss. Verstopfen sich die Lüftungsöffnungen, so kann dies zu einem Mehrverbrauch von bis zu 10 % führen.

**Auslastung:**

Durch eine optimale Auslastung von Kühlgeräten wird weniger warme Luft in das Gerät einfließen, wenn die Tür geöffnet wird, das wiederum die Reifebildung am Verdampfer reduziert. Unnötige Verpackungen und leere Behälter sollten aus dem Gerät entfernt werden (Energieeinsparungen von 20 % sind möglich) (Quelle: HKI). Es sollten nur abgekühlte und korrekt verpackte Speisen im Kühlgerät gelagert werden, um die Reifebildung auf den Verdampfer zu vermeiden. Umgekehrt können Waren aus Tiefkühlgeräten bzw. Zellen in Plus-Kühlräume abgetaut werden. Die bei der Abtauung freiwerdende Kälteenergie wird im Plus-Kühlraum eingespart. Wenn möglich sollten Artikel aus teilbelegten Kühlgeräten in einem Gerät zusammen gelagert werden, nicht benötigte Geräte somit können abgeschaltet werden.

**Verflüssiger:**

Der Verflüssiger eines Kühlsystems soll mit ausreichender und möglichst kühler Luftzufuhr versorgt werden, d.h. abseits von thermischen Geräten oder anderen Wärmequellen. Eine Absenkung der Verdampfungstemperatur um 1°C kann zu einer Reduktion von etwa 4 % des Energieverbrauchs führen (Quelle: HKI). Neben einem kühlen und gut belüfteten Standort sollte der Verflüssiger auch in einer staubfreien Umgebung installiert sein. Eine Staubbedeckung behindert die Wärmeabgabe und steigert den Energieverbrauch.

**Abwärmenutzung:**

Die Abwärme, die der Verflüssiger an die Raumluft abgibt, kann für zum Beispiel der Vorwärmung von Warmwasser verwendet werden. Die Energiemenge, die von den Kompressoren an die Raumluft abgegeben wird, kann die an Strom zugeführten Menge entsprechen.

**Wartung:**

Eine allgemeine Überprüfung auf zum Beispiel Defekte der Wärmedämmung, Defizite in der Dichtung und Türdichtungen sind regelmäßig durchzuführen, um Kälteleckstellen frühzeitig zu identifizieren. Auch die Thermostate sollten regelmäßig überprüft und die Einstellungen verfeinert werden.

**Sonstige technische Maßnahmen:**

Bei Kälteanlagen können durch den Einsatz von Kältekompressoren mit Drehzahlregulierung durch Frequenzumrichter Energieeinsparungen realisiert werden. Dies bedeutet, dass die Anlage über einen längeren Zeitraum mit niedriger Drehzahl läuft, ohne dass der Wirkungsgrad des Antriebsmotors beeinflusst wird. Statt des Ein- und Ausschaltbetriebs werden Anlaufströme begrenzt und die Lastkurve flacht ab, das auch der Lebensdauer der Anlagen zugutekommt (Quelle: EUROCOOL).

Die Verflüssigungstemperatur kann an die Außentemperatur im Winter angepasst werden, das zu einer Energieeinsparung führt. Das ist besonders im Winter von Vorteil, da die Elektrizitätspreise höher sind (Quelle: Concept Energy Advisor).

## Quelle:

- [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009]
- [www.eurocool-consult.com](http://www.eurocool-consult.com), Energiekosten – Energieeinsparung bei Kühlmöbel – Kühlanlagen, access date: 06.04.2010
- [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

## Lüftung

Der Energieanteil der Lüftung ist in den untersuchten Großküchen ziemlich unterschiedlich, durchschnittlich verbraucht eine Küche etwa 0,61 kWh pro produzierter Mahlzeit. Das sind ca. 17 % des gesamten durchschnittlichen Energieverbrauchs pro Mahlzeit. Für die untersuchten Küchen bedeutet dies, dass die Lüftung ein wichtiger Bereich ist. In den Großküchen sind Dunstabzugshauben installiert, diese sollten nicht zu hoch über den Geräten montiert sein und werden vom Induktionstyp bevorzugt.

**Steuerung:**

Die Lüftung soll auf den tatsächlichen Lüftungsbedarf angepasst bzw. auf die Aktivitäten der Küche angepasst sein. Eine Reduktion der Luftmenge um 20 % reduziert die Ventilatorleistung um 50 % [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009] und damit auch den Stromverbrauch. Die Automatisierung bzw. Zeitsteuerung der Lüftung ist dabei sehr nützlich, dieser soll aber regelmäßig überprüft und verfeinert werden. Energieeinsparungen können auch durch Taktsteuerung erreicht werden (z.B. 3 Minuten ein- und 3 Minuten aus) oder mittels 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., 2009]. Eine weitere Möglichkeit die

Luftmenge an den Bedarf anzupassen ist die Steuerung über Luftqualitätssensoren bzw. CO<sub>2</sub>-Sensoren.

**Wärmerückgewinnung:**

Die Abluft enthält meist noch viel Wärmeenergie, die mit Hilfe von einem Wärmetauscher zu 50 bis 70 % rückgewonnen werden kann (Quelle: HKI).

**Ventilatoren:**

Die Ventilatoren sollten einen hohen Wirkungsgrad besitzen, insbesondere bei einer hohen Anzahl an Betriebsstunden. Ventilatoren mit variabler Drehzahlgeschwindigkeit sind zu bevorzugen.

**Wartung / Reinigung:**

Um eine gut funktionierende Lüftungsanlage zu gewährleisten, sollten die Lufteinlässe, Ventilatoren, Lüftungsrohre und Filter regelmäßig gereinigt werden. Verschmutzte Filter reduzieren die Leistungsfähigkeit der Ventilatoren, das wiederum die Effizienz der Anlage verringert. Der Zustand des gesamten Systems soll zumindest zweimal pro Jahr überprüft und die notwendigen Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Dies erlaubt auch eine kontinuierliche Feinabstimmung der Lüftungsanlage auf den Bedarf.

Quelle:

- [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009]
- [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

**Beleuchtung**

Der Bereich Beleuchtung benötigt etwa 0,09 kWh pro Mahlzeit, das sind 2,5 % des Energieverbrauchs pro Mahlzeit. Generell ist zu bemerken, dass die Verwendung von Sparlampen und das Ausschalten der Beleuchtung beim Verlassen des Raumes wichtige Maßnahmen darstellen, um den Energieverbrauch im Bereich Beleuchtung so gering wie möglich zu halten. Weitere Maßnahmen beziehen sich auf technologische Entwicklungen und Verhaltensänderungen und werden im Folgenden kurz beschrieben.

Bereiche, die oft nur für kurze Zeit benutzt werden, sollten über eine automatische Lichtschaltung bzw. über Bewegungsmelder verfügen, damit die Beleuchtung rechtzeitig abgeschaltet wird. Das Ausschalten der Beleuchtung lohnt sich schon nach einer Sekunde. Nicht alle Räumlichkeiten sind für automatische Beleuchtungssysteme geeignet, hier kann auch mit Verhaltensänderungen Energie eingespart werden.

Das Tageslicht soll optimal für Beleuchtungszwecke in den Großküchen genutzt werden. Mit speziellen Jalousien oder Vordächern kann das Tageslicht ohne der Sonnenwärme genutzt werden. Eine helle Wand- und Deckenfarbe kann auch die Tageslichtnutzung verbessern. Wo möglich könnten auch Öffnungen in der Decke oder der Wand gemacht werden, um das Tageslicht zu nutzen. Ein Beleuchtungssystem kann auf das Tageslicht abgestimmt werden, zum Beispiel mit Lichtsensoren, die bei bestimmten Lichtverhältnissen das Kunstlicht ab-



schalten oder dimmen. Die Lampen sollen für diesen Zweck in Reihen parallel zur Fensterfront gruppiert sein.

In Kühlräumen lohnt es sich durchaus automatische Beleuchtungsschalter (z.B. bei öffnen der Tür, Bewegungsmelder) einzusetzen. Die Anzahl der Lampen soll trotzdem so gering wie möglich gehalten werden, da der Verbrauch der Lampe sowie die Wärmeabgabe den Energieverbrauch erhöht.

Quelle:

- [HKI Industrieverband Haus- Heiz und Küchentechnik e.V., 2009]
- [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

#### Raumheizung

Heizung der Räumlichkeiten der Großküchen ist mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 1,17 kWh pro Mahlzeit, das sind etwa 33 % des gesamten Energieverbrauchs pro Mahlzeit, der energieintensivste Bereich in den untersuchten Küchen. Generell ist die Wärmedämmung zu überprüfen und wo notwendig zu verbessern. Auch die Rohre der Heizungsanlage sollten ausreichend isoliert sein. Energiesparende Maßnahmen umfassen zum Beispiel die Nutzung der Abwärme, die aus der Abluft rückgewonnen werden kann. Auch die Installation von Wärmepumpen können, wo möglich, einen Teil der herkömmlichen Heizungsanlage ergänzen oder ersetzen. Die Temperatur kann auf die Betriebsaktivitäten angepasst werden, zum Beispiel kann die Raumtemperatur bei geringen Betriebsaktivitäten gesenkt werden. Auch die Verwendung von Thermostatventilen ermöglichen es die Raumtemperatur auf den lokalen Bedarf einzustellen damit eine Überheizung der Räumlichkeiten vermieden werden kann.

#### Warmwasseraufbereitung

Die Warmwasseraufbereitung verbraucht durchschnittlich ca. 0,16 kWh pro Mahlzeit in den untersuchten Großküchen, das entspricht etwa 4,5 % des gesamten Energieverbrauchs pro Mahlzeit. Neben sparsamen Wasserverbrauch können auch Solaranlagen oder Wärmerückgewinnung für die Warmwasseraufbereitung eingesetzt werden.