

Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO₂-Emissionen

(Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen)

Endbericht



Methodik und Resultate der Energieverbrauchsmessungen

Wien, September 2009



„wir sind“



**Klimabündnis
Betrieb**

**Möglichkeiten von Großküchen
zur Reduktion ihrer CO₂-
Emissionen
(Maßnahmen, Rahmenbedingun-
gen und Grenzen) -
Sustainable Kitchen**

(Projekt SUKI)

**Methodik und Resultate der Energie-
verbrauchsmessungen**

(Vers. 1.0)

**Hans Daxbeck
Georg Schindl
Diederik de Neef**

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, September 2010

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; www.rma.at

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I

1 Methodisches Vorgehen und Erfahrungen 1

1.1 Einleitung 1

1.1.1 Aufstellung des Energiemessungsprogramms 1

1.1.2 Messung des Elektrizitätsverbrauchs 2

1.1.3 Schätzung des Elektrizitätsverbrauchs 3

1.1.4 Methode zur Identifikation von Einsparungspotentialen 4

2 Resultate 5

2.1 Überblick 5

2.2 Großküchen 6

2.2.1 Landhausküche St. Pölten 6

2.2.2 Amt der OÖ Landesregierung-Betriebsküche 9

2.2.3 Küche des Otto-Wagner Spitals 11

2.2.4 Küche des LKH Rohrbach 13

3 Weitere Schritte 15

4 Anhang 17

Anhang 1: Energiemessung Programme 17

4.1 Anhang 1: Energiemessung Programme 17

1 Methodisches Vorgehen und Erfahrungen

1.1 Einleitung

Die verwendete Methodik ist im Kapitel 1 im „Methodenpapier zum Energieverbrauch der Großküchen“ beschrieben; dieses Methodenpapier wurde dem 1. Zwischenbericht beigelegt. Die Hauptpunkte sind nochmals weiter unten kurz zusammengefasst und vervollständigt mit Erfahrungen aus dem SUKI Projekt.

1.1.1 Aufstellung des Energiemessungsprogramms

Die Messung hat den Zweck den Großteil der Stromverbraucher einem Bereich zuzuordnen und die Bereiche zu identifizieren wo die größten Anteilen an Energie verbraucht werden. Aus diesem Grund sind elektrische Kleinverbraucher weniger interessant als Großverbraucher, da sie an sich keine großen Beiträge zu dem Elektrizitätsverbrauch liefern. Ausnahme sind Geräte oder Maschinen welche im Dauerbetrieb sind wie etwa die Kühlung oder das Lüftungssystem. Welche Großküchengeräte zu messen sind wird in einem Messprogramm, welche für jede Großküche entwickelt wird, festgelegt.

Um ein Messprogramm definieren zu können, muss zuerst bestimmt werden ob grundsätzlich eine Messung des Stromverbrauchs einzelner Großküchengeräte, insbesondere der Großverbraucher, möglich ist. Wenn Großküchengeräte über eine eigene Sicherung verfügen kann eine Messung durchgeführt werden. Während den durchgeführten Probemessungen (siehe Abbildung 1-1) wird bestätigt, dass in die am Projekt SUKI teilnehmenden Großküchen die Großküchengeräte mit einer hohen Nennleistung über eine eigene Sicherung verfügen. Kleinere Küchen (d.h. mit einer niedrigen Nennleistung) sind oft gemeinsam abgesichert.



Abbildung 1-1: Probemessung in OWS

Die erforderlichen Daten (bzw. Nennleistung und wöchentliche Betriebszeiten der Großküchengeräte) sind mittels Fragebogen oder Begehungen in den Küchen erhoben worden. Anhand der resultierenden Inventurliste sind Nennleistung und Betriebszeit der einzelnen Großküchengeräte multipliziert worden, um einen maximalen Energieverbrauchswert zu bestimmen. Dieser Wert ist als Indikator für den tatsächlichen Energieverbrauch verwendet worden. Folgende Annahme wurde getroffen: je höher der Energieverbrauchswert, desto höher die Wahrscheinlichkeit dass es sich um einen Großenergieverbraucher handelt.

Die durchschnittliche Anzahl an Großküchengeräten in den teilnehmenden Großküchen ist 81 mit einem Minimum und Maximum von 32 beziehungsweise 160. Eine Grenze von 80% des gesamten Energieverbrauchswert (d.h. die Summe aller Großküchengeräte für jede einzelne Großküche) ergibt durchschnittlich 10 Großküchengeräte pro Küche die selektiert worden sind (siehe Anhang 1: Energiemessung Programme). Wenn ausführbar sind viel

verwendete Großküchengeräte, die über der 80% Grenze liegen, auch selektiert damit die Einteilung in Bereiche so repräsentativ wie möglich ist.

1.1.2 Messung des Elektrizitätsverbrauchs

Bei den Messungen geht es darum den Elektrizitätsverbrauch zu erfassen. Anstatt den Energieverbrauch in kWh zu messen wie bei einem Energiezähler, liefert die zeitliche Aufzeichnung der Leistung (bzw. Wirkleistung) Daten aufgrund denen der Elektrizitätsverbrauch sowie die Leistungskurve ermittelt werden können. In der Abbildung unten (siehe Abbildung 1-2) ist beispielsweise die tägliche Leistungskurve an einem willkürlichen Tag in einem der teilnehmenden Großküchen wiedergegeben. Es ist deutlich zu erkennen, wie der Energieverbrauch um rund 06:30 Uhr zu steigen beginnt, aber auch dass es durchgehend, Tag oder Nacht, einen Grundverbrauch gibt. Im zweiten Kapitel dieses Berichts werden die verschiedenen erfassten Leistungskurven im Detail besprochen.

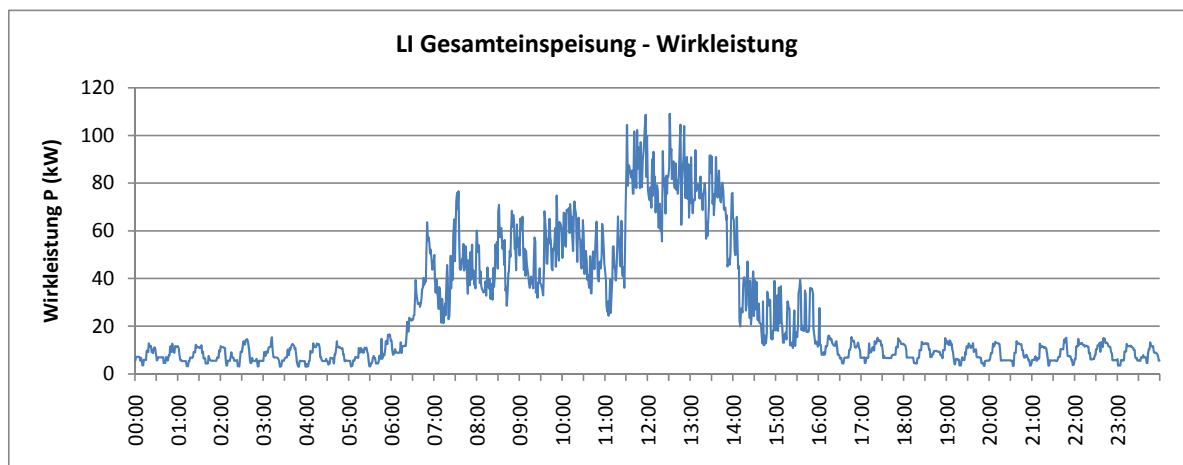


Abbildung 1-2: Leistungskurve der Gesamteinspeisung in LI

In Großküchen wird häufig 3-Phasenwechselstrom (bzw. Drehstrom) verwendet. Die Leistung soll über alle drei Phasen gemessen werden, wobei bei Drehstrom drei unterschiedliche Leistungswerte auftreten: die Wirkleistung (P in Watt), die Scheinleistung (S in VA = Volt Ampere) und die Blindleistung (Q in Var = Volt Ampere reaktiv). Um den Leistungsverlauf der Großküchengeräte zu erfassen wird ein 3-Phasenwechselstrom Messgerät benötigt, das über längere Perioden die Daten erfasst. Für diesen Zweck ist der PCE-360 verwendet worden (siehe Abbildung 1-3). Das Messgerät ist einfach zu bedienen und erfasst Spannung, Strom, Phasenverschiebung, Leistungsfaktor, Wirkleistung, Scheinleistung und die Blindleistung. Die Intervalle sind einstellbar, es ist ein Intervall von einer Minute zu wählen als Kompromiss zwischen der Genauigkeit der Wiedergabe des Leistungsverlaufs und der maximalen Speicherkapazität des Messgeräts PCE-360.



Abbildung 1-3: Messgerät PCE-360

1.1.3 Schätzung des Elektrizitätsverbrauchs

Neben dem identifizieren der Großenergieverbraucher der Küchen ist versucht anhand der Messungsergebnisse einen Faktor zu ermitteln der es ermöglicht ohne Messungen des Energieverbrauchs der Geräte zu schätzen. Für diesen Zweck sind gleichartige Geräte gemessen und deren Faktoren anhand Formel 1 berechnet worden.

$$Faktor = \frac{GemessenerEnergieverbrauch}{GemessenerBetriebszeit \times Nennleistung}$$

Formel 1: Der Faktor stellt ein Maß des Verhältnisses zwischen maximalen Energieverbrauch und wirklichen Energieverbrauch dar.

Der Faktor stellt eine Fraktion der Nennleistung dar welche dazu dient sich dem tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch anzunähern. In untenstehender Grafik (siehe Abbildung 1-4) sind die berechneten Faktoren pro Großküchengerät wiedergegeben (ganz rechts sind die Mittelwerte angegeben). Die Anzahl der Messungen ist zu klein um klare Patronen zu bestimmen, zusätzlich sind wichtige Faktoren wie Hersteller, Alter, und Benutzungsweise nicht berücksichtigt worden auf Grund des dafür notwendigen Aufwands. Die Ergebnisse sind nicht eindeutig, die Streuung zwischen den berechneten Faktoren ist für manche Gerätetypen groß, für andere liegen die Werte nahe zusammen. Unter Beachtung der oben angeführten Einschränkungen können die ermittelten Faktoren nicht verwendet werden um die Verbräuche der Großküchengeräte ohne Messungen zu schätzen. Dies stimmt mit der Studie von Kleinhempel {Kleinhempel, 2004 #2606} über Energieeffizienz der Haushaltsgroßgeräte überein.

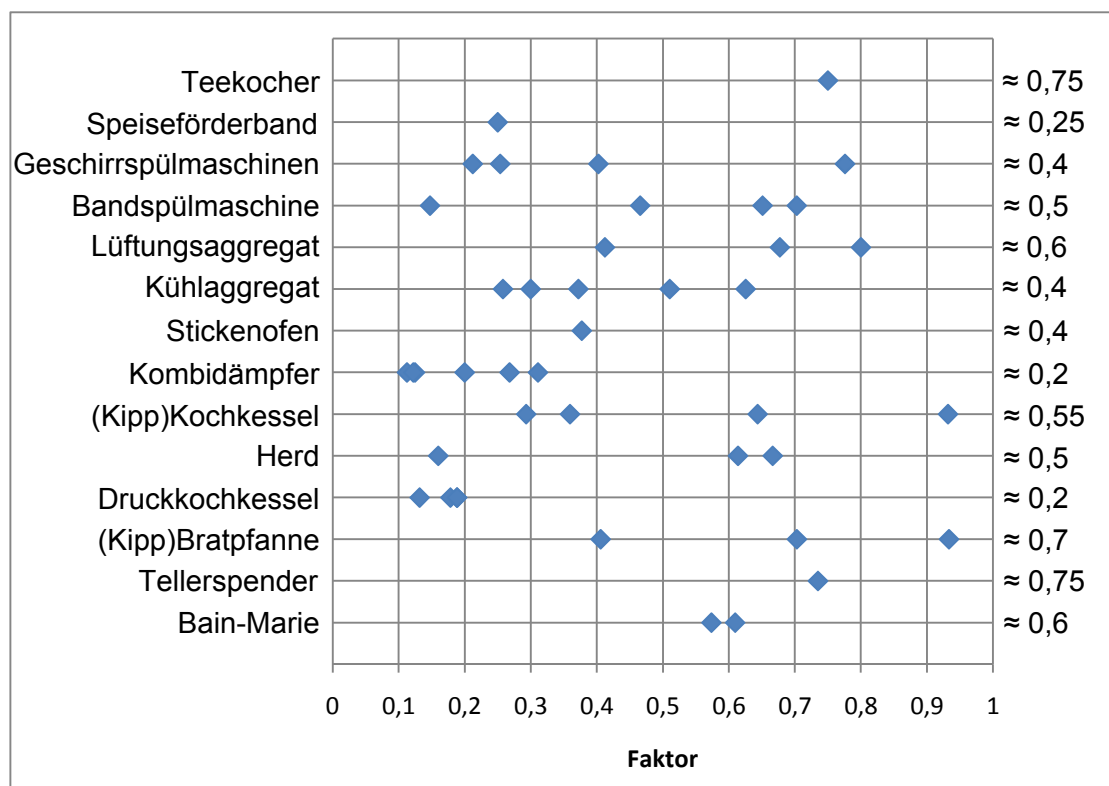


Abbildung 1-4: Berechnete Faktoren der Großküchengeräte und deren abgerundete Mittelwerte

1.1.4 Methode zur Identifikation von Einsparungspotentialen

Für die Identifikation der möglichen Einsparungspotentiale bezüglich dem direkten Energieverbrauch der Großküchen werden die erfassten Leistungskurven verwendet. Zuerst ist aber zu bestimmen ob die erfassten Großküchengeräte den Löwenanteil des Energieverbrauchs beanspruchen. Dies wird mittels einem Vergleich zwischen der Summe der Großküchengeräte und der Gesamteinpeisung erreicht. Wenn die Summe der Großküchengeräte grob mit der Leistungskurve der Gesamteinpeisung übereinstimmt, sollen die einzelnen Leistungskurven studiert und mit der Küchenleitung besprochen werden. Nur gemeinsam wird es möglich sein Einsparungspotentiale zu identifizieren. Der Vorteil von diesem Vorgehen ist, dass das Küchenpersonal gleichzeitig Einsicht bekommt in den Energieverbrauch ihrer Küche insgesamt und von den wichtigen einzelnen Großküchengeräten.

2 Resultate

2.1 Überblick

Während der Periode zwischen 28.07.2009 und 15.10.2009 sind in vier der teilnehmenden Großküchen 42 Messungen durchgeführt worden. Für die Messungen ist das 3 Phasen Leistungsmessgerät PCE 360 verwendet worden. Folgende Parameter wurden pro Phase im Intervall von 1 Minute erfasst: Spannung (U), Strom (I), Wirkleistung (P), Blindleistung (Q), Scheinleistung (S), Leistungsfaktor (λ) und der Phasenverschiebungswinkel (φ). Die gemessenen Großküchengeräte sind in Tabelle 2-1 wiedergegeben.

Das Ziel der Messung ist es, den Energieverbrauch der einzelnen Großküchengeräte zu bestimmen um die Großenergieverbraucher der Küchen identifizieren zu können. Es wird gezielt nach jenen Großverbrauchern gesucht die nach der jeweiligen Nennleistung oder Betriebszeit als Großverbraucher eingestuft wurden. Nachfolgend sind die Elektrizitätsverbräuche der selektierten Geräte gemessen worden um deren täglichen Energieverbrauch zu erfassen.

Tabelle 2-1. Zusammenfassung der Elektrizitätsverbrauchsmessungen der Großküchengeräte

Großküche	Bezeichnung	Nennleistung (kW)	Gemessener Betriebszeit (h/d)	Gemessener Energieverbrauch (kWh/d)
LI	Druckkochkessel	36	1,8	29,5
LI	Kochkessel	24,1	0,7	5,9
LI	Kombidämpfer	50	3,6	29,5
LI	Kombidämpfer	50	3,2	21,0
LI	Kühlaggregat	25	20,8	178,6
LI	Kühlaggregat	25	9,9	154,8
LI	Lüftungsaggregat	k.A.*	22,4	29,7
LI	Bandspülmaschine	100	4,4	288,7
LI	Tabletspülmaschine	41	2,5	80,6
LI	Topfspülmaschine	22	3,6	36,4
OW	Bain-Marie	2,677	9,2	14,1
OW	Druckkochkessel	45	1,9	21,8
OW	Herd	16	1,3	12,9
OW	Kippbratpfanne	16,2	1,3	18,6
OW	Kochkessel	15	2,2	21,4
OW	Kombidämpfer	45	2,4	60,3
OW	Stickenofen	50	4,1	22,4
OW	Kühlaggregat	k.A.	24,0	367,6
OW	Lüftungsaggregat	k.A.	24,0	650,1
OW	Bandspülmaschine	30	4,5	75,6
RO	Bratpfanne	23,5	0,6	13,5
RO	Kombidämpfer	62	1,7	13,0
RO	Bandspülmaschine	46,8	4,0	4,8
RO	Schwarzgeschirrspülmaschine	22,3	2,4	11,2
RO	Induktionskochfeld	14	1,03	2,2
RO	Kombidämpfer	37	1,72	12,8
RO	Kühlaggregat	15	24,00	107,8
RO	Lüftung	45	14,98	541,7
RO	Speiseförderband	30	7,53	55,0
RO	Teekoher	15,12	2,62	29,5

SP	Bain-Marie	1,52	3,2	4,1
SP	Tellerspender (Röhrenstapler)	1,5	3,1	3,8
SP	Druckkochapparat	45	7,6	64,3
SP	Herd	16	4,7	60,8
SP	Kippbratpfanne	15	0,2	2,6
SP	Kippkochkessel	22,5	0,4	7,7
SP	Kochkessel	48	1,0	16,4
SP	Kombidampfer	61	2,9	55,6
SP	Kühlaggregat	k.A.	24,0	270,2
SP	Bandspülmaschine	60,7	4,6	129,1
SP	Bandspülmaschine	69	2,8	41,9
SP	Geschirrspülmaschine	19	4,3	39,6

* k.A.: keine Angabe – derzeit liegen keine Nennleistungswerte für die betreffenden Geräte vor.

Tabelle 2-2: Täglicher Elektrizitätsverbrauch der Großküchen

Großküche	Elektrizitätsverbrauch (kWh/d)
SP	1292 ¹
LI	1830
OW	683*
RO	294*

* Eine Einspeisungsader fehlt derzeit, Messungen laufen

2.2 Großküchen

In den folgenden Kapiteln werden die Resultate der Energieverbrauchsmessungen pro Küche beschrieben. Die Resultate beziehen sich stets auf die Energieverbrauchsmessungen; sie wurden nicht hochgerechnet um den gesamten Energieverbrauch und die Stromverbrauchsstruktur zu schätzen. Der Grund dafür ist, dass es nicht möglich ist einen allgemein verwendbaren Wirkungsgrad bzw. Faktor zu ermitteln der eine Abschätzung der Energieverbräuche mit akzeptabler Genauigkeit erlaubt. Neben der Nennleistung und Betriebszeit gibt es noch weitere wichtige Parameter hinsichtlich des Energieverbrauchs eines Großküchengerätes wie die Nutzung und Auslastung. Diese Parameter sind jedoch nur mit großem Aufwand pro Gerät und Küche zu erfassen und würden den Rahmen des Projekts SUKI sprengen. Darüber hinaus sind diese Kennzahlen nur für spezifische Situationen verwendbar und nicht allgemein gültig.

2.2.1 Landhausküche St. Pölten

Insgesamt sind in der Landhausküche St. Pölten 12 Energieverbrauchsmessungen durchgeführt worden (siehe Tabelle 2-1). Jahresverbräuche für Elektrizität und Fernwärme der Küche sowie Speisesaal liegen ebenfalls vor. Zusätzlich sind Ergebnisse einer Stromverbrauchsmessung von dem Gesamtverbrauch der Küche der RMA zur Verfügung gestellt worden. Sie wurden im März 2009 von der technischen Betriebsführung NÖ Landhaus durchgeführt. In der Abbildung 2-1 sind die Leistungskurven der Gesamteinspeisung vom März 2009 im Vergleich zu den Tagessummen der gemessenen Großküchengeräte gegenübergestellt. Der Leistungsverlauf der Gesamteinspeisung ist mit einem 15 Minuten Intervall gemessen worden und wurde anschließend auf einen 1 Minuten Intervall umgelegt. Der Leistungsverlauf beider Kurven ist ähnlich, es sind drei zeitlich leicht von einander verschobene Leistungs-

¹ dieser Wert stammt aus Messdaten am 03.03.2009 erfasst von der technischen Betriebsführung der Amts des NÖ Landesregierung.

spitzen zu erkennen. Die Gesamteinspeisungskurve lässt eine höhere Leistung erkennen als die Tagessumme; in der Tagessumme werden nicht alle Geräte dargestellt. Dazu ist anzumerken dass die beiden Kurven nicht strikt übereinander gelegt werden können, da die Messungen nicht simultan durchgeführt worden sind, die globale Struktur jedoch ist sichtbar.

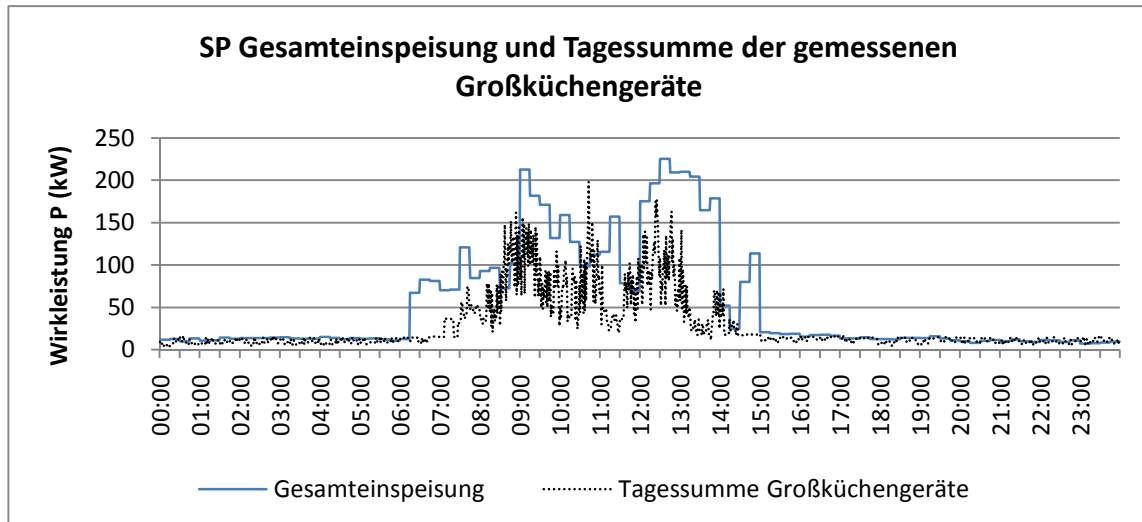


Abbildung 2-1: Gegenüberstellung des kumulativen Leistungsverlaufs der Großküchengeräte und der Gesamteinspeisung

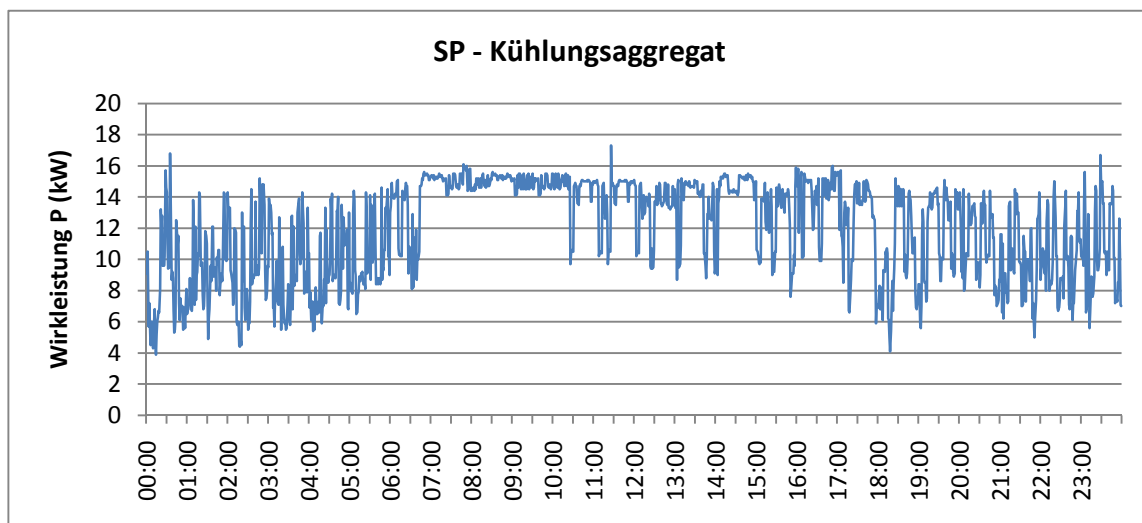


Abbildung 2-2: Leistungskurve des Kühlungsaggregats der Landhausküche St. Pölten

Außerhalb der Betriebszeiten der Küche wird für die Lüftung und Kühlung der in der Küche gelagerten Lebensmittel durchgehend Energie benötigt. Dieser Umstand erklärt weshalb in der Grafik von Abbildung 2-1 immer ein Leistungsbedarf von dem Messgerät aufgezeichnet wird ohne dass die Küche in Betrieb ist. Mit einer durchschnittlichen Leistung von 12 kW versorgt das Kühlaggregat die Kühlräume der Küche mit Kälte, dabei ist der Effekt von Betriebsaktivitäten auf dem Leistungsbedarf der Kühlaggregate gut zu sehen (siehe Abbildung 2-2). Etwa um 06:30 Uhr fangen die Aktivitäten in der Küche an. Es werden die Lebensmittel für die Zubereitung der Speisen aus den Kühlräumen geholt. Das Öffnen und Schließen der Kühlräume bedingt einen Kälteverlust. Dieser wird vom Kühlaggregat kompensiert um die gewünschte Temperatur zu halten. Das Aggregat braucht während der Betriebszeiten der Küche durchschnittlich 4 kW mehr als außerhalb der Betriebszeiten.

Innerhalb Betriebszeiten sind zusätzlich zu den Kühlgeräten Koch- und Spülgeräte der Hauptenergieverbraucher. Der Energiebedarf die die Großküchengeräte beanspruchen ist grundsätzlich das Produkt zwischen der Nennleistung (d.h. Anschlusswert) und der Zeitdauer in der das Gerät verwendet wird. Der tatsächliche Energieverbrauch wird jedoch stark beeinflusst durch Nutzung (z.B. Unterschiede in Bedienung) und Auslastung (bzw. welche Menge zubereitet wird). Im Bereich Kochen sind der Herd und Kombidämpfer mit 60 beziehungsweise 55 kWh die großen Energieverbraucher dieses Bereichs (siehe Abbildung 2-3. Die Bandspülmaschine ist mit 130 kWh bei weitem der größte Energieverbraucher innerhalb des Bereichs Spülung, und nimmt nach Kühlung (286 kWh) die zweite Stelle ein, wenn alle Messungen betrachtet werden. Die Leistungskurve einer Tagesmessung ist in Abbildung 2-4 wiedergegeben. Die Landhausküche St. Pölten verwendet 3 Bandspülmaschinen.

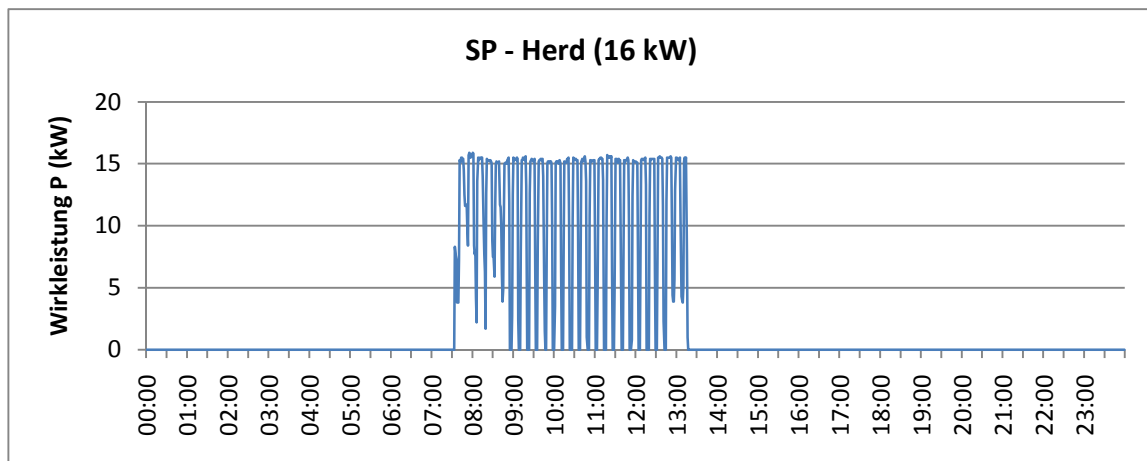


Abbildung 2-3: Leistungskurve eines Herds in der Landhausküche St. Pölten

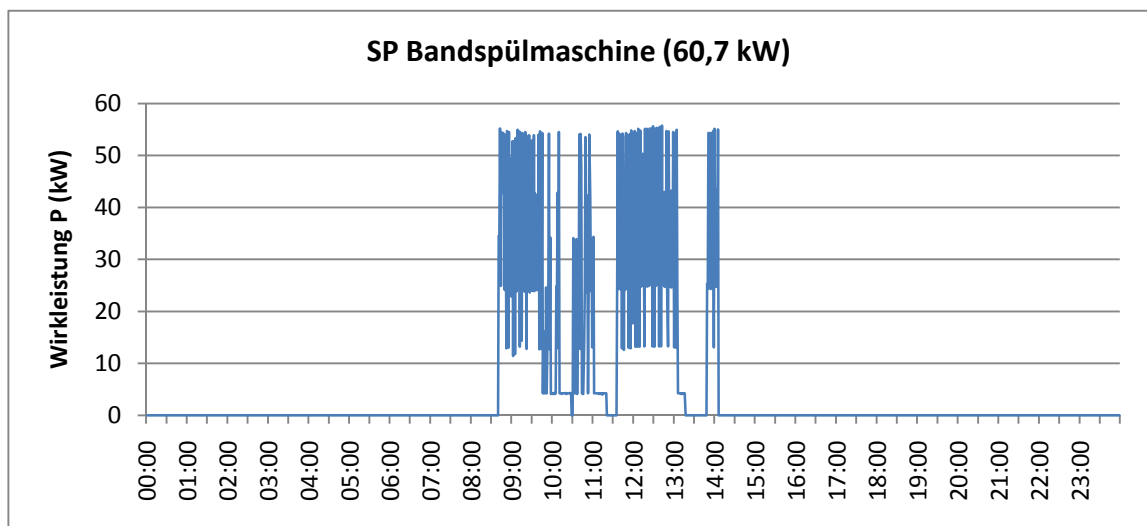


Abbildung 2-4: Leistungskurve einer der Bandspülmaschinen in der Landhausküche St. Pölten

Die Landhausküche verwendet neben Elektrizität auch Fernwärme. Der Löwenanteil (ca. 90%) fällt dem Speisesaal zu für Heizung, Lüftung, und Raumkühlung. Ungefähr 10% des Fernwärmeverbrauchs wird verwendet für die Warmwasserversorgung, welche größtenteils dem Kochprozess zugeschrieben werden kann.

2.2.2 Amt der OÖ Landesregierung-Betriebsküche

In die Betriebsküche des Amtes der OÖ Landesregierung sind insgesamt 10 Großküchengeräte (siehe Tabelle 2-1) sowie die Gesamteinspeisung gemessen worden. Zusätzlich liegt der Jahres-Elektrizitätsverbrauch der Küche vor. Es wird schließlich elektrische Energie für den Kochprozess verwendet. Keine Energieverbrauchsdaten bezüglich des Speisesaals liegen momentan vor.

In Abbildung 2-5 ist die Tagessumme der Großküchengeräte mit der Gesamteinspeisung wiedergegeben. Die Grafik zeigt ein ähnliches Bild als die der Landhausküche in St. Pölten. Die zwei Kurven sind nicht strikt gegenüber einander zu setzen wie im vorangegangenen Kapitel erklärt ist. Außerhalb der Betriebszeiten der Küche ist der Elektrizitätsverbrauch niedrig und ist zurück zu führen auf die Kühlung und Lüftung die 24 Stunden in Betrieb sind (siehe Abbildung 2-7). Die Kühlung hat einen durchschnittlichen Leistungsbedarf von 14 kW, was während den Betriebszeiten um 2,5 kW zunimmt und sich außerhalb Betriebszeiten um 2 kW verringert. Die Lüftung zeigt eine sehr stabile Leistungskurve mit einem durchschnittlicher Leistungsbedarf von 1,2 kW, welche sich während den Betriebszeiten verdoppelt und sich außerhalb den Betriebszeiten auf 0,4 kW verringert.

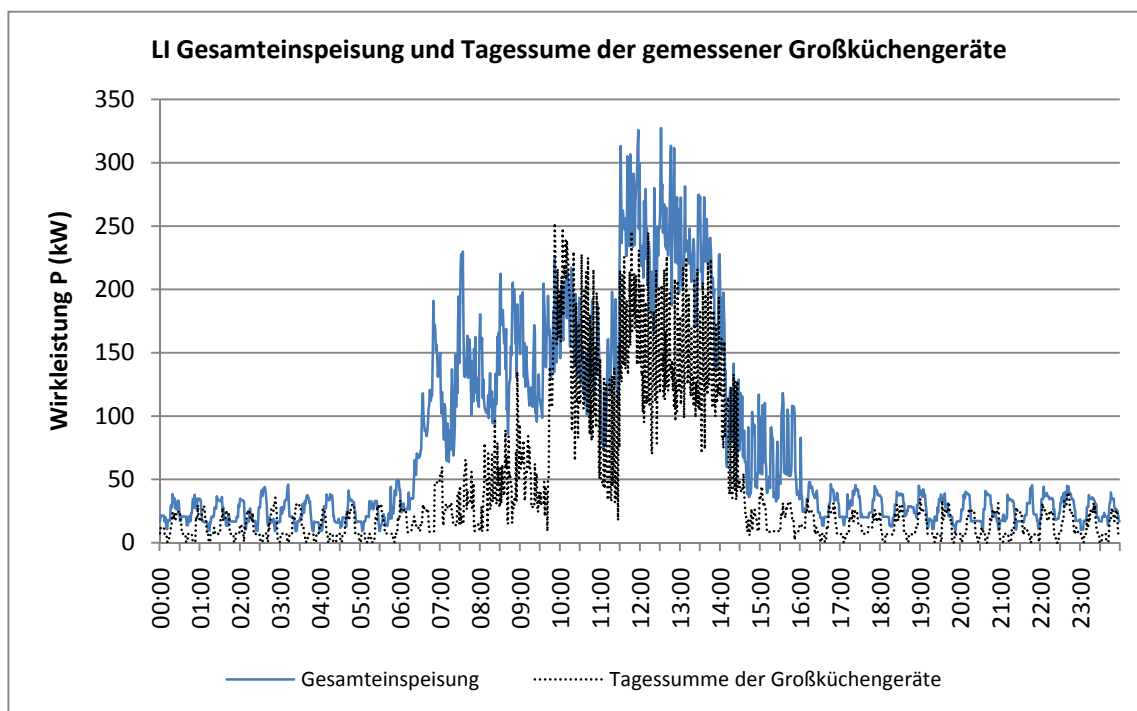


Abbildung 2-5: Leistungskurven des summierten Elektrizitätsverbrauchs der Großküchengeräte und die Gesamteinspeisung

In Abbildung 2-5 ist auffällig, dass die Tagessumme der Großküchengeräte am Anfang des Tages von der Gesamteinspeisung abweicht. Dies ist auch in der Leistungskurve der Landhausküche in St. Pölten zu sehen. Verschiedene Gründe können die Ursache sein: zum Beispiel entstehen derartige Unterschiede durch die Verwendung von Geräten, die nicht gemessen worden sind. Bei den Messungen ist die Erfassung von gleichen Geräte vermieden worden damit ein breiterer Bereich an Großküchengeräte gemessen werden könnte. In der Betriebsküche des Amtes der OÖ Landesregierung bedeutet das praktisch, dass von 2 Kochkesseln, 4 Druckkochkessel und 6 Kombidämpfer stets nur ein Gerät gemessen worden ist. Dies zeigt sich in der Tagessumme die infolge diese Einschränkung der Messung niedriger

ausfällt als der tatsächliche Energieverbrauch. Weiters soll berücksichtigt werden, dass die Leistungskurven nicht strikt gegenüber einander zu setzen sind wie vorher schon erwähnt.

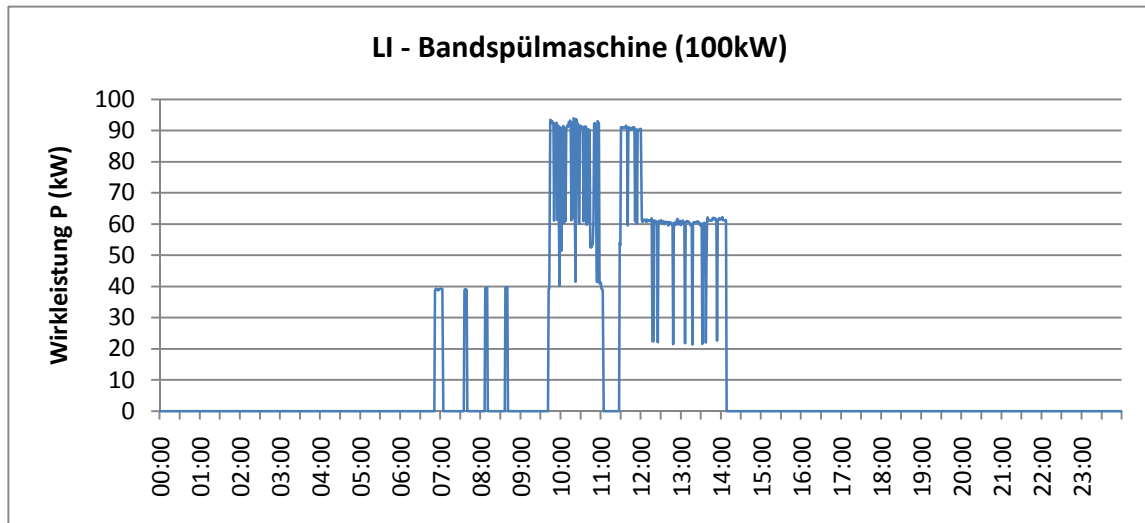


Abbildung 2-6: Leistungskurve der Bandspülmaschine in der Betriebsküche des Amtes der OÖ Landesregierung

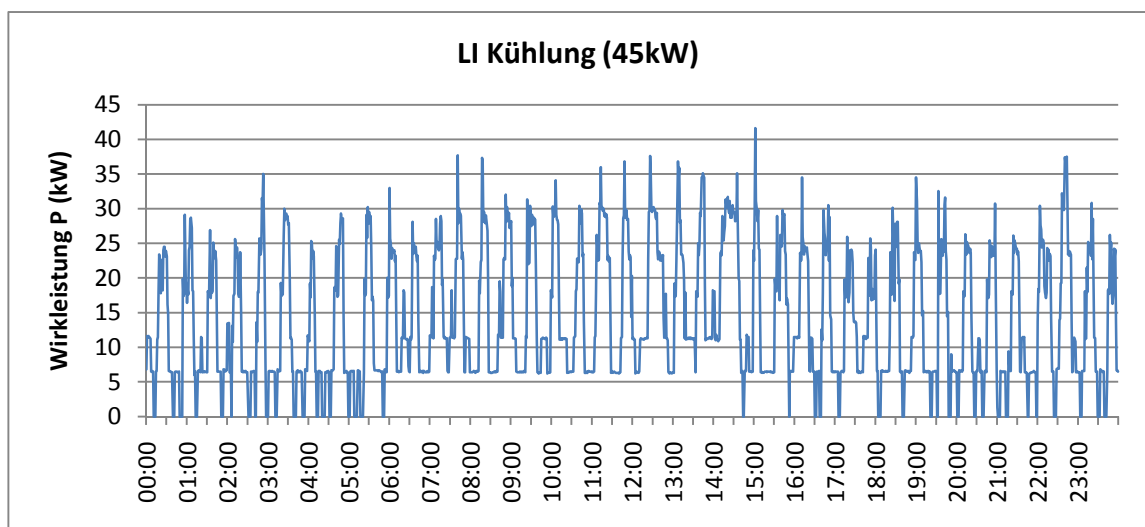


Abbildung 2-7: Leistungskurve des Kühlungsaggregats in der Betriebsküche des Amtes der OÖ Landesregierung

Innerhalb der Betriebszeiten in der Küche verbrauchten die Großküchengeräte den Löwenanteil an Elektrizität. Es sind zwei Perioden der Spitzleistung zu unterscheiden. Ein Vergleich mit der Leistungskurve der gemessenen Großküchengeräte zeigt eine Übereinstimmung mit dem Einschalten der Bandspülmaschine (siehe Abbildung 2-6). Die Bandspülmaschine ist mit 288 kWh der zweit größte Energieverbraucher der Küche, nur die Kühlung (333kWh) verbraucht nach der Messung mehr Energie pro Tag. Neben der Bandspülmaschine sind auch noch ein Topfspülmaschine sowie ein Tablettspülmaschine gemessen worden. Die Tagessumme der drei Spülgeräte übersteigt das von dem gemessenen Kühlaggregat um 70 kWh und ist damit der Bereich in dem am meisten Energie verbraucht wird. Von den Kochgeräten sind der Kombidämpfer und Schnellkochkessel mit je 30 kW der Großverbraucher (siehe Abbildung 2-8). Wenn wir die Anzahl der Geräte von dieser Type in der Großküche berück-

sichtigen (siehe oben), steigt der Energieverbrauch dieses Bereichs auf 300 kWh pro Tag. Dieser Wert umfasst also nur die Schnellkochkessel und Kombidämpfer!

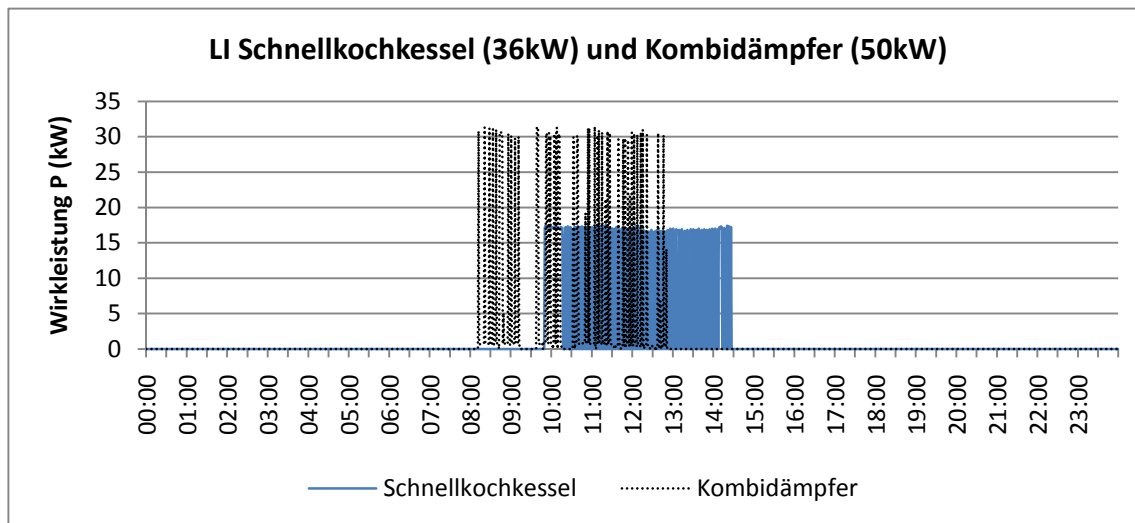


Abbildung 2-8: Leistungskurve der Schnellkochkessel und Kombidämpfer der Betriebsküche des Amtes der OÖ Landesregierung

2.2.3 Küche des Otto-Wagner Spitals

In der Küche des Otto-Wagner Spitals (OWS) sind insgesamt 10 Großküchengeräte sowie die Gesamteinspeisung gemessen worden. Die Küche wird von fünf Leitungen eingespeist, wovon derzeit vier Leitungen gemessen worden sind, die letzte Messung läuft momentan. Da keine Angaben über den Jahresverbrauch der Küche vorliegen sind die Messungen der Gesamteinspeisungen kritisch um Einsicht zu bekommen in den Elektrizitätsverbrauch der Großküche. Deshalb ist die Gesamteinspeisung über mehrere Tage gemessen worden damit zumindest ein Wochendurchschnittsverbrauch erfasst worden ist. Dieser Wochendurchschnitt kann folglich hochgerechnet werden um eine grobe Einschätzung vom Jahresverbrauch zu bestimmen.

In Abbildung 2-9 sind die derzeitigen Ergebnisse der Messungen wiedergegeben, die Tagessumme der Großküchengeräte spiegelt während den Betriebszeiten der Küche zwar die Gesamteinspeisung wieder, ist aber jedoch viel zu niedrig und die Dauer des Verbrauchs, bzw. der Lüftung und Kühlung, sind nicht in der Messung der Gesamteinspeisung erfasst worden. Dies ist abzulesen aus der Leistungskurve des betreffenden Großküchengeräts in Abbildung 2-10. Zum Vergleich kann Tabelle 2-2 angeführt werden. In dieser sind die Tagesverbräuche der Großküchen aufgelistet. Auffällig ist, dass die Küche des OWS, die wesentlich größer ist als SP und LI, nur einen Bruchteil an Energie nach die derzeitige Messungen verwendet. Werden Kühlung und Lüftung aber berücksichtigt, wird der Gesamtverbrauch mit 25 bis 60 kW zunehmen. Über einen Tag gerechnet (Mittelwert verwendet) sind das über 1000 zusätzliche kWh pro Tag. Es wird erwartet, dass die fünfte Einspeisungsader die bis jetzt fehlende Energie ergeben wird. Wenn dies nicht die Fall sein sollte, ist das Elektroverteilungssystem der Küche weiter zu untersuchen nach weiteren Einspeisungsadern.

Da die Messung nicht vollständig ist, können Ähnlichkeiten zwischen der Gesamteinspeisung und der Tagessumme der Großküchengeräte erwähnt werden. Der Leistungskurven zeigen jedoch Ähnlichkeiten im Zeitpunkt wo Spitzleistungen anfangen, z.B. kurz nach 07.00 Uhr, nimmt das Leistungsbedarf stark zu. Hier gilt aber auch wieder, dass die Kurven nicht strikt aufeinander umzusetzen sind weil sie in unterschiedlichen Tagen erfasst worden sind. Dazu

kommt noch, dass nicht alle Großküchengeräte gemessen worden sind aber stets eine bestimmte Type. So ist die Anzahl der Messungen auf 6 reduziert worden auf Grund der Zeiteffizienz, repräsentiert jedoch 18 gleichartige Kochgeräte.

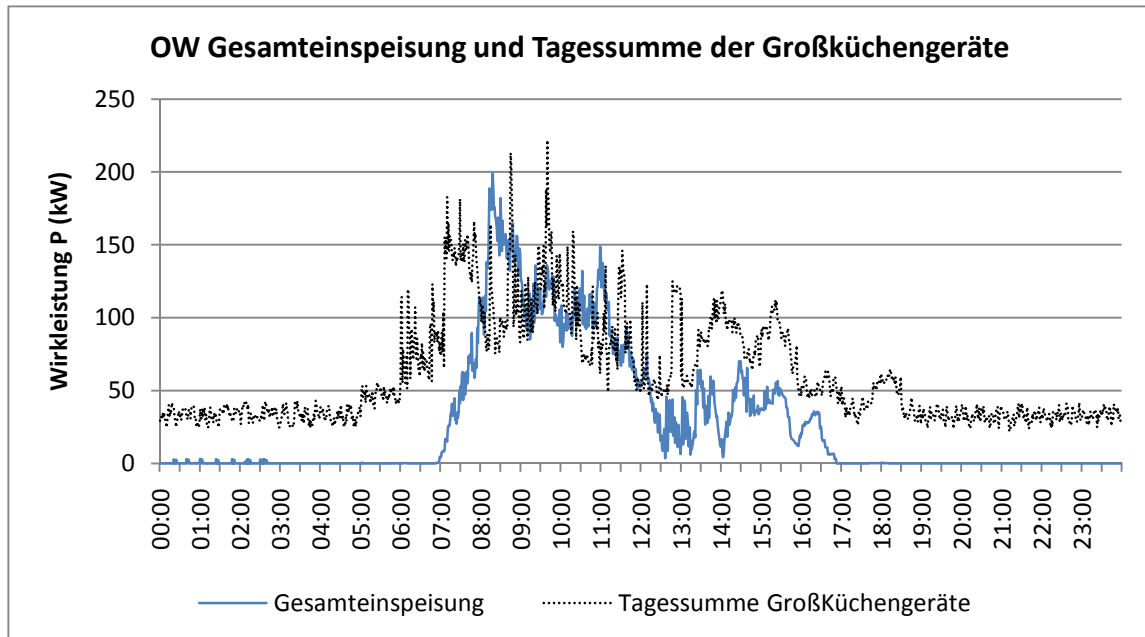


Abbildung 2-9: Gesamteinspeisung 1 OW und Summe der Elektrizitätsverbrauch der gemessenen Großküchengeräte.

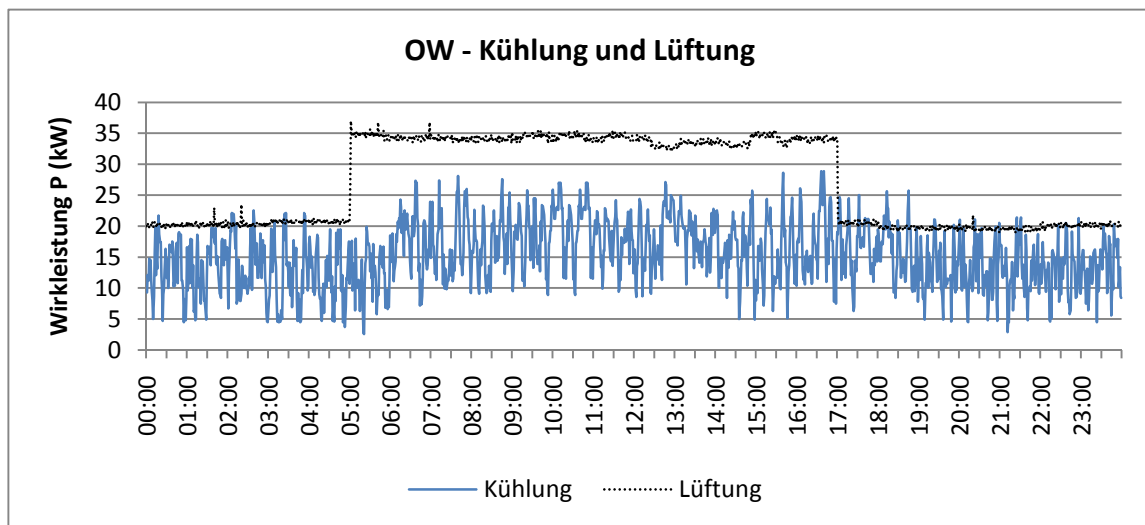


Abbildung 2-10: Die Leistungskurven der Kühlung und Lüftung in OW

Wie die Grafik aus Abbildung 2-10 zeigt, wird der Leistungsbedarf außerhalb der Betriebszeiten für die Kühlung und Lüftung benötigt, ähnlich bei der Küche in St. Pölten und Linz. Die Leistungskurve der Kühlung zeigt eine leichte Zunahme im durchschnittlichen Leistungsbedarf des Kühlaggregats von 4 kW während den Betriebszeiten (bzw. 06.00 bis 15.00). Damit nimmt der Leistungsbedarf auf 18 kW zu, das anhand der Aktivitäten in der Küche zu erklären ist. Der Leistungsbedarf der Lüftung ist zwischen 05.00 und 17.00 mit 34 kW um 14 kW höher als der Bedarf außerhalb dieser Zeiten.

Die Bandspülmaschine zeigt einen relativ niedrigen Energieverbrauch weil der Bedarf nur teilweise mit elektrischer Energie versorgt wird (siehe Abbildung 2-11), größtenteils verwendet die Bandspülmaschine Fernwärme. Neben der Bandspülmaschine verwenden 5 Kombidämpfer und eine Anzahl sonstiger Großküchengeräte Fernwärme für ihre Energieversorgung. Der Fernwärmeverbrauch lässt sich nur teilweise den definierten Bereichen zuordnen. Testmessungen sind nicht möglich da dies ein Eingriff in das System bedeuten würde. Deshalb wird keine Zuordnung der Bereiche vorgenommen aber nur der Gesamtverbrauch das der Küche direkt zuzurechnen ist, und der Teil der für die Heizung verwendet wird. Insgesamt sind in dem Jahr 2008 ca. 2800 MWh Energie aus Fernwärme in der OW-Küche verwendet worden, wovon 28% der Küche direkt zugeschrieben werden können.

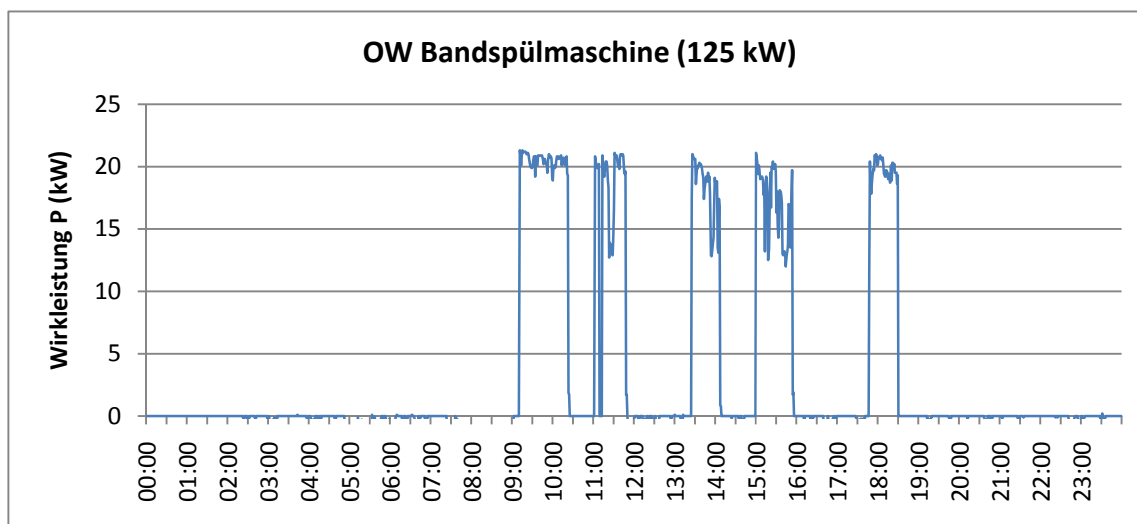


Abbildung 2-11: Die Leistungskurve der Bandspülmaschine

2.2.4 Küche des LKH Rohrbach

Derzeit sind in Rohrbach 10 Großküchengeräte (siehe Tabelle 2-1) sowie die Gesamtein- speisung gemessen worden. Die Großküche wird über drei Leitungen eingespeist, wovon derzeit zwei gemessen worden sind. Die Küche ist seit Oktober 2008 in Betrieb und damit die neueste Küche die am SUKI Projekt teilnimmt. Ein Nachteil dabei ist, dass keine Daten für den Jahresverbrauch 2008 vorliegen. Die technische Betriebsführung hat als Indikator für den Elektrizitätsverbrauch den Wert von 300 kWh pro Tag genannt. Zusätzlich sind die Zählerstände von zwei der drei Elektroverteiler zwischen Juni und Oktober aufgezeichnet worden (siehe Tabelle 2-3). Dies ergibt einen durchschnittlichen Tagesverbrauch von 320 kWh was hochgerechnet auf ein Jahr ungefähr 117.000 kWh ergibt. Die Tagesmessungen ergeben jedoch einen Verbrauchswert von ca. 790 kWh pro Tag (siehe Tabelle 2-1) was hochge- rechnet auf ca. 290.000 kWh pro Jahr ergibt.

Tabelle 2-3: Aufzeichnungen der Zählerstände in RO

Datum	Zeit	AV-Küche (kWh)	SV-Küche (kWh)
09.06.2009	08:00	30491,5	56572,4
10.06.2009	08:15	30620	56832
15.06.2009	08:04	31131	57778
16.06.2009	08:00	31246	57995
05.10.2009	10:30	43554	81448

12.10.2009	08:00	44344	82803
14.10.2009	11:30	44683	83360

Infolge des derzeit unbekanntes Jahresverbrauchs werden die drei Einspeisungsadern für eine Woche gemessen. In Abbildung 2-12 und Abbildung 2-13 sind die ersten Ergebnisse der AV- und SV-Küche der Elektroverteiler wiedergegeben.

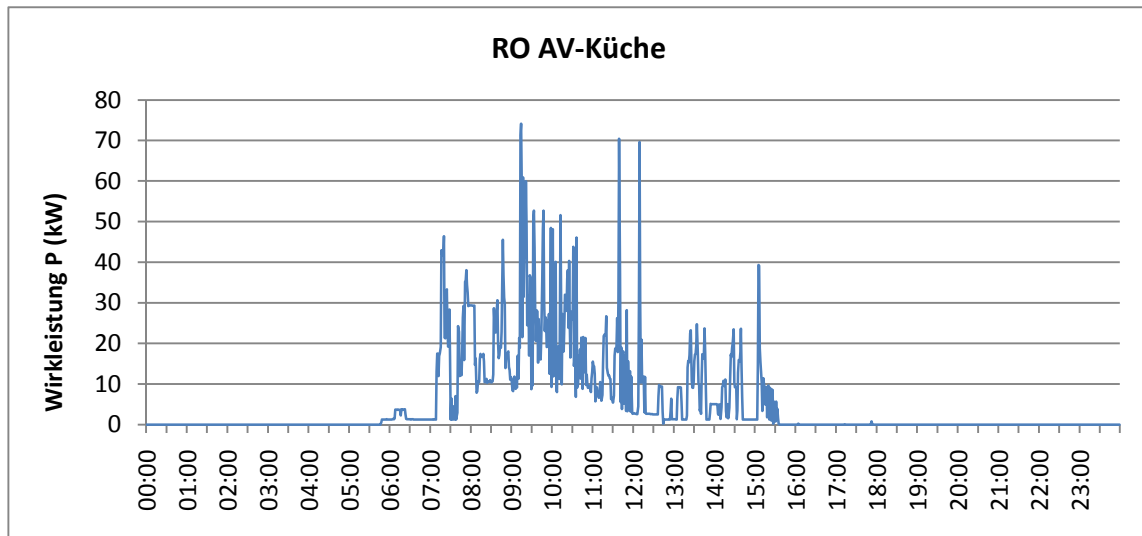


Abbildung 2-12: Leistungskurve von ein der drei Einspeisungsleitungen (bzw. AV-Küche) der RO Großküche

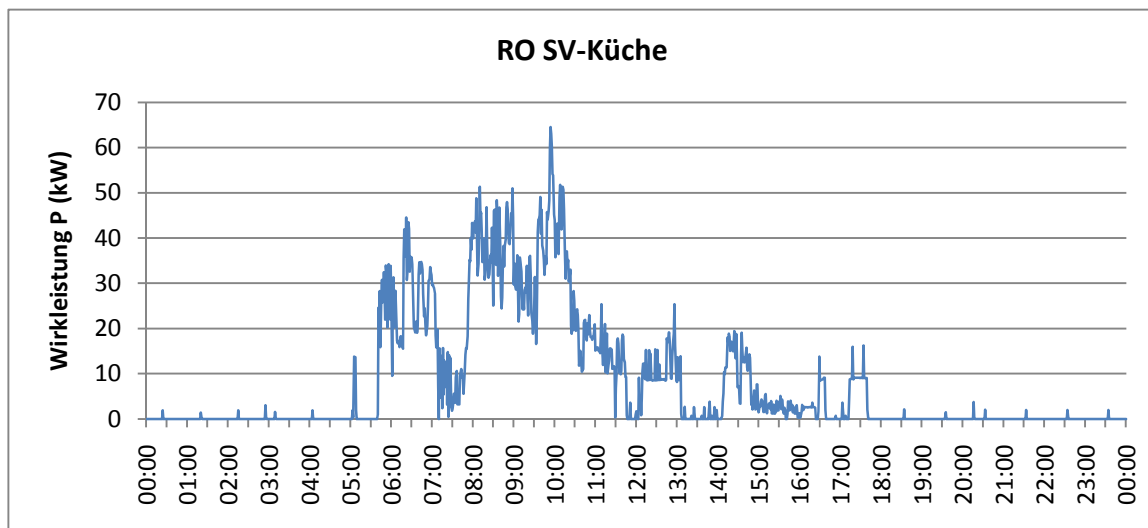


Abbildung 2-13: Leistungskurve von ein der drei Einspeisungsleitungen (bzw. SV-Küche) der RO Großküche

3 Weitere Schritte

Aus verschiedenen Gründen haben sich die Energieverbrauchsmessungen verzögert, deshalb konnte der betreffende Teil während dieser Abrechnungsperiode noch nicht abgeschlossen werden. Wichtige Fortschritte sind jedoch gemacht und mit Ausnahme von zwei Messungen ist die Datenerfassung für die vier vorgenommenen Großküchen komplett. Es betrifft die Großküchen in denen der Gesamtenergieverbrauch unbekannt ist und deshalb längere Messungen notwendig waren um die Genauigkeit der Schätzung des jährlichen Energieverbrauchs zu erhöhen. Wenn die Messungen komplett sind, kann bestimmt werden ob es tatsächlich gelungen ist den Gesamtenergieverbrauch der Küchen zu erfassen. Ist dies der Fall, können weitere Analysen unternommen werden wie zum Beispiel die Stromverbrauchstruktur und die Identifikation der Großverbraucher. Anhand von Diagrammen werden die Leistungskurven der Großküchengeräten sowie die Gesamteinspeisung dargestellt und mit den Küchenleitern besprochen. Das Ziel dabei ist, in einem ersten Schritt der Küchenleitung zu zeigen wie der Energieverbrauch ihrer Küche aussieht und welche Großküchengeräte dabei eine wichtige Rolle spielen. In einem zweiten Schritt wird gemeinsam mit der Küchenleitung besprochen, ob Einsparungspotentiale zu realisieren sind. Falls dies der Fall ist, werden die Einsparungspotentiale von der RMA berechnet und die potentiellen monetären Einsparungen sowie die CO₂ Reduzierungen dargestellt.

4 Anhang

Anhang 1: Energiemessung Programme

4.1 Anhang 1: Energiemessung Programme

Ort: St. Pölten						
Zeitraum:						
Datum	Start	End	Sicherung	Gerät/Bezeichnung	Messdauer (h)	Datensetno.
	:	:	1Q1	Gesamteinspeisung	24	
	:	:	3Q8	Kochkessel	5,5	
	:	:	19Q1-8 / 20Q2	Kombidampfer	3,5	
	:	:	4Q2 / 4Q4	Druckkochapparat	3,5	
	:	:	7Q2 / 7Q4	Herd	7,5	
	:	:	3Q4 / 3Q6	Kippkochkessel	4,5	
	:	:		Kippdruck Braissieur	2,5	
	:	:	4Q6 / 4Q8 / 5Q2 / 5Q4 / 7Q8	Kippbrattpfanne	2,5	
	:	:	2Q1 / 2Q2	Bandspülmaschinen	5,5	
	:	:	2Q3	Bandspülmaschinen	5,5	
	:	:	3Q2	Geschirrspülmaschine	8,5	
	:	:		Bainmarie	4,5	
	:	:		Tellerspender	3,5	
	:	:		Lüftung	24	
	:	:		Kühlung (aggregat)	24	

Ort: LTK Linz				
Zeitraum:				
Datum (dd.mm.jj)	Sicherung	Gerät/Bezeichnung	Messdauer (h)	Datensetno.
	1Q1	Gesamteinspeisung	24	
	10Q2 / 10Q3	Heißluftdämpfer (50 kW)	4,5	
		Schnellkochkessel (36 kW)	4,5	
		Kochkessel (24,1 kW)	3,5	
		Korbspülmaschinen (11,1 kW)	5,5	
	10Q1	Bandspülmaschinen (100 kW)	3,5	
	13F2	Tablettspülmaschine (41 kW)	3,5	
		Kaffeemaschinen (6,9 kW)	24	
	5Q3 / 5Q4	Kühlung	24	
	5Q1	Lüftung	24	

Ort: EB-R Werdertorgasse						
Zeitraum:						
Datum	Start	End	Sicherung	Gerät/Bezeichnung	Messdauer (h)	Datensetno.
	:	:		Gesamteinspeisung	24	
	:	:		Kombidämpfer	2,5	
	:	:		Herd	1,5	
	:	:		Kippbratpfanne	6	
	:	:		Topfspülmaschinen	3	
	:	:		Bandspülmaschinen	3	
	:	:		Wärmetransportwagen	5,3	
	:	:		Kühlung	24	
	:	:		Lüftung	24	

Ort: SMZ-Baumgartner Höhe-OWS				
Zeitraum:				
Datum	Sicherung	Gerät/Bezeichnung	Messdauer (h)	Datensetno.
		Gesamteinspeisung	24	
		Bandspülmaschine Meiko		
		Druckkochkessel ELRO (45kW)		
		Kochkessel ELRO (45kW)		
		Kombidämpfer ELRO (45kW)		
		Stickenofen Sveba Dahlen 50(kW)		
		Ruhrwerkapparat ELRO (21,9kW)		
		Kippbratpfanne ELRO (16,2kW)		
		Herd ELRO (16kW)		
		Bainmarie Rieber (2,667kW)		
		Kühlung	24	
		Lüftung	24	

Ort: LKH Rohrbach							
Zeitraum:							
Datum	Start	End	Sicherung	Gerät/Bezeichnung	ID-Nr	Messdauer (h)	Datensetno.
	:	:		Gesamteinspeisung		24	
	:	:		Kombidämpfer	77H01092	2,18	
	:	:		Kombidämpfer klein	77H01093	2,6	
	:	:		Teekoher	77H00400	3,3	
	:	:		Induktionskochfeld	77H01099	4	
	:	:		Bratpfanne	77H01094	3,3	
	:	:		Schwarzgeschirrspülmaschine	77H01087	5,4	
	:	:		Bandspülmaschine	77H01073	6,8	
	:	:		Speiseförderband	77H01079	2,6	
	:	:		Kühlung		24	
	:	:		Lüftung		24	

Ort: WBS Klosterneuburg						
Zeitraum:						
Datum	Start	End	Sicherung	Gerät/Bezeichnung	Messdauer (h)	Datensetno.
	:	:		Gesamteinspeisung	24	
	:	:		Kochkessel	3,9	
	:	:		Kombidämpfer	2,8	
	:	:		Kochkessel	1,5	
	:	:		Kippbratpfanne	2,0	
	:	:		Geschirrspülmaschine	3,5	
	:	:		Geschirrspülmaschine	3,5	
	:	:		Heißwassergerät	12,5	
	:	:		Bainmarie	2,6	
	:	:		Tellerspender	2,2	
	:	:		Kühlung	24	
	:	:		Lüftung	24	