

Adressen:**Herausgeber:**

Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)
Belpstrasse 53
3003 Bern
Tel.: 031/61 21 39
Fax: 031/61 20 57

Geschäftsstelle: RAVEL

c/o Amstein+Walthert AG
Leutschenbachstrasse 45 8050 Zürich
Tel.: 01/305 91 11
Fax: 01/305 92 14

Ressortleiter:

Jean Marc Chuard Enerconom AG
Hochfeldstrasse 34 3012 Bern

Tel.: 031/23 97 23

Autoren: Robert Horbaty und Urs Renggli Alteno AG
Ausserdorf 8
4438 Langenbruck
Tel.: 062/60 16 22

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, Februar 1992
Auszugweiser

Nachdruck unter Quellenangabe
erlaubt. Zu beziehen beim Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern (Best. Nr. 724.397.13 d)

Form. **724.397.13 d 2.92 200**

RAVEL Materialien zu RAVEL

Materialien zu RAVEL

Energieverbrauch in gewerblichen Küchen

Robert Horbaty
Urs Renggli



Impulsprogramm RAVEL
RAVEL - **Materialien** zu RAVEL

Bundesamt für Konjunkturfragen

ZUSAMMENFASSUNG	1
1. Einleitung	4
1.1 Aufgabenstellung	4
1.2 Vorgehen	4
2. Mess- & Auswertungs-Methode	5
2.1 Messapparatur	5
2.1 Auswertungs-Methode	6
3. Messresultate und Analyse	7
3.1 Systemabgrenzung	7
3.2 Gebäudedaten	7
3.3 Datenzusammenstellung der 5 Gastronomie-Betriebe	8
3.4 Stromverbrauchs-Verlauf	11
3.5 Stromverbrauchs-Struktur	12
3.6 Korrelationen-Kennzahlen	13
3.7 Stromspar-Massnahmen	16
4. Detaillierte Daten und Resultate der 5 Gastronomie-Betriebe	19
4.1 Migros Restaurant/Traiteur Shopping-Center Lyss	20
4.1.1 Daten & Kennzahlen	21
4.1.2 Tages- & Wochengang - Stromverbrauchs-Struktur	25
4.1.3 Stromspar-Massnahmen	30
4.2 Alters-/Pflegeheim Frenkenbündten Liestal	31
4.2.1 Daten & Kennzahlen	32
4.2.2 Tages- & Wochengang - Stromverbrauchs-Struktur	36
4.2.3 Stromspar-Massnahmen	41
4.3 Kantonsspital Liestal	42
4.3.1 Daten & Kennzahlen	43
4.3.2 Tages- & Wochengang - Stromverbrauchs-Struktur	47
4.3.3 Stromspar-Massnahmen	52
4.4 Schnellimbiss-Restaurant Nordwestschweiz	53
4.4.1 Daten & Kennzahlen	54
4.4.2 Tages- & Wochengang - Stromverbrauchs-Struktur	58
4.4.3 Stromspar-Massnahmen	63
4.5 Landgasthof Bären Langenbruck	65
4.5.1 Daten & Kennzahlen	65
4.5.2 Tages- & Wochengang - Stromverbrauchs-Struktur	70
4.5.3 Stromspar-Masen	75
5. Schlussbemerkung	77
Anhang - 1 - Literaturverzeichnis	
- 2 - Details der Messapparatur	

ZUSAMMENFASSUNG

Das Hauptziel des Impulsprogramms RAVEL (rationelle Verwendung von Elektrizität), welches die eidgenössischen Räte 1989 lanciert haben, ist es, die Zunahme des Stromkonsums zu brechen.

Mit dem vorliegenden Untersuchungsprojekt Nr. 13.51 "Energieverbrauch in gewerblichen Küchen" soll dem Stromverbrauch und den Einsparmöglichkeiten in der vielseitigen Gastronomie-Branche mehr Beachtung und Initiative zum Erreichen von Massnahmen verschafft werden.

Dazu wurden **fünf Gastronomie-Betriebe** untersucht:

- Migros-Restaurant mit Traiteur im Shopping-Center Lyss
- Alters-/Pflegeheim-Küche mit Cafeteria in Liestal
- Kantonsspital-Küche mit Cafeteria in Liestal
- Schnellimbiss-Restaurant in der Nordwestschweiz
- Landgasthof Bären in Langenbruck

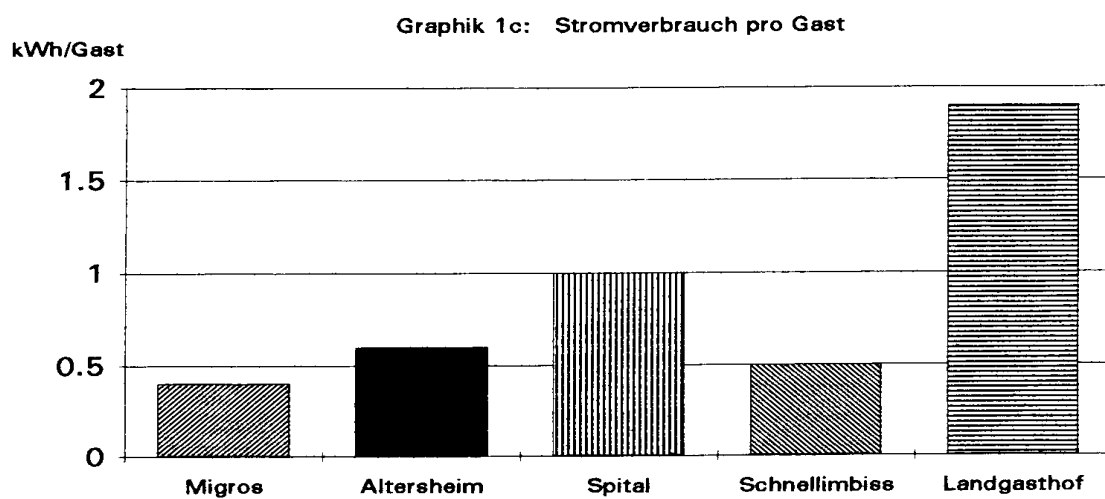
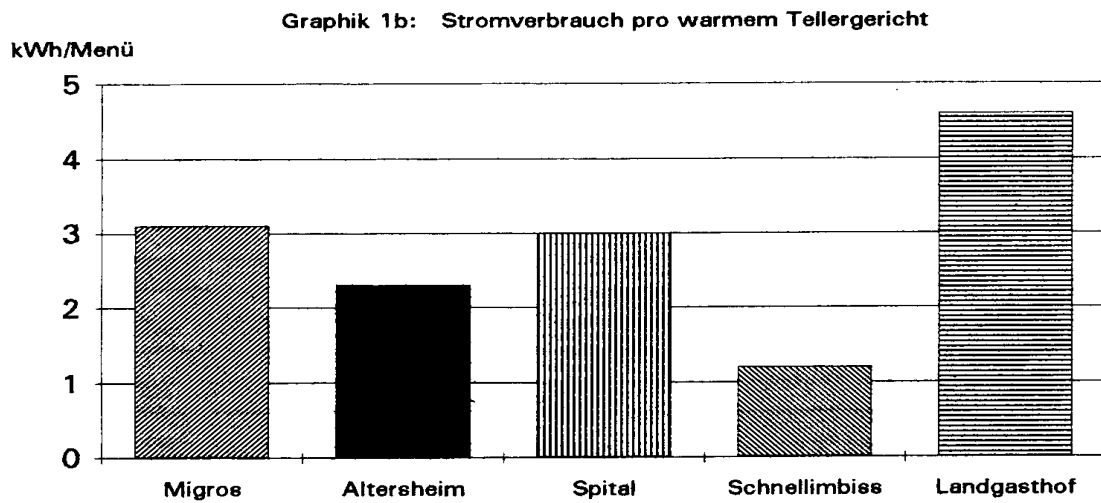
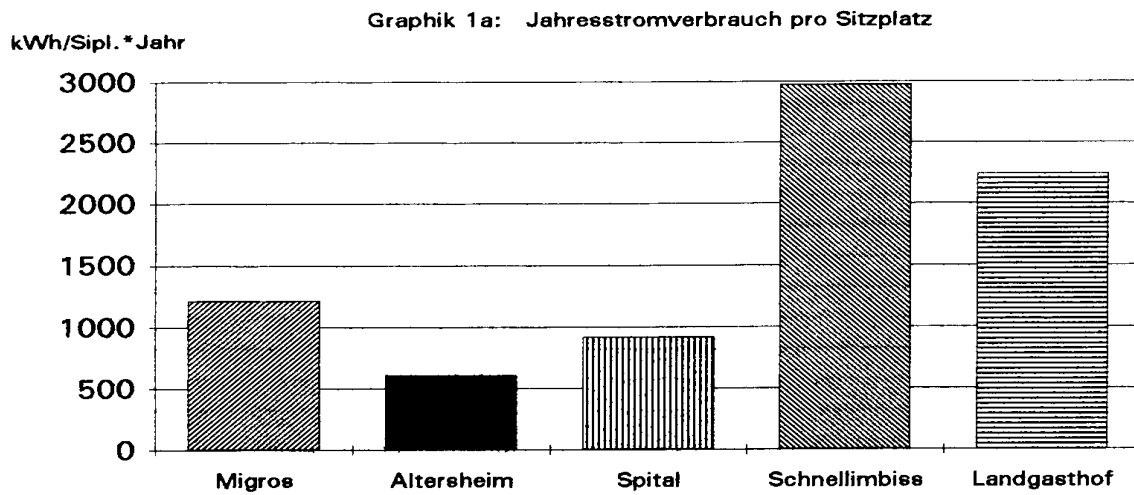
Die bei allen durchgeführte On-Line Messung ermöglichte

1. die Berechnung von Kennzahlen auch für Betriebe, die keine separaten Stromzähler für den Gastronomie-Betrieb hatten,
2. gab Aufschluss über die Verwendung der Elektrizität für die Bereiche: Kochen, Abwaschen, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung,
3. verhalf verdächtige "Energiefresser" aufzuspüren wie z.B.: Klimaanlage im Schnellimbiss-Restaurant, Abwaschanlage im Alters-/Pflegeheim, hohe Stromspitzen des Steamers im Shopping-Center-Restaurant, nachts unnötig laufender Küchenventilator in der Spital-Küche, enormer Stromverbrauch der Kochherdplatten im Landgasthof.

Kenn- und Vergleichsdaten über den Stromverbrauch wurden ermittelt sowie offensichtliche Elektrizitäts-Sparmöglichkeiten beschrieben. In keinem Betrieb konnte eine deutliche Abnahme des Tagesstromverbrauchs bei sinkender Kundenzahl oder kleinerer Anzahl warmer Tellergerichte beobachtet werden. Dies weist auf den grossen Stromkonsum in der Bereitschaftsstellung eines Gastronomie-Betriebes und auf das Fehlen von organisatorischen Massnahmen sowie flinken Regelungen von Kochgeräten, Abwasch- und Lüftungsanlagen hin. In der Senkung der hohen Grundlasten liegt ein wichtiges Sparpotential.

Folgende **Kennzahlen** erwiesen sich als geeignet, um gewerbliche Küchen mit Speisesaal zu beurteilen und gleichartige Gastronomie-Betriebe zu vergleichen:

- Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz
- Stromverbrauch pro warmem Tellergericht
- Stromverbrauch pro Gast
- Stromverbrauch pro Fr.-Umsatz



Wegen der Verschiedenartigkeit der 5 untersuchten Betriebe lassen sich die ermittelten Werte nur bedingt miteinander vergleichen:

- Graphik Ia - Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz: 1'200 kWh/Sitzplatz & Jahr im Shopping-Center-Restaurant gegenüber 600 kWh/Sitzplatz & Jahr im Alters-/Pflegeheim, welches nur für die Mittagszeit eine vorbestellte Anzahl warme Essen zubereitet, während im Migros-Restaurant von mittags bis abends warme Essen aus grosser Auswahl konsumiert werden können.
- Graphik Ib - Stromverbrauch pro warmem Tellergericht: 4,6 kWh/Menü im feinen Landgasthof bei schwacher Besucherfrequenz im Hochsommer gegenüber 1,2 kWh/Menü im Schnellimbiss-Restaurant, welches mit einem gänzlich anderen Speiseangebot, mitten in einer Stadt etwa sieben Mal mehr Kunden bediente.
- Graphik 1c - Stromverbrauch pro Gast: 0,4 kWh/Gast im Migros-Restaurant/Traiteur wo fast die Hälfte der Kunden am Traiteur einkaufen und von der anderen Hälfte nur jeder vierte Restaurant-Besucher ein warmes Essen konsumiert verglichen mit 0,6 kWh/Gast im Alters/Pflegeheim, wo etwas mehr als jeder Vierte ein warmes Essen bestellte oder gar mit 1,9 kWh/Gast im Landgasthof sowie 0,5 kWh/Gast im Schnellimbiss-Restaurant, wo nahezu jeder Zweite ein warmes Menü genoss.

Die vorgeschlagenen **Stromspar-Massnahmen** reichen vom Organisatorischen (konsequentes Abschalten von Geräten, Geschirrwaschmaschine nur gefüllt in Betrieb setzen) über technische Massnahmen an bestehenden Geräten (Wärmedämmungen von Geräten verbessern, Abwärme rückgewinnen, bedarfsgesteuerte Lüftung, Lastmanagement) zum Ersatz von Apparaten (Grillplatte mit Anti-Abstrahlbelag, Induktionskochherd, Stromsparlampen, hochisolierte Kühlzellen, Quellen-Lüftung).

Als nächster Schritt sollte in jedem Betrieb die **Umsetzung** der aufgedeckten Stromsparmöglichkeiten an die Hand genommen werden. Mittels effizienter Technik eingesparte Kilowattstunden kommen volkswirtschaftlich günstiger als die in neuen Kraftwerken zusätzlich erzeugte Elektrizität. Effiziente Energienutzung ist eine interessante ingenieurtechnische Herausforderung und, für uns alle, eine Investition in die Zukunft für eine umweltschonende Energieversorgung.

1. EINLEITUNG

Das Impulsprogramm RAVEL (rationelle Verwendung von Elektrizität) bildet zusammen mit den beiden Impulsprogrammen "Bauliche Erneuerung" und "Eneuerbare Energien" das Aktionsprogramm Bau und Energie 1989-1995, welchem die Eidgenössischen Räte im Jahr 1989 zugestimmt haben. Das Hauptziel von RAVEL ist gemäss der bundesrätlichen Botschaft, die Zunahme des Stromkonsums zu brechen.

1.1 Aufgabenstellung

Mit den Untersuchungsprojekten Nr. 13.51 "Energieverbrauch in gewerblichen Küchen" und Nr. 13.52 "Fallstudie Testküche" soll dem Stromverbrauch und den Einsparmöglichkeiten in der vielseitigen Gastronomie-Branche von Wirtverband/Hotelierverein/Kantinen/ Schnellimbisslokale etc. mehr Beachtung verschafft werden.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung "Energieverbrauch in gewerblichen Küchen" ist es, Kenn- und Vergleichsdaten über den Stromverbrauch in gewerblichen Küchen zu ermitteln und offensichtliche Sparmöglichkeiten aufzudecken. Fünf Messobjekte aus dem breiten Spektrum Grossküche, Kantine, Schnellimbiss-Restaurant, Landgasthof wurden ausgewählt, eine Grobanalyse und ein Messprogramm durchgeführt sowie die Messergebnisse graphisch und tabellarisch ausgewertet und kommentiert.

Gegenstand des hierzu parallel abgewickelten Untersuchungsprojektes "Fallstudie Testküche" ist die detaillierte Untersuchung der eigentlichen Küchengeräte in einem der oben fünf ausgemessenen Gastronomie-Betrieben. Dabei werden die Einzelgeräte detailliert untersucht und die Einsparmöglichkeiten durch energieeffizientere Geräte, durch technische und organisatorische Massnahmen an den bestehenden Geräten beschrieben, berechnet und zum Teil ausgemessen.

1.2 Vorgehen

Phase 1: Vorbereitung

Auswahl der 5 Gastronomie-Betriebe
Erstellen des Messprogramms

Phase II: Ist-Zustand-Aufnahme und Messkampagne

Gebäude-Daten und Heizanlage, Warmwasser-Aufbereitung, Speisesaal- & Küchen-Lüftung, Kühlanlagen, Beleuchtung und Aufnahme sämtlicher Geräte für die Zubereitung, Verarbeitung und Verteilung der Speisen in Küche und Speisesaal des betreffenden Betriebes, sowie Erfassen der Jahres-Energieverbrauchszahlen für Elektrizität und Heizenergien.

Messkampagnen bestehend aus: Installation der Messvorrichtung zur kontinuierlichen Messung des gesamten Strombedarfs des Gastronomie-Betriebes (Küche & Speisesaal, ohne

Raumwärme und Warmwasser-Vorwärmung auf 40-60 °C), Durchführung der Messung während 1- 2 Wochen und Aufspüren kritischer Einzelgeräte oder Verbrauchergruppen an Hand von Hinweisen und ersten Ergebnissen aus der Messkampagne.

Phase III: Auswertung und Bericht

Die auf PC-Disketten gespeicherten Messdaten wurden aufbereitet und mit einem TabellenKalkulationsprogramm ausgewertet und graphisch aufgezeichnet.

Die Daten der untersuchten 5 Küchen werden verglichen.

Die während der Ist-Zustand-Aufnahme und der Messkampagne erkannten energetischen Missstände bzw. Einsparmöglichkeiten werden beschrieben.

Dieses Projekt wird mit dem vorliegenden Schlussbericht abgeschlossen.

2. MESS- UND AUSWERTUNGS-METHODE

2.1 Messapparatur

Das Strommesssystem "ALTENO SMS-I" besteht aus:

- Messkoffer mit 5 Sineax-Leistungsmessumformer, Fabrikat Camille Bauer, Grösse: 400 kW, 160 kW, 100 kW, 50 kW und 80 kVA Blindleistung
- 15 Zangenstromwandler, Fabrikat Elmes, Grössen: 1000 & 100 A mit Uebersetzung 1: 1000, 100 A mit Uebersetzung 1: 100 inkl. Anschluss- + Verlängerungskabel
- Spannungsmessvorrichtung
- 8-Kanal AD-Wandler, Fabrikat Zirelco
- Laptop-Computer Olivetti M15
- Messkoffer mit sämtlichem Zubehör für eine sichere Handhabung am Elektro-Sicherungskasten bei der Installation der Messvorrichtung, insbesondere Handschuhe und Brille für das Anbringen der Strommesszangen um die Stromkabel und die Sicherungsköpfe.

2.2 Auswertungs-Methode

Strommess-Programm: Das Messprogramm ist in Turbo Pascal geschrieben. Zu Beginn werden die Messparameter wie Name des Messobjekts, Bezeichnung des Messkanals, Maximalwert des Messumformers, Uebersetzungsverhältnis der Stromzangen eingegeben. Jeder Messkanal wird automatisch 1 Mal pro Sekunde abgefragt. Die Messwerte werden nach beliebig wählbarer Zeit, in dieser Untersuchung nach 10 Sekunden, zu einem Mittelwert gebildet und in Files abgespeichert. Ebenfalls kann die Grösse der Files durch Bestimmen der Anzahl Mittelwerte pro File eingegeben werden. Für diese Untersuchung werden 1080 Mittelwerte pro File entsprechend einer Messdauer von 3 Stunden, gewählt. Bei einem Stromausfall erlischt ein noch nicht abgeschlossenes File, die letzten Messdaten gehen also verloren. Nach dem Stromunterbruch startet sich der Computer automatisch wieder auf. Die Messdaten können am Messort in Form von Tagesgängen auf dem Bildschirm dargestellt werden, wobei währenddessen die Messung unterbrochen wird. Spätestens nach Abschluss einer Messreihe, beim Umhängen der Messzangen auf andere Verbrauchergruppen, wird die Diskette gewechselt.

Auswertung: Auf einem leistungsfähigeren PC im Büro wurden die Messdaten jeder Messreihe ab Diskette mit einem Graphik-Programm durchgeschaut, um erste Erkenntnisse zu gewinnen. Für die Auswertung werden die Messdaten (kW-Mittelwerte als Integer-Zahlen auf Diskette) mit einem weiteren Programm in bearbeitbare Daten umgewandelt, zu 3Minuten Mittelwerte gebildet, in Tagesfiles abgelegt und mit Name und Laufnummer von Messreihe und Messtag versehen. Mit dem Tabellen-Kalkulations-Programm Excel für Windows von Microsoft werden die in Tagesfiles abgelegten Messdaten ausgewertet, zu Angaben über maximale und mittlere Leistung, Gesamt-Stromverbrauch und mit für jeden Tag separat eingegebenen Betriebsdaten wie Gästezahl, Anzahl warme Tellergerichte, etc. zu Kennzahlen verarbeitet.

3. MESSRESULTATE & ANALYSE

3.1 Systemabgrenzung

Gastronomie-Betrieb: Für die vorliegende Untersuchung gilt als Gastronomie-Betrieb der Küchenbetrieb von der Annahme der zugelieferten Nahrungsmittel (roh und vorgekocht) bis zu deren Zubereitung zu Speisen und Auslieferung an den zugehörigen Speisesaal inklusive den Verkauf an die Kunden im Speisesaal oder an Passanten.

Betriebsenergie: Als Betriebsenergie wurde nur der Elektrizitätsverbrauch betrachtet, der für den Küchenbetrieb und die Kundenbedienung benötigt wurde. Der Erdgas- oder Dampfverbrauch zum Kochen war in keinem Betrieb relevant.

Raumwärme: Der Raumwärmebedarf in Küche und Speisesaal kann nur über die Energiebezugsfläche und die jeweilige Energiekennzahl des ganzen Gebäudes abgeschätzt werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde diese Wärmeenergie nicht in die Kennzahlen wie kWh pro warmem Tellergericht, etc. miteinberechnet.

Warmwasser: Die Vorwärmung des Brauchwarmwassers auf 40-60°C mit Wärme von Sonnenkollektoren bzw. Wärmerückgewinnung von Kälteanlagen wurde als gratis Energie betrachtet, der Fernwärmebedarf dafür im Kantonsspital Liestal vernachlässigt, der Strombedarf im Schnellimbiss-Restaurant hingegen inkonsequenterweise miterfasst.

3.2 Gebäudedaten

Betriebsart: Die 5 ausgewählten Gastronomie-Betriebe sind sehr unterschiedlich in Grösse (Fläche, Anzahl Sitzplätze) und Betriebsart (Anzahl warme Tellergerichte pro Tag, Anzahl warme Essen pro Gast, Öffnungszeiten, Inhalt eines warmen Tellergerichts: vom mehrgängigem Festessen bis zum Hamburger mit Salat).

Tabelle 1: Gebäudedaten

	Migros-Restaurant Lyss	Alters/Pflegeheim Liestal	Kantonsspital Liestal	Schnellimbiss-Restaurant	Landgasthof Bären Langenbruck
Baujahr	1983	1980	1962	1983	1577
EBF-Küche & Speisesaal, m²	620	745	1735	412	270
Anzahl Sitzplätze	206	180	650	120	90
Öffnungszeiten					
- Stunden/Tag	10,5	9,75	13,5	15,5	15,0
- Tage/Jahr	300	365	365	365	365

Vergleichbarkeit: Durch die Auswahl von 5 eher verschiedenartigen Betrieben kann mit dieser Untersuchung die ganze Gastronomie-Branche angesprochen werden. Nahezu jeder erwerbliche Küchenbetrieb wird einem der untersuchten ähnlich sein und lässt sich somit gut vergleichen und beurteilen.

3.3 Daten und Resultate der 5 Betriebe

Die Tabelle 2 auf folgender Seite zeigt die wichtigsten Daten und Untersuchungsergebnisse:

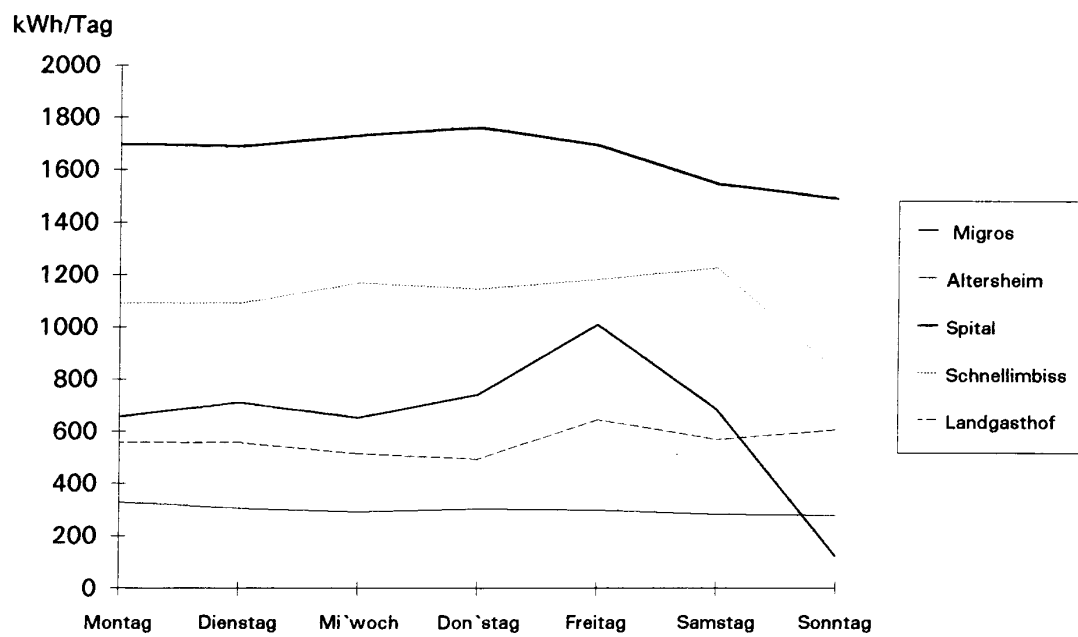
- Energiekennzahl: Die E-Zahl Elektrizität ist nicht nützlich zur Beurteilung des energetischen Zustands einer gewerblichen Küche, da darin weder die Betriebszeiten, die Menge der zubereiteten Speisen oder das Platzangebot für die Gäste berücksichtigt wird.
- Bei ähnlicher Speisesaalgrösse (Anzahl Sitzplätze) variiert die Anzahl zubereiteter warmer Tellergerichte um das mehrfache, da entweder nur zu Hauptessenszeiten oder ganztags warme Speisen angeboten werden.
- Von der Kundschaft bestellte nur jeder vierte bis fast jeder zweite Gast ein warmes Essen.
- Die Anzahl Gäste wurde nur über die Anzahl Coupons erfasst, weshalb Kennzahlen, die sich darauf beziehen, mit einer Ungenauigkeit behaftet sind, da manchmal auf einem einzigen Kassabon die Konsumation einer ganzen Familie verrechnet ist.
- Die Durchschnitts-Ausgaben pro Gast variieren von 3 Fr. bis 13 Fr. Gründe: Die Menüs im Alters-/Pflegeheim sind subventioniert, im Landgasthof wird ausgiebiger, d.h. mit Wein und Desserts oder mehrgängig konsumiert.
- Der Stromverbrauch konnte nicht in allen Betrieben durch eine einmalige Messung an einer einzigen Stelle im Gebäude vollständig erfasst werden, da Küche und Speisesaal oft ab mehreren Sicherungskasten versorgt werden. Zum Teil wurden Zusatzmessungen an anderen Stellen gemacht und zum aufgezeichneten Total-Tagesstrom addiert bzw. subtrahiert. Der Tagesstrom-Verbrauch variiert von 300 bis 1'600 kWh/Tag. In Betrieben ohne separate Zähler wurde der gemessene Durchschnitts-Tagesstrom-Verbrauch auf ein ganzes Jahr aufgerechnet. Das Migros- und das Schnellimbiss-Restaurant waren mit separaten Elektrizitäts-Zählern ausgerüstet.
- Die Kenngrößen Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz und Stromverbrauch pro warmem Tellergericht sind am besten geeignet, um den energetischen Zustand einer gewerblichen Küche beurteilen zu können.
- Abgesehen vom Schnellimbiss-Restaurant mit einem andersartigen Speise-Angebot stellt das Alters-/Pflegeheim warme Speisen mit 2,3 kWh/Menü am energieeffizientesten her, wobei zu bemerken ist, dass warme Menüs nur zur Mittagszeit serviert werden und die energieaufwendigeren individuellen warmen Tellergerichte, welche Migros-Restaurant und Landgasthof zwischen den Mahlzeiten anbieten, gänzlich entfallen. SchnellimbissRestaurants sind als Sonderfall zu betrachten, da dort nahezu ganztags warme Gerichte, hergestellt aus vorgefertigten Nahrungsmitteln, in kurzer Aufenthaltszeit auf wenig Raumfläche zubereitet und konsumiert werden. Der Energieaufwand für die Vorfertigung der Nahrungsmittel und das Wegwerf-Geschirr wurde hier nicht miteinberechnet. Dadurch erklärt sich der niedrigste Wert von 1,2 kWh/ warmem Essen.

Tabelle 2: Daten und Messresultate der untersuchten 5 Gastronomie-Betrieben

	Migros- Restaurant Lyss	Alters/Pflege- heim Liestal	Kantonsspital Liestal	Schnellimbiss- Restaurant	Landgasthof Bären Langenbruck
Gebäudedaten					
- Baujahr	1983	1980	1962	1983	1577
- EBF-Küche & Speisesaal, m ²	620	745	1735	412	270
- Anzahl Sitzplätze	206	180	*650	120	90
Energiedaten					
- E-Wärme MJ/m ² a ganzes Gebäude	120	490	975	580	690
- E-Strom MJ/m ² a Küche + Speisesaal	1450	530	1240	3120	2690
- Elektrische Leistung installiert kW	260	180	580	150	200
spez. install. W/m ²	420	240	330	370	740
gemessen max. kW	139	54	207	82	81
Messkampagne	8.-24.5.91	4.-14.6.91	14.-27.6.91	27.6.-8.7.91	8.-23.7.91
- warme Menüs/Tag	250	129	542	910	121
- Anzahl Gäste/Tag	1'020	504	1'605	2'034	298
- Gäste/Si.pl. & Tag	5.0	2.8	2.5	17.0	3.3
- warme Menüs/Gast	0.25	0.26	0.34	0.45	0.41
- Fr.-Einnahmen/Gast	6.20	2.70	5.20	5.35	13.50
Stromverbrauch					
- kWh/Jahr	250'000	109'000	597'000	357'000	202'000
- kWh/Tag gemessen	741	299	1'635	1'061	553
Kenngrossen					
- kWh/Sitzpl. & Jahr	1200	600	900	3000	2250
- kWh/Menü warm	3.1	2.3	3.0	1.2	4.6
- kWh/Gast	0.4	0.6	1.0	0.5	1.9
- kWh/Fr.-Umsatz	0.07	0.22	0.20	0.10	0.14

* Spital: 220 Cafeteria-Sitzplätze + 430 Betten

Graphik 1: Wochentages-Stromverbrauch der 5 Gastronomie-Betriebe



Obige Graphik zeigt wie der Stromverbrauch während einer Woche von Tag zu Tag variiert im Falle des Migros-Restaurant oder nahezu konstant bleibt im Alters-/Pflegeheim.

3.4 Stromverbrauchs-Verlauf

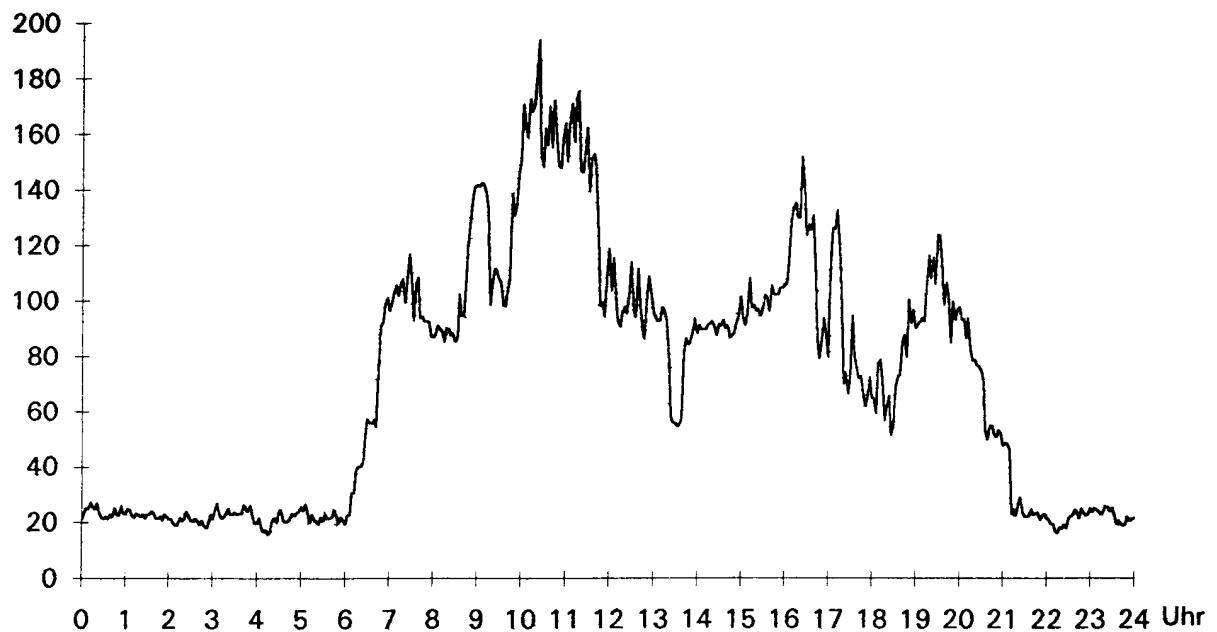
Die Aufzeichnung der in Tagesfiles abgelegten gemessenen Leistungsdaten ergeben Tageskurven. Im unten abgebildeten Beispiel sind deutlich erkennbar:

Einschaltvorgang für die Zubereitung des Morgenessens, Kochbeginn um 9 und 10 Uhr fürs Mittagessen, Absinken des Leistungsbedarfs um 11.30 Uhr, weitere Abnahme nach dem Abwaschen um 13.30 Uhr, Zubereitung des Nachtessens um 16 Uhr und Abwaschen mit Arbeitsschluss um 20 Uhr.

Die Tageskurve hilft unbekannte "Stromfresser", z.B. nachts eingeschaltete Geräte, aufzuspüren, und die Möglichkeiten eines Last-Management-Systems zur Glättung des Strombezugs (Brechung der Leistungsspitzen) zu beurteilen. Die Tages- und Wochengänge der einzelnen Liegenschaften sind im Kapitel 4 zu finden.

Leistung kW

Fr. 21.6.1991



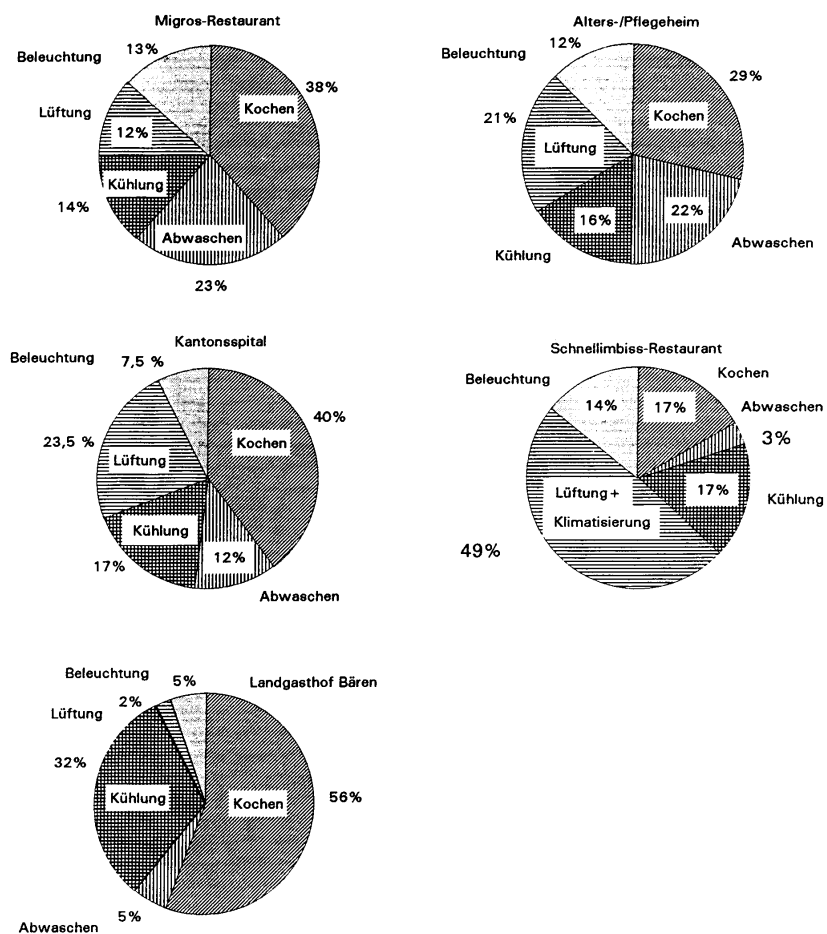


Tabelle 3: Spezifische Stromverbrauchs-Aufteilung,

Stromverbrauch pro Restaurant- Gast	Kochen	Abwaschen	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Summe kWh/Gast
Migros-Restaurant	0.15	0.17	0.05	0.05	0.05	0.41
Alters-/Pflegeheim	0.17	0.13	0.10	0.13	0.07	0.60
Kantonsspital	0.41	0.12	0.17	0.24	0.07	1.01
Schnellimbiss	0.09	0.02	0.09	0.26	0.07	0.53
Landgasthof	1.04	0.09	0.59	0.04	0.09	1.85

3.6 Korrelationen und Kennzahlen

Die Untersuchungs-Ergebnisse zeigen, dass sich eine schwach lineare Abhängigkeit zwischen Stromverbrauch und Umsatz erkennen lässt und dass der Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz mit der Restaurantgrösse abnimmt. Zwischen der Anzahl warmer Tellergerichte wie auch der Gästezahl und dem Stromverbrauch lässt sich keine Korrelation erkennen.

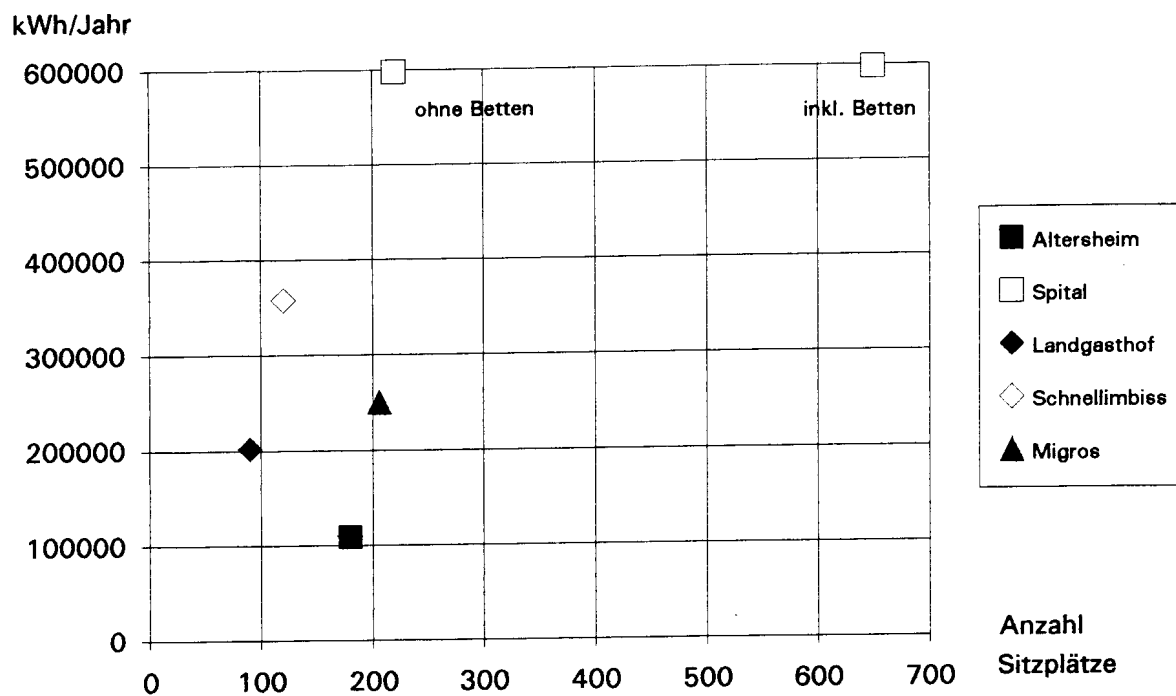
Die Graphiken auf den folgender Seite stellen die Werte von Tabelle 2 optisch dar:

- Graphik Nr. 2 - Jahresstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl Sitzplätze: Von der Restaurant-Grösse kann nicht auf den Stromverbrauch geschlossen werden, höchstens für gleichartige Betriebe. Beim Spital wurden zwei Werte berechnet. Einmal wurden die Patienten-Betten zu den Cafeteria-Sitzplätzen hinzugerechnet und das zweite Mal (=ohne Betten) nicht.
- Graphik Nr. 3 - Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz in Abhängigkeit der Anzahl Sitzplätze: Der spezifische Stromverbrauch, nämlich pro Sitzplatz, nimmt mit der Restaurant-Grösse ab.

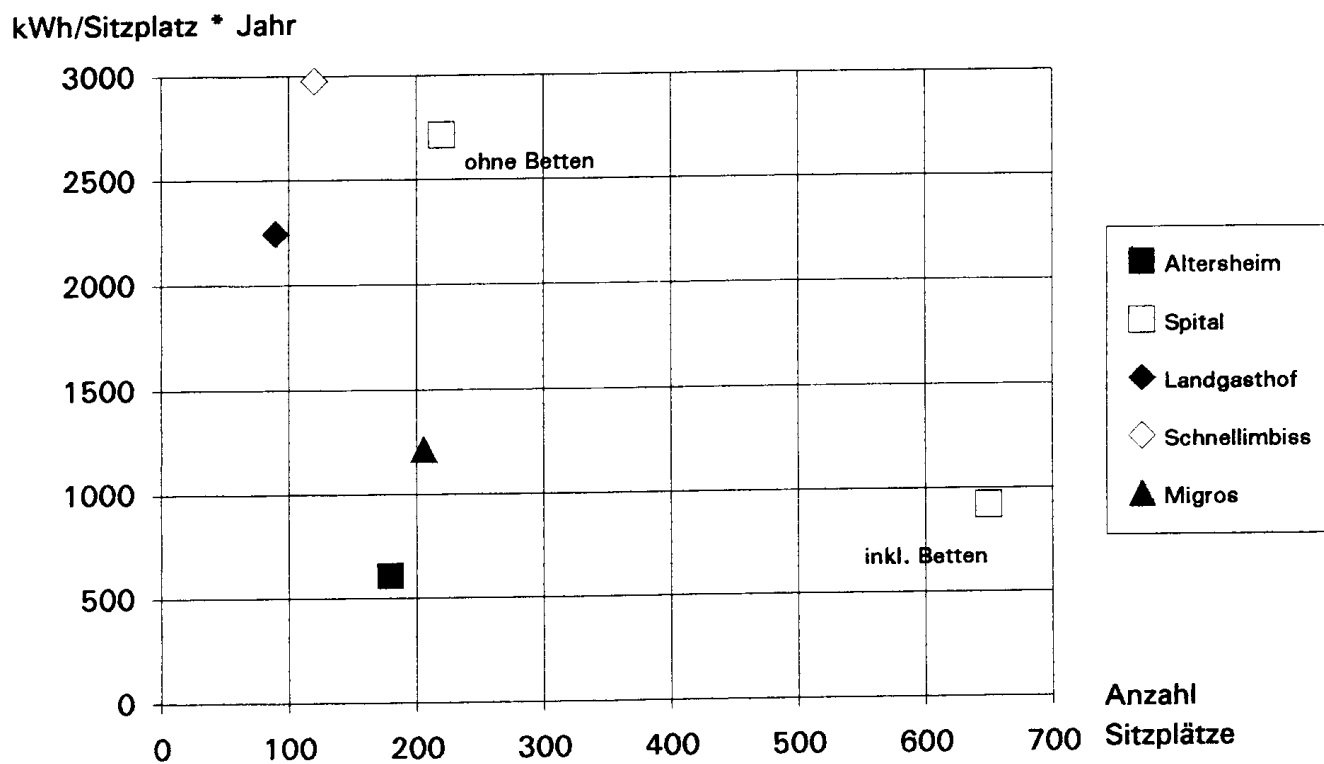
Die darauf folgenden Graphiken stellen die täglich ermittelten Stromverbrauchswerte aller fünf Betriebe in Relation zu den Indikatoren Anzahl warmer Tellergerichte, Gästezahl und Franken Umsatz dar:

- Graphik Nr. 4: Eine Korrelation von Anzahl warmer Tellergerichte zum Tagesstromverbrauch über die Grenzen der einzelnen Gastronomie-Betriebe hinweg ist nicht ersichtlich. Nur der Landgasthof und der Spital weisen eine schwach lineare Abhängigkeit auf, wie die vergrösserten Graphiken in Kap. 4.3.2 und 4.5.2 zeigen, Im Migros-Restaurant wurde der Durchschnitt pro Arbeitstag eingesetzt, da die Menüzahl nicht täglich erfasst werden konnte.
- Graphik Nr. 5: Stromverbrauch in Abhängigkeit der Gästezahl, zeigt wie die Betriebsdaten von Migros bei niedriger Kundenzahl in die Grössenordnungen des Landgasthofs streben und bei grossem Andrang, an Freitagen, in die Grössenordnungen des Schnellimbiss-Restaurants.
- Graphik Nr. 6, welche den Umsatz in Relation zum Stromverbrauch setzt, könnte unter Auslassen der Spital-Angaben (subventionierte Essen) eine lineare Abhängigkeit vermuten lassen, wie annäherungsweise: $\text{kWh/Tag} = 200 + 0,075 \times \text{Fr.-Tagesumsatz}$. Die Einzelwerte für das Migros-Restaurant und das Alters-/Pflegeheim sind Durchschnittswerte der Messperiode.

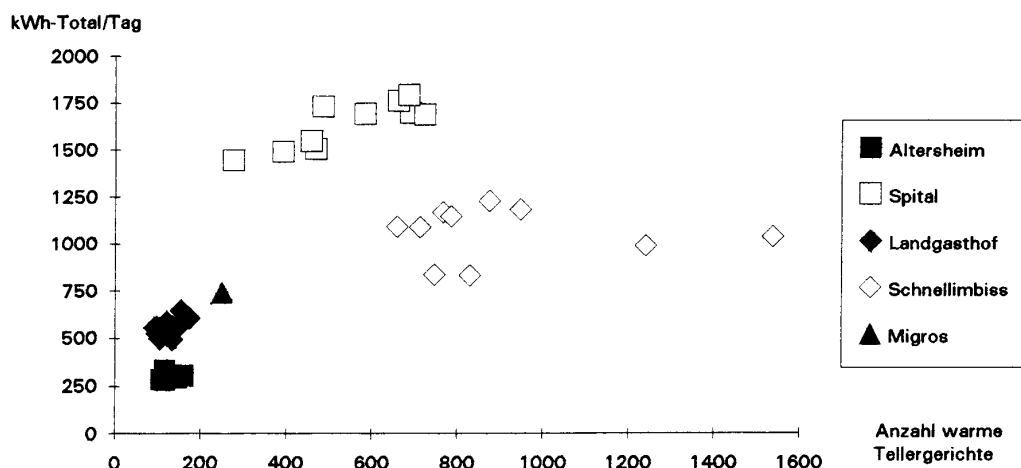
Graphik 2: Jahresstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl Sitzplätze



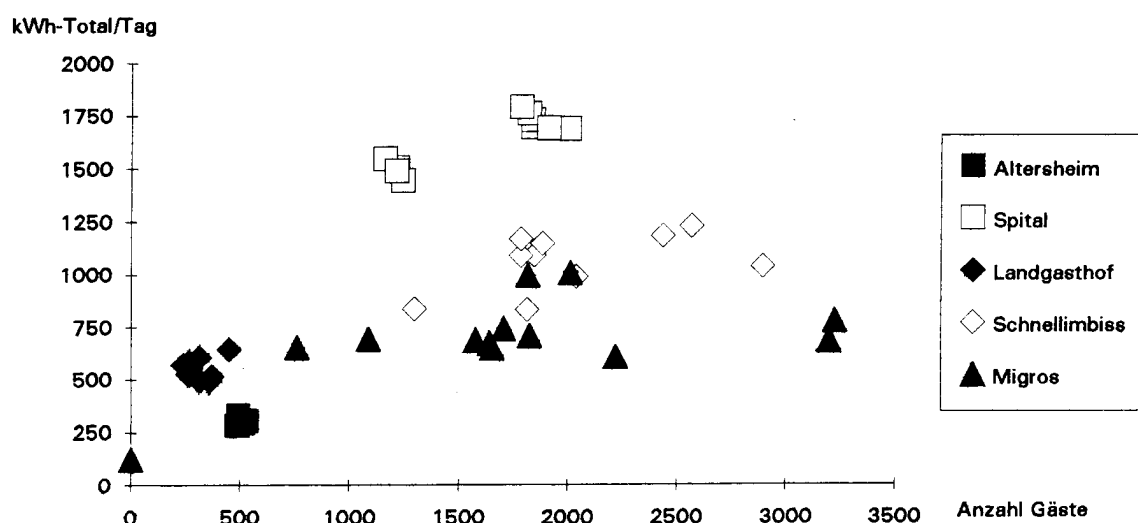
Graphik 3: Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz in Abhängigkeit der Anzahl Sitzplätze



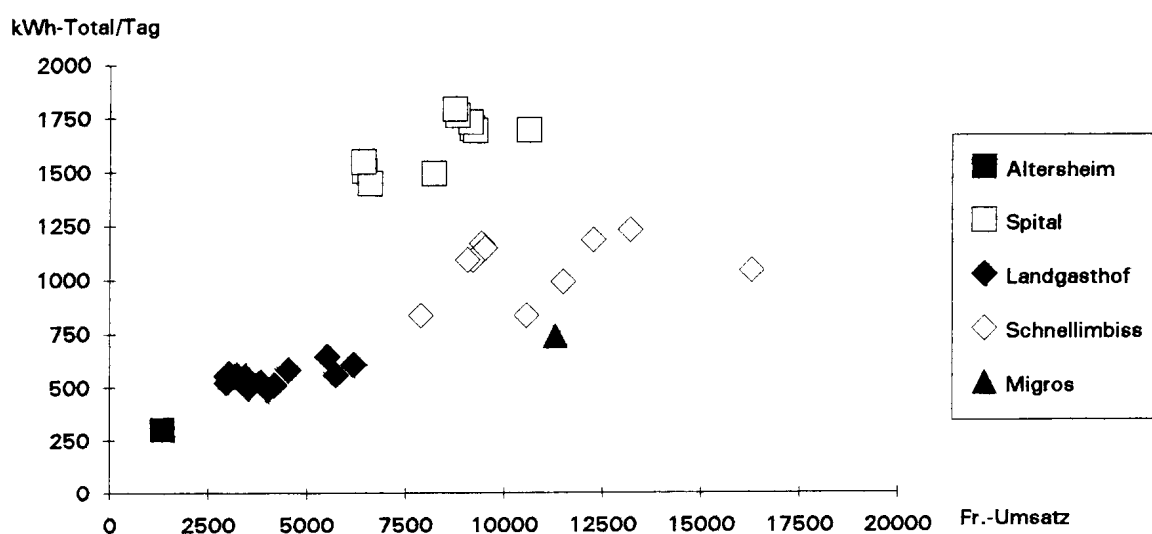
Graphik 4: Stromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte



Graphik 5: Stromverbrauch in Abhängigkeit der Gästezahl



Graphik 6: Stromverbrauch in Abhängigkeit des Umsatzes



3.7 Stromspar-Massnahmen

Die Stromspar-Massnahmen lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- organisatorische Massnahmen
- technische Massnahmen an bestehenden Geräten
- Ersatz von Apparaten

Grundlast

In allen Betrieben wurde eine grosse Grundlast gemessen, d. h. der Stromverbrauch war im wesentlichen unabhängig von der Anzahl Kunden oder warmer Menüs. Dies weist auf den grossen Stromkonsum in der Bereitschaftsstellung eines Gastronomie-Betriebes hin. In der Senkung dieser Grundlast liegt ein wichtiges Sparpotential. Dies sollte ausgeschöpft werden durch organisatorische Massnahmen und flinken Regelungen von Kochgeräten, Abwaschund Lüftungsanlagen.

Sparpotential

In der detaillierten Untersuchung von Fa. Infra Consult AG im hierzu parallel abgewickelten Untersuchungsprojekt "Fall Testküche" resultierte für das moderne Migros-Restaurant ein Einspar-Potential von 17 % Elektrizität. In den fünf untersuchten Betrieben wurden zahlreiche energetische Missstände aufgedeckt und unten aufgelistete Stromspar-Massnahmen vorgeschlagen. Die Berechnung der Sparpotentiale war nicht Aufgabe dieser Untersuchung.

Energiekosten

Die Berechnung von Energie- und Kosten-Einsparung war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Trotzdem wurden in den Detail-Beschreibungen im Kap. 4 einige Zahlenangaben gemacht und in untenstehender Tabelle die Stromkosten zusammengestellt.

Tabelle 4: Elektrizitäts-Kosten

	Strompreis-Durchschnitt im 1990 Rp./kWh	Leistungspreis im 1990 Fr./kW & Jahr
Migros-Restaurant (BKW)	17,1	120.-
Alters-/Pflegeheim (EBL)	13,6	105.60
Kantonsspital Liestal (EBL)	10,8	57.60
Schnellimbiss (k.A.)	14,5	144.-
Landgasthof (EBL)	13,6	105.60

Massnahmen-Beschreibung

Organisatorisches generell:

Durch manuellen Eingriff kann ohne technischen Aufwand bereits ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion des Stromkonsums geleistet werden, z.B.: Kochherdplatten ausserhalb der Essenszeiten ganz abschalten oder zumindest teilweise, Beleuchtung bei nicht Gebrauch konsequent ausschalten, Geschirr-Abwaschmaschinen nur ganz gefüllt in Betrieb setzen, nachts Kühlvitriolen oder Getränke-Kühler entleeren und ausschalten, oder erstere zumindest zudecken. Wärmeschränke, -bäder und Kaffeemaschinen nachts ausschalten. Es gibt Betriebe, in denen nachts alle Stecker ausgezogen werden, damit kein Apparat unnötig eingeschaltet bleibt.

Kochen: - Grillplatten und Elektro-Kochherdplatten mit Anti-Abstrahl-Beschichtung (geringere Anschlussleistung und kleinerer Wärmeverlust) einsetzen oder den energetisch effizienteren Induktionskochherd.

- Verwendung von geschlossenen Geräten wie Combi-Steamer, Druckgarbraisière, Dampf-Luft-Mikrowellen-Gerät anstelle von Umluftofen + Steamer, Druckkochkessel.
- Verbesserte Wärmedämmung an Wärmeschränken, Geschirrspüler, Deckel von Kippkessel und Kippbratpfannen etc.

Abwaschen: - Rückgewinnung von Wärme aus dem Abwasser der Geschirr-Waschmaschinen.

- Warmwasser aufbereiten mit Wärme aus den Kälteanlagen.

- Warmwasser nicht mit Elektro-Boiler aufbereiten, da meistens genügend Abwärme aus den Kühlanlagen und Abwaschmaschinen anfällt oder weil in der Wärmezentrale ohnehin eine Fernwärmestation oder Heizzentrale eingeschaltet ist und billigere Energie liefern kann.

- Warmwasser-Verteilung über Zirkulationssystem mit Zeitschaltuhr gesteuerten Pumpen mit einer getakteten Betriebszeit anstelle von Dauerbetrieb.

Kühlung: - Verbesserte Isolation von Kühlräumen und Tiefkühlzellen realisieren, Bauteile mit $k \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, Tiefkühlgeräte und Kühlschränke mit Tagesstromverbrauch von 3 Wh/1 Tag einsetzen (in USA gibts Sparkühlschränke mit $1,5 \text{ Wh/1 Tag}$).

Lüftung: - Die Lüftung verringern durch Reduktion der Ventilatoren-Drehzahlen oder durch periodisches Abschalten während Niedrig-Betriebszeiten. Die Luftzu- und -Abfuhr im Kundenbereich könnte mittels Luftqualitätsmessung (CO_2 -Gehalt) dem Bedarf angepasst werden. Bei einem Ersatz der Anlage umstellen auf eine Quellen-Lüftung mit Luftzufuhr als Frischluftsee am Boden und Blasluft-System zur Entfernung der Geruchsemissionen am Ort der Entstehung.

- Wenn überhaupt klimatisieren, dann wenigstens die Zuluft nur nach Bedarf kühlen, z.B. nach Aussentemperatur oder nach Speisesaal-

Temperatur mit manueller Eingriffsmöglichkeit des Personals und einer Freigabe erst ab 260C.

Beleuchtung - Stromspar-Lampen oder die noch energie-effizienteren FL-Röhren einsetzen wo technisch und ästhetisch möglich.

- Stromspar-Lampen in Kühlräumen einsetzen anstelle der 60 Watt Glühbirnen, wenn die Handschalter üblicherweise doch nicht betätigt werden, und auf Dauerbetrieb umstellen, oder Relais mit Türkontaktschalter und Notbeleuchtung. Bewegungsmelder für das Ein- und Ausschalten der Beleuchtung in schwach frequentierten Räumen einsetzen.

Leistung: - Verringerung der an die EW's bezahlten Leistungsspitzen mittels einem

Lastmanagement-System, in kleineren Betrieben durch elektrische Verriegelung einiger Geräte gegeneinander oder durch Reduktion der Einschaltleistung einzelner Apparate. Die Reduktion des Leistungsbedarfs ist nur indirekt eine Stromsparmassnahme und hauptsächlich ein Beitrag zur Reduktion der gesamthaft benötigten Kraftwerks-Leistung in der Schweiz. Durch ausgeglicheneren Strombezug müssen weniger Stauseen zu Spitzenbedarfszeiten entleert werden, um nachts mit etwa 30 % Verlust, wegen dem Pumpen-Wirkungsgrad, wieder aufgefüllt zu werden.

Apparate-

Erneuerung: Beim Ersatz von Küchen-Geräten oder Neuausrüstung sollten Wirte, Restaurants-Inhaber und Küchenplaner zukünftig Energievergleichszahlen als Entscheidungs-Kriterium bei der Fabrikat-Evaluation zur Verfügung haben. Ein Ziel wird sein, dass der Verein für Grossküchen ähnlich wie das SIH (Schweizerische Institut für Hauswirtschaft für Haushaltsgeräte) die gängigsten Fabrikate von Kochherden, Steamer, Tiefkühlzellen, usw. in Normtests untersucht und Vergleichswerte ermittelt. Heute sind in der Branche für Grossküchen noch keine derartige Zahlen vorhanden und die Firmen preisen ihre Produkte in Prospekten mit undifferenzierten EnergieSparwerten an.

Umsetzung der Untersuchungs-Ergebnisse

Nach Abschluss dieser Energie-Analyse in den fünf Gastronomie-Betrieben sollten als nächster Schritt die Ausführung der vorgeschlagenen Stromspar-Massnahmen an die Hand genommen werden. Das vorhandene Einspar-Potential kann mit technischen und organisatorischen Mittel voll ausgeschöpft werden. Mittels effizienter Technik eingesparte Kilowattstunden kommen volkswirtschaftlich gesehen meistens günstiger als die in neuen Kraftwerken zusätzlich erzeugte Elektrizität. Bei der Realisierung der Massnahmen muss auf eine sorgfältige Ausführung der Installations-Arbeiten geachtet werden, damit ein Erfolg garantiert ist.

Effiziente Energienutzung ist eine interessante ingenieurtechnische Herausforderung und für uns alle eine Investition in die Zukunft für eine umweltschonende Energieversorgung.

KAPITEL 4

DETAILLIERTE DATEN UND RESULTATE

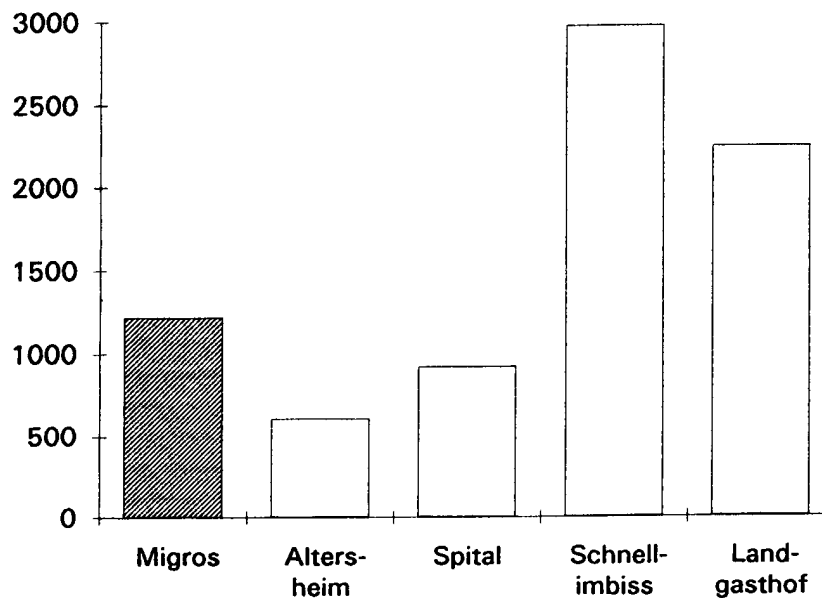
DER 5 GASTRONOMIE-BETRIEBE

4.1 MIGROS RESTAURANT/TRAITEUR SHOPPING CENTER LYSS

Dieses Selbstbedienungs-Restaurant mit Traiteur (das ist ein Verkaufsstand für Backwaren, Käse und Fleisch) befindet sich im Migros Shopping Center in Lyss. Die Firma Infra Consult AG, Bern, wählte diesen Betrieb aus, um in detaillierter Untersuchung für das Projekt "Fallstudie Testküche", die Einsparmöglichkeiten an den Einzelgeräten zu erarbeiten.



kWh/Sitzplatz & Jahr



4.1.1 Daten und Kennzahlen

In den folgenden zwei Tabellen: "Daten und Ergebnisse" sowie "Messergebnisse" sind sämtliche ermittelten Zahlen tabelliert.

Folgende Angaben und Zahlenwerte stechen hervor:

- Herr Brotschi ist ein engagierter und technisch kompetenter Abwart.
- Dank bzw. wegen hohem internem Wärmeanfall im Gebäude (Laden, Bäckerei, Restaurant/Traiteur) durch sehr hohen Stromverbrauch (E-Zahl El. = 1720 MJ/M2 für das ganze Gebäude) ist der Heizölbedarf gering, was sich in einer sehr niedrigen Energiekennzahl Wärme mit 120 MJ/M2 sichtbar macht.
- Von 1989 auf 1990 gelang es den Stromverbrauch leicht zu senken, - 2
- 93 % des Strombedarfs entsteht zur Hochtarifszeit.
- Die spezifisch installierte Elektro-Leistung ist mit 420 Watt/M2 sehr hoch.
- Die höchsten gemessenen Leistungsspitzen betragen 50 % vom installierten Wert, siehe dazu auch die Wochen-gang-Leistungskurven.
- Die Vollbetriebsstundenzahl (Jahresstromverbrauch / installierter Leistung) ist mit 960 Stunden/Jahr oder 11 % recht gering, vorallem wegen der hohen installierten Leistung und den zahlreichen Niedrig-Verbrauchszeiten (Sonn- & Feiertage, nachts).
- Die interne Elektrizitäts-Abrechnung verschreibt dem MM-Restaurant einen hohen Anteil Leistungskosten von 29 %, womit der durchschnittliche Strompreis im 1990 auf 17 Rp./kWh zu stehen kam.
- Als Indikatoren konnten während der Messkampagne nur die Gästezahl (=Anzahl Kassabons) täglich erfasst werden, die Angaben warme Tellergerichte und Umsatz sind Jahreszahlen und wurden auf Durchschnittswerte pro Arbeitstag umgerechnet..
- Im Stromverbrauch pro warmem Essen von 3,1 kWh/Menü ist der Aufwand von am Traiteur verkaufter Ware, die dort gekühlt, beleuchtet und z.T. temperiert wird, ebenfalls enthalten.
- Der Stromverbrauch pro Gast ist mit 0,41 kWh/Gast sehr niedrig da hier die am Traiteur einkaufenden Kunden wie, die im Schnellimbiss-Restaurant im "take away"-Verfahren konsumierenden Gäste, ebenfalls dazugezählt sind.
- Von den ausgemessenen Einzelgeräten fallen als grosse "Stromfresser" mit 20 kWh/Tag ins Gewicht: Kippbratpfanne, Bainmarie/Wärmeschränk, Bratplatte, Steamer, Topf-Wasch- und Abwaschanlage.

Tabelle 5: Daten und Ergebnisse Restaurant/Traiteur Migros Lyss

Gebäudedaten		
- Adresse	Migros	Bielstrasse 9
		3250 Lyss
	Gerant: Wieland	Tel. 032/ 84 57 97
	Abwart: Brotschi	
	Verkaufschef: C. Müller	Tel. 031/858 82 29
- Personalbestand	Küche, Restaurant und Traiteur	33
- Oeffnungszeiten	Tage/Jahr	300 d/a
	Stunden/Tag, Normalbetrieb Mo.-Do.	10,5 h/d
	Freitag	13 h/d
	Samstag	8 h/d
- Baujahr		1983
- EBF (Energiebezugsfläche)	Küche + Restaurant + Traiteur = Total	620 m*2
- Anzahl Sitzplätze		206
- Energieversorgung	Elektrizität ab EW-Netz	
	Heizenergie: Heizöl EL	
- Raumwärme-Aufbereitung	Ölheizkessel + WRG-Kälte mit WP	
- Raumwärme-Verteilung	Lüftung (mit WRG) und Heizkörper	
- Warmwasser	ab Boiler, WRG der Kältemaschinen	
- Raumklimatisierung	Grundwasser & Kältemaschinen zur Luftkühlung im Sommer	
Energiedaten		
- Heizenergiebedarf	Heizöl 1990, ganzes Gebäude	9'500 l
	Heizöl MM-Rest., 21 % (Verteilschlüssel)	2'000 l
- Elektrizitäts-Verbrauch	nur MM-Rest. 1989-1990, pro Jahr bezahlt	250'100 kWh
- Verbrauchsänderung	Elektrizität 1989----> 1990	-2.00%
- Jahresgang Stromverbrauch	Monats-Durchschnitt 1990, K + W & Licht	20'800 kWh/mo
	Abweichung nach unten K + W: Juli	-9%
	Abweichung nach oben K + W: Dez.	12%
- Tagesgang Stromverbrauch	Anteile Hoch- und Niedertarif HT/NT	93 % / 7 %
- Energiekennzahl Wärme	ganze Liegenschaft	120 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	nur MM-Restaurant & Traiteur	1'450 MJ/m*2
- Elektrische Leistung	total installiert	260 kW
	spezifisch installiert	420 W/m*2
	gemessen max. im Mai 1991	139 kW
- Verbraucher-Auslastung	Leistungsspitze/installierter Leistung	53%
- Vollbetriebsstunden	Arbeit kWh/installierter Leistung kW	960 h/a
		11%
- Elektrizitäts-Kosten	nur für Restaurant/Traiteur: im 1990	Fr. 42'800.-
	davon Leistungskosten: Fr. 12'500.-	29%
	Blindleistung MM-Tot. 7700 kVArh, 0,55%	Fr. 0.-

Tabelle 5: Daten und Ergebnisse Restaurant/Traiteur Migros Lyss

- Strompreis-Durchschnitt	inkl. Leistung im 1990, nur Rest./Trait.	17,1 Rp./kWh
	ohne Leistungsanteil	12,1 Rp./kWh
- Stromtarife 1991	Hochtarif Kraft + Wärme	12,3 Rp./kWh
	Hochtarif Licht	13,3 Rp./kWh
	Niedertarif Kraft + Wärme, Licht	8,0 Rp./kWh
	Leistung Kraft + Wärme	22.50 Fr./kW*3-Mo
	Leistung Licht	30 Fr./kW*3-Mo
	Blindleistung	0
Messkampagne	Datum	8.5.-24.5.91
	Dauer	17 Tage
- Messergebnisse	- Anzahl warme Tellergerichte/Tag	250
	- Anzahl Gäste/Tag, Rest. + Traiteur	1'893
	- Anzahl Gäste/Tag nur Restaurant	1'020
	- Anzahl Rest.-Gäste/Sitzplatz und Tag	5,0
	- warme Tellergerichte/Gast, Rest.-Kunden	0,25
	- Umsatz pro Tag Fr.	11'300
	- Fr.-Einnahmen/Gast	6.00
- Stromverbrauch	kWh/Arbeitstag, gemessen	741 kWh/Tag
	mittlere Leistung	30 kW
- Einzelstrom-Verbraucher	Kochherd, 16 kW, gemessen	14 kWh/d
	Kippbratpfanne, 10,7 kW, gem.	44 kWh/d
	Kippkessel, 18 kW, gem.	9 kWh/d
	Umluft-Backofen, 20,5 kW, gem.	12 kWh/d
	Topf-Waschanlage, 24 kW, gem.	46 kWh/d
	Abwaschanlage, 40 kW, gem.	123 kWh/d
	Friteuse, 3 Stk., 20 kW, gem.	19 kWh/d
	Bainmarie/Wärmeschrank, 6 kW, gem.	27 kWh/d
	Bratplatte, 9 kW, gem.	21 kWh/d
	Mikrowellenofen in Küche, 2,2 kW, gem.	2 kWh/d
	Steamer, 26 kW, gem.	29 kWh/d
	Jet-Spray (Kühler), 0,7 kW, gem.	6,9 kWh/d
	Getränkeausschank, (Kühler), 0,38 kW	3,4 kWh/d
	Doppel-Kaffeeautomat, 2,7 kW, gem.	7,3 kWh/d
	Tassenwärmer, 2,1 kW, gem.	7 kWh/d
	Kasse, 1 von 4, 6-26 Watt, gem.	0,2 kWh/d
	REST, nicht gemessen	370 kWh/d
KENNGRÖSSEN		
- Jahresstromverbrauch pro Sitz	- kWh/Sitzplatz* Jahr	2'975
- Stromverbrauch pro Menü	- kWh/Tellergericht warm	1,2
- Stromverbrauch pro Gast	- kWh/Gast	0,5
- Stromverbrauch pro Umsatz	- kWh/Fr.-Umsatz	0,07

Tabelle 6: Messergebnisse Restaurant/Traiteur Migros Markt Lyss

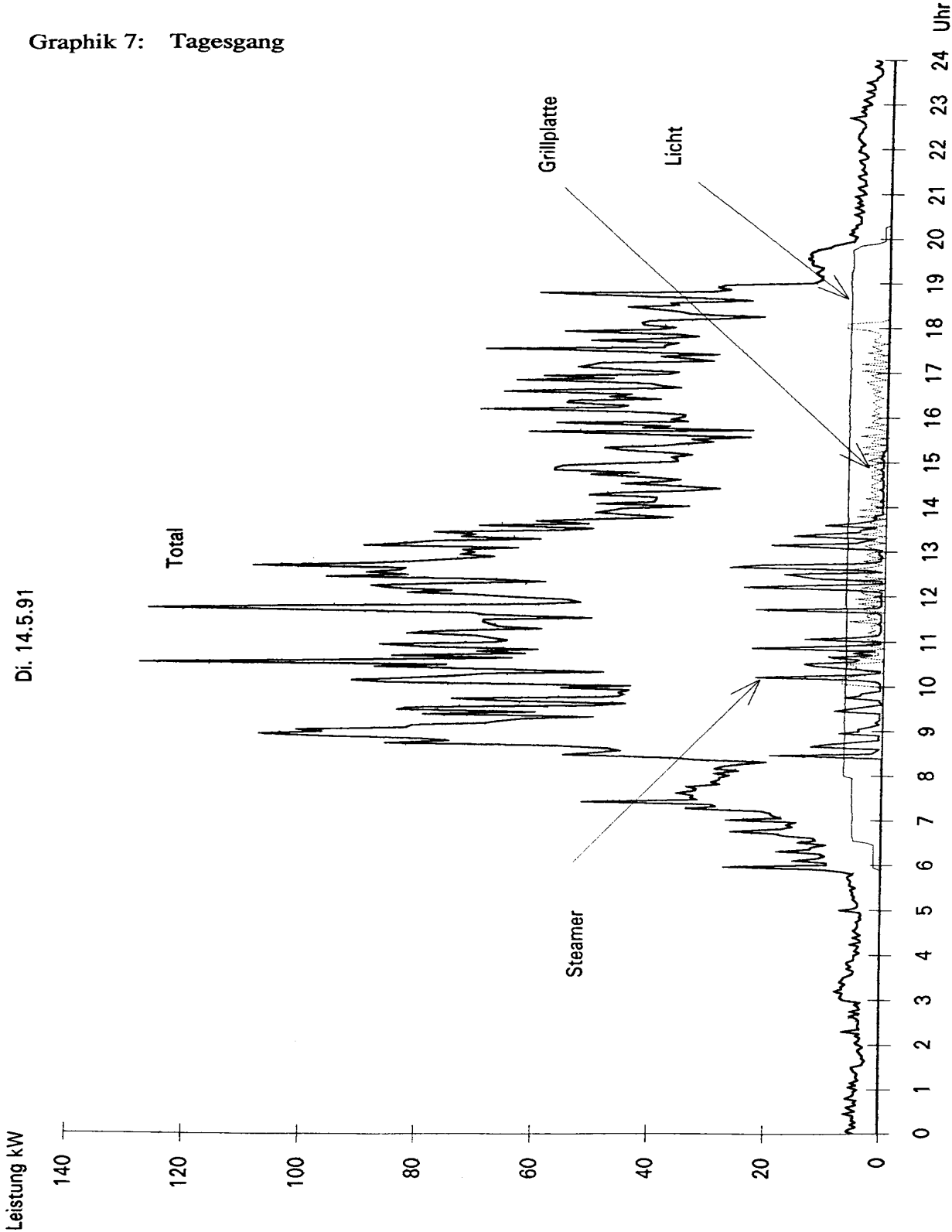
[illegible]

4.1.2 Tages- & Wochengang, Stromverbrauchsstruktur

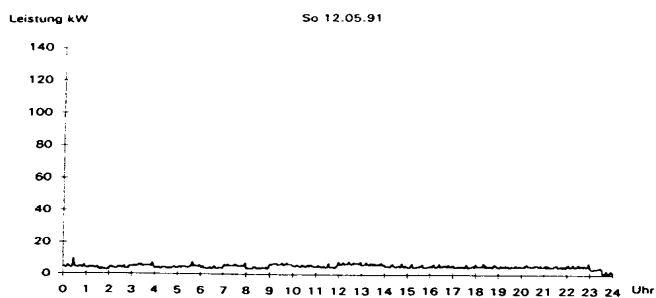
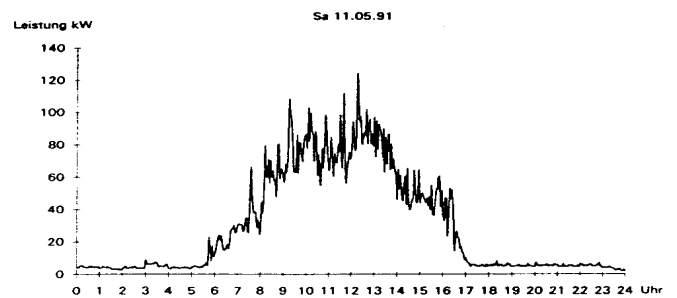
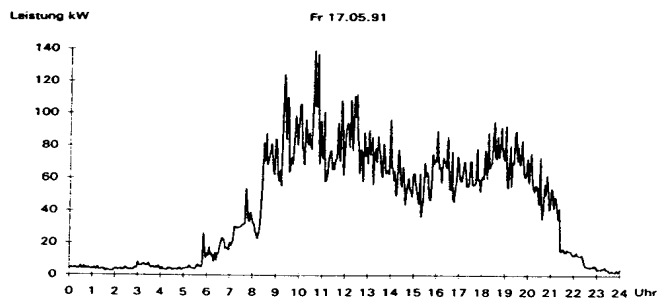
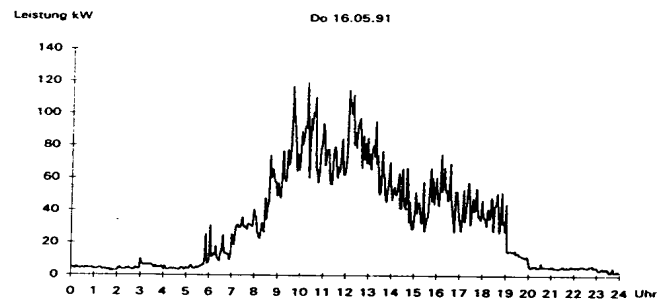
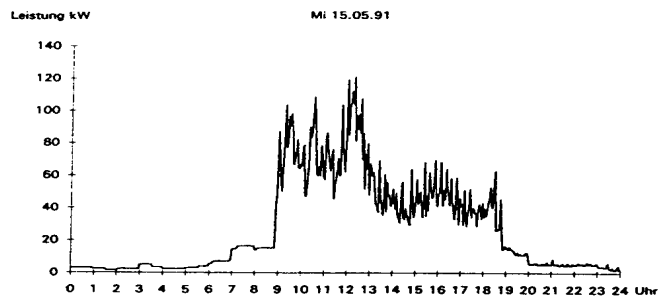
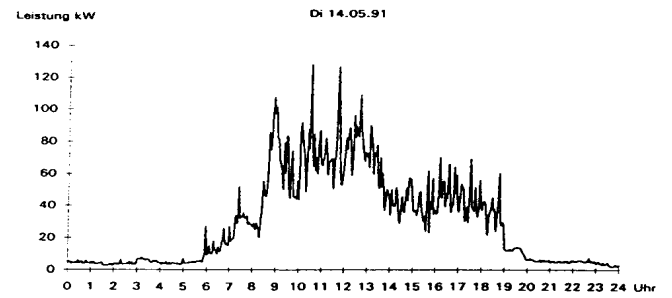
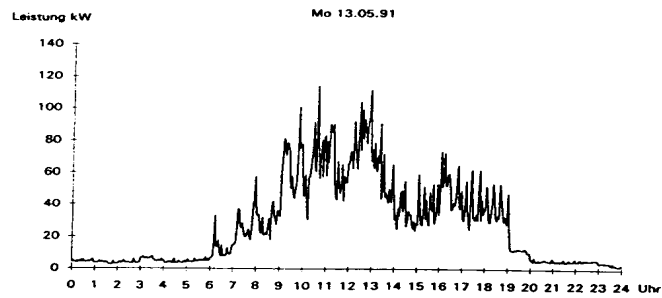
Die Graphik Nr. 7 - Tagesgang zeigt die simultan ermittelten Stromverbrauchs-Kurven vom Gesamt-Strom, sowie der Einzelverbraucher Steamer, Grillplatte und Licht. Grosse Schwankungen des Leistungsbedarfs sind ersichtlich mit Spitzen, die aus dem Bereich von 80 kW auf über 120 kW ausschlagen, vermutlich durch die Geschirrabwaschmaschine verursacht. Ein Lastmanagement-System zur Leistungsbegrenzung drängt sich hier auf. Die Graphik Nr. 8 - Wochengang zeigt die Verschiedenartigkeit der Wochentage, Freitag mit längerer Betriebsdauer und ca. 20 kW höherem Leistungsbedarf, Sonntag mit geringfügigem Stromverbrauch fast ausschliesslich für die Kälteanlagen.

Die Graphik Nr. 9 - Stromverbrauchs-Struktur gibt Aufschluss über die Verwendung der Elektrizität, in Prozent-Anteilen für Kochen, Abwaschen, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung. Die Tabelle darunter zeigt einen Vergleich mit den anderen Betrieben. Der hohe Anteil für Abwaschen fällt auf. Im Vergleich übertrifft der spezifische Strom-Aufwand pro Gast dieser Anlage die entsprechenden Werte der anderen untersuchten Betriebe, siehe auch Graphik Nr. 3 in Kap. 3.4.

Die Graphik Nr. 10 - Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl Kunden zeigt, dass der Stromverbrauch kaum mit der Gäste-Anzahl korreliert. Die höheren Verbrauchszahlen an Freitagen hängen mit der längeren Oeffnungszeit (21 Uhr anstatt bis 18.30 Uhr) zusammen. An Freitagen ist die Kundenzahl im Restaurant nicht wesentlich höher als an anderen Tagen.

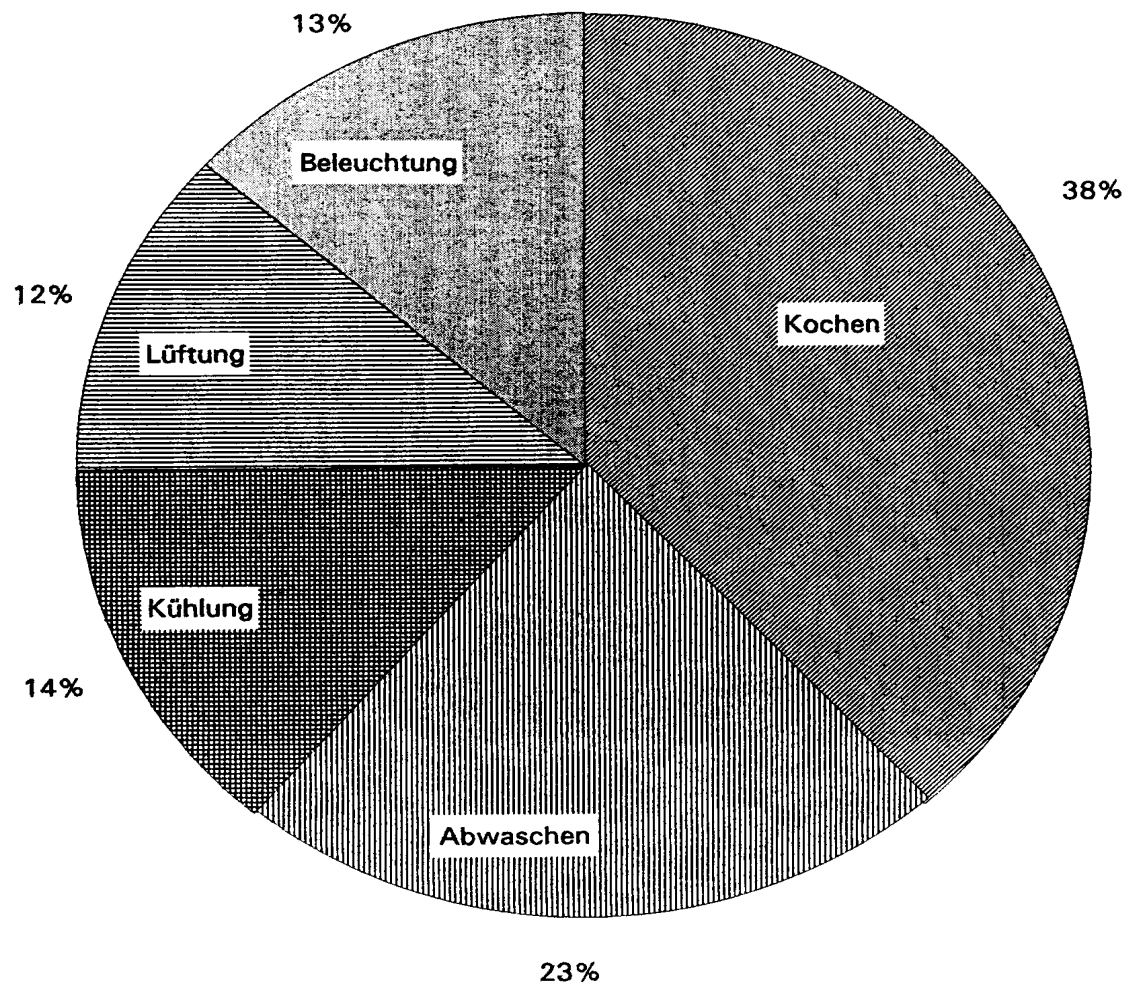


Graphik 8: Wochengang Restaurant/Traiteur Migros Lyss



Restaurant/ Traiteur	Migros	Lyss
		Total kWh
Montag	13.5	655
Dienstag	14.5	709
Mittwoch	15.5	652
Donnerstag	16.5	741
Freitag	17.5	1009
Samstag	11.5	685
Sonntag	12.5	122

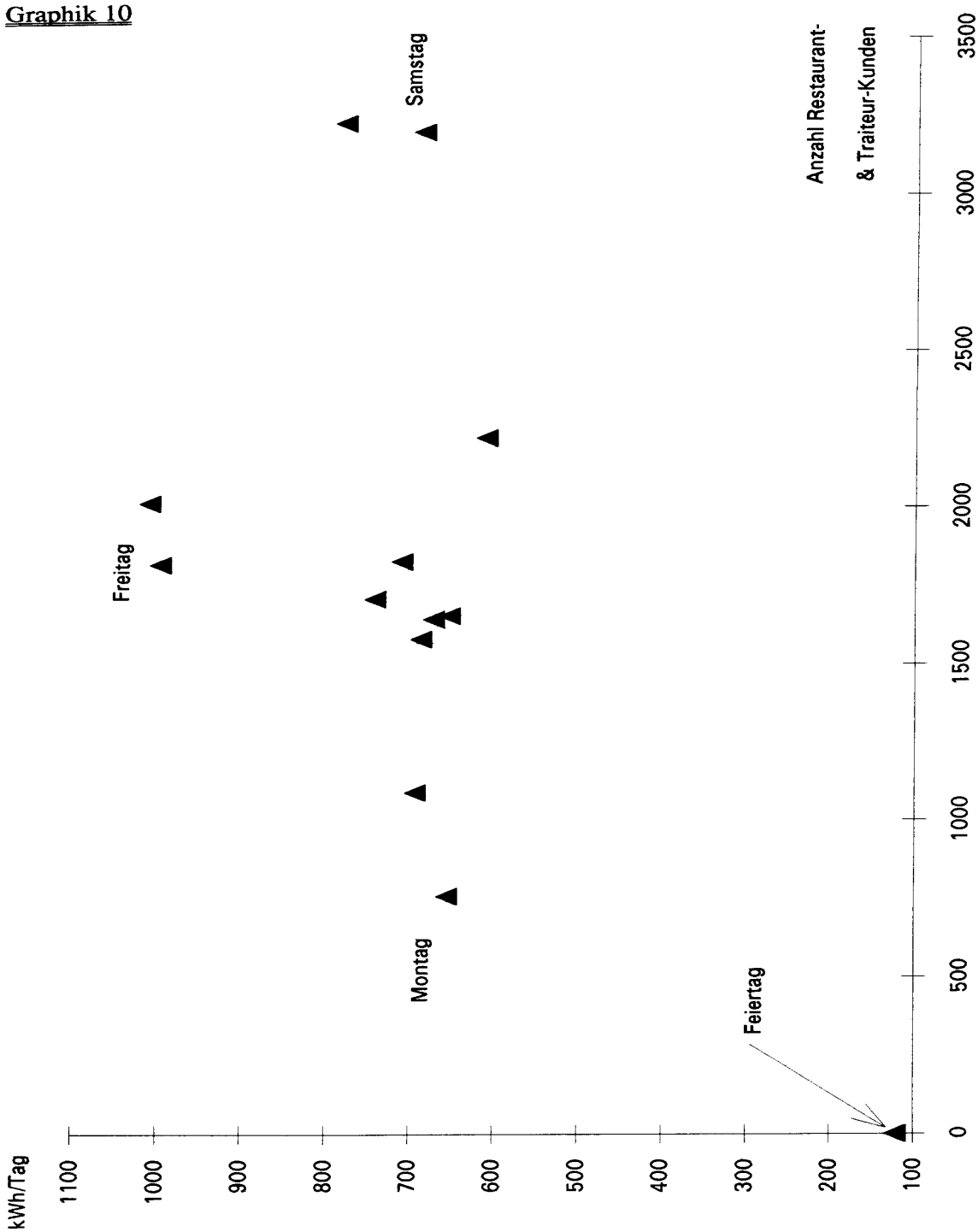
Graphik 9: Stromverbrauchs-Struktur
Restaurant/Traiteur Migros Lyss



Stromverbrauchs- Struktur in kWh/Tag	Kochen	Abwaschen	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Total
Migros	286	169	102	87	97	741
Alters-/Pflegeheim	86	65	48	63	37	299
Kantonsspital	653	200	280	382	120	1635
Schnellimbiss	178	36	179	520	148	1061
Landgasthof	310	27	176	12	28	553

Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl Kunden

Graphik 10



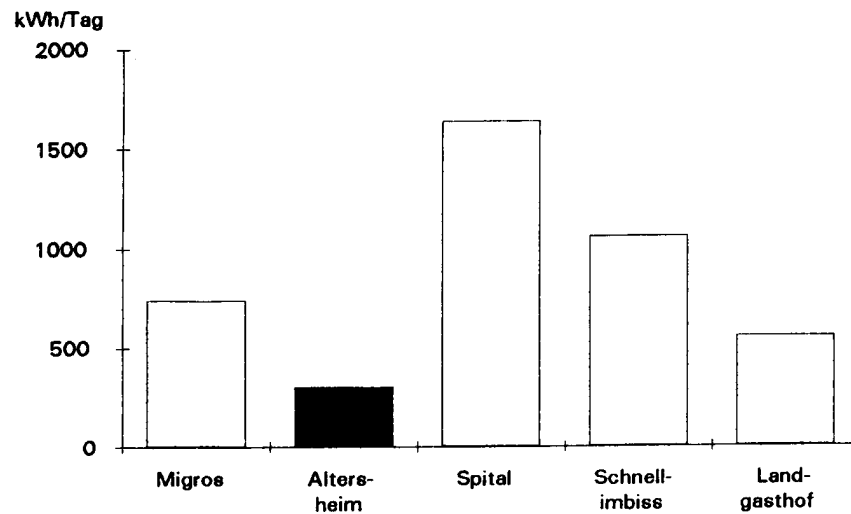
4.1.3 Stromspar-Massnahmen

Die detaillierten Beschreibungen der Massnahmen für jedes einzelne Gerät sind im Bericht der Infra Consult AG zu finden. Im Folgenden sind offensichtliche Einsparmöglichkeiten beschrieben, die während der Untersuchung (Aufnahme aller Geräte- und Anlagenteile sowie Messkampagne), erkannt wurden.

- Kochherd: Der Kochherd wurde heiss vorgefunden auch an Nachmittagen, ohne dass darauf etwas gewärmt wurde. Die Benutzung ist unregelmässig. Durch manuelles Ausschalten bzw. Einschalten nur bei Bedarf lässt sich bereits Strom einsparen. Hier eignet sich der Induktionskochherd, wobei keine Edelstahltöpfe verwendet werden können. Ein Ersatz wäre prüfenswert.

- Grillplatte: Als Sofort-Massnahme sollte nach der Hauptessenszeit die eine Platten-Hälfte manuell oder mittels Zeitschaltuhr ausgeschaltet werden. Längerfristig wird der Ersatz durch eine effizientere Bratplatte mit einem Anti-Abstrahlbelag energetisch und für den Koch dank geringerer Wärmeabstrahlung physiologisch sinnvoll sein.
- Topfwaschanlage: Wärmerückgewinnung des Spülwassers.
- Kühlschrank: Das Abtauwasser des Thermo-Kühlschranks sollte in den Ablauf geleitet werden anstatt es mit konstanten 120 Watt elektrisch verdampfen zu lassen, Einsparung = 1'100 kWh/Jahr.
- Getränke-Kühler: 380 Watt, nachts und an Sonntagen mit einer Wochenzeitschaltuhr ausschalten.
- Jet-Spray: 670 Watt, abends entleeren und Kühlung mit Wochenzeitschaltuhr oder Handschalter unterbrechen. Hier bedeutet das Entleeren eine zusätzliche manuelle Arbeit, Einsparung = 700 kWh/Jahr.
- gekühlte Buffets: Zur Reduktion des Kälteverlustes Käse-, Patisserie- und Fleisch-Buffets mit Nacht-Abdeckung versehen wie bereits beim Dessert-Bufferet realisiert.
- Kühlvitriolen & gekühlte Buffets: den Kältemittelkreislauf Freon von der zentralen Kältemaschine zu den Kühlstellen ersetzen durch einen Solekreislauf mit gekühlter Sole aus einem zentralem Gefäss, welches von der Kältemaschine über einen wesentlich kleineren Freonkreislauf mit geringeren Verlusten gekühlt wird.
- Kühlräume: Öffnungszeit verringern durch Disziplin oder Warner (Licht oder Ton) und Stromsparlampen anstelle der 60 W-Glühlampen einsetzen, die trotz Schalter neben der Türe doch meistens eingeschaltet bleiben.
- Büro-Beleuchtung: die 4 FL-Röhren sind durchgehend eingeschaltet. Mit einem einstellbaren Helligkeits-Sensor und elektronischen Vorschaltgeräten lässt sich die Beleuchtungsstärke entsprechend dem einfallenden Tageslicht automatisch regeln und abschalten.
- Lüftung: Im Kundenbereich sollte die Lüftung in Abhängigkeit der Luftqualität (z.B. mittels CO₂-Messung) geregelt werden. Mit modernen Geräten liesse sich auch die Wärme aus der schmutzigen Küchen- & Freeflow-Abluft rückgewinnen.
- Elektrischer Leistungsbezug: Die grossen Leistungsschwankungen, das sind Ausschläge bis zu 40 kW bei einem mittleren Bezug um 80 kW, sollten mit einem LastmanagementSystem verhindert werden. Ab 1991 locken bei einem reduzierten Bezug von Kraft+ Wärme-oder Licht-Leistung Einsparungen von Fr. 120.-/kW & Jahr.

Das Alters- & Pflegeheim hat 95 Betten. Den Betagten und ihren Besuchern steht ein grosser Speisesaal und ein Cafeteria-Saal mit insgesamt 180 Sitzplätzen zur Verfügung. Auf Voranmeldung wird ein einheitliches Menü für Insassen und Gäste gekocht und am Mittag serviert. Die einfachen Nacht- und Morgenessen wurden nicht zu den warmen Tellergerichten gezählt.



4.2.1 Daten und Kennzahlen

In den folgenden zwei Tabellen: "Daten und Ergebnisse" sowie "Messergebnisse" sind sämtliche ermittelten Daten aufgelistet.

Folgende Angaben und Zahlenwerte sind auffallend:

- Herr Buser ist ein eifriger und technisch kompetenter Abwart.
- Mit der Sonnenkollektor- und der Holzschnitzel-Heizanlage wird der Heizwärmebedarf hauptsächlich mit erneuerbaren Energiequellen gedeckt. Die Verwendung von Erdgas als Zusatz-Heizenergie und für die Wäsche-Aufbereitung zeugen von einem durchdachten Alternativ-Energie-Konzept.
- Von 1989 auf 1990 stieg der Stromverbrauch um deutliche + 11 %, wegen Ausbau im Untergeschoss mit zahlreichen neuen Elektrogeräten.
- 64 % des Strombedarfs entsteht zur Hochtarifszeit; der Niedertarifsanteil von 36 % erscheint recht hoch.
- Die spezifisch installierte Elektro-Leistung ist mit 240 Watt/M² löblich niedrig, erklärt sich jedoch aus der grossen Fläche von Küche +Speisesaal+ Cafeteria.
- Die höchsten gemessenen Leistungsspitzen betragen 30 % des installierten Wertes.
- Die Vollbetriebsstundenzahl (Jahresstromverbrauch / installierte Leistung) ist mit 610 Stunden/Jahr oder 7 % sehr gering, hängt jedoch zusammen mit der relativ kurzen Betriebszeit und der Zubereitung aller warmen Speisen in einer recht grossen Küche zur Hauptsache für das Mittagessen.
- Die ganze Liegenschaft bezahlte im 1990 ein Maximum von 91,5 kW ElektroLeistung ab EBL-Netz, im Juni 1991 wurde alleine im Küchen-/Speisesaal-Betrieb 54 kW gemessen. Im Jahr 1990 betrugen die Leistungskosten 19 % der Stromkosten, das ergab einen durchschnittlichen Strompreis von 13,6 Rp./kWh.
- Als Indikatoren konnten während der Messkampagne nur die Gästezahl (=Anzahl Kassabons) und die Anzahl warmer Tellergerichte täglich erfasst werden, die Angaben über den Umsatz beziehen sich auf die gesamte Dauer der Messkampagne, weshalb mit dem Durchschnittswert gerechnet wurde.
- Im Stromverbrauch pro warmem Essen von 2,3 kWh/Menü am Mittag sind geringe Kochaufwände für das Nachtessen ebenfalls enthalten.
- Der Stromverbrauch pro Gast ist mit 0,59 kWh/Gast recht niedrig da zahlreiche Besucher, durchschnittlich 193 pro Tag, Café oder Tee und grösstenteils zugekaufte Patisserie konsumieren.
- Der Stromverbrauch pro Fr. -Umsatz ist mit 0,22 kWh/Fr. am höchsten aller gemessenen Objekte, da die Preise für Essen etc. sehr niedrig sind, ersichtlich aus der Kennzahl Fr.2.70-Einnahmen pro Gast, verglichen mit 5-13 Fr. pro Gast bei den anderen Betrieben.
- Von den ausgemessenen Einzelgeräten fallen als grosse "Stromfresser" mit 20 kWh/Tag ins Gewicht: Geschirrwaschmaschine, Umluftofen, Kippkessel, Kochherd mit Bainmarie und Backofen.

Tabelle 7: Daten und Ergebnisse Alters-/Pflegeheim Frenkenbündten Liestal

Gebäudedaten		
- Adresse	Alters- & Pflegeheim Frenkenbündten	Gitterlistr. 10
		4410 Liestal
	Heimleitung: Eggimann & Co.	Tel. 061/921 56 50
	Abwart: Buser	Tel. int 889
- Personalbestand	Küche & Restaurant	11
- Oeffnungszeiten	Tage/Jahr	365 d/a
	Stunden/Tag, ganze Woche	9,75 h/d
- Baujahr		1980
- EBF (Energiebezugsfläche)	Total	5'900 m*2
	Küche & Speisesaal	745 m*2
- Anzahl Sitzplätze		180
- Energieversorgung	Elektrizität ab EBL-Netz	
	Heizenergie: Holzschnitzel, Sonnen- energie und Erdgas	
- Raumwärme-Aufbereitung	Schnitzelheizkessel, 120 m*2 - Sonnen- kollektoren, und Gasnoheizkessel	
- Raumwärme-Verteilung	Fussbodenheizung + Lüftung (mit WRG)	
- Warmwasser	Vorwärmung im 40 m*3-Speicher, nachgeschalteter Heizungsboiler	
Energiedaten		
- Heizenergiebedarf	Halbgrünschnitzel + Altholz, pro Jahr	700 Sm*3
	Erdgas, IWB, 1989/1990, pro Jahr	109'500 kWh-Ho
	Erdgas für Lingerie, 1989/90, pro Jahr	83'400 kWh-Ho
- Elektrizitäts-Verbrauch	Liegenschaft Total im1990	308'000 kWh
	nur Küche/Speisesaal/Cafeteria, aus Messergebnis aufgerechnet, pro Jahr	109'000 kWh
- Verbrauchsänderung	Elektrizität 1989----> 1990	11 %
- Jahresgang Stromverbrauch	2-Monats-Durchschnitt 1990	51300 kWh/2-mo.
	Abweichung nach unten: Mai/Juni	-9.30%
	Abweichung nach oben: Juli-Oktober	3.50%
- Tagesgang Stromverbrauch	Anteile Hoch- und Niedertarif HT/NT	64 % / 36 %
- Energiekennzahl Wärme	ganze Liegenschaft	490 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	ganze Liegenschaft , inkl. Lingerie-Gas	235 MJ/m*2
	nur Küche/Speisesaal/Cafeteria	530 MJ/m*2
- Elektrische Leistung	total installiert in Küche/Saal/Cafeteria	180 kW
	spezifisch installiert	240 W/m*2
	gemessen max. im Juni 1991	54 kW
	bezahlt max., 1990, ganze Liegenschaft	91,5 kW

Tabelle 7: Daten und Ergebnisse Alters-/Pflegeheim Frenkenbündten Liestal

	nur Küche/Speisesaal/Cafeteria:	
- Verbraucher-Auslastung	Leistungsspitze/installierter Leistung	30%
- Vollbetriebsstunden	Arbeit kWh/installierter Leistung kW	610 h/a
		7%
- Elektrizitäts-Kosten	ganze Liegenschaft: im 1990	Fr. 41'800.-
	davon Leistungskosten: Fr. 7'800.-	19%
- Strompreis-Durchschnitt	inkl. Leistung im 1990	13,6 Rp./kWh
	ohne Leistungsanteil	11,0 Rp./kWh
- Stromtarife 1991	Hochtarif	15,3 Rp./kWh
	Niedertarif	9,9 Rp./kWh
	Leistung	17.60 Fr./kW*2-Mo.
Messkampagne	Datum	4.14.6.91
	Dauer	11 Tage
- Messergebnisse	- Anzahl warme Tellergerichte/Tag	129
	- Anzahl Gäste/Tag (inkl. Pensionäre)	504
	- Anzahl Gäste/Sitzplatz und Tag	2,80
	- warme Tellergerichte/Gast	0,26
	- Umsatz pro Tag Fr.	1'348
	- Fr.-Einnahmen/Gast	2.70
- Stromverbrauch	kWh/Tag gemessen	299 kWh/d
	mittlere Leistung	12 kW
- Einzelstrom-Verbraucher	Kochherd/Backofen/Bainmarie/	
	Rechaud, 14,5 kW, gemessen	23 kWh/d
	Umluftofen, 24 kW, gem.	22 kWh/d
	Kaffeekochanlage, 7 kW, gem.	12 kWh/d
	Tellerwärmer, 1,8 kW, gem.	1,6 kWh/d
	Kippkessel, 18,4 kW, gem.	23 kWh/d
	Mikrowellenofen, 3,2 kW, gem.	0,5 kWh/d
	Geschirrwaschmaschine, 23 kW, gem.	57 kWh/d
	Kälteanlage für Getränke-Kühlraum, gem.	17 kWh/d
	Kälteanlage für Gemüse-Fleisch-	
	Kühl- & Tiefkühlraum, gemessen	16 kWh/d
	Lüftungsanlage, nur kurzzeitige	
	Leistungsmessung, mit Std. aufgerechnet	63 kWh/d
KENNGRÖSSEN		
- Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz	- kWh/Sitzplatz*Jahr	606
- Stromverbrauch pro Tellergericht	- kWh/Tellergericht warm	2,3
- Stromverbrauch pro Gast	- kWh/Gast	0,6
- Stromverbrauch pro Umsatz	- kWh/Fr.-Umsatz	0,22

[illegible]

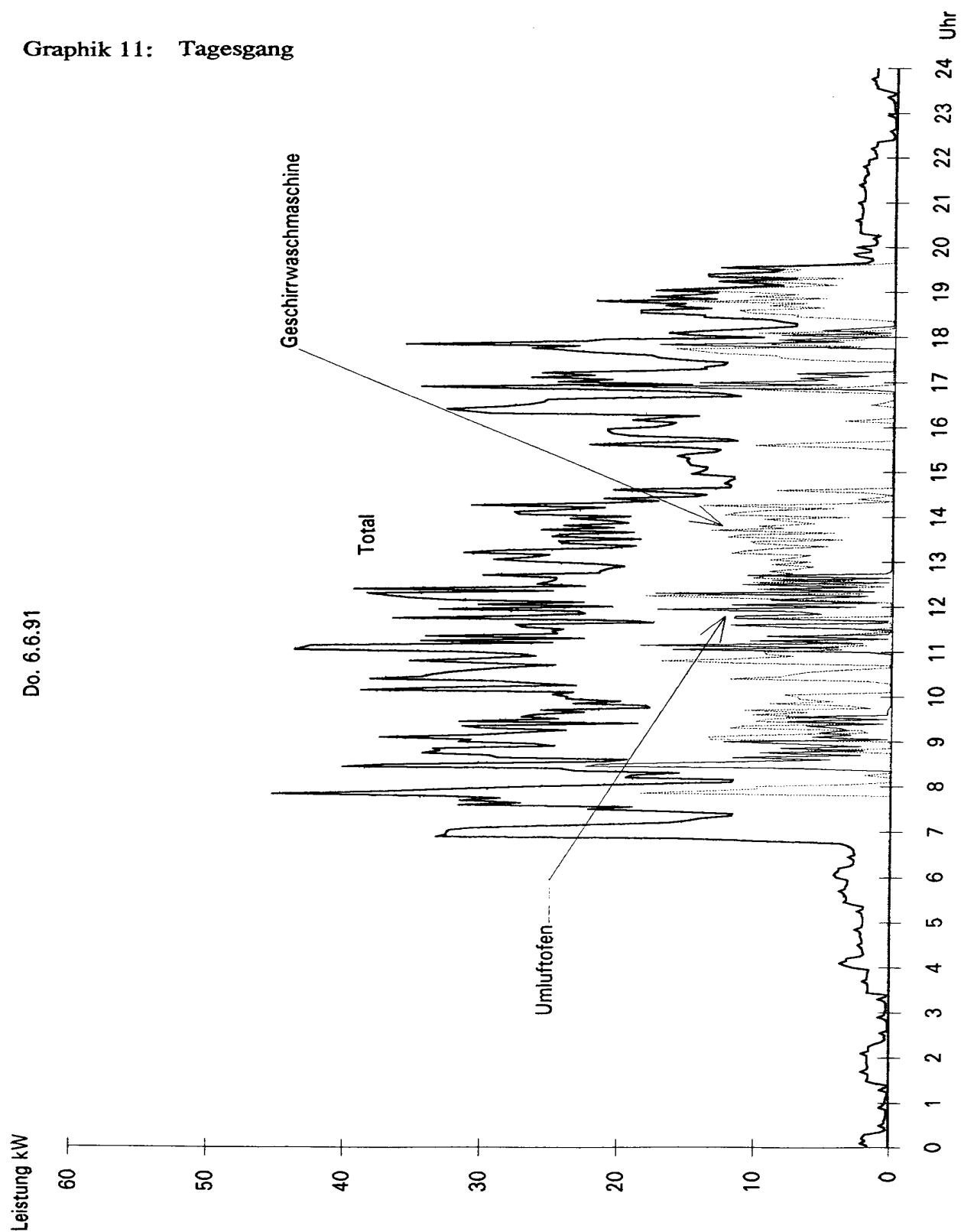
4.2.2 Tages- & Wochengang, Stromverbrauchsstruktur

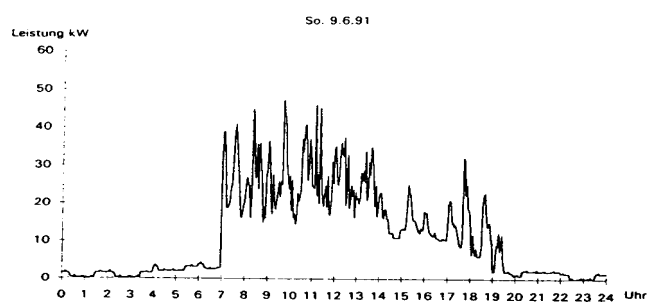
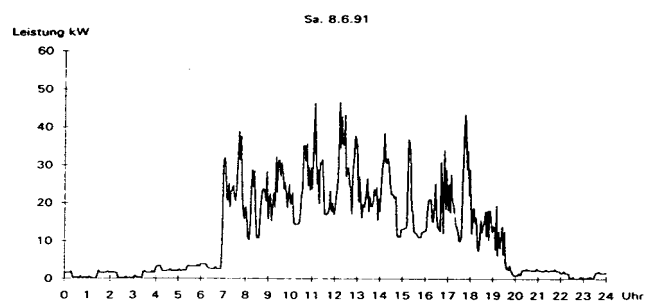
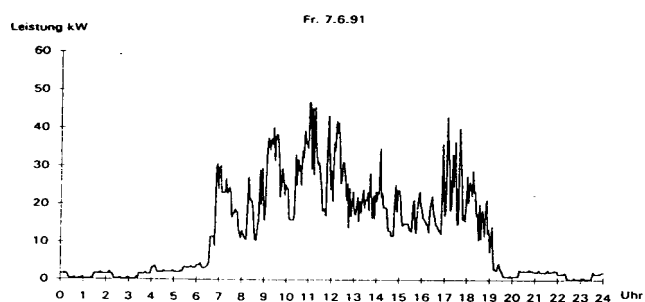
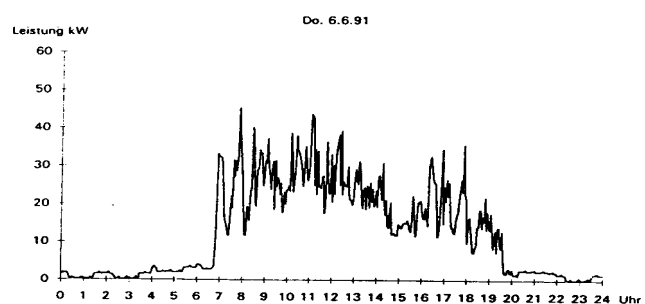
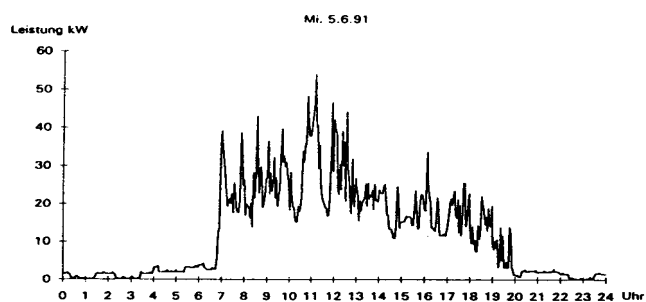
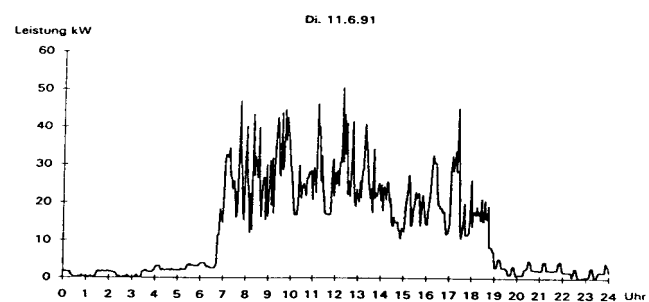
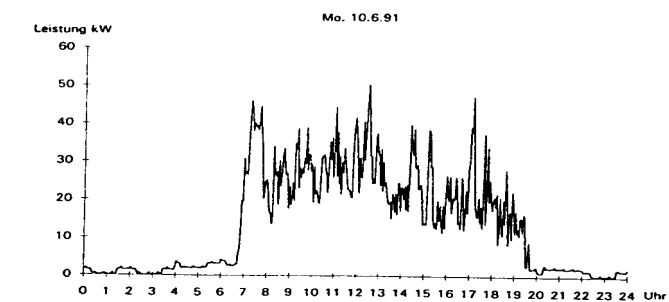
Die Graphik Nr. 11 - Tagesgang zeigt die simultan ermittelten Stromverbrauchs-Kurven vom Gesamt-Strom, sowie den Einzelverbräuchen Umluftofen und Geschirrwaschmaschine. Es sind Schwankungen des Leistungsbedarfs ersichtlich, mit Spitzen, die aus dem Bereich von 35 kW auf über 50 kW ausschlagen. Es wäre zu prüfen ob hier ein Lastmanagement-System zur Leistungsbegrenzung, die einfachere elektrische Verriegelung einiger Hauptstromverbraucher gegeneinander oder die Herabsetzung der Einschaltleistung einzelner Apparate wie Umluftofen und Geschirrwaschmaschine eine Reduktion der zu bezahlenden Leistungsspitze bewirken würde.

Die Graphik Nr. 12 - Wochengang zeigt die geringen Abweichungen im Stromverbrauchsverlauf der Wochentage.

Die Graphik Nr. 13 - Stromverbrauchs-Struktur gibt Aufschluss über die Verwendung der Elektrizität, in Prozent-Anteilen für Kochen, Abwaschen, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung. Die Tabelle darunter lässt Vergleiche mit den anderen Betrieben zu. Der hohe Aufwand für die Lüftung fällt auf, verglichen mit dem doppelt frequentierten Migros-Restaurant, siehe dazu auch Tabelle 3 in Kap. 3.4.

Die Graphik Nr. 14 - Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte zeigt, dass der Stromverbrauch mit geringen Abweichungen um 300 kWh/Tag schwankt, unabhängig von der Anzahl warmer Essen.





Alters-/ Pflegeheim	Frenken- bündten	Liestal	
		Total kWh	
Montag	10.6	330	
Dienstag	11.6	306	
Mittwoch	5.6	293	
Donnerstag	6.6	304	
Freitag	7.6	298	
Samstag	8.6	283	
Sonntag	9.6	279	

Graphik 13: Stronverbrauchs-Struktur
Alters-/Pflegeheim Frenkenbündten Liestal

4.2.3 Stromspar-Massnahmen

- Kaffee-Kochanlage, 7 kW, nachts ganz ausschalten manuell oder mit Zeitschaltuhr.
- Kochherd-Bainmarie-Rechaud nachts immer ausschalten, Wamlicht dafür installieren neben einem Schalter der beim Verlassen der Küche bestimmt betätigt wird.
- Ersatz der Espresso-Kaffee-Maschine in der Cafeteria, die pro Tasse Kaffee 1,75 l Heisswasser direkt in den Ablauf leitet.
- Neue effizientere Geschirr-Abwaschmaschine mit Wärmerückgewinnung.
- Lüftung von Küche und Speisesaal reduzieren: mittels den vorhandenen Zeitschaltuhren die Ventilatoren bei reduziertem Betrieb in Küche und Speisesaal periodisch ausschalten oder zumindest von der 2. Stufe auf die 1. Stufe reduzieren.
- Elektrische Leistungs-Begrenzung: Mittels einem Lastmanagement-System, der einfacheren elektrischen Verriegelung einiger Hauptapparate, oder der Herabsetzung deren Einschaltleistung sollten die Schwankungen von bis zu 15 kW aufgefangen werden, Einsparung Fr. 106.-/kW & Jahr.

nicht zum Gastronomie-Betrieb gehörig:

- Im Heizraum alle Rohrleitungen und Armaturen isolieren anstatt deren Abwärme mittels der Wärmepumpe unter Verwendung von wertvoller Elektrizität (1 kWh-Strom hebt das Temperaturniveau von 2-3 kWh-Wärme von 20 auf 40-50°C an) in den Speicher zu fördern und dadurch zeitweise den Ertrag der Sonnenkollektor-Anlage (je niedriger die Speichertemperatur desto höher) zu verringern.

4.3 KANTONSSPITAL LIESTAL

Die Küche des Kantonsspitals Liestal mit dazugehörigem Speisesaal (für die Personal-Verköstigung und zwischen den Mahlzeiten als Cafeteria für jedermann) fällt etwas aus der Reihe der untersuchten Betriebe. Etwa die Hälfte der zubereiteten warmen Tellergerichte gehen an Patienten in ihren Spitalzimmer oder an Aussenstationen. Es ist ein Umbau der Spital-Küchen vorgesehen, Planung durch Suter + Suter AG. Wir schlagen vor, nach dem Umbau eine zweite Messkampagne durchzuführen, was Aufschluss über die durch energieeffizientere Lüftung, Kühlung und vereinzelt neuen Küchengeräten erreichte Reduktion des spezifischen Strombedarfs geben wird.

4.3.1 Daten und Kennzahlen

In den folgenden zwei Tabellen: "Daten und Ergebnisse" sowie "Messergebnisse" sind sämtliche ermittelten Daten aufgelistet.

Folgende Angaben und Zahlenwerte sind auffallend:

- Herr Regenass betreut sämtliche Energieanlagen mit fachlicher Kompetenz und Begeisterung.
- Trotz hohem internem Wärmeeintrag durch Personen und grossen Stromverbrauch (E -Elektrizität = 375 MJ/M^2) errechnet sich aus dem Fernwärmeverbrauch eine hohe Energiekennzahl Wärme von 975 MJ/M^2 . Diese beiden E -Zahlen liegen über den Durchschnittsangaben für sorgfältig betriebene Spital-Altbauten und sind doppelt so hoch wie für Neubauten.
- Von 1989 auf 1990 nahm der Stromverbrauch um + 2,5 % geringfügig zu.
- Bezogen auf den gesamten Spitalbetrieb fällt nur 57 % des Stromverbrauchs in die Hochtarifszeit.
- Die spezifisch installierte Elektro-Leistung ist mit 330 Watt/m^2 im mittleren Bereich der untersuchten Objekte.
- Die höchst gemessenen Leistungsspitzen betragen 36 % vom installierten Wert.
- Die Vollbetriebsstundenzahl (Jahresstromverbrauch / installierter Leistung) ist mit 1'030 Stunden/Jahr oder 12 % recht gering. Dies vor allem wegen der lediglich von 10 - 12 Uhr und 16 - 17 Uhr benötigten Spitzen-Leistung.
- Die für das ganze Spital bezahlten Anteil Leistungskosten betrugen im 1990 nur 7,7%, womit der durchschnittliche Strompreis im 1990 auf 10,8 Rp./kWh zu stehen kam. Als Hochspannungsbezüger mit eigener Trafostation bezahlt der Kantonsspital zu Fr. 4.80/kWh & Monat den niedrigsten Leistungstarif aller fünf untersuchten Betriebe, siehe dazu auch Tabelle 4 in Kap. 3.7.
- Während der Messkampagne konnten alle drei als wichtig beurteilten Indikatoren täglich erfasst werden: 1. Gästezahl (=Anzahl Kassabons: Angaben vom Küchenchef für Morgen-, Mittag- und Nachtessen an Patienten, Aussenstationen und Bankette + Angaben von Cafeteria über Anzahl Personalesse + Angaben der Buchhaltung über Anzahl Kassabons von denen die Bonsbezüge für Personalesse subtrahiert wurden), 2. Anzahl warmer Tellergerichte und 3. Umsatzzahlen (= Cafeteria-Abrechnung plus die für Patienten mit einem Fixpreis veranschlagten Tagesverpflegungskosten).
- Im Stromverbrauch pro warmem Essen von $3,0 \text{ kWh/Menü}$ ist der Aufwand für kalte Nachtessen u.ä., die nicht als Tellergericht gezählt wurden, wie auch für die in der Spital-Küche selbst hergestellten Patisserie etc. ebenfalls enthalten.
- Der Stromverbrauch pro Gast ist mit $1,0 \text{ kWh/Gast}$ recht hoch, z.T. aus oben erwähntem Grund.
- Der Aufwand zur kontinuierlichen Messung des gesamten Küchen- & Cafeteria-Stroms in der Elektro-Verteil-Zentrale korrigiert mittels separaten Tagesmessungen an einzelnen Versorgungs-Strängen war bereits so gross, dass ausser der gesamten Lüftungsanlage nicht noch Einzelgeräte an den diversen Elektro-Sicherungs-Tableaus ausgemessen werden.

Gebäudedaten		
- Adresse	Kantonsspital Liestal	4410 Liestal
	Technischer Leiter: Regenass	Tel. 061/925 25 25
	Hauswirtschaftliche Betriebsleiterin,	
	Verpflegung: H. Schneider	
	Küchenchef: E. Wechsler	
	Energiewirtschaftsamt: P. Stucki	Tel. 061/925 55 21
- Personalbestand	Küche & Cafeteria	70
- Oeffnungszeiten	Tage/Jahr	365 d/a
	Stunden/Tag, Normalbetrieb Mo.-Do.	13,5 h/d
- Baujahr		1962
- EBF (Energiebezugsfläche)	Total	31'500 m*2
	Küche & Cafeteria mit Speisesaal	1'735 m*2
- Anzahl Sitzplätze		220
- Anzahl Betten		430
- Energieversorgung	Elektrizität ab EBL-Netz	
	Heizenergie ab Fernwärmenetz	
- Raumwärme-Aufbereitung	Fernwärme-Umformer	
- Warmwasser	mit Fernwärme aufbereitet	
Energiedaten		
- Heizenergiebedarf	Fernwärme 1987-1989, pro Jahr	8'510'000 kWh
	Erdgas für div. Zwecke, pro Jahr	2'600 m*3
- Elektrizitäts-Verbrauch	Spital Total 1989/90, pro Jahr	3'291'700 kWh
	nur Gastronomie-Betrieb, aus	
	Messergebnis aufgerechnet, pro Jahr	597'000 kWh
- Verbrauchsänderung	Elektrizität 1989----> 1990	2.50%
- Jahresgang Stromverbrauch	Monats-Durchschnitt 1990, ganzer Spital	277'700 kWh/mo
	Abweichung nach unten: Februar	-13%
	Abweichung nach oben: Januar	13%
- Tagesgang Stromverbrauch	Anteile Hoch- und Niedertarif HT/NT	57 % / 43 %
- Energiekennzahl Wärme	ganze Liegenschaft	975 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	ganze Liegenschaft	375 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	nur Gastronomie-Betrieb	1'240 MJ/m*2
- Elektrische Leistung	total installiert in Küche/Cafeteria	580 kW
	spezifisch installiert	330 W/m*2
	gemessen max. im Juni 1991, nur Kü/Ca	207 kW
	bezahlt max. im 1990, ganzer Spital	684 kW

	nur Küchen- & Cafeteria-Betrieb:	
- Verbraucher-Auslastung	Leistungsspitze/installierter Leistung	36%
- Vollbetriebsstunden	Arbeit kWh/installierter Leistung kW	1'030 h/a
		12%
- Elektrizitäts-Kosten	ganzer Spital: im 1990	Fr. 358'900.-
	davon Leistungskosten: Fr. 27'800.-	7,7 %
- Strompreis-Durchschnitt	inkl. Leistung im 1990	10,8 Rp./kWh
	ohne Leistungsanteil	9,9 Rp./kWh
- Stromtarife 1991	Hochtarif	13,5 Rp./kWh
	Niedertarif	9,4 Rp./kWh
	Leistung	4.80 Fr./kW*Monat
Messkampagne	Datum	14.-26.6.91
	Dauer	13 Tage
- Messergebnisse	- Anzahl warme Tellergerichte/Tag	542
	- Anzahl Gäste/Tag	1'605
	- Anzahl Gäste/Sitzplatz und Tag	2,5
	- warme Tellergerichte/Gast	0,34
	- Umsatz pro Tag Fr.	8'352
	- Fr.-Einnahmen/Gast	5.20
- Stromverbrauch	kWh/Tag gemessen	1635 kWh/d
	mittlere Leistung	68 kW
- Verbrauch von Hauptsträngen	Fein 6 - Total	212 kWh/d
	Fein 6 - Süd	66 kWh/d
	Grob 5 - Süd	13 kWh/d
	Fein 6 - Nord C = Bürostrom	3 kWh/d
	Grob 5 - Küche B = Lüftung	360 kWh/d
	REST	1145 kWh/d
KENNGRÖSSEN		
- Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz	- kWh/Sitzplatz*Jahr (inkl. Betten)	918
- Stromverbrauch pro Tellergericht	- kWh/Tellergericht warm	3,0
- Stromverbrauch pro Gast	- kWh/Gast	1,0
- Stromverbrauch pro Umsatz	- kWh/Fr.-Umsatz	0,20

Jahr

4.3.2 Tages- & Wochengang, Stromverbrauchsstruktur

Die Graphik Nr. 15 - Tagesgang zeigt die simultan ermittelten Stromverbrauchs-Kurven des Gesamt-Stromes. Dieser setzt sich zusammen aus folgenden gemessenen Strängen:

Strang Nr. 2: Kraft+Wärme (Kochen, Abwaschen)

Strang Nr. 3: Kraft+Wärme (Kochen, Abwaschen)

Strang Nr. 5: Grobstrang (Lüftung, Kälte, Wärmewagen, wenig Kraft und Wärme für Cafeteria)

Strang Nr. 6: Feinstrang (Licht, wenige Geräte in Cafeteria)

Totalstrom = Summe dieser Strangstrome, abzüglich den nachträglich separat gemessenen Strängen Grob 5-Süd und Fein 6-Süd, welche Werkstätte und Büros versorgen, und Fein 6Nord-C (PC's, Licht in Büros und Korridor) aber wiederum zuzüglich Fein 6-Süd-B (Getränke-, Verpflegungsautomaten und Licht in Garderobe).

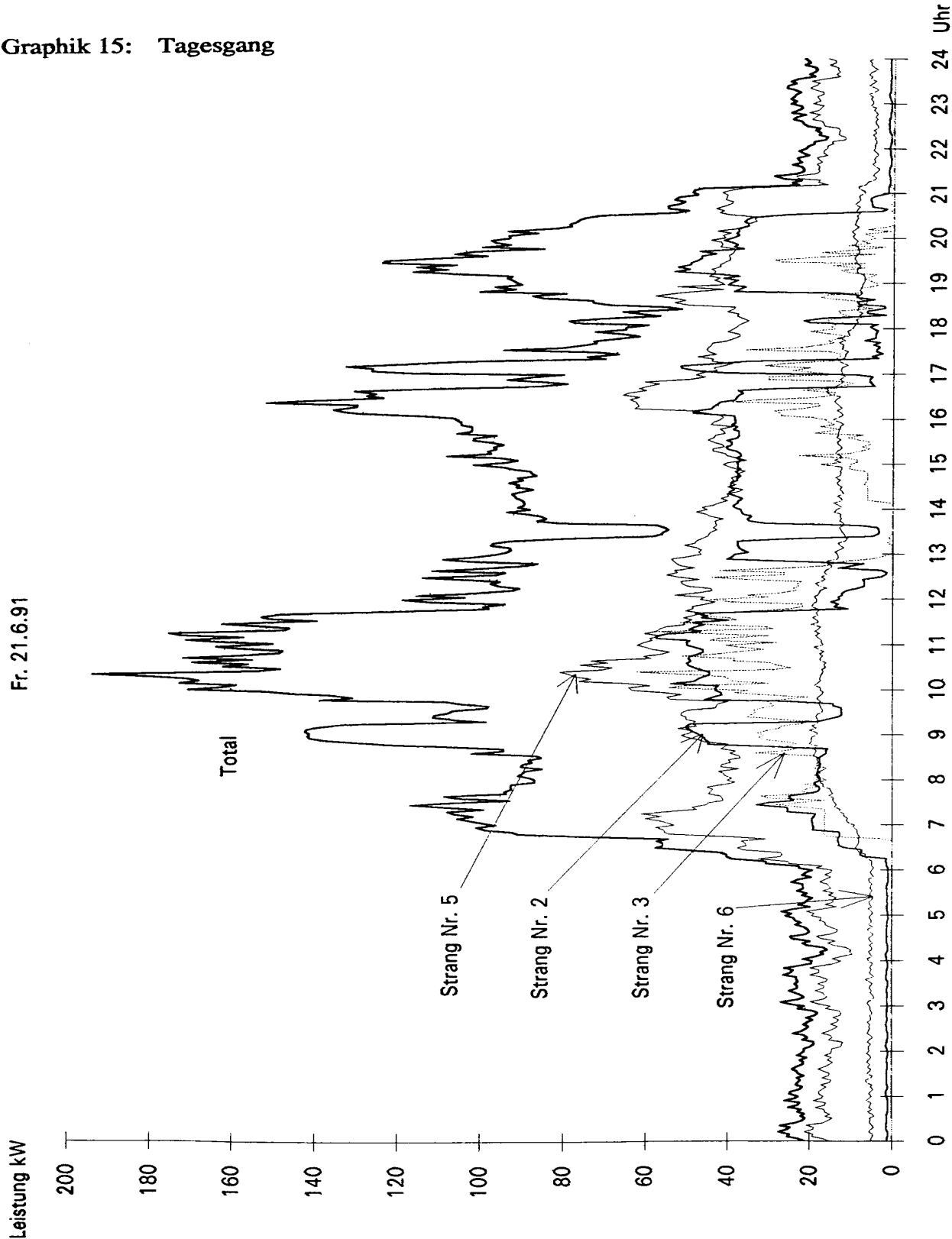
Die Leistungsspitzen zwischen 9.30 - 12.00 und um 16.30 Uhr sind deutlich sichtbar. Ebenso lassen sich die vereinzelter Spitzen von + 30 kW aus dem mittleren 155 kW-Bereich zur Mittagszeit deutlich erkennen.

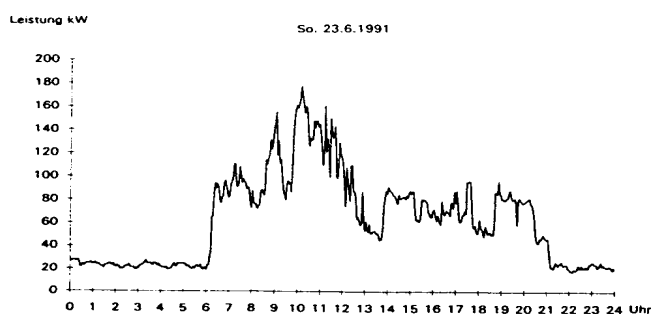
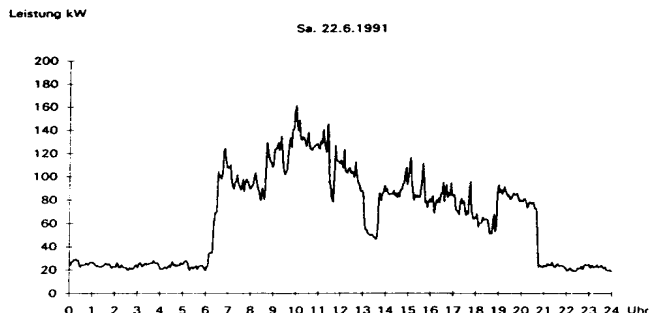
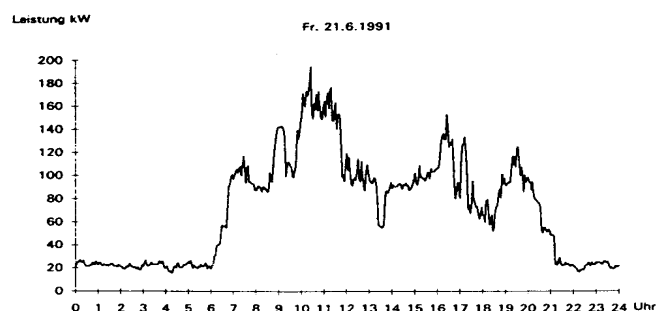
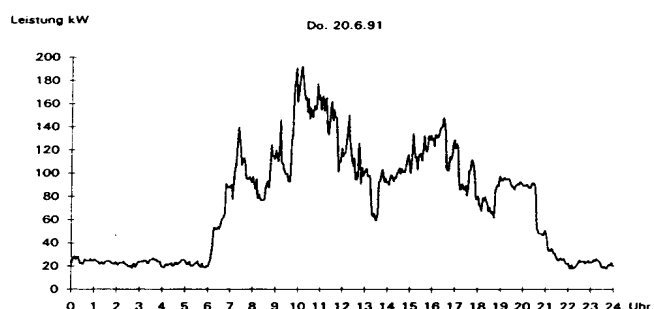
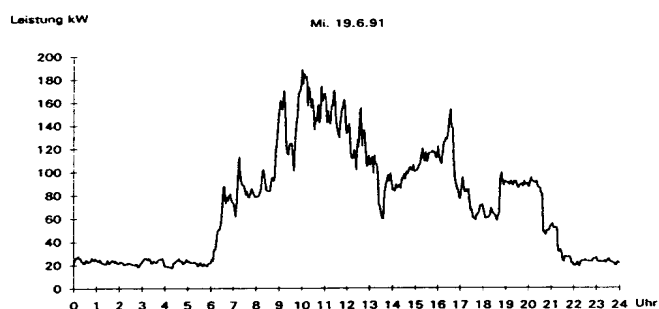
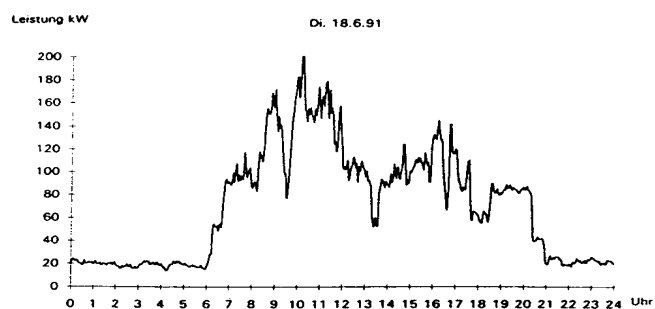
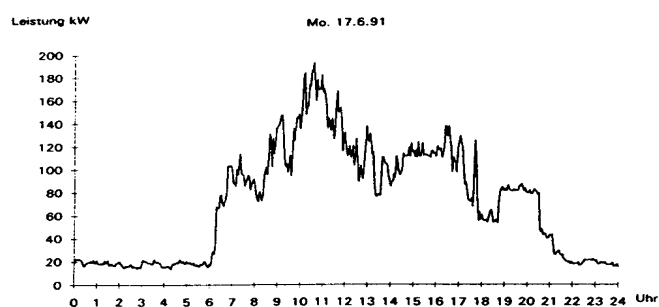
Die Graphik Nr. 16 - Wochengang zeigt die Ähnlichkeit des Verbrauchs-Verlaufs von Montag bis Freitag und die geringeren Leistungsspitzen am Wochenende.

Die Graphik Nr. 17- Stromverbrauchs-Struktur gibt Aufschluss über die Verwendung der Elektrizität, in Prozent-Anteilen für Kochen, Abwaschen, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung. Die Tabelle darunter zeigt einen Vergleich mit den anderen Betrieben. Der hohe Verbrauch für die Lüftung und Kühlung fallen auf im Vergleich zu den Werten im Migros-Restaurant, siehe dazu auch Tabelle 3 in Kap. 3.4.

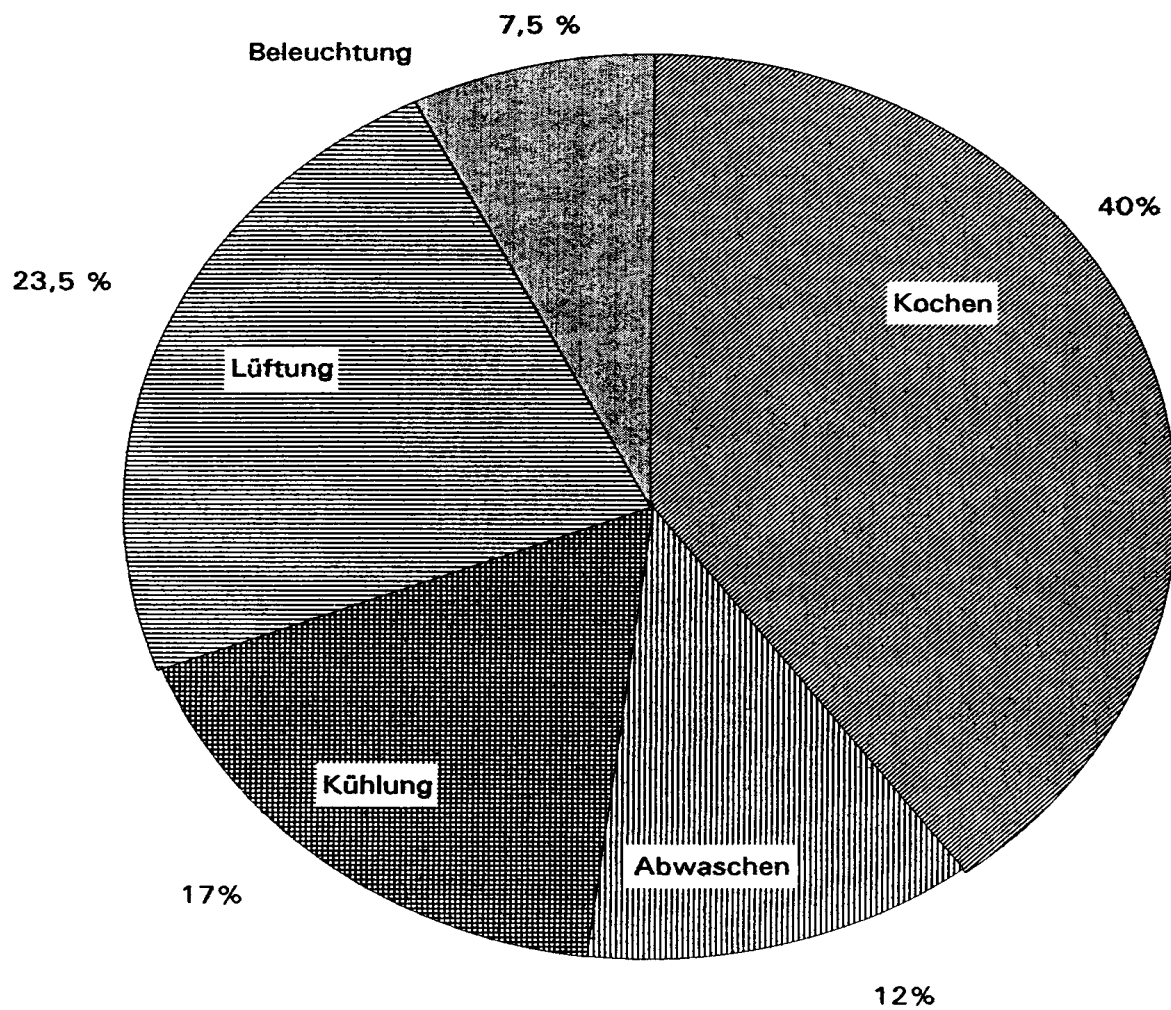
Die Graphik Nr. 18 - Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte zeigt, dass der Stromverbrauch geringfügig linear mit der Anzahl warmer Essen korreliert, von 400 kWh/d bei etwa 250 Menüs auf 700 kWh/Tag bei 700 Essen.

Graphik 15: Tagesgang





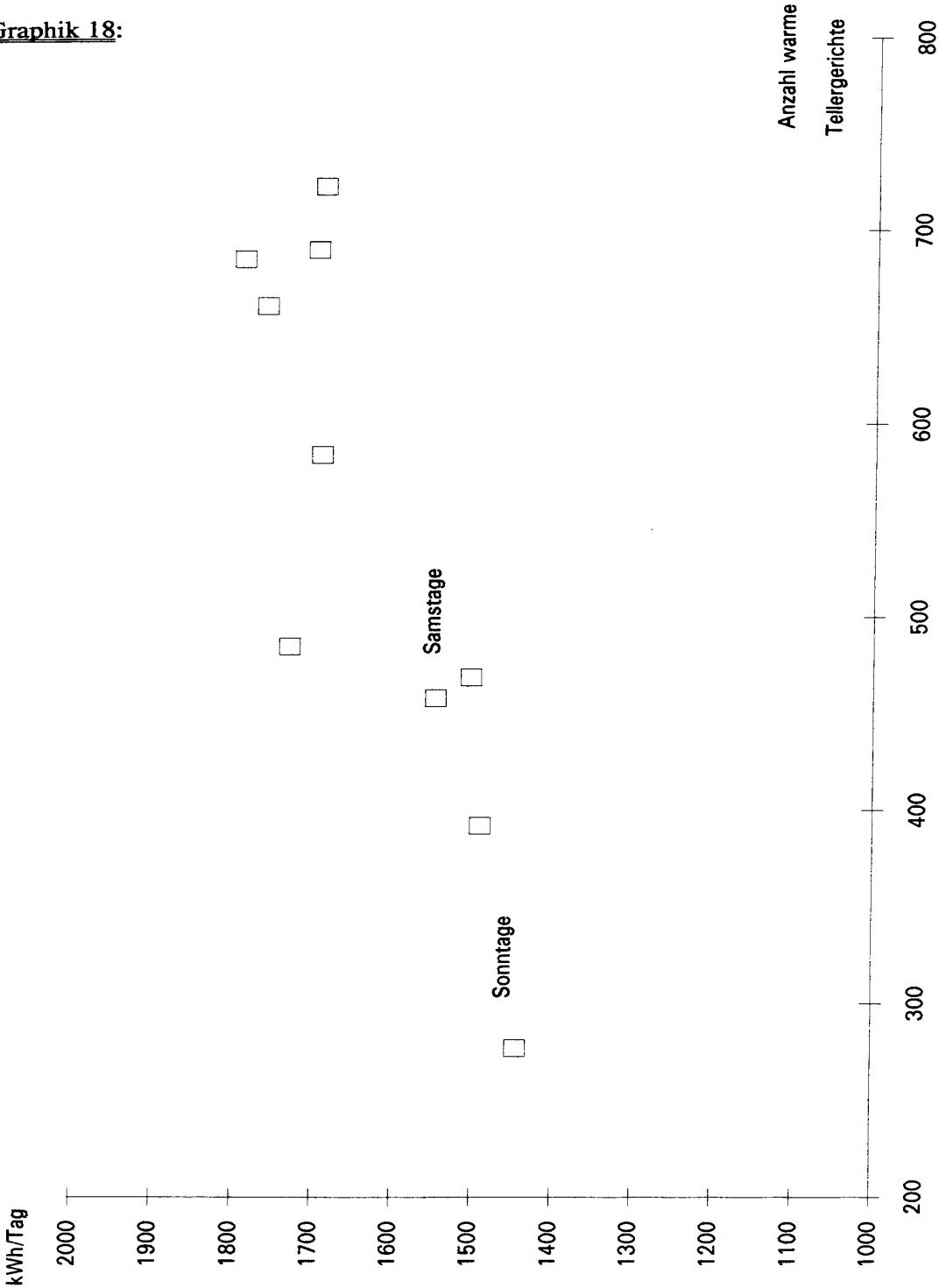
Küche/ Cafeteria	Kantons- spital	Liestal
		kWh-Total
Montag	17.6	1699
Dienstag	18.6	1690
Mittwoch	19.6	1730
Donnerstag	20.6	1762
Freitag	21.6	1692
Samstag	22.6	1547
Sonntag	23.6	1491



Stromverbrauchs- Struktur in kWh/Tag	Kochen	Abwaschen	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Total
Migros	286	169	102	87	97	741
Alters-/Pflegeheim	86	65	48	63	37	299
Kantonsspital	653	200	280	382	120	1635
Schnellimbiss	178	36	179	520	148	1061
Landgasthof	310	27	176	12	28	553

Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte

Graphik 18:



Da auf Grund der Verdrahtung nur wenige Geräte einzeln ausgemessen werden konnten, erscheint die Massnahmen-Liste bescheidener als bei den anderen Betrieben. Der Umbau der Küche mit neuer Lüftung, Kühlanlagen, Beleuchtung, Heizung und wenigen neuen Koch-Geräten ist bei Suter+Suter AG bereits in Planung. Dabei sollte den energetischen Aspekten genügend Wichtigkeit beigemessen werden. Im Folgenden sind zuerst einige allgemeingültige Aspekte zu Neuinstallationen aufgelistet und danach diverse Massnahmenideen, die während der Aufnahme aller Geräte aufgefallen sind:

Energetische Aspekte bei der Neuinstallation der Spitalküche

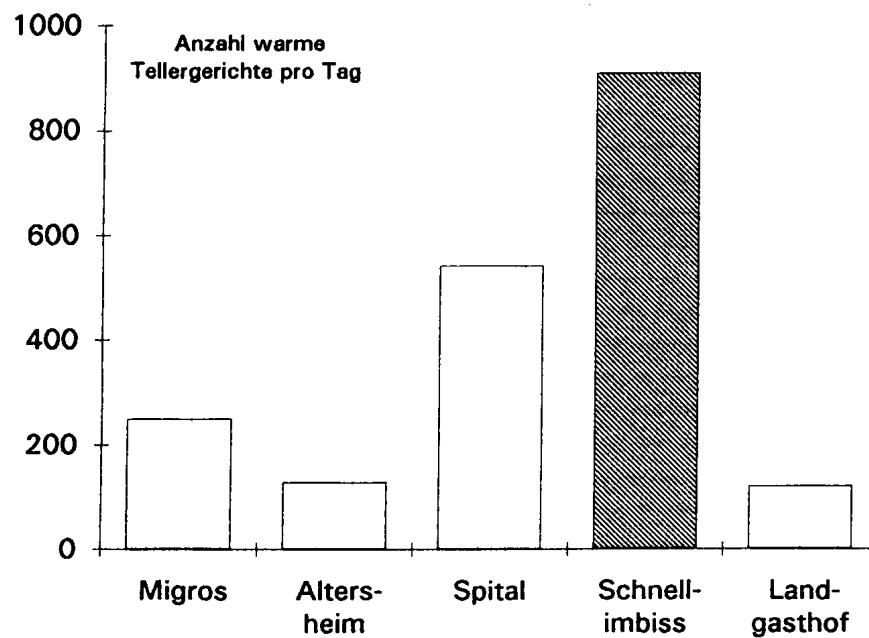
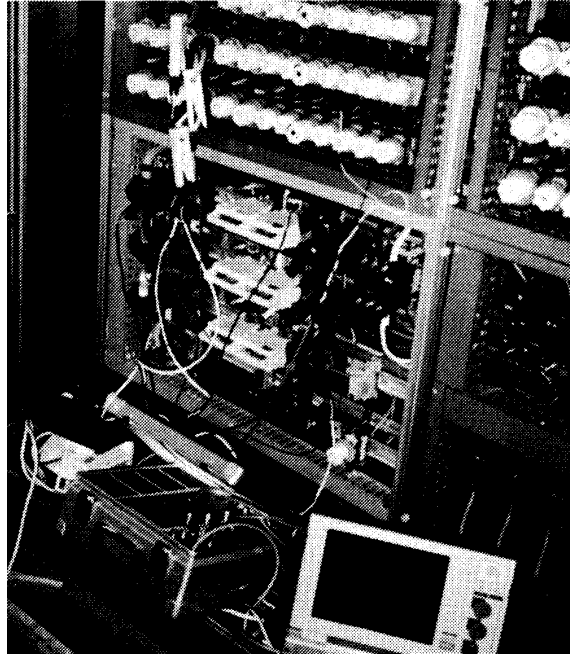
- Energiebuchhaltung: Installation eines separaten Elektrizitäts-Zählers zur Erfassung und Überwachung des Küchen- & Cafeteria-Stromverbrauchs.
- Kochgeräte: Umstellen auf geschlossene Geräte, (z.T. bereits begonnen mit dem Einsatz des Combisteamers), neue Erhitzertechnik aus Frankreich mit Dampf-Heissluft-Mikrowellen anstelle des Umluftofens + Steamers.
- Kochherde: Die 2 x 38 kW Kochherde sollten durch solche mit Anti-Abstrahlbelage ersetzt werden.
- Geschirr-Abwaschmaschine: Neben der Wärme aus der dampfenden Abluft sollte auch die Wärme aus dem Abwasser zurückgewonnen werden.
- Kälteanlagen. Die zahlreichen Kältemaschinen für die Kühlräume und Tiefkühlzellen, ca. 18 kW, werden heute ohne Wärmerückgewinnung betrieben, was bei einem Umbau geändert werden sollte. Mit der Abwärme kann gratis Warmwasser aufbereitet werden.
- Lüftungs-Anlagen: Beim Umbau sollte auf eine moderne Lüftungsanlage umgestellt werden, bestehend aus Blas-Luft-System zur effizienten lokalen Absaugung von Geruchsemissionen und Quell-Lüftung zum Einbringen von Zu-luft als Frischluftsee in Bodennähe. Die Zu- und Abluft zumindest im Cafeteria-Saal sollte bedarfsgeregelt werden, mittels einer Luftqualitätsmessung.
- Elektrische Leistungsbegrenzung: Mit einem Lastmanagement-System können die extremen Schwankungen, Ausschläge bis zu 30 kW, verhindert werden, und so Einsparungen von Fr. 4.80/kW & Monat.

Sofort-Massnahmen

- Hauptschalter: Damit nach Arbeitsschluss garantiert kein unnötig eingeschalteter Wärmeverbraucher weiterarbeitet, sollten die Hauptschalter für die Strom-Stränge Kraft+Wärme Nr.2 & 3 konsequent auf "aus" gedreht werden, ev. mit Lampe deutlicher markieren.
- Kühlräume: Da die Beleuchtung der Kühlräume trotz vorhandenen Schalter nicht ausgeschaltet wird, sind Strom-Sparlampen anstelle der 60 W Glühbirnen für Dauerbetrieb sinnvoll. Von den zahlreichen Kühlräumen sind einige derart schwach belegt, dass diese, im Sinne einer Sofort-Massnahme, stillgelegt werden können. Beim Umbau ist auf eine verbesserte Wärmedämmung der Kühlräume Wert zu legen (Bauteile: $k \approx 0,15 \text{ W/M}^2\text{K}$).
- Personal-Aufenthaltsraum: Mittels Zeitschaltuhren lässt sich der Aufwand für die erst abends und nachts notwendige Kühlung der Verpflegungsautomaten (tagsüber sind sie ausgeräumt) und die Beheizung des Getränke-Automats auf einfache Weise reduzieren.
- Steamer: Der Abzugs-Ventilator der Steamer sollte mit dem Einschalten dieser Geräte gekoppelt werden und nicht mit der zentralen Küchen-Abluft-Steuerung.
- Garderobe im UG: Die Lüftung sollte mittels Zeitschaltuhr von Dauer- auf reduzierten Betrieb umgeschaltet werden.

4.4 Schnellimbiss-Restaurant Nordwestschweiz

Das Schnellimbiss-Restaurant unterscheidet sich wesentlich von den anderen Betrieben bezüglich Speiseangebot, Standort und Kunden-Frequenz. Die meisten Nahrungsmittel werden vorverarbeitet angeliefert und müssen nur noch erhitzt werden. Die Gäste besuchen das Lokal von morgens bis Mitternacht und nahezu jeder zweite konsumierte ein warmes Tellergericht, Hamburger, gebratene Pouletschenkel, Pommes-Frites meist als Beilage, Pizzas, etc. Auf kleinem Platz wird ein Mehrfache umgesetzt verglichen mit den anderen Betrieben, weshalb der spezifische Energieaufwand auch geringer ausfällt.



4.4.1 Daten und Kennzahlen

In den folgenden zwei Tabellen: 'Daten und Ergebnisse' sowie 'Messergebnisse' sind sämtliche ermittelten Daten aufgelistet.

Folgende Angaben und Zahlenwerte stechen hervor:

- Dank bzw. wegen hohem internen Wärmeeintrag im Restaurant durch sehr grossen Stromverbrauch und zahlreichen Gästen müsste der Fernwärmeverbrauch für die Raumwärme sehr gering sein, die Energiekennzahl Wärme von 580 MJ/m² ist hingegen sehr gross. Der Restaurant-Verbrauch wird nicht separat gemessen, sondern nach einem Verteilschlüssel berechnet.
- Von 1989 auf 1990 nahm der Stromverbrauch um + 7,6 % zu, z.T. aufgrund der Umsatz-Zunahme.
- 77 % des Strombedarfs entsteht zur Hochtarifszeit.
- Die spezifisch installierte Elektro-Leistung ist mit 370 Watt/m² hoch.
- Die höchsten gemessenen Leistungsspitzen betragen 52 % vom installierten Wert, was auf eine gute Ausnutzung der installierten Leistung hinweist.
- Die Vollbetriebsstundenzahl (Jahresstromverbrauch / installierter Leistung) ist mit 2'380 Stunden/Jahr oder 27 % gross, vorallem wegen der langen Betriebszeit mit konstantem Stromverbrauch, siehe dazu auch den Wochen-gang.
- Der Anteil Leistungskosten liegt mit 19 % im Normalbereich, der durchschnittliche Strompreis im 1990 kam auf 14,5 Rp./kWh zu stehen.
- Der Blindleistungsbezug mit einem Anteil von 17 % ist beträchtlich, die Jahreskosten von Fr. 1'300.-, das sind 2,5 % der Stromkosten, nicht vernachlässigbar. Verursacher sind die Motoren der Klimaanlage und Kälteanlagen.
- Als Indikatoren konnten während der Messkampagne die Angaben warme Tellergerichte, die Gästezahl (=Anzahl Kassabons) und die Umsatzzahlen täglich erfasst werden.
- Mit einem Stromverbrauch pro warmem Essen von 1,2 kWh/Menü resultiert bei dieser Betrachtungsweise mit den eingangs erwähnten Systemgrenzen die Zubereitung von warmen Speisen im Schnellimbiss-Restaurant am energie-effizientesten. Die im "take away"-Verfahren verkauften warmen Speisen sind miteingerechnet. Der Hauptteil der Speisen ist vorbehandelt und muss nur noch kurz erhitzt werden. Der Aufwand für die kalten Speisen und Desserts, Ware, die gekühlt, beleuchtet und z.T. ebenfalls im Speisesaal konsumiert wird, wurde wie bei allen Betrieben, als Energie-Aufwand den warmen Speisen zugeschlagen.
- Der Stromverbrauch pro Gast ist mit 0,5 kWh/Gast sehr niedrig, dies trotz einem grossen spezifischen Konsum von Fr. 5.35/Gast.
- Von den ausgemessenen Einzelgeräten fallen als grosse "Stromfresser" mit einem Verbrauch 20 kWh/Tag ins Gewicht: Grillplatte, Doppelfriteuse, Pizzaofen, Waffelplatten, Warmwasser-Elektro-Boiler, Kühlschränke, Kühlanlagen, Lüftungsanlage und Kältemaschine für die Klimatisierung.

Gebäudedaten		
- Adresse	keine Angaben	
- Personalbestand	Küche & Restaurant = Total	49
- Öffnungszeiten	Tage/Jahr	365 d/a
	Stunden/Tag, Normalbetrieb Mo.-Do.	15,5 h/d
- Baujahr		1983
- EBF (Energiebezugsfläche)	Total	412 m*2
- Anzahl Sitzplätze		120
- Energieversorgung	Elektrizität ab Netz des lokalen EW's	
	Heizenergie ab Fernwärmenetz	
- Raumwärme-Aufbereitung	Fernwärme-Umformer	
- Raumwärme-Verteilung	Lüftung (mit WRG) und Heizkörper	
- Warmwasser	ab Elektro-Boiler	
- Raumklimatisierung	Kältemaschinen zur Luftkühlung	
Energiedaten		
- Heizenergiebedarf	Fernwärme 1989	66'000 kWh
- Elektrizitäts-Verbrauch	Liegenschaft Total 1990 d.h.	
	Restaurationsbetrieb, bezahlt	357'000 kWh
- Verbrauchsänderung	Elektrizität 1989----> 1990	7.60%
- Jahresgang Stromverbrauch	Monats-Durchschnitt 1990	29'800 kWh/mo
	Abweichung nach unten: Dezember	-22%
	Abweichung nach oben: Juli/August	21%
- Tagesgang Stromverbrauch	Anteile Hoch- und Niedertarif HT/NT	77 % / 23 %
- Energiekennzahl Wärme	ganze Liegenschaft	580 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	nur Restaurant-Betrieb	3'120 MJ/m*2
- Elektrische Leistung	total installiert	150 kW
	spezifisch installiert	370 W/m*2
	gemessen max. im Juli 1991	82 kW
	bezahlt max. im 1990	78 kW
- Verbraucher-Auslastung	Leistungsspitze/installierter Leistung	52%
- Vollbetriebsstunden	Arbeit kWh/installierter Leistung kW	2'380 h/a
		27%
- Elektrizitäts-Kosten	Total = Restaurant-Betrieb: im 1990	Fr. 52'800.-
	davon Leistungskosten: Fr. 10'100.-	19%
	Anteil Blindstrom, 59'400 kWh, 17 %	Fr. 1'300.-
- Strompreis-Durchschnitt	inkl. Leistung & Blindstrom	14,5 Rp./kWh
	ohne Leistungsanteil	11,6 Rp./kWh

Tabelle 1 1: Daten und Ergebnisse Schnellimbiss Restaurant Nordwestschweiz

56

- Stromtarife 1991	Hochtarif	14,5 Rp./kWh
	Niedertarif	6,0 Rp./kWh
	Blindstrom	2,2 Rp./kWh
	Leistung	12 Fr./kW*Monat
Messkampagne	Datum	27.6.-8.7.91
	Dauer	10 Tage
- Messergebnisse	- Anzahl warme Tellergerichte/Tag	910
	- Anzahl Gäste/Tag	2'034
	- Anzahl Gäste/Sitzplatz und Tag	17
	- warme Tellergerichte/Gast	0,45
	- Umsatz pro Tag Fr.	10'900
	- Fr.-Einnahmen/Gast	5.35
- Stromverbrauch	kWh/Tag gemessen	1061 kWh/d
	mittlere Leistung	44 kW
- Einzelstrom-Verbraucher	Grillplatte, 12 kW, gemessen	47 kWh/d
	Doppelfriteuse, 1 von 2, 18 kW, gem.	26 kWh/d
	Pizzaofen, untere Drittel, 4,5 kW, gem.	16 kWh/d
	Pizzaofen, total, ca. 14 kW, geschätzt	40 kWh/d
	Waffelplatten, 2 x 6 kW, geschätzt	21 kWh/d
	Kaffeemaschine, 8 kW, gemessen	19 kWh/d
	Kühl- & Tiefkühl-Schränke, 2,5 kW, gem.	49 kWh/d
	Kühlanlage Nr. 1,2,3, 6 kW, gem.	115 kWh/d
	Kälteanlage für Zuluft, 26 kW, gem.	300 kWh/d
	Lüftungsanlage, 18,5 h/d, geschätzt	220 kWh/d
	Geschirrspüler, 1 kW, gem.	7 kWh/d
	Boiler im 2. UG, 2,5 kW, gem.	29 kWh/d
	Beleuchtung Sous-Sol, 860 Watt, gem.	21 kWh/d
KENNGRÖSSEN		
- Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz	- kWh/Sitzplatz*Jahr	2'975
- Stromverbrauch pro Tellergericht	- kWh/Tellergericht warm	1,2
- Stromverbrauch pro Gast	- kWh/Gast	0,5
- Stromverbrauch pro Umsatz	- kWh/Fr.-Umsatz	0,10

Tabelle 12: Schnellimbiss-Restaurant Nordwestschweiz

[illegible]

4.4.2 Tages- & Wochengang, Stromverbrauchsstruktur

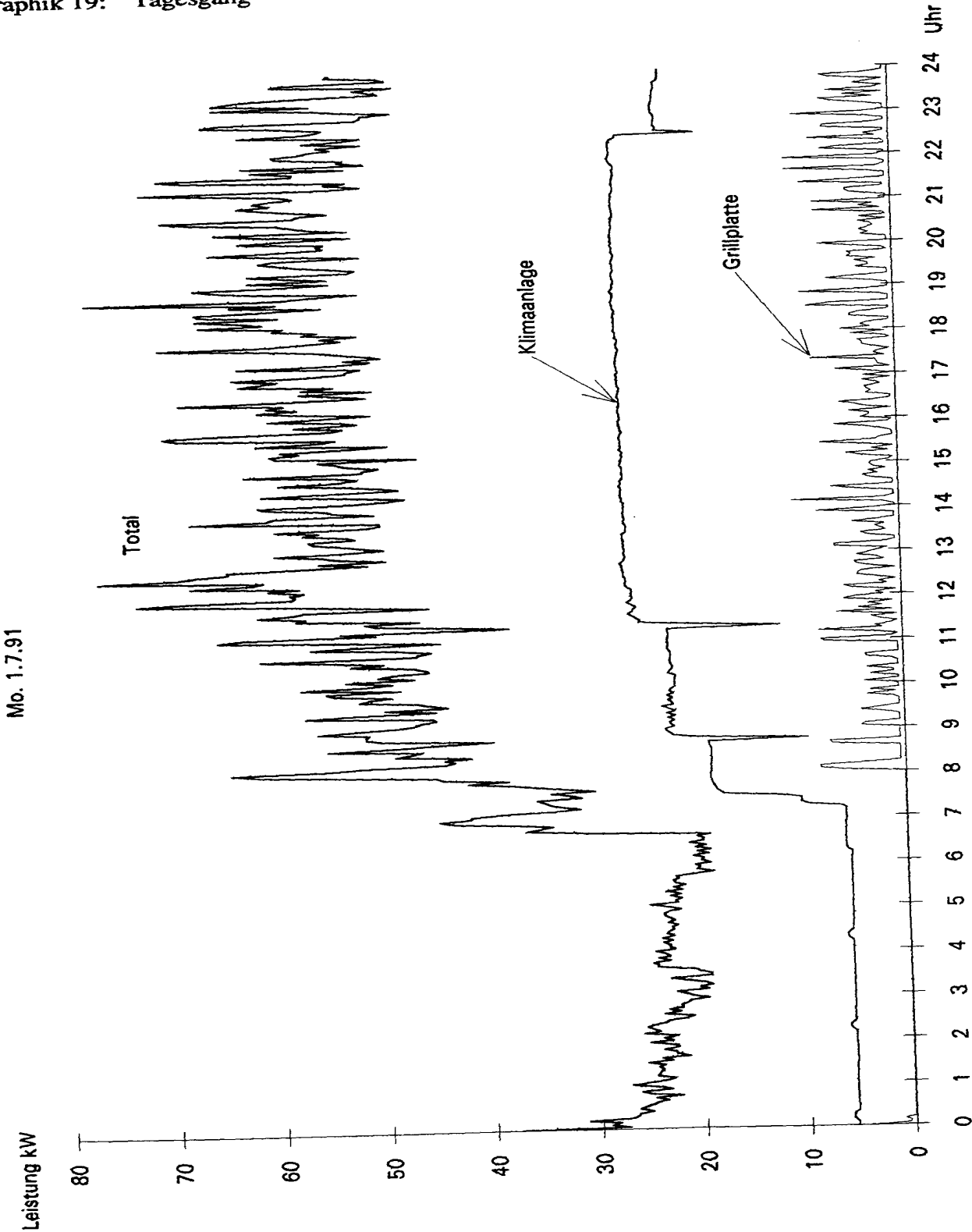
Die Graphik Nr. 19 - Tagesgang zeigt die simultan ermittelten Stromverbrauchs-Kurven vom Gesamt-Strom, sowie den Einzelverbrauchern Klimaanlage (Kühlung der Zuluft) und Grillplatte. Der Verlauf des Leistungsbedarfs weist nur wenige Ausschläge aus dem 60 kW Bereich auf.

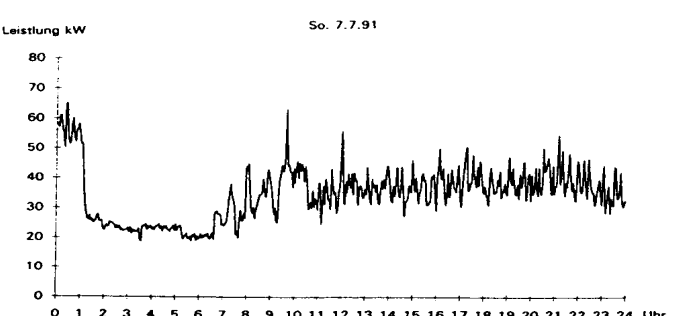
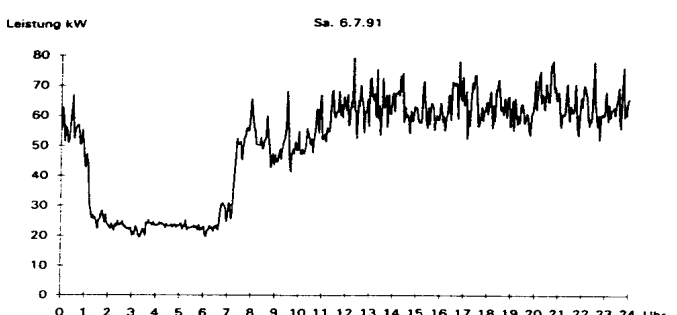
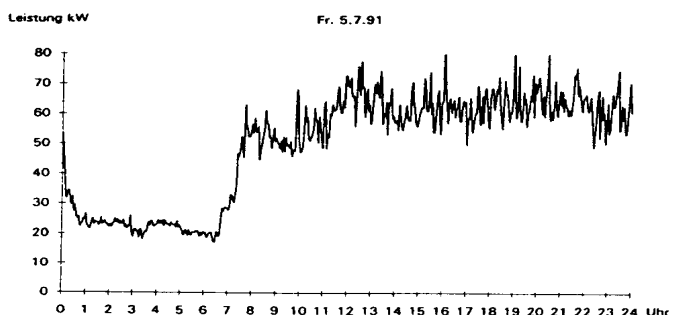
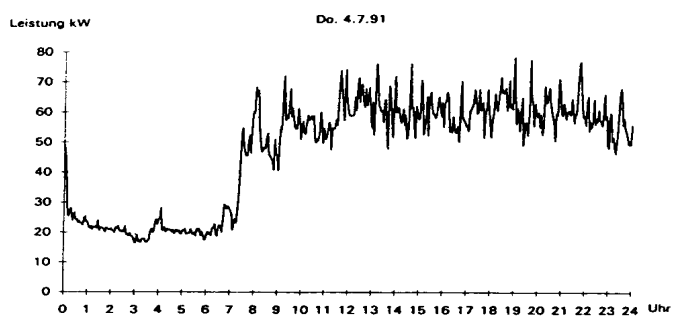
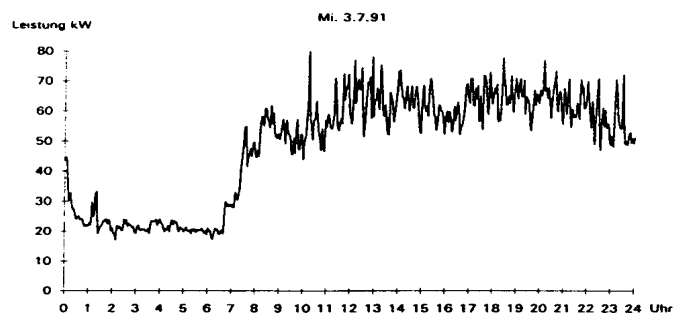
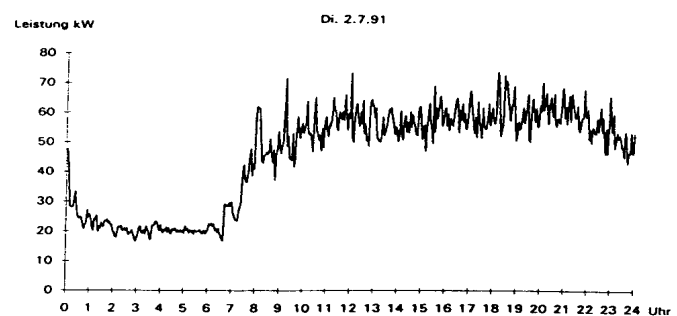
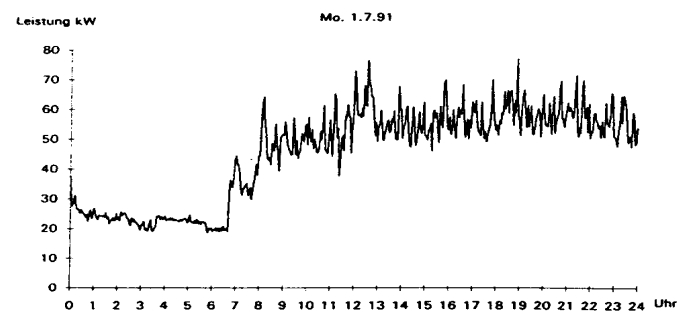
Die Graphik Nr. 20 - Wochengang zeigt wie ähnlich der Strombedarf an allen Wochentag verläuft und wie am Wochenende bis 01 Uhr offen ist und wie der Sonntag geringeren Betrieb aufweist.

Die Graphik Nr. 21 - Stromverbrauchs-Struktur gibt Aufschluss über die Verwendung der Elektrizität, in Prozent-Anteilen für Kochen, Abwaschen, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung. Die Tabelle darunter zeigt Vergleiche mit den anderen Betrieben. Wegen der viel längeren Öffnungszeit lässt sich ein Vergleich des auffallend grossen Beleuchtung-Stromverbrauchs mit dem Migros-Restaurant nur bedingt herstellen. Ebenfalls hinkt der Vergleich bezüglich Lüftung, da die Witterung während der Messkampagne im Mai eine Luft-Kühlung im Migros-Restaurant noch nicht erforderte wie im Schnellimbiss-Restaurant anfangs Juli.

Die Graphik Nr. 22- Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte lässt keinen Zusammenhang von Stromverbrauch mit der Anzahl warmer Essen erkennen. Die Ausreisser in der Graphik sind die Sonntags-Stromverbrauche bei reduzierter Klimatisierung (erst ab 11 Uhr, bei 1/3 der Kühlleistung).

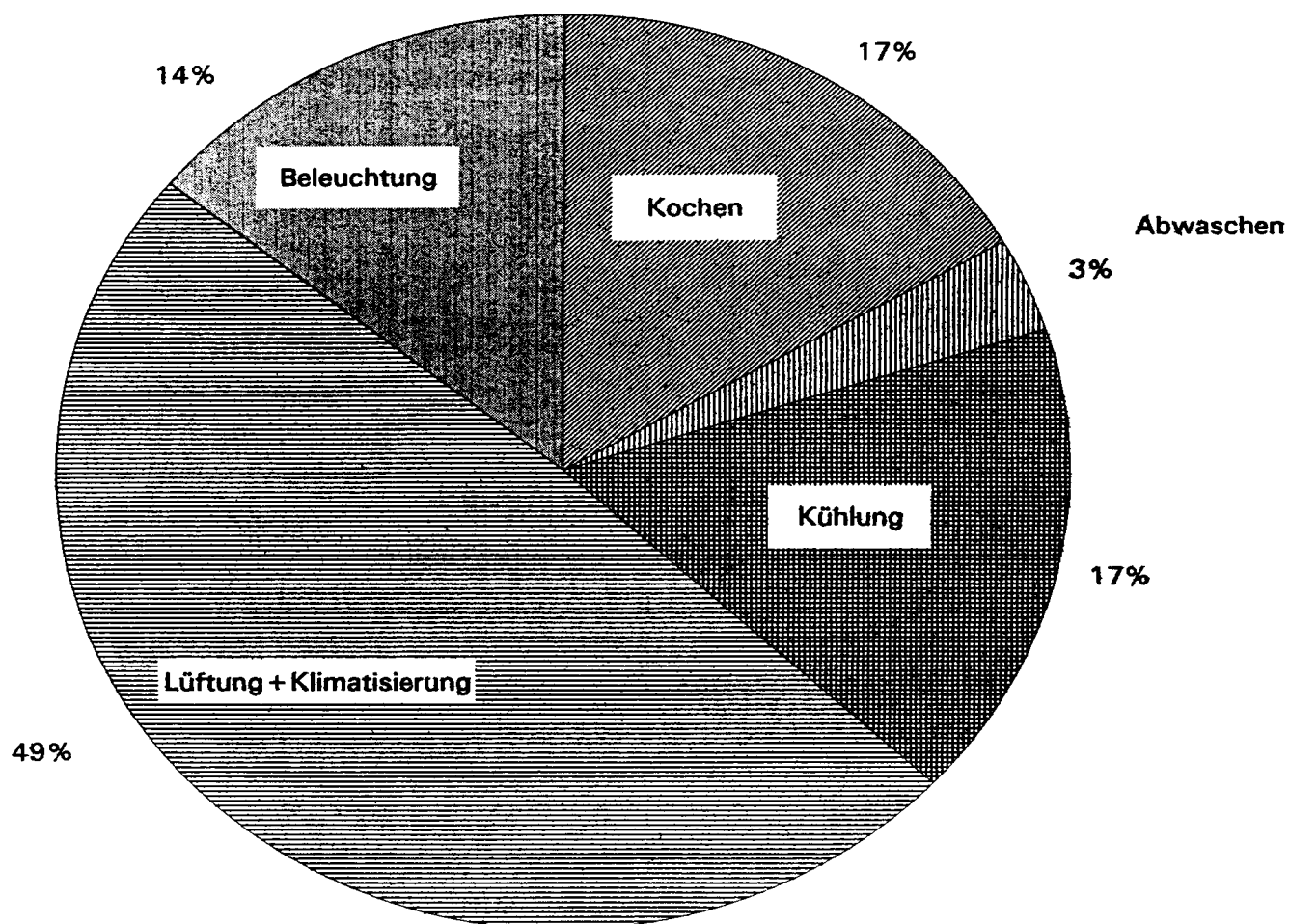
Graphik 19: Tagesgang





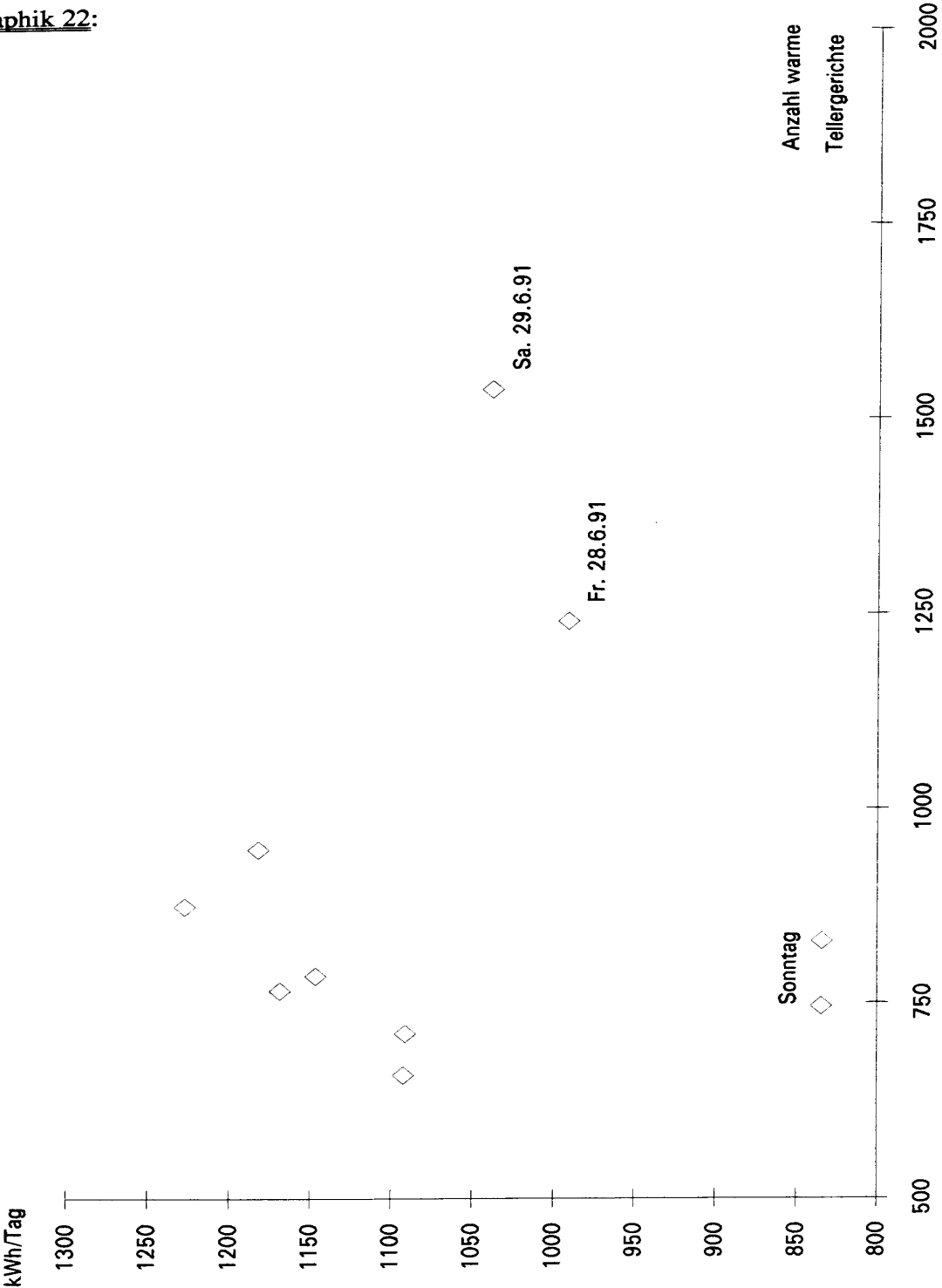
Schnellimbiss- Nordwest Schweiz Restaurant		
		Total kWh
Montag	1.7	1092
Dienstag	2.7	1091
Mittwoch	3.7	1169
Donnerstag	4.7	1147
Freitag	5.7	1182
Samstag	6.7	1228
Sonntag	7.7	834

Graphik 21: Stromverbrauchs-Struktur
Schnellimbiss-Restaurant Nordwestschweiz



Stromverbrauchs- Struktur in kWh/Tag	Kochen	Abwaschen	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Total
Migros	286	169	102	87	97	741
Alters-/Pflegeheim	86	65	48	63	37	299
Kantonsspital	653	200	280	382	120	1635
Schnellimbiss	178	36	179	520	148	1061
Landgasthof	310	27	176	12	28	553

Graphik 22:



4.4.3 Stromspar-Massnahmen

Dank der kontinuierlichen Messung von Verbrauchergruppen und Einzelgeräten neben dem sehr einfach messbaren Gesamtstrom konnten zahlreiche energetische Missstände entdeckt werden.

- Grillplatte: Der Koch beklagte sich ohnehin über die Trägheit der Grillplatte. Um den Stromverbrauch und die Belastung durch Wärmeabstrahlung auf das Küchen-Personal zu verringern sollte die Bratplatte durch eine energieeffizientere mit Anti-Abstrahl-Beschichtung ersetzt werden.
- Pizzaofen: Durch verbesserte Wärmeisolation des gesamten Pizzaofens sollte die Konstant-Temperaturhaltung auf 200-300°C mit weniger Stromaufwand möglich sein.
- Kaffeemaschine: Auch nachts ausserhalb der Öffnungszeit verbraucht die Kaffeemaschine Elektrizität zur Konstanthaltung der Temperatur, was mittels einer Schaltuhr eingespart werden könnte. Dem wird ein Qualitätsverlust des Kaffees entgegen gehalten.
- Beleuchtung: Die im höchsten Masse energieaufwendige Beleuchtung mit 25 und 40 Watt Glühbirnen, total etwa 6,5 kW, d.h. 16 Watt/M² stellt neben der Energieverschwendung eine hohe Wärmelast im Sommer dar, welche mit einer wiederum stromintensiven Klimaanlage nach aussen gefördert wird. Eine komplette Sanierung mit Stromsparlampen oder FL-Röhren steht hier an, zumal die Betriebszeit gross ist.
- Klimatisierung/Lüftung: Wie oben erwähnt könnte durch Reduktion des von der Beleuchtung anfallenden Wärmestroms der Kältebedarf gesenkt werden. Es wurde beobachtet, dass bei überraschendem Wetterumschlag, das Restaurant auch bei kühltem Sommerwetter weitergekühlt wird, ohne dass das Personal Einfluss nehmen kann. Eine bessere Regelung der Zuluft-Kühlung ist dringend erforderlich. Als weitere Konsequenz kann auch die Frischluftmenge gedrosselt werden, wenn weniger Wärme abtransportiert werden muss. Die Zu- & Abluftmengen sollten verkleinert werden. Langfristig sollte die Umstellung der Lüftungsanlage auf das effizientere System von Quellen-Lüftung, für das Zuführen von Luft als Frischluftsee in Bodennähe, kombiniert mit dem Blasluft-System, für das effiziente Abtransportieren von Geruchsemissionen in der Küche geprüft werden.
- Tiefkühlzelle (Kälteanlage Nr. 1): die Abtauzeiten und effektive Abschaltung sollten überprüft werden, da die kontinuierliche Messung auf einen möglichen Defekt hinwies.
- Warmwasser: Leider wurde trotz neuerem Baudatums die 3 Kälteanlagen nicht mit einer Wärmerückgewinnung für das Brauchwarmwasser ausgerüstet. Die mit viel Elektrizität aus den Kühlräumen und Tiefkühlzellen hinausbeförderte Wärme wird mit Kondensator-Kühlwasser einfach als warmes Wasser in die Kanalisation abgeleitet. Die im Kompressor-Raum anfallende Wärme der Motoren wird durch Kühlung der dortigen Raumluft von einer der 3 Anlagen entfernt. Die Warmwasser-Aufbereitung erfolgt ein Stockwerk tiefer mittels eines reinen Elektro-Boilers, 2,5 kW, 29 kWh/Tag, der im Heizraum neben dem Fernwärmeumformer steht, ohne auch von dieser wesentlich sinnvoller und billigeren Energiequelle zu profitieren. Eventuell ist der Elektro-Boiler bereits mit einem Heizregister ausgerüstet, an das ein Ladekreis ab Fernwärmeverteiler oder mit von Kälteanlagen zurückgewonnener Wärme leicht angeschlossen werden könnte und sollte. Zugleich sollte auf der Kaltwasserseite des Boilers eine Wasseruhr zur Kontrolle des Verbrauchs an WW eingebaut werden. Das bestehende Warmwasser-Zirkulations-System sollte mit einer

Schaltuhr auf der Zirkulationspumpe (20 Watt) ergänzt werden, um nur noch getaktet, d.h. periodisch ein- bzw. ausgeschaltet, Warmwasser im Kreislauf zu führen. Dadurch wird der Wärmeverlust von den Rohrleitungen an Mauerwerk und Raumluft gesenkt ebenso auch der Pumpstrombedarf.

- Zur Senkung des hohen Blindleistungsbezuges von 59'400 kVARh, welcher nur das Netz und das EW unnütz belastet, sollte eine Blindstrom-Kompensationsanlage eingebaut werden.

Nicht eigentlich zum Restaurant-Betrieb gehörige Massnahmen-Vorschläge:

- Mittels eigenem Fernwärmezähler auf den Abgängen "Lüftung" und "HeizungswasserRestaurant" könnte der jährlich verrechnete Betrag, etwa 4'000 Fr., etwas gesenkt werden, da das Restaurant vermutlich weniger Wärme bezieht als aus dem Verteilschlüssel errechnet wird.
- Die Boiler-Ladepumpe (40 Watt) für die Wohnungen sollte nach Bedarf (Thermostat im Boiler und Temperatur-Differenzregelung) gesteuert werden und nicht dauernd laufen.
- Es sollte abgeklärt werden, ob während der Nichtheizperiode die Fernwärme-Hauptpumpe über einen Regler die meiste Zeit abgeschaltet werden könnte, denn diese Pumpe von ca. 300 Watt läuft meistens nutzlos und stromverschwendend, Einsparungen 1000 kWh/Jahr.

4.5 Landgasthof Bären Langenbruck

Der Landgasthof Bären in Langenbruck bietet den Gästen aus dem nebenstehenden dazugehörigen Hotel, den Touristen und Ausflüglern, Bankettgesellschaften wie auch regelmässig dort speisenden werktätigen Leuten eine reiche Auswahl an kulinarischen Spezialitäten, die in geruhsamer Atmosphäre im unterteilten Speisesaal konsumiert werden können. Der Wirt und Hotelinhaber Herr Grieder hat gute Beziehungen zum Wirteverband, wo er sich für eine Verbreitung des Anliegen Stromsparen im Gastgewerbe einsetzen möchte.



4.5.1 Daten und Kennzahlen

In den folgenden zwei Tabellen: "Daten und Ergebnisse" sowie "Messergebnisse" sind sämtliche ermittelten Daten aufgelistet.

Folgende Angaben und Zahlenwerte stechen hervor:

- Der Wärmeeintrag durch den hohen Elektrizitätsverbrauch (doppelt so gross wie in Hotels nach Literaturangaben) in der ganzen Liegenschaft (E-Elektrisch = 745 MJ/m²) kommt der Raumwärme nicht besonders effizient zugute, erkennbar an der Energiekennzahl Wärme von 690 MJ/m², die immer noch gross ist.
- Von 1989 auf 1990 nahm der Stromverbrauch geringfügig um + 1 % zu.
- 62 % des Strombedarfs entsteht zur Hochtarifszeit.
- Die in Küche und Speisesaal spezifisch installierte Elektro-Leistung ist mit

740 Watt/M2 die höchste in der vorliegenden Untersuchung vorgefundene Leistungsdichte. Ein Grund liegt darin, dass die Küche sporadisch Speisen für Bankettessen, die in einem separaten Saal im gleichen Gebäude stattfinden, zubereitet. Ein weiterer Grund liegt in der Anzahl der Kochapparaturen für die Zubereitung der vielfältigsten Speisen.

- Die höchsten gemessenen Leistungsspitzen betragen 52 % vom installierten Wert, was auf eine gute Ausnutzung der installierten Leistung hinweist.
- Die Vollbetriebsstundenzahl (Jahresstromverbrauch / installierter Leistung) ist mit 1'000 Stunden/Jahr oder 11 % gering, da die Verbrauchsspitzen nur während den Hauptbetriebszeiten von 10- 13 Uhr und 17-21 Uhr auftreten, siehe dazu auch den Wochengang.
- Die ganze Liegenschaft bezog im 1990 maximal 106 kW Elektro-Leistung ab EBLNetz, im Juli 1991 wurden alleine im Küchen-/Speisesaal-Betrieb der Löwenanteil von 81 kW bezogen.
- Im 1990 betrugen die Leistungskosten 23 % der Stromkosten, was einen durchschnittlichen Strompreis von 13,6 Rp./kWh ergab.
- Als Indikatoren konnten während der Messkampagne die Angaben warme Tellergerichte, die Gästezahl (=Anzahl Kassabons) und die Umsatzzahlen täglich erfasst werden.
- Mit einem Stromverbrauch pro warmem Essen von 4,6 kWh/Menü lag dieser Wert an der Spitze der 5 Betriebe. Dazu muss bemerkt werden, dass der Gasthof Ende Juli unterdurchschnittlich besucht wurde und der ganze Betrieb trotzdem auf Bereitschaft eingestellt war. Zweitens sind die, ausser den Tagesteller, individuell zubereiteten Speisen für meistens längere Zeit im Speisesaal verweilende Gäste naturgemäss energieaufwendiger. Ein rein zahlenmässiger Vergleich zu den Schnellimbiss- oder Shopping-Center-Restaurants oder Kantinen berücksichtigt diese qualitativen Aspekte nicht und würde dem Landgasthof unrecht tun.
- Der Stromverbrauch pro Gast ist mit 1,9 kWh/Gast ebenfalls am höchsten, da ja auch fast jeder zweite Gast, überraschenderweise wie im Schnellimbiss-Restaurant, ein warmes Essen bestellte.
- Pro Gast wurde Fr. 13.50 eingenommen, das ist der höchste erfasste Zahlenwert. Gründe sind neben dem höheren Preis für das individuell zubereitete Menü, allenfalls mit Wein und Dessert, dass öfters mehrere Gäste auf einen Kassabon verrechnet wurden und daher als einen einzigen Gast registriert wurden. Die warmen Tellergerichte sind nicht mit diesem Fehler behaftet, da diese gezählt und von Hand registriert wurden. Der umsatzspezifische Stromaufwand von 0,14 kWh/Fr. liegt wiederum im Durchschnitt der fünf Betriebe.
- Von den ausgemessenen Einzelgeräten fallen als grosse "Stromfresser" mit Stromverbräuchen 20 kWh/Tag ins Gewicht: Kocherd, Steamer, Tellerwärmer unter der Durchreiche, Tiefkühlzelle hinter dem Monoblock, beide Kälteanlagen für Buffetkühlung und Kühlräume.

Tabelle 13: Daten und Ergebnisse Landgasthof Bären Langenbruck

Gebäudedaten		
- Adresse	Landgasthof Bären	Hauptstr. 10
		4438 Langenbruck
	Inhaber: Grieder	Tel. 062/ 60 14 14
	Chef de Service: Mussari	
- Personalbestand	Küche & Restaurant	19
- Oeffnungszeiten	Tage/Jahr	365 d/a
	Stunden/Tag, ganze Woche	15,0 h/d
- Baujahr		1577
- EBF (Energiebezugsfläche)	Total (Gebäude Bären + Hotel Garni)	1'850 m*2
	Total nur Gebäude Bären	1'430 m*2
	Küche + Speisesaal im Bären	270 m*2
- Anzahl Sitzplätze		90
- Energieversorgung	Elektrizität ab EBL-Netz	
	Heizenergie: Heizöl EL	
- Raumwärme-Aufbereitung	Oelheizkessel	
- Raumwärme-Verteilung	Heizkörper und Lüftung (mit WRG)	
- Warmwasser	vorgewärmt mit Kältemaschinen-	
	Abwärme, nacherhitzt mit Oelkessel	
Energiedaten		
- Heizenergiebedarf	Heizöl, pro Jahr, für Bären + Garni	35'500 l
- Elektrizitäts-Verbrauch	nur Gebäude Bären , 1988-1990, pro Jahr	296'000 kWh
	nur Gastronomie-Betrieb, aus	
	Messergebnis aufgerechnet, pro Jahr	202'000 kWh
- Verbrauchsänderung	Elektrizität 1989----> 1990	+ 1.00%
- Jahresgang Stromverbrauch	2-Monats-Durchschnitt 1990, ganzes Geb.	50'200 kWh/2-mo.
	Abweichung nach unten: März/April	-15%
	Abweichung nach oben: Juli-Oktober	+ 11%
- Tagesgang Stromverbrauch	Anteile Hoch- und Niedertarif HT/NT	62 % / 38 %
- Energiekennzahl Wärme	beide Liegenschaften, Bären + Garni	690 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	ganzes Gasthof-Gebäude Bären	745 MJ/m*2
- Energiekennzahl Elektrizität	nur Gastronomie-Betrieb im Bären	2'690 MJ/m*2
- Elektrische Leistung	total installiert	200 kW
	spezifisch installiert	740 W/m*2
	gemessen max. im Juli 1991, nur Rest.	81 kW
	bezahlt max. im 1990, ganzes Gebäude	106 kW
- Verbraucher-Auslastung	Leistungsspitze/installierter Leistung	40%
- Vollbetriebsstunden	Arbeit kWh/installierter Leistung kW	1'000 h/a
		11%

Tabelle 13: Daten und Ergebnisse Landgasthof Bären Langenbruck

68

- Elektrizitäts-Kosten	nur Gasthof-Gebäude Bären: im 1990	Fr. 40'800.-
	davon Leistungskosten: Fr. 9'300.-	23%
- Strompreis-Durchschnitt	inkl. Leistung, 1990	13,6 Rp./kWh
	ohne Leistungsanteil	10,5 Rp./kWh
- Stromtarife 1991	Hochtarif	15,3 Rp./kWh
	Niedertarif	9,9 Rp./kWh
	Leistung	17.60 Fr./kW*Monat
Messkampagne	Datum	8.7.-24.7.91
	Dauer	17 Tage
- Messergebnisse	- Anzahl warme Tellergerichte/Tag (inkl. 2 x 20 Personaessen pro Tag)	121
	- Anzahl Gäste/Tag	298
	- Anzahl Gäste/Sitzplatz und Tag	3,3
	- warme Tellergerichte/Gast	0,41
	- Umsatz pro Tag, Fr.	4'026
	- Fr.-Einnahmen/Gast	13.50
- Stromverbrauch	kWh/Tag gemessen	553 kWh/Tag
	mittlere Leistung	23 kW
- Einzelstrom-Verbraucher	Kochherd Nr. 1, 1 von 2, 12 kW, gem.	93 kWh/d
	Steamer, Mikrowellen, Grill, 8 kW, gem.	50 kWh/d
	Kippkessel 80 l, 11 kW, gem.	5 kWh/d
	Kippkessel 50 l, 7 kW, gem.	4 kWh/d
	Tellerwärmer, 3 kW, gem.	23 kWh/d
	Vacuumier-Maschine, 1,23 kW, gem.	0,3 kWh/d
	Durchlauferhitzer der Waschmaschine 20 kW, gemessen	17 kWh/d
	Eismaschine im Keller, 0,5 kW, gem.	4,4 kWh/d
	Tiefkühlschrank im Keller, 0,17 kW, gem.	1,6 kWh/d
	Tiefkühltruhe im Keller, 0,23 kW, gem.	5,3 kWh/d
	Glacé-Tiefkühler in Küche, 0,26 kW, gem.	1,2 kWh/d
	Tiefkühlzelle beim Monoblock, 1 kW, gem.	21 kWh/d
	Kälteanlage für Buffetkühlung, 3,2 kW, gem.	68 kWh/d
	Kälteanlage für Kühlräume, 3 kW, gem.	55 kWh/d
	REST, nicht gemessen	204 kWh/d
KENNGRÖSSEN		
- Jahresstromverbrauch pro Sitzplatz	- kWh/Sitzplatz*Jahr	2'975
- Stromverbrauch pro Tellergericht	- kWh/Tellergericht warm	1,2
- Stromverbrauch pro Gast	- kWh/Gast	0,5
- Stromverbrauch pro Umsatz	- kWh/Fr.-Umsatz	0,10

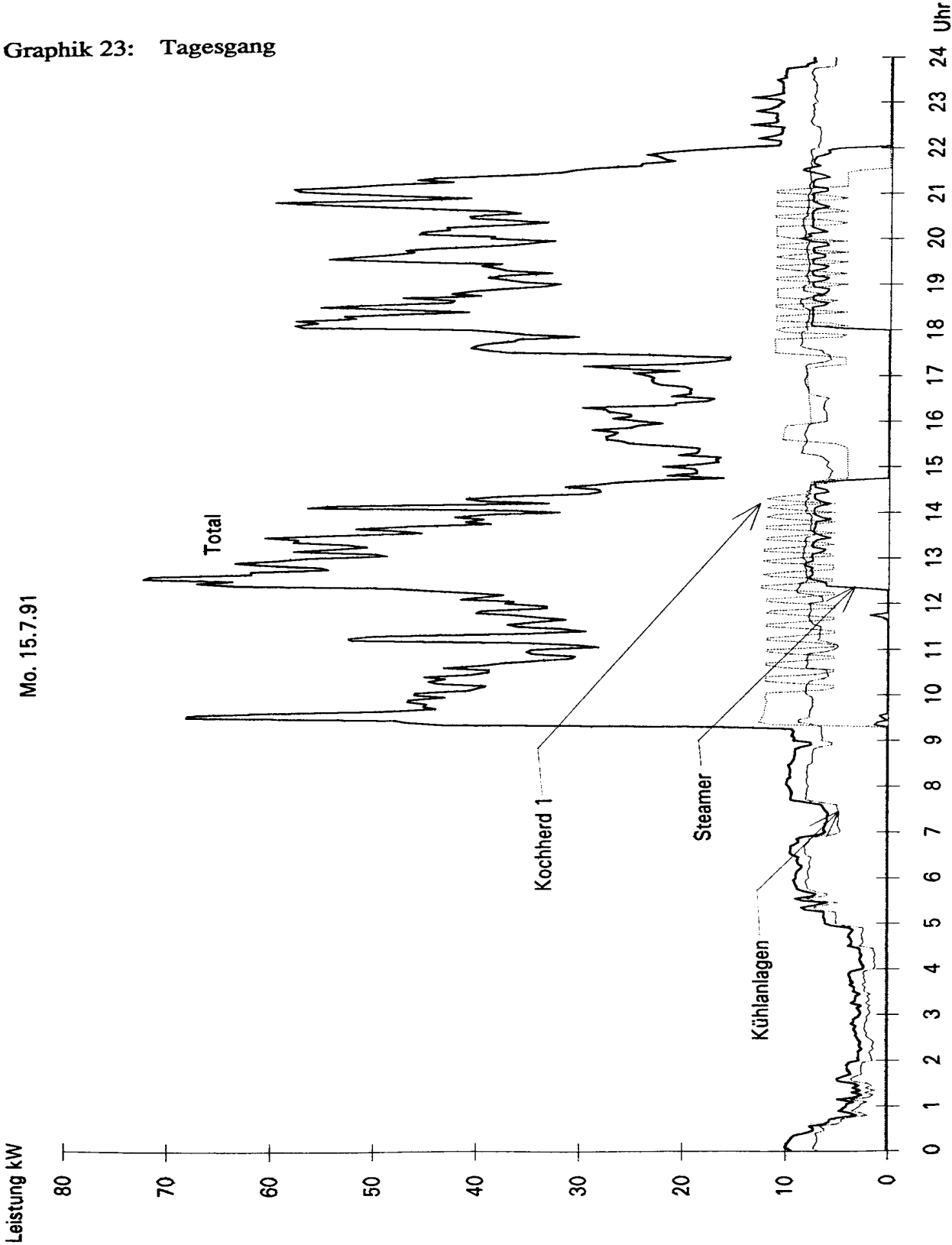
4.5.2 Tages- & Wocheneang, Stromverbrauchsstruktur

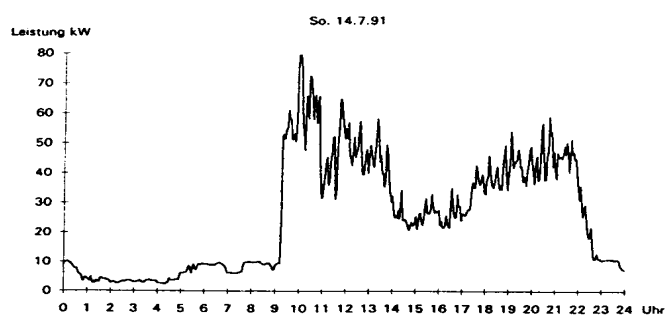
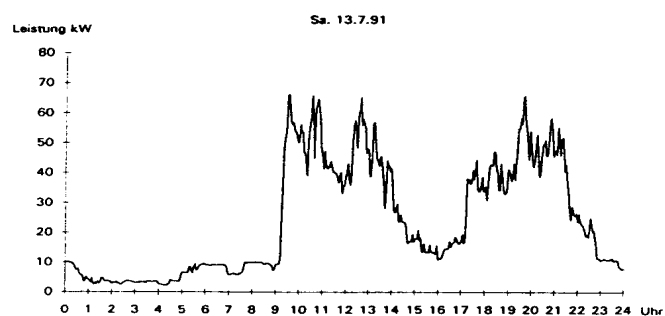
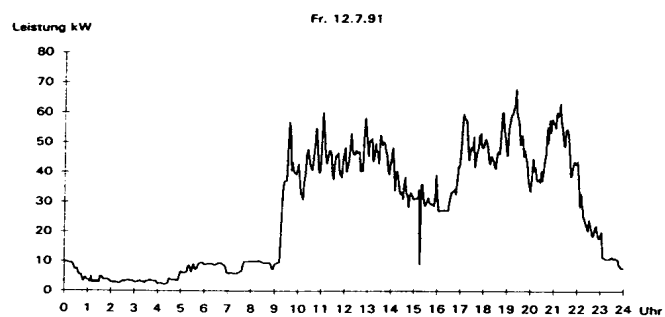
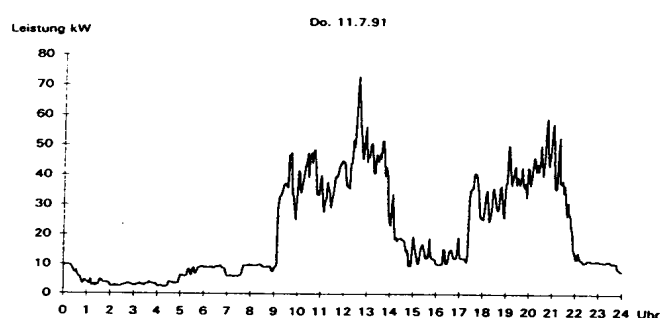
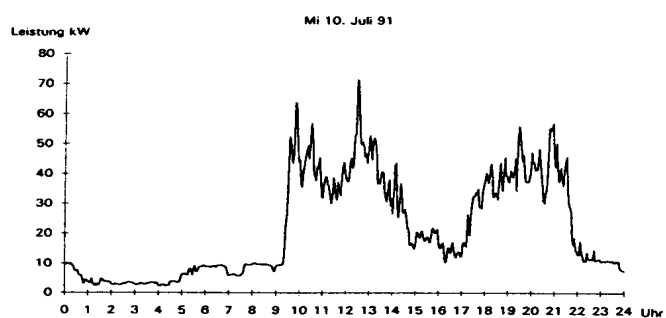
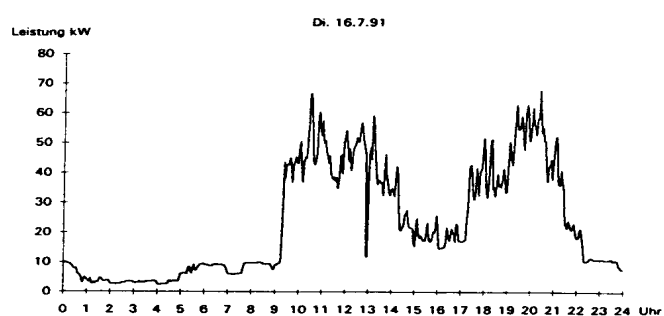
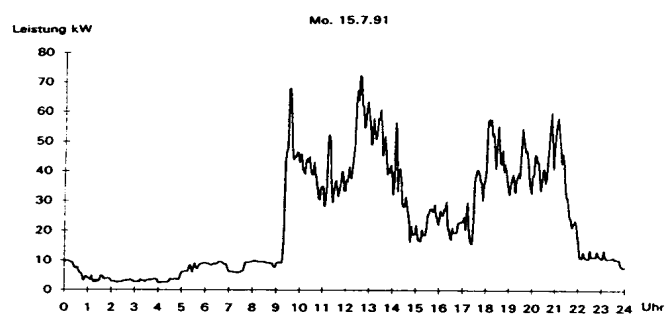
Die Graphik Nr. 23 - Tagesgang zeigt die simultan ermittelten Stromverbrauchs-Kurven vom Gesamt-Strom, sowie den Einzelverbrauchern Kochherd, Steamer und Kühlanlagen. Die Stromverbrauchskurve weist enorme Schwankungen im Leistungsbezug auf, Ausschläge von bis zu 30 kW aus dem mittleren Bereich von 45 kW, die vermutlich vom Nacherhitzer in der Geschirrwashmaschine stammen.

Die Graphik Nr. 24 - Wochengang zeigt wie ähnlich der Strombedarf an allen Tagen ausser am Freitag und Sonntag verläuft, mit täglich zwei Spitzenzeiten von 10-13 Uhr und 18-21 Uhr.

Die Graphik Nr. 25 - Stromverbrauchs-Struktur gibt Aufschluss über die Verwendung der Elektrizität, in Prozent-Anteilen für Kochen, Abwaschen, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung. Die Tabelle darunter zeigt Vergleiche mit den anderen Betrieben. Vorallem der riesige Aufwand für die Kühlung, gleich gross wie im Schnellimbiss-Restaurant, sticht hervor, siehe dazu auch Tabelle Nr. 3 in Kap. 3.4. Der Landgasthof weist den grössten Prozentsatz von 56 % des Strombedarfs für das Kochen auf und nur geringe Anteile für Lüftung, Beleuchtung und Abwaschen.

Die Graphik Nr. 26 - Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte lässt eine leicht lineare Korrelation von Stromverbrauch mit der Anzahl warmer Essen erkennen.

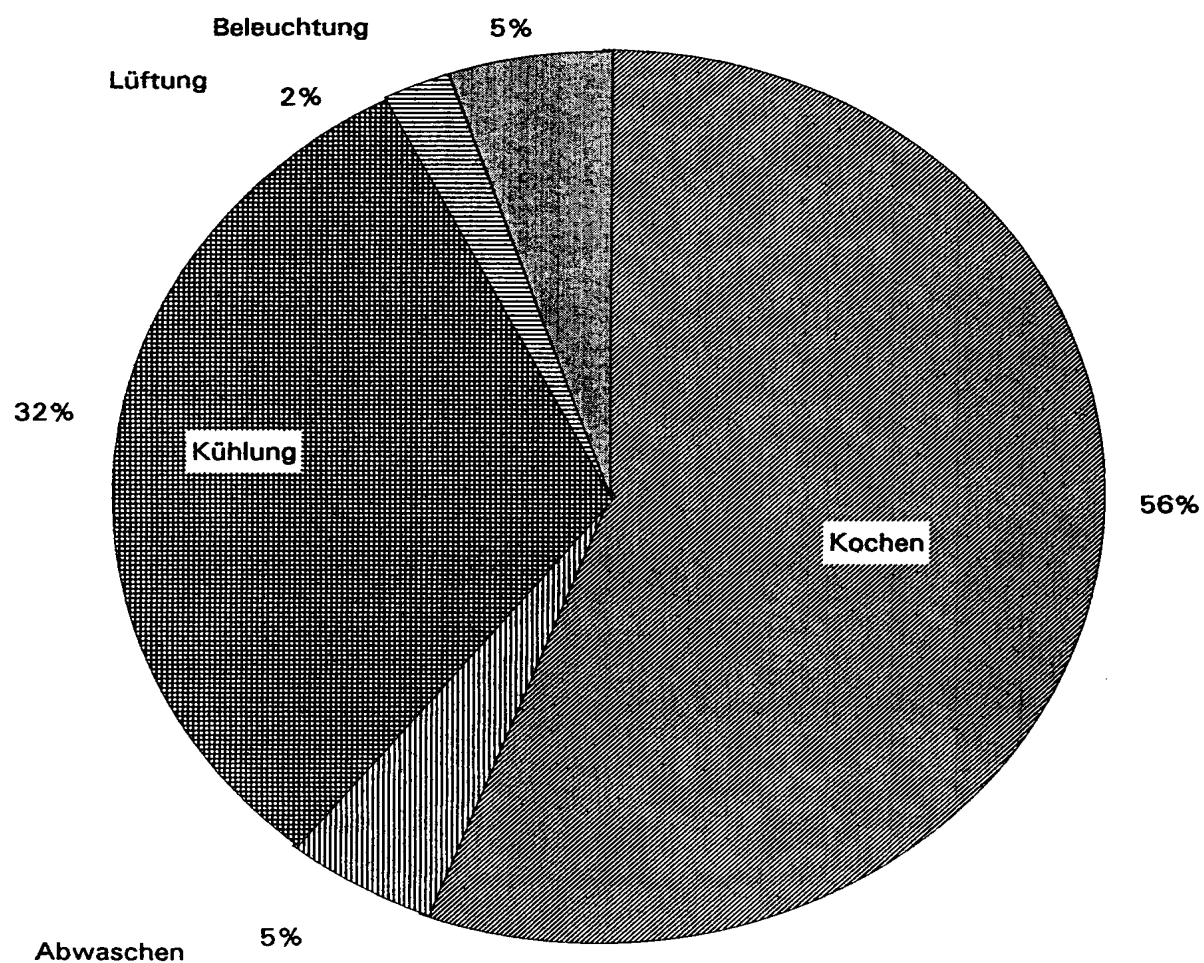




Landgasthof	Bären	Langenbruck
		kWh-Total
Montag	15.7	557
Dienstag	16.7	556
Mittwoch	10.7	514
Donnerstag	11.7	494
Freitag	12.7	646
Samstag	13.7	570
Sonntag	14.7	607

Graphik 25: Stromverbrauchs-Struktur

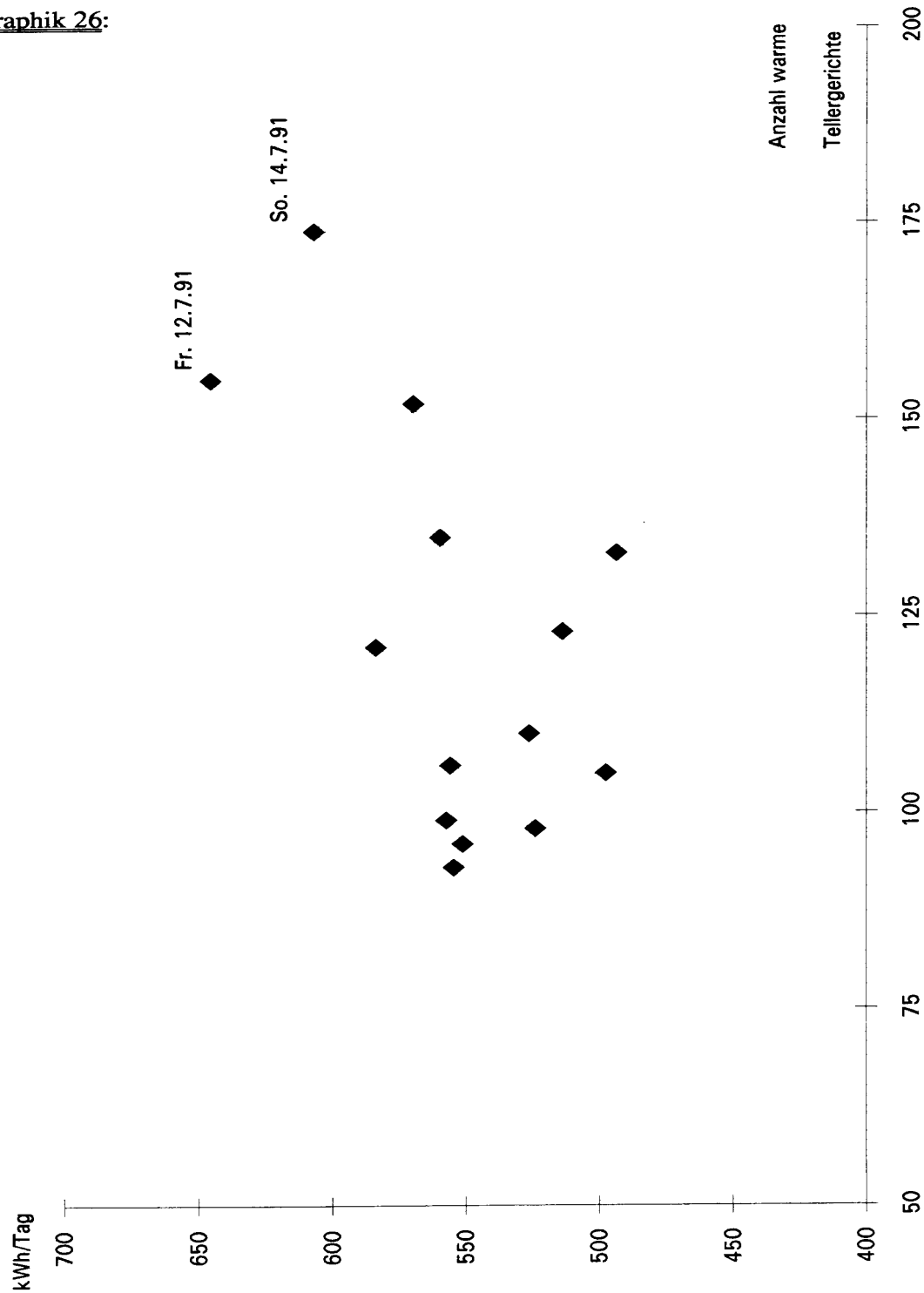
Landgasthof Bären Langenbruck



Stromverbrauchs- Struktur in kWh/Tag	Kochen	Abwaschen	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Total
Migros	286	169	102	87	97	741
Alters-/Pflegeheim	86	65	48	63	37	299
Kantonsspital	653	200	280	382	120	1635
Schnellimbiss	178	36	179	520	148	1061
Landgasthof	310	27	176	12	28	553

Tagesstromverbrauch in Abhängigkeit der Anzahl warmer Tellergerichte

Graphik 26:



4.5.3 Stromspar-Massnahmen

Neben den Erkenntnissen aus der kontinuierlichen Messung von Verbrauchergruppen und Einzelgeräten und dem Gesamtstrom, fielen einige energetische Schwachpunkte bereits bei der Besichtigung auf-

- Energiebuchhaltung: Für eine verbesserte Überwachung des Energieverbrauchs sollte der Küchen- & Speisesaal-Strom mit einem internen Zähler, platziert z.B. auf dem ElektroTableau im UG, separat erfasst werden und am Oelbrenner eine Oeluhr eingebaut werden.
- Kochherd: Neben dem Elektro-Kochherd sind zwei Gasflammen zur Verfügung. Trotzdem sind auch ausserhalb der Essenszeiten die Elektro-Herdplatten heiss und verschwenden viel Elektrizität. Als Sofort-Massnahme empfiehlt sich die Elektroherdplatten ausserhalb der Essenszeiten ganz auszuschalten und mit Gas zu kochen. Die Zubereitung von kleinen Speisen ist auf dem Gaskochherd wesentlich effizienter. Mittelfristig sollte der Ersatz des konventionellen Elektroherdes durch einen Induktionskochherd ins Auge gefasst werden, wobei darauf keine Edeltahltöpfe verwendet werden können.
- Geschirrwaschmaschine: Beim Ersatz der alten, häufig defekten Maschine ist auf den Kauf einer effizienten Neu-Anlage zu achten, die nicht mehr Strom als die heutige aufnimmt. Die alte Anlage benutzte Warmwasser aus der Wärmerückgewinnung der Kälteanlagen, weshalb mit einer WRG an einer Neu-Anlage kein Restaurant-Betriebsstrom eingespart werden kann, sondern allenfalls Heizöl von der Nachheizung des WW-Boilers nach der Vorwärmung durch WRG.
- Kühlung: Wie vorne in Kap. 4.5.2 erwähnt, fällt der enorme Aufwand zur Kühlung der Speisen auf, welcher gemäss Messungen im Sommer gleich gross ist wie im sieben Mal mehr umsetzenden Schnellimbiss-Restaurant. Eine vertiefte Untersuchung, das heisst Abklärungen vor Ort und Studium der Messungen der 2 Kälteanlagen wird hier weiterhelfen.
- Beleuchtung: Es sind zahlreiche 25 Watt Glühlampen in E-14 Fassungen installiert, die z.T. mit Adapter-Fassungen (Fa. Arcatronic) und E-27 Stromsparlampen (Fa. Philipps) ersetzt werden können, was zugleich aber auch neue Leuchten erfordert.
- Warmwasser-Aufbereitung: Die beiden Warmwasser-Zirkulationspumpen (2 x 30 Watt) laufen im Dauerbetrieb und sollten mit 2 Schaltuhren auf eine Betriebszeit von ca. 15 Minuten pro Stunde reduziert werden.
- Elektrische Leistung: Mit einem Lastmanagement-System, gegenseitiger elektrischer Verriegelung oder Reduktion der Einschaltleistung einiger Spitzen-Stromverbraucher, kann der Leistungsbezug reduziert werden, Einsparungen von Fr. 106.-/kW & Jahr.

Folgende Vorschläge gehören nur indirekt zum Gastwirtschafts-Betrieb, sollen aber trotzdem erwähnt sein:

- Heizwasser-Rohre: Isolierung der Rohre im Heizraum mit 30 mm dicken Glaswoll-Halbschalen. Der Heizraum ist sehr warm.
- Heizungs-Pumpen: Die Laufzeit der Hauptkreislauf- und Fernleitungs-Pumpen (je ca. 100 Watt, 24 Std./Tag) sollten ausserhalb der Heizperiode mit einer Steuerung oder Zeit-

schaltuhren auf einen Bruchteil der Laufzeit reduziert werden, lediglich für die Boilerbeladung 3-5 Mal/Tag während je 0,5 - 1 Stunde.

- Heizraum: Frischluft-Schnorchel einbauen, damit die Wärmeverluste der Heizanlage nicht durch die heutige Frischluftöffnung nach aussen gelüftet werden, sondern via Decke dem Gebäude zugute kommen.
- Oelheizkessel: Einbau eines Oelmengenzählers zur genaueren Verbrauchserfassung. Der eingebaute Betriebs-Stunden-Zähler ist defekt.

5. Schlussbemerkungen

Zuerst möchte die Alteno AG allen danken, die zum erfolgreichen Abschluss dieses Untersuchungs-Projekts beigetragen haben, insbesondere den Betroffenen in den fünf untersuchten Betrieben, für ihre Mithilfe bei der Datenerhebung, für ihr Verständnis bei allfällig aufgetretenen Behinderungen während der Messkampagne und für ihr Interesse an den Einsparmöglichkeiten.

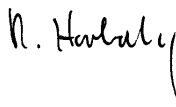
Umsetzung der Untersuchungs-Ergebnisse

Nach Abschluss der fundierten Energie-Analysen in den fünf Gastronomie-Betrieben sollten in der Folge die Ausführung der vorgeschlagenen Stromspar-Massnahmen an die Hand genommen werden.

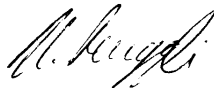
Bei der Realisierung der Massnahmen muss auf eine sorgfältige Ausführung und Überwachung der Installations- und Modifikations-Arbeiten geachtet werden, damit ein Erfolg garantiert ist.

Effiziente Energienutzung ist eine interessante ingenieurtechnische Herausforderung und für uns alle eine Investition in die Zukunft für eine umweltschonende Energieversorgung.

Robert Horbaty



Urs Renggli



ALTENO AG, 4438 Langenbruck
Ausserdorf 8 Markgräflerstr. 18
Telefon 062/ 60 16 22
Telefax 062/ 60 12 65

Zweigstelle: 4057 Basel
Telefon 061/691 02 12
Telefax 061/691 02 95

ANHANG

- 1 - Literaturverzeichnis

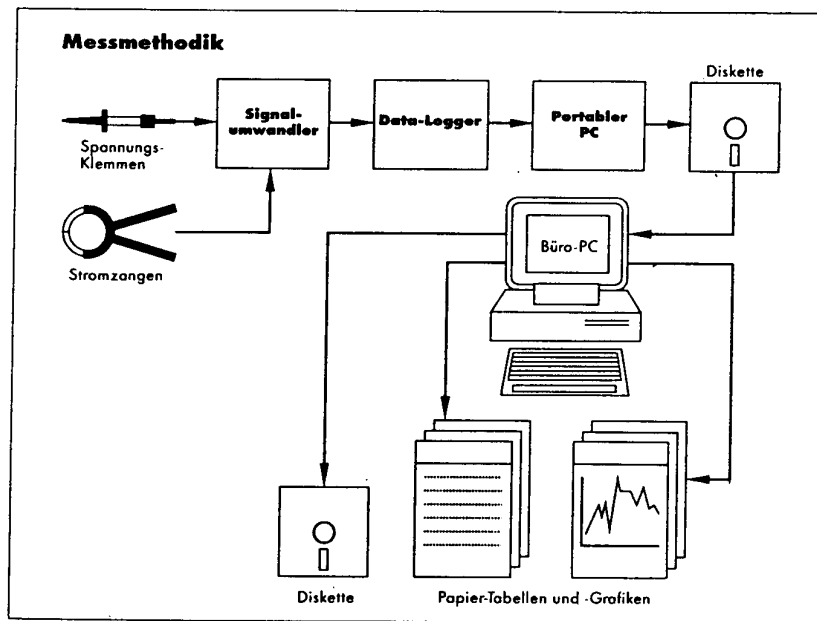
- 2 - Details der Messapparatur

Literaturverzeichnis

- 1 GV-Praxis: Energietechnik für Grossküchen, Arbeitsblätter Grossverpflegung, Ausgaben 1973-1990.
- 2 Neu-Elektrik AG: Beschreibung Leistungsbegrenzer, 9494 Schaan, 1991.
- 3 Ehrt, F.: Beschreibung Maximumwächter, 7015 Tamins, 1991.
- 4 Friwa Energietechnik GmbH: Beschreibung Leistungsopimierung, 5600 Lenzburg, 1991.
- 5 Therma Cuisines professionnelles: Beschreibung energiesparender Kochgeräte, 8048 Zürich.
- 6 Neef, Berchtold: Vergleich der Speisenzubereitung in einer Grossküche mit konventionellen Gargeräten und Universal - Druckgargeräten, wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des dipl. Ing. (FH), Fachhochschule für Technik Sigmaringen, Deutschland.
- 7 Huser, A. und Minder, R.: Messungen als Basis von Stromverbrauchsanalysen, Bulletin SEV/VSE 81 (1990)22, 24. Nov.
- 8 Langer, Ivan und Schmid, Christian: Küchenventilation mittels Blasluftsystem, HeizungKlima Nr. 1/2-1988, S. 61-64.
- 9 SIH: Publikationen über Küchengeräte, Schweizerisches Institut für Hauswirtschaft, 5401 Baden
- 10 Presanz: Berichte über Elektro-Analyse in städtischen Liegenschaften und Restaurants in Zürich, Juli 1988
- 11 ATAL, Energiefachstelle Zürich, Jehle, F.: Zusammenfassung der Messergebnisse an Lüftungsmotoren und Umwälzpumpen, Dez. 1988
- 12 Konsum & Umwelt 2/91: Ein Häppchen Ökologie, Trends in Grossküchen, Februar 1991
- 13 Agência para Aplicação de Energia: Como economizar energia eléctrica em bares, restaurantes e lanchonetes, B-01310 São Paulo
- 14 Amstein + Walther / Intep: Methode zur Optimierung des Elektrizitätsverbrauchs, Dez. 1990
- 15 Elektrowatt: Vergleich von Materialflüssen, Energie- und Wasserverbrauch eines McDonald's Restaurants mit konventionellen Restaurationsbetrieben, 1. März 1991
- 16 Infrac: Ökologische Grobanalysen zur Volksinitiative für ein abfallarmes Gastgewerbe, 15 März 1991
- 17 Infraconsult: Fallstudie "Testküche", Zwischenbericht RAVEL-Untersuchungsprojekt 13.52, August 1991

ANHANG-2.1- MESSAPARATUR

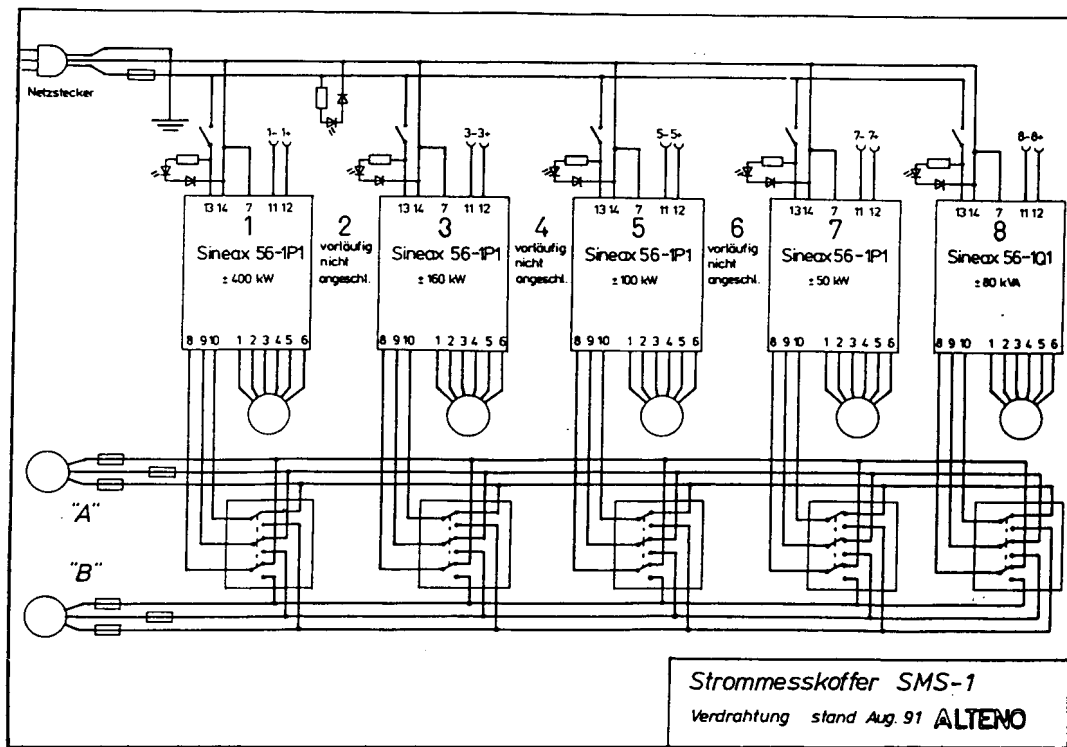
Schema: Messdatenerfassung



Das Strommesssystem "ALTENO SMS-I" besteht aus:

- Messkoffer mit 5 Sineax-Leistungsmessumformer, Fabrikat Camille Bauer,
- Grösse: 400 kW, 160 kW, 100 kW, 50 kW und 80 kVA Blindleistung

Schema: Verdrahtung Strommesskoffer



ANHANG-2.2-

Weiteres Zubehör:

- 15 Zangenstromwandler, Fabrikat Elmes,
Grössen: 1000 & 100 A mit Uebersetzung 1: 1000,
100 A mit Uebersetzung 1: 100
inkl. Anschluss- + Verlängerungskabel

- Spannungsmessvorrichtung

- 8-Kanal AD-Wandler, Fabrikat Zirelco

- Laptop-Computer Olivetti M15

- 2. Messkoffer mit Werkzeugen und sämtlichem Zubehör für eine sichere Handhabung am ElektroSicherungs-Kasten bei der Installation der Messvorrichtung, insbesondere Handschuhe und Brille für das Anbringen der Strommesszangen um die Stromkabel und die Sicherungsköpfe.

Photo: Messvorrichtung und Zubehör

