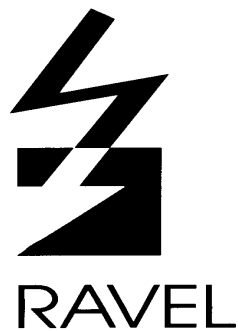


1993 724.397.23.58 D

Materialien zu RAVEL

# Warmwasserbedarfs- zahlen und Verbrauchs- charakteristik

Max Blatter  
Michel Borel  
Herbert Hediger  
Paul Simmler



Ressort 23: Geräte

Bundesamt für Konjunkturfragen

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen  
(Bf K)  
Belpstrasse 53  
3003 Bern  
Tel.: 031/322 21 39  
Fax: 031/371 82 89

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

Ressortleiter: Ruedi Spalinger  
INFEL  
Lagerstrasse 1  
8021 Zürich  
Tel.: 01/291 01 02  
Fax: 01/291 09 03

Autoren: Max Blatter  
Weiermattstrasse 8  
4153 Reinach  
Tel.: 061/711 63 41

Michel Borel  
Bureau E. Conti jr.-R. Hermann SA  
Quai de Versoix 17  
1290 Versoix  
Tel.: 022/755 55 25  
Fax: 022/755 47 61

Herbert Hediger  
Paul Simmler  
Herbert Hediger Haustechnik AG  
Binzstrasse 15  
8045 Zürich  
Tel.: 01/461 71 51  
Fax: 01/461 71 04

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, Juni 1993  
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.23.58 D)

Materialien zu RAVEL

# Warmwasserbedarfs- zahlen und Verbrauchs- charakteristik

Max Blatter  
Michel Borel  
Herbert Hediger  
Paul Simmler



## INHALTSVERZEICHNIS:

	Seite:
<b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>1</b>
<b>RESUME</b>	<b>1a</b>
<b>2. GRUNDLAGEN</b>	<b>3</b>
2.1 Merkmale der Messobjekte	4
<b>3. MESSDATENERFASSUNG</b>	<b>5</b>
<b>4. AUSWERTUNG</b>	<b>5</b>
<b>5. RESULTAT-VERDICHTUNG</b>	<b>6</b>
<b>6. ERGEBNISSE</b>	<b>7</b>
6.0 Durchschnittlicher VWarmwasserverbrauch	7
6.1 Regionaler Verbrauchs-Unterschied	8
6.2 Tages-Durchschnitt über Jahresperiode	8
6.3 Einfluss der Objekt-Grösse	9
6.4 Einfluss der Verrechnungsart 10	
6.5 Warmwasserverbrauch pro m <sup>2</sup> EBF	11
6.6 Tagesspitzen über Jahresperiode	12
6.7 Saisonale Schwankungen des Warmwasserverbrauchs	14
6.7.1 Kriterien für saisonale Schwankungen	17
6.8 Wohnungs-Belegung	18
6.8.1 Wohnungs-Belegung im Jahresgang	19
6.8.2 Auswirkung der Wohnungsbelegung auf den WW-Verbrauch	20
6.9 Warmwasserverbrauch nach Wochentagen und Jahreszeit	22
6.10 Mittlerer Tagesgang	23
<b>7. ERLÄUTERUNGEN ZUR GRAFISCHEN AUSWERTUNG</b>	<b>26</b>

# 1. ZUSAMMENFASSUNG

Es bestand die Aufgabe, in bestehenden Objekten mit geeigneter Infrastruktur den Warmwasserverbrauch und die Verbrauchscharakteristik zu ermitteln und auszuwerten.

Die Messung des Warmwasserverbrauches bei den erfassten Objekten bestätigt die bisher erkannte starke Streuung der Verbrauchs-Mittelwerte allgemein und auch innerhalb der kategorisierten Verbraucher-Typen.

## **Streuung der Warmwasser-Verbrauchsmittelwerte**

(Angaben in Liter pro Person und Tag (l/P d) bei ca. 60° C Warmwassertemperatur):

<b>Wohnungs-Standard</b>	<b>Objekt-Streuung</b>	<b>Mittelwerte aller Objekte</b>	<b>nach SIA (Durchschnitte)</b>
gehoben (l/P d)	48 - 72	57 - 63	50 - 60
normal (l/P d)	24 - 74	33 - 57	40 - 50

Bei Anlagen mit uneingeschränktem Warmwasserangebot (Nachladung nach Bedarf) wird sich die grosse Streuung wenig ändern.

Mit verbrauchsabhängiger Verrechnung werden aber deutlich niedrigere Werte gemessen.

## **Einfluss der verbrauchsabhängigen Verrechnung:**

<b>Wohnungs-Standard</b>	<b>Objekt-Nr.</b>	<b>Art der Verrechnung</b>	<b>Verbrauchs-Mittelwert (l/P d)</b>	<b>Unterschied %</b>
gehoben	9	n. Verbrauch	48.5	+ 49.7
	14	<b>pauschal</b>	72.6	
normal	5 - 8	n. Verbrauch	32.5 - 38.9	+ 79 - 114
	13	<b>pauschal</b>	69.7	

Die Streuung der Tages-Verbrauchsmittel bei den einzelnen Wohnungen innerhalb eines Objektes zeigen, dass die Angabe von Mittelwerten alleine ungenügend ist.

Die Verbräuche zwischen den einzelnen Wohnungen und die Unterschiede von Tag zu Tag, können mehr als 100 % vom Objekt-Mittelwert abweichen.

**Abweichung des WW-Verbrauches von Wohnungen** innerhalb desselben Objektes:

OBJEKT		WOHNUNGEN	
Nr.	Verbrauchs-Durchschnitt (l/P d)		Streuung in % vom Durchschnitt
8	32.5	24.3 ÷ 42.0	- 25.3 ÷ 29.0
9	48.5	26.5 ÷ 72.5	- 45.4 ÷ 49.5

Die Auswertung der erhobenen Daten führt auch zur Erkenntnis, dass die ausgewiesene saisonale Schwankung des Warmwasserverbrauches zu etwa 50 % auf die entsprechende Änderung der Wohnungsbelegung im Jahresverlauf zurückzuführen ist.

Die Aufschlüsselung der Verbrauchs-Mittelwerte auf die relevanten Kriterien erlaubt eine, für komplexere Planungsvorhaben notwendige Interpretation dieser Mittelwerte.

Die Mittelwerte der erhobenen Stundenwerte sind zu Tagesprofilen verdichtet und können für Simulationsrechnungen Verwendung finden.

Angaben zur Dimensionierung von Einzel-Wassererwärmern sind z.B. im Handbuch "Elektrische Wassererwärmung" zu entnehmen (Impulsprogramm RAVEL, Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Best. Nr. 724.349d).

Der Warmwasserverbrauch in (l/P d) wird mit zunehmender Installation moderner d.h. verbrauchsmindernder Armaturen und verbrauchsabhängiger Verrechnung des WW-Bezuges (Bewusstseinsbildung) zurückgehen.

## 1. Résumé

L'étude comportait la mesure de la consommation d'eau chaude d'objets existants, munis de l'infrastructure adéquate, ainsi que la recherche et l'exploitation des caractéristiques de consommation.

La mesure de la consommation d'eau chaude des objets auscultés confirme, ce que l'on savait déjà, à savoir la forte dispersion des valeurs moyennes de consommation en général et également à l'intérieur des différentes catégories de consommateurs-types.

**Dispersion des valeurs moyennes de consommation d'eau chaude** (données en litres par personnes et jour (l/P d) pour une température d'eau chaude d'environ 60°C):

Standing des appartements	Dispersion de l'objet	Valeurs moyennes de tous les objets	selon la SIA (moyennes)
élevée (l/P d)	48 - 72	57 - 63	50 - 60
normal (l/P d)	24 - 74	33 - 57	40 - 50

Cette grande dispersion subsiste pour les installations OÙ l'offre d'eau chaude est illimitée (recharge en fonction des besoins).

En revanche, les valeurs mesurées sur les installations à décompte individuel des frais d'eau chaude, sont sensiblement plus basses.

**Influence du décompte individuel des frais d'eau chaude:**

Standing des appartements	No de l'objet	Méthode de décompte	Valeur moyenne de consommation (l/P d)	Différence %
élevé	9	d'après la consom.	48,5	
	14	<b>forfaitairement</b>	72,6	+ 49,7
normal	5 - 8	d'après la consom.	32,5 - 38,8	
	13	<b>forfaitairement</b>	69,7	+79 - 114

La dispersion des valeurs de consommation journalière moyenne pour chaque appartement à l'intérieur d'un même objet montre que les données de consommation moyenne sont insuffisantes.

Les différences de consommation entre chaque appartement et les différences d'un jour à l'autre peuvent varier de plus de 100% par rapport à la valeur moyenne de l'objet.

**Ecart de consommation d'eau chaude des appartements à l'intérieur d'un même objet:**

O B J E T		A P P A R T E M E N T S	
No	Consommation moyenne (I/P d)		Dispersion en % de la moyenne
8	32,5	24,3 à 42	- 25,3 à + 29
9	48,5	26,5 à 72,5	- 45,4 à + 49,5

L'étude des valeurs mesurées montre aussi que la consommation d'eau chaude journalière varie d'environ 50% au cours des saisons. Cette variation est due aux fluctuations du taux d'occupation des appartements.

Pour la planification d'ouvrages complexes, la répartition des valeurs moyennes de consommation en fonction des paramètres caractéristiques exige une interprétation.

Les moyennes des valeurs horaires peuvent être représentées par un profil journalier et utilisées pour des calculs de simulation.

Les données pour le dimensionnement des chauffe-eau individuels sont à disposition dans le manuel "Préparation d'eau chaude à l'électricité" (programme d'impulsion RAVEL, EDMZ, No de commande 714.349).

La consommation d'eau chaude en (I/P d) va baisser grâce à la modernisation progressive de la robinetterie et au décompte individuel des frais d'eau chaude (les utilisateurs prennent conscience de leur comportement).



## 2.GRUNDLAGEN

In 10 Mehrfamilienhäusern wurde der Warmwasserverbrauch in verschiedenen Zeitintervallen gesamt-  
haft und zum Teil auf Ebene Wohnung erhoben und ausgewertet.

Die Objekte sind mehrheitlich 3 bis 7 Jahre alt oder wurden in dieser Zeitperiode im Bereich der Nass-  
zellen saniert.

Bei 5 Objekten bzw. ca. 50 % der Wohnungen erfolgt die Verrechnung des Warmwasserbezuges seit  
ca. 3 bis 7 Jahren verbrauchsabhängig.

Bis auf ein saniertes Objekt mit 6 Wohnungen erfolgt bei allen Mehrfamilienhäusern die Warmwasserauf-  
bereitung zentral.

Zur Erhöhung der Aussagekraft einiger Datenarten (Durchschnittsverbrauch, Energiebezugsfläche etc.)  
konnten die Daten der Auswertung weiterer 10 Mehrfamilienhäuser aus der Westschweiz herangezogen  
werden.

Bei allen Objekten sind, soweit vorhanden, Geschirrspüler und Etagen-Waschmaschinen nur am  
Kaltwasser angeschlossen.

## 2.1 MERKMALE DER MESSOBJEKTE (Tabelle 1)

In der **Tabelle 1** sind die wesentlichen Merkmale der einbezogenen Objekte zusammengefasst ersichtlich.

Beim überwiegenden Teil dieser Bauten erfolgt die WW-Aufbereitung zentral.

Bei einem Viertel der Objekte wird der Warmwasserverbrauch verbrauchsabhängig verrechnet.

Tabelle 1, MERKMALE DER ERFASSTEN OBJEKTE						
OBJEKT	HAUSHALTE Anzahl	BEWOHNER Anzahl	EBF m <sup>2</sup> /P	Wohnungs- Standard	Verrech- nungsart	WW-Aufbe- reitung
<b>NORDWEST- SCHWEIZ</b>						
1	33	19	54	gehoben	Pauschale	zentral
2	}	20	55	gehoben	Pauschale	zentral
3		19	54	gehoben	Pauschale	zentral
4		16	50	gehoben	Pauschale	zentral
5		38	76	28	mittel	Verbrauch
6	28	21	45	mittel	Verbrauch	zentral
7	}	34	37	mittel	Verbrauch	zentral
8		5	17	48	mittel	Verbrauch
Total/Durchschnitt		222	<b>46,4</b>	(m <sup>2</sup> EBF pro Person)		
<b>WEST- SCHWEIZ</b>						
9	12	33	56	gehoben	Verbrauch	zentral
14		49	43,80	gehoben	Pauschale	zentral
17		38	63,50	gehoben	Pauschale	zentral
18		65	39,40	gehoben	Pauschale	zentral
19		154	36,40	gehoben	Pauschale	zentral
20		75	72	gehoben	Pauschale	zentral
13		48	39,60	mittel	Pauschale	zentral
10		71	48,30	nieder	Pauschale	zentral
11		69	32,20	nieder	Pauschale	zentral
12		54	38,70	nieder	Pauschale	zentral
15		25	23,60	nieder	Pauschale	zentral
16		36	30,50	nieder	Pauschale	zentral
Total/Durchschnitt		717	<b>43,7</b>	(m <sup>2</sup> EBF pro Person)		
<b>Total/Durchschnitt</b>		<b>939</b>	<b>44,8</b>	(m <sup>2</sup> EBF pro Person)		

### 3. MESSDATENERFASSUNG

Die Wassermenge wurde mit handelsüblichen Flügelrad-Heisswasseruhren via Impulsgeber erfasst und im wesentlichen auf mikroprozessorgesteuerte Datalogger geleitet.

Daten für die Erstellung der Summenhäufigkeitskurven und der Tagesverläufe wurden pro Jahreszeit während ca. 2 Wochen im Zeitintervall von 10 Min. erfasst.

Durch manuelle Zählerablesung wurden die monatlichen Verbrauchswerte ermittelt. Der errechnete mittlere Tagesverbrauch pro Monat ergab die für den Jahresverlauf massgebenden Werte.

Die Wassertemperaturen wurden periodisch und nur optisch am Speicher kontrolliert. Die Temperaturen lagen im Bereich um 60 °C.

Die Wohnungsbelegung wurde allgemein mittels Fragebogen erfasst und pro Jahreszeit während ca. zwei Wochen detaillierter mit zusätzlicher Befragung präzisiert. Die detaillierte Erhebung der Wohnungsbelegung diente zur Bestimmung der mittleren monatlichen Wohnungsbelegung und damit auch für den jahreszeitlichen Verlauf.

### 4. AUSWERTUNG

Im Normalfall liegen die Rohdaten in 10 Min.- und Stunden-Intervallen vor. Die Messresultate sind in folgender Darstellungsform aufbereitet verfügbar:

Summenhäufigkeitskurven, auf die vier Jahreszeiten bezogen für:

- \* Verbrauch pro Tag und Person
- \* Verbrauch pro Stunde und Person
- \* Verbrauch pro 10 Min. und Person

Tagesgang pro Stunde und kumuliert, nach den vier Jahreszeiten, für:

- \* Verbrauch an Wochentagen (l/Person und Tag)
- \* Verbrauch an Samstagen (l/Person und Tag)
- \* Verbrauch an Sonntagen (l/Person und Tag)

Belegung der Wohnungen, monatlich, auch als Summenhäufigkeitskurve.

## 5. RESULTAT-VERDICHTUNG

Es ist bekannt, und die Messdaten bestätigen dies erneut eindrücklich, dass der Warmwasser-Verbrauch (Liter/Person und Tag) sehr grossen Streuungen unterworfen ist. Die Streuung kann zwischen den einzelnen Wohnung festgestellt werden als auch zwischen den Mehrfamilienhäusern. Mit zunehmender Anzahl Wohnungen pro Objekt ist eine Dämpfung der Streuung festzustellen.

Die allgemein bekannten bzw. veröffentlichten Verbrauchszahlen sind Mittelwerte und bleiben nur Mittelwerte, auch wenn die Zahl der Messobjekte wesentlich erweitert würde.

Die Mittelwerte sind zweckmässig für die Dimensionierung von Einzel-Wassererwärmern mit Nachtladung. Für viele Planungsaufgaben und Planungsziele sind aber die Mittelwerte zu wenig aussagekräftig. Die mit dieser Messreihe erhaltenen Werte sollen somit so aufbereitet werden, dass einerseits relevante Abhängigkeiten ersichtlich sind und andererseits die Beziehung zwischen den Verbrauchs-Mittelwerten zu den möglichen, täglichen oder jahreszeitlichen Schwankungen abschätzbar wird.

Ebenfalls sollen die verschiedenen Einflüsse auf den Warmwasserverbrauch wie z.B. Verrechnungsart, Wohnungsstandard, geographische Lage oder WW-Aufbereitungsart, soweit möglich, aufgezeigt werden. Allerdings ist die Anzahl der einbezogenen Objekte und bezogen auf die erwähnten Kriterien teilweise zu gering, um allgemein gültige Aussagen machen zu können.

## 6. ERGEBNISSE

### 6.0 Durchschnittlicher Warmwasserverbrauch (Liter/Person u. Tag)

In Tabelle 2 ist der mittlere WW-Verbrauch in Liter/Person u. Tag, sortiert nach Region und Wohnungsstandard, angegeben.

Tabelle 2, MITTLERER WARMWASSERVERBRAUCH, TAGESDURCHSCHNITT über Jahresperiode								
NORDWESTSCHWEIZ	BEWOHNER	T A G E S D U R C H S C H N I T T E				EBF	Energie	Standard
		pro Objekt		pro Standard				
OBJEKTE	Anzahl	l/P d	Abweichung vom Durchschnitt %	l/P d	Abweichung vom Durchschnitt %	m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup> EBF	
1	19	49,2	8,67		-14,5	54	0,91	gehoben
2	20	65,3	44,23		13,5	55	1,19	gehoben
3	19	65,2	44,01		13,3	54	1,21	gehoben
4	16	50,5	11,54	ø 57,6	-12,3	50	1,01	gehoben
5	76	38,8	-14,30		17,6	28	1,39	mittel
6	21	36,7	-18,94		11,2	45	0,82	mittel
7	34	24	-46,99		-27,3	37	0,65	mittel
8	17	32,5	-28,22	ø 33	-1,5	48	0,68	mittel
Total/Durchschn.		222 / ø 45,3				ø 46,4	ø 1,0	
<b>WESTSCHWEIZ</b>								
9	33	48,5	-19,51		-23,2	56,0	0,87	gehoben
14	49	72,6	20,48		14,9	43,8	1,66	gehoben
17	38	70	16,17		10,8	63,5	1,10	gehoben
18	65	72,5	20,32		14,7	39,4	1,84	gehoben
19	154	48,1	-20,18		-23,9	36,4	1,32	gehoben
20	75	67,4	11,85	ø 63,2	6,7	72,0	0,94	gehoben
13	48	69,7	15,67		21,6	39,6	1,76	mittel
10	71	74	22,80		29,1	48,3	1,53	nieder
11	69	52	-13,70		-9,3	32,2	1,61	nieder
12	54	36,2	-36,61		-33,4	38,7	0,99	nieder
15	25	47,1	-21,84		-17,8	23,6	2,00	nieder
16	36	63	4,55	ø 57,3	9,9	30,5	2,07	nieder
Total/Durchschn.		717 / ø 60,3				ø 43,7	ø 1,5	
<b>TOTAL</b>		<b>939 / ø 54,3</b>				<b>ø 44,8</b>	<b>1,3</b>	

### 6.1 Regionaler Verbrauchs-Unterschied:

Der Verbrauchs-Durchschnitt pro Region differiert um ca. 33 %. Drei Gründe mögen als Erklärung für diesen Unterschied dienen:

- a) Bei 2/3 der Bewohnern der in der Nordwestschweiz liegenden Objekte erfolgt die Verrechnung verbrauchsabhängig.
- b) Ebenfalls erfolgte bei 1/3 der Bewohner der in der Norwestschweiz liegenden Objekte eine Wohnungssanierung, wobei die frühere Sparsamkeit anscheinend beibehalten wurde.
- c) Die dezentrale WW-Aufbereitung mit Nachtladung dämpft den sonst eher sorglosen WW-Bezug ein, wenn die Kapazität des Wassererwärmers entsprechend zurückhaltend bemessen ist.

### 6.2 Tages-Durchschnitt über Jahresperiode:

Aus **Tabelle 2** ist die grosse Streuung der Objekt-Mittelwerte zum zugehörigen Mittelwert der Region von bis zu ca. +/- 47 % erkennbar.

Der offensichtlich hohe Verbrauch bei Wohnungen mit niedrigem Wohnungsstandard in der Westschweiz, ist sicher zum Teil auf die mehrheitlich schlechte Wärmedämmung der Warmwasserverteilung zurückzuführen. Entscheidender aber dürfte die uneingeschränkte Verfügbarkeit des Warmwassers bei pauschaler Verrechnung sein.

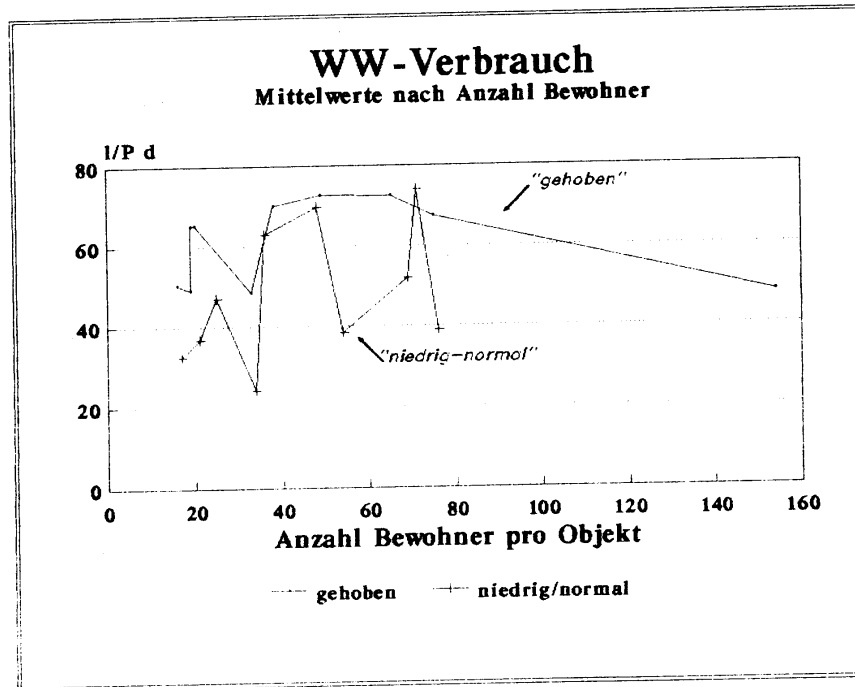
Erwartungsgemäss sind die Streuungen geringer, wenn der Objekt-Mittelwert mit dem Mittelwert nach Wohnungsstandard verglichen wird. Eine Klassifizierung der Verbrauchs-Mittelwerte nach Wohnungsstandard ist wenigstens tendentiell erkennbar (Angaben in Liter/Person u. Tag)-

<b>Wohnungs-Standard</b>	<b>Messung</b>	<b>nach SIA (Durchschnitte)</b>
gehoben (l/P d)	57 - 63	50 - 60
normal (l/P d)	33 - 57	40 - 50

### 6.3 Einfluss der Objekt-Grösse:

Das Benutzerverhalten ist ein entscheidender Faktor für den Warmwasserverbrauch. Der Einfluss der Objektgrösse bzw. der Anzahl Bewohner auf den Verbrauchs-Mittelwert ist aus dem **Diagramm 1** ersichtlich.

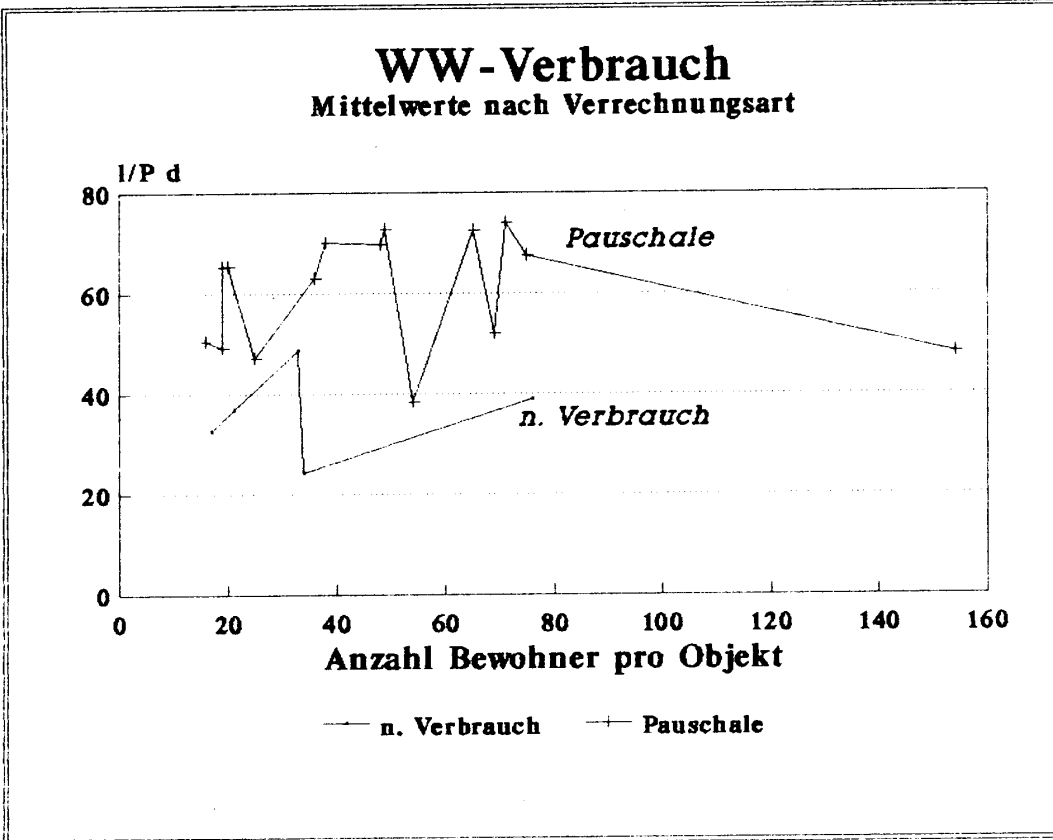
**Diagramm 1**, Beeinflussung des Mittelwertes durch die Objektgrösse.



Die Anzahl der erfassten Objekte und die festgestellte grosse Streuung der Verbrauchs-Mittelwerte erlaubt keine Aussage über den Einfluss der Anzahl Bewohner auf den Objekt-Mittelwert.

## 6.4 Einfluss der Verrechnungsart:

Im **Diagramm 2** sind die Verbrauchswerte nach Verrechnungs-Art dargestellt.



Auch wenn die Anzahl der Objekte für eine statistisch gesicherte Aussage ungenügend ist, ist doch ein auffälliger Unterschied im Verbrauch nach Verrechnungsart feststellbar. Allerdings ist der Wohnungsstandard in der Gruppe "n. Verbrauch" nur gerade bei einem Objekt "gehoben". Die anderen vier Objekte weisen einen "mittleren" Standard auf.

Diesem Sachverhalt gegenüber sind bei der Gruppe "Pauschale" sämtliche Standarde enthalten.

Die verbrauchsabhängige Verrechnung des Warmwasserbezuges scheint somit doch schon bei niedrigen Energiepreisen einen Spareffekt zu bewirken.

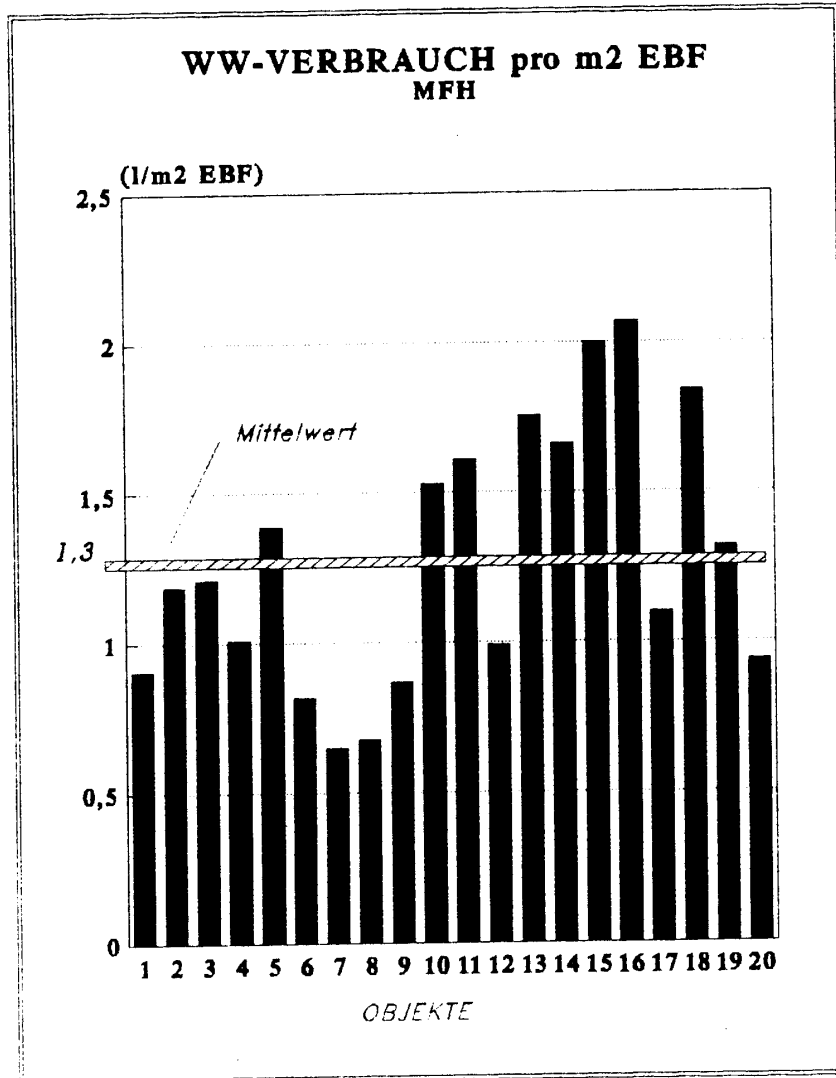


## 6.5 Warmwasserverbrauch pro m2 EBF:

Der tägliche Warmwasserverbrauch ist pro Objekt auf die Energie-Bezugsfläche (EBF) bezogen ebenfalls in Tabelle 2 angegeben.

Diese Werte sind mit dem zugehörigen Mittelwert im **Diagramm 3** dargestellt.

**Diagramm 3:**



## 6.6 Tagesspitzen über Jahresperiode:

Interessant ist die Gegenüberstellung der Spitzen-Verbrauchswerte (Jahresperiode) zum Jahresmittelwert in Abhängigkeit der Anzahl Bewohner pro Objekt.

In der nachfolgenden **Tabelle 3** werden neben den Spitzenverbrauchswerten (100% Wahrscheinlichkeit bzw. 100%-Quantile) auch Werte für einen geringeren Deckungsgrad angegeben (90%-und 80%-Quantile). Dies heisst, dass mit diesen Werten die während der Betrachtungsperiode auftretenden Spitzenwerte zu 90 % oder 80% der Fälle abgedeckt sind.

Tabelle 3, MITTLERER WARMWASSERVERBRAUCH, TAGESDURCHSCHNITTE und TAGESSPITZEN										
NW-SCHWEIZ	BEWOHNER	TAGESDURCHSCHNITTE		SPITZEN-VERBRAUCHSWERTE						Standard
		pro Objekt 1/P d	%	Q U A R T I L E N						
OBJEKTE	Anzahl			100-% 1/P d	100-% %	90-% 1/P d	90-% %	80-% 1/P d	80-% %	
1	19	49,2	100	84,0	170,7	60	122,0	53	107,7	gehoben
2	20	65,3	100	105,0	160,8	84	128,6	73,5	112,6	gehoben
3	19	65,2	100	92,0	141,1	86	131,9	79	121,2	gehoben
4	16	50,5	100	100,0	198,0	67	132,7	59	116,8	gehoben
		∅ 57,6	100	∅ 95,3	166	74,3	129,0	66,1	114,9	
5	76	38,8	100	55,0	141,8	46	118,6	43	110,8	mittel
6	21	36,7	100	56,0	152,6	49	133,5	45	122,6	mittel
7	34	24	100	43,5	181,3	34	141,7	30	125,0	mittel
8	17	32,5	100	65,5	201,5	50	153,8	43	132,3	mittel
		∅ 33	100	∅ 55	167	44,8	135,6	40,3	122,0	
<b>Total/Durchschn.</b>	<b>222 /</b>	<b>∅ 45,3</b>	<b>100</b>	<b>75,1</b>	<b>166</b>	<b>59,5</b>	<b>131,4</b>	<b>53,2</b>	<b>117,5</b>	
<b>WESTSCHWEIZ</b>										
9	33	48,5	100	98,0	202,1	63	129,9	57	117,5	gehoben
14	49	72,6	100	108,0	148,8	93,5	128,8	86,5	119,1	gehoben
17	38	70	100	90,0	128,6	86	122,9	83	118,6	gehoben
18	65	72,5	100	90,5	124,8	87	120,0	86	118,6	gehoben
19	154	48,1	100	59,5	123,7	56	116,4	54	112,3	gehoben
20	75	67,4	100	91,0	135,0	80	118,7	78	115,7	gehoben
		∅ 63,2	100	∅ 89,5	143,8	77,6	122,8	74,1	117,0	
13	48	69,7	100	96,0	137,7	90	129,1	86,5	124,1	mittel
10	71	74	100	101,0	136,5	87	117,6	84,5	114,2	nieder
11	69	52	100	62,0	119,2	57	109,6	57	109,6	nieder
12	54	38,2	100	50,5	132,2	48	125,7	45	117,8	nieder
15	25	47,1	100	80,0	169,9	69	146,5	63	133,8	nieder
16	36	63	100	87,0	138,1	79	125,4	78,5	124,6	nieder
		∅ 57,3	100	∅ 79,4	138,9	71,7	125,6	69,1	120,7	
<b>Total/Durchschn.</b>	<b>717 /</b>	<b>∅ 60,3</b>		<b>91,9</b>		<b>81,1</b>	<b>134,4</b>	<b>77,8</b>	<b>128,6</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>939 /</b>	<b>∅ 54,3</b>		<b>80,7</b>		<b>68,6</b>		<b>64,2</b>		

Die 100 %- Spitzenwerte weichen pro Objekt betrachtet, um ca. 20 % bis 100 % vom Jahresmittel ab.

Die Abweichungen werden kleiner mit abnehmender Deckungs-Wahrscheinlichkeit. So ist bei der Deckung von 90 % der Fälle (90 %- Quantile) eine Abweichung von ca. 10 % bis 50 % festzustellen und bei 80 % Wahrscheinlichkeit noch eine Abweichung von 10 % bis 34 %.

Im **Diagramm 4** sind die Abweichungen der drei betrachteten Wahrscheinlichkeitsklassen graphisch dargestellt.

**Diagramm 4:**

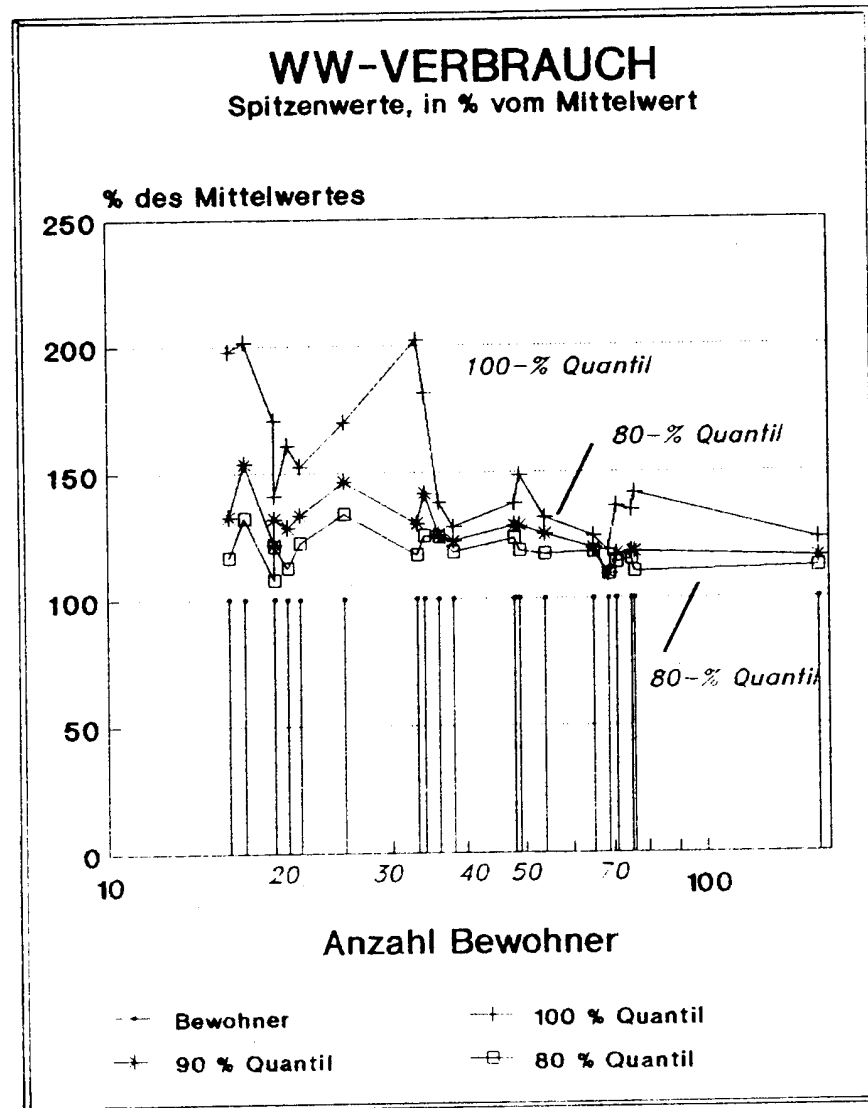


Diagramm 4:

Aus diesem Diagramm 4 ist die geringer werdende Abweichung der Spitzenwerte vom Verbrauchsdurchschnitt mit zunehmender Anzahl Bewohner pro Objekt ersichtlich.

Die allgemein übliche Verdoppelung von Mittelwerten weist somit mindestens bei grösseren MFH mit zentraler WW-Versorgung auf zu hohe Werte und damit eher auf nicht optimal ausgelegte Warmwasser-Aufbereitungsanlagen hin.

## 6.7 Jahreszeitliche Schwankungen des Warmwasserverbrauches

Die periodische Erfassung der WW-Verbrauchswerte erlaubt eine Aussage über saisonale Schwankungen im WW-Verbrauch.

Der monatliche Verbrauchs-Mittelwert ist in Tabelle 4, Seite 15, ausgewiesen und ausgewertet.

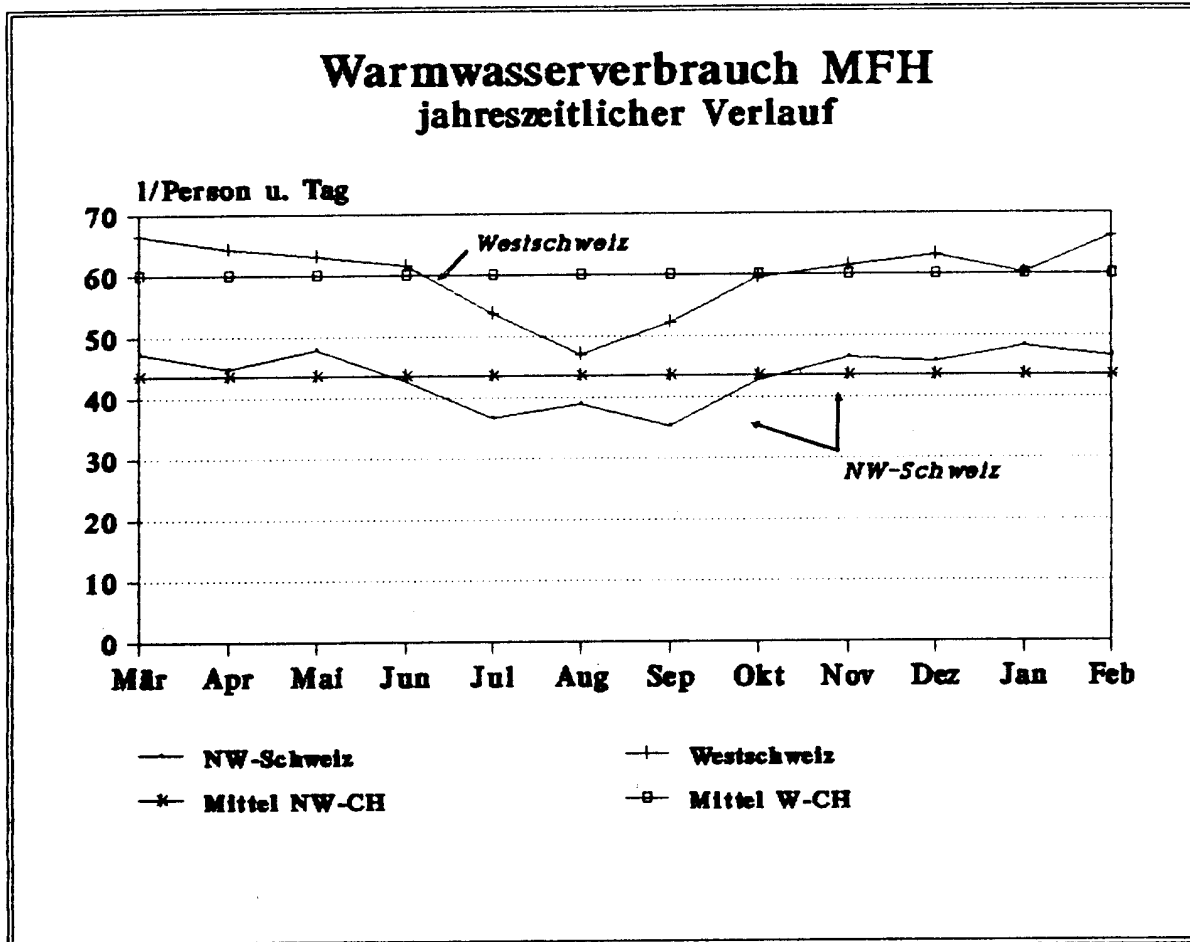
**Tabelle 4**, Seite 16, Mittlerer monatlicher WW-Verbrauch, Streuung in % pro Objekt, bezogen auf den Mittelwert der 12 Monatsperioden.

Tabelle 4, Warmwasserbedarf, monatliche Mittelwerte

OBJEKT	BEWOHNER Anzahl	Jahres- Mittel	WARMWASSERVERBRAUCH im Monatsmittel in Liter/Person/Tag												Abweichung in %		
			März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	min.	max.	
<b>NORDWESTSCHWEIZ</b>																	
1	19	49,2	51,5	46,5	52,5	48	44,5	40,5	35	41,5	46	43,5	52	47	-28,9	6,7	
2	20	65,3	69,5	73	77,5	59	51	55	56	67	67	68,5	69,5	71	-21,9	18,7	
3	19	65,2	54,5	48	63,5	59	62	68	38,5	66,5	77	65	69,5	67	-41,0	18,1	
4	16	50,5	55,5	50,5	59,5	46	31,5	46,5	39,5	47	50	50,5	55	47	-37,6	17,8	
5	76	38,8	40	38	37,3	37,5	31	32	33	36	39	39,5	44	45	-20,1	16,0	
6	21	36,7	39	40	37,5	38,5	29,2	29,8	32,5	34,2	40,3	42	39	41	-20,4	11,7	
7	34	24	33,5	31	23,5	24,5	18,5	18,5	20,2	21	24,5	26,5	23	24	-22,9	39,6	
8	17	32,5	34,5	31	31	29	26	22	28	28	28,3	30,5	34	31	-32,3	6,2	
			<b>47,3</b>	<b>44,8</b>	<b>47,8</b>	<b>42,7</b>	<b>36,7</b>	<b>39,0</b>	<b>35,3</b>	<b>42,7</b>	<b>46,5</b>	<b>45,8</b>	<b>48,3</b>	<b>46,6</b>	<b>-28,1</b>	<b>16,8</b>	
<b>WESTSCHWEIZ</b>																	
			<b>222</b>														
14	49	72,6	99,5	98,5	92	89,5	84,5	83	84	98,5	97,5	94,5	95,5	98	14,3	37,1	
17	38	70	92,5	87	91	91	75	62	59,5	80,5	77	82,5	88	100	-15	42,9	
18	65	72,5	84	83,5	76	71	65	56,5	67	71	69,5	73,5	75,5	80	-22,1	15,9	
19	154	48,1	53,5	57	56	58	56	55	52,5	49	54	52,5	40,5	48	9,1	20,6	
20	75	67,4	79,5	72	76	68	56	45	51	64	73	76	69	80	-24,3	18,7	
13	48	69,7	84	76,5	77	74	55	46,5	62,5	74	78	76,5	78	82	-33,3	20,5	
10	71	74	94	88,5	86,5	79	76	72,5	75,5	78	78	84,5	85	92	-2,0	27,0	
11	69	52	56,5	55,5	53,5	51,5	49	39	43	56	54,3	57	54	57,5	-25	10,6	
12	54	38,2	45,5	42	44,5	42,5	36,5	31	36	44,5	43,5	40	41	45	-18,8	19,1	
15	25	47,1	52	50,5	48	47	37	33,5	44	42,5	55	55	44	53	-28,9	16,8	
16	36	63	73	73,5	63,5	67,5	66,5	58,5	60,5	69	68,5	61	62,5	72	-7,1	15,9	
<b>DURCHSCHNITTSWERTE</b>			<b>67,8</b>	<b>65,4</b>	<b>63,7</b>	<b>61,6</b>	<b>54,7</b>	<b>48,5</b>	<b>53,0</b>	<b>60,6</b>	<b>62,4</b>	<b>62,8</b>	<b>61,1</b>	<b>67,3</b>	<b>-12,8</b>	<b>20,4</b>	

Die jahreszeitlichen Schwankungen des monatlichen Warmwasserverbrauches pro Region und im Mittel der 19 Objekte sind im Diagramm 5 dargestellt.

**Diagramm 5**, Jahreszeitliche Schwankung des WW-Verbrauches.



Die Extreme der monatlichen Verbrauchswerte schwanken zum Jahresmittel aller erfassten Objekte im Bereich von ca. - 25 % bis + 20 %.

Für Simulations-Rechnungen haben jahreszeitliche Schwankungen Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate und sind demnach zu berücksichtigen.

‘In der **Tabelle 6**, Seite 20, sind unter anderem die Zahlenwerte zum Diagramm 5 angegeben.

### 6.7.1 Kriterien für saisonale Schwankungen:

Kriterien für saisonale Schwankungen können sein:

- verändertes Benutzerverhalten nach Jahreszeit
- saisonale Schwankungen der Kaltwassertemperatur
- saisonale Schwankungen der gewünschten Nutztemperatur
- saisonale Schwankungen in der Wohnungs-Belegung

*Anmerkungen zu den Kriterien:*

Es kann angenommen werden, dass in der warmen Jahreszeit die Körperpflege intensiviert wird, also dafür mehr Kalt- und Warmwasser bezogen wird.

Die jahreszeitliche Schwankung der Kaltwassertemperatur wurde bei anderer Quelle (1) mit ca. 4-5° C beziffert.

Die für die Körperpflege genutzte Warmwassertemperatur wird während der warmen Jahreszeit tiefer sein, als während der übrigen Jahreszeit.

In einer anderen Arbeit (2) wird die jahreszeitliche Schwankung der Nutztemperatur im Ansatz ausgewiesen.

Die Intensität der Wohnungs-Belegung hat einen direkten Einfluss auf den Warmwasserverbrauch und darum wurde diese Grösse in die Messreihe einbezogen.

1) M. Rauber, EIR-Bericht (C) Nr. 4, Dezember 1987

2) H. Hediger, Studie Nr. 48, Schriftenreihe des Bundesamtes für Energiewirtschaft

## 6.8 Wohnungs-Belegung:

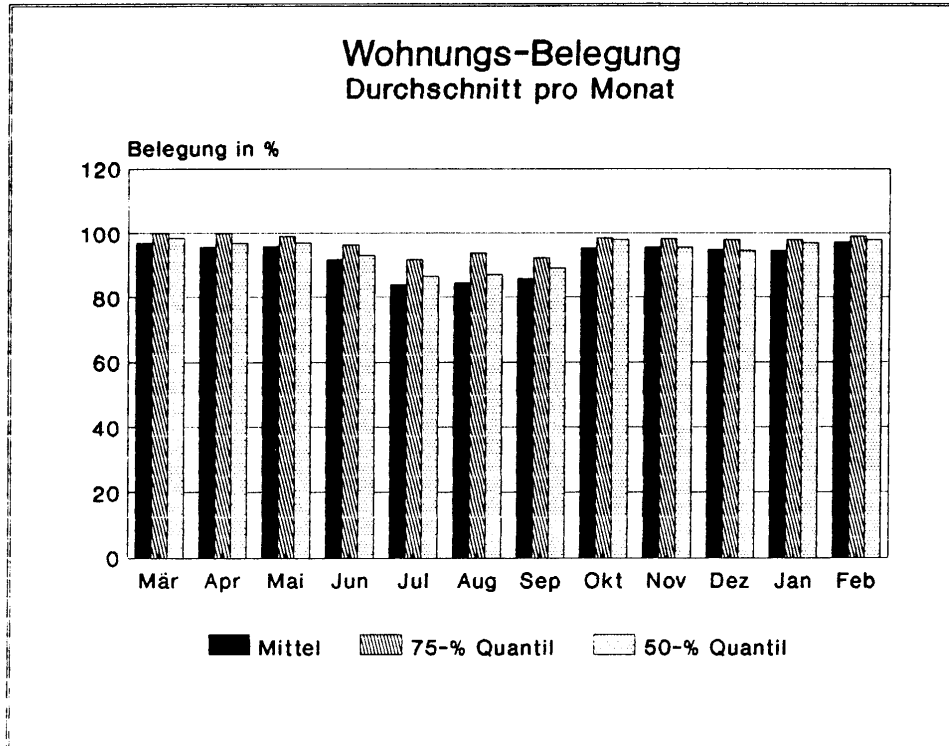
In der Tabelle 5 ist die Wohnungsbelegung pro Objekt und pro Monat in % zur Vollbelegung angegeben. Angegeben sind auch die Mittelwerte der Belegung pro Region und bezogen auf alle erfassten Objekte.

Tabelle 5, BELEGUNGSDICHTE, UEBERSICHT und Mittelwerte														
OBJEKT	BEWOHNER Anzahl	B E L E G U N G in %												
		März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	
<i>NW-SCHWEIZ</i>														
1	19	91	100	99	100	99,5	93,8	85	100	100	91,8	86	89	
2	20	99	100	100	96,4	91,8	97,5	92,3	98	92,8	95	96,5	100	
3	19	97,4	99,5	94	100	100	91,8	78	97	100	96	100	100	
4	16	100	100	100	83	65	100	100	100	86	96,5	99,5	97	
5	76	96,4	92,8	90,8	97	87	90,2	87,2	92,2	96,8	95,9	97,8	97,4	
6	21	97,9	96,9	97,9	98,1	93,3	92,8	94,8	96,9	98,1	98	97,4	96,9	
7	34	98,5	97,7	97,4	92,8	86,7	94,5	90,2	93,3	95,4	94,3	100	96,7	
8	17	100	100	99	95	92,2	95,3	95	100	100	100	100	100	
<i>WESTSCHWEIZ</i>		<b>222</b>	<b>97,5</b>	<b>98,4</b>	<b>97,3</b>	<b>95,3</b>	<b>89,4</b>	<b>94,5</b>	<b>90,3</b>	<b>97,2</b>	<b>96,1</b>	<b>95,9</b>	<b>97,2</b>	<b>97,1</b>
14	49	99,5	98,5	92	89,5	84,5	83	84	98,5	97,5	94,5	95,5	98	
17	38	96	96,5	97	96,5	85,5	84	87	99,5	98,5	98	97	100	
18	65	100	94	94,5	88,5	86	85	84,5	92,5	96	99	97	99	
19	154	89,5	91,5	93	96	79,5	77	90	98,5	95,5	100	87,5	89	
20	75	92	86	100	83	71,5	69	72	89	95	92	86	96,5	
13	48	100	94	96	93	79,5	87	89	98	97	90	99	98	
10	71	100	95,5	97	92	86,5	88	91,5	98	95	92	99,5	100	
11	69	93,5	93	90,5	84,5	77,5	68	73,5	85	84	89	94	99	
12	54	100	94	90	82,5	72,5	72	77	97,5	94	92,3	94	95	
15	25	93	88	100	85	66,5	58	68,5	80,5	97	94	84	95	
16	36	99,5	100	94,5	91,5	89,5	79,5	93	98,5	95	92	85	97	
Durchschnitt:	<b>684</b>	<b>96,6</b>	<b>93,7</b>	<b>95,0</b>	<b>89,3</b>	<b>79,9</b>	<b>77,3</b>	<b>82,7</b>	<b>94,1</b>	<b>95,0</b>	<b>93,9</b>	<b>92,6</b>	<b>97,0</b>	
<b>MITTELWERTE:</b>		<b>97,1</b>	<b>96,0</b>	<b>96,1</b>	<b>92,3</b>	<b>84,7</b>	<b>85,9</b>	<b>86,5</b>	<b>95,7</b>	<b>95,5</b>	<b>94,9</b>	<b>94,9</b>	<b>97,0</b>	



### 6.8.1 Wohnungs-Belegung im Jahresgang:

Diagramm 6 gibt eine Übersicht über den Verlauf der jahreszeitlichen Veränderung der Wohnungsbelegung im Monatsmittel, pro Region und im Mittel aller Objekte. Die Werte basieren auf der periodischen Ermittlung in 19 der 20 Objekte (Tabelle 5, Seite 18).



Neben der durchschnittlichen Belegung der Objekte sind zum Vergleich auch die Grenzwerte der Objekt-Belegung angegeben, weicher von 75 % bzw. 50 % der Objekte noch unterschritten wird.

Die durchschnittliche Belegung im Jahr beträgt bei den 19 erfassten Objekte im Jahresdurchschnitt:

REGION: NW-Schweiz	West-Schweiz	Mittelwert
Durchschnitt: 95.5 %	90.6 %	93 %
Min./Max.: 93.5 ÷ 98 %	84.1 ÷ 94.6 %	

## 6.8.2 Auswirkung der Wohnungs-Belegung auf den WW-Verbrauch

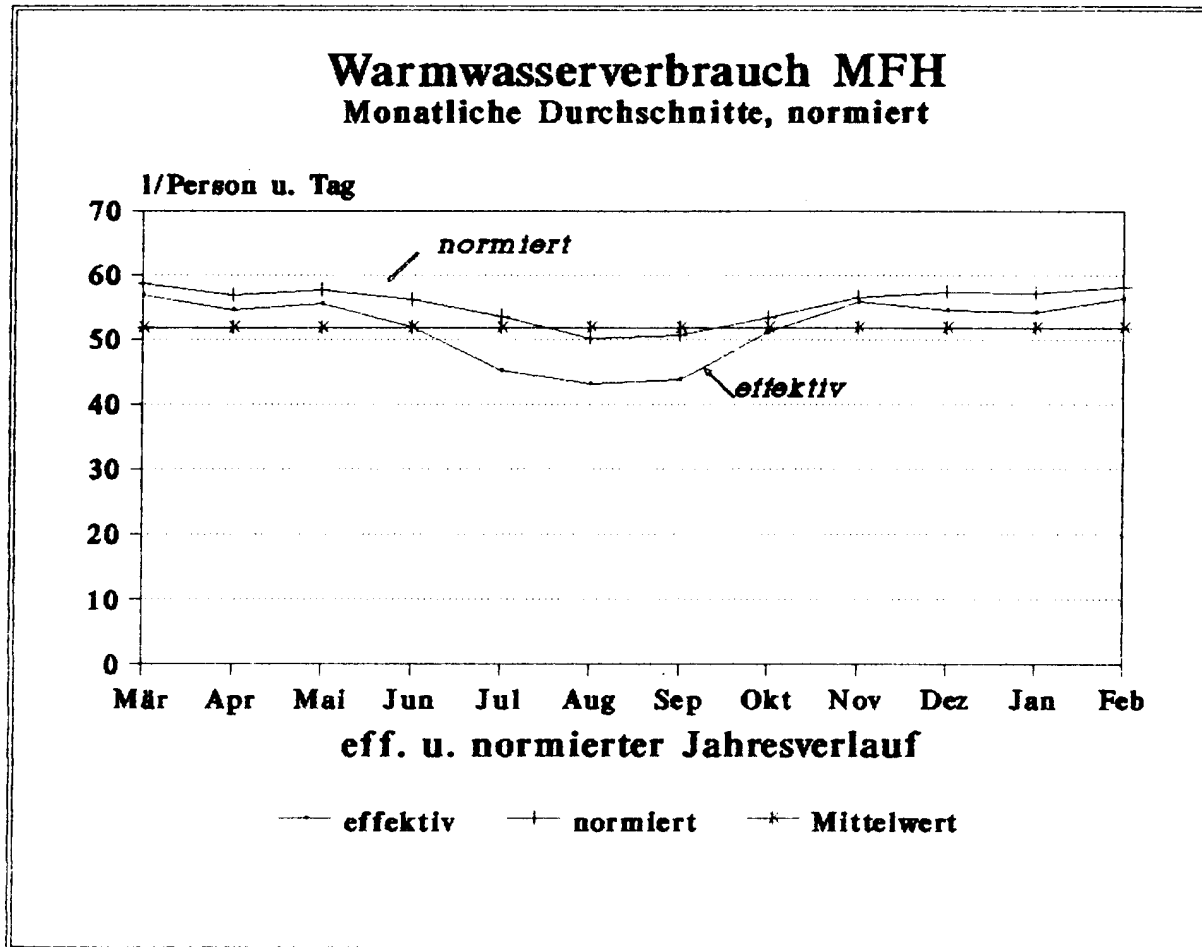
Inwieweit die Wohnungsbelegung den WW-Verbrauch und vorallem die Streuung der Verbrauchs-Mittelwerte beeinflusst, ist anhand der Tabelle 6 ersichtlich. In dieser Tabelle ist der mittlere Verbrauchswert pro Objekt um den Faktor der mittleren Wohnungsbelegung auf 100 % normiert. Ebenfalls sind zum Vergleich die resultierenden Verbrauchs-Mittelwerte pro MFH-Gruppe angegeben.

**Tabelle 6**, auf 100 % Belegung normierter WW-Verbrauch.

Tabelle 6, Warmwasserbedarf, Mittelwerte, um Belegung normiert												Ø		
NW-SCHWEIZ	Monate	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		Jan.	Feb.
	Durchschnitt (l/P d)	47,3	44,8	47,8	42,7	36,7	39	35,3	42,7	46,5	45,8	48,3	46,6	43,6
	Mittlere Belegung (%)	97,5	98,4	97,3	95,3	89,4	94,5	90,3	97,2	96,1	95,9	97,2	97,1	95,5
	normierter Verbrauch	48,5	45,5	49,1	44,8	41,1	41,3	39,1	43,9	48,4	47,8	49,7	48,0	45,6
<b>WESTSCHWEIZ</b>														
	Durchschnitt (l/P d)	66,5	64,3	63,1	61	53,8	47,1	52,2	59,5	61,4	63,1	60,1	66,2	59,9
	Mittlere Belegung (%)	96,6	93,7	95	89,3	79,9	77,3	82,7	94,1	95	93,9	92,6	97	90,6
	normierter Verbrauch	68,8	68,6	66,4	68,3	67,3	60,9	63,1	63,2	64,6	67,2	64,9	68,2	66,0
<b>Beide Regionen</b>														
	Durchschnitt (l/P d)	56,9	54,6	55,5	51,9	45,3	43,1	43,8	51,1	54,0	54,5	54,2	56,4	51,7
	Mittlere Belegung (%)	97,1	96,1	96,2	92,3	84,7	85,9	86,5	95,7	95,6	94,9	94,9	97,1	93,1
	normierter Verbrauch	58,6	56,8	57,7	56,2	53,5	50,1	50,6	53,4	56,5	57,4	57,1	58,1	55,5

Die in Tabelle 6, Seite 20 aufgeführten Werte sind in Diagramm 7 als Übersicht graphisch dargestellt.

**Diagramm 7**, gemessene monatliche Verbrauchsdurchschnitte im Vergleich zu den bereinigten (normierten) Verbrauchswerten in den Wohnungen.

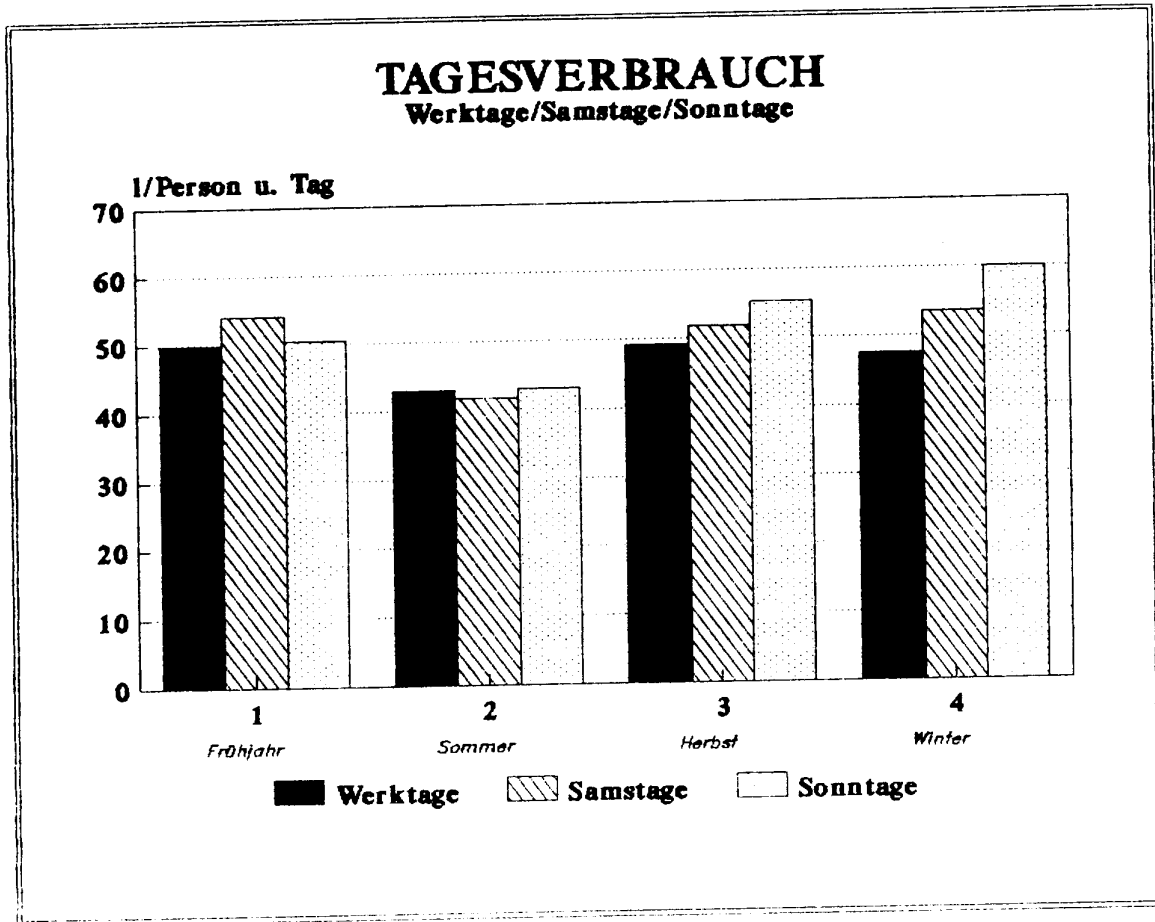


Die Graphik zeigt, dass die jahreszeitliche Schwankung des WW-Verbrauches zu etwa 50 % durch die sich entsprechend ändernden Wohnungsbelegungen begründet ist.

## 6.9 Warmwasserverbrauch nach Wochentagen und Jahreszeit

Von zehn Objekten liegen die Messdaten in Form von Tagesverbrauchswerten pro Wochentag und nach Jahreszeit aufbereitet vor. Der Mittelwert dieser Objekte ist nach Jahreszeit, pro Werktag, Samstag und Sonntag geordnet in Diagramm 8 dargestellt.

Diagramm 8, mittlerer Tagesverbrauch nach Jahreszeit für Werktag, Samstag und Sonntag.



Der Jahres-Verbrauchsmittelwert dieser zehn Objekte beträgt 48,5 l/P d. Auf diesen Jahresdurchschnitt bezogen streuen sich die mittleren Verbräuche der einzelnen Tagesgruppen um - 14 % bis + 23 %.

Der Warmwasserverbrauch ist am Samstag und vor allem am Sonntag sichtbar grösser als das Mittel der Werktag.

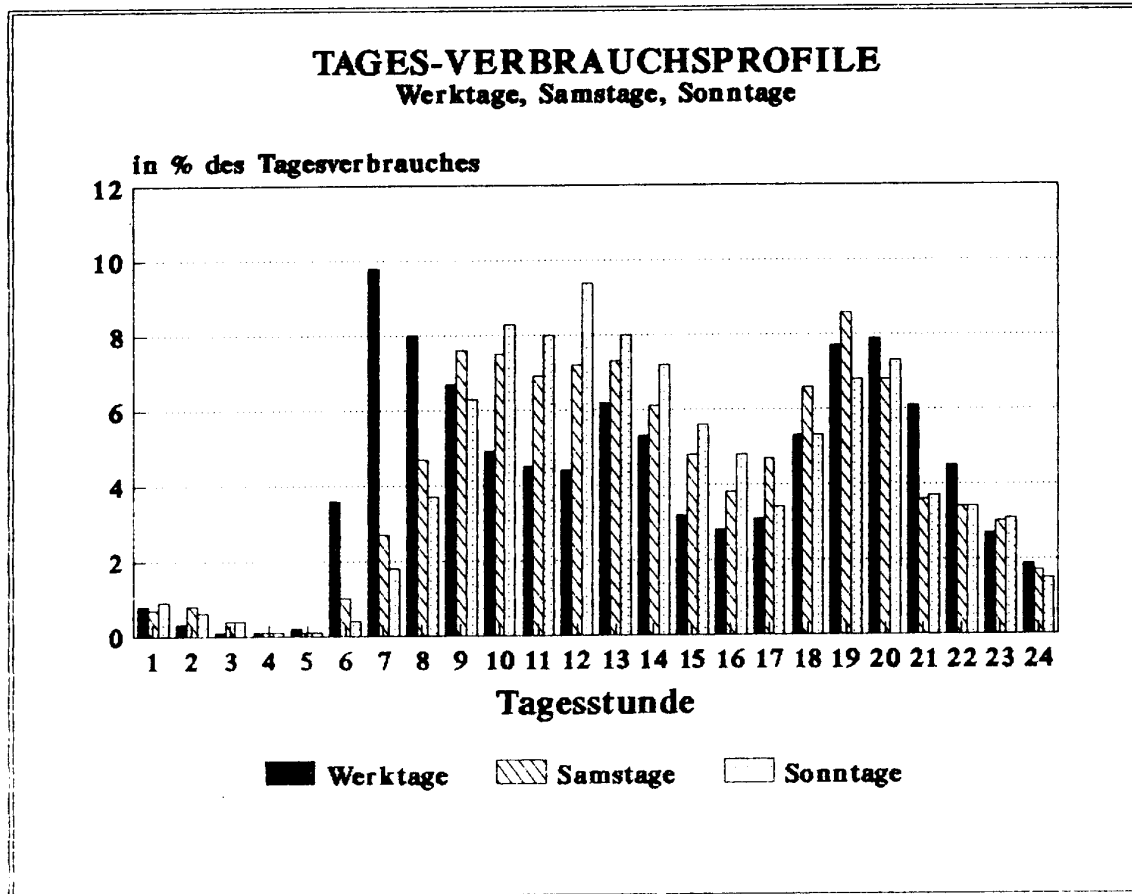
Nach wie vor sind folglich Samstage und Sonntage bevorzugte Tage für ausgedehntere Körperpflege, als dies an Werktagen der Fall zu sein scheint.

## 6.10 Mittlerer Tagesgang

Für Simulationsrechnungen ist der mittlere Jahrgang von Interesse. Die Messdaten der Objekte sind in den Tabellen 7, 8 u. 9 zusammengestellt.

Der besseren Übersicht wegen sind die mittleren Stundenwerte in % des Tages-Mittelwertes in den Diagrammen 9 bis 11 graphisch dargestellt.

**Diagramm 9**, Stunden-Verbrauchswerte der einzelnen Tageskategorie im Vergleich zueinander.



Diese Gegenüberstellung zeigt, dass das Tagesprofil der einzelnen Tageskategorien nur am Vormittag nennenswert unterschiedlich ist. Die Morgenspitze ist nur an Werktagen ausgeprägt. An Samstagen und vorallem an Sonntagen fällt die sogenannte Morgenspitze mit der Mittagesspitze zusammen.

Diagramm 10, Tagesgang an Werktagen, Stundenmittel der Werktage.

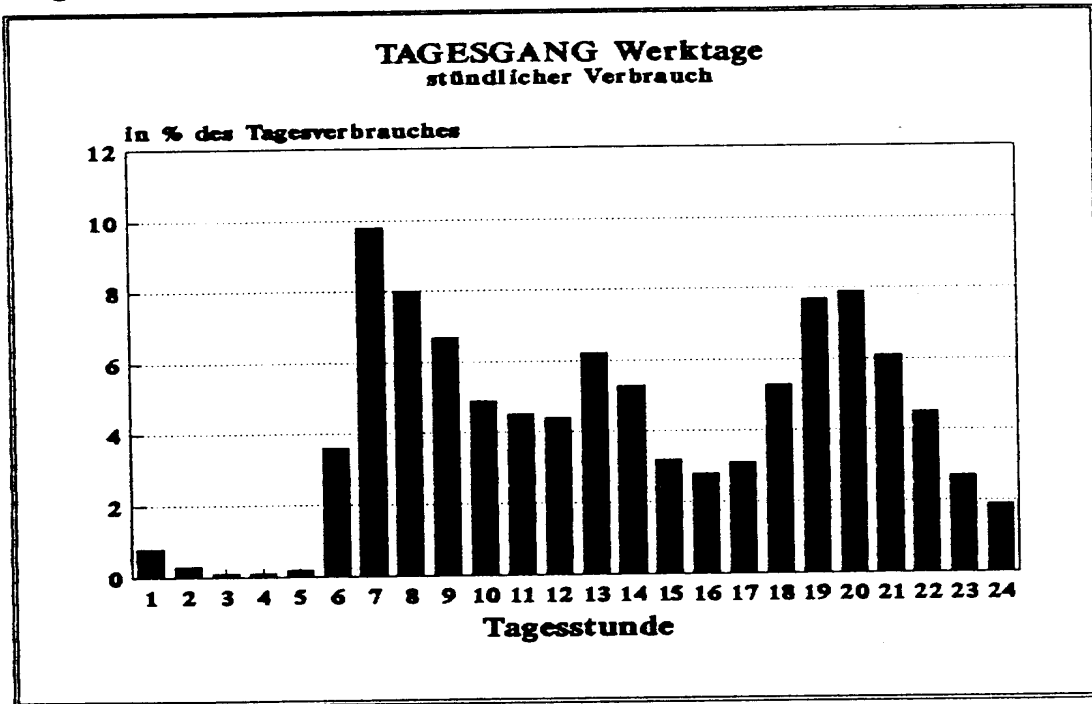


Diagramm 11, Tagesgang an Samstagen.

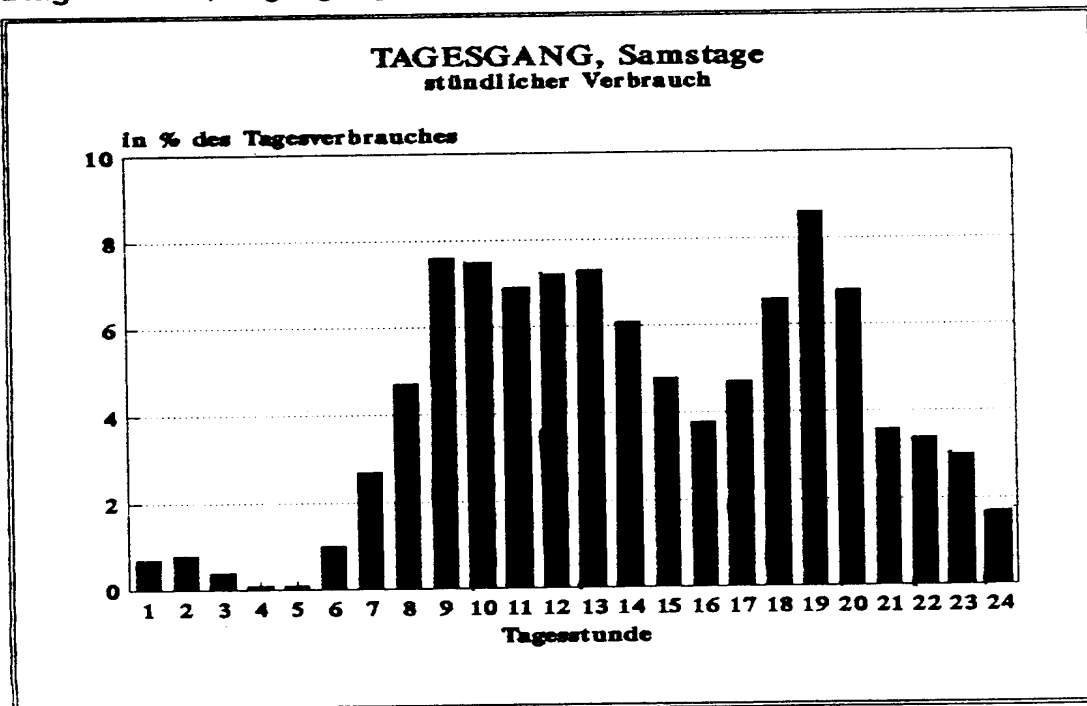
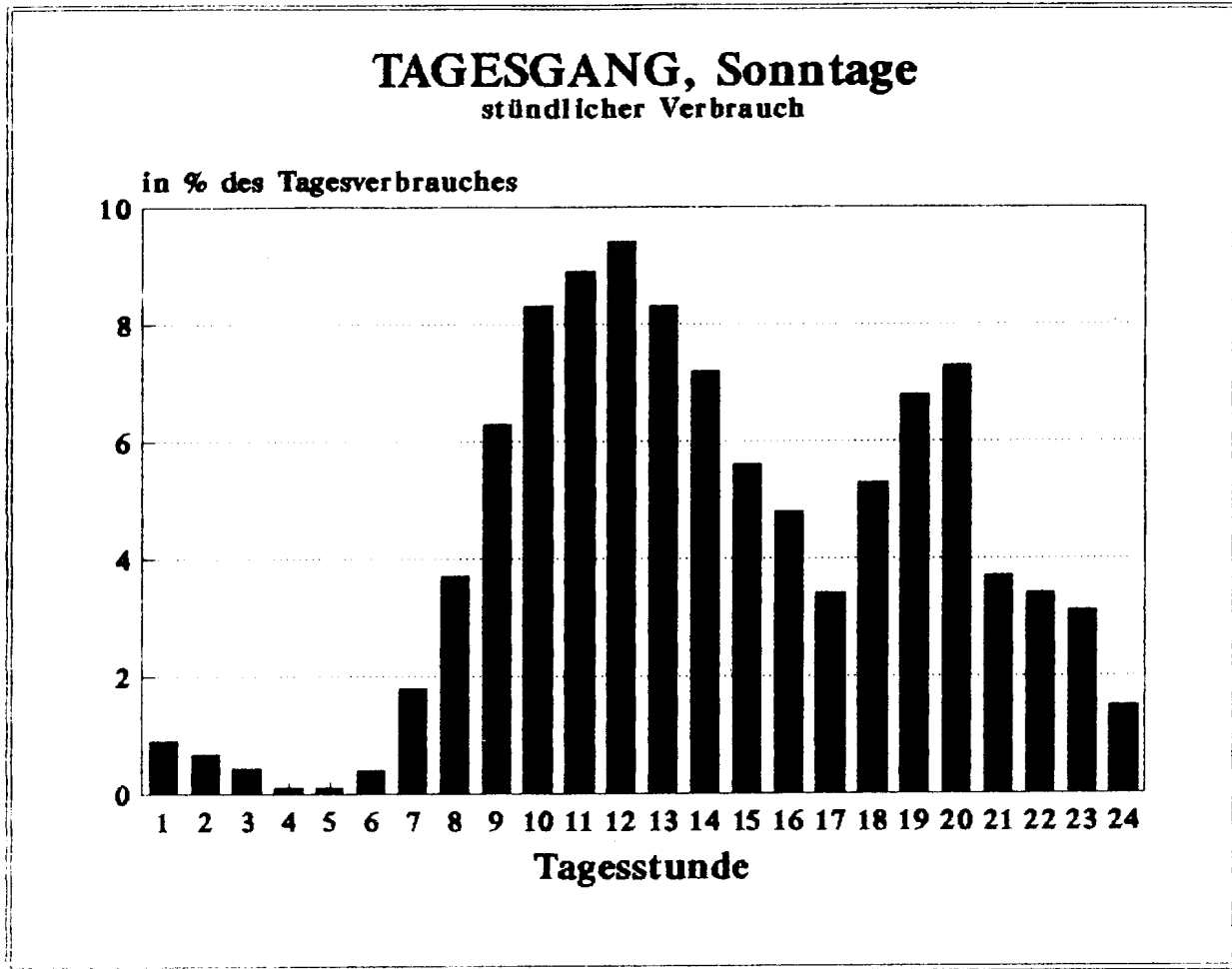


Diagramm 12, Tagesgang an Sonntagen.



## **7. ERLÄUTERUNGEN ZUR GRAPHISCHEN AUSERTUNG**

Die erste Seite gibt Auskunft über die Art des ausgewerteten Objektes. Im einzelnen sind folgende Angaben enthalten.

### **Beschreibung**

Kurze Charakterisierung des Gebäudes oder der Überbauung; Baujahr ev. Durchführungsjahr grösserer Sanierungen; Standard (gehoben, normal, sozialer Wohnungsbau)

### **Anzahl Bewohner, Energiebezugsfläche, Mittl. EBF/Bewohner**

Die Bewohnerzahl wurde durch Nachfrage bei der Verwaltung, dem Hauswart oder (wo nötig) bei den Bewohnern selbst möglichst genau ermittelt.

Die Energiebezugsfläche wurde entweder gemäss SIA 180/4 aus den Gebäudeplänen bestimmt, oder aus den Wohnflächen ob dem dem beheizten Volumen näherungsweise berechnet.

### **Warmwassererzeugung**

Die Art der Warmwassererzeugung wird kurz beschrieben.

### **Warmwasserverteilung**

Beurteilung der Wärmedämmung (gut, schlecht)

Angaben betreffend Zirkulation oder Rohrbegleitheizung (elektrische Leistungsaufnahme, Betriebszeit)

### **Abrechnung Warmwasser**

Pauschale oder verbrauchsabhängige Abrechnung.

### **Wohnungsausrüstung**

Beschreibung der standardmässig eingebauten Armaturen und sanitären Ausrüstung in den Wohnungen, Geräteausrüstung (wie Geschirrspülmaschine, Etagenwaschmaschine).

### **Benutzerverhalten**

In allen Wohnungen wurden zu Beginn der Messkampagne Fragebogen versandt, in denen nach den Verbrauchsgewohnheiten beim Baden, Duschen, Waschen und Geschirrspülen gefragt wurde. Die Antworten sind in der Übersichts-Tabelle zum betreffenden Objekt ausgewertet wiedergegeben.



**Objekt: MUSTER**

**Kanton:**

**Beschreibung:** Grössere Wohnüberbauung einer Pensionskasse  
Baujahr 1989  
Gehobener Standard

	Anzahl Bewohner (inkl. Kinder)	Energiebezugsfläche [m <sup>2</sup> ]	Mittl. EBF / Bewohner [m <sup>2</sup> ]
Block Nr. 10 (Mietwohnungen)	19	1020	54
Block Nr. 12 (Eigentum)	20	1090	55
Block Nr. 14 (Mietwohnungen)	19	1020	54
Block Nr. 16 (Mietwohnungen)	16	800	50

**Warmwassererzeugung:** Unterstation pro Wohnblock, gespeisen von zentraler  
Holzschnitzelfeuerung mit Oel-Spitzkessel

**Warmwasserverteilung:** Gut wärmegeämmt  
Rohrbegleitheizung, total ca. 1200 W, 24 h/Tag

**Abrechnung Warmwasser:** Pauschal

**Wohnungsausrüstung:**

**Badezimmer:** Lavabo mit konventioneller Mischbatterie und Perlator  
Normalbadewanne mit konventioneller Mischbatterie

**Separate Dusche/WC:** Lavabo mit konventioneller Mischbatterie und Perlator  
Dusche mit Einhebelmischer

**Küche:** Einfach-Spülbecken mit konventioneller Mischbatterie und Brause  
Geschirrspülmaschine mit Kaltwasseranschluss

**Etagenwaschmaschine:** Anschluss vorbereitet (Kaltwasser und Elektro),  
aber nicht standardmässig eingebaut

**Benutzerverhalten:** Von 33 verteilten Fragebogen sind 22 eingegangen.

	Minimum	Median	Maximum
Personen pro Wohnung	1	2	4
Baden (pro Person)	0 mal wöchentlich	< 0,5 mal wöchentlich	3 mal wöchentlich
Duschen (pro Person)	< 1 mal wöchentlich	4 mal wöchentlich	10 mal wöchentlich
Waschen im Lavabo	0 mal wöchentlich	0 mal wöchentlich	1 mal wöchentlich
Waschen mit Etagenwaschm.	0 mal wöchentlich	0 mal wöchentlich	2 mal wöchentlich
Abwaschen von Hand	0 mal täglich	1 mal täglich	3 bis 4 mal täglich
Abwaschen mit Maschine	0 mal täglich	< 0,5 mal täglich	1 mal täglich
"Wenn Sie sich nur kurz die Hände waschen oder z.B. ein Glas ausspülen: Öffnen Sie dazu den Kalt- oder den Warmwasserhahn?"	Kaltwasser: 4 Antworten	je nachdem; beide: 12 Antworten	Warmwasser: 5 Antworten
Bemerkungen der Benutzer	- Ich öffne den Warmwasserhahn, weil ohnehin nur laues Wasser kommt - Warmwassertemperatur ist generell zu tief - Warmwassertemperatur ist generell zu hoch		

27

## Verwendete statistische Begriffe:

Minimum: Kleinste genannte Verbrauchshäufigkeit

Median: Verbrauchshäufigkeit, die die Befragten in zwei gleich grosse Gruppen teilt (50 % der Wohnungen liegen darunter, 50 % darüber)

Maximum: Grösste genannte Verbrauchshäufigkeit

Der "kleine Wasserverbrauch zwischendurch" wird mit der Zusatzfrage nach dem Öffnen des Kalt- oder Warmwasserhahns erfasst.

Die Auswertung wird ergänzt durch Bemerkungen der Bewohner (z.B. betreffend Warmwassertemperatur, Ausstosszeiten, etc.)



## Messstellen-Schema (Seite 29)

In einem vereinfachten Anlagenschema sind die für die Messkampagne eingerichteten Messstellen für Warmwassermenge sowie gegebenenfalls Warm- und Kaltwassertemperatur eingetragen.

Im übrigen wurden in der HLK-Technik üblich genormte Symbole verwendet.

## Warmwassertemperaturen

### Legende:

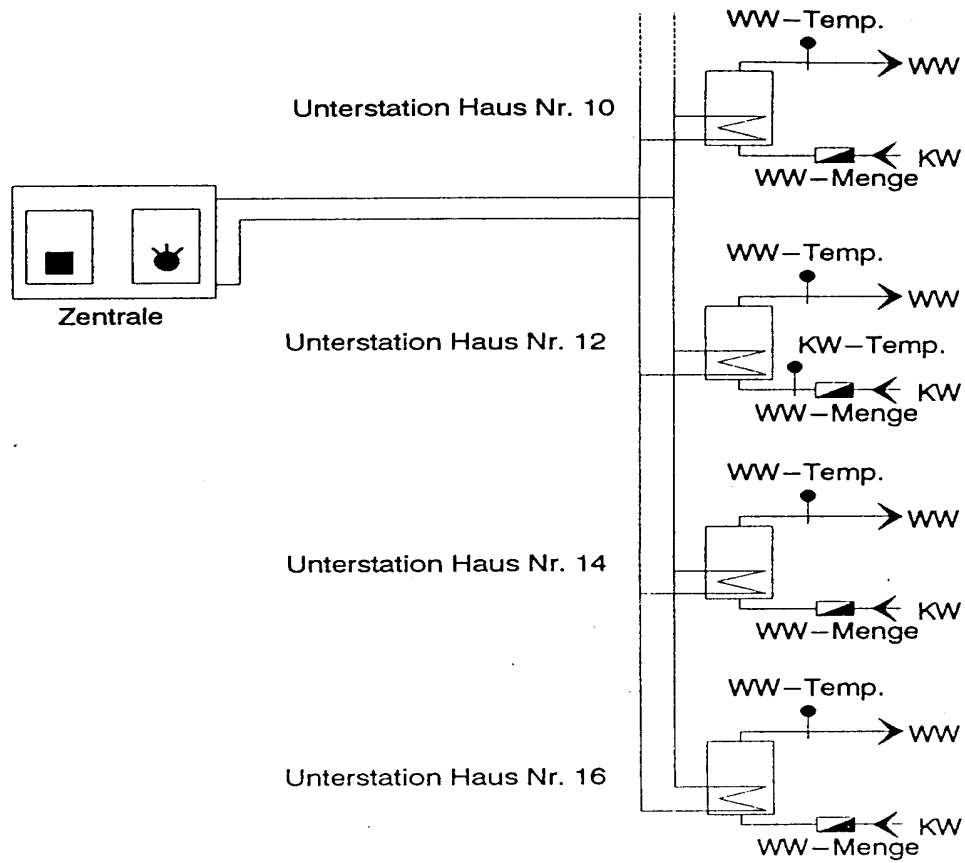
	Temperatur-Messstelle	(z.B. Pt 100 - Fühler zwischen Leitungsrohr und Rohr-Wärmedämmung)
	Durchflussmengen-Messstelle	(z.B. Flügelradzähler mit Impulskontakt)
WW	Warmwasser	
KW	Kaltwasser	

Die typischerweise registrierten Warmwassertemperaturen sind unterhalb des Messschemas angegeben (Seite 29).

Als normale Warmwassertemperatur (in der Nähe des Speicheraustritts gemessen) wird 60' C angesehen. Die Verbrauchszahlen wurden jedoch nicht auf eine normierte Temperatur umgerechnet, solange die registrierte Warmwassertemperatur im Normalfall innerhalb eines Bereiches von 50 C bis 70' C lag.

Die Kaltwassertemperatur am Eintritt des Speichers wurde bei den meisten Objekten mitgemessen; sie wird jedoch im Rahmen dieser Auswertung nicht angegeben.

## MUSTER: Messstellen – Schema



Warmwassertemperaturen:

Die registrierten Warmwassertemperaturen lagen um 60°C.

Im Block Nr. 12 wurden im Frühjahr und im Herbst nur ca. 50–55°C erreicht.

In seltenen Fällen wurde bei starken Verbrauchsspitzen ein Absinken bis gegen 40°C beobachtet

Messperioden für das Ermitteln der Summenhäufigkeiten und der Tagesverläufe:

Frühjahr = 15.03.91 ... 21.03.91  
 Sommer = 24.07.91 ... 08.08.91  
 Herbst = 31.10.91 ... 14.11.91  
 Winter = 09.01.92 ... 21.01.92

Die Wohnungsbelegung während diesen Perioden ist im Diagramm "Belegung" dargestellt.

## **Messperioden für das Ermitteln der Summenhäufigkeit und Tagesverläufe**

Für die Erstellung der Summenhäufigkeitskurven und der Tagesverläufe wurde der Warmwasserverbrauch mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Minuten automatisch registriert. Dies geschah in je ca. 2-wöchigen Messperioden, die für jedes Objekt jeweils im Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter angesetzt wurden. An dieser Stelle ist angegeben, an welchen Terminen diese Messreihen durchgeführt wurden.

### **Wohnungsbelegung (Seite 31 oben)**

Abwesenheit der Bewohner wurden mittels Fragebogen erfasst. Die Graphik zeigt die Belegung der Wohnungen (Personen x Tage) bezogen auf Vollbelegung (= 100 %)

- A) Belegung während der einzelnen Monate (massgebend für das Diagramm "Jahresverlauf").
- B) Belegung während der (in der Regel je ca. 2 Wochen dauernden) Messperioden in den vier Jahreszeiten (massgebend für die Diagramme "Mittlerer Tagesverlauf" und "Summenhäufigkeit").

Da eventuell nicht alle Abwesenheiten gemeldet wurden, stellt die dargestellte Belegung lediglich einen Schätzwert dar.

Die nachfolgenden Diagramme sind stets auf Vollbelegung bezogen-, sie wurden also nicht aufgrund der tatsächlichen Belegung umgerechnet.

### **Jahresverlauf (Seite 31 unten)**

Durch manuelle Zählerablesung wurden die monatlichen Warmwasserverbrauchswerte ermittelt. Sie sind entsprechend dem Zeitraum zwischen zwei Ablesungen in mittlere Tagesverbrauchswerte umgerechnet.

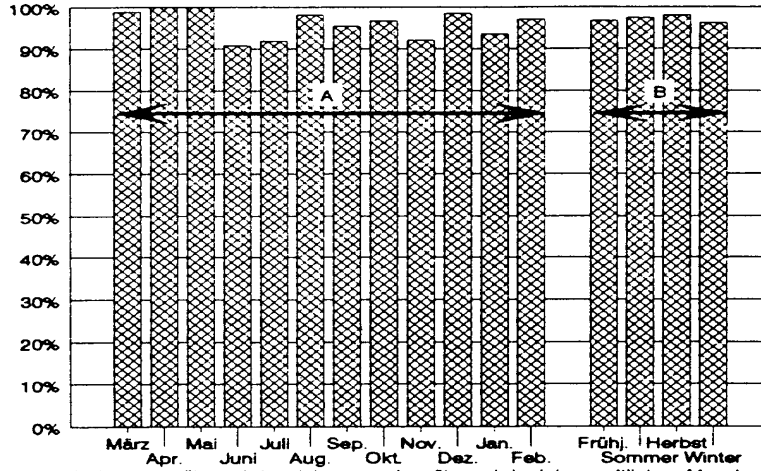
#### **Ablesebeispiele:**

- A) Im Mai wurde mit 77 Liter pro Person und Tag der höchste mittlere Tagesverbrauch registriert.
- B) Im Juli trat mit 50 Litern pro Person und Tag der niedrigste mittlere Tagesverbrauch auf.

Wo eine monatliche Ablesung ausfiel, ist der mittlere Tagesverbrauch in den beiden aufeinanderfolgenden Monaten als gleich hoch angenommen worden. In der Graphik steht dann über den beiden Balken die Anmerkung "2 Mon."

### RAVEL 23.58: Wohnungsbelegung

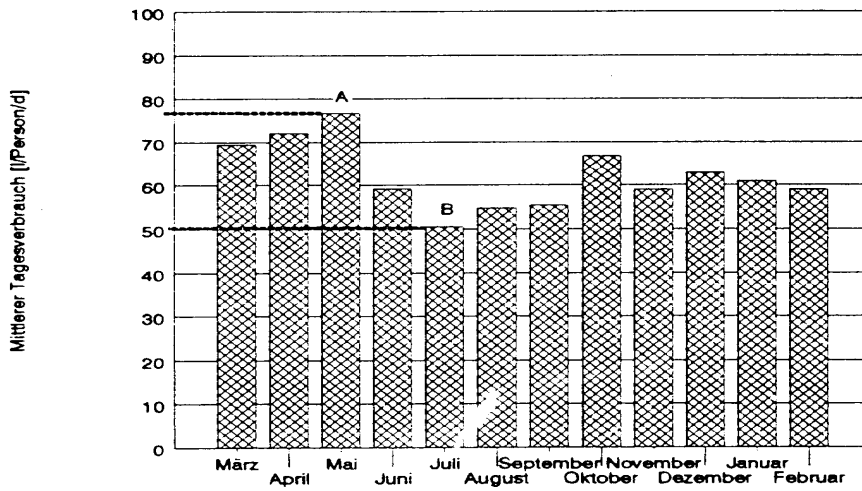
Muster



Wohnungsbelegung während des Jahres sowie während der jahreszeitlichen Messkampagnen

### RAVEL 23.58: Jahresverlauf

Muster



Mittlerer Tagesverbrauch [(Person\*id)]

Erklärungen auf Seite 30

### **Mittlerer Tagesverlauf (Seite 33)**

Die Tagesverläufe stellen einen Mittelwert über diejenigen Tage dar, die während der Messperiode erfasst wurden. Sie wurden separat erstellt für:

- Werktage (ohne Samstage und Vor- und Feiertage)
- Samstage, inkl. Vor- und Feiertage
- Sonntage, inkl. gesetzliche Feiertage

Sie sind ferner separat ermittelt worden für Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter, sowie als Mittel über alle vier Jahreszeiten.

Die Graphik zeigt den kumulierten Tagesverlauf des Warmwasserverbrauchs (Auflösung 10 Minuten), sowie die stündlichen Verbrauchswerte.

#### **Ablesebeispiele:**

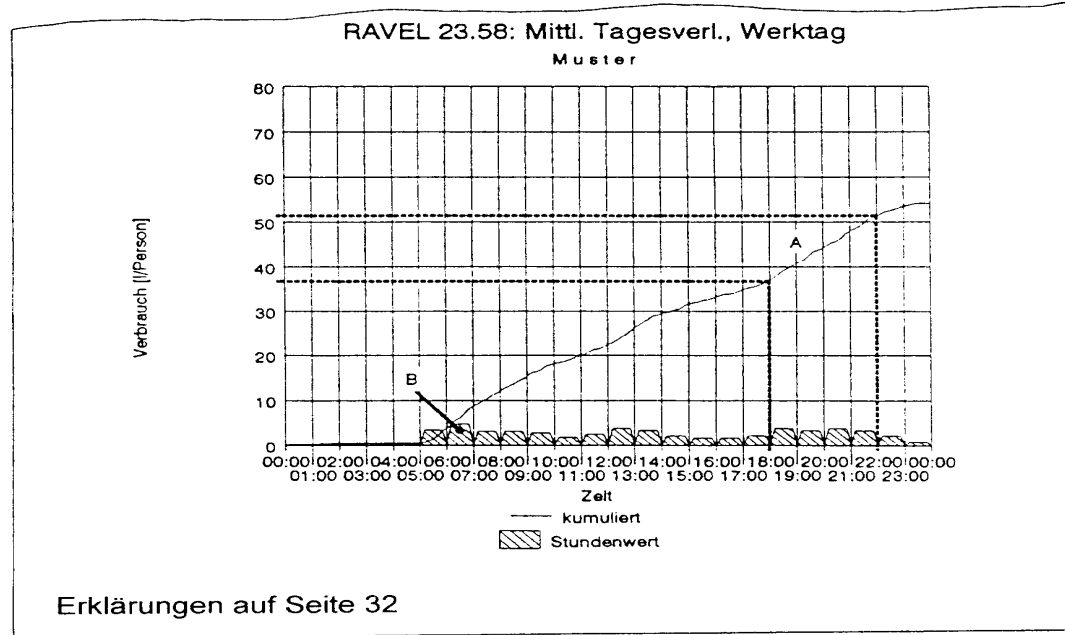
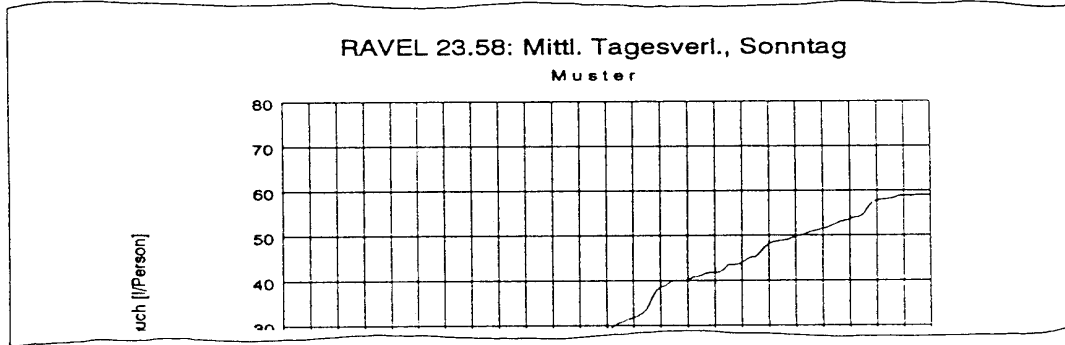
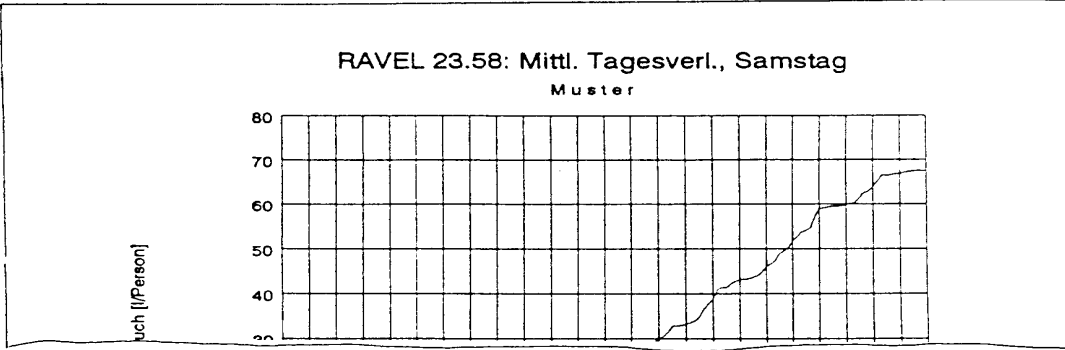
- A) In der Zeitspanne zwischen 18 Uhr und 22 Uhr betrug der mittlere Warmwasserverbrauch 51 - 37 = 14 Liter/Person.
- B) Der höchste mittlere Stundenverbrauch trat von 6 Uhr bis 7 Uhr mit ca. 5 Liter/Person auf.

### **Summenhäufigkeit 1 Tag (Seite 34)**

Die während je ca. 2 Wochen im Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter registrierten Tages-Verbrauchswerte sind in Form einer geordneten Summenhäufigkeitskurve dargestellt.

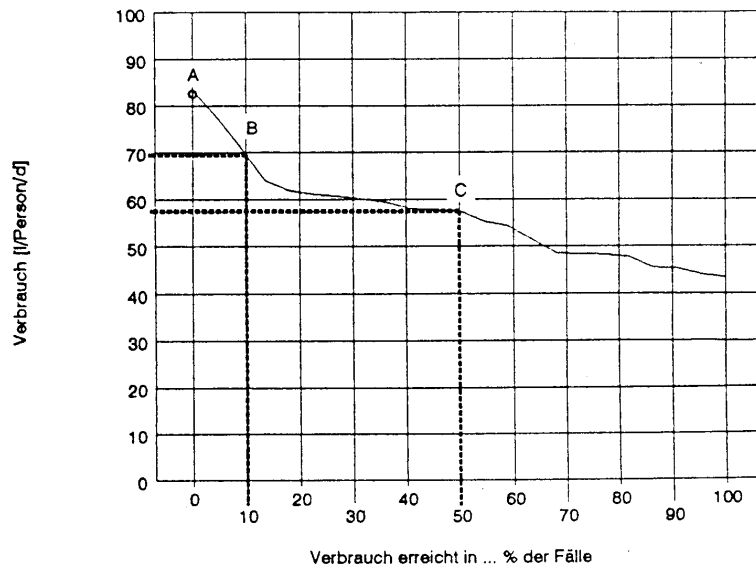
#### **Ablesebeispiel:**

- A) Der höchste überhaupt registrierte Tagesverbrauch betrug 83 Liter pro Person.
- B) 10 % der registrierten Tagesverbrauchswerte erreichten oder überschritten den Wert von 70 Litern pro Person, bzw. 90 % der Werte blieben darunter (sog. 90%Quantil des Tagesverbrauchs)
- C) 50 % der registrierten Tagesverbrauchswerte erreichten oder überschritten den Wert von 58 Litern pro Person (sog. Median des Tagesverbrauchs).



### RAVEL 23.58: Summenhäufigkeit 1 Tag

Muster





**Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:**

Name, Vorname: .....

Firma: .....

Strasse: .....

PLZ, Ort: .....

Datum, Unterschrift: .....

Bundesamt für Konjunkturfragen

Impulsprogramm RAVEL

Belpstrasse 53

3003 Bern

FAX: 031/46 41 02

Titel	Autor	Bestellnummer	Preis	Bestellung
<b>Allgemeine Dokumentationen zu RAVEL</b>				
Broschüre "Neue Handlungsspielräume mit weniger Strom"		724.301 d	gratis	
Broschüre "L'économie d'électricité crée de nouveaux champs d'action"		724.301 f	gratis	
Broschüre "Nuove libertà d'azione con meno energia elettrica"		724.301 i	gratis	
Untersuchungsergebnisse: "47 heisse Spuren zu lohnenden Stromsparpotentialen"		724.301.3 d	gratis	
Untersuchungsprojekte		724.301.1 d	gratis	
Weiterbildung		724.301.2 d	gratis	
IMPULS - Zeitschrift für IP Bau, RAVEL und PACER			gratis	
Construction et Energie - Bulletin des 3 programmes d'impulsions			gratis	
IMPULSO - Bollettino per PI Edil, RAVEL e PACER			gratis	
<b>RAVEL-Lehrmittel</b>				
Strom rationell nutzen - RAVEL Handbuch		ISBN 3 7218 1830 3	76.-	Buchhandel
RAVEL-Tagung 1991: Start zu einer neuen fachlichen Kompetenz		724.300.1 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1992: Mehr Büro mit weniger Strom		724.300.2 d/f	30.-	
RAVEL-Tagung 1993: Energie-Fitness in der Industrie		724.300.3 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 91-93: 3er Set		724.300.0 d/f	50.-	
RAVEL-Industrie-Handbuch	A. Huser	724.370 d	35.-	ab August
Erfassung des Energieverbrauchs (2 Bücher und Bon für Diskette)	A. Huser	724.371.0 d	27.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Diskette und Band 1: Leitfaden für Ind. + DL)	A. Huser	724.371.1 d	12.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Band 2: Anleitung für den Beauftragten)	A. Huser	724.371.2 d	15.-	
Energie - ihre Bedeutung für die Wirtschaft	D. Spreng	724.316 d	13.-	ab Oktober
Analyse des Energieverbrauchs	F. Wolfart	724.318 d	31.-	
Messen von Leistungen und Energien	Jaun	724.377 d	13.-	ab Oktober
Organisation und Energiemanagement	R. Hasenböhler	724.374 d	13.-	ab Oktober
Elektrische Antriebe: Auslegung und Betriebsoptimierung	K. Reichert	724.331 d	33.-	ab August
Umwälzpumpen: Auslegung und Betriebsoptimierung	E. Füglistner	724.330 d	33.-	
Energie-effiziente Lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik	U. Steinemann	724.307 d		ab August
Elektroantriebe	A. Neyer	724.332 d	9.-	
Geräte zur Wassererwärmung	H. Hediger	724.349 d	36.-	
Elektroheizungen - Sanierung und Ersatz in Wohnbauten	H.P. Meyer	724.346 d	28.-	
Elektrizität und Wärme (Grundlagen)	H.R. Gabathuler	724.357 d		ab Juli
Wärmepumpen	Th. Baumgartner	724.356 d		
Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung	R. Brunner	724.355 d	15.-	
Elektrizität im Wärmesektor (WKK, WP, WRG)	H.R. Gabathuler	724.354 d	8.-	
Electricité et chaleur	P. Renaud	724.354 f	8.-	
Gebäudeautomation - Inbetriebsetzung und Abnahme	J. Willers	724.363 d	24.-	