

Bundesamt für Energie
Bern

Erhebung der durchschnittlichen Energiekenn- zahlen für Neubauten in 13 Kantonen

Schlussbericht
25. August 2000

RAUM INFORMATION

wüest & partner

A U F T R A G N E H M E R

Wüest&Partner AG
Rauminformation
Gotthardstrasse 6
CH-8002 Zürich
Tel. 01 289 90 00
Fax 01 289 90 01
mail@wuestundpartner.com
<http://www.wuestundpartner.com>

V E R F A S S E R

Kilian Brühlmann, dipl. Geograf
Daniel Tochtermann, Politikwissenschaftler/Soziologe,
lic. phil. I
November 1998 bis September 2000

A B S C H L U S S D E R A R B E I T

Abstract

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Energieverbrauch für Neubauten im Bereich Wohnen in 13 Kantonen zu erheben und daraus die mittlere Energiekennzahl Wärme (Raumheizung und Warmwasser) zu berechnen sowie einen Vergleich unter den Kantonen durchzuführen. Die Daten wurden in einer schriftlichen Umfrage in über 20'000 Haushaltungen und Unternehmen mittels Fragebogen erhoben.

Die mittlere Energiekennzahl Wärme (Raumheizung und Warmwasser) beträgt im untersuchten Sample 393 MJ/m^2 a. Unter den 13 untersuchten Kantonen bestehen zum Teil grosse Unterschiede. Der Range reicht von 307 bis 555 MJ/m^2 a, wobei sich 8 Kantone innerhalb einer Abweichung von plus / minus 10 Prozent bewegen.

Obwohl der Faktor «Kanton» einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Energiekennzahl hat, wird nur ein relativ kleiner Teil der Unterschiede zwischen den Kantonen mit diesem Faktor selbst erklärt. Für eine bessere Interpretation der Ergebnisse sind Kausalanalysen unerlässlich. Nur auf diesem Weg lassen sich die Einflüsse von Gesetzgebung und Vollzug, Gebäudetechnik und Verbraucherverhalten abschätzen.

Sommaire

La présente étude a eu pour objectif de collecter, dans 13 cantons, des données relatives à la consommation d'énergie dans les bâtiments d'habitation neufs, et d'en tirer les valeurs moyennes des indices énergétiques pour la consommation d'énergie calorifique (chauffage et eau chaude), ainsi que d'effectuer une comparaison entre les cantons. Les données ont été recueillies dans le cadre d'une enquête écrite effectuée auprès de plus de 20'000 ménages et entreprises au moyen de questionnaires.

La valeur moyenne de l'indice énergétique pour le chauffage et l'eau chaude s'élève à 393 MJ/m^2 par an pour l'échantillon considéré. Les 13 cantons examinés présentent des différences parfois considérables. L'éventail va de 307 à 555 MJ/m^2 par an, alors que 8 cantons se situent dans une fourchette de plus/moins 10 %.

Bien que le facteur « canton » ait une influence significative sur la valeur de l'indice, seule une part relativement faible des différences s'explique par ce facteur en soi. Pour obtenir une meilleure interprétation des résultats, il conviendrait de mener des analyses de causalité, qui seules

permettent d'évaluer l'influence respective de la législation et de son application, de la technique du bâtiment et du comportement des consommateurs.

Sintesi

Il presente studio si propone di rilevare in 13 Cantoni il consumo energetico di nuove costruzioni abitative, di ricavarne l'indicatore energetico medio „calore” (riscaldamento e acqua calda), nonché di fare un confronto tra i diversi Cantoni. I dati sono stati rilevati nell'ambito di un sondaggio scritto, svolto presso più di 20'000 economie domestiche ed aziende.

Nel campione analizzato, l'indicatore energetico medio „calore” (riscaldamento e acqua calda) è pari a 393 MJ/m² a. Tra i 13 Cantoni presi in esame si riscontrano in parte notevoli differenze. I valori oscillano tra 307 e 555 MJ/m² a; 8 Cantoni si situano all'interno di uno scarto di più / meno il 10 percento.

Benché il fattore «Cantone» abbia un influsso determinante sul valore dell'indicatore energetico, le differenze tra i singoli Cantoni si spiegano solo in minima parte con il fattore stesso. Per un'interpretazione più precisa dei risultati è indispensabile procedere ad un'analisi di tipo causale. Solo in questo modo sarà possibile determinare l'influsso della legislazione e della sua attuazione, nonché della tecnica degli edifici e delle abitudini di consumo.

Zusammenfassung

Zielsetzung

- Ziel der vorliegenden Studie war es, den Energieverbrauch für Neubauten im Bereich Wohnen in 13 Kantonen zu erheben und daraus die mittlere Energiekennzahl Wärme (Raumheizung und Warmwasser) zu berechnen.



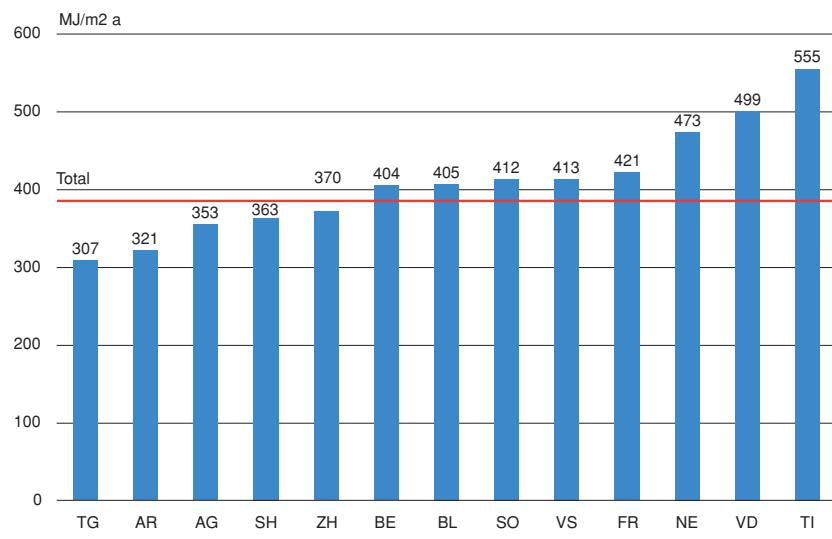
Karte der teilnehmenden Kantone

Vorgehen

- Die Basis der Erhebung der Energiekennzahl bildeten Wohngebäude (Ein- und Mehrfamilienhäuser), die zwischen 1993 und 1996 eine Baubewilligung erhielten respektive zwischen 1994 und 1998 erstellt wurden.
- Mittels einer Direkterhebung wurden über 20'000 Fragebogen verschickt. Auf diese Weise wurde der Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser von 2'189 Gebäuden erfasst und die dazugehörigen Energiekennzahlen berechnet. Der Anteil der Einfamilienhäuser am Sample beträgt 82%.
- Der am meisten verwendete Energieträger bei den verwendeten Objekten ist Heizöl mit einem Anteil von 76%.
- Um die Vergleichbarkeit zwischen den Kantonen zu gewährleisten, wurden die Resultate klimanormiert.

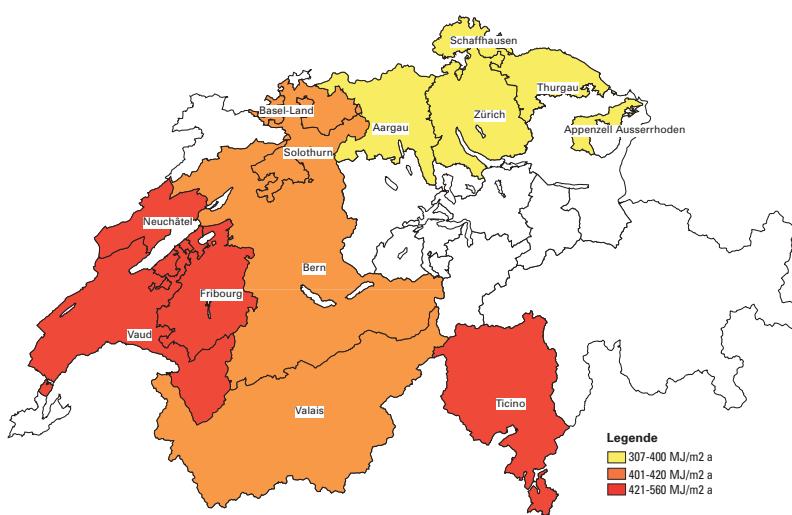
Ergebnisse

- Die mittlere Energiekennzahl Wärme (Raumheizung und Warmwasser) beträgt im untersuchten Sample 393 MJ/m² a. Die Einfamilienhäuser weisen einen tieferen Wert von 390 MJ/m² a als die Mehrfamilienhäuser mit 419 MJ/m² a auf.
- Dieses Resultat bestätigt deutlich die Fortschritte, die bei Neubauten gegenüber Altbauten erzielt worden sind. Dank besserer Bau- und Gebäudetechnik sowie gesetzlichen Auflagen und verschärftem Vollzug konnte die mittlere Energiekennzahl gegenüber den Altbauten praktisch halbiert werden.
- Der Faktor «Kanton» hat über das gesamte Sample einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Energiekennzahl.
- Die Unterschiede zwischen den Kantonen sind vor allem für die Extrempositionen, das heisst die Kantone Tessin, Waadt und Thurgau, signifikant. Die Rangreihenfolge im Mittelfeld ist zufällig.



Durchschnittliche EKZ (Median)
in den Kantonen, gewichtet.
Quelle: Berechnungen Wüst&Partner

- Beim Vergleich zwischen den Kantonen zeigt sich ein Gefälle zwischen der Ost- und der West/Südschweiz. Die Kantone Thurgau, Appenzell AR und Aargau und weisen die tiefsten, Neuenburg, Waadt und Tessin die höchsten Energiekennzahlen auf. Der Range reicht von 307 bis 555 MJ/m² a. In 8 Kantonen bewegt sich die Abweichung zum Durchschnitt aller 13 Kantone zwischen plus und minus 10 Prozent.



Kartografische Darstellung der durchschnittlichen EKZ in den 13 Kantonen. Berechnungen Wüest&Partner, Kartengrundlage: BFS, Geostat / L+T

Ausblick und Empfehlung

- Die vorliegende Studie beschränkte sich bewusst auf quantitative Aussagen. Um für die Wirksamkeit der Energiepolitik gesicherte und fundierte Aussagen machen zu können, sind weiterführende Studien unabdingbar, die sich vertieft mit Ursachen-Wirkungs-Beziehungen befassen.
- Diese Untersuchungen müssen bei denjenigen Kantonen ansetzen, welche statistisch signifikante Unterschiede untereinander aufweisen.
- Ein Ansatz, um die Einflüsse von Verhalten, Gesetzgebung und Vollzug auf die Höhe der EKZ abzuschätzen, ist der Vergleich zwischen den bewilligten Energiekennzahlen im Energienachweis mit den tatsächlichen Energiekennzahlen auf Grund der Verbrauchsdaten. Eine solche Studie könnte Aufschluss über den Vollzug in den Kantonen geben

(Höhe der bewilligten EKZ) und eine Abschätzung des Einflusses des Verbraucherverhaltens liefern (als Differenz zwischen bewilligter und effektiver EKZ).

- Eine andere Möglichkeit besteht darin, ein hedonisches Modell zu entwickeln, wo die einzelnen messbaren Einflussgrößen (Gebäudetechnik) geschätzt und die Verhaltensweise der Bewohner als Restgröße ausgewiesen werden kann. Einige der Parameter und Einflussgrößen können aus den Energienachweisen herausdestilliert werden.
- Entscheidend ist aber auch, die Veränderungen des Energieverbrauchs und die dahinter liegenden Ursachen im Zeitablauf zu verfolgen. Aus diesem Grunde sollten die bestehenden deskriptiven und zukünftigen kausalen Untersuchungen periodisch durchgeführt und entsprechende Zeitreihen aufgebaut werden.

Résumé

Objectifs

- La présente étude s'est donné pour objectif de collecter dans 13 cantons des données relatives à la consommation d'énergie dans les bâtiments d'habitation neufs, et d'en tirer les valeurs moyennes des indices énergétiques pour le chauffage et l'eau chaude.



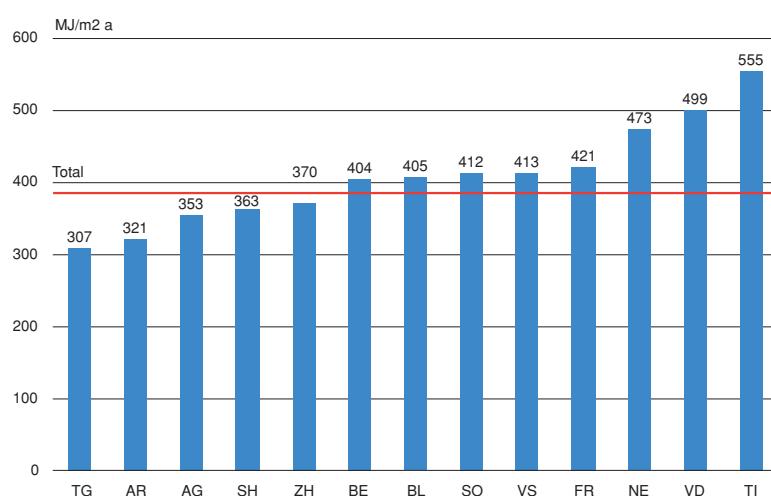
Démarche

- Le relevé des indices énergétiques s'est fait sur la base de bâtiments d'habitation (individuelle ou collective) ayant fait l'objet d'un permis de construire entre 1993 et 1996, c'est-à-dire de bâtiments construits entre 1994 et 1998.
- Dans le cadre d'une enquête directe, plus de 20'000 questionnaires ont été envoyés. Ils ont permis de recenser la consommation d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude de 2'189 bâtiments, et de calculer les indices énergétiques correspondants. La part des maisons individuelles dans l'échantillonnage s'élève à 82 %.
- Le mazout est l'agent énergétique le plus souvent utilisé, avec une part de 76 %.
- Afin de permettre la comparaison de canton à canton, les résultats ont été corrigés selon les conditions climatiques.

Carte des cantons participants

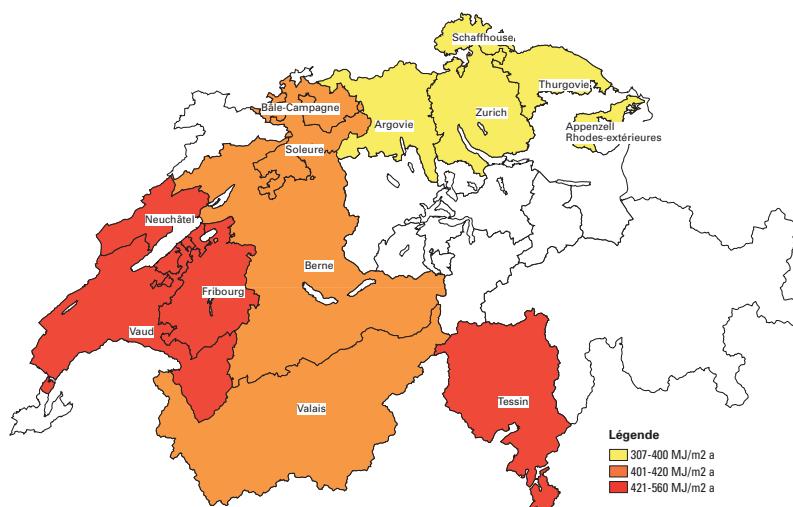
Résultats

- La valeur moyenne de l'indice énergétique relatif au chauffage et à l'eau chaude s'élève à 393 MJ/m² par an pour l'échantillon considéré. Cette valeur est plus basse dans le cas des maisons individuelles (390 MJ/m² par an) que dans celui des bâtiments collectifs (419 MJ/m² par an).
- Ces résultats démontrent clairement les progrès accomplis dans les bâtiments neufs par rapport aux bâtiments anciens. L'amélioration de la construction et de la technique du bâtiment, ainsi que les dispositions légales et leur application plus stricte, ont permis de diviser pratiquement par deux les indices énergétiques moyens.
- Le facteur « canton » exerce une influence significative sur la grandeur de l'indice énergétique.
- Les différences entre les cantons sont particulièrement significatives aux deux extrémités de l'échelle, c'est-à-dire pour les cantons du Tessin, de Vaud et de Thurgovie. Dans la zone intermédiaire, l'ordre selon le rang est fortuit.
- La comparaison entre les cantons révèle une disparité entre, d'une part, la Suisse orientale, et de l'autre l'ouest et le sud du pays. Les cantons de Thurgovie, d'Appenzell RE et d'Argovie présentent les indices énergétiques les plus bas, Neuchâtel, Vaud et le Tessin les plus élevés. L'échelle va de 307 à 555 MJ/m² par an. Huit cantons se situent dans une fourchette de plus ou moins 10 % d'écart par rapport à la moyenne des 13 cantons.



Valeur moyenne pondérée de l'IE (médiane) canton par canton. Source : analyses numériques Wüest&Partner

- La comparaison entre les cantons révèle une disparité entre, d'une part, la Suisse orientale, et de l'autre l'ouest et le sud du pays. Les cantons de Thurgovie, d'Appenzell RE et d'Argovie présentent les indices énergétiques les plus bas, Neuchâtel, Vaud et le Tessin les plus élevés. L'échelle va de 307 à 555 MJ/m² par an. Huit cantons se situent dans une fourchette de plus ou moins 10 % d'écart par rapport à la moyenne des 13 cantons.



Représentation cartographique de l'IE moyen dans les 13 cantons. Analyses numériques Wüest&Partner, carte de base : OFS, Geostat/L+T

Perspectives et recommandations

- La présente étude se limite sciemment à des constatations quantitatives. Si l'on veut se prononcer en toute connaissance de cause sur l'efficacité de la politique énergétique, il est indispensable d'effectuer des études supplémentaires centrées sur les relations de cause à effet.
- Ces recherches doivent porter sur les cantons qui se distinguent par des différences statistiques significatives.
- Pour évaluer l'influence respective du comportement, de la législation et de son application sur les indices énergétiques, une des approches possibles consiste à comparer les indices énergétiques autorisés, tels qu'elles figurent dans le justificatif énergétique, avec les valeurs réelles tirée des données fournies par la consommation effective. Une telle

étude permettrait d'obtenir des renseignements sur les régimes cantonaux (ordre de grandeur des IE autorisés) et d'évaluer l'influence du comportement des usagers (sous forme de la différence entre IE autorisé et indice effectif).

- Il est possible également de développer un modèle hédonistique, dans lequel les différents paramètres mesurables (technique du bâtiment) peuvent être évalués et où le comportement des habitants peut être considéré comme la quantité restante. Certains de ces paramètres et de ces influences peuvent être extrapolés à partir des justificatifs énergétiques.
- Il est tout aussi crucial de suivre l'évolution que présente la consommation d'énergie dans le temps, ainsi que les causes sous-jacentes. C'est pourquoi les recherches descriptives existantes et les recherches causales à venir doivent être effectuées périodiquement, et qu'il faut établir les séries chronologiques correspondantes.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung / Ausgangslage	1
1.1	Auftrag	1
1.2	Ziel	2
1.3	Teilnehmende Kantone.....	2
1.4	Aufbau des Berichtes	2
2.	Vorgehen und Untersuchungsmethodik.....	3
2.1	Energiekennzahl.....	3
2.2	Untersuchungsgegenstand	3
2.3	Direkterhebung mittels Fragebogen	4
2.4	Energieträger.....	4
2.5	Klimanormierung.....	6
3.	Sample	8
3.1	Datenbasis	8
3.2	Rücklauf.....	8
4.	Zusammengefasste Ergebnisse für die 13 Kantone	10
4.1	Resultate nach Gebäudetyp und Energieträger	10
5.	Vergleich unter den Kantonen.....	12
5.1	Die Energiekennzahlen in den Kantonen	14
5.2	Überprüfung der Zuverlässigkeit der Ergebnisse	16
6.	Fazit	19
6.1	Ergebnisse	19
6.2	Empfehlungen: Wirkungsanalysen als sinnvolle und notwendige Ergänzung	20

Anhang I: Aufbau einer Zeitreihe

7.	Datenlage.....	23
7.1	Vorzüge eines regelmässigen Monitorings	24

Anhang II: Methodik

8.	Datengrundlage zur Auswahl der Objekte	26
8.1	Sample	26
9.	Direkterhebung: Fragebogen und Rücklauf.....	29
9.1	Fragebogenkonstruktion.....	29
9.2	Rücklauf.....	29
10.	Details zur Berechnung.....	31
10.1	Energiekennzahl.....	31
10.2	Warmwasser	31
10.3	Energiebezugsfläche	31
10.4	Ausreisserbeschränkung	32
11.	Klimanormierung	33
11.1	Berechnung der Normierung	33
11.2	Klimastationen	34
11.3	Einfluss der Klimanormierung.....	34

Anhang III: Fragebogen und Begleitbrief

Anhang IV: Detaillierte Ergebnisse pro Kanton

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl verschickter Fragebogen nach Kanton. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner.....	8
Abbildung 2: Anzahl Gebäude mit verwendeten Energiekennzahlen pro Kanton. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner.....	9
Abbildung 3: Mittlere Energiekennzahlen in den 13 untersuchten Kantonen, differenziert nach Energieträger (Öl und Gas) und Gebäudetyp (EFH und MFH). Quelle: Berechnungen Wüest&Partner.....	10
Abbildung 4: Durchschnittliche EKZ (Median) in den Kantonen, gewichtet. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner	14
Abbildung 5: Relative Abweichungen der Kantone vom Durchschnitt (Median) aller Kantone, gewichtet. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner	15
Abbildung 6: Kartografische Darstellung der durchschnittlichen EKZ (Median) in den 13 Kantonen. Berechnungen Wüest&Partner, Kartengrundlage: BFS, Geostat / L+T	15
Abbildung 7: Verteilung der Energiekennzahlen (Histogramm) und Vergleich mit der Normalverteilung. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner	16
Abbildung 8: Anzahl erteilter Baubewilligungen 1997-1999. Quelle: Schweizer Baublatt, Berechnung Wüest&Partner	23
Abbildung 9: Anzahl verschickter Fragebogen auf Grund der Publikationen der Baubewilligungen. Quelle: Schweizer Baublatt, Berechnungen Wüest&Partner.....	26
Abbildung 10: Altersstruktur der verwendeten Objekte (Anteil am Total), Quelle: Berechnungen Wüest&Partner	27
Abbildung 11: Anteil der effektiv verwendeten Einfamilienhäuser an einer durchschnittlichen Jahresproduktion (durchschnittliche neu erstellte EFH von 1994-1998). Quelle: BFS, Statistik der Wohnbautätigkeit, Berechnungen Wüest&Partner.....	28
Abbildung 12: Rücklauf in Prozent. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner	29

Abbildung 13: Anteil brauchbarer Energiekennzahlen am Rücklauf. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner.....	30
Abbildung 14: Klimastationen mit den dazugehörigen MS-Regionen. Quelle: SMA, Kartengrundlage: BFS Geostat / L+T. Darstellung Wüest&Partner.....	34
Abbildung 15: Einfluss der Klimanormierung auf die EKZ. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung der Energieträger im Gesamt-Rücklauf. Berechnung: Wüest&Partner.....	4
Tabelle 2: Anteile der Energieträger bei den verwendeten Objekten nach Gebäudetyp. Berechnungen Wüest&Partner	6
Tabelle 3: Anteile nach Energieträger und Gebäudetypen in den Kantonen. Berechnungen Wüest&Partner.....	13
Tabelle 4: Signifikante Abweichungen unter den Kantonen. Berechnung: Prof. Dr. W. Stier, HSG, Darstellung Wüest&Partner	17

1. Einleitung / Ausgangslage

In der politischen Diskussion der Schweiz gewannen Umweltthemen in den achtziger und neunziger Jahren an Bedeutung. Der sparsame Umgang mit den natürlichen Ressourcen wurde zu einem Hauptanliegen. Der Bund reagierte mit unterschiedlichen Massnahmen auf diese Entwicklungen. Das Programm «Energie 2000» ist dabei eines der prominentesten Beispiele, wie die neuen Herausforderungen angegangen wurden.

Beim Stichwort des schonenden Umgangs mit den Ressourcen ist auch das Energiesparen angesprochen. Im Bereich der Gebäudetechnik bieten sich den Kantonen Chancen, Massnahmen im Bereich des Energiesparens zu erlassen. Vor allem in der Bewilligungspraxis für Neu- und Umbauten kann Einfluss auf den Energieverbrauch genommen werden.

Das Bundesamt für Energie (BFE) und die Kantone evaluieren die Wirksamkeit der Energiepolitik in verschiedenen Bereichen. Das Energiegesetz (EnG) des Bundes schreibt in Artikel 20 die Erfolgskontrolle vor. In diesem Zusammenhang haben sich 13 Kantone und das BFE in der sogenannten «Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle» zusammengeschlossen, um ihre kantonalen Energiepolitiken zu evaluieren und zu vergleichen.

Die Wirksamkeit der kantonalen Massnahmen in der Energiepolitik sollte unter anderem anhand des Energieverbrauches von Neubauten im Wohnbereich überprüft werden.

1.1 Auftrag

Der gebräuchlichste Parameter zum Vergleich des Energieverbrauchs in Gebäuden ist die Energiekennzahl. Sie gibt an, wieviel Energie einem Gebäude (zum Beispiel für Raumwärme) pro Grösseneinheit (Quadrat- oder Kubikmeter) zugeführt wird. Die Firma Wüest&Partner wurde damit beauftragt, pro Kanton den Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser in Wohnbauten zu erheben und daraus die mittlere Energiekennzahl zu berechnen. Die oben erwähnte Arbeitsgruppe begleitete die Studie von Beginn weg und setzte in gegenseitiger Absprache die Rahmenbedingungen für die Arbeiten.

Die Auswirkungen der Energiepolitik der Kantone manifestieren sich mehrheitlich bei Bauten neueren Datums. Aus diesem Grund wurden bei der Auswahl der Objekte nur Wohngebäude mit Baujahr zwischen 1993 und 1998 berücksichtigt.

1.2 Ziel

Neben der absoluten Höhe der Energiekennzahlen in den an der Studie beteiligten Kantonen interessierte vor allem der Vergleich zwischen den Kantonen. Mit der Methode der Klimanormierung ist es möglich, vergleichende Aussagen über den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser anzustellen. Auf eine Wirkungsanalyse, welche die Gründe für die Abweichungen in den Kantonen untersucht, wurde von der Auftraggeber-schaft bewusst verzichtet.

1.3 Teilnehmende Kantone

13 Kantone beteiligten sich an der Studie. Die West- und Nordwest-Schweiz ist mit Ausnahme der Kantone Genf, Jura und Basel-Stadt vollständig vertreten. Die Kantone der Zentralschweiz sowie Graubünden, Appenzell IR und St. Gallen nahmen nicht teil.

Die 13 Kantone decken zusammen 72% des Wohnungsbestandes der Schweiz ab.



Die 13 teilnehmenden Kantone sind grau eingefärbt

1.4 Aufbau des Berichtes

Der vorliegende Schlussbericht ist in einen Hauptteil und mehrere Anhän-ge gegliedert. Der Hauptteil gibt eine kurze Übersicht über den Untersu-chungsgegenstand und die Methodik. Das Hauptgewicht liegt bei der Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.

In den Anhängen wird die Methodik vertieft diskutiert sowie die Ergebnis-se pro Kanton detailliert dargestellt.

2. Vorgehen und Untersuchungsmethodik

2.1 Energiekennzahl

Ein wichtiger Parameter, um eine generelle Aussage zum Energieverbrauch eines Gebäudes machen zu können, ist die Energiekennzahl. Sie umschreibt das Verhältnis der während eines Jahres in einem Gebäude verbrauchten Endenergie zur Energiebezugsfläche.¹

Allgemein kann die Energiekennzahl folgendermassen definiert werden:

$$E = \frac{\text{Jahresenergieverbrauch}}{\text{Energiebezugsfläche}}$$

Sie wird in MJ/m² a angegeben. In der vorliegenden Untersuchung wurde die sogenannte «Energiekennzahl Wärme» verwendet. Sie umfasst die einem Gebäude jährlich zugeführte Endenergie für Heizzwecke und besteht aus der Summe des Heizenergieverbrauchs, des Energieverbrauchs für Warmwasser und den Wärmeverlusten für Erzeugung und Verteilung, inkl. Speicherung.

Warmwasser

Die berechnete Energiekennzahl $E_{\text{Wärme}}$ ist die Teilenergiekennzahl für Raumheizung und Warmwasser. Für die Vergleichbarkeit muss für Gebäude, welche das Warmwasser nicht mit dem Hauptenergieträger aufbereiten, ein Zuschlag gemacht werden. In der Berechnung wurde ein Erfahrungswert von 25% verwendet, das heisst, es wurde angenommen, dass der Anteil des Energieverbrauches für Warmwasser am gesamten Energieverbrauch Wärme (Warmwasser und Raumheizung) 25% beträgt.

2.2 Untersuchungsgegenstand

Die Grundgesamtheit der Stichprobe umfasst alle Wohngebäude (Ein- und Mehrfamilienhäuser) in den 13 untersuchten Kantonen, welche zwischen 1993 und 1996 eine Baubewilligung erhielten. Die Angaben zu den Baubewilligungen (Adresse des Bauherrn, Standort des Objekts) stammen aus dem Schweizer Baublatt, in dem alle in der Schweiz bewilligten Bauten

¹ Definition nach SIA 180/4, Ausgabe 1/1984

ausgeschrieben werden. Wüest&Partner führt dazu seit 1993 systematisch eine Datenbank.

2.3 Direkterhebung mittels Fragebogen

Im Gegensatz zur theoretischen Berechnung des Energiebedarfs beim Energienachweis wird in dieser Studie für die Berechnung der Energiekennzahl auf reale Verbrauchszahlen abgestützt. Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt, der direkt an die betroffenen Hauseigentümer verschickt wurde.

siehe Fragebogen im Anhang

Er wurde bewusst einfach gestaltet und knapp gehalten, um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erreichen. Dem Schreiben wurde ein frankiertes Rückantwortcouvert beigelegt.

2.4 Energieträger

Unterschiedliche Bedeutung der Energieträger in den Kantonen

Das Heizöl ist der am meisten verwendete Energieträger, mit einem Abstand folgen die Wärmepumpen und das Gas. Die Energieträger haben in den Kantonen unterschiedliche Bedeutungen, wie aus Tabelle 1 hervorgeht.

	Öl	Gas	Fernwärme	Wärmepumpe	Holz	Elektrisch	Andere
AG	36%	16%	7%	32%	6%	4%	0%
BE	52%	15%	1%	18%	10%	4%	1%
VS	35%	11%	0%	20%	13%	16%	4%
FR	59%	3%	2%	29%	5%	2%	1%
SO	49%	16%	0%	27%	5%	2%	0%
BL	43%	25%	4%	19%	6%	3%	2%
TG	34%	40%	3%	9%	9%	1%	2%
TI	58%	13%	0%	13%	6%	9%	1%
SH	51%	16%	2%	23%	4%	4%	0%
NE	52%	33%	3%	3%	5%	2%	2%
AR	59%	16%	0%	14%	10%	2%	0%
ZH	39%	19%	3%	32%	5%	2%	1%
VD	47%	32%	0%	14%	3%	4%	0%
CH	45%	18%	2%	22%	7%	4%	1%

Tabelle 1: Verteilung der Energieträger im Gesamt-Rücklauf.
Berechnung: Wüest&Partner

Auffallend ist der hohe Anteil von Elektroheizungen in den Kantonen Wallis und Tessin. Ausschlaggebend ist hier der hohe Anteil an Ferienhäusern, die nur temporär bewohnt sind und oft in der Übergangszeit mit Elektroöfen beheizt werden. Grosse Unterschiede zeigen sich auch bei den Wärmepumpen. In den Kantonen Zürich und Aargau beträgt ihr Anteil 32%, in Neuenburg und Thurgau nur gerade 3% beziehungsweise 9%.

Öl, Gas und Fernwärme im Zentrum der Untersuchung

Die meisten Energieträger können für die Berechnung der Energiekennzahl verwendet werden. Im Lauf der Untersuchung hat sich gezeigt, dass die Wärmepumpen ausgeschlossen werden müssen, weil in der Regel der Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser nicht getrennt vom übrigen Energiebedarf (elektrische Energie im Haushalt etc.) erfasst wird.

Bei Gebäuden mit mehreren Energieträgern stellt sich das Problem des Gesamtkonsums. Wird beispielsweise in der Übergangszeit ein Elektro-Ofen oder ein Cheminée benutzt, ergeben sich Verzerrungen im gesamten Energieverbrauch. Dasselbe gilt für subsidiär eingesetzte Solaranlagen bei der Warmwasser-Aufbereitung. Aus diesen Gründen wurden nur Objekte berücksichtigt, die entweder das Warmwasser das ganze Jahr mit dem Hauptenergieträger aufbereiten, oder Gebäude, welche den Hauptenergieträger nur für Raumheizung einsetzen. Mischformen wurden aus obigen Gründen ausgeschlossen.

Die drei für die Berechnung der EKZ berücksichtigten Hauptenergieträger sind Heizöl, Gas und Fernwärme.

Bedeutung des Ausschlusses der Wärmepumpen für die Interpretation

Die Verwendung von Wärmepumpen wird in einzelnen Kantonen gefordert, weil sie aus energiepolitischer Sicht ein sinnvoller und effizienter und rationeller Energieträger sind, der nicht auf nicht-erneuerbaren Ressourcen beruht.

Mit dem Ausschluss der Wärmepumpen aus der Untersuchung werden die Anstrengungen dieser Kantone in diesem Bereich nicht berücksichtigt.

Unterschiede bei den Energieträgern zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern

Im Sample der verwendeten Objekte (Gebäude mit Öl, Gas oder Fernwärme als Energieträger) zeigen sich Unterschiede in der Beheizung zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern. Der Anteil der Ölheizungen bei den Einfamilienhäusern beträgt 78%, bei den Mehrfamilienhäusern 70%. Entspre-

chend liegt der Anteil der Gasheizungen bei den MFH höher, bei 28% gegenüber 21% bei den EFH. Der Rest entfällt jeweils auf Fernwärme.

Einfamilienhäuser

	EFH&Öl	EFH&Gas	EFH&Fern	Total
AG	62%	26%	12%	100%
BE	91%	9%	0%	100%
VS	81%	19%	0%	100%
FR	98%	1%	0%	100%
SO	83%	17%	0%	100%
BL	78%	19%	3%	100%
TG	53%	46%	1%	100%
TI	83%	17%	0%	100%
SH	95%	5%	0%	100%
NE	71%	29%	0%	100%
AR	78%	25%	0%	100%
ZH	78%	22%	0%	100%
VD	63%	36%	1%	100%
CH	78%	21%	2%	100%

Mehrfamilienhäuser

	MFH&Öl	MFH&Gas	MFH&Fern	Total
AG	64%	24%	11%	100%
BE	84%	16%	0%	100%
VS	90%	10%	0%	100%
FR	94%	6%	0%	100%
SO	72%	28%	0%	100%
BL	28%	61%	11%	100%
TG	38%	62%	0%	100%
TI	83%	17%	0%	100%
SH	50%	50%	0%	100%
NE	50%	50%	0%	100%
AR	78%	22%	0%	100%
ZH	61%	39%	0%	100%
VD	55%	36%	9%	100%
CH	70%	28%	2%	100%

Tabelle 2: Anteile der Energieträger bei den verwendeten Objekten nach Gebäudetyp.
Berechnungen Wüest&Partner

Umrechnungsfaktoren

Die Umrechnung der Mengenäquivalente der Energieträger in MJ erfolgte auf Basis von SIA 180/4, ausgehend vom unteren Heizwert:

Einheit	Träger	MJ
1 kg	Heizöl EL	42.7
1 l	Heizöl EL	35.9
1 m ³	Gas	33.8
1 kWh	Elektrizität	3.6

2.5 Klimanormierung

Der Energieverbrauch eines Gebäudes hängt wesentlich von der Umgebungstemperatur ab. Je grösser die Differenz zwischen Raum- und Außentemperatur ist, desto höher ist der Energieeinsatz. Dasselbe Objekt wird demnach – gleiche Nutzung vorausgesetzt – über die Jahre unterschiedliche Energiekennzahlen aufweisen, abhängig vom jeweiligen Klima. Warme Winter ziehen eine tiefere EKZ nach sich und umgekehrt.

Um unterschiedliche Regionen mit verschiedenen klimatischen Bedingungen besser vergleichen zu können, müssen die klimatischen Unterschiede ausgeglichen, normiert werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde auf die Methode der Heizgradtage abgestützt. Der ausführliche Beschrieb der Klimanormierung (Regionalisierung und verwendete Klimastationen) kann in Anhang II (Methodik) der Schlussberichterstattung nachgelesen werden.

3. Sample

3.1 Datenbasis

Der Fragebogen wurde an total über 20'000 Haushaltungen verschickt. Je nach Grösse der Kantone variiert die Anzahl der erteilten Baubewilligungen beträchtlich. In den kleinsten Kantonen Schaffhausen, Neuenburg und Appenzell AR wurde die an sich schmale Datenbasis durch eine besonders intensive Bearbeitung des Rücklaufes (Nachfragen und nochmaliges Versenden der Fragebogen) aufgebessert.

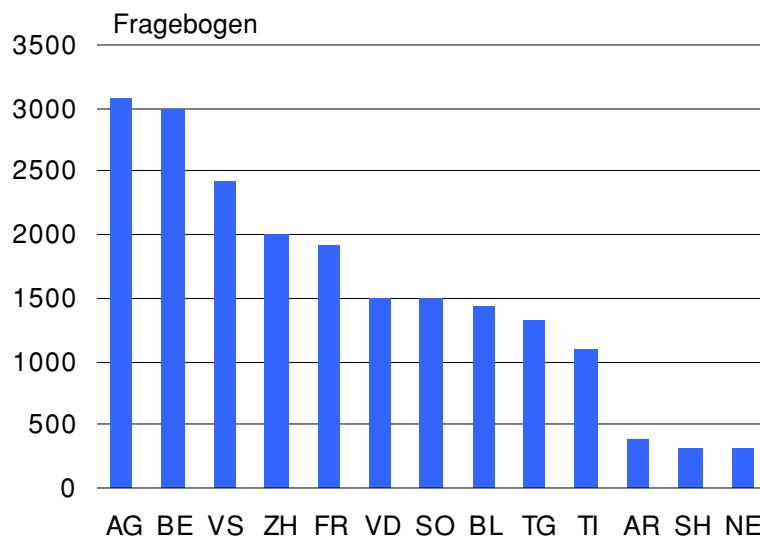


Abbildung 1: Anzahl verschickter Fragebogen nach Kanton.
Quelle: Berechnungen Wüst&Partner

3.2 Rücklauf

Die Rücklaufquote betrug gesamthaft rund 25%, wovon etwas mehr als die Hälfte vollständige und damit für die Untersuchung brauchbare Angaben enthielten.

Aus dem Rücklauf konnten bei total 2189 Objekten brauchbare Energiekennzahlen ermittelt werden. Dabei lag das Schwergewicht bei den Einfamilienhäusern, die einen Anteil von 82% ausmachten.

Bei den für die Berechnungen verwendeten Gebäuden stellt das Heizöl mit 76% den am häufigsten verwendeten Träger dar. Der Anteil der Gasheizungen liegt bei 22%, die restlichen 2% entfallen auf Fernwärme.

In vier Kantonen konnten der Berechnung der EKZ über 200 Objekte zu Grunde gelegt werden, in weiteren fünf Kantonen knapp 150 oder mehr. In den kleinen Kantonen Schaffhausen und Neuenburg konnten immer noch über 50 Gebäude verwendet werden, im Kanton Appenzell AR knapp 50.

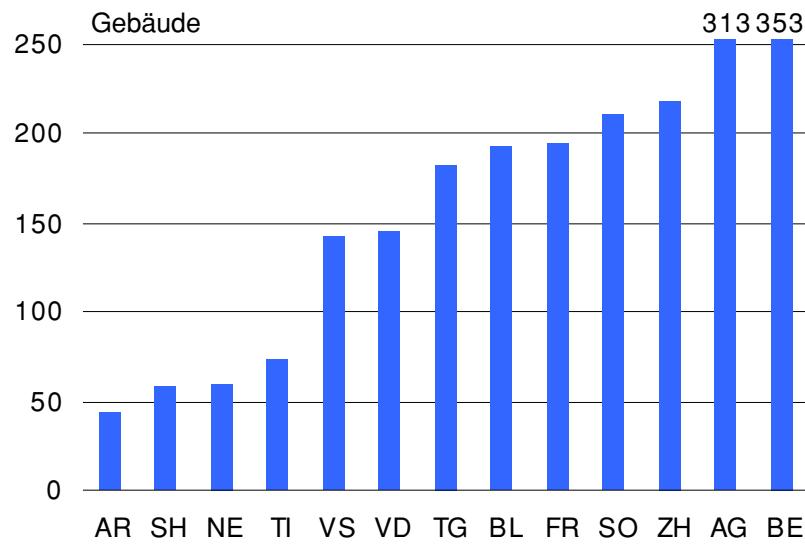


Abbildung 2: Anzahl Gebäude mit verwendeten Energiekennzahlen pro Kanton. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

4. Zusammengefasste Ergebnisse für die 13 Kantone

4.1 Resultate nach Gebäudetyp und Energieträger

Die mittlere Energiekennzahl in den 13 untersuchten Kantonen für Wohnbauten mit Baujahr zwischen 1994 und 1998 beträgt 393 MJ/m² a. Bezogen auf die verschiedenen Gebäudetypen und Energieträger sowie die Kombinationen davon, ergeben sich – zum Teil recht grosse – Unterschiede.

Generell kann gesagt werden, dass

- Einfamilienhäuser eine tiefere EKZ aufweisen als Mehrfamilienhäuser
- gasbeheizte Gebäude eine tiefere EKZ aufweisen als ölbeheizte Gebäude

Die tiefsten Energiekennzahlen weisen die gasbeheizten Gebäude auf mit 345 MJ/m² a, die höchsten die Mehrfamilienhäuser mit 419 MJ/m² a.

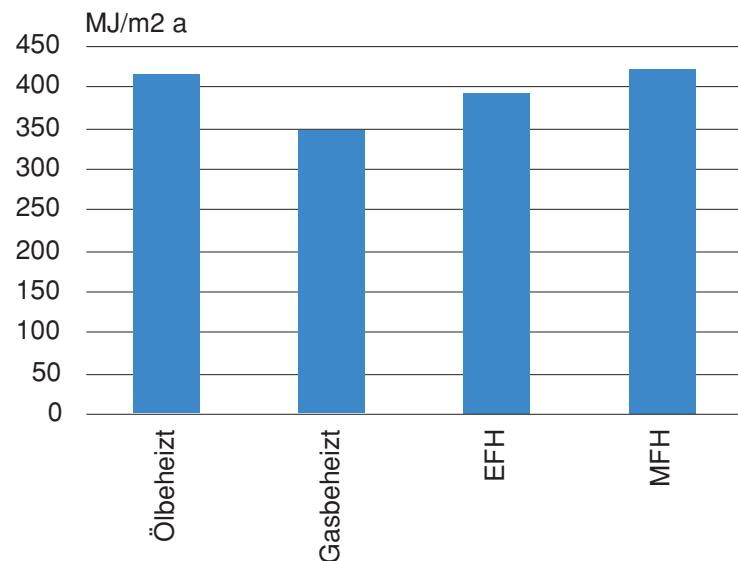


Abbildung 3: Mittlere Energiekennzahlen in den 13 untersuchten Kantonen, differenziert nach Energieträger (Öl und Gas) und Gebäudetyp (EFH und MFH).
Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

Die Differenz zwischen den Ein- und Mehrfamilienhäusern ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Einerseits kann ein bewussteres Verhalten der Einfamilienhausbesitzer angeführt werden, denn bei den Mehrfamilienhäusern ist die individuelle Heizkostenabrechnung immer noch wenig verbreitet und somit besteht in diesem Segment wenig monetärer Anreiz zum Energiesparen. Andererseits kann die Gebäudequalität in energetischer Hinsicht (Wärmedämmung, Vermeidung von Wärmebrücken usw.) der Einfamilienhäuser besser sein als diejenige der Mehrfamilienhäuser.

Die Differenz zwischen Öl- und Gasheizungen ist nicht systematisch. Da es sich um Neubauten handelt, spielt das Alter der Heizungen keine Rolle. Die Tatsache, dass in 40% der Kantone im Gegensatz zum Durchschnitt aller untersuchten Kantone die EKZ für Ölheizungen tiefer ist, lässt vermuten, dass der Unterschied zufällig ist.

Ebenfalls keinen Einfluss hat der Unterschied zwischen freistehenden und Reihen-Einfamilienhäusern.

5. Vergleich unter den Kantonen

Vergleichbarkeit

Die Kantone weisen unterschiedliche Anteile in den Energieträgern und Gebäudetypen auf (vgl. Tabelle 3). Dieser Umstand, kombiniert mit der Tatsache, dass Einfamilienhäuser tiefere Energiekennzahlen aufweisen als Mehrfamilienhäuser, machen einen direkten Vergleich zwischen den Kantonen schwierig.

Um diese Schwierigkeiten für die Vergleichbarkeit zu eliminieren, werden die Teilenergiekennzahlen mit den durchschnittlichen Anteilen in allen untersuchten Kantonen gewichtet. Auf diese Weise werden in allen Kantonen gleiche Voraussetzungen für den Vergleich geschaffen.

Gewichtung der Teilenergiekennzahlen

Der Vergleich zwischen den Kantonen basiert auf der aggregierten Energiekennzahl, das heißt der Gesamtenergiekennzahl, in der alle Energieträger und Gebäudetypen einfließen. Die Gesamtenergiekennzahl besteht in dieser Untersuchung aus sechs Teilenergiekennzahlen:

- EKZ ölbeheizte Einfamilienhäuser
- EKZ gasbeheizte Einfamilienhäuser
- EKZ fernbeheizte Einfamilienhäuser
- EKZ ölbeheizte Mehrfamilienhäuser
- EKZ gasbeheizte Mehrfamilienhäuser
- EKZ fernbeheizte Mehrfamilienhäuser

Untenstehende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Anteile der Teilenergiekennzahlen in den Kantonen.

	EFH&ÖI	EFH&Gas	EFH&Fern	MFH&ÖI	MFH&Gas	MFH&Fern	Total
AG	52%	22%	10%	10%	4%	2%	100%
BE	64%	6%	0%	25%	5%	0%	100%
VS	66%	16%	0%	16%	2%	0%	100%
FR	90%	1%	0%	8%	0%	0%	100%
SO	73%	15%	0%	9%	3%	0%	100%
BL	61%	15%	2%	6%	13%	2%	100%
TG	47%	40%	1%	5%	7%	0%	100%
TI	55%	11%	0%	28%	6%	0%	100%
SH	75%	4%	0%	11%	11%	0%	100%
NE	63%	25%	0%	6%	6%	0%	100%
AR	59%	20%	0%	17%	5%	0%	100%
ZH	49%	14%	0%	22%	14%	0%	100%
VD	59%	34%	1%	4%	2%	1%	100%
CH	63%	17%	2%	13%	5%	0%	100%

Tabelle 3: Anteile nach Energieträger und Gebäudetypen in den Kantonen. Berechnungen Wüest&Partner

Beispiel

Die aggregierte Energiekennzahl z. B. des Kantons Aargau, welche mit den anderen Kantonen verglichen wird, besteht aus den oben beschriebenen Teilenergiekennzahlen. Um die gewichtete Energiekennzahl zu berechnen, werden die Teilenergiekennzahlen mit den jeweils dazugehörigen durchschnittlichen Gewichten aller untersuchten Kantone multipliziert. Konkret: Die Teilenergiekennzahl für ölbefeizte Einfamilienhäuser wird bei allen Kantonen – unabhängig des tatsächlichen Gewichts - mit 0.63 gewichtet, diejenige für gasbefeizte Einfamilienhäuser mit 0.17 usw. Die Summe aller Gewichte ist 1.

5.1 Die Energiekennzahlen in den Kantonen

Die durchschnittliche Energiekennzahl in allen untersuchten Kantonen beträgt 393 MJ/m² a. Die Bandbreite in den einzelnen Kantonen reicht von 307 MJ/m² a (Thurgau) bis 555 MJ/m² a (Tessin). Diese Ergebnisse sind klimanormiert und entsprechend den obigen Ausführungen gewichtet.

Die Wirkung von Gesetzgebung und Vollzug ist in allen Kantonen deutlich sichtbar. Bei den Altbauten (Baujahr vor 1900 bis 1980) geht man von einer durchschnittlichen EKZ von rund 780 MJ/m² a aus. Dieser Wert wird von den Neubauten auch im Kanton Tessin mit der höchsten Energiekennzahl deutlich unterschritten.

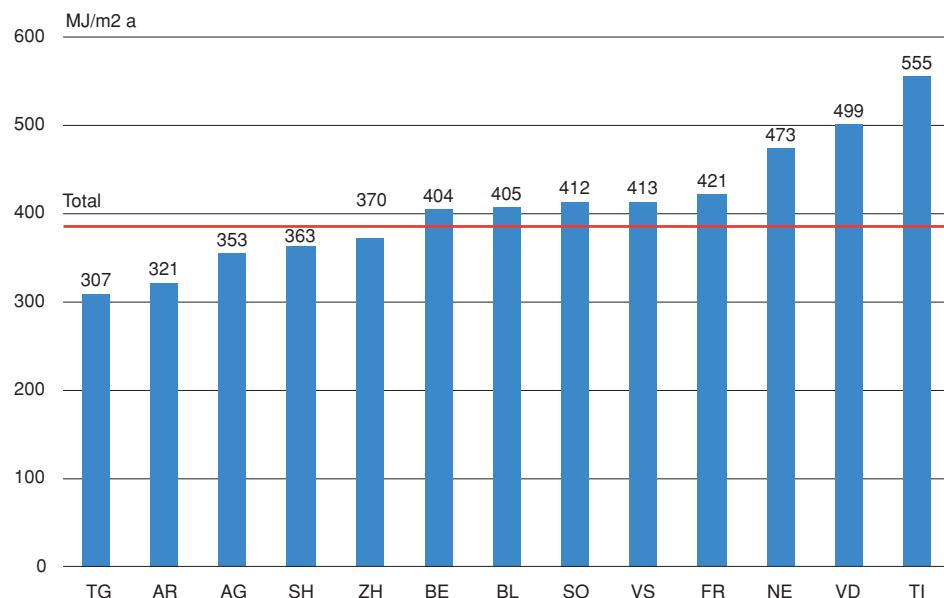


Abbildung 4: Durchschnittliche EKZ (Median) in den Kantonen, gewichtet. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

Vergleich der relativen Abweichungen

Vier Kantone (Bern, Basel-Land, Solothurn und Wallis) bewegen sich in ihrer Abweichung vom Durchschnitt aller untersuchten Kantone zwischen 0 und plus 5%. Vier weitere liegen zwischen +/- 5 bis 10%. Die Kantone Neuenburg, Waadt und Tessin weisen relativ hohe positive Abweichungen zwischen 20% und 41% auf, Appenzell AR und Thurgau mit -19% und -22% relativ hohe negative Abweichungen.

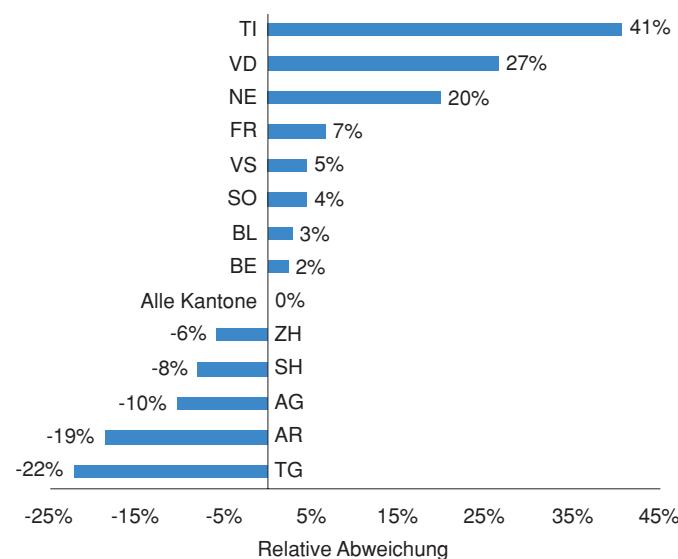


Abbildung 5: Relative Abweichungen der Kantone vom Durchschnitt (Median) aller Kantone, gewichtet. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

Auffallend ist die geografische Trennung zwischen der Ost- und der West/Südschweiz. Die Höhe der EKZ steigt tendenziell von Osten nach Westen an.

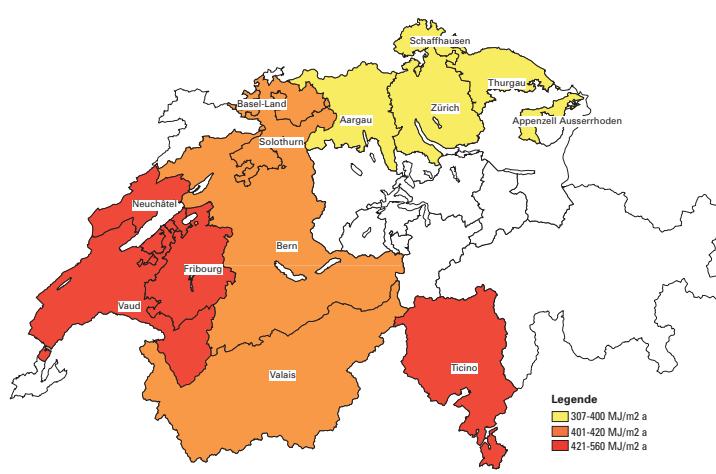


Abbildung 6: Kartografische Darstellung der durchschnittlichen EKZ (Median) in den 13 Kantonen. Berechnungen Wüest&Partner, Kartengrundlage: BFS, Geostat / L+T

5.2 Überprüfung der Zuverlässigkeit der Ergebnisse

Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu überprüfen, wird einerseits auf statistische Verfahren zurückgegriffen, andererseits auf die bestehenden Studien des AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich) abgestützt.

Statistische Prüfung der Ergebnisse

Varianzanalysen deuten darauf hin, dass die kantonalen Unterschiede bei der Energiekennzahl nicht zufällig sind. Die Aussagekraft der Tests ist jedoch beschränkt, da nicht alle Voraussetzungen für deren Durchführung erfüllt sind. Insbesondere darf nicht von einer Normalverteilung ausgegangen werden, weil die Verteilung des Samples leicht linksschief ist. Es besteht aus 2189 Objekten, die Standardabweichung beträgt 44.7%.

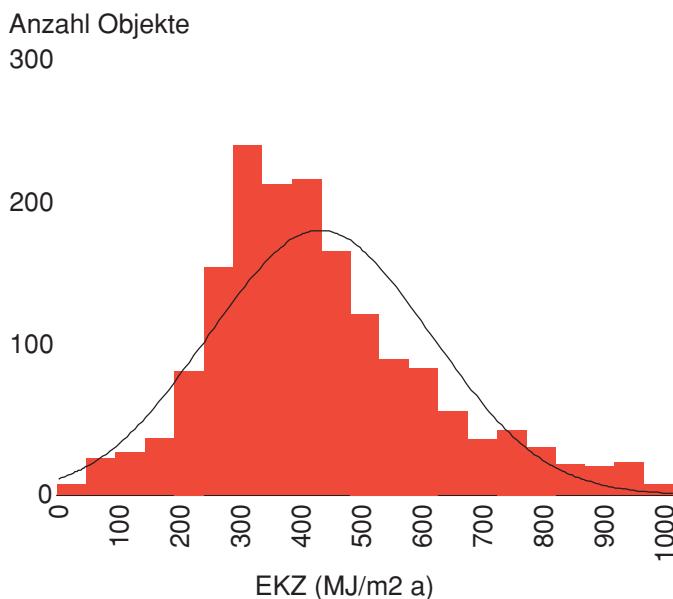


Abbildung 7: Verteilung der Energiekennzahlen (Histogramm) und Vergleich mit der Normalverteilung. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

Nicht-parametrische Varianzanalysen² kommen ohne die Voraussetzung der Normalverteilung aus. Auch hier zeigt sich, dass der Faktor «Kanton» die durchschnittliche Energiekennzahl signifikant differenziert.

² Im vorliegenden Fall wurde die Varianzanalyse nach Kruskall-Wallis angewendet

Analyse der Abweichungen zwischen den Kantonen

Weitergehend als die Varianzanalyse, die den globalen Einfluss des Faktors Kanton auf die EKZ misst, kann mit Hilfe der linearen Kontraste nach Scheffé untersucht werden, zwischen welchen Kantonen signifikante Abweichungen bestehen.

	AG	AR	BE	BL	FR	NE	SH	SO	TG	TI	VD	VS	ZH	Total
AG			1			1				1	1			4
AR										1	1			2
BE	1									1	1			3
BL									1	1				2
FR									1	1				2
NE	1							1						2
SH										1				1
SO								1	1					2
TG				1	1	1		1		1	1	1	1	8
TI	1	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1 1
VD	1	1	1					1	1			1		6
VS								1	1					2
ZH								1	1	1				3

Tabelle 4: Signifikante Abweichungen unter den Kantonen.
Berechnung: Prof. Dr. W. Stier,
HSG, Darstellung Wüst&Partner

In Tabelle 4 bedeutet die Zahl 1, dass zwischen diesen beiden Kantonen die EKZ signifikant abweicht (Signifikanzniveau=5%). Zum Beispiel ist die Abweichung zwischen Zürich und Waadt signifikant. Daraus wird ersichtlich, dass die Abweichungen der Kantone im Mittelfeld untereinander in der Regel nicht signifikant sind oder anders formuliert: Vor allem die Kantone am oberen und unteren Spektrum (Tessin, Waadt und Thurgau) weisen signifikant abweichende Energiekennzahlen im Vergleich zu den übrigen Kantonen auf. Der Umstand, dass die Kantone Appenzell AR und Neuenburg sich trotz hoher Abweichungen nicht überwiegend signifikant von den übrigen Kantonen unterscheiden, liegt in der vergleichsweise kleinen Anzahl verwendeter EKZ.

Bei weiterführenden Untersuchungen (siehe Kapitel Empfehlungen) muss an diesem Punkt angesetzt werden. Es ist nur dort sinnvoll, Kausalanalysen durchzuführen, wo statistisch signifikante Unterschiede vorliegen.

Vergleich mit den AWEL-Daten

Das AWEL berechnet regelmässig und seit längerer Zeit die Energiekennzahlen für den Kanton Zürich³. Dabei wird der Energieverbrauch im Rahmen der Feuerungskontrolle erhoben. Diese Methode ist zwar sehr aufwändig, dafür liefert sie präzise Ergebnisse.

Für Wohnbauten mit Baujahr 1991-1997 liegt die EKZ im Kanton Zürich für Raumheizung und Warmwasser gemäss der Studie des AWEL bei knapp über 400 MJ/m² a. Der Mittelwert in der vorliegenden Untersuchung beträgt für die aggregierte EKZ des Kantons Zürich 413 MJ/m² a, für alle ölbeheizten Gebäude 406 MJ/m² a.

Diese hohe Übereinstimmung mit den Daten des AWEL, welche schon in der Pilotuntersuchung von Wüest&Partner aufgezeigt wurde, kann als ein gewisser Gradmesser für die Genauigkeit der Methodik der Direkterhebung betrachtet werden.

³ Vgl. zum Beispiel Energieplanungsbericht Kanton Zürich, 1998

6. Fazit

6.1 Ergebnisse

Auftrag

Ziel und Auftrag dieser Studie war es, eine deskriptive Analyse der Energiekennzahlen in 13 Kantonen durchzuführen. Auf die Erklärung der Ursachen der Abweichungen in den Kantonen wurde bewusst verzichtet. Mit der reinen statistischen Erhebung wird eine Momentaufnahme der Situation in den Kantonen gemacht.

Gegenstand und Gültigkeit

Gegenstand der Untersuchung waren Wohnbauten mit Baujahr zwischen 1994 und 1998. Aus methodischen Gründen wurden die Energieträger Heizöl, Gas und Fernwärme berücksichtigt. Damit beziehen sich die Resultate der Untersuchung explizit auf dieses Sample. Eine Ausdehnung der Aussagen auf alle Energieträger ist nicht zulässig. Speziell die aus methodischen Gründen erfolgte Ausklammerung der Wärmepumpen kann für einzelne Kantone mit Förderprogrammen in diesem Bereich einen Einfluss haben.

Resultate

In der vorliegenden Studie wurden zum ersten Mal Energiekennzahlen mit einer einheitlichen Methodik in mehreren Kantonen berechnet. Die Resultate zeigen bei einer mittleren EKZ für alle untersuchten Kantone von 393 MJ/m²a eine relativ grosse Bandbreite. Das Spektrum reicht von 307 MJ/m² a (Kanton Thurgau) bis 555 MJ/m² a (Kanton Tessin). Auffallend ist das resultierende Ost-West/Süd-Gefälle.

Die Ergebnisse bestätigen einerseits die grossen Fortschritte, welche bei der Bautechnik im Neubau erzielt worden sind. Dank verstärkter Wärmedämmung sowie weiterer Optimierungsanstrengungen (k-Werte für Fenster usw.) sowie dank der Gesetzgebung und des Vollzugs liegen die Energiekennzahlen heute weit unter den Werten für Altbauten. Der höchste Wert in der Untersuchung (Tessin) liegt immer noch deutlich unter den Werten für Altbauten vor 1980, welche sich zwischen 700 und 800 MJ/m² a bewegen.

Andererseits verweisen die Ergebnisse auch auf die bestehenden deutlichen Unterschiede zwischen den Kantonen. Diese Unterschiede sind zwar

nicht zufällig, sie betreffen aber nur die Extrempositionen (Thurgau und zum Teil Aargau einerseits, Waadt, Tessin und zum Teil Neuenburg andererseits). Alle übrigen Kantone unterscheiden sich mit einzelnen Ausnahmen nicht signifikant voneinander (siehe Tabelle 4). Die Rangreihenfolge im Mittelfeld ist zufällig. Der Umstand, dass der Kanton Appenzell AR sich trotz hoher Abweichung nicht überwiegend signifikant von den übrigen Kantonen unterscheidet, liegt in der vergleichsweise kleinen Anzahl verwendeter EKZ.

Ein Vergleich der hier ermittelten Ergebnisse mit Ergebnissen anderer Untersuchungen (z. B. Energiekennzahlen des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich) zeigen eine hohe Übereinstimmung, obwohl bei beiden Untersuchungen unterschiedliche Erhebungsmethoden angewendet wurden.

6.2 Empfehlungen: Wirkungsanalysen als sinnvolle und notwendige Ergänzung

Mit der vorliegenden Untersuchung wurde eine breite Basis geschaffen, die Aufschluss über die Höhe der Energiekennzahlen in den untersuchten Kantonen gibt. Da die Stufe der Wirkungsanalyse in dieser Studie bewusst ausgeklammert wurde, bleibt die Interpretation der Ergebnisse spekulativ. Der Einfluss des Benutzerverhaltens, der Gesetzgebung und des Vollzugs bleiben weitgehend unbekannt. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, Ursachen-Wirkungs-Beziehungen genauer unter die Lupe zu nehmen, um eine vertiefte Evaluation der Energiepolitik der einzelnen Kantone vornehmen zu können.

Diese Kausalanalysen müssen dort ansetzen, wo signifikante Abweichungen zwischen den einzelnen Kantonen aufgezeigt werden konnten.

Vergleich mit dem Energienachweis

In der Diskussion um die Einflüsse von Verhalten, Gesetzgebung und Vollzug auf die Höhe der EKZ lässt sich anhand des Energienachweises mit wenig Aufwand gute Resultate erzielen. Dabei wird aus den Daten der Baubewilligungen, wo der Energienachweis gemacht werden muss, eine «theoretische» EKZ berechnet und mit der effektiven, anhand des Energieverbrauches berechneten EKZ verglichen. Aus diesen Resultaten können folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Gibt es zwischen den Kantonen Differenzen bezüglich den bewilligten Energiekennzahlen?

- Wie hoch ist die Differenz zwischen bewilligter und praktischer EKZ?
Gibt es zwischen den Kantonen Unterschiede in dieser Differenz?

Die Differenz zwischen bewilligter und effektiver, am Verbrauch gemessener EKZ lässt Rückschlüsse auf den Einfluss des Verbraucherverhaltens zu.

Methodisch liesse sich eine solche vergleichende Studie einfach durchführen, vorausgesetzt, die Gemeinden sind in der Lage, die Daten des Energienachweises zu liefern.

Nebst der Evaluation des Vollzugs sind auch die bestehenden kantonalen gesetzlichen Unterschiede in die Untersuchung miteinzubeziehen.

Weitergehende Untersuchungen

Eine andere Möglichkeit besteht darin, ein hedonisches Modell zu entwickeln, wo die einzelnen messbaren Einflussgrössen (Gebäudetechnik) geschätzt und die Verhaltensweise der Bewohner als Restgrösse ausgewiesen werden kann. Einige der Parameter und Einflussgrössen können aus den Energienachweisen herausdestilliert werden.

Entscheidend ist aber auch, die Veränderungen des Energieverbrauchs und die dahinter liegenden Ursachen im Zeitablauf zu verfolgen. Aus diesem Grunde sollten die bestehenden deskriptiven und zukünftigen kausalen Untersuchungen periodisch durchgeführt und entsprechende Zeitreihen aufgebaut werden.

Anhang I: Aufbau einer Zeitreihe

7. Datenlage

Auf Grund der Datenlage (Bautätigkeit in der Schweiz) ist es grundsätzlich möglich, ein Monitoring zu etablieren, welches die Entwicklung der Energiekennzahlen periodisch erfasst und fortschreibt. Der Abstand zwischen den einzelnen Erhebungen sollte dabei mindestens drei Jahre betragen.

Die nächste Untersuchung könnte demnach im Jahr 2002 durchgeführt werden. Die zu Grunde liegende Datenbasis wären die Baubewilligungen aus den Jahren 1997 bis 1999.

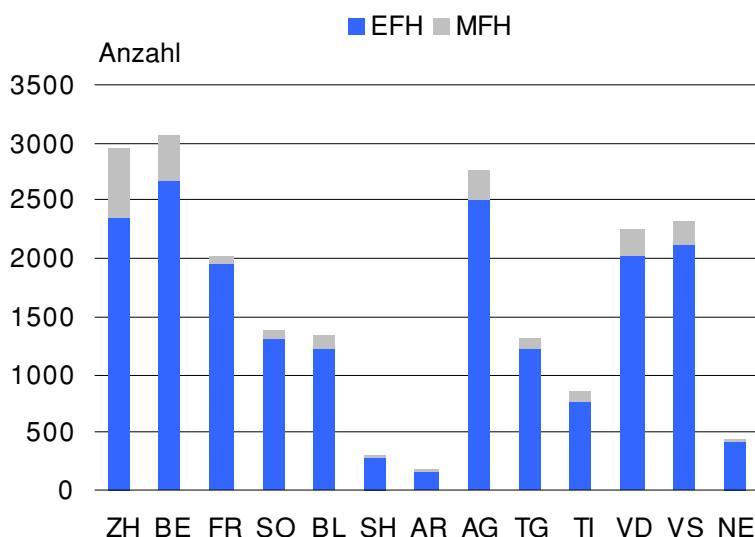


Abbildung 8: Anzahl erteilter Baubewilligungen 1997-1999.
Quelle: Schweizer Baublatt,
Berechnung Wüest&Partner

Die Datenbasis präsentiert sich ähnlich wie in der zur Diskussion stehenden Studie. Insgesamt stehen 4% mehr Bewilligungen zur Verfügung, die sich aber unterschiedlich auf die Kantone verteilen. Von den kleinen Kantons weist Neuenburg eine um 31% höhere Anzahl Baubewilligungen aus, Schaffhausen liegt 10% tiefer, Appenzell AR blieb stabil (-2%).

Unter der Voraussetzung einer ähnlichen Rücklaufquote kann damit mit einer gleich guten Datenbasis gerechnet werden, wie sie der zur Diskussion stehenden Untersuchung zu Grunde liegt.

7.1 Vorzüge eines regelmässigen Monitorings

Ein Monitoring löst sich vom statischen Ansatz einer Momentaufnahme und eröffnet mit der dynamischen Sicht über eine Zeitperiode neue Interpretationsmöglichkeiten. So lässt sich zum Beispiel verfolgen, ob eine Neuerung im Vollzug der Energiepolitik auf Kantonsebene sich auf die Energiekennzahl auswirkt.

Anhang II: Methodik

8. Datengrundlage zur Auswahl der Objekte

Seit 1993 führen Wüest&Partner AG eine Datenbank, die gesamtschweizerisch alle im Schweizerischen Baublatt publizierten Baubewilligungen umfasst. Dabei werden neben der Art des Bauvorhabens (EFH, MFH usw.) auch verschiedenste Rahmendaten wie Adresse des Bauherrn, Adresse des Bauvorhabens, Datum der erteilten Baubewilligung u.ä. erfasst und laufend aktualisiert.

8.1 Sample

Aus obiger Datenbank wurden alle Bauvorhaben ausgewählt, die reine Wohnbauten sind und zwischen 1993 und 1996 eine Baubewilligung erhielten. Bei später erteilten Bewilligungen ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass bereits Angaben über eine ganze Heizperiode gemacht werden können. Insgesamt wurden über 20'000 Fragebogen verschickt.

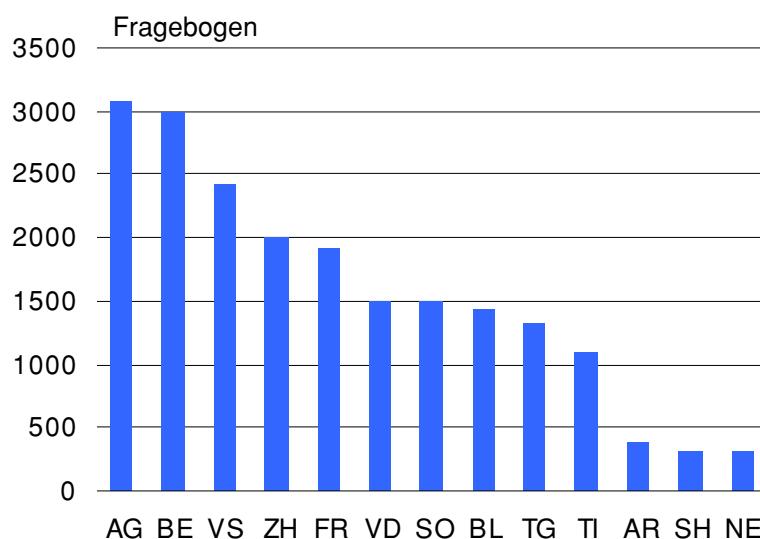


Abbildung 9: Anzahl verschickter Fragebogen auf Grund der Publikationen der Baubewilligungen. Quelle: Schweizer Baublatt, Berechnungen Wüest&Partner

Gebäudetyp und Energieträger

In der Untersuchung wurden total 2'189 Gebäude mit verwertbaren Energiekennzahlen verwendet. Der überwiegende Anteil des untersuchten Samples stellen die Einfamilienhäuser dar. Sie machen rund 82% aus. Bei den Energieträgern stellt das Heizöl mit 76% der am häufigsten verwendete Träger dar. Der Anteil der Gasheizungen liegt bei 22%, die restlichen 2% entfallen auf Fernwärme.

Altersstruktur

Bei der Altersstruktur der effektiv verwendeten Objekte kann die zeitliche Verzögerung zwischen Baubewilligung und effektivem Baujahr erkannt werden. Die meisten der verwendeten Objekte wurden im Jahr 1995 fertiggestellt. Es ist anzunehmen, dass ein Teil der Objekte mit Baubewilligungsjahr 1996 zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht fertiggestellt waren.

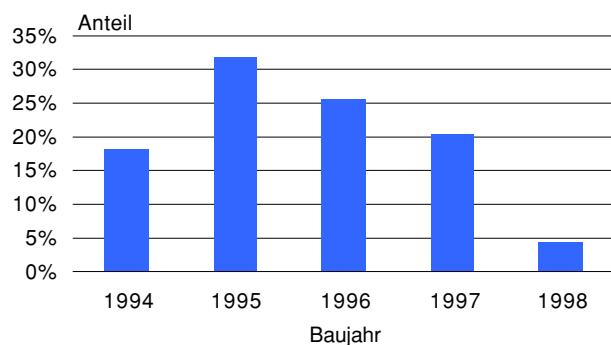


Abbildung 10: Altersstruktur der verwendeten Objekte (Anteil am Total), Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

Anteil an der Jahresproduktion von Einfamilienhäusern

In der untenstehenden Abbildung wird aufgezeigt, wie gross der Anteil der untersuchten Einfamilienhäuser an einer durchschnittlichen jährlichen Produktion ist. Im Kanton Freiburg wurde mit anderen Worten fast die Hälfte aller Einfamilienhäuser untersucht, welche innerhalb eines Jahres erstellt werden.

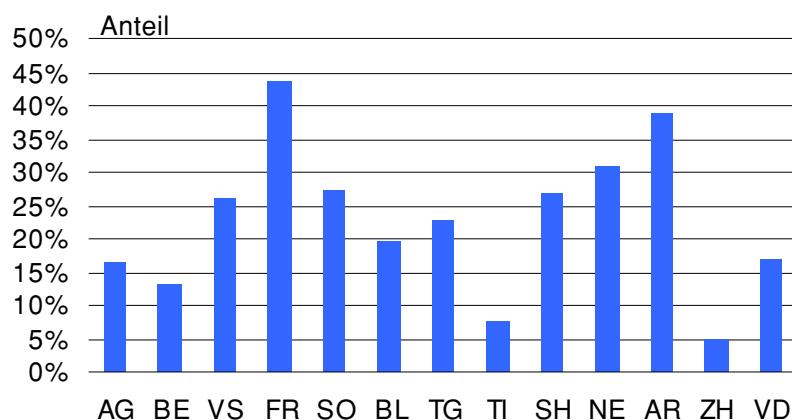


Abbildung 11: Anteil der effektiv verwendeten Einfamilienhäuser an einer durchschnittlichen Jahresproduktion (durchschnittliche neu erstellte EFH von 1994-1998). Quelle: BFS, Statistik der Wohnbautätigkeit, Berechnungen Wüst&Partner

9. Direkterhebung: Fragebogen und Rücklauf

9.1 Fragebogenkonstruktion

Unter Berücksichtigung, dass sich der Fragebogen nicht an ein Fachpublikum sondern an Laien richtete, musste sein Aufbau einfach und verständlich und nicht zuletzt möglichst kurz sein. Neben den zentralen Angaben von Energieträgern und –verbrauch sowie der Größenangabe des Objektes (EBF, BGF, NWF, Volumen) musste darauf geachtet werden, dass der deklarierte Energieverbrauch mit den Größenangaben konsistent ist (z. B. Verwendung von *einer* Heizung für *mehrere* Gebäude).

Der verwendete Fragebogen befindet sich im Anhang

9.2 Rücklauf

Beim Rücklauf muss unterschieden werden zwischen der allgemeinen Quantität (wieviele Fragebogen kamen zurück?) und der Qualität (wie viele Fragebogen enthielten brauchbare Angaben?). Die Erfahrungen aus dem Pilotprojekt haben sich in der Hauptuntersuchung bestätigt. Die Rücklaufquote betrug total rund 25%, wovon die Hälfte verwendbare Angaben enthielten. Die Ursache für die fehlenden Rückantworten sind:

- Adressänderungen
- Generalunternehmer und Konsortien als Gesuchsteller der Baubewilligungen, welche die Liegenschaften nach der Fertigstellung verkaufen und dadurch nicht direkt vom Fragebogen betroffen sind
- Zum Teil hoher Aufwand für die Datenbeschaffung bei den Teilnehmern

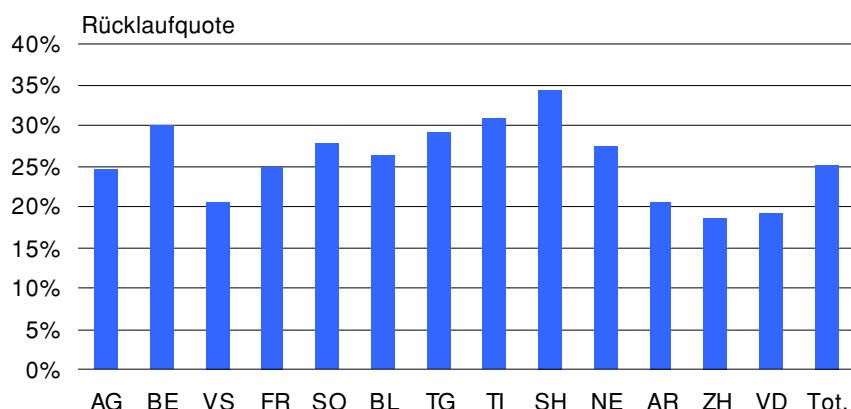


Abbildung 12: Rücklauf in Prozent. Quelle: Berechnungen Wüst&Partner

Die Verwertbarkeit der eingegangenen Fragebogen hängt von 3 Faktoren ab:

- Vollständigkeit der Daten (fehlende Angaben)
- Ausreisserbeschränkung
- Energieträger (Wärmepumpen konnten nicht berücksichtigt werden)

In den drei kleinsten Kantonen mit den wenigsten bewilligten Neubauten in der Untersuchungsperiode (Appenzell Ausserrhoden, Schaffhausen und Neuenburg) wurde versucht, mittels intensiver Bearbeitung des Rücklaufes (persönliches Nachfragen, Nachschicken von Fragebogen) die Zahl der verwendbaren Gebäude zu erhöhen. In den Kantonen Schaffhausen und Neuenburg gelang dies, in Appenzell AR war die Rücklaufquote trotzdem unterdurchschnittlich.

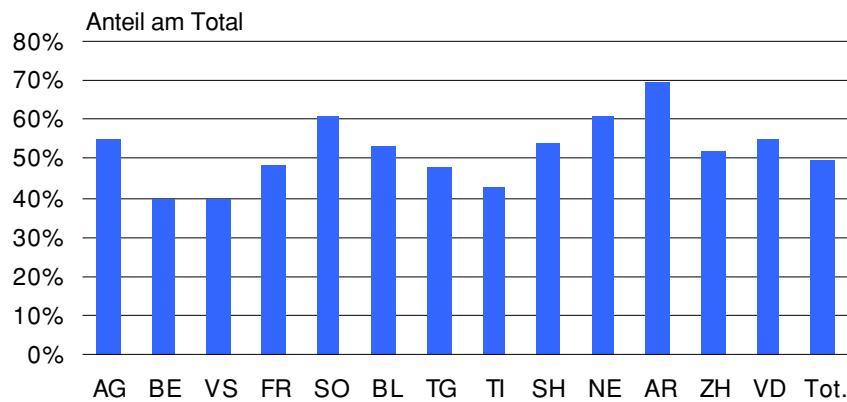


Abbildung 13: Anteil brauchbarer Energiekennzahlen am Rücklauf. Quelle: Berechnungen Wüest&Partner

10. Details zur Berechnung

10.1 Energiekennzahl

Allgemein kann die Energiekennzahl folgendermassen definiert werden:

$$E = \frac{\text{Jahresenergieverbrauch}}{\text{Energiebezugsfläche}}$$

Sie wird in MJ/m² a angegeben. In der vorliegenden Untersuchung wurde die sogenannte «Energiekennzahl Wärme» verwendet. Sie umfasst die einem Gebäude jährlich zugeführte Energie für Heizzwecke. Sie besteht aus der Summe des Heizenergieverbrauchs, des Energieverbrauchs für Warmwasser und den Wärmeverlusten für Erzeugung und Verteilung, inkl. Speicherung.

10.2 Warmwasser

Die berechnete Energiekennzahl $E_{\text{Wärme}}$ ist die Teilenergiekennzahl für Raumheizung und Warmwasser. Für die Vergleichbarkeit muss für Gebäude, welche das Warmwasser nicht mit dem Hauptenergieträger aufbereiten, ein Zuschlag gemacht werden. In der Berechnung wurde ein Erfahrungswert von 25% verwendet, das heisst, es wurde angenommen, dass der Anteil des Energieverbrauches für Warmwasser am gesamten Energieverbrauch Wärme (Warmwasser und Raumheizung) 25% beträgt.

10.3 Energiebezugsfläche

Bei reinen Wohnbauten entspricht die EBF im Normalfall der für die Ausnützungsziffer verwendeten Bruttogeschossfläche. Für die Berechnung der Energiekennzahl wurde diese Annahme übernommen.

Bei einem grossen Teil des Rücklaufs wurde in der Regel die Nettowohnfläche angegeben, weil diese Grösse am ehesten bekannt ist und ohne Aufwand angegeben werden kann. Für die Umrechnung von der Netto-

wohnfläche auf die Energiebezugsfläche wurde, in Anlehnung an P. Meyer⁴, ein Faktor von 1.25 verwendet.

10.4 Ausreisserbeschränkung

Die Obergrenze für die Ausreisserbeschränkung wurde bei 1000 MJ/m² a festgesetzt. Diese Grenze erscheint auf den ersten Blick relativ hoch für Neubauten im Wohnbereich. Unter Berücksichtigung der grossen Streuung der Energiekennzahlen (Standardabweichung über alle 13 Kantone 45%) ist dieser Wert aber gerechtfertigt. Diese Ausreisserbeschränkung entspricht etwas mehr als der doppelten Standardabweichung.

⁴ P. Meyer, Baukosten-Kennzahlensystem, Bundesamt für Berufsbildung und Technologie, 1998

11. Klimanormierung

Wüest&Partner stützen sich bei ihren Berechnungen für die Klimanormierung auf die Methode der Heizgradtage (HGT_{20/12}) ab. Obwohl diese Methode einen relativ einfachen Ansatz aufweist (die Globalstrahlung wird vernachlässigt), eignet sie sich sehr gut, um einen Vergleich zwischen verschiedenen Regionen (Kantonen) anzustellen⁵, da die Abweichungen zu genaueren aber aufwändigeren Methoden gering sind. Der Referenzwert für die Normierung bildet der langjährige Durchschnitt der Klimastation SMA Zürich mit 3'717 Heizgradtagen gemäss SIA-Norm 381/3.

11.1 Berechnung der Normierung

Die Normierung der «Brutto»-Energiekennzahl eines berechneten Gebäudes erfolgt proportional zum Verhältnis der Heizgradtage des Standortes in der betrachteten Heizperiode zum langjährigen Durchschnitt der SMA Zürich.

$$\text{EKZ normiert} = \text{EKZ brutto} \times \frac{\text{HGT langjährig SMA}}{\text{HGT effektiv}}$$

⁵ Für einen Vergleich zwischen der HGT-Methode und dem Klimamodell vom Büro eam, Zürich, siehe Zwischenbericht «Direkterhebung der Energiekennzahlen in Neubauten in den Kantonen ZH und VD», Wüest&Partner, 16. August 1999.

11.2 Klimastationen

Die Zuordnung der Klimastationen des ANETZ erfolgte auf der Aggregationsstufe der MS-Region⁶. Jede MS-Region, die innerhalb der 13 untersuchten Kantone liegt, wurde einer Klimastation zugeteilt. Die Gemeinden innerhalb dieser MS-Region wurden homogen auf Grund der Heizgradtage der entsprechenden Klimastation normiert.

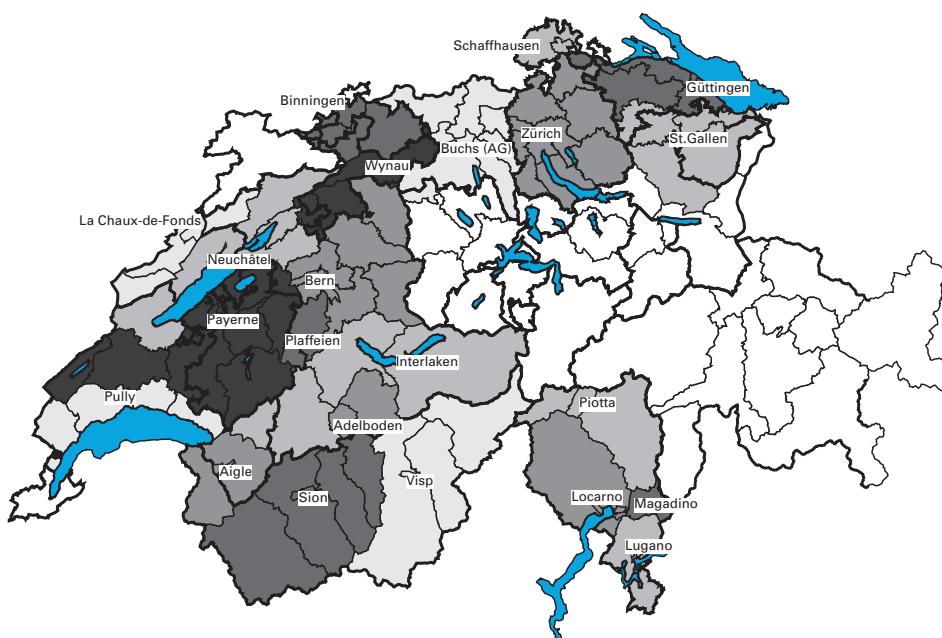


Abbildung 14: Klimastationen mit den dazugehörigen MS-Regionen. Quelle: SMA, Kartengrundlage: BFS Geostat / L+T. Darstellung Wüest&Partner

11.3 Einfluss der Klimanormierung

Gesamthaft (alle 13 Kantone) beträgt der Einfluss der Klimanormierung auf die Energiekennzahl minus 7%. Mit anderen Worten: Die Anzahl der Heizgradtage aller betrachteten Objekte war 7% tiefer als das langjährige Mittel der SMA Zürich.

Differenziert auf Kantonsebene betrachtet weist einzig der Kanton Appenzell AR eine positive Abweichung auf. Dies röhrt daher, dass die zugehöri-

⁶ Die Schweiz wird in 106 funktionale MS-Regionen unterteilt gemäss BFS.

ge Klimastation (St. Gallen) als einzige ein höheres Niveau bei den Heizgradtagen aufweist als der Referenzwert.

Insgesamt kann gesagt werden, dass die Klimanormierung einen Einfluss auf die absolute Höhe der EKZ, nicht aber auf die relative Abweichungen der Kantone ausübt.

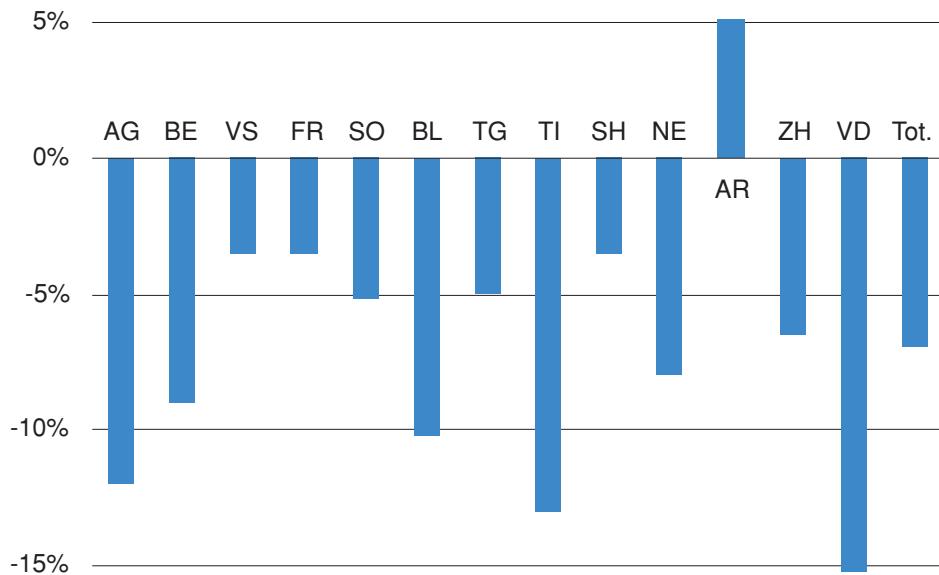


Abbildung 15: Einfluss der Klimanormierung auf die EKZ.
Quelle: Berechnungen Wüst&Partner

Anhang III: Fragebogen und Begleitbrief

Fragebogen

Interne Reg.Nr.
FR.1.-0173

Ausfüllende Person:

Name: Tel.: Datum:

1. Angaben zur Ausführung

Das Objekt ist heute:

2. Objekt-Identifikation

PLZ/Ort: Geb. Vers.-Nummer (falls bekannt):

Es handelt sich um eine Überbauung mit mehreren Heizanlagen/Brennern: Ja Nein

Haustyp(en): (bei Überbauungen alle Vorkommenden angeben)

- Freistehendes EFH Reihen-EFH Mehrfamilienhaus (nur Wohnen) Mischnutzung

3. *Energieträger*

Welche Energieträger werden eingesetzt / sind vorgesehen für Raumheizung und Warmwasser?
(mehrere Angaben zulässig)

	Raumheizung			Warmwasser
	ausschliesslich	überwiegend	zusätzlich	
Heizöl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fernwärme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmepumpe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Angaben über den Energieverbrauch

Können Sie Angaben zum Energieverbrauch machen (z. B. Öl- oder Gasverbrauch)?

- ja Fahren Sie weiter mit Frage 5!

ja, aber Es sind mehrere Heizungsanlagen vorhanden, bitte senden Sie mir zusätzliche Erfassungsblätter!

nein wenn nein, bitte mögliche Auskunftsstelle (z. B. Verwaltung, Eigentümer) angeben und Fragebogen returnieren!

Person: _____ Tel: _____

Firma:

Adresse: PLZ/Ort:

5. Jährlicher Energieverbrauch der Hauptenergieträger*

Energieträger z.B. Oel	Menge z.B. 4600	Einheit z.B. Liter	Periode z.B. Juli97-Juli98	Zweck mehrere Ang. mögl. RH=Raumheizung WW=Warmwasser anderer
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> – <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> RH <input type="checkbox"/> WW <input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> – <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> RH <input type="checkbox"/> WW <input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> – <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> RH <input type="checkbox"/> WW <input type="checkbox"/>

* Verbrauch von Nebenenergieträgern (Cheminée, ausschliesslich WW) weglassen!

6. Angeschlossene Objekte

Die folgenden Angaben sollten sich auf das Total aller Objekte beziehen, welche den obigen Energieverbrauch konsumieren!

Anzahl Wohnungen Anzahl übrige Mieteinheiten
Verkauf, Büro, Lager usw.

Gesamtfläche [m²] Quelle: Gebäudeversicherung Andere

Architekt/Pläne

Bruttogeschossshäle

Nettowohnfläche

Gesamtvolumen [m³] Summe aller Zimmer Nur bewohnte Zimmer! (Küche/Bad nicht zählen, halbe Zimmer nicht zählen)
Bsp.: Haus mit drei 4.5-Zimmer-Wohnungen
und zwei 3.5-Zimmer-Wohnungen = 3x4 + 2x3= 18 Zimmer

Bestehen länger andauernde Leerstände?
Wohnungen, die länger als 6 Monate leerstehen

Ja
 Nein

Wenn ja:

Anzahl
Wohnungen Periode des Leerstands
 –
 –

7. Ausblick

Ich wäre bereit, gegen angemessene Entschädigung an einer vertieften Befragung über die Auswirkungen gesetzlicher Vorschriften auf die energetische Gestaltung von Neubauten mitzuwirken.

Ja
 Nein

Felix Muster
Energiestrasse 10
8000 Zürich

Zürich, den 14.7.2000

Erhebung Energieträger und Energieverbrauch, Reg.-Nr. ZH01.-XXX

Sehr geehrte/r Frau/Herr Muster

In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Energie (BFE) sowie den Energiefachstellen von 13 Kantonen führt das Büro Wüest&Partner AG eine Untersuchung über den Energiekonsum in Mehr- und Einfamilienhäusern durch. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Neubauten. Aufgrund der Publikation ihrer Baubewilligung vom sind wir auf Ihre Adresse gestossen. Es handelt sich dabei um das Objekt

Energiestrasse 10, 8000 Zürich
Neubau eines Einfamilienhauses

Wir sind daran interessiert, den verwendeten Energieträger sowie den Energieverbrauch (z. B. Heizölverbrauch) des obigen Gebäudes / der obigen Überbauung in den letzten Jahren zu eruieren. Dürfen wir Sie bitten, zu diesem Zweck den nachfolgenden Fragebogen auszufüllen und mittels des beigelegten frankierten Antwort-Couverts an uns zu retournieren? Wir haben uns bemüht, den Fragebogen so zu gestalten, dass Ihr Aufwand minimal ist. Bitten senden Sie ihn auch dann zurück, wenn er nur teilweise ausgefüllt ist. Selbstverständlich bleiben Ihre Angaben dabei anonym; der Datenschutz ist garantiert. Sie leisten damit einen Beitrag an ein wichtiges Projekt, mit dem Ziel, die Effizienz in der Energienutzung zu steigern.

Für allfällige Fragen wenden Sie sich bitte an Herrn Kilian Brühlmann, Wüest&Partner AG,
Tel.: 01 289 90 05.

Wir danken Ihnen im Voraus für Ihre Teilnahme.

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie
und der kantonalen Energiefachstellen
Mit freundlichen Grüßen
Wüest&Partner AG

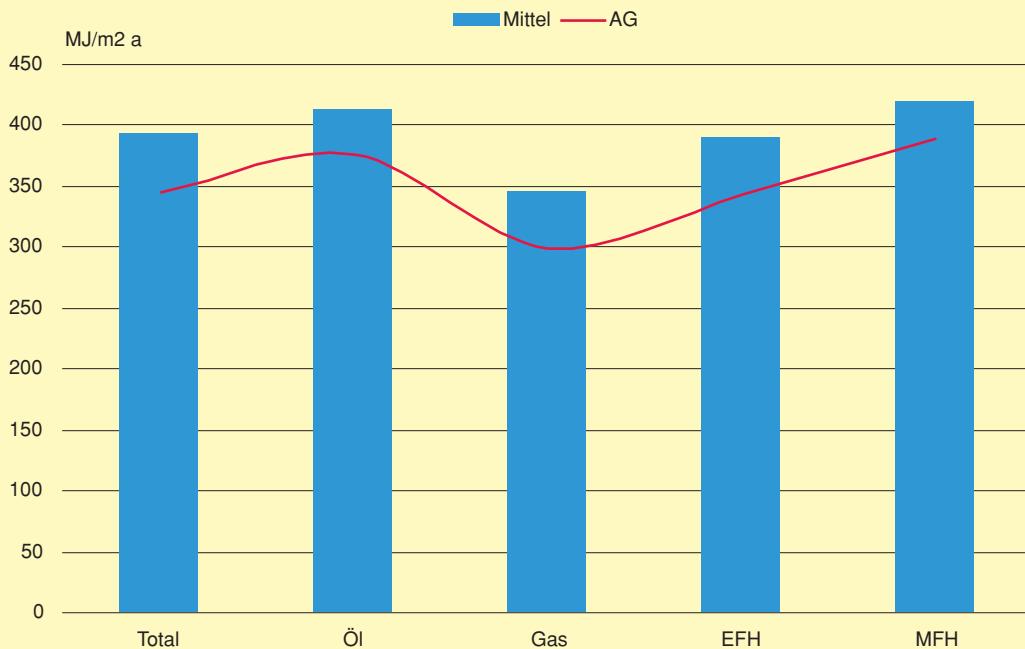

Kilian Brühlmann

Beilagen: Fragebogen
Antwortcouvert

Anhang IV: Ergebnisse detailliert nach Kanton

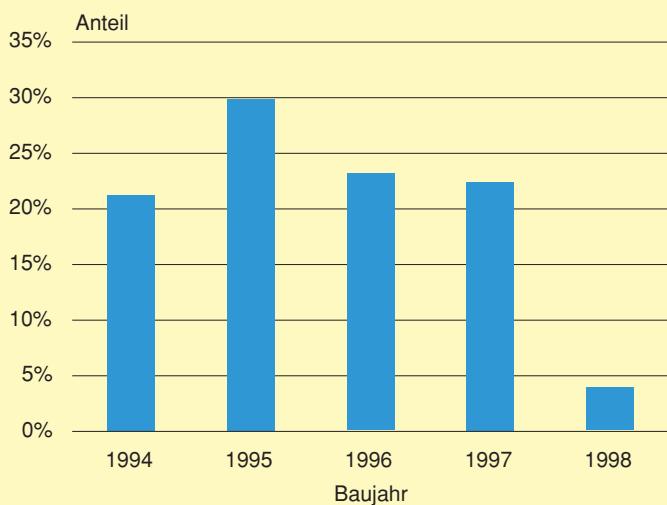
Aargau

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

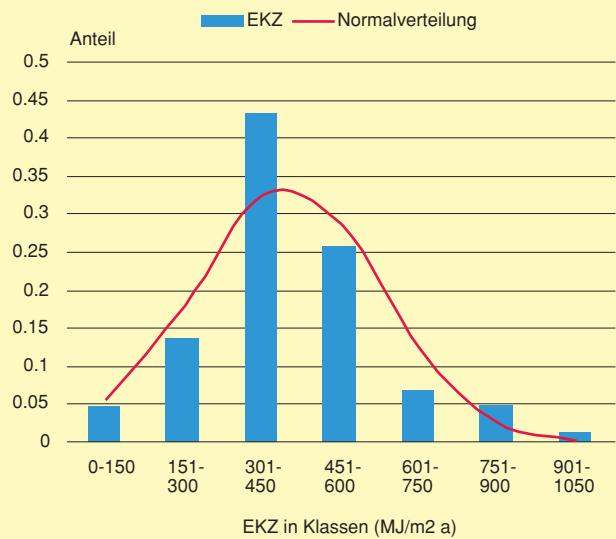


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	375	196
Gas	300	75
EFH	343	262
MFH	389	51
Total	344	313

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

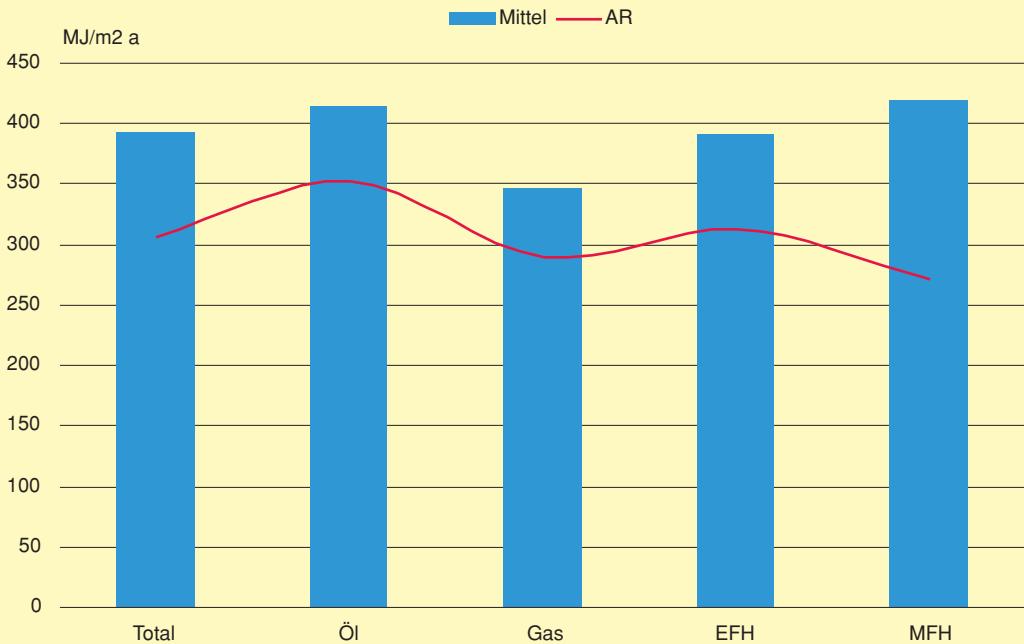


Effektive vs. normale Verteilung



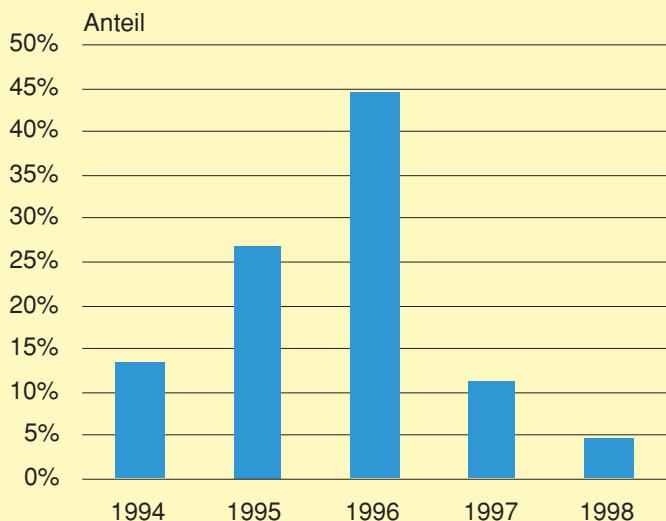
Appenzell AR

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

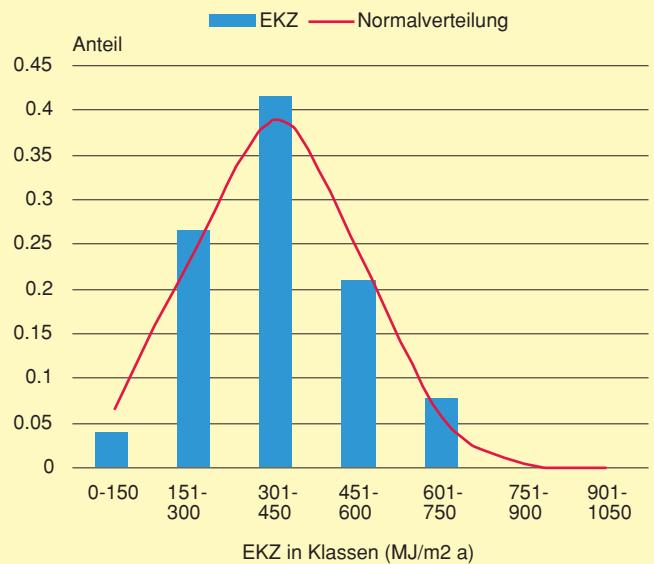


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	352	33
Gas	290	11
EFH	312	34
MFH	272	10
Total	307	44

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

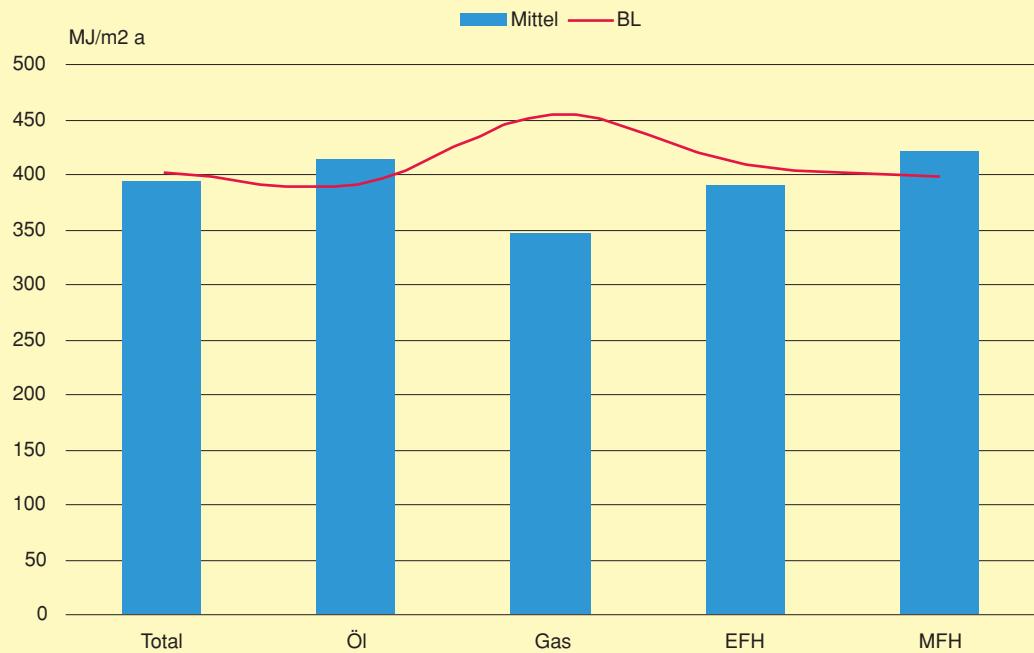


Effektive vs. normale Verteilung



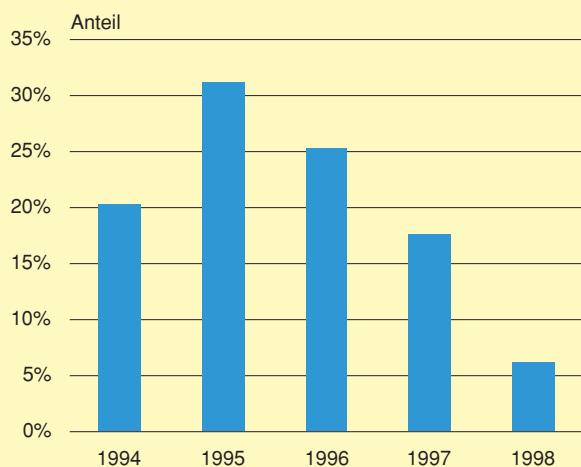
Basel-Land

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

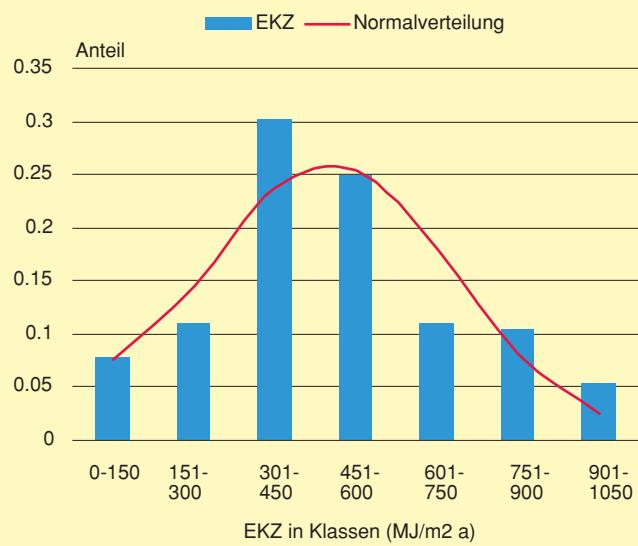


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	391	124
Gas	454	57
EFH	408	155
MFH	398	38
Total	402	193

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

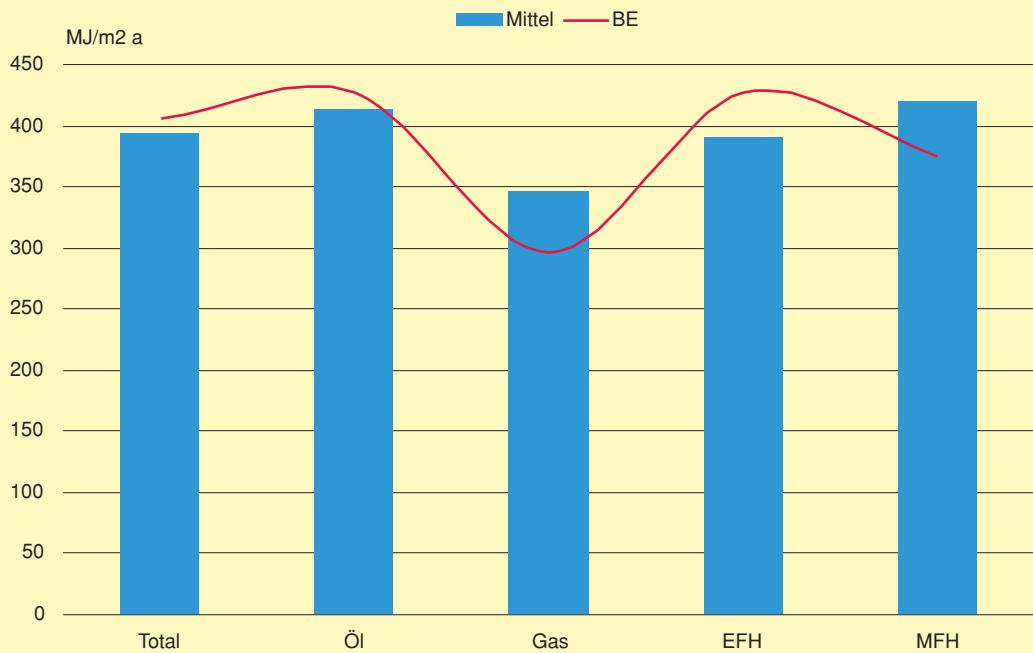


Effektive vs. normale Verteilung



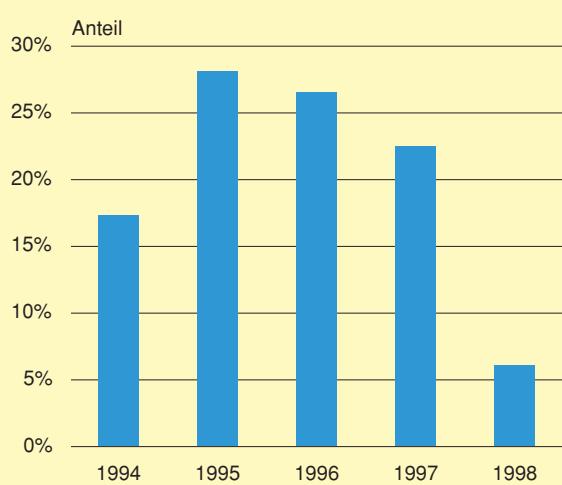
Bern

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

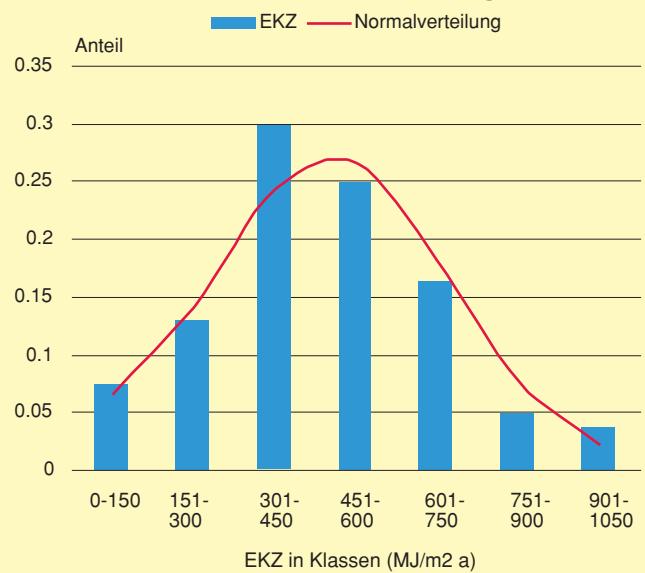


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	427	303
Gas	296	50
EFH	427	234
MFH	375	119
Total	406	353

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

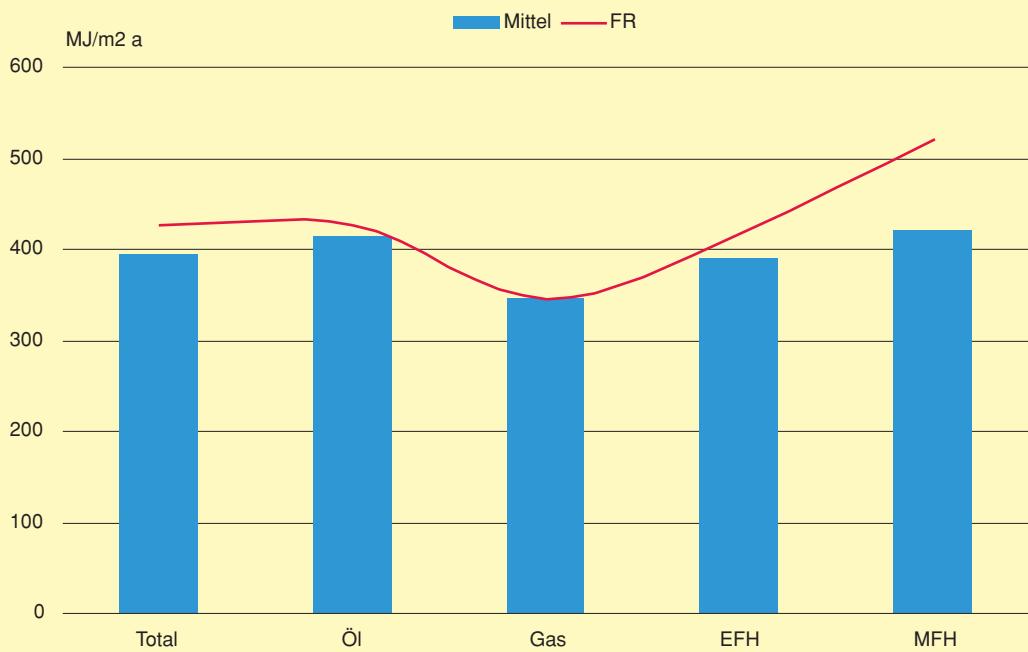


Effektive vs. normale Verteilung



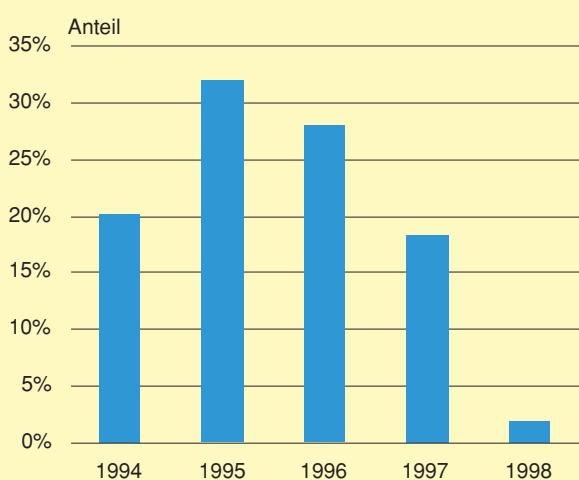
Freiburg

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

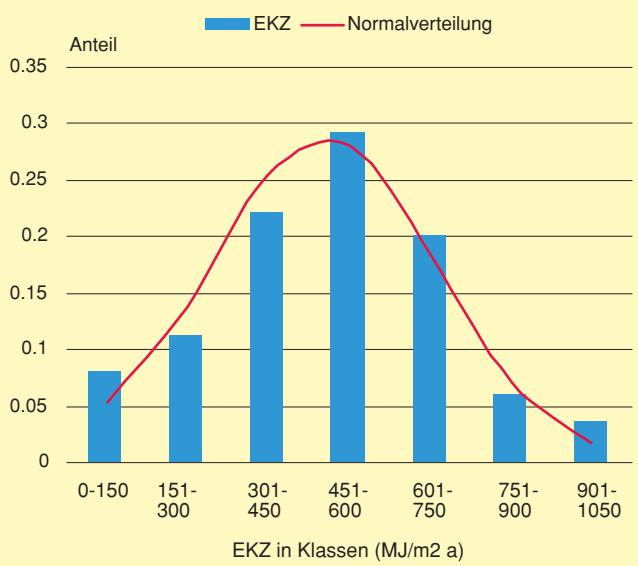


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	425	192
Gas	345	3
EFH	417	178
MFH	521	17
Total	425	195

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

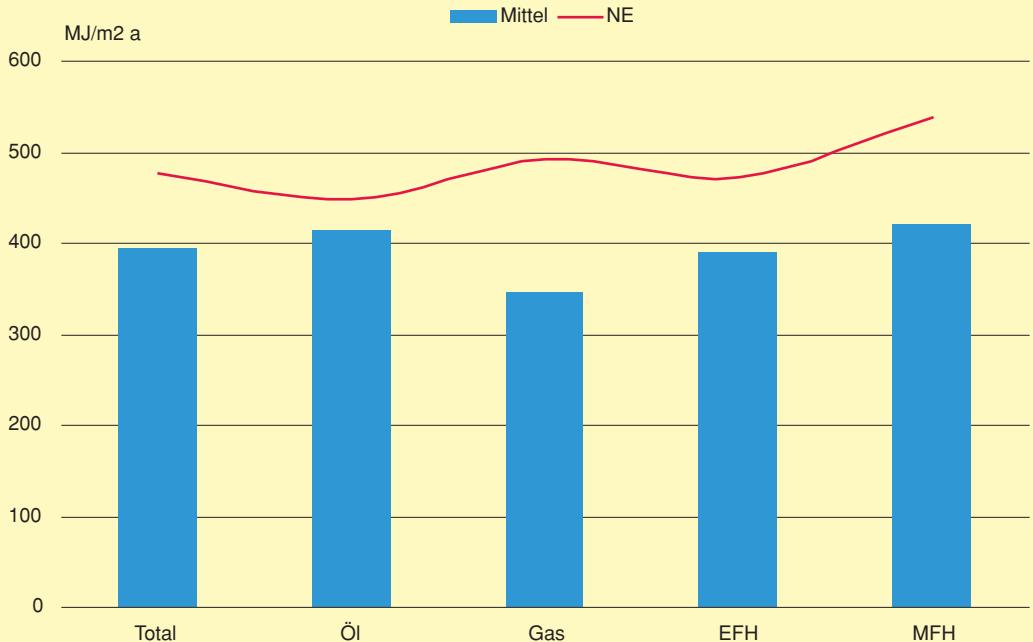


Effektive vs. normale Verteilung



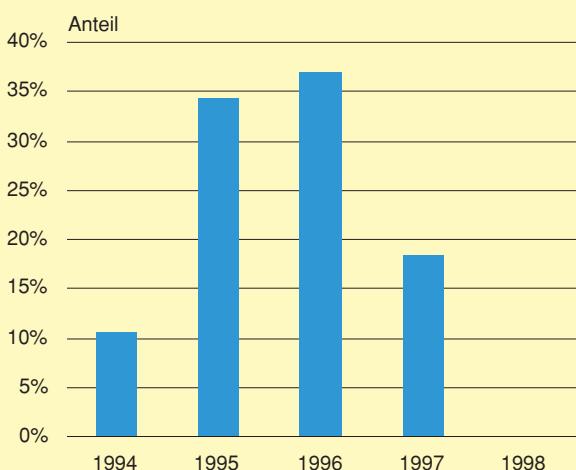
Neuenburg

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

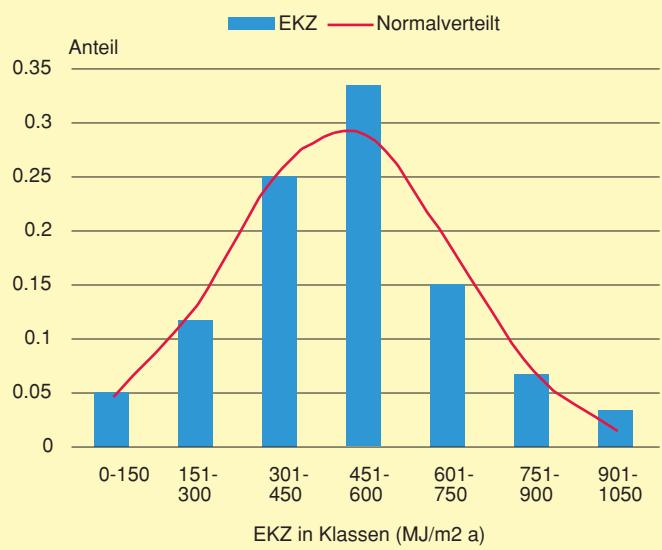


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	449	36
Gas	493	24
EFH	472	49
MFH	540	11
Total	477	60

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

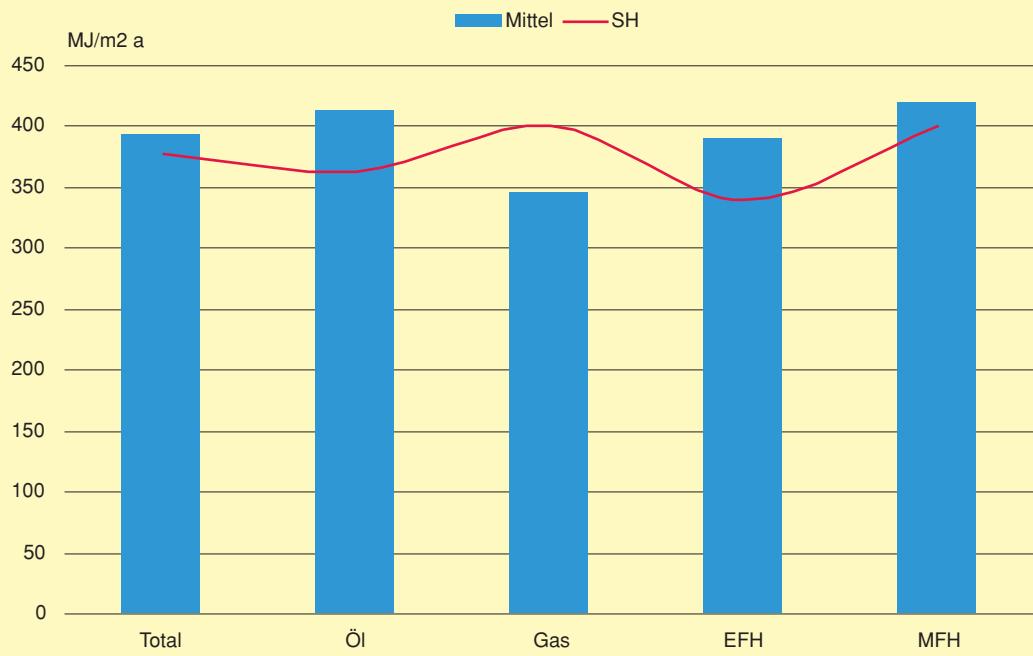


Effektive vs. normale Verteilung



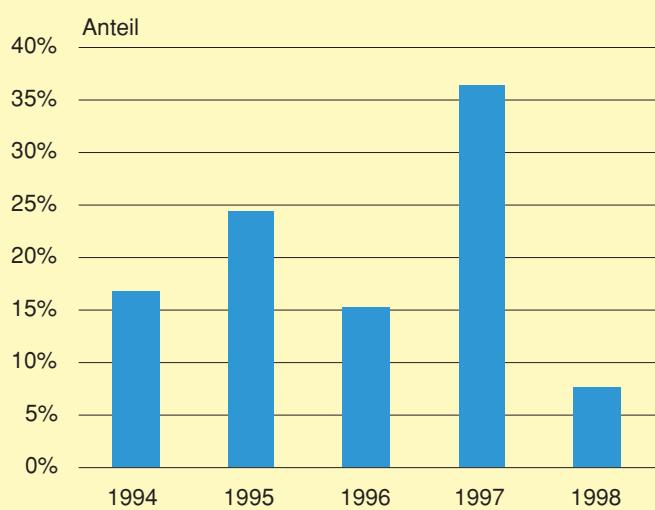
Schaffhausen

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

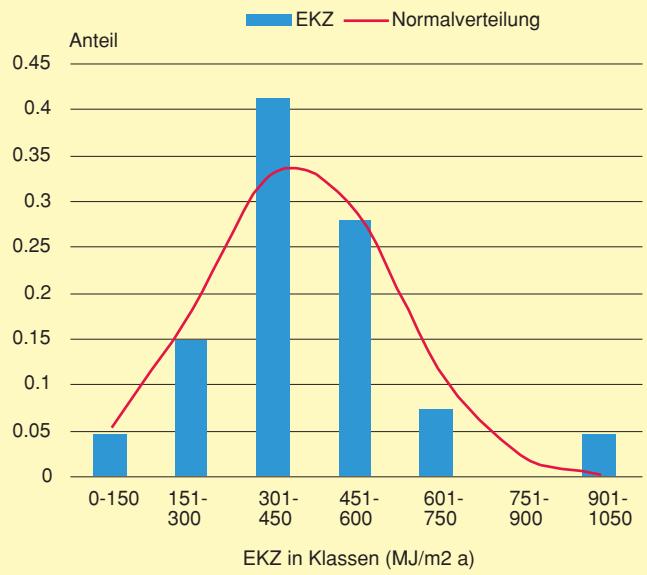


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	362	44
Gas	401	13
EFH	341	39
MFH	401	19
Total	377	58

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

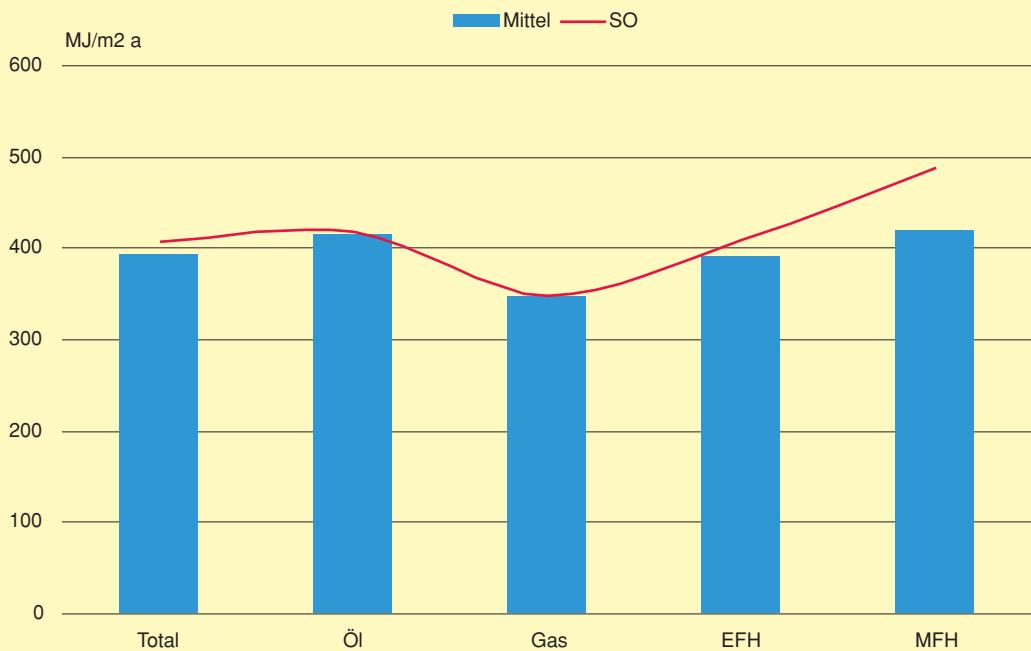


Effektive vs. normale Verteilung



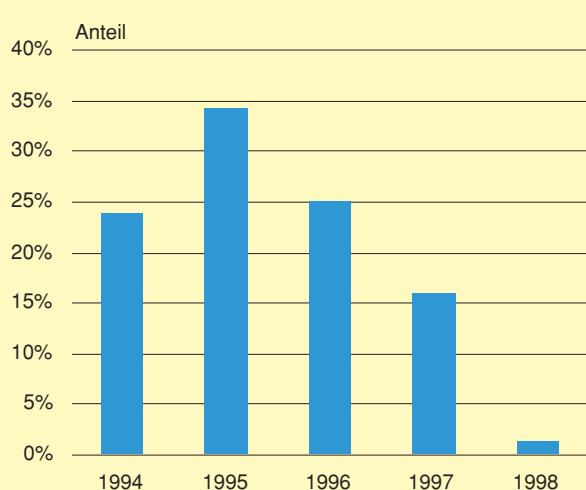
Solothurn

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

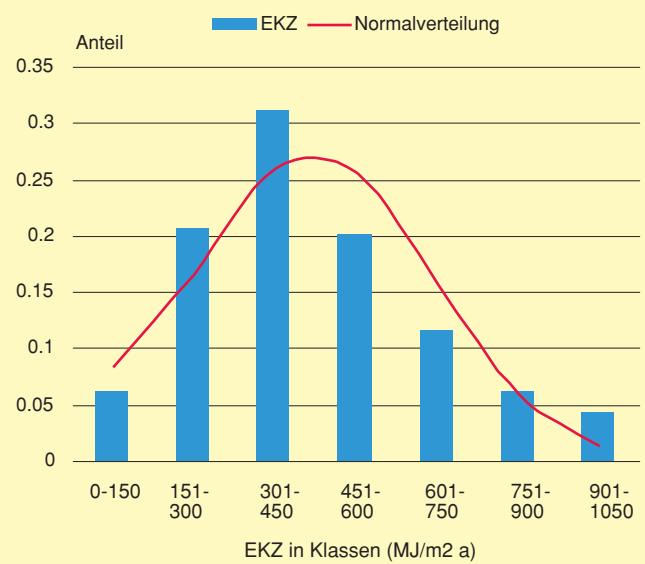


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	418	165
Gas	349	45
EFH	409	172
MFH	489	39
Total	407	211

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

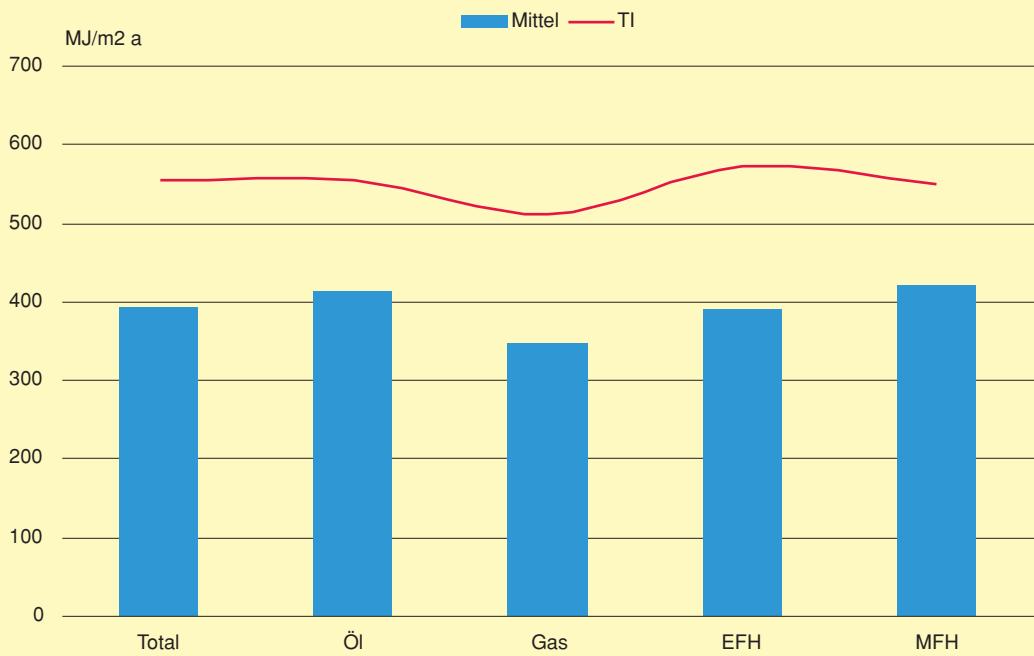


Effektive vs. normale Verteilung



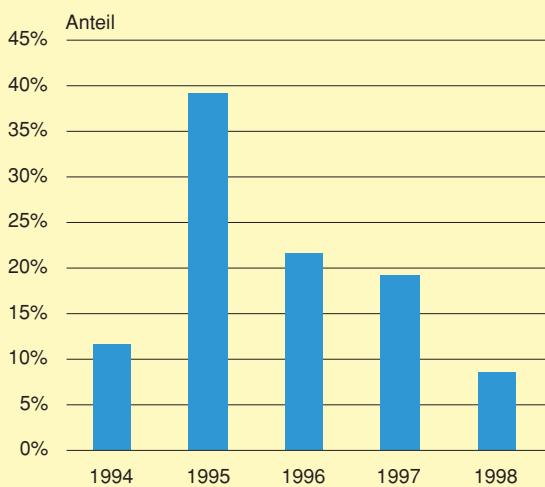
Tessin

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

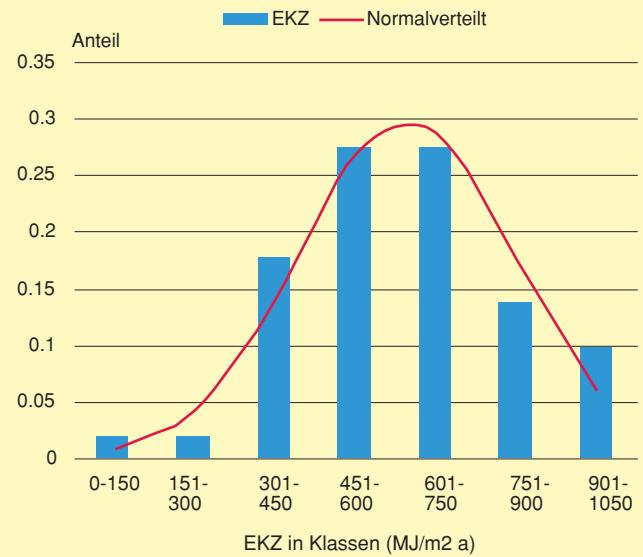


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	555	64
Gas	511	10
EFH	572	55
MFH	550	19
Total	555	74

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

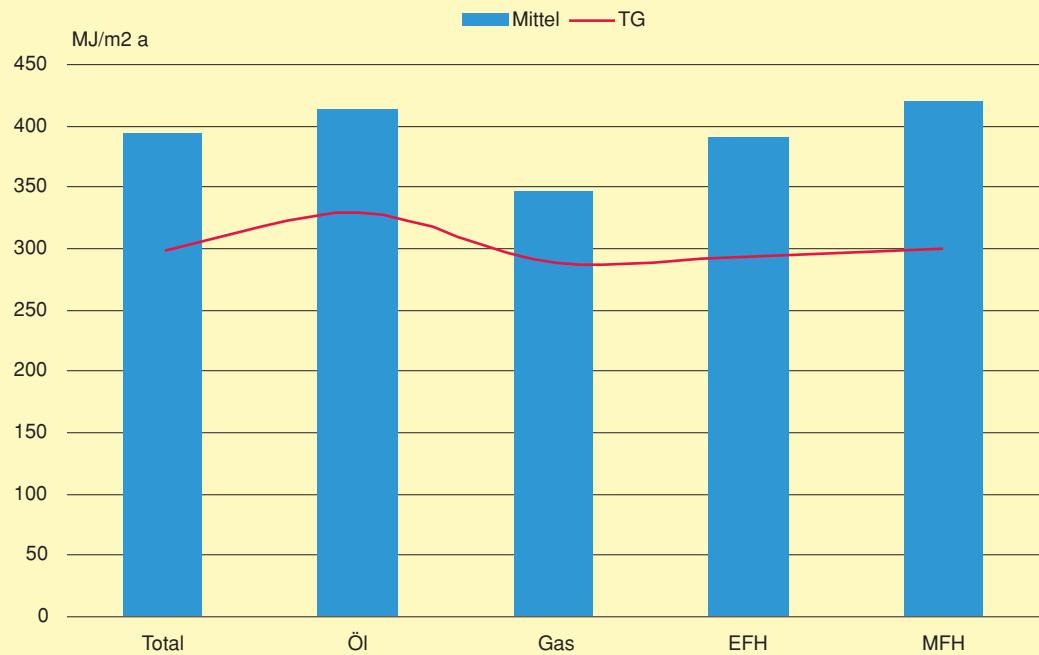


Effektive vs. normale Verteilung



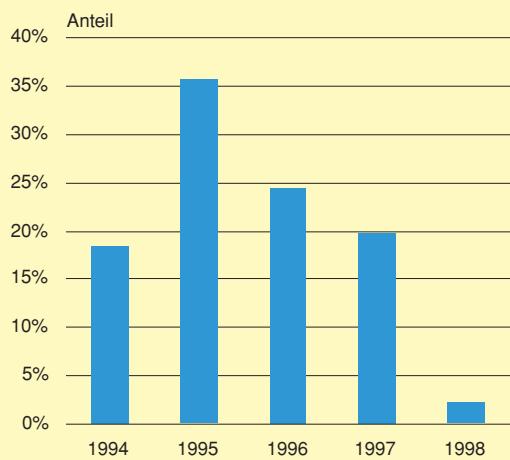
Thurgau

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

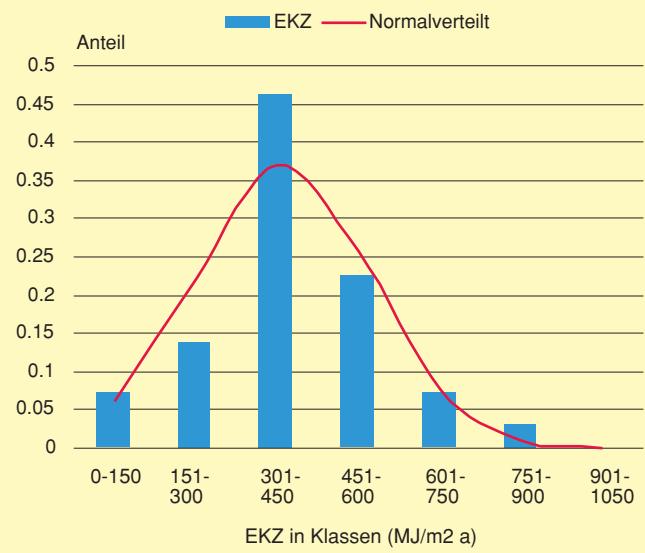


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	330	63
Gas	288	118
EFH	293	162
MFH	299	21
Total	299	183

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

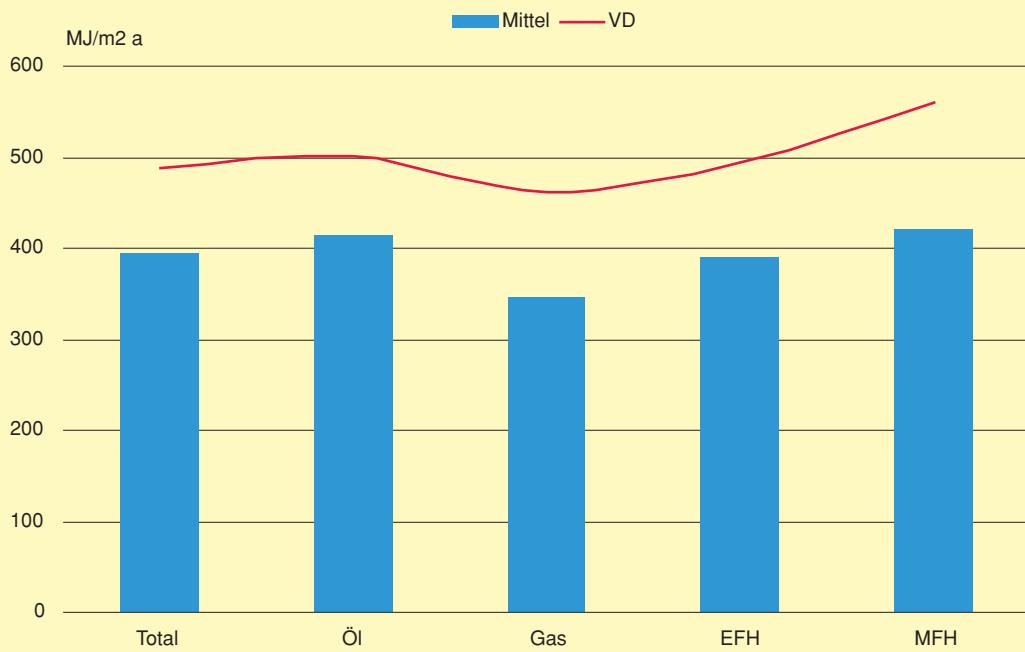


Effektive vs. normale Verteilung



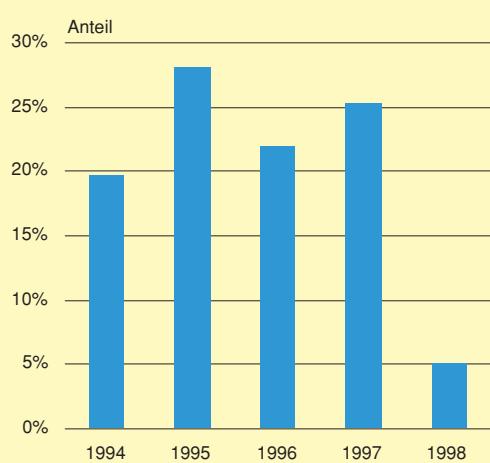
Waadt

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

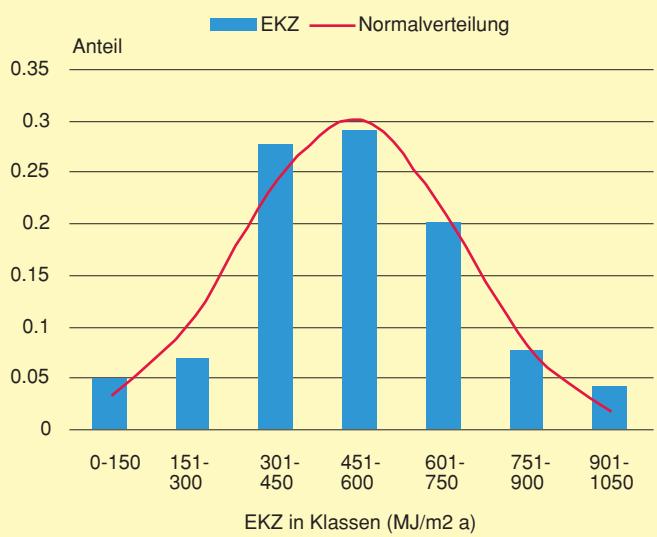


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	501	90
Gas	461	55
EFH	494	140
MFH	560	5
Total	489	145

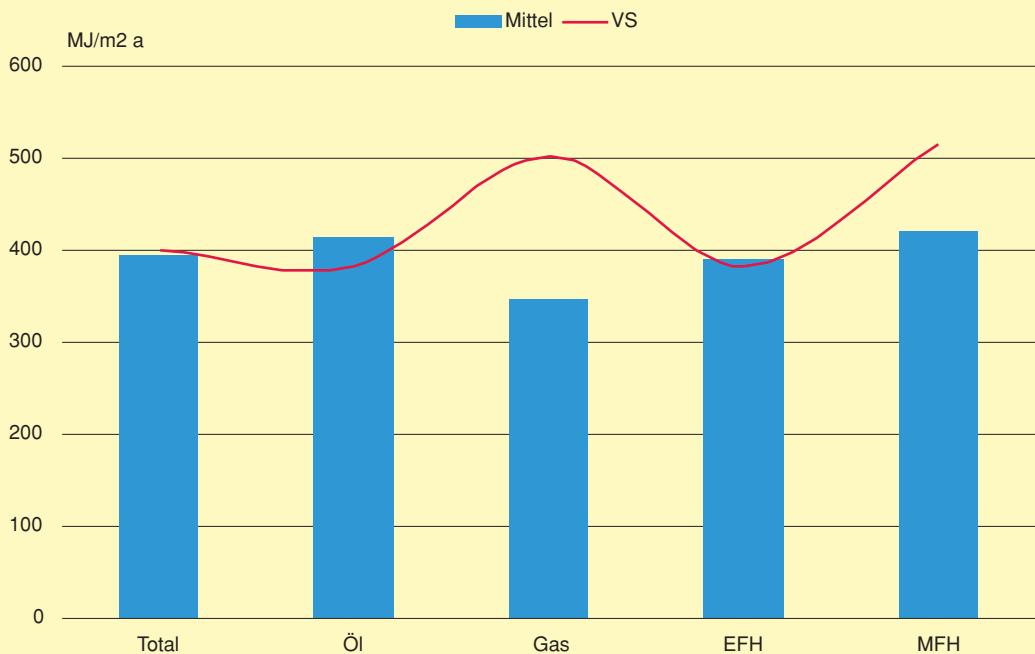
Altersstruktur der untersuchten Gebäude



Effektive vs. normale Verteilung

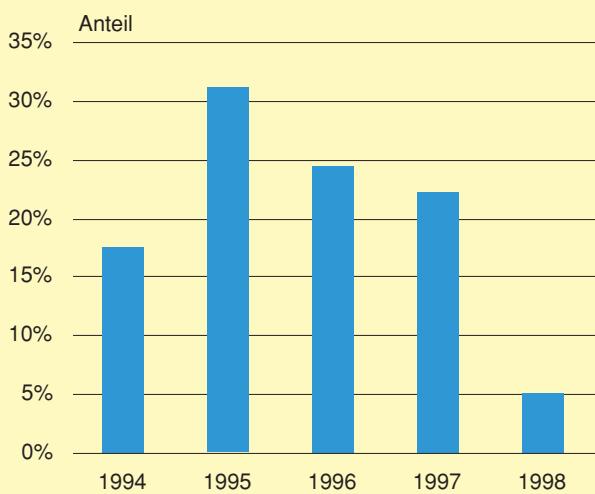


Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone

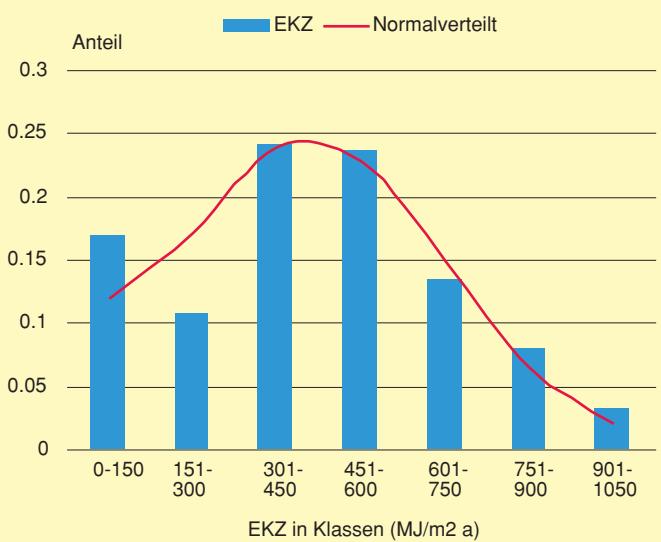


Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	495	131
Gas	663	24
EFH	400	173
MFH	632	26
Total	429	199

Altersstruktur der untersuchten Gebäude

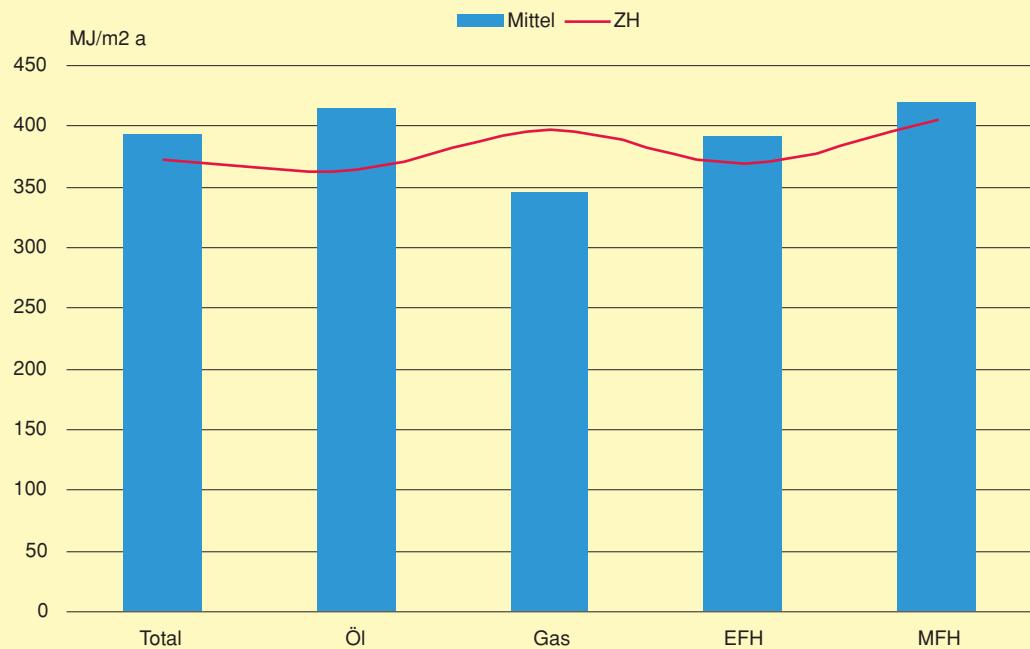


Effektive vs. normale Verteilung



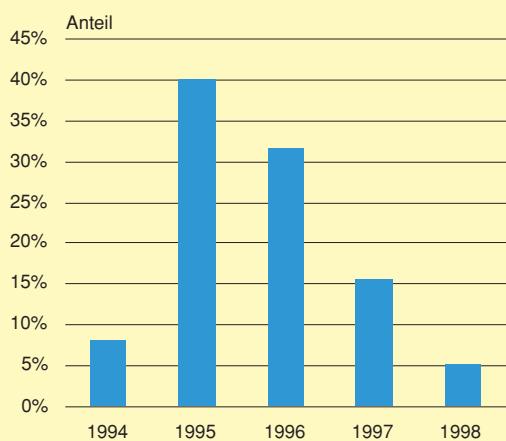
Zürich

Abweichung der EKZ vom Durchschnitt der 13 Kantone



Träger/Typ	EKZ	Anzahl
Öl	364	151
Gas	398	63
EFH	369	125
MFH	406	93
Total	373	218

Altersstruktur der untersuchten Gebäude



Effektive vs. normale Verteilung

