



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

November 2007

Vorstudie zur Erhebung von Energiekenn- zahlen von Wohnbauten

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 31 322 56 11; Fax +41 31 323 25 00

Auftragnehmer:

Reto Dettli, Stephanie Bade
econcept AG, Lavaterstrasse 66, 8002 Zürich, econcept@econcept.ch, www.econcept.ch
Andreas Baumgartner, Mario Bleisch
Amstein+Walthert, Andreasstrasse 11, 8050 Zürich
andreas.baumgartner@amstein-walthert.ch, www.amstein-walthert.ch

Begleitgruppe:

Lukas Gutzwiller, Programmleiter Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, Bundesamt für Energie BFE
Babak Djalili, Rapp Wärmetechnik AG
Andreas Eckmanns, Bundesamt für Energie BFE
Claude Grandjean, Bundesamt für Statistik BFS
Felix Jehle, Bau- und Umweltschutzdirektion des Kantons Basel-Landschaft
Heinrich Mahler, Rapp Wärmetechnik AG
Alex Nietlisbach, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich AWEL
Thomas Nordmann, Stiftung Klimarappen, Gebäudeprogramm
Roman Obrist, Hauseigentümerverband Schweiz HEV
Roland Schneider, Bundesamt für Wohnungswesen BWO
Charles Weinmann, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA

Bezugsort der Publikation: www.ewg-bfe.ch und www.energieforschung.ch

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms "Energiewirtschaftliche Grundlagen" des Bundesamts für Energie BFE erstellt.

Für den Inhalt ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Inhalt

Zusammenfassung	vii
Résumé	xii
1 Einleitung und Ziel des Projektes	1
2 Energiekennzahlen: Anforderungen und Beurteilungskriterien	3
2.1 Verwendungszwecke von EKZ und daraus resultierende Anforderungen.....	3
2.1.1 Kennwerte SIA.....	3
2.1.2 Energieausweis für Gebäude (GEA).....	4
2.1.3 Monitoring Gebäudepark Schweiz.....	4
2.1.4 Energiepolitische Erfolgskontrolle der Kantone	5
2.2 Beurteilungskriterien.....	7
2.2.1 Erhebungsaufwand.....	7
2.2.2 Datenorganisation.....	7
2.2.3 Datenschutz und gesetzliche Grundlagen	8
3 Bestehende Erhebungen von EKZ	9
3.1 Einleitung.....	9
3.2 Kanton Basel Stadt.....	9
3.2.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	9
3.2.2 Methodik	9
3.2.3 Aufgetretene Schwierigkeiten	10
3.2.4 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	10
3.3 Kanton Genf	11
3.3.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	11
3.3.2 Methodik	11
3.3.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	12
3.4 Kanton Zürich	12
3.4.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	12
3.4.2 Methodik	13
3.4.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	14

3.5	Kanton Graubünden	14
3.5.1	Ausgangslage und Zielsetzung	14
3.5.2	Methodik	14
3.5.3	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	15
3.6	Erhebung der EKZ in 13 Kantonen.....	15
3.6.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	15
3.6.2	Methodik	15
3.6.3	Aufgetretene Schwierigkeiten	15
3.6.4	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	16
3.7	Kanton Neuenburg	16
3.7.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	16
3.7.2	Methodik	16
3.7.3	Aufgetretene Schwierigkeiten	17
3.7.4	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	17
3.8	Kantone Thurgau und Waadt	17
3.8.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	17
3.8.2	Methodik	17
3.8.3	Aufgetretene Schwierigkeiten	18
3.8.4	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	18
3.9	Kanton Basel Land	18
3.9.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	18
3.9.2	Methodik	19
3.9.3	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	19
3.10	Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung (VHKA)	19
3.10.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	19
3.10.2	Methodik	19
3.10.3	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	20
3.11	Investitionsprogramm Energie 2000.....	20
3.11.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	20
3.11.2	Methodik	20
3.11.3	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	20
3.12	Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen.....	21
3.12.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	21
3.12.2	Methodik	21
3.12.3	Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte	21
3.13	Fazit aus den bisherigen Erhebungen.....	21

4	Zur Methodik der Erhebung von EKZ	23
4.1	Auslegeordnung möglicher Methodiken	23
4.2	Konzentration auf zwei Energieträger	23
4.3	Anforderungen an die Stichprobe	24
4.3.1	Schichtungsvariablen	25
4.3.2	Stichprobenumfang	25
4.3.3	Angestrebte Repräsentativität	26
4.3.4	Gewichtungsfaktoren	26
4.4	Mögliche Methodiken: Konsolidierung der Auswahl	27
4.4.1	Verworfenen Methodiken: Kriterium "Must-haves"	27
4.4.2	Verbleibende Methodiken	29
4.4.3	Eignung der verbleibenden Methodiken für die "Nice to have's"	30
4.5	Mögliche konkrete Varianten	32
4.5.1	Variante I: EBF-Variante GWR und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger"	33
4.5.2	Variante II: EBF-Variante Kantonale Gebäudeversicherung und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger"	36
4.5.3	Variante III: EBF-Variante Befragung und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger"	38
4.6	Empfehlung	40
4.6.1	Empfehlung für die kurzfristige Umsetzung	40
4.6.2	Empfehlung für die langfristige Umsetzung	41
5	Analysen zur Verwendbarkeit der GWR-basierten EBF	43
5.1	Methodik zur Ermittlung der EBF aus dem GWR	43
5.1.1	Definition der EBF gem. SIA 416/1 (Ausgabe 2007)	43
5.1.2	Methodik für die GWR-basierten EBF	43
5.1.3	Einfluss der verwendeten Korrekturfaktoren auf die Analyseergebnisse	44
5.2	Vergleich der GWR-basierten EBF mit den im Kanton Basel-Stadt ermittelten und verwendeten EBF	45
5.2.1	Ausgangslage	45
5.2.2	Datenmodifikation	46
5.2.3	Deskriptive Statistik	47
5.2.4	Zwischenfazit	49

5.3	Vergleich der GWR-basierten EBF mit der im Kanton Zürich ermittelten und verwendeten EBF	49
5.3.1	Ausgangslage	49
5.3.2	Datenmodifikation	50
5.3.3	Deskriptive Statistik.....	50
5.3.4	Zwischenfazit	52
5.4	Vergleich der GWR-basierten EBF mit den im Kanton Genf ermittelten und verwendeten EBF	53
5.4.1	Ausgangslage	53
5.4.2	Datenmodifikation	53
5.4.3	Deskriptive Statistik.....	54
5.4.4	Zwischenfazit	56
5.5	Vergleich der GWR-basierten EBF mit den EBF der Firma Rapp Wärmetechnik AG (VHKA)	56
5.5.1	Ausgangslage	56
5.5.2	Datenmodifikation	57
5.5.3	Deskriptive Statistik.....	57
5.5.4	Zwischenfazit	59
5.6	Fazit.....	59
6	Energiekennzahlen von Wohnbauten in Basel-Stadt, Genf und Zürich	63
6.1	Einführung	63
6.1.1	Definition der Energiekennzahl	63
6.2	Basel	65
6.2.1	Ausgangslage	65
6.2.2	Datenmodifikation	66
6.2.3	Deskriptive Statistik.....	66
6.2.4	Interpretation.....	70
6.3	Genf.....	71
6.3.1	Ausgangslage	71
6.3.2	Datenmodifikation	71
6.3.3	Deskriptive Statistik.....	71
6.3.4	Interpretation.....	73
6.4	Zürich.....	74
6.4.1	Ausgangslage	74

6.4.2	Datenmodifikation	74
6.4.3	Deskriptive Statistik.....	74
6.4.4	Interpretation.....	78
6.5	Vergleichende Auswertung der Kantonserhebungen	79
6.5.1	Übersicht Erhebungsmethoden	79
6.5.2	Datenmodifikation	80
6.5.3	Ergebnisse	81
6.5.4	Interpretation.....	86
7	Schlussfolgerungen und Vorschläge für das weitere Vorgehen	89
	Anhang.....	97
	A-1 Glossar.....	97
	A-2 Tabellarische Übersicht der bisherigen Untersuchungen.....	100
	A-3 Auslegeordnung: Methodiken zur Erhebung von EKZ.....	103
	A-4 Inhalt des Gebäude und Wohnungsregisters GWR	105
	Merkmale der Entität GEBÄUDE im Überblick.....	105
	Merkmale der Entität GEBÄUDEEINGANG im Überblick	107
	Merkmale der Entität WOHNUNG im Überblick	108
	A-5 Berechnung der EBF und der EKZ gemäss SIA 180/4	109
	A-5.1 Definition der Energiebezugsfläche.....	109
	A-5.2 Definition der Energiekennzahl.....	110
	A-5.3 Klimakorrektur	111
	A-6 Berechnung der EBF und der EKZ gemäss SIA 416/1	113
	A-6.1 Definition der EBF	113
	A-6.2 Definition der Energiekennzahl.....	114
	A-7 In den kantonalen Erhebungen BS, GE, ZH verwendete Formeln zur Berechnung der Energiekennzahlen.....	125

A-7.1 Basel	125
A-7.1.1 Gebäudetypen	125
A-7.1.2 Formeln, mit denen der spez. Energieverbrauch gem. Bericht BS berechnet wurde	125
A-7.1.3 Formeln zur Umrechnung des spez. Energieverbrauchs in EKZ gem. SIA 180/4	127
A-7.2 Genf	128
A-7.2.1 Calcul de l'indice de dépense chaleur.....	128
A-7.3 Zürich	130
A-7.3.1 Dokumentation Auswertung Energiekennzahl aus Stichprobenerhebung.....	130
A-7.3.2 Vorgehen für Auswertung der Stichprobenerhebung.....	133
Literatur.....	136

Zusammenfassung

a) Ausgangslage und Zielsetzung

Der Gebäudepark bestimmt in der Schweiz einen wesentlichen Anteil der Nachfrage nach nicht erneuerbaren, fossilen Energieträgern. Vor dem Hintergrund des bekannten Problems der Endlichkeit dieser Energieträger und der CO₂-Problematik sind bereits von verschiedener Seite (Bund, Kantone und Private Fachverbände wie z.B. SIA oder MINERGIE) die Bemühungen intensiviert worden, die Energieeffizienz des Gebäudeparks zu verbessern. Dies löst auch einen Bedarf nach besseren statistischen Grundlagen aus, um einerseits Ansatzpunkte für Massnahmen zu identifizieren und andererseits die quantitative Erfolgskontrolle dieser Massnahmen zu ermöglichen.

Inzwischen wurden bereits verschiedene punktuelle Erhebungen von Energiekennzahlen (EKZ) von Wohnbauten von verschiedenen Kantonen durchgeführt. Es ist aber keine einheitliche Methodik verwendet worden. Vielfach unterscheiden sich die Sample bzgl. ausgewählter Gebäudetypen und Energieträger. Ausserdem stammen die Flächenangaben aus unterschiedlichen Quellen und werden auf verschiedenste Weise in Energiebezugsflächen umgerechnet. Auch wird nicht immer das Warmwasser berücksichtigt und es wird nicht immer klimakorrigiert. Dies verunmöglicht einen aussagekräftigen Vergleich der verschiedenen Erhebungen und erschwert eine Beurteilung der jeweiligen Ergebnisse, da gleichartige Referenzgrössen fehlen. Mit der Implementierung eines kontinuierlichen, flächendeckenden und schweizweit einheitlich durchgeführten Energie-Monitorings für Wohnbauten kann diesen Defiziten abgeholfen werden. Damit können gleichzeitig Bedürfnisse verschiedener Akteure (Bunde, Kantone und Private) erfüllt und Synergien genutzt werden.

Vor diesem Hintergrund ist das vorliegende Projekt lanciert worden. Es umfasst folgende Ziele:

- Ermitteln einer Methode zur kostengünstigen und zuverlässigen Erhebung von Energiekennzahlen bei Wohnbauten.
- Ermitteln möglichst repräsentativer EKZ für bestimmte Gebäudetypen aufgrund der bestehenden Erhebungen.
- Bestimmen der Gründe für die deutlichen Unterschiede der kantonal erhobenen EKZ.

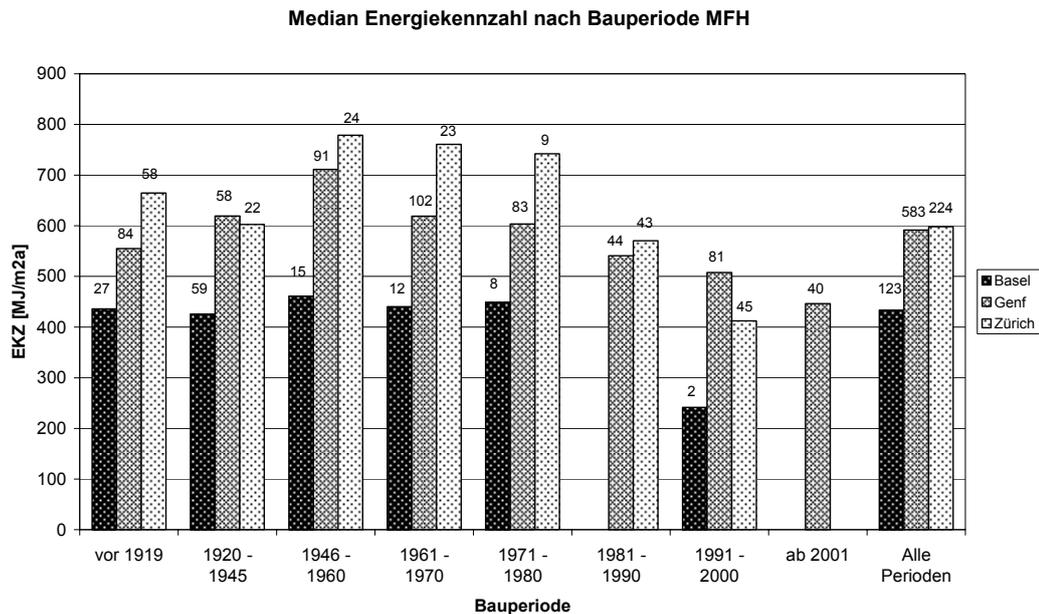
b) Vorgehen

Um die Ziele des Projekts zu erreichen sind eine Reihe von Informationen zusammengetragen und erarbeitet worden:

- Die Anforderungen und Beurteilungskriterien für EKZ sind festgelegt worden. Dabei hat sich gezeigt, dass bei einer Konzentration auf die unverzichtbaren Erhebungsmerkmale durchaus ein gemeinsamer Nenner gefunden wird, so dass eine einzige Erhebung den Ansprüchen verschiedener Akteure genügen kann. (Kapitel 2)
- Es ist ein Überblick über die bestehenden Erhebungen von EKZ in der Schweiz erstellt worden, wobei die Diversität der gewählten Methodiken und Samples bereits augenfällig wird. (Kapitel 3)
- Die möglichen Methodiken zur Erhebung von EKZ sind in einer Auslegung zusammengetragen. So wird über Stärken und Schwächen der verschiedenen möglichen Vorgehensweise und Datenquellen ein erster Überblick vermittelt. (Kapitel 4)
- Eine vertiefte Analyse von drei kantonalen Erhebungen von EKZ (BS, GE, ZH) ist durchgeführt worden. Dies hat die konkreten Probleme bei der Erhebung von EKZ deutlich gemacht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Gründe für die Unterschiede in den kantonal ermittelten EKZ zumindest *teilweise* in den unterschiedlichen Methodiken und in der unterschiedlichen Qualität der Rohdaten zu suchen sind. (Kapitel 5 und 6)
- Die Tauglichkeit des GWR (eidgenössisches Wohnungs- und Gebäuderegister) als Quelle für Flächendaten zur Verwendung für EKZ wurde anhand von quantitativen Auswertungen (Vergleiche mit kantonalen Erhebungen) eingeschätzt. (Kapitel 5)

c) Ergebnisse und Folgerungen

Ein Zwischenergebnis der vorliegenden Studie ist eine vergleichende Darstellung der EKZ aus den Kantonen Basel, Genf und Zürich, wobei die verschiedenen EKZ soweit als möglich harmonisiert worden sind. Wo nötig und wo möglich, wurde auf Basis der bestehenden Rohdaten für jedes Gebäude die klimakorrigierte, kombinierte Energiekennzahl Wärme E_{hww} für Raumheizung und Warmwasser neu berechnet. Die unterschiedlichen Erhebungsmethodiken müssen natürlich als gegeben genommen werden. Die Ergebnisse für Mehrfamilienhäuser präsentieren sich wie folgt:



Aus der Figur ist ersichtlich, dass die durchschnittlichen EKZ von MFH für Zürich und Genf relativ nah beieinander liegen, und dass Basel deutlich tiefere EKZ ausweist. Nach Meinung der AutorInnen bedeutet dies aber nicht zwingend, dass Basel tatsächlich auch tiefere EKZ als die beiden anderen Kantone hat. Wir gehen davon aus, dass mindestens ein Teil der Differenz auf die unterschiedlichen Erhebungsmethodiken zurückzuführen ist.

Auf Basis aller zusammengetragener und erarbeiteter Informationen sind verschiedene mögliche Methodiken zur Erhebung von EKZ nach den Kriterien Machbarkeit und Aufwand beurteilt worden (Kapitel 4 und 7). Daraus lässt sich folgendes Fazit ableiten:

- Die Verwendung bestehender Erhebungen von EKZ für kantonale Vergleiche oder zur Berechnung von gesamtschweizerischen Durchschnittswerten kann aufgrund der sehr unterschiedlichen Methodiken und der teils unklaren Qualität der Erhebungen nicht empfohlen werden.
- Aus Betrachtung und Analyse bestehender Erhebungen muss abgeleitet werden, dass eine Ermittlung von Wohnungs- oder Gebäudeflächen durch eine freiwillige, schriftliche Befragung der EigentümerInnen nicht zu Flächendaten von genügender Qualität für die Verwendung zur Berechnung von EKZ führt.
- Die Flächendaten im GWR sind zum heutigen Zeitpunkt noch zu ungenau um sie für EKZ zu verwenden. Die Qualität der Flächendaten wird sich allerdings vermutlich langfristig verbessern, da das GWR bei jedem bewilligungspflichtigen Neu- und Umbau aktualisiert wird.

d) **Vorschlag für das weitere Vorgehen**

Trotz der oben geschilderten Sachverhalte wird für die Erhebung von EKZ sowohl aus Kosten- wie auch aus Machbarkeitsüberlegungen heraus eine völlige Neuerhebung von Flächen- und Energiedaten ausgeschlossen.

Es existieren in der Schweiz, nebst dem GWR, nur zwei weitere Quellen für Flächendaten, die es ermöglichen die Flächen, wenn nicht aus einer Hand, so doch aus einer beschränkten Anzahl von Händen zu beziehen. Dies sind die kantonalen Gebäudeversicherungen und die grossen HKA-Unternehmen (Unternehmen, welche Heizkostenabrechnungen anbieten). Keine der beiden Datenquellen kann eine einwandfreie schweizweite Repräsentativität gewährleisten. Die Verwendung von HKA-Daten hat aber einen gewichtigen Vorteil: Zwischen HKA-Unternehmungen und den HauseigentümerInnen bzw. Verwaltungen bestehen etablierte Kundenbeziehungen, die bei einer periodischen Erhebung von Energieverbrauchsdaten¹ genutzt werden können. Dadurch kann die Antwortwahrscheinlichkeit erhöht und die zu erwartende Datenqualität verbessert werden. Ausserdem kann (wie auch bei den kantonalen Gebäudeversicherungen) von einer hohen Qualität der Flächendaten ausgegangen werden, da die Nettowohnflächen kostenrelevant für die BewohnerInnen sind, und so das Vier-Augen-Prinzip zum Tragen kommt.

Aufgrund der Sachlage wird ein pragmatischer Ansatz vorgeschlagen, der auf bestehenden Datengrundlagen aufbaut, den minimalen Anforderungen an EKZ genügt, aber gleichzeitig Möglichkeiten für Erweiterungen bietet. Im Folgenden sind die Kernpunkte des vorgeschlagenen Ansatzes aufgelistet:

- Ziel ist der Aufbau eines Schweizerischen Energie-Monitorings für Wohnbauten (SEMW), welches mit dem GWR kompatibel ist und Daten aus verschiedenen Quellen aufnimmt.
- Die Kompatibilität mit dem GWR ermöglicht einerseits die Verwendung dort vorhandener aufschlussreicher Informationen wie Bauperiode oder Renovationsperiode. Andererseits ist damit auch die Kompatibilität mit der Bau- und Wohnbaustatistik gewährleistet, die Informationen über durchgeführte Renovationen enthält. So werden quantitative Auswertungen über die Energiewirksamkeit von Renovationen möglich.
- Als Basisdatensatz sollen vorerst HKA-Daten verwendet werden. Dies hat zur Folge, dass die Repräsentativität der Erhebung beschränkt ist. Dafür kann von einer hohen Datenqualität ausgegangen werden.

¹ Zum heutigen Zeitpunkt werden den HKA-Unternehmen meist nur Beträge in CHF mitgeteilt.

- Gleichzeitig wird ein Leitfaden zur Erhebung von EKZ ausgearbeitet, der z.B. festlegt, wie die Energiebezugsfläche zu erheben ist, wie die Klimakorrektur zu erfolgen hat oder wie die erhobenen Daten zu strukturieren sind. Ziel ist, dass zukünftige punktuell durchgeführte Erhebungen ohne grossen Aufwand in das SEMW integriert werden können und so die Datenbasis ständig erweitert wird.
- Für EFH besteht die Möglichkeit der Nutzung von HKA-Daten aus offensichtlichen Gründen nicht. Wir schätzen die grossflächige Erhebung von EKZ von EFH als sehr viel aufwendiger ein als jene von MFH, da bei der Verwendung bestehender Daten in jedem Fall mehrere Datenquellen beigezogen werden müssen.² Auch Neuerhebungen werden als sehr aufwendig beurteilt. Aus diesem Grund halten wir es für sinnvoll, EFH *vorerst* nicht zu berücksichtigen, und erst nach der erfolgreichen Etablierung einer Erhebung von EKZ von MFH auch EFH systematisch in die Erhebung zu integrieren.

Aus Sicht der AutorInnen ist es sinnvoll, im Anschluss an die vorliegende Studie eine Probeerhebung mit HKA-Daten durchzuführen. Ein detaillierter Vorgehensvorschlag dazu findet sich in Kapitel 7b)

² Mögliche Datenquellen sind z.B. die kantonalen Gebäudeversicherungen (in 19 Kantonen) und die Gasversorgungsunternehmen (rund 100 AnbieterInnen in der Schweiz). Da bei der möglichen Nutzung dieser Datenquellen sehr viel mehr Unternehmen für eine Kooperation gewonnen werden müssen, schätzen wir den Aufwand dafür als grösser ein als für eine Zusammenarbeit mit einigen wenigen HKA-Unternehmen.

Résumé

e) Situation initiale et objectifs

En Suisse, le parc immobilier représente une part non négligeable de la demande en énergies fossiles non renouvelables. Nous savons tous désormais que ces énergies ne sont pas inépuisables et qu'elles sont étroitement liées à la problématique des émissions de CO₂. De nombreuses intervenants (la Confédération, les cantons et les associations professionnelles privées telles que SIA et MINERGIE) ont donc intensifié leurs efforts pour améliorer l'efficacité énergétique du parc immobilier. Cette démarche demande par ailleurs que de meilleures statistiques soient disponibles, d'une part pour définir les orientations de mesures allant dans ce sens, et d'autre part pour permettre un contrôle quantitatif de l'efficacité de ces mesures.

Depuis lors, différents cantons ont d'ores et déjà effectué plusieurs relevés ponctuels d'indices énergétiques sur des bâtiments. Mais ces relevés ont été faits suivant des méthodes disparates. Ainsi, les échantillons, c'est-à-dire les types de ressources énergétiques et bâtiments choisis diffèrent souvent. Par ailleurs les données portant sur la surface proviennent de sources diverses et sont converties en consommation énergétique par surface selon des méthodes variables. En outre, la consommation d'eau chaude n'est souvent pas prise en compte, et les valeurs ne sont pas données nettes des incidences du climat. Les comparaisons entre les relevés sont de ce fait assez peu pertinentes et compliquent encore l'évaluation de chaque résultat, dans la mesure où il n'existe pas de grandeur de référence. La mise en place d'une veille énergétique des habitations en continu, qui couvre toutes les surfaces et qui concerne l'ensemble du pays permettra de palier ces défauts tout en répondant aux besoins des différents intervenants (Confédération, cantons et secteur privé) et en mettant à profit les synergies.

Le projet ci-après résulte de ces réflexions et se fixe les objectifs suivants:

- Concevoir une méthode peu coûteuse et fiable pour le relevé des indices énergétiques des immeubles d'habitation.
- Déterminer, sur la base des relevés existants, des indices énergétiques applicables à certains types de bâtiments, qui soient aussi représentatifs que possible.
- Déterminer les raisons pour lesquelles les indices énergétiques relevés par les cantons diffèrent si fortement.

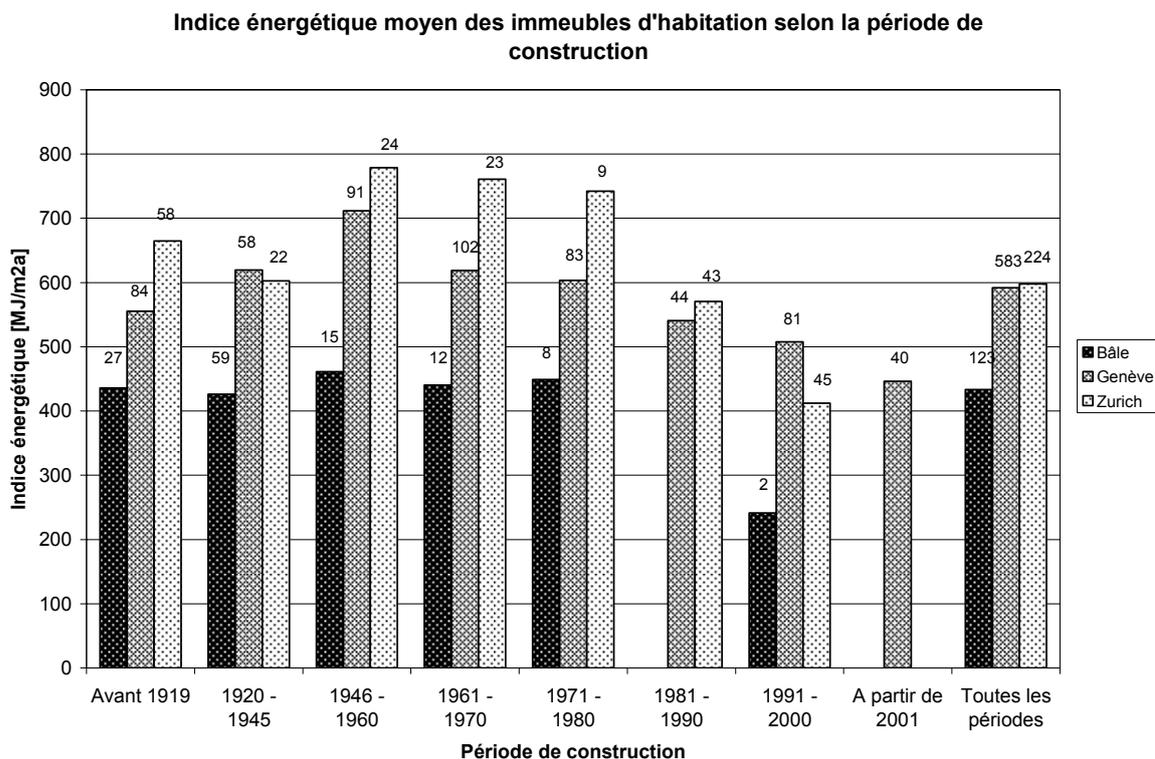
f) Démarche

Pour atteindre les objectifs du projet, une série d'informations ont été réunies puis utilisées:

- Nous avons fixé les exigences applicables aux indices énergétiques ainsi que les critères d'évaluation. Il s'est avéré qu'il était parfaitement possible, en se concentrant sur les caractéristiques essentielles des relevés, de dégager ainsi un dénominateur commun, d'où la possibilité de répondre aux attentes des différents intervenants par une seule source de données (chapitre 2).
- Une synthèse des relevés existants pour les indices énergétiques en Suisse est présentée. Elle met en lumière la variabilité des méthodes et des échantillonnages (chapitre 3).
- Les méthodes à disposition pour le relevé des indices énergétiques sont présentées selon un certain classement, pour mettre en évidence les avantages et inconvénients des différentes procédures et sources de données (chapitre 4).
- L'analyse approfondie des relevés énergétiques de trois cantons (BS, GE, ZH) a fait clairement ressortir les problèmes concrets qui se posent lors de la collecte des données. Les résultats indiquent en effet que les variations des indices énergétiques cantonaux peuvent au moins partiellement s'expliquer par les différentes méthodes utilisées et par la qualité variable des données brutes (chapitres 5 et 6).
- Nous avons par ailleurs pu évaluer, au moyen d'estimations quantitatives, que les données relatives à la surface qui proviennent du RegBL (Registre fédéral des bâtiments et des logements) peuvent être employées dans les indices énergétiques, (chapitre 5).

g) Résultats et conclusions

L'un des résultats intermédiaires de l'étude consiste dans une présentation comparée des indices énergétiques fournis par les cantons de Bâle, Genève et Zurich, dans laquelle les indices ont été harmonisés dans toute la mesure du possible. Le cas échéant, nous avons procédé à un nouveau calcul et corrigé du climat l'indice combiné chaleur E_{hww} pour le chauffage et l'eau chaude, en nous fondant sur les données brutes disponibles pour chaque bâtiment. Il faut naturellement accepter les différences dans les méthodes de collecte. Voici les résultats pour les immeubles locatifs:



Il apparaît clairement sur ce diagramme que les indices énergétiques moyens pour Zurich et Genève sont relativement similaires et que Bâle enregistre des résultats notablement plus faibles. Selon les auteurs, cela ne signifie pas nécessairement que les indices énergétiques de Bâle soient inférieurs à ceux des deux autres cantons. Nous pensons en effet que les différences de mode de collecte expliquent en partie les écarts dans les résultats.

Nous avons donc procédé à l'évaluation de plusieurs méthodes de relevé d'indices énergétiques selon des critères de faisabilité et de coûts, en nous fondant sur toutes les informations rassemblées et traitées (chapitres 4 et 7). Voici nos conclusions:

- L'utilisation des relevés d'indices énergétiques actuels pour procéder à des comparaisons cantonales ou au calcul de moyennes nationales n'est pas recommandée compte tenu des méthodologies diverses employées et de la qualité parfois non avérée des relevés.
- Après observation et analyse des relevés existants, nous devons conclure que les données obtenues dans le cadre d'une enquête portant sur les surfaces des logements ou des bâtiments par sondage écrit des

propriétaires, sur base volontaire, ne présentent pas une qualité suffisante pour le calcul des indices énergétiques.

- A l'heure actuelle, les données portant sur les surfaces du RegBL sont encore par trop imprécises pour qu'elles servent à calculer les indices énergétiques. Mais l'on peut prévoir que leur qualité s'améliorera à long terme, dans la mesure où le RegBl doit être mis à jour pour chaque rénovation ou nouvelle construction soumises à autorisation.

h) Proposition pour la suite de la démarche

Cela étant, il n'est guère possible d'envisager de procéder à une nouvelle collecte exhaustive de données sur les surfaces et l'énergie pour le calcul des indices énergétiques. Une telle démarche serait en effet trop coûteuse et trop complexe.

Il existe en Suisse, outre le RegBL, deux autres sources de données sur les surfaces auprès desquelles obtenir des informations de façon centralisée, c'est-à-dire auprès d'un nombre d'interlocuteurs limité – à défaut d'un seul: d'une part les établissements cantonaux d'assurance et d'autre part les grandes entreprises dites DFC (des entreprises qui proposent des décomptes de frais de chauffage). Aucun des deux cependant n'assure une couverture parfaite sur l'intégralité du territoire. Le recours aux données des entreprises DFC a cependant un avantage non négligeable: il existe entre les entreprises DFC et les propriétaires ou institutions des relations commerciales qui peuvent être mises à profit dans le cadre d'un relevé régulier des données de consommation énergétique³. Cette situation permet d'augmenter la probabilité d'obtenir des réponses et d'améliorer la qualité des données obtenues. Par ailleurs, les données sur les surfaces devraient être de très bonne qualité (comme pour les établissements cantonaux d'assurance), dans la mesure où les surfaces habitables nettes présentent un intérêt pécuniaire pour les habitants et que le principe du double contrôle s'applique.

Compte tenu de la situation, nous proposons une approche pragmatique, qui se fonde sur les données existantes et qui répond aux principales attentes en matière d'indice énergétique tout en offrant une marge de progression. Notre proposition d'approche peut se résumer ainsi:

³ A l'heure actuelle, on ne communique aux entreprises DFC quasiment que des montants exprimés en CHF.

- L'objectif est de mettre sur pied un suivi énergétique des immeubles de logement en Suisse (VEILS) qui soit compatible avec le RegBL et qui accepte les données issues de sources diverses.
- Une compatibilité du système avec le RegBL présente un double avantage: d'abord l'exploitation des précieuses informations qu'il renferme, telles que les dates de construction ou de rénovation, ensuite la garantie de la compatibilité du système avec les statistiques sur les constructions et constructions de logements, qui contiennent des informations portant sur les rénovations effectuées. Des évaluations quantitatives sur l'efficacité énergétique des rénovations seront alors envisageables.
- Les données DFC doivent constituer le vivier des données de base. Ainsi, si la représentativité des relevés sera limitée, la qualité des données sera en revanche plutôt bonne.
- Simultanément, un guide du relevé des indices énergétiques sera élaboré pour préciser par exemple comment procéder au relevé de la consommation énergétique d'une surface, comment effectuer la correction climatique ou encore comment organiser les données recueillies. L'objectif est de faire en sorte que les relevés ponctuels futurs puissent être intégrés sans difficulté au VEILS et que la base de données soit ainsi enrichie en permanence.
- Pour des raisons évidentes, il sera impossible d'utiliser les données DFC pour les maisons individuelles: nous considérons qu'il sera bien plus complexe de recueillir des indices énergétiques pour les maisons individuelles que pour les immeubles locatifs, car pour chaque maison individuelle, il faut faire appel à différentes sources de données parmi les sources existantes⁴. Il apparaît en outre que de nouveaux relevés seront également très complexes et coûteux. Il nous semblerait donc judicieux, *dans un premier temps*, de ne pas inclure les maisons individuelles, pour les intégrer systématiquement dans les relevés après que les indices énergétiques des immeubles d'habitations auront été recueillis.

Les auteurs jugent utile d'effectuer, à la suite de cette étude, une collecte d'essai au moyen des données DFC. Le chapitre 7b contient une proposition détaillée de démarche sur ce sujet.

⁴ Les sources de données possibles sont les établissements cantonaux d'assurance (dans 19 cantons) et les entreprises de fourniture de gaz (près de 100 prestataires en Suisse). Pour utiliser ces sources de données nous devons gagner la coopération de davantage d'entreprises. Nous considérons donc que la complexité sera supérieure à celle rencontrée dans le cadre d'une coopération avec un nombre limité d'entreprises DFC.

1 Einleitung und Ziel des Projektes

Der Gebäudepark hat einen wesentlichen Anteil am Gesamtenergiebedarf (ca. 40%) und am CO₂-Ausstoss (ca. 45%) der Schweiz. Gerade für die Bereitstellung von Heizwärme und Warmwasser werden heute noch zu über 90% fossile, nicht erneuerbare Energieträger eingesetzt, deren endliches Vorhandensein immer stärker ins Bewusstsein der Öffentlichkeit rückt.

Vor diesem Hintergrund sind schon seit längerem die Bemühungen intensiviert worden, die Energieeffizienz des Gebäudeparks zu erhöhen. Neben den Kantonen, welche gemäss Energiegesetz für den Gebäudebereich zuständig sind, engagieren sich die Fachverbände (u.a. SIA) und private Vereinigungen (z.B. Verein Minergie) massgeblich. Die Kantone sind zuständig für die gesetzlichen Anforderungen an Bauten und fördern mit einer weiten Palette von Massnahmen zusätzliche freiwillige Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zum vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien. In mehreren Kantonen bestehen Erhebungen, die den Energieverbrauch des Gebäudeparks stichprobenweise erfassen, und so den Kantonen als energiepolitische Entscheidungsgrundlage und zur Erfolgskontrolle von kantonalen Massnahmen dienen. Es fehlt jedoch ein kontinuierliches, schweizweit einheitlich durchgeführtes Monitoring des Energieverbrauchs unterschiedlicher Gebäudetypen, welches nicht nur eine kontinuierliche und regional differenzierte Erfolgsbilanz der kantonalen Energiepolitik erlaubt, sondern auch interkantonale Vergleiche ermöglicht.

Ebenso wie auf kantonomer Ebene besteht auch auf nationaler Ebene ein Bedürfnis nach empirisch fundierten Entscheidungsgrundlagen für die Energiepolitik. Mit der Implementierung eines kontinuierlichen, flächendeckenden und schweizweit einheitlich durchgeführten Energiemonitorings können gleichzeitig kantonale und nationale Bedürfnisse erfüllt und Synergien genutzt werden.

Die Ziele des vorliegenden Projektes sind die folgenden:

- Ermitteln einer Methode zur kostengünstigen und zuverlässigen Erhebung von Energiekennzahlen bei Wohnbauten
- Ermitteln möglicher repräsentativer EKZ für bestimmte Gebäudetypen aufgrund der bestehenden Erhebungen
- Bestimmen der Gründe für die deutlichen Unterschiede der kantonal erhobenen EKZ

Um diese Ziele zu erreichen wird das vorhandene Know-how gebündelt. Im Zuge dessen werden Unterschiede sowie Stärken und Schwächen vorhandener Erhebungen herausgearbeitet und ausgeleuchtet. Basierend auf den Ergebnissen und

Erkenntnissen werden neue Ideen generiert und zu Vorgehensvorschlägen für die zukünftige Erhebung von EKZ von Wohnbauten ausgearbeitet.

2 Energiekennzahlen: Anforderungen und Beurteilungskriterien

2.1 Verwendungszwecke von EKZ und daraus resultierende Anforderungen

Im Folgenden werden, geordnet nach Organisationen oder Interessensgruppen, energetische und erhebungstechnische Anforderungen an EKZ aufgelistet. Wir unterscheiden dabei die

- Kennwerte des SIA,
- den zukünftigen Energieausweis für Gebäude,
- das Monitoring des Gebäudeparks Schweiz sowie
- die energiepolitische Erfolgskontrolle der Kantone.

2.1.1 Kennwerte SIA

Im Auftrage der Schweizerischen Normenvereinigung (SNV) ist der SIA verantwortlich für das Schweizerische Normenschaffen im Bauwesen. Im Rahmen dessen werden auch Energiestandards durch den SIA festgelegt, die in die kantonalen gesetzlichen Anforderungen einfließen und massgebend bei Neubauten und Sanierungen sind.

Ausserdem engagiert sich der SIA für energieeffizientes Bauen und hat dazu mit der Dokumentation "Effizienzpfad Energie" und weiterer Publikationen auch bereits Leitlinien veröffentlicht.

Im Rahmen der geplanten Einführung des "Energieausweises für Gebäude" stellt sich für den SIA auch neu die Aufgabe hierfür Benchmarks bzw. Referenzwerte zu definieren.

Aus den oben aufgeführten Aufgabenfeldern ergeben sich für den SIA somit folgende Verwendungsmöglichkeiten von EKZ:

- Vergleich der auf der Basis von theoretischen Berechnungen herausgegeben Normen mit tatsächlich gemessenen Werten.
- Erfolgskontrolle bzgl. der Durchsetzung von Normen als auch bzgl. der Wirkung des Engagements für energieeffizientes Bauen.

- Ermittlung von Referenzwerten für den Gebäudeenergieausweis. Momentan besteht für den SIA allerdings in diesem Zusammenhang kein Bedarf an zusätzlichen Daten; es wurden bereits Referenzwerte mit Hilfe von kantonalen Daten aus Genf ermittelt.

Für den SIA sind also sowohl EKZ, die den berechneten, standardisierten *Energiebedarf* eines Gebäudes ausweisen, als auch EKZ, die den gemessenen, benutzerabhängigen *Energieverbrauch* widerspiegeln, von Interesse.

2.1.2 Energieausweis für Gebäude (GEA)

Der Energieausweis hat das Ziel, den Energiebedarf eines Gebäudes zu einem relevanten Kriterium auf dem Immobilienmarkt zu machen. Er soll für EigentümerInnen, Käufer- und Mieterschaft mehr Transparenz und Vergleichbarkeit bzgl. der Energieeffizienz von Gebäuden schaffen und dadurch schliesslich die Anreize für energieeffizientes Bauen und energiewirksame Renovationen erhöhen.

Ideal sind für diesen Zweck berechnete Energiekennzahlen, die nicht den effektiven, benutzerabhängigen *Verbrauch* eines Gebäudes widerspiegeln, sondern den *Standardenergiebedarf*. Dadurch werden die Einflussgrössen 'spezifische Benutzerbelegung' und 'Benutzerverhalten' eliminiert, was den energetischen Vergleich verschiedener Gebäude oder Wohnungen bei Kauf oder Miete erleichtert.

Andererseits ist aber die Berechnung des Standardenergiebedarfs vor allem für komplexe Bauten sowie für ältere Gebäude, für die die notwendigen Datengrundlagen fehlen oder mangelhaft sind, aufwendig. Aus diesem Grund sind zurzeit (Stand Juli 2007) zwei Varianten des Gebäudeenergieausweises geplant: eine Ausweisvariante basierend auf der Messung des Gesamtenergieverbrauchs und eine Ausweisvariante basierend auf Berechnungen des Gesamtenergiebedarfs.

Das Vernehmlassungsverfahren für den Gebäudeenergieausweis ist erst vor kurzem abgeschlossen worden. Es steht noch nicht fest, ob der Gebäudeenergieausweis obligatorisch sein wird, und falls ja, zu welchen Gelegenheiten (z.B. Mieter- oder Eigentümerwechsel) er ausgestellt bzw. erneuert werden muss.

2.1.3 Monitoring Gebäudepark Schweiz

Das gesamtschweizerische Monitoring des Gebäudeparks soll als energiepolitische Entscheidungsgrundlage des Bundes dienen und gleichzeitig eine bessere Erfolgskontrolle von energiepolitischen Massnahmen ermöglichen. Grosses Inte-

resse liegt vor allem im Identifizieren und Quantifizieren von Unterschieden bzgl. Standort und Jahrgang von Gebäuden. Interessant ist zum Beispiel, in welchem Ausmass ältere, energieineffiziente Gebäude aus den 60er und 70er Jahren bereits energiewirksam saniert worden sind, und ob diesbezüglich regionale Unterschiede bestehen.

Für das Monitoring wird idealerweise der effektive Energieverbrauch gemessen werden, der Belegung und Nutzerverhalten berücksichtigt. Dies wurde bisher nur über einen Top-Down-Ansatz gemacht. Neu könnte im Rahmen eines Bottom-Up-Ansatzes mittels einer repräsentativen Stichprobe der effektive Energieverbrauch differenziert nach Energieträgern periodisch ermittelt werden, so dass Trends erkennbar und Erfolgskontrollen möglich werden.

2.1.4 Energiepolitische Erfolgskontrolle der Kantone

Grundsätzlich sind die Ansprüche an ein Monitoring des Gebäudeparks aus gesamtschweizerischer Sicht und aus kantonaler Sicht die gleichen: der bestehende Energieverbrauch und eventuelle Trends sollen ermittelt werden und als energiepolitische Entscheidungsgrundlage dienen. Gleichzeitig soll eine periodische Erhebung eine bessere Erfolgskontrolle der energiepolitischen Massnahmen ermöglichen.

Die Kantone haben allerdings als eigentliche Verantwortungsträger der energiepolitischen Massnahmen im Baubereich einen anderen Anspruch an die erhobenen Daten: sie sind tendenziell an detaillierteren Daten interessiert. Es ist für sie wichtig auch über eine bezüglich des eigenen Kantons repräsentative Stichprobe zu verfügen, um die Wirksamkeit von kantonale durchgeführten energiepolitischen Massnahmen überprüfen zu können. Ausserdem ist für sie die interkantonale Vergleichbarkeit besonders wertvoll, um feststellen zu können, wie effektiv die eigenen Massnahmen im Vergleich zu Massnahmen in anderen Kantonen greifen.

Tabelle 2.1 und Tabelle 2.2 fassen nochmals zusammen, welche Anforderungen sich an zukünftige Erhebungen von EKZ richten.

Anforderungen aus energetischer Sicht				
Mögliche Variablen	Gebäudeenergieausweis	Monitoring Gebäudepark Schweiz	Kennwerte SIA	Erfolgskontrolle Kantone
Planungswerte Energieverbrauch (Standardnutzerdaten und -verhalten)	wünschenswert	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Effektive Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser	wünschenswert	notwendig	notwendig	notwendig
Nutzerdaten und Nutzerverhalten (Anzahl Bewohner, Lüftungsverhalten, Raumtemperatur)	notwendig falls Verwendung effektive Verbrauchsdaten	wünschenswert	wünschenswert	wünschenswert
Energiebezugsfläche (EBF)	notwendig	notwendig	notwendig	notwendig
Separater Ausweis Heizung und Warmwasser	wünschenswert	wünschenswert	wünschenswert	wünschenswert
System Warmwassererzeugung	notwendig	wünschenswert	wünschenswert	wünschenswert
Energieträger	notwendig	wünschenswert	notwendig	wünschenswert
Nutzerunabhängiger Stromverbrauch (Haushaltsgeräte etc.)	wünschenswert	wünschenswert	wünschenswert	wünschenswert
Gebäudedaten inkl. U-Werte	optional	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Klimakorrektur	wünschenswert	wünschenswert	notwendig	wünschenswert

Tabelle 2.1: Anforderungen aus energetischer Sicht. Die Tabelle zeigt, welche Variablen für welche Verwendungszwecke notwendigerweise erhoben werden müssen und welche Variablen nur wünschenswerter- aber nicht notwendigerweise zu erheben sind.

Anforderungen aus Sicht statistischer Methodik				
	Gebäudepass	Monitoring Gebäudepark Schweiz	Kennwerte SIA	Erfolgskontrolle Kantone
Reproduzierbarkeit	notwendig	notwendig	notwendig	notwendig
Repräsentativität der Stichprobe		notwendig	notwendig	notwendig
Feinheit Gebäude Kategorisierung	Entscheidend für Benchmarking	Konsistenz wichtig für Vergleiche	Kategorisierung nach SIA wahrscheinlich und sinnvoll	Konsistenz wichtig für Vergleiche
Periodizität	Neuausstellung frühestens nach Ablauf Gültigkeit	alle 1–5 Jahre	alle 1–5 Jahre	alle 1–5 Jahre

Tabelle 2.2: Anforderungen aus Sicht statistischer Methodik. Die Tabelle zeigt, welche Anforderungen eine Erhebung von EKZ von Wohnbauten aus Sicht statistischer Methodik erfüllen sollte, um signifikante empirische Erkenntnisse zu liefern.

2.2 Beurteilungskriterien

Im Folgenden wird auf einige grundsätzliche Beurteilungskriterien von EKZ näher eingegangen.

2.2.1 Erhebungsaufwand

Für den Energieausweis muss zwischen Neubauten und bestehenden Gebäuden differenziert werden. Der Ausweis des geplanten Energieverbrauchs eines Gebäudes ist heute teilweise schon Bestandteil des Baugesuchs und verursacht somit bei Neubauten wenig zusätzliche Kosten. Bei bestehenden Gebäuden hingegen wird der Aufwand zur Berechnung des nutzerunabhängigen Energieverbrauchs vom SIA als eher gross eingestuft. Etwas positiver wird die Kosten- seite von der Deutschen Energie-Agentur (dena) beurteilt: Laut dena hat sich in einer von ihr durchgeführten Feldstudie ein Kurzverfahren zur Berechnung der EKZ als durchaus ausreichend erwiesen, bei dem für über 90% der EFH sowie für über 90% der MFH ein Energiepass für unter 200 € bzw. unter 300 € ausgestellt werden konnte.

Anders als beim Energieausweis müssen für das Monitoring nicht die Daten jedes Hauses erfasst werden; es genügt eine Stichprobe. Es ist noch abzuklären, inwiefern sich schon bestehende Erhebungen nutzen lassen.

2.2.2 Datenorganisation

Mit dem Ziel der Modernisierung statistischer Erhebungen wurde auf der Grundlage der Gebäude- und Wohnungserhebung (GWE) der Eidgenössischen Volkszählung 2000 das Eidgenössische Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) aufgebaut. Dieses basiert erstmals auf einem gesamtschweizerischen Identifikationssystem für Gebäude und Wohnungen und erfasst diverse Wohnungsmerkmale, z.B. auch Heizungsart und Energieträger der Heizung.

In diesem Zusammenhang muss abgeklärt werden, ob generell die neu für die EKZ erhobenen Daten im GWR eingegliedert werden, bzw. zumindest mit dem GWR kompatibel sein sollen, z.B. durch Benutzung des gleichen Identifikationssystem für Gebäude und Wohnungen.

2.2.3 Datenschutz und gesetzliche Grundlagen

Grundsätzlich muss darauf geachtet werden, dass der Datenschutz und die Vertraulichkeit bei der Erhebung von EKZ beachtet werden.

Ob die EKZ für das Energiemonitoring auf freiwilliger oder obligatorischer Basis aufgrund noch zu schaffender gesetzlicher Grundlagen erhoben werden sollen, muss noch entschieden werden. Grundsätzlich muss das freiwillige Ausfüllen eines Fragebogens hier kritisch bewertet werden, da damit bisher mehrheitlich schlechte Erfahrungen gemacht wurden.

3 Bestehende Erhebungen von EKZ

3.1 Einleitung

In den letzten Jahren wurden in verschiedenen Kantonen mit unterschiedlichen Zielsetzungen Energiekennzahlen erhoben. Die wichtigsten sind:

- Kantonale Erhebungen: BS, GE, GR, ZH, NE
- Vergleichende Erhebungen: 13 Kantone, VD/TG, BL
- Erhebungen für Förderungsprogramme: Investitionsprogramm Energie 2000, Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen

Die Arbeiten in den 13 Kantonen, VD/TG, BL sowie NE umfassen lediglich neu erstellte Wohnbauten. Die Erhebungen im Rahmen des Investitionsprogramm Energie 2000 und des Gebäudeprogramms umfassen nur sanierte Gebäude. Die übrigen Erhebungen berücksichtigen alle Wohngebäude.

Eine spezielle Kategorie bilden Energieverbrauchsdaten die im Rahmen der Individuellen Heizkostenabrechnung (HKA) freiwillig oder von Gesetzeswegen meist von privaten Abrechnungsfirmen erhoben werden.

3.2 Kanton Basel Stadt

3.2.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der Kanton Basel Stadt hat im Jahre 1998 den Heizenergiebedarf von Wohnbauten, welche mit Fernwärme resp. mit Erdgas beheizt werden, ermittelt. Die damalige Unsicherheit bezüglich der Gültigkeit aktueller Energiebezugsflächen führte dazu, dass 2004 eine ergänzende Untersuchung gemacht wurde, allerdings nur von ölbeheizten Liegenschaften. Das Ziel der Erhebung war die Erfassung von Energiekennzahlen als Grundlage zur Einschätzung des Sanierungspotentials im "Gebäudebestand Wohnen". Zudem interessierten die methodischen Stärken und Schwächen einer freiwilligen Erfassung mittels Fragebogen.

3.2.2 Methodik

Per Fragebogen wurde der Ölverbrauch von 1196 Ein- und Mehrfamilienhäusern mit einer Gesamtfläche von ca. 400'000 m² (ca. 5% der Wohnfläche des Kantons

Basel Stadt) erhoben. Dabei wurden fünf Gebäudetypen unterschieden: EFH freistehend (271), REFH Eck (283), REFH eingebaut (308) MFH (253) und MFH Mischnutzung (78). Ausgewertet wurden die Teil-Energiekennzahlen für Raumheizung und Warmwasser.

Aus den Fragebogen wurde die beheizte Fläche (\neq EBF) ermittelt. Entweder konnten direkt die Angaben zur beheizten Fläche verwendet werden, oder sie wurde aus der Grundrissfläche und der Anzahl Stockwerke berechnet. Durch die Erhebung des Energieverbrauchs für Raumheizung und Warmwasser konnte der spezifische Energieverbrauch (Energieverbrauch pro beheizte Fläche) berechnet werden. Der Energieverbrauch wurde aus dem Heizölverbrauch und einem Zuschlag von 25 %, resp. 1000 kWh/Person*a, falls das Warmwasser nicht mit derselben Heizung erwärmt wird, ermittelt.

Durch Kontrollbesuche wurde die EBF bestimmt. Durch die Berechnung einer durchschnittlichen Abweichung der erhobenen EBF von der beheizten Fläche konnte ein Korrekturfaktor bestimmt werden. Mit diesem konnte aus der erhobenen beheizten Fläche die EBF abgeschätzt werden. Dies wiederum erlaubte es aus dem ermittelten Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser (siehe oben) und der abgeschätzten EBF Energiekennzahlen zu generieren.

Aufwand

Es wurden 800 bis 1000 Arbeitsstunden für die Studie benötigt. Arbeitsintensiv waren insbesondere die Vorbereitung und die Auswertung der Fragebogen.

3.2.3 Aufgetretene Schwierigkeiten

Die Erfassung der beheizten Fläche erfolgte bei dieser Untersuchung mehrheitlich durch die (privaten) EigentümerInnen. Die StudienverfasserInnen haben mit "Besuchen vor Ort" die Plausibilität der Daten überprüft und mussten hierbei feststellen, dass die Kompatibilität zur EBF gemäss SIA 180/4 nicht gegeben ist. Die erhobenen Flächen wurden deshalb mit Korrekturfaktoren von +43% bei den EFH und +57% bei den MFH korrigiert.

3.2.4 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Die Erhebung von EKZ per Fragebogen durch Laien ist aufgrund der gemachten Erfahrungen kritisch zu beurteilen. Hauptgrund sind die Unsicherheiten bei der Bestimmung der beheizten Fläche.

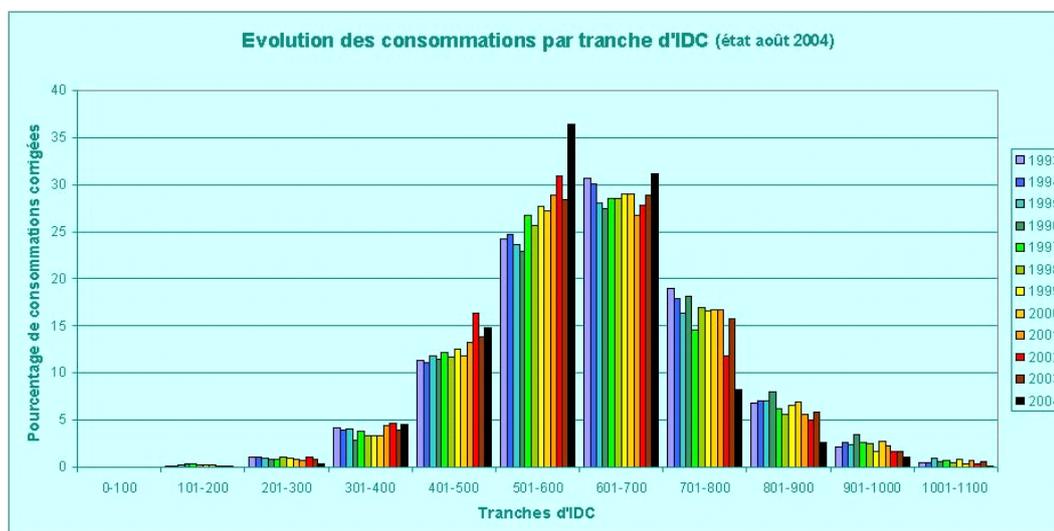
3.3 Kanton Genf

3.3.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Kanton Genf werden die GebäudeeigentümerInnen per Energiegesetz (individuelle Wärmekostenabrechnung) verpflichtet, den Energieverbrauch zu deklarieren. Seit 1993 werden so der absolute Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser und die Energiebezugsfläche von rund 10'000 Wohngebäuden (14 Mio. m² EBF) mit mehr als fünf Wärmebezüglern erfasst. Die jährlichen Erhebungen erlauben dem Kanton Genf so ein Monitoring von Energiekennzahlen.

3.3.2 Methodik

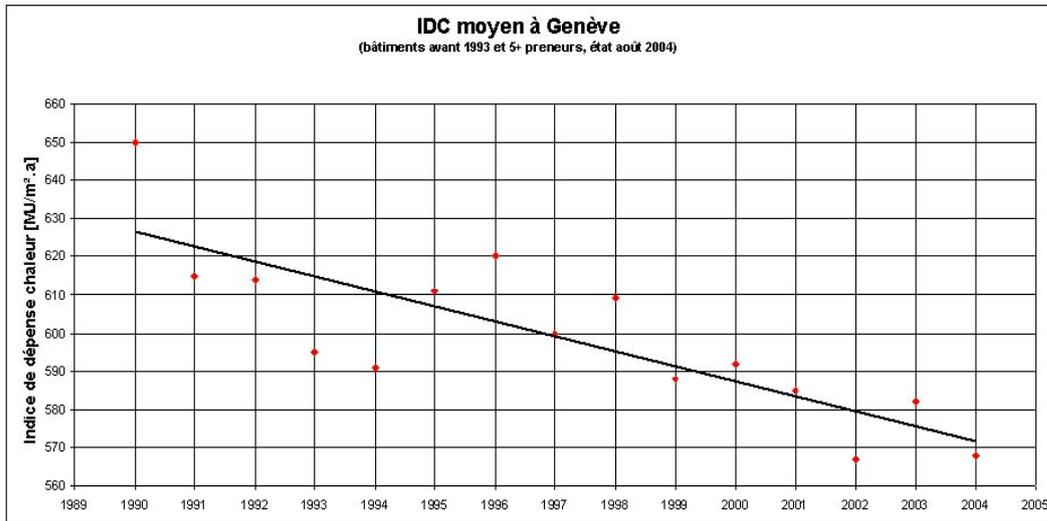
Die Energiebezugsflächen werden einmalig von Fachleuten erfasst und bei baulichen Änderungen aktualisiert. Rund 250 Konzessionäre (Planer, Installateure, etc) - die von der Eigentümerschaft entschädigt werden - erfassen jährlich online die notwendigen Daten, darunter den Energieverbrauch. Die kantonale Energiefachstelle erstellt die notwendigen Auswertungen und Plausibilitätskontrollen mit rund zwei Vollstellen. Die grössten (administrativen) Probleme konnten in den letzten Jahren behoben werden. Die verantwortlichen Personen beurteilen die Datenqualität mittlerweile als gut und sind interessiert, weitere spezifische Kennzahlen zu ermitteln.



Quelle: <http://etat.geneve.ch/dt/site/protection-environnement/energie/master-home.jsp>

Figur 3.1: Erhebung der EKZ im Kanton Genf (Indice de Dépense Chaleur)

Die Untersuchung umfasst nur Gebäude mit mehr als 5 Wärmebezügern. Der Warmwasserbedarf wird je nach Gebäudetyp als Prozentzahl des Energiebedarfes geschätzt.



Quelle: <http://etat.geneve.ch/dt/site/protection-environnement/energie/master-home.jsp>

Figur 3.2: Zeitlicher Verlauf der Ergebnisse der EKZ Erhebungen im Kanton Genf (Indice de Dépense Chaleur)

Die Ergebnisse zeigen, dass der Anteil der Bauten mit grossem Energieverbrauch laufend sinkt und auch der Mittelwert der erfassten Bauten in 15 Jahren um rund 10% gesunken ist.

3.3.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Da inzwischen Daten mit hoher Qualität erfasst werden, kann Genf mit Sicherheit, zusammen mit anderen Erhebungen, als Orientierung für zukünftige Projekte und Erhebungen dienen.

3.4 Kanton Zürich

3.4.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Bis 1998 hat der Kanton Zürich den Energieverbrauch ölbeheizter Wohngebäude jährlich erfasst und die entsprechenden Energiekennzahlen ausgewertet. Die Erfassung des Ölverbrauchs erfolgte durch die behördliche Feuerungskontrolle,

die die Daten vor Ort aus dem Tankbuch (Tankfüllungen) erfasste. Die Auswertung erfolgte zentral durch die kantonale Energie-Fachstelle. Primär aus Gründen des hohen Aufwands wurde die flächendeckende Erhebung aufgegeben. Der Kanton vertritt die Ansicht, dass die gewünschten Erkenntnisse über den realen Energiefluss im Gebäude mit wesentlich reduziertem Aufwand auch aus einem statisch relevanten Musterportfolio gewonnen werden können.

Zur Ergänzung bestehender Datenlücken wurde im Jahre 2002 eine ergänzende Untersuchung zu Energiekennzahlen von Neubauten gestartet.

3.4.2 Methodik

Für die Perioden 1991-1995 und 1996-2000 wurde auf der Grundlage des Gebäudekatasters Energiekennzahlen von öl- und gasbeheizten Wohnbauten erhoben und ausgewertet. Die EBF wird aus dem Gebäudevolumen gemäss Gebäudekataster bzw. gemäss Angaben der kommunalen Bauämter errechnet. Dazu wird das Volumen durch eine korrektive Standardhöhe von 4.2 m dividiert. Bei Begehung betroffener Objekte wurde festgestellt, dass diese Standardhöhe eher bei 3.8 m liegt.

Die Erhebung des Energieverbrauchs beruht auf einer Auswertung des Tankbüchleins, bzw. dem Gasverbrauch gemäss Angaben des betreffenden Gaswerks. Die Datenerfassung erfolgte durch die Feuerungskontrolleure. Bei Gebäuden in denen die Warmwasseraufbereitung ganz oder teilweise unabhängig vom Heizungssystem erfolgt, wurde der theoretische Energiebedarf gemäss SIA 380/1 eingerechnet.

Im Zusammenhang mit dem Aufbau eines kantonalen Gebäude- und Wohnungsregisters - abgestimmt auf die schweizerischen Vorgaben - werden seit 2001 Energiedaten aus einem Musterportfolio von derzeit 4 Gemeinden (Adliswil, Bachenbülach, Bülach, Uster) erfasst, wobei lediglich in Uster und Adliswil auch Gasverbrauchsdaten vorliegen.

Es werden folgende methodischen Korrekturen vorgenommen:

- Bauten ohne Warmwasser erhalten einen standardisierten Zuschlag
- Ausreisser (je 2% oben und unten) werden nicht berücksichtigt.
- Es wird eine Klimakorrektur vorgenommen.
- Der jährlich unterschiedliche Heizwert des Gases wird quantifiziert und korrigiert.

- Die Daten aus dem Gebäude- und Wohnungsregister werden plausibilisiert und nur gewisse Kategorien aufgenommen.
- Es werden nur Wohngebäude berücksichtigt.

3.4.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Die Voraussetzung eines Öltankbüchleins ist nicht in der ganzen Schweiz gegeben. Die Verwendung eines Musterportfolios sowie die Zusammenarbeit mit zwei Gasversorgungsunternehmen haben sich bewährt. Die Kosten sind im Vergleich zu Genf deutlich geringer.

Aufwand

Der Aufwand für die Auswertungen der Daten bei den heutigen Erhebungen beträgt je nach Qualität 10 – 20 Stellenprozent.

3.5 Kanton Graubünden

3.5.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Per Ende 2003 hat der Kanton für rund 15'000 Wohngebäude die Energiebezugsfläche und den Energieverbrauch von 1 bis 3 Jahresperioden erfasst. Die Erhebungen und Auswertungen der letzten 10 Jahre bilden einen grossen statistischen Fundus als mögliche Grundlage für ein gezieltes Monitoring.

3.5.2 Methodik

Der Kanton Graubünden erhebt periodisch Energiekennzahlen im Rahmen der behördlichen Gebäudeschätzung. Die Fachleute der kantonalen Gebäudeversicherung erfassen bei der zirka alle 10 Jahre vorgenommenen Schätzung zusätzlich vor Ort energetische Kenndaten und liefern diese an die kantonale Energiefachstelle zur Auswertung. Die EigentümerInnen erhalten einen Fragebogen zur Rückmeldung des Energieverbrauchs. Dadurch lassen sich die Energiekennzahlen ermitteln. Die aufbereiteten Ergebnisse (Energiekennzahlen regional korrigiert) werden den einzelnen Gebäudebesitzern kommuniziert; jährlich werden ca. 600 – 1000 Auswertungen versendet.

3.5.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Die Erfassung und Auswertung der Energiekennzahlen im Kanton Graubünden basiert auf einem interessanten Ansatz und könnte allenfalls auch für weitere Kantone Anwendung finden. Der Kanton selber ist unsicher ob das Modell aus Gründen der hohen Aufwendungen weiter geführt werden kann.

Gemäss telefonischer Auskunft der Energiefachstelle stehen die Daten für allfällig weitere Auswertungen Dritten nicht zur Verfügung.

3.6 Erhebung der EKZ in 13 Kantonen

3.6.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Dreizehn Kantone haben sich im Jahre 2000 an einer vergleichenden Energiekennzahl-Erhebung von Wohnbauten beteiligt. Das Ziel war die Erfassung repräsentativer Endenergie-Kennzahlen (EKZ).

3.6.2 Methodik

Die Erfassung der Energiebezugsfläche (EBF) und der Verbrauchswerte erfolgte mittels Umfrage bei über 20'000 Haushaltungen im Sinne einer Eigendeklaration. Aufgrund des Rücklaufs konnten etwa 1200 bis 2000 Gebäude ausgewertet werden. Die Auswertungen ergaben erhebliche kantonale Differenzen. Während die durchschnittliche Energiekennzahl für Raumheizung und Warmwasser im Kanton Thurgau 307 MJ/m^2 beträgt, liegt dieser Wert im Tessin bei 555 MJ/m^2 . Diese Studie hat einige methodische Fragen aufgeworfen und wurde deshalb einer Plausibilitätsanalyse unterzogen.

Im Rahmen dieser vertiefenden Analyse wurden Fallbeispiele in den Kantonen VD / TG und NE vorgenommen. Die Resultate dieser Arbeiten werden anschliessend erläutert.

3.6.3 Aufgetretene Schwierigkeiten

Ziel dieser zweiten Studie (vgl. auch Abschnitt 3.7 und Abschnitt 3.8.) war theoretisch - wie auch mittels Fallbeispielen - diese Differenzen zu erklären. Die wichtigste Erkenntnis ist, dass das Benutzerverhalten (Lüftungsgewohnheiten, Warmwasserverbrauch, Raumtemperatur) bei identischen Randbedingungen den Endenergieverbrauch um einen Faktor 4 beeinflussen kann.

Die Erhebung und Auswertung der rund 1200 Gebäude war sehr aufwendig und schwierig. Insbesondere die Angaben der Gebäudeflächen waren mit Unsicherheiten verbunden. Auch die Angaben bei Bauten mit Wärmepumpen waren nur bedingt für die Analyse verwendbar.

3.6.4 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Auch im Rahmen dieser Studie hat sich die freiwillige Befragung per Fragebogen wenig bewährt. Die Rücklaufquote betrug nur 25%, von denen nochmals knapp 50% aus Gründen der Unvollständigkeit entfielen. Ausserdem waren schlussendlich 82% der untersuchten Objekte EFH; schweizweit entspricht der Anteil der EFH an den Wohneinheiten nur 35%. Daraus lässt sich schliessen, dass es generell schwierig sein dürfte mit freiwilligen Fragebögen repräsentative Daten zu generieren.

Zudem hat sich vor allem im Rahmen der zweiten Studie gezeigt, wie schwierig es ist, bei der alleinigen Erhebung des Energieverbrauchs die Effekte von geändertem Nutzerverhalten und veränderten Gebäudeeigenschaften auseinander zu dividieren.

3.7 Kanton Neuenburg

3.7.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Anschluss an die Erhebung der EKZ in 13 Kantonen (vgl. auch Abschnitt 3.6) wurde eine weitere Studie durchgeführt mit dem Ziel die zum Teil massiven Diskrepanzen im Energieverbrauch zwischen den Kantonen zu erklären.

Dazu wurde im Kanton Neuenburg anhand einer längeren Zeitreihe untersucht, welche Wirkung eine Anpassung der Wärmedämmvorschriften (Zielwerte gemäss SIA Norm 380/1 an Stelle SIA 180/1) auf die EKZ von Neubauten hat.

3.7.2 Methodik

Untersuchungsgegenstand bildeten diejenigen Wohnbauten, für die zwischen 1998 und 2000 das Baugesuch einreicht wurde. Die Energiebezugsflächen wurden aus Baugesuchen, die von der Energiefachstelle des Kantons Neuenburg, resp. den Städten Neuenburg, La Chaux-de-Fonds und Le Locle zur Verfügung gestellt wurde ermittelt. Die Umfrage wurde mittels eines Fragebogens durchge-

führt, der an die ObjekteigentümerInnen versandt wurde. Neben dem Energieverbrauch galt auch der Erfassung des Nutzerverhaltens ein besonderes Interesse.

3.7.3 Aufgetretene Schwierigkeiten

Der Rücklauf bei den Fragebogen war mit 44.7% deutlich höher als in der ursprünglichen Studie von Wüest & Partner. Das angestrebte Spektrum konnte aber nicht vollständig aufgezeigt werden. Die Erfassung des Nutzerverhaltens hat sich als schwierig erwiesen.

3.7.4 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Diese Erhebung liefert Ideen zur Erfassung des Nutzerverhaltens und zeigt gleichzeitig Schwierigkeiten auf.

3.8 Kantone Thurgau und Waadt

3.8.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Anschluss an die Erhebung der EKZ in 13 Kantonen (vgl. auch Abschnitt 3.6) wurde in einer Fallstudie der Ursachenanalyse unterschiedlicher EKZ ein Quervergleich zwischen zwei Kantonen durchgeführt mit dem Ziel, die zum Teil massiven Unterschiede der EKZ zwischen den Kantonen zu erklären.⁵

3.8.2 Methodik

Es wurden je 30 Bauten im Kanton TG (tiefe Energiekennzahl) und dem Kanton VD (hohe Energiekennzahl) vertieft analysiert.

Die beteiligten Gemeinden wurden zufällig ausgewählt. Anschliessend wurden mit Hilfe von vorhandenen Baugesuchsunterlagen gezielt geeignete Gebäude ausgewählt, die alle entweder öl- oder gasbeheizt waren und 1999 bezogen wurden. Die Erhebung selbst wurde nach Absprache mit den Eigentümern bzw. Lie-

⁵ Dettli R., Gsponer G. (e c o n c e p t AG): Erklärung der kantonalen Unterschiede von Energiekennzahlen bei Neubauten - Vergleichende Fallstudie der Kantone Thurgau und Waadt, Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, BFE, Bern, 2003.

genschaftsverwaltungen durch lokale Fachleute im Rahmen einer Begehung vor Ort anhand eines detaillierten Fragebogens durchgeführt. Neben den technischen Fragen zum Gebäude (Haustechnik, EBF, Energieverbrauch, Gebäudehülle, etc.) wurden auch Antworten zum Benutzerverhalten und der Belegung der Wohnungen erfasst.

3.8.3 Aufgetretene Schwierigkeiten

Die Teilnahmebereitschaft im Kanton Waadt war deutlich geringer als im Kanton Thurgau, was für den Kanton Waadt Probleme bezüglich der Repräsentativität der Daten bereitet hat. Die Erhebung mit einem Besuch vor Ort ist aufwändig, die Daten aber verlässlich.

3.8.4 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Erhebungen durch Fachleute vor Ort führen in der Regel zu hochwertigen Daten, sind aber mit erheblichem Aufwand verbunden. Für ein schweizweites Monitoring ist die Methode zu aufwendig. Die Erkenntnisse, insbesondere zum Nutzerverhalten, waren sehr aufschlussreich.

Die Tabelle 7.2 im Anhang A-2 fasst die relevanten Informationen zu den kantonalen Erhebungen in einer Übersicht zusammen. Einige Wissenslücken konnten trotz mehrmaligen Nachfragen bis zum Abschluss der Vorstudie nicht geklärt werden.

3.9 Kanton Basel Land

3.9.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Anschluss an die Erhebung in 13 Kantonen (vgl. auch Abschnitt 3.6) wurde in einer Auswertung von Energienachweisen die durchschnittliche Energiekennzahl für Neubauten im Kanton Basel-Land erhoben. Ziel dieser Erhebung war ein Vergleich mit den Resultaten der empirischen Untersuchung von Wüest & Partner zwecks Plausibilisierung.

3.9.2 Methodik

Aus dem Energienachweis wurden die Energiebezugsflächen, sowie der Endenergiebedarf erfasst. Insgesamt konnten Daten von 109 Objekten den Erhebungen vergleichend gegenübergestellt werden. Es interessiert besonders der Vergleich der angegebenen Werte in der Umfrage mit den Angaben aus dem Energienachweis. Der Aufwand für die Auswertung ist verhältnismässig bescheiden.

3.9.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Diese Methode eignet sich besonders zur Plausibilisierung von Daten zu Neubauten. Durch den Fokus auf Neubauten und rechnerische Werte eignen sich Daten aus Energienachweisen jedoch nicht für ein Monitoring des Schweizerischen Gebäudeparks.

3.10 Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung (VHKA)

3.10.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Seit rund fünfzehn Jahren werden in verschiedenen Kantonen verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnungen durch private Firmen erstellt. Bei der jeweiligen Einführung von einem solchen System, werden die notwendigen Grunddaten (Flächen, installierte Leistungen, Verbraucherlisten, etc.) erfasst. Jährlich werden alsdann der Wärmeverbrauch, resp. in aller Regel nur die Wärmekosten erfasst und nach einem definierten und gemessenen Verteilschlüssel auf die einzelnen Bezüger verteilt.

Im Rahmen der Einführung der VHKA in verschiedenen Kantonen, interessierte die Entwicklung der Energiekennzahlen und es wurden einige Erfolgskontrollen gemacht um die Auswirkungen der VHKA auf den Energieverbrauch besser abschätzen zu können.

3.10.2 Methodik

Die Grunddaten (Flächen, Heizsystem, etc) werden von Fachfirmen erhoben, deshalb kann deren Qualität als gut bezeichnet werden. Anstelle der Energiebezugsfläche werden in aller Regel Netto(wohn)flächen erhoben als Grundlage für die Kostenverteilung auf die einzelnen Bezüger.

Der Energieverbrauch ist in 85% der Fälle den Abrechnungsfirmen nicht bekannt. Diese erhalten im Normalfall nur die Angaben zu den Wärmekosten vom Eigentümer oder vom Immobilienverwalter geliefert.

3.10.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Die Erhebung der EBF durch Fachleute anhand von Bauplänen oder auch von Begehungen vor Ort, liefert zuverlässige Daten.

Die Erfassung des Energieverbrauchs ist heute nicht der Normalfall obwohl im Abrechnungssystem der Verwaltung oder vom Eigentümer der Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaft bekannt ist.

3.11 Investitionsprogramm Energie 2000

3.11.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das Investitionsprogramm Energie 2000 (IP 2000) wurde im Rahmen des Konjunkturankurbelungsprogramms des Bundes von 1997 bis 1999 durchgeführt. Von Privaten konnten Fördergelder für die rationelle Energienutzung im Gebäudereich beantragt werden. Diese Fördergelder lösten ein Mehrfaches an Zusatzinvestitionen aus.

3.11.2 Methodik

Um Fördergelder zu erhalten, mussten Interessierte umfangreiche Dokumentationen über das betreffende Gebäude und ihr Vorhaben einreichen. Aus diesen Daten liessen sich unter anderem Energiekennzahlen (vor der Renovation) ermitteln. Im Anschluss an die Realisierung der bewilligten Vorhaben wurde per Fragebogen eine Nachbefragung der Investoren des IP 2000 durchgeführt.

3.11.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Die zur Verfügung stehenden Daten sind für ein Monitoring des Gebäudeparks in der Schweiz nicht geeignet, da nur Gebäude erfasst an denen bauliche Änderungen durchgeführt wurden. Die so gewonnenen Daten eignen sich aber gut, für Untersuchungen von Mechanismen zum Sanierungsverhalten und deren Wirtschaftlichkeit.

3.12 Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen

3.12.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das Gebäudeprogramm Klimarappen zielt mit Hilfe eines Fördermodells darauf ab, den fossilen Energieverbrauch von begünstigten Liegenschaften massgeblich zu reduzieren. Ähnlich dem IP 2000 soll durch Fördergelder ein Mehrfaches an energierelevanten Investitionen ausgelöst werden.

3.12.2 Methodik

Um Fördergelder zu erhalten, müssen Interessierte umfangreiche Dokumentationen über das betreffende Gebäude und ihr Vorhaben einreichen. Aus den eingereichten Unterlagen lassen sich unter anderem Energiekennzahlen ermitteln. Da das Gebäudeprogramm sich erst in der Realisierungsphase befindet, gibt es noch keine Nachuntersuchungen zur Erfolgskontrolle

3.12.3 Verwendbarkeit der Methodik für zukünftige Projekte

Wie schon beim Projekt IP2000 erwähnt, werden auch diese Daten sich für ein Monitoring des Gebäudeparks in der Schweiz nicht eignen.

3.13 Fazit aus den bisherigen Erhebungen

Aus den bisherigen Erhebungen kann folgendes Fazit gezogen werden:

- Die bisherigen Erhebungen umfassen jeweils Wohnbauten bestimmter Gebäudekategorien oder Altersgruppen. Erhebungen, welche auch Nicht-Wohnbauten oder Neu- und Altbauten einbeziehen, wurden bisher in keinem Kanton durchgeführt.
- Die bisherigen Erhebungen konzentrieren sich fast ausschliesslich auf fossile Energieträger.
- Trotz ihrer mittlerweile starken Verbreitung sind Wärmepumpen bisher in keiner grösseren Erhebung systematisch berücksichtigt worden. Es bestehen erhebliche methodische Schwierigkeiten zur Abgrenzung des Haushaltstromes von der elektrischen Antriebsenergie der Wärmepumpe.

- Eine getrennte Erhebung von EKZ für Warmwasser und EKZ für Heizung ist in keinem der Kantone gelungen.
- Die Ermittlung der Energiebezugsfläche wie auch vom Energieverbrauch bereitet Schwierigkeiten. Erhebungen mittels Fragebogen sind aufwändig und insbesondere die Plausibilisierung der erhobenen Daten benötigt Zeit.
- Der Rücklauf bei Befragungen ohne Anreize ist für eine repräsentative Auswertung zu gering. Zudem führen Befragungen zu einer Übervertretung von EFH. Ein wiederkehrendes Monitoring der gleichen Bauten dürfte mit einer freiwilligen Befragung schwierig zu erreichen sein.

4 Zur Methodik der Erhebung von EKZ

4.1 Auslegeordnung möglicher Methodiken

In einem ersten Schritt sind Ideen für mögliche Vorgehensweisen zur Erhebung von EKZ gesammelt und in einer Auslegeordnung zusammengestellt worden. Tabelle 7.3 im Anhang zeigt die Auslegeordnung der möglichen Methodiken für die Ermittlung von Energieverbrauchsdaten und Angaben zur Heizung. Aufgeführt werden nur diejenigen Variablen, die in einer Erhebung zum Monitoring des schweizerischen Gebäudeparks *notwendigerweise* enthalten sein müssen. Diese Variablen werden im Folgenden verkürzt "*Must-haves*" genannt. Tabelle 7.4 im Anhang zeigt die entsprechende Auslegeordnung für die Energiebezugsfläche, welche natürlich ebenfalls zu den Must-haves gehört.

Die in den Tabellen aufgeführten Methodiken werden grösstenteils schon in Kapitel 3 kurz beschrieben. Auf die Übrigen wird im Einzelnen in Kapitel 4.4 eingegangen.

Aus den Tabellen ist ersichtlich, dass grundsätzlich zwei mögliche Vorgehensweisen bestehen: es kann auf bestehende Daten zurückgegriffen werden oder die Daten können neu erhoben werden. Dazwischen liegt zusätzlich die Möglichkeit der Berechnung. Hierbei werden die gewünschten Informationen aus bestehenden Unterlagen (Baupläne, Baugesuche, etc.) generiert und allenfalls mit neu erhobenen Daten ergänzt.

Zu beachten ist, dass sich die Erhebung von EKZ von Gebäuden grundsätzlich aus zwei Elementen zusammensetzt: aus der Ermittlung des Energieverbrauchs und der Ermittlung der Energiebezugsfläche. Für jedes Gebäude, dass in die Erhebung eingehen soll, müssen zwar schlussendlich beide Elemente vorhanden sein und zusammengefügt werden, aber die Herangehensweise für die Gewinnung der Daten kann und wird für die beiden Elemente unterschiedlich sein.

4.2 Konzentration auf zwei Energieträger

Im Folgenden werden nur noch die Energieträger Öl und Gas für das weitere Vorgehen berücksichtigt. Dies einerseits aufgrund methodischer Schwierigkeiten, die sich beim Einbezug der übrigen Energieträger stellen, und andererseits aufgrund von Aufwandsüberlegungen.

Aus methodischen Gründen ausgeschlossen wurden:

- **Holz (6.3%)⁶**: Probleme liegen hier bei der Masseinheit des Verbrauchs (Kilo, Scheite, etc.) und bei den unterschiedlichen Brennwerten verschiedener Holzarten.
- **Wärmepumpe (2.5%)**: Der Strom für den Betrieb der Wärmepumpe wird in der Regel nicht separat abgerechnet. Somit bestehen Abgrenzungsprobleme.
- **Elektrizität (5.7%)**: Auch hier bestehen Abgrenzungsprobleme zwischen dem Stromverbrauch für die Heizung und dem sonstigen Stromverbrauch.

Bei einigen Energieträgern halten wir den zusätzlichen Erhebungsaufwand, der aus dem Einbezug eines weiteren Energieträgers entsteht, aufgrund ihrer relativen Seltenheit für nicht gerechtfertigt. Der Einbezug der folgenden Energieträger wurde deswegen aus Aufwandsüberlegungen heraus verworfen:

- **Kohle (0.05%)**: Der Anteil der Haushalte, die noch mit Kohle heizen, ist vernachlässigbar klein.
- **Sonnenkollektoren (0.04%)**: Der Anteil der Haushalte, die Sonnenkollektoren zur Warmwassererzeugung verwenden, ist vernachlässigbar klein (rund 0.04%).
- **Fernwärme (2.7%)**: Der Anteil der Haushalte, die mit Fernwärme heizen, ist relativ klein.

Mit einer Beschränkung auf Öl und Gas repräsentiert die Erhebung noch immer rund 80% des Schweizerischen Gebäudeparks. Durch die relativ langsame Erneuerung der Heizsysteme dürfte dieser Anteil auch in den nächsten Jahren weit über zwei Drittel des Gebäudeparks repräsentieren. Trotzdem sollte die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Energieträger periodisch überprüft werden, um die Aussagekraft des Monitorings sicherzustellen.

4.3 Anforderungen an die Stichprobe

Die Aussagekraft der geplanten Erhebung hängt massgeblich von Umfang und Beschaffenheit der Stichprobe ab. Indem eine geschichtete Stichprobe aus der

⁶ In Klammern jeweils der Anteil der mit dem Energieträger beheizten Haushalte im Jahr 2000. Quelle: Eidgenössische Volkszählung 2000.

Grundgesamtheit gezogen wird, kann auch mit einer *relativ* kleinen Stichprobe eine hohe Repräsentativität erreicht werden.

4.3.1 Schichtungsvariablen

Aufgrund der Beschaffenheit des Gebäudeparks bieten sich folgende Schichtungsvariablen mit entsprechenden Ausprägungen an:

	Ausprägungen	Anzahl Ausprägungen
Regionen (gemäss EnFK⁷)	Zentralschweiz (LU, UR, SZ, OW, NW, ZG)	4
	Ostschweiz (SH, TG, SG, AI, AR, GL, GR, ZH)	
	Nordwestschweiz (AG, BE, SO, BL, BS)	
	Romandie + Tessin (GE, VS, VD, NE, FR, JU, TI)	
Gebäudekategorien	EFH, MFH	2
Bauperioden	bis 1960, 1961-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010	5
Eigentumsverhältnis	BewohnerInnen sind mehrheitlich EigentümerInnen, BewohnerInnen sind mehrheitlich MieterInnen	2
Energieträger	Öl, Gas	2

Tabelle 4.1: Schichtungsvariablen und ihre Ausprägungen für die Ziehung einer geschichteten Stichprobe aus der Grundgesamtheit der reinen Wohngebäude.

Aus Tabelle 4.1 ist ersichtlich, dass sich bei einer solchen Schichtung $4 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 2 = 160$ Schichten ergeben.

4.3.2 Stichprobenumfang

Wir schlagen vor die Anzahl Gebäude pro Schicht so zu wählen, dass *Aussagen über einzelne Schichten und Vergleiche zwischen den einzelnen Schichten möglich sind*. Um Vertrauensintervalle für die durchschnittlichen Energiekennzahlen der einzelnen Schichten zu bilden und Mittelwertvergleiche zwischen den Schichten durchzuführen, sollten pro Schicht mindestens 30 Gebäude erhoben wer-

⁷ Energiefachstellenkonferenzen

den.⁸ Soll nur eine EKZ über alle oder mehrere Schichten hinweg berechnet werden, können pro Schicht weniger Gebäude erhoben werden.

Aus 160 Schichten resultiert bei 30 Gebäuden pro Schicht ein gewünschter Stichprobenumfang von ca. 4'800 Gebäuden. Hierbei gilt allerdings zu beachten, dass einerseits bei keiner Erhebung alle Daten verwertbar sind und andererseits im Falle der Verwendung eines Fragebogens aufgrund bisheriger Erfahrungen mit eher geringen Rücklaufquoten zu rechnen ist (vgl. auch Kapitel 3.6). Dies bedeutet, dass die Stichprobe *anfänglich* nochmals deutlich grösser sein muss.

4.3.3 Angestrebte Repräsentativität

Ziel ist die Erhebung von Energiekennzahlen von Wohngebäuden, die Aussagen über den Gebäudepark der Schweiz als Ganzes zulassen. Ziel ist nicht eine Erhebung zu schaffen, die eine Analyse eines einzelnen *kantonalen* Gebäudeparks ermöglicht. Dazu wäre eine massiv grössere Anzahl Gebäude als oben vorgeschlagen notwendig. Bei der Wahl der Methodik soll allerdings darauf geachtet werden, dass die Erhebung bei Bedarf in ihrem Umfang ausgeweitet werden kann, für den Fall, dass einzelne Kantone für sich mit der gleichen Methodik detailliertere Analysen ihres kantonalen Gebäudeparks vornehmen möchten.

4.3.4 Gewichtungsfaktoren

Wird aus dem Gebäudepark eine geschichtete Stichprobe mit gleich grossen Schichten gezogen, sind mit Sicherheit gewisse Gebäudekategorien (d.h. gewisse Schichten) im Vergleich zur Grundgesamtheit über- oder unterrepräsentiert. Um Mittelwerte über mehrere Schichten oder über das ganze Sample hinweg zu berechnen, müssen deswegen die Daten gewichtet werden. Folglich ist es notwendig, die Daten mit Gewichtungsfaktoren zu ergänzen. Diese lassen sich aus dem GWR ermitteln.

⁸ Faustregel: Die Erhebung von mehr als 30 Ausprägungen eines Merkmals ($n > 30$) erlaubt Annahme einer approximativen Normalverteilung. Dies gilt für Merkmale, deren Ausprägungen sich aus dem Zusammenwirken von vielen kleinen Effekten ergeben.

4.4 Mögliche Methodiken: Konsolidierung der Auswahl

4.4.1 Verworfenne Methodiken: Kriterium "Must-haves"

Methodiken, die sich nicht zur Erhebung der *Must-haves*⁹ eignen, können bereits in einer ersten Vorauswahl aussortiert werden. Vor allem bei Methodiken, die bestehende Datenquellen nutzen, gilt zu beachten, dass die Daten für die Schweiz, oder zumindest für einen sehr grossen Teil der Schweiz, repräsentativ sein sollten.

Tabelle 7.3 und Tabelle 7.4 im Anhang zeigen die Auslegeordnung der möglichen Methodiken zur Erhebung oder Ermittlung der Must-haves, deren Anwendbarkeit für die Erhebung von EKZ von Wohnbauten im Rahmen dieser Studie abgeklärt wird. Einige Datenquellen oder Erhebungsmethodiken mussten bereits relativ schnell aus verschiedensten Gründen wieder verworfen werden. Diese werden im Folgenden aufgelistet, zusammen mit den Gründen, die jeweils dafür ausschlaggebend sind, den entsprechenden Ansatz nicht weiter zu verfolgen:

a) Kantonale Erhebungen und Erhebung 13 Kantone

Durch die grossen Unterschiede bzgl. der gewählten Methodiken, der betrachteten Energieträger und der betrachteten Zeiträume ist es unmöglich anhand der kantonalen Erhebungen Aussagen für die ganze Schweiz zu machen oder gar die Datensätze zusammenzufassen.

b) VHKA

Die VHKA ist nur in wenigen Kantonen gesetzlich vorgeschrieben. Sie wird bei ca. 40% der MFH und tendenziell bei neueren Bauten angewendet. Zudem wird sie von privaten Anbietern durchgeführt. Dies führt dazu, dass eine breite - aber heterogene - Datenbasis zur Verfügung steht

c) Investitionsprogramm Energie 2000

Das Investitionsprogramm umfasst zwar grundsätzlich rund 2'200 unterschiedlichste Gebäude, diese wurden aber alle im Rahmen des Programms Ende der 90er Jahre saniert. Folglich stellt es für ein Monitoring der Entwicklung des Energieverbrauchs des Gebäudeparks keine repräsentative Datengrundlage dar.

⁹ Zur Erinnerung: Variablen, die im Rahmen eines Energieeffizienzmonitoring für Gebäude notwendigerweise erhoben werden müssen.

d) Gebäudeprogramm Stiftung Klimarappen

Hier gelten dieselben Überlegungen wie zum Investitionsprogramm Energie 2000.

e) Energienachweis Baugesuch

Diese Methode kann nur für Neubauten und neuere Bauten verwendet werden wo in aller Regel zusammen mit dem Baugesuch auch der Energie-Nachweis der Behörde einzureichen ist. Aus dem berechneten Heizwärmebedarf (Nettoenergiebedarf) und dem geschätzten Nutzungsgrad vom Wärmeerzeugungssystem wird der Endenergieverbrauch berechnet.

f) Vorgehen analog zu dena¹⁰ Kurzverfahren

Zur Erhebung der Daten für den geplanten deutschen Gebäudeenergieausweis hat die dena ein Kurzverfahren entwickelt, wobei der Energiebedarf mit Hilfe standardisierter U-Werte für Bauteile anhand eines Fragebogens und der Baupläne berechnet wird. Nur bei Bedarf erfolgt noch eine Datenaufnahme vor Ort. Die Berechnung des Energiebedarfes ist allerdings vor allem für ältere Gebäude aufwändig. So lange diese Daten nicht im Rahmen eines schweizerischen Gebäudeenergiepasses sowieso erhoben werden, schätzen wir den Aufwand für einen Stichprobenumfang von rund 4'800 bis 7'200 Gebäuden als eher zu hoch ein.¹¹

Zudem wird in der EU zurzeit im Rahmen des Projektes DATAMINE¹² abgeklärt, inwiefern Daten, die für Gebäudeenergieausweise erhoben werden, als Datenquelle für ein Energieeffizienzmonitoring des Gebäudeparks genutzt werden können. In 12 europäischen Ländern sind Pilotprojekte geplant. Ähnliches wäre grundsätzlich auch für die Schweiz denkbar. Wir halten es deswegen nicht für sinnvoll parallel zur Planung und Einführung eines schweizerischen Gebäudeenergieausweises eine Methodik für ein Panel vorzuschlagen, welche in Aufwand und Vorgehen der in Deutschland gewählten Methodik für den Gebäudeenergieausweis gleichkommt.

¹⁰ Deutsche Energie Agentur. Siehe auch www.gebaeudeenergiepass.de.

¹¹ Überschlagsrechnung: durchschnittlich ca. 4 h pro Gebäude, Stundensatz 150 CHF, 4'800 Gebäude => 2'880'000 allein für die Erhebung der Gebäudedaten.

¹² Siehe www.iwu.de.

g) Durch Fachleute vor Ort: Tankbüchlein

Die im Kanton Zürich verwendete Methode der Erhebung des Energieverbrauchs bei ölbeheizten Gebäuden mittels der Einsicht des Tankbüchleins durch Fachleute von der amtlichen Feuerungskontrolle ist nicht in der ganzen Schweiz anwendbar, da das Tankbüchlein nicht überall geführt wird. Auch in Zürich wird es nicht mehr obligatorisch geführt, sondern nur noch zum Zweck der kantonalen (partiellen) Energieverbrauchserhebung.

h) Heizölverbrauchserhebung der Carbura¹³

Im Auftrag der Carbura werden ca. alle 3 Jahre für ölbeheizte Gebäude Ölverbrauch und Tankbestände in einer repräsentativen Stichprobenerhebung (1'000 - 1'500 Gebäude) erfasst. Dies geschieht zum Zweck der Kalibrierung und Plausibilisierung des internen Verbrauchsmodells der Carbura (Modell auf aggregierter Ebene). Die Daten stehen für eine Weitergabe nicht zur Verfügung und sind wahrscheinlich auch nicht für eine Weiterverwendung geeignet.

i) Wüest & Partner: Modell Gebäudepark

Wüest & Partner führt ein Modell des Gebäudeparks, mit Hilfe dessen die Entwicklung des schweizerischen Gesamtbestandes an Energiebezugsflächen für verschiedene Gebäudetypen dargestellt und prognostiziert werden kann. Wüest & Partner verfügt über keine Daten zu Energiebezugsflächen von einzelnen Gebäuden. Als Input für das Modell dienen auf Gemeindeebene aggregierte EBF-Bestände.

4.4.2 Verbleibende Methodiken

Viele der in Tabelle 7.3 und in Tabelle 7.4 aufgeführten Methodiken bzw. Datenquellen haben sich bereits in einer ersten, oberflächlichen Analyse als ungeeignet erwiesen (vgl. Kapitel 4.4.1). Tabelle 4.2 stellt nun die verbleibenden Methodiken dar, welche sich grundsätzlich für die Erhebung der Must-haves eignen.

¹³ Die Carbura wäre grundsätzlich daran interessiert in Zukunft auf Ölverbrauchsdaten, welche im Rahmen eines Monitoring des Gebäudeparks erhoben werden, zuzugreifen und die für sie zusätzlich relevanten Variablen ebenfalls im Rahmen dieses Monitoring erheben zu lassen. (Kontaktperson: Walter Baumgartner.)

Methodiken / Datenquellen: Verbleibende Methodiken				
	Bestehende Daten verwenden			Neu erheben
	GWR	Gasversorger, Fernwärmeversorger	Kantonale Gebäudeversicherungen	Befragung von Hauseigentümern und Vertretern
Energieverbrauch / Energiebedarf		ja		machbar
Heizungsart (Zentral, Etage, Einzelofen)	ja			machbar
Energieträger für Heizung	ja	ja		machbar
Wird mit der Heizung auch Warmwasser erzeugt? (Ersichtlichkeit)	nein			machbar
EBF (bzw. Gebäudedaten als Grundlage zur Berechnung von EBF)	ja : Wohnungsflächen Erwartete Genauigkeit: mittel		ja: Gebäudevolumen Erwartete Genauigkeit: hoch	kritisch Erwartete Genauigkeit: gering

Tabelle 4.2: Verbleibende Methodiken für die Erhebung von EKZ von Wohnbauten

In Kapitel 4.5 werden konkrete Varianten zur Erhebung von EKZ von Wohnbauten vorgeschlagen. Dabei werden die verbleibenden Methodiken detaillierter betrachtet.

4.4.3 Eignung der verbleibenden Methodiken für die "Nice to have"

Die im Kapitel 4.4.1 ausgeschlossenen Methodiken werden hier nicht weiter diskutiert. Die verbleibenden Methodiken werden im Folgenden auf ihre Eignung zur Erhebung der "Nice-to-haves" geprüft. Der Einbezug dieser Variablen in die Erhebung ist zwar wünschenswert, ist aber abhängig von Machbarkeit und entsprechendem Aufwand. Trotzdem gehen wir davon aus, dass jede in Frage kommende Methodik auch danach bewertet werden sollte, ob es zumindest möglich ist, zu einem späteren Zeitpunkt eine Erhebung auch auf diese hier als optional eingestuften Variablen auszuweiten.

Tabelle 4.3 zeigt die Eignung für die verbleibenden Methodiken zur Erhebung der Nice-to-haves.

Methodiken / Datenquellen: "Nice-to-haves"				
	Bestehende Daten verwenden			Neu erheben
	GWR	Gas- und Fernwärmeverorgungsunternehmen	Kantonale Gebäudeversicherungen	Befragung von Hauseigentümern und Vertretern
Energieverbrauch / Energiebedarf für Warmwasser separat	nein	nein	nein	machbar
Energieträger für Warmwasser	ja (Merkmalskategorie B)	nein	nein	machbar
Rennovationsperiode	teilweise vorhanden (Merkmalskategorie C)	nein	ja	machbar
Rennovationsmassnahmen	nein	nein	nein	machbar
Anzahl NutzerInnen	nein	nein	nein	EFH: machbar MFH: Befragung müsste sich an Bewohner richten
NutzerInnenverhalten	nein	nein	nein	EFH: machbar MFH: Befragung müsste sich an Bewohner richten
Wasserverbrauch als Indikator für Nutzerverhalten	nein	nein	nein	machbar
Stromverbrauch	nein	nein	nein	EFH: machbar MFH: Befragung müsste sich an Bewohner richten

Tabelle 4.3: Eignung der verbleibenden Methodiken für die Erhebung der Nice-to-haves

Aus Tabelle 4.3 ist deutlich erkennbar, dass sich für die Erhebung der meisten Nice-to-haves nur die Befragung eignet. Ausserdem müssen zur Erhebung der Variablen *Anzahl NutzerInnen*, *NutzerInnenverhalten* und *Stromverbrauch*, im Gegensatz zu allen übrigen Variablen, die effektiven BewohnerInnen und nicht die EigentümerInnen befragt werden. Diese stimmen aber vor allem bei Mehrfamilienhäusern mehrheitlich nicht miteinander überein.

4.5 Mögliche konkrete Varianten

In Kapitel 4.5 werden konkrete Varianten zur Erhebung von repräsentativen Energiekennzahlen von Wohnbauten dargestellt. Betrachtet werden hier nur noch die Energieträger Öl und Gas und die in Kapitel 4.4.2 dargestellten verbleibenden Methodiken. Kritische Punkte bei der praktischen Durchführung der Erhebung sind der Zugang zu den Adresdaten der Gebäudeeigentümer und die Verknüpfung von Daten verschiedener Quellen. Zentral für die Erhebung sind die Variablen *EBF* und *Energieverbrauch*. An diesen Variablen orientiert sich die Darstellung der möglichen konkreten Varianten.

Bei der EBF ist zu beachten, dass in den möglichen Datenquellen nicht die EBF selbst, sondern nur Flächen- oder Volumenangaben vorhanden sind, aus denen die EBF abgeleitet werden muss.

Aus Tabelle 4.2 in Abschnitt 4.4.2 wird deutlich, dass nur zwei Möglichkeiten zu Ermittlung der EBF aus bestehenden Daten existieren: die Verwendung von GWR-Daten oder die Verwendung von Daten der Kantonalen Gebäudeversicherung. Hinzu kommt die Möglichkeit der Neuerhebung.

Eine Neuerhebung der Flächen durch eine Befragung sehen wir aufgrund der in den kantonalen Erhebungen gemachten Erfahrungen immer noch als kritisch an. Die Flächendaten im GWR gehen allerdings grundsätzlich ebenfalls auf eine Fragebogenerhebung zurück, nämlich auf den Gebäudefragebogen der Eidgenössischen Volkszählung 2000. Ob die damit erfassten Flächen genügend genau sind, kann nur empirisch gezeigt werden (vgl. Kapitel 5).

Es bestehen also drei mögliche Varianten zur **Ermittlung der EBF**:

- EBF-Variante GWR
- EBF-Variante kantonale Gebäudeversicherung
- EBF-Variante Befragung

Für die **Erhebung des Energieverbrauchs** existieren nur zwei mögliche Varianten (vgl. auch nochmals Tabelle 4.2):

- Energieverbrauch-Variante Befragung: Öl und Gasverbrauch werden per Befragung erhoben.

- Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger": Der Ölverbrauch wird per Befragung erhoben, der Gasverbrauch über die Gasversorgungsunternehmungen.

Wir schlagen vor, die Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger" zu wählen, da zu erwarten ist, dass die Qualität der Gasverbrauchsdaten sehr viel höher ist, wenn sie von den Gasversorgern geliefert werden, als wenn sie durch Befragungen der Hauseigentümer erhoben werden.

Im Folgenden werden deswegen nur drei Varianten dargestellt, die jeweils eine Kombination aus der Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger" und einer der drei EBF-Varianten darstellen.

4.5.1 Variante I: EBF-Variante GWR und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger"

a) Grundgesamtheit

Idealerweise würde man einfach eine geschichtete Zufallsstichprobe aus der Grundgesamtheit der im GWR vorhandenen Wohngebäude ziehen. Hier gibt es allerdings 2 Probleme:

- Das GWR enthält keine Angaben zu den Gebäudeeigentümern oder Vertretern und die GWR-Daten lassen sich leider nicht auf einfache Art mit den Adressdateien der Eigentümer verknüpfen.
- Es gibt in der Schweiz ca. 100 Gasversorgungsunternehmen. Ziel ist, die Grundgesamtheit so einzuschränken, dass nur eine deutlich kleinere Anzahl von Gasversorgern für die Kooperation bei der geplanten Erhebung gewonnen werden muss.

Folglich ist es sinnvoll, zuerst eine Auswahl von ca. 10 - 20 Gemeinden pro Region zu treffen. Von denen sollte, je nach Region, ein bestimmter Anteil erdgasversorgt sein.¹⁴ Die Auswahl wird auch davon abhängen, welche Gemeinden und Erdgasversorger kooperationsbereit sind. Ausserdem ist entscheidend, dass bei den Gemeinden ein elektronisches Register mit Gebäuden, Gebäudeadressen und den Adressen der Eigentümer vorhanden ist. (Dies ist zumindest bei einem Teil der Gemeinden der Fall) Diese Register aus den Gemeinden werden

¹⁴ Schweizweit sind ca. 850 von 2800 Gemeinden erdgasversorgt, aber es bestehen grosse regionale Unterschiede.

zusammengefasst und bilden die Grundgesamtheit für die Ziehung der Stichprobe.

Alternativ könnten Eigentümeradressen z.B. auch über die Hauseigentümerverbände gewonnen werden. Dies würde aber eine zusätzliche Einschränkung der Grundgesamtheit mit sich bringen.

b) Verknüpfung der Adressdaten der Eigentümer mit dem GWR

Die Daten aus den Gemeinden müssen mit den GWR-Daten verknüpft werden. Dies kann über die Gebäudeadresse gemacht werden. Je nach dem, wieviel "Handarbeit" dabei zu leisten ist, kann dies vor oder nach Ziehung der Stichprobe erfolgen.

c) Ziehung der Stichprobe

Vorgabe ist, pro Schicht (vgl. Abschnitt 4.3.1) 30 Gebäude zu ziehen. Sind die Adressdaten der Eigentümer und die GWR-Daten bereits verknüpft, kann gezielt eine bestimmte Anzahl Gebäude pro Schicht gezogen werden, wobei Erfahrungswerte bezüglich Rücklaufquoten bei Befragungen zu berücksichtigen sind. Werden die Daten später verknüpft und die Stichprobe vollkommen zufällig gezogen, muss die Stichprobe grösser sein, um schlussendlich doch 30 Gebäude pro Schicht zu haben.

d) Erhebung der Gasverbrauchsdaten

Die Gasverbrauchsdaten werden von den Gasversorgungsunternehmen bezogen und müssen wiederum über die Gebäudeadressen mit den übrigen Daten verknüpft werden.

e) Erhebung des Ölverbrauchs und der übrigen Variablen

Es werden Befragungen durchgeführt, um den Ölverbrauch bei den ölbeheizten Gebäuden und die übrigen Variablen bei allen Gebäuden zu erheben.

Bei MFH richtet sich die Befragung in jedem Fall an die Eigentümer. Bei EFH können auch die Bewohner, die meistens, aber nicht immer mit den Eigentümern identisch sind, befragt werden.

f) Ergänzung der Daten mit Gewichtungsfaktoren aus dem GWR

Bei einer so durchgeführten Erhebung sind mit Sicherheit gewisse Gebäudekategorien im Vergleich zur Grundgesamtheit des Schweizerischen Gebäudeparks über- oder unterrepräsentiert. Dem lässt sich mit Gewichtungsfaktoren, die aus dem GWR ermittelt werden, Rechnung tragen. (Vgl. Abschnitt 4.3.4.)

g) Mögliche Erweiterung

Als mögliche Erweiterung: Erhebung der "Nice-to-haves". Dazu ist eine zusätzliche Befragung der MieterInnen der MFH notwendig.

Tabelle 4.4 fasst nochmals die zu erhebenden Variablen und die entsprechenden Datenquellen zusammen.

EBF-Variante GWR und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger": Datenquellen und Erhebungsmethodiken				
Variablen	GWR	Gasversorgungsunternehmen	aus Befragung:	
			Eigentümer / Vertreter	Bewohner/ Mieter
Basisvariante:				
EBF	EFH/MFH			
Heizungsart	EFH/MFH		EFH/MFH	EFH
Energieträger Heizung	EFH/MFH		EFH/MFH	EFH
Energieträger Warmwasser	EFH/MFH		EFH/MFH	EFH
Rennovationsperiode	EFH/MFH		EFH/MFH	EFH
Energieverbrauch Öl			EFH/MFH	EFH
Energieverbrauch Gas		EFH/MFH		
Erweiterung 1 :				
Energieverbrauch Warmwasser separat			EFH/MFH	EFH
Rennovationsmassnahmen			EFH/MFH	
Erweiterung 2 :				
Wasserverbrauch (als Indikator für Benutzerverhalten)			EFH	MFH
Anzahl Nutzer			EFH	MFH
Nutzerverhalten			EFH	MFH
Stromverbrauch			EFH	MFH

Tabelle 4.4: EBF-Variante GWR und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger". EFH: der entsprechende Energieträger kann/soll bei EFH mit der entsprechenden Methodik erhoben werden. MFH: der entsprechende Energieträger kann/soll bei MFH mit der entsprechenden Methodik erhoben werden.

4.5.2 Variante II: EBF-Variante Kantonale Gebäudeversicherung und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger"

In sieben Kantonen gibt es keine kantonalen Gebäudeversicherungen: UR, SZ, OW, VS, GE, TI, AI. Eine Erhebung, welche zur Ermittlung der EBF die Daten der kantonalen Gebäudeversicherungen verwendet, ist folglich nur für einen Teil der Schweiz repräsentativ. Trotzdem wird diese Variante hier aufgeführt, da die Gebäudevolumendaten (oder allenfalls Flächendaten) der kantonalen Gebäudeversicherungen mit hoher Wahrscheinlichkeit genauer und verlässlicher sind als die im GWR enthaltenen Flächendaten.

Hinzu kommt, dass in den Datensätzen der Gebäudeversicherungen bereits die Eigentümer vorhanden sind; sie müssen nicht mühsam über die Gemeinden oder andere Quellen ermittelt werden.

a) Grundgesamtheit und Stichprobe

Um nicht zu viele Gasversorger anfragen zu müssen, findet wiederum zuerst eine Auswahl von 10 - 20 Gemeinden statt, von denen, je nach Region, ein bestimmter Anteil erdgasversorgt sein sollte. Als Grundgesamtheit dienen die Daten der kantonalen Gebäudeversicherung der ausgewählten Gemeinden. Hier sind die Adressen der Eigentümer oder Vertreter vorhanden. Auch Baujahr und Gebäudekategorie sollten vorhanden sein.¹⁵ Die Datensätze aus den verschiedenen Kantonen müssen verknüpft werden. Dann wird eine geschichtete Stichprobe gemäss Abschnitt 4.3 gezogen.

b) Optionale Verknüpfung mit den GWR-Daten

Die Daten können optional über die Variable Adresse mit den GWR-Daten verknüpft werden.

c) Erhebung der Gasverbrauchsdaten

Die Gasverbrauchsdaten werden von den Gasversorgungsunternehmen bezogen und müssen über die Gebäudeadressen mit den übrigen Daten verknüpft werden.

¹⁵ Erste Abklärungen haben bisher nur mit der Gebäudeversicherung des Kantons Zürich stattgefunden.

d) Erhebung des Ölverbrauchs und der übrigen Variablen

Es werden Befragungen durchgeführt, um den Ölverbrauch bei den ölbeheizten Gebäuden und die übrigen Variablen bei allen Gebäuden zu erheben. Bei MFH richtet sich die Befragung in jedem Fall an die Eigentümer. Bei EFH können auch die Bewohner, die meistens, aber nicht immer mit den Eigentümern identisch sind, befragt werden.

e) Ergänzung der Daten mit Gewichtungsfaktoren aus dem GWR

Bei einer so durchgeführten Erhebung sind mit Sicherheit gewisse Gebäudekategorien im Vergleich zur Grundgesamtheit des Schweizerischen Gebäudeparks über- oder unterrepräsentiert. Dem lässt sich mit Gewichtungsfaktoren, die aus dem GWR ermittelt werden, Rechnung tragen. (Vgl. Abschnitt 4.3.4.)

f) Mögliche Erweiterung

Als mögliche Erweiterung: Erhebung der "Nice-to-haves". Dazu ist eine zusätzliche Befragung der MieterInnen der MFH notwendig.

Tabelle 4.5 fasst nochmals die zu erhebenden Variablen und die entsprechenden Datenquellen zusammen.

Variante II: EBF-Variante Kantonale Gebäudeversicherung und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger": Datenquellen und Erhebungsmethodiken					
Variablen	Kantonale Gebäudeversicherungen	Gasversorgungsunternehmen	aus Befragung:		Optional: GWR
			Eigentümer / Vertreter	Bewohner/ Mieter	
Basisvariante:					
EBF	EFH/MFH				
Heizungsart			EFH/MFH	EFH	EFH/MFH
Energieträger Heizung			EFH/MFH	EFH	EFH/MFH
Energieträger Warmwasser			EFH/MFH	EFH	EFH/MFH
Rennovationsperiode			EFH/MFH	EFH	EFH/MFH
Energieverbrauch Öl			EFH/MFH	EFH	
Energieverbrauch Gas		EFH/MFH			
Erweiterung 1 :					
Energieverbrauch Warmwasser separat			EFH/MFH	EFH	
Rennovationsmassnahmen			EFH/MFH		
Erweiterung 2 :					
Wasserverbrauch (als Indikator für Benutzerverhalten)			EFH	MFH	
Anzahl Nutzer			EFH	MFH	
Nutzerverhalten			EFH	MFH	
Stromverbrauch			EFH	MFH	

Tabelle 4.5: EBF-Variante Kantonale Gebäudeversicherungen und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger". EFH: der entsprechende Energieträger kann/soll bei EFH mit der entsprechenden Methodik erhoben werden. MFH: der entsprechende Energieträger kann/soll bei MFH mit der entsprechenden Methodik erhoben werden.

4.5.3 Variante III: EBF-Variante Befragung und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger"

Sollte es bei der Verknüpfung der verschiedenen Datensätze bei den in Abschnitt 4.5.1 und Abschnitt 4.5.2 vorgestellten Varianten unüberwindbare Schwierigkeiten geben, kann diese Variante als Alternative verwendet werden. Andere Vorteile gegenüber den anderen beiden Varianten hat sie nicht. Da wir eine Neuerhebung der EBF als sehr aufwendig einschätzen, ist diese Variante die am wenigsten favorisierte.

Variante III enthält keine optionale Verknüpfung mit dem GWR, da wir davon ausgehen, dass sie nur dann Anwendung findet, wenn sich die Verknüpfung von Daten aus den Gemeinderegistern mit GWR-Daten als zu aufwendig erweist.

a) Grundgesamtheit und Stichprobe

Um nicht zu viele Gasversorger anfragen zu müssen, findet wiederum zuerst eine Auswahl von 10 - 20 Gemeinden statt, von denen, je nach Region, ein bestimmter Anteil erdgasversorgt sein sollte. Die Adressdaten der Gebäudeeigentümer werden wie in Variante I über die Gemeinderegister erhoben und verknüpft. (Kooperationsbereitschaft der Gemeinden ist wiederum Voraussetzung.) Dann wird eine geschichtete Stichprobe gemäss Abschnitt 4.3 gezogen.

b) Erhebung der Gasverbrauchsdaten

Die Gasverbrauchsdaten werden von den Gasversorgern bezogen und müssen über die Gebäudeadressen mit den übrigen Daten verknüpft werden.

c) Erhebung des Ölverbrauchs und der übrigen Variablen

Es werden telephonische oder schriftliche Befragungen durchgeführt, um den Ölverbrauch bei den ölbeheizten Gebäuden und die übrigen Variablen bei allen Gebäuden zu erheben. Bei MFH richtet sich die Befragung in jedem Fall an die Eigentümer. Bei EFH können auch die Bewohner, die meistens, aber nicht immer mit den Eigentümern identisch sind, befragt werden.

d) Ergänzung der Daten mit Gewichtungsfaktoren aus dem GWR

Bei einer so durchgeführten Erhebung sind mit Sicherheit gewisse Gebäudekategorien im Vergleich zur Grundgesamtheit des Schweizerischen Gebäudeparks über- oder unterrepräsentiert. Dem lässt sich mit Gewichtungsfaktoren, die aus dem GWR ermittelt werden, Rechnung tragen. (Vgl. Abschnitt 4.3.4.)

e) Mögliche Erweiterung

Als mögliche Erweiterung: Erhebung der "Nice-to-haves". Dazu ist eine zusätzliche Befragung der MieterInnen der MFH notwendig.

Tabelle 4.6 fasst nochmals die zu erhebenden Variablen und die entsprechenden Datenquellen zusammen.

EBF-Variante GWR und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger": Datenquellen und Erhebungsmethodiken			
Variablen	Gasversorgungsunternehmen	aus Befragung:	
		Eigentümer / Vertreter	Bewohner/ Mieter
Basisvariante:			
EBF		EFH/MFH	EFH
Heizungsart		EFH/MFH	EFH
Energieträger Heizung		EFH/MFH	EFH
Energieträger Warmwasser		EFH/MFH	EFH
Rennovationsperiode		EFH/MFH	EFH
Energieverbrauch Öl		EFH/MFH	EFH
Energieverbrauch Gas	EFH/MFH		
Erweiterung 1 :			
Energieverbrauch Warmwasser separat		EFH/MFH	EFH
Rennovationsmassnahmen		EFH/MFH	
Erweiterung 2 :			
Wasserverbrauch (als Indikator für Benutzerverhalten)		EFH	MFH
Anzahl Nutzer		EFH	MFH
Nutzerverhalten		EFH	MFH
Stromverbrauch		EFH	MFH

Tabelle 4.6: EBF-Variante Kantonale Befragung und Energieverbrauch-Variante "Befragung und Gasversorger". EFH: der entsprechende Energieträger kann/soll bei EFH mit der entsprechenden Methodik erhoben werden. MFH: der entsprechende Energieträger kann/soll bei MFH mit der entsprechenden Methodik erhoben werden.

4.6 Empfehlung

4.6.1 Empfehlung für die kurzfristige Umsetzung

Wir geben der Variante I gegenüber den Varianten II und III grundsätzlich den Vorzug. Gründe sind die Folgenden:

- Die Variante II kann auch in Zukunft nicht zu einer für die ganze Schweiz repräsentativen Erhebung ausgebaut werden. Wir betrachten dies als grosses Manko.
- Die Variante III ist den beiden übrigen Varianten unterlegen. Sie ist nicht an das GWR angebunden. Zudem werden die EBF mittels Befragung erhoben, was sich in der Vergangenheit als eher problematisch erwiesen hat.

Wir empfehlen im weiteren Vorgehen die Durchführbarkeit der Variante I genauer zu prüfen und allenfalls eine Probeerhebung durchzuführen. Konkret muss die Qualität der Flächenangaben überprüft werden. Zudem muss geprüft werden, ob sich die Datensätze wie beabsichtigt verknüpfen lassen, ohne dass ein unverhältnismässig grosser Aufwand entsteht.

4.6.2 Empfehlung für die langfristige Umsetzung

Aus unserer Sicht sollte darüber nachgedacht werden, zu einem späteren Zeitpunkt die Daten, die für einen allfälligen schweizerischen Gebäudeenergieausweis erhoben werden, in eine Datenbank einzuspeisen. Diese könnte entweder selbst als Monitoring des Schweizerischen Gebäudeparks geführt werden, oder als sehr verlässliche Quelle für Energiebezugsflächen dienen. Zu beachten ist dabei allerdings, dass noch nicht klar ist, ob der Gebäudeenergieausweis effektive Verbrauchsdaten oder Angaben zum theoretischen Energiebedarf beinhalten wird

5 Analysen zur Verwendbarkeit der GWR-basierten EBF

5.1 Methodik zur Ermittlung der EBF aus dem GWR

5.1.1 Definition der EBF gem. SIA 416/1 (Ausgabe 2007)

Die Energiebezugsfläche A_E ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen A_{GF} , die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist (vgl. A-6.1).

5.1.2 Methodik für die GWR-basierten EBF

Als Grundlage zur Ermittlung einer GWR-basierten EBF kann nur eine Variable verwendet werden, welche schweizweit für genügend Gebäude und über alle Bauperioden und Kantone hinweg zur Verfügung steht. Aus diesem Grund kommt einzig die Variable Wohnungsfläche in Frage. Für die Variable Gebäudefläche sind deutlich zu viele fehlende Werte vorhanden.

Um aus den *Wohnungsflächen* eine GWR-basierte EBF für *Gebäude* zu generieren, wurden die Wohnungsflächen jeweils pro Gebäude aggregiert. Dabei wurden diejenigen Gebäude aussortiert, welche für eine oder mehrere Wohnungen fehlende Werte aufweisen.

Die im GWR enthaltenen Wohnungsflächen wurden per Fragebogen erhoben, welcher an die Hauseigentümer verschickt wurde. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass die Wohnungsflächen den Nettogeschossflächen entsprechen, welche wiederum den tatsächlich nutzbaren Fläche bzw. den vermietbaren Flächen entsprechen. Bei MFH werden sind darin beheizte Keller-, Gemeinschafts-, und Verkehrsräume nicht enthalten. Bei reinen Wohnbauten entspricht die EBF jedoch allen ober- oder unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. Aus diesem Grund werden die im GWR erfassten

Nettogeschossflächen bei EFH mit einem Faktor 1.15 und bei MFH mit einem Faktor 1.2 korrigiert.¹⁶

Tabelle 2.1 fasst das Vorgehen zur Ermittlung der GWR-basierten EBF (EBF_{GWR}) nochmals zusammen.

Haustyp	Formel für GWR-basierte EBF	Bemerkung
EFH	1.15 * aggregierte Wohnungsflächen aus dem GWR	Gebäude mit fehlenden Werten bei den Wohnungsflächen werden aussortiert.
MFH	1.2 * aggregierte Wohnungsflächen aus dem GWR	

Tabelle 5.1: Übersicht: Ermittlung der EBF_{GWR} .

Im Folgenden wird die GWR-basierte EBF mit kantonalen erhobenen Flächen und Flächendaten der Rapp Wärmetechnik AG verglichen, um Informationen über die Qualität der GWR-Flächendaten zu gewinnen. Gerade bei Genf und bei der Rapp Wärmetechnik AG kann aufgrund der jeweiligen Erhebungsmethodiken davon ausgegangen werden, dass die Flächendaten eine hohe Qualität aufweisen. Abweichungen der GWR-Flächen von diesen Daten sind zu erwarten. Die Abweichungen stellen dann kein Problem dar, wenn sie nicht zu gross sind und eine Systematik aufweisen, d.h. z.B. grösser sind bei MFH und mit dem Alter des Gebäudes zunehmen. Dies würde die Verwendung einer Korrekturfunktion erlauben, unter Verwendung derer die GWR-basierte EBF für die Berechnung von EKZ tauglich wäre.

5.1.3 Einfluss der verwendeten Korrekturfaktoren auf die Analyseergebnisse

Die Methodik zur Ermittlung der EBF_{GWR} wird in Abschnitt 5.1.2 dargelegt. Dabei werden Korrekturfaktoren verwendet, die jeweils pauschal auf alle EFH und alle MFH angewendet werden.

Es gilt hier zu betonen, dass die Analyseergebnisse, welche in den folgenden Abschnitten dargestellt sind, nicht von der Verwendung dieser spezifischen Korrekturfaktoren abhängig sind. Dieser Eindruck könnte entstehen, weil die Medianwerte der Absolutwerte der relativen Abweichungen zwischen der EBF_{GWR} und

¹⁶ Die Faktoren beruhen auf Erfahrungswerten von AMSTEIN+WALTHERT sowie auf der SIA-Norm 180/4.

den kantonalen EBF häufig in der gleichen Grössenordnung liegen wie die Korrekturen der Nettogeschossflächen, nämlich bei ca. 15%.¹⁷

Hier gilt aber zu beachten, dass sich die ausgewiesenen Medianwerte auf die *Absolutwerte* der Flächendifferenzen beziehen. Tatsächlich ist es so, dass die Medianwerte und die Mittelwerte der *absoluten* Flächendifferenzen in allen Kantonen durch die Anwendung der Korrekturfaktoren deutlich kleiner werden. Die verwendeten Korrekturfaktoren sind also keinesfalls der Grund für die relativ grossen Unterschiede in den ausgewiesenen Flächen zwischen der EBF_{GWR} und den in den einzelnen Kantonen ermittelten EBF.

Die Korrekturfaktoren basieren auf der Norm SIA 180/4 und Erfahrungswerten von AMSTEIN+WALTHERT. In unseren Auswertungen haben sich diese Faktoren bewährt; die Wahl grösserer oder kleinerer Korrekturfaktoren führt nicht dazu, dass die Abweichungen zwischen der EBF_{GWR} und den kantonalen EBF im Schnitt gesenkt werden können.

5.2 Vergleich der GWR-basierten EBF mit den im Kanton Basel-Stadt ermittelten und verwendeten EBF

5.2.1 Ausgangslage

a) Methodik zur Ermittlung der Basler EBF

In Basel wurde die beheizte Fläche der 1'196 untersuchten Wohnbauten per Fragebogen erhoben. Die angeschriebenen Hausbesitzer wurden nach der effektiv beheizten Fläche gefragt; es sollten also die unbeheizten Räume subtrahiert werden. Knapp die Hälfte der Angaben stützen sich auf Pläne oder die Angaben im Mietvertrag. Rund 16% der Befragten haben ihre Wohnung ausgemessen. Rund ein Viertel der befragten Personen haben die Flächenangabe geschätzt und weitere 10% haben nicht angegeben, aus welcher Quelle die Flächenangabe stammt.

Anschliessend wurden bei insgesamt 55 Gebäuden durch Erhebungen vor Ort die tatsächlichen Energiebezugsflächen (EBF) nach SIA 180/4 ermittelt. Dann wurden Umrechnungsfaktoren berechnet, mit Hilfe derer die per Fragebogen erhobenen beheizten Flächen in Energiebezugsflächen umgewandelt wurden. Für EFH wurde der Faktor 1.43 verwendet, bei MFH der Faktor 1.57. Die ur-

¹⁷ $Abs[EBF_{\text{kantonal}} - EBF_{GWR} / EBF_{GWR}]$

sprünglich erhobenen beheizten Flächen wurden also bei EFH wie auch bei MFH pauschal nach oben korrigiert.

Leider konnte im Nachhinein von den Auftragnehmenden, trotz mehrmaliger Nachfrage bei den Verantwortlichen, nicht mehr eruiert werden, bei welchen 55 Gebäuden eine Erhebung vor Ort stattfand.

b) Eignung der Basler Daten zur externen Verwendung

Die in Basel vorhandene Datenbank mit Flächen und Energiekennzahlen war nie für eine externe Verwendung vorgesehen und ist deswegen auch nicht den Bedürfnissen externer Nutzer entsprechend aufgebaut und ausgestaltet. Auch wenn das technische Handling zu keinen Problemen führt, so wurde doch festgestellt, dass die Daten für eine schnelle und einfache externe Verwendung zu wenig dokumentiert sind. Das führte dazu, dass der genaue Inhalt der Variablen oft nur durch Nachfrage eruiert werden konnte oder zum Beispiel auch die für die Berechnung der Energiekennzahlen verwendeten Formeln erfragt werden mussten. Dies hat nicht in allen Fällen zum Erfolg geführt. Zum Teil fehlen auch Angaben über das Datum der letzten Mutationen oder des Exports, was ein Zusammenführen oder Abgleichen mit anderen Datenquellen erschwert.

Diese Punkte sind für die interne Verwendung kaum relevant, führen aber bei einer Weitergabe der Daten an Externe zu Problemen und erhöhen den Zeitbedarf zur Weiterverwendung der Daten erheblich.

5.2.2 Datenmodifikation

Die Basler Daten werden über die Gebäudeadressen mit den GWR-Daten verknüpft. Anschliessend werden Gebäude mit Mischnutzung aussortiert. Ebenfalls aussortiert werden Gebäude, bei denen die Flächenangaben im GWR nicht vollständig sind. Der Datensatz wird so von ursprünglich 1'196 Gebäude auf 872 Gebäude reduziert.

Für die deskriptive Datenanalyse werden nochmals Gebäude aus dem Datensatz entfernt, um eine bessere Darstellbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Zum einen werden EFH mit mehr als 600 m² Fläche sowie MFH mit mehr als 2000 m² aussortiert, was in Basel einen Verlust von 2 EFH mit sich bringt. Ausserdem werden 'Ausreisser' entfernt, d.h. Gebäude für die gilt: $\text{Abs}[(\text{EBF}_{\text{BASEL}} - \text{EBF}_{\text{GWR}}) / \text{EBF}_{\text{GWR}}] \geq 1$. Dies betrifft immerhin 17 EFH und 61 MFH.

Folglich muss bei der Betrachtung der deskriptiven Statistiken beachtet werden, dass bereits 78 Gebäude entfernt wurden, bei denen die Basler EBF um mehr als einen Faktor 2 von der GWR-basierten EBF abweicht.

5.2.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 5.2 zeigt einige Kennzahlen der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen zwischen der GWR-basierten EBF und der Basler EBF. Der Median liegt für EFH bei 24% und für MFH bei 31%. Die Mittelwerte liegen jeweils etwas höher, nämlich bei 31% und 37%. Dies liegt daran, dass beim arithmetischen Mittel die Extremwerte stärker ins Gewicht fallen als beim Median. Die im Verhältnis zu Median und Mittelwert sehr grossen Standardabweichungen zeigen, dass die absoluten Abweichungen eine grosse Bandbreite haben.

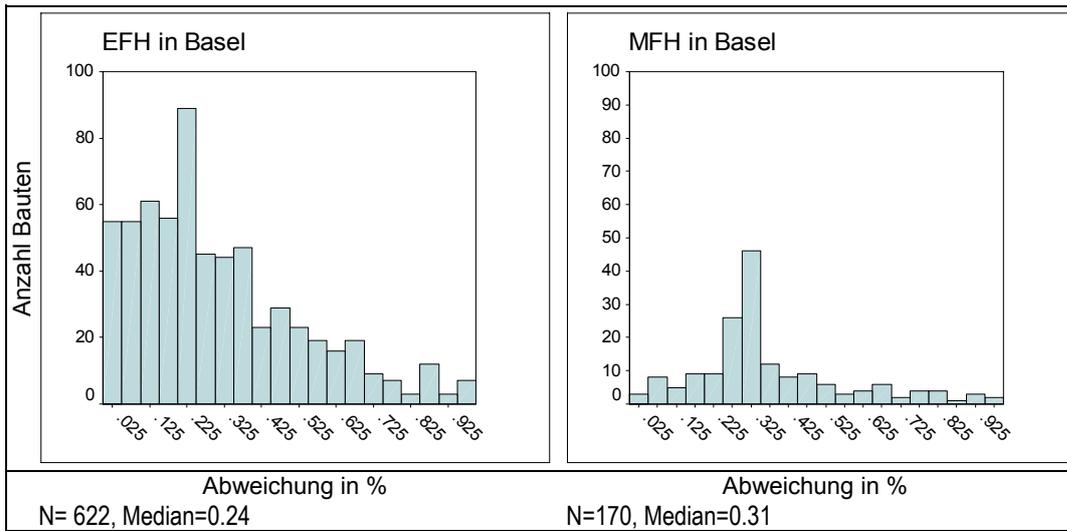
	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
EFH	N=622	0,24	0,31	0,22	0,00	0,99	0,13	0,43
MFH	N=170	0,31	0,37	0,21	0,01	0,96	0,27	0,46

Tabelle 5.2: Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen: $Abs[(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$. 78 Gebäude mit $Abs[(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Figur 5.1 zeigt die Häufigkeitsverteilung Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen ($Abs[(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$). Hieraus ist ersichtlich, dass sowohl für EFH als auch für MFH bei einem nicht vernachlässigbaren Anteil von Gebäuden der Unterschied zwischen EBF_{BASEL} und EBF_{GWR} deutlich über 70% und für einige wenige Gebäude sogar über 90% beträgt. Dies entspricht Faktoren von 1.7 bzw. 1.9.

Anhand der ausgewiesenen Percentile und des Medians lässt sich erkennen, dass bei 25% der EFH der Unterschied zwischen EBF_{BASEL} und EBF_{GWR} unter 13% liegt und bei insgesamt 50% der EFH noch unter 24%. Dementsprechend liegt der Unterschied bei 50% der EFH über 24%, und bei der Hälfte dieser 50% sogar bei über 43%.

Die Werte für die MFH sind analog zu interpretieren.



Figur 5.1: Verteilung der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen für EFH und MFH in Basel. **Horizontal-Achse:** $Abs[(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR})/EBF_{GWR}]$. **Vertikal-Achse:** Anzahl Gebäude. 78 Gebäude mit $Abs[(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR})/EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Tabelle 5.3 zeigt die Korrelationen zwischen dem relativen Unterschied der EBF und der Grösse des Gebäudes (EBF_{GWR}) sowie dem Baujahr. Zwischen Baujahr und relativem Unterschied besteht kein statistisch nachweisbarer Zusammenhang. Zwischen der Grösse des Gebäudes und dem relativen Unterschied ist zwar ein negativer Zusammenhang sichtbar (der relative Unterschied nimmt mit der Grösse des Gebäudes ab), aber der Zusammenhang ist nur schwach.

Korrelationen (nach Pearson)				
	EFH		MFH	
	EBF_{GWR}	Baujahr	EBF_{GWR}	Baujahr
$(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR})/EBF_{GWR}$	-0,247**	-0,003	-0,161**	0,058
	$p=0,00118$	$p=0,966$	$p=0,000$	$p=0,145$
	$N=170$	$N=170$	$N=622$	$N=622$

**Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

78 Gebäude mit $Abs[(EBF_{BASEL} - EBF_{GWR})/EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Tabelle 5.3: Korrelationen zwischen der Abweichung der EBF_{BASEL} von der EBF_{GWR} und der Grösse des Gebäudes (EBF_{GWR}) und des Baujahres.

18 p-Wert: gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass unter Annahme der Gültigkeit der Nullhypothese H_0 die beobachteten Daten oder noch stärker von der Nullhypothese abweichende Daten auftreten. Hier ist die Nullhypothese H_0 , dass der Korrelationskoeffizient den Wert 0 hat, also keine Korrelation besteht.

5.2.4 Zwischenfazit

Die Unterschiede zwischen EBF_{BASEL} und EBF_{GWR} sind sehr gross und weisen nur eine geringe Systematik auf. Würde die EBF_{BASEL} als Benchmark verwendet, müsste klar von einer Verwendung der EBF_{GWR} zur Berechnung von EKZ abgesehen werden. An dieser Stelle kann aber keine solche Aussagen gemacht werden, da die Qualität der vom Kanton Basel-Stadt erhobenen Flächendaten ähnlich unklar ist, wie die Qualität der Flächendaten aus dem GWR.

5.3 Vergleich der GWR-basierten EBF mit der im Kanton Zürich ermittelten und verwendeten EBF

5.3.1 Ausgangslage

a) Methodik zur Ermittlung der Zürcher EBF

Im Kanton Zürich werden die EBF aus dem Gebäudevolumen ermittelt. Das Gebäudevolumen bezieht das AWEL von der kantonalen Gebäudeversicherung (GVZ). Das Planungsbüro SKW hat alle Gebäude, deren Ölverbrauch dem AWEL für das Jahr 2001 gemeldet wurde, zur Bestimmung der EBF untersucht. Dementsprechend wurden folgende Umrechnungsfaktoren für die Bestimmung der EBF ermittelt:

Umrechnungsfaktoren: Gebäudevolumen → EBF	
Anzahl Geschosse	Umrechnungsfaktor
1 - 2	4.10
2 - 3	3.75
3 - 4	3.50
unbekannt	4.05

Tabelle 5.4: Im Kanton Zürich verwendete Umrechnungsfaktoren zur Berechnung der EBF aus dem Gebäudevolumen differenziert nach Geschossen. Wenn die Geschossanzahl nicht bekannt ist, wird mit einem Umrechnungsfaktor von 4.05 gerechnet. Bei allen von uns analysierten Gebäuden wurde zur Ermittlung der EBF der Umrechnungsfaktor 4.05 verwendet.

b) Eignung der Zürcher Daten zur externen Verwendung

Die Zürcher Daten zu EKZ von Wohnbauten sind bzgl. der Inhalt der Variablen genügend dokumentiert. Allerdings ist es auch hier nicht ganz einfach aus den verschiedenen Dateien und Datenbanken die interessierende Information herauszuziehen. Dazu war ein Besuch beim AWEL notwendig, um sich den Aufbau der Datenbank erklären zu lassen.

5.3.2 Datenmodifikation

In den Zürcher Daten ist der EGID bei einem Teil der Gebäude bereits vorhanden. Deswegen können die Zürcher Daten direkt mittels des EGID mit dem GWR verknüpft werden. Es werden 458 Gebäude betrachtet. Durch das Ausscheiden von Gebäuden mit Mischnutzung hat sich die Anzahl von 458 auf 409 reduziert.

Für die deskriptive Datenanalyse werden nochmals Gebäude aus dem Datensatz entfernt, um eine bessere Darstellbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Zum einen werden EFH mit mehr als 600 m² Fläche sowie MFH mit mehr als 2000 m² aussortiert, was in Zürich einen Verlust von einem EFH mit sich bringt. Ausserdem werden 'Ausreisser' entfernt, d.h. Gebäude für die gilt: $\text{Abs}[(\text{EBF}_{\text{ZÜRICH}} - \text{EBF}_{\text{GWR}}) / \text{EBF}_{\text{GWR}}] \geq 1$. Dies betrifft 13 EFH und 2 MFH. Dem muss bei der Interpretation der Resultate Rechnung getragen werden.

5.3.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 5.5 zeigt einige Kennzahlen der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen zwischen der EBF_{GWR} und der $\text{EBF}_{\text{ZÜRICH}}$. Der Median liegt für EFH bei 15% und für MFH bei 14%, was deutlich niedriger ist als bei den Basler Daten. Die Mittelwerte sind wiederum ein wenig grösser, da das arithmetische Mittel sensitiver auf Extremwerte reagiert als der Median.

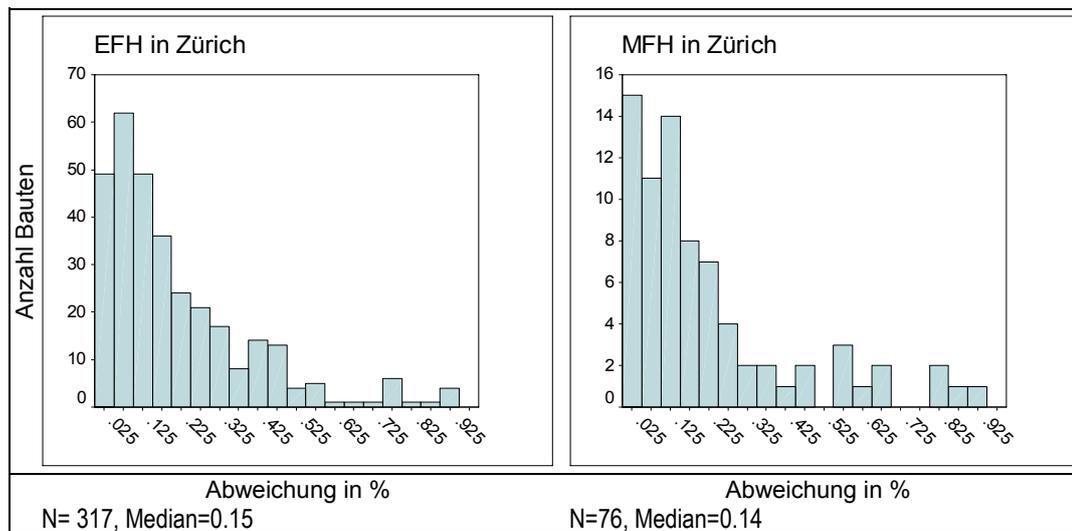
Anhand der ausgewiesenen Percentile und des Medians ist zu erkennen, dass bei 25% der EFH die Abweichung der $\text{EBF}_{\text{ZÜRICH}}$ von der EBF_{GWR} bei unter 7% liegt. Bei 50% der EFH liegt sie über 7% aber immerhin noch unter 29%. Allerdings liegt bei den verbleibenden 25% die Abweichung der $\text{EBF}_{\text{ZÜRICH}}$ von der EBF_{GWR} bei über 29%.

Die Zahlen für die MFH sind wiederum analog zu interpretieren.

	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
EFH	N=317	0.15	0.21	0.19	0.00	0.93	0.07	0.29
MFH	N=76	0.14	0.22	0.23	0.00	0.90	0.06	0.28

Tabelle 5.5: Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen: $Abs[(EBF_{ZÜRICH} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$. 15 Gebäude mit $Abs[(EBF_{ZÜRICH} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Nachfolgende Figur zeigt die Häufigkeitsverteilung von $Abs[(EBF_{ZÜRICH} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$ (Absolutwert der relativen Flächenabweichung). Daraus ist ergänzend zu der Interpretation der Percentile abzulesen, dass zwar sowohl bei EFH als auch bei MFH für einen grosse Teil der Gebäude die Abweichungen relativ klein ($\leq 15\%$) sind, aber für einen beinahe ebenso grossen Teil von Gebäuden grosse ($\geq 25\%$) bis sehr grosse ($\geq 50\%$) Abweichungen zu finden sind.



Figur 5.2: Verteilung der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen für EFH und MFH in Zürich. **Horizontalachse:** $Abs[(EBF_{ZÜRICH} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$. **Vertikal-Achse:** Anzahl Gebäude. 15 Gebäude mit $Abs[(EBF_{ZÜRICH} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Tabelle 5.6 zeigt, dass die Differenz zwischen GWR-basierter EBF und Zürcher EBF sowohl bei EFH als auch bei MFH mit der Grösse des Gebäudes abnimmt. Bei MFH allerdings ist die Korrelation nur schwach. Ein schwacher, negativer Zusammenhang mit dem Baujahr ist nur bei MFH erkennbar.

Korrelationen (nach Pearson)				
	EFH		MFH	
	EBF _{GWR}	Baujahr	EBF _{GWR}	Baujahr
(EBF _{ZÜRICH} – EBF _{GWR})/EBF _{GWR}	-0,496**	-0,070	-.233*	-.272*
	p=0,000 ¹⁹	p=0,211	p=0,043	p=0,018
	N=317	N=317	N=76	N=76

**Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.
*Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.
¹⁹ 15 Gebäude mit Abs[(EBF_{ZÜRICH} – EBF_{GWR})/EBF_{GWR}] ≥ 1 ausgeschlossen.

Tabelle 5.6: Korrelationen zwischen der Abweichung der EBF_{ZÜRICH} von der EBF_{GWR} und der Grösse des Gebäudes (EBF_{GWR}) und des Baujahres.

5.3.4 Zwischenfazit

Die Autoren gehen davon aus, dass die EBF_{ZÜRICH} eine relativ gute Qualität aufweist, da sie aus den Daten der kantonalen Gebäudeversicherung abgeleitet wird. Trotzdem muss beachtet werden, dass die EBF_{ZÜRICH} aus dem Volumen abgeleitet wird. Ebenso wie bei der EBF_{GWR} muss also auch bei der EBF_{ZÜRICH} ex ante davon ausgegangen werden, dass Ungenauigkeiten vorhanden sind. Grundsätzlich sind also Abweichungen zwischen der EBF_{ZÜRICH} und der EBF_{GWR} zu erwarten.

Die gefundenen Abweichungen zwischen der EBF_{ZÜRICH} und der EBF_{GWR} sind eher gross und haben eine sehr grosse Spannweite. Allerdings ist eine gewisse Systematik bzgl. der Gebäudegrösse und des Baujahres erkennbar. Es bleibt unklar, in welchem Mass die gefundenen Abweichungen durch die unterschiedlichen Methodiken begründet sind und in welchem Mass der Grund bei fehlerhaften Flächenangaben in einem der beiden Datensätze liegt. Alles in allem erscheinen den Auftragnehmenden allerdings die Abweichungen zwischen EBF_{ZÜRICH} und EBF_{GWR} als zu gross, als dass diese allein den unterschiedlichen Ermittlungsmethodiken zugerechnet werden könnten.

¹⁹ p-Wert: gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass unter Annahme der Gültigkeit der Nullhypothese H₀ die beobachteten Daten oder noch stärker von der Nullhypothese abweichende Daten auftreten. Hier ist die Nullhypothese H₀, dass der Korrelationskoeffizient den Wert 0 hat, also keine Korrelation besteht.

5.4 Vergleich der GWR-basierten EBF mit den im Kanton Genf ermittelten und verwendeten EBF

5.4.1 Ausgangslage

a) Methodik zur Ermittlung der Genfer EBF

In Genf wird die EBF direkt von Fachleuten erhoben und bei baulichen Änderungen angepasst. Die Energiebezugsflächen werden gemäss SIA 180/4 erfasst. Dies geschieht im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA) für Mietwohnungen.

b) Eignung der Genfer Daten zur externen Verwendung

Die Genfer Daten sind verständlich gegliedert und gut dokumentiert und eignen sich von daher gut für eine externe Verwendung. Ein Wehrmutstropfen ist allerdings, dass das Verknüpfen mit dem GWR über die Adressen bei keinem Datensatz so schlecht gelungen ist wie in Genf, da zum Teil Tippfehler in den Adressen vorhanden sind und die Strassenbezeichnungen ('route', 'rue' oder 'passage') im Genfer Datensatz nicht oder anders abgekürzt werden als im GWR.

5.4.2 Datenmodifikation

Die Genfer Daten müssen wie auch die Basler Daten über die Adressen mit dem GWR verknüpft werden. Bei 241 von 1'263 Gebäuden funktioniert das Verknüpfen nicht: bei einem Teil aufgrund fehlender Hausnummern im GWR, überwiegend sind aber Tippfehler im Genfer Datensatz der Grund für das Misslingen. (Auch hier die Bemerkung, dass die Daten ursprünglich nicht für eine externe Verwendung gedacht waren.) Bei diesen Gebäuden müssten die Adressen per Hand korrigiert werden, was aufgrund des unverhältnismässigen Aufwands unterlassen wurde.

Weitere 429 Gebäude werden aus der Analyse ausgeschlossen, das es sich nicht um reine Wohngebäude handelt. Schliesslich müssen noch weitere 185 Gebäude aussortiert werden, bei denen die Angaben zu den Wohnflächen im GWR unvollständig sind. Somit bleiben von den ursprünglich 1'263 Gebäuden, welche den Auftragnehmenden von Genf zur Verfügung gestellt wurden, noch 398.

Für die deskriptive Datenanalyse werden nochmals Gebäude aus dem Datensatz entfernt, um eine bessere Darstellbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten und

wegen des grossen Effekts dieser 'Ausreisser' auf die berechnete Standardabweichung: MFH mit $EBF_{GWR} \geq 4000 \text{ m}^2$ (4 Gebäude) oder $Abs[(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ (14 Gebäude) werden aus der Analyse ausgeschlossen. Bei der Interpretation der Resultate wird jedoch der Tatsache Rechnung getragen, dass bei vereinzelt Gebäuden der relative Unterschied zwischen Genfer EBF und GWR-basierter EBF über 500% ist, wobei diese Ausreisser weder besonders grosse noch besonders kleine Gebäude sind.

5.4.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 5.7 zeigt Kennzahlen der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen zwischen der GWR-basierter EBF und der Genfer EBF. Die Ergebnisse für Genfer MFH sind denjenigen für Zürcher MFH sehr ähnlich. Der Median liegt bei 13%, der Mittelwert wiederum etwas höher bei 19%.

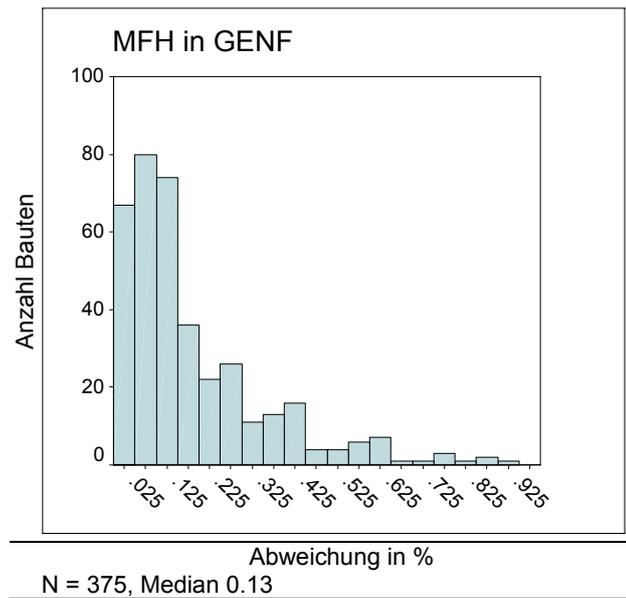
Bei 25% der Gebäude liegt die Abweichung der beiden Flächendaten bei unter 2%, und bei ebenfalls 25% der Gebäude zwischen 2% und 13%. Weitere 25% der Gebäude liegen zwischen 13% und 27%. Bei den verbleibenden 25% der MFH liegen die Abweichungen allerdings bei über 27%.

	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
MFH	N=375	0.13	0.19	0.17	0.00	0.90	0.02	0.27

Tabelle 5.7: Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen: $Abs[(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$. 14 Gebäude mit $Abs[(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Figur 5.3 zeigt die Verteilung der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen. Ergänzend zur Interpretation der Percentile lässt sich aus der Figur erkennen, dass auch in Genf für eine kleine Anzahl von Gebäuden Flächenabweichungen von deutlich über 70% vorhanden sind.

Tabelle 5.8 zeigt, dass, wie bei den übrigen Datensätzen auch (Ausnahme: EFH in Zürich), die relative Abweichung zwischen GWR-basierter EBF und der Genfer EBF, $(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}$, nur schwach mit der Grösse des Gebäudes oder dem Baujahr korreliert ist.



Figur 5.3: Verteilung der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen für MFH in Genf. **Horizontalachse:** $Abs[(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}]$. **Vertikal-Achse:** Anzahl Gebäude. 14 Gebäude mit $Abs[(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen.

Korrelationen (nach Pearson)		
	MFH	
	EBF _{GWR}	Bauperiode
$(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}$	-0.118*	-0.138**
	p=0.023 ²⁰	p=0.008
	N=375	N=375

**Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.
 *Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.
 14 Gebäude mit $Abs[(EBF_{GENF} - EBF_{GWR}) / EBF_{GWR}] \geq 1$ ausgeschlossen

Tabelle 5.8: Korrelationen zwischen der Abweichung der EBF_{GENF} von der EBF_{GWR} und der Grösse des Gebäudes (EBF_{GWR}) und des Baujahres.

²⁰ p-Wert: Statistische Kennzahl zwischen 0 und 1 welche die Signifikanz von Koeffizienten etc. misst. 0: hohe Signifikanz. 1: niedrige Signifikanz. Der p-Wert gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass unter Annahme der Gültigkeit der Nullhypothese H_0 die beobachteten Daten oder noch stärker von der Nullhypothese abweichende Daten auftreten. Hier ist die Nullhypothese H_0 , dass der Korrelationskoeffizient den Wert 0 hat, also keine Korrelation besteht.

5.4.4 Zwischenfazit

Im Vergleich mit der EBF_{GENF} schneidet die EBF_{GWR} deutlich besser ab als im Vergleich mit der EBF_{BASEL} und auch nochmals besser als im Vergleich mit mit der $EBF_{ZÜRICH}$. Trotzdem muss auch auf Basis eines Vergleichs mit Genfer Flächendaten von der Verwendung der EBF_{GWR} für EKZ abgeraten werden. Das Problem liegt nicht bei den ganz grossen Abweichungen: Bei den Ausreisser mit Abweichungen bis zu 500% kann angenommen werden, dass in diesem Masse unkorrekte Flächenangaben auch zu auffälligen EKZ führen, welche dann wiederum als Ausreisser identifiziert und aus dem Datensatz entfernt werden können. Das Problem liegt vielmehr bei den Abweichungen von 30-100%, welche bei auch hier rund 25% der Gebäude zu finden sind. Ist eine Flächenangabe tatsächlich um 50% falsch, so resultiert eine um 1/3 tiefere oder höhere Energiekennzahl. Es ist unwahrscheinlich, dass diese als Ausreisser erkannt wird, und trotzdem können Gebäuden mit falschen Flächenangaben in genügend grosser Anzahl die Mediane und Mittelwerte der Erhobenen EKZ deutlich verfälschen.

5.5 Vergleich der GWR-basierten EBF mit den EBF der Firma Rapp Wärmetechnik AG (VHKA)

5.5.1 Ausgangslage

a) Methodik zur Erhebung der EBF

Die Rapp Wärmetechnik AG ist unter anderem spezialisiert auf die Abwicklung der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA) bei Mietwohnungen. Die verwendeten Flächendaten stammen aus den Unterlagen der einzelnen Vermietenden und entsprechen den Nettowohnflächen; Ziel der VHKA ist nicht die Berechnung von EKZ sondern die anteilmässige Zurechnung der Gesamtheizkosten auf die einzelnen Wohneinheiten.

Aufgrund dessen, dass es sich um VHKA-Daten handelt befinden sich keine EFH in der Stichprobe.

b) Eignung der Daten zur externen Verwendung

Die Daten sind übersichtlich strukturiert und lassen sich problemlos extern weiterverwenden.

5.5.2 Datenmodifikation

Da die Rapp-Flächen Nettoflächen sind, werden die Rapp-Flächen mit den GWR-Nettoflächen und nicht mit den GWR-basierten EBF verglichen. Von ursprünglichen 71 Gebäuden gelingt für 43 die Verknüpfung mit dem GWR über die Gebäudeadresse. Problematisch sind jene Gebäude, welche in den Rapp Daten zu einem Fall zusammengefasst sind, z.B. Musterstrasse 10-14.

Dadurch, dass Gebäude mit Mischnutzung aussortiert werden, reduziert sich der Datensatz weiter auf nur noch 28 Gebäude.

Bei diesen verbleibenden 28 Gebäuden beträgt der grösste Absolutwert der relativen Abweichung ($\text{Abs}[\text{Nettofläche}_{\text{RAPP}} - \text{Nettofläche}_{\text{GWR}}] / \text{Nettofläche}_{\text{GWR}}$) 30%. Aus diesem Grund müssen keine Ausreisser aus dem Datensatz entfernt werden.

5.5.3 Deskriptive Statistik

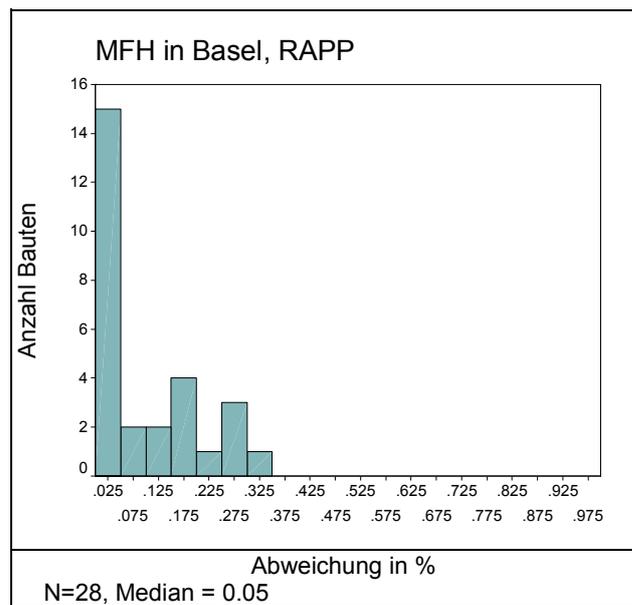
Tabelle 5.9 zeigt Kennzahlen der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen zwischen den Rapp-Nettoflächen und den Nettoflächen aus dem GWR.

	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
MFH	N=28	0.05	0.10	0.10	0.00	0.30	0.01	0.16

Tabelle 5.9: Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen:

$$\text{Abs}[(\text{Nettofläche}_{\text{RAPP}} - \text{Nettofläche}_{\text{GWR}}) / \text{Nettofläche}_{\text{GWR}}].$$

Aus Tabelle 5.9 und Figur 5.4 ist ersichtlich, dass die Rapp-Nettoflächen und die Nettoflächen aus dem GWR für diese 28 Gebäude relativ gut übereinstimmen. Bei 25% der Gebäude liegt die Abweichung unter 1% und nur für 25% der Gebäude liegt sie über 16% mit einem Maximalwert von 30%.



Figur 5.4: Verteilung der Absolutwerte der relativen Flächenabweichungen für MFH in Genf. **Horizontalachse:** $Abs[Nettofläche_{RAPP} - Nettofläche_{GWR}] / Nettofläche_{GWR}$. **Vertikal-Achse:** Anzahl Gebäude.

Tabelle 5.10 zeigt schliesslich, dass keine Korrelation zwischen dem Unterschied der Nettoflächen und der Grösse des Gebäudes oder dem Baujahr statistisch nachweisbar ist.

Korrelationen (nach Pearson)		
	MFH	
	Nettofläche _{GWR}	Baujahr
(Nettofläche _{RAPP} - Nettofläche _{GWR}) / Nettofläche _{GWR}	-0.019 p=0.925 ²¹ N=28	0.095 p=0.631 N=28

**Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.
*Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 5.10: Korrelationen zwischen der Abweichung der Nettofläche_{RAPP} und der Nettofläche_{GWR} und der Grösse des Gebäudes (Nettofläche_{GWR}) und des Baujahres.

²¹ p-Wert: gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass unter Annahme der Gültigkeit der Nullhypothese H_0 die beobachteten Daten oder noch stärker von der Nullhypothese abweichende Daten auftreten. Hier ist die Nullhypothese H_0 , dass der Korrelationskoeffizient den Wert 0 hat, also keine Korrelation besteht.

5.5.4 Zwischenfazit

Zwischen der Nettofläche_{GWR} und der Nettofläche_{RAPP} finden sich nur geringfügige Abweichungen. Wird der Datensatz der Firma RAPP als Benchmark verwendet, kann die Nettofläche_{GWR} und somit auch die EBF_{GWR} als geeignet zur Erhebung von EKZ bezeichnet werden.

Vor dem Hintergrund der Vergleiche mit den kantonal erhobenen Flächen, stellt sich allerdings die Frage, ob hier nicht eine Selektionsverzerrung besteht: Es kann vermutet werden, dass gerade HausbesitzerInnen, welche die VHKA anwenden, sehr genau über die einzelnen Wohnungsflächen Bescheid wissen und diese vermutlich auch entsprechend akkurat bei der Volkszählung 2000 angegeben haben. Dies liefert eine Erklärung dafür, dass zwischen Nettofläche_{GWR} und der Nettofläche_{RAPP} viel geringere Abweichungen zu finden sind als zwischen EBF_{GWR} und den kantonale erhobenen EBF. Dies bedeutet aber auch, dass aus Vergleichen mit VHKA-Daten keine Aussagen über die generelle Qualität der EBF_{GWR} möglich sind.

5.6 Fazit

Die EBF_{GWR} bzw. die Nettowohnfläche_{GWR} wurde mit den in den Kantonen erhobenen EBF und der Nettowohnfläche_{RAPP} verglichen, um die Qualität der EBF_{GWR} und ihre Verwendbarkeit für die Ermittlung von EKZ zu beurteilen. Zusätzlich sollten Erkenntnisse zu den Differenzen der EKZ zwischen den Kantonen gewonnen werden. Die Schwierigkeiten bei diesem Vergleich liegen darin, dass keine der Datengrundlagen als zuverlässiger Referenzwert verwendet werden kann. Es werden also Daten mit unterschiedlichem Unsicherheitsgrad miteinander verglichen.

Als Datensatz mit dem geringsten Unsicherheitsgrad werden von den Auftragnehmenden die Flächenangaben aus Genf und von der Rapp Wärmetechnik AG beurteilt, da diese im Rahmen der VHKA durch Fachpersonen vor Ort erhoben bzw. aus Unterlagen ermittelt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass dort, wo flächenbezogene Kosten abgerechnet werden, diese Flächen auch ein hohes Mass an Genauigkeit besitzen. Sie werden sowohl vom Rechnungssteller als auch vom Adressaten der Rechnung überprüft.

Im Vergleich mit dem Datensatz der Rapp Wärmetechnik AG erscheint die EBF_{GWR} qualitativ für die Verwendung zur Erhebung von EKZ als geeignet. Allerdings ist davon auszugehen, dass HausbesitzerInnen, welche die Heizkosten ihrer MieterInnen professionell, teilweise als VHKA, ermitteln lassen, die einzel-

nen Wohnungsflächen der Bauten sehr genau kennen und diese vermutlich auch entsprechend akkurat bei der Volkszählung 2000 (Basis des GWR) angegeben haben. Vor dem Hintergrund der übrigen Ergebnisse liegt die Vermutung nahe, dass hier ein Selektionsproblem vorliegt. Aus dem Vergleich der Nettofläche_{GWR} und der Nettofläche_{RAPP} können deshalb keine allgemeingültigen Schlüsse auf die Verwendbarkeit der EBF_{GWR} für die Erhebung von EKZ gezogen werden.

Beim Vergleich der EBF_{GWR} mit der EBF_{GENF} (VHKA) sowie mit der EBF_{ZÜRICH} (berechnet aus Gebäudevolumen gemäss Gebäudeversicherung) wurden Abweichungen gefunden, welche aufgrund ihres Ausmasses, Verteilung und begrenzten Systematik nur in geringem Masse den unterschiedlichen Erhebungsmethodiken zugeschrieben werden können. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die EBF_{GWR} zu ungenau ist, als dass sie für die Ermittlung der EBF für alle Arten von Wohnbauten verwendet werden könnte.

		Erhebung	GWR
Basel	EFH	EBF = beheizte Fläche * 1.43	EBF = Nettogeschossfläche * 1.15
	MFH	EBF = beheizte Fläche * 1.57	EBF = Nettogeschossfläche * 1.20
Genf	EFH	-	-
	MFH	EBF ²²	EBF = Nettogeschossfläche * 1.20
Zürich	EFH	EBF = Gebäudevolumen ²³ / 4.05	EBF = Nettogeschossfläche * 1.15
	MFH	EBF = Gebäudevolumen / 4.05	EBF = Nettogeschossfläche * 1.20
VHKA	EFH	-	-
	MFH	Nettogeschossfläche	Nettogeschossfläche

Tabelle 5.11: Gegenüberstellung der miteinander verglichenen Flächen.

Beim Vergleich der EBF_{GWR} und der EBF_{BASEL} werden zwei mittels Befragung erhobene Flächen miteinander verglichen. Die Qualität beider Datensätze ist sehr unklar. Es bestehen grosse Differenzen die auch auf die Methodik der Ermittlung der EBF_{BASEL} zurückzuführen sind. Das in Basel-Stadt verwendete Verfahren (Befragung der Eigentümer/BewohnerInnen in Kombination mit einem Korrekturfaktor) erachten wir als nicht zielführend. Diese Einschätzung wird durch die Auswertung der kantonal ermittelten EKZ im nächsten Kapitel bestärkt.

²² EBF von Experten gemäss SIA 180/4 erhoben

²³ Gebäudevolumen: Gebäudevolumen der Kantonalen Gebäudeversicherung des Kantons Zürich. Bei allen von uns analysierten Gebäuden wurde zur Ermittlung der EBF der Umrechnungsfaktor 4.05 verwendet.

Aufgrund der Ergebnisse beurteilen die Auftragnehmer die heutige Qualität der GWR-Daten und somit der EBF_{GWR} als nicht ausreichend für eine Schweizweite Ermittlung der EBF. Trotzdem wird noch immer eine Methodik favorisiert, welche mit dem GWR kompatibel ist, also den EGID verwendet. Zum einen ist zu erwarten, dass die Qualität der im GWR enthaltenen Flächendaten durch die stetigen Aktualisierungen mittels der Bau- und Investitionsstatistik mittel- bis langfristig deutlich zunehmen wird. Zum anderen können bei einer einfachen Verknüpfbarkeit mit dem GWR oder mit anderen Erhebungen wie der Bau- und Investitionsstatistik ohne grossen Aufwand Daten aus diesen Erhebungen weiterverwendet werden.

6 Energiekennzahlen von Wohnbauten in Basel-Stadt, Genf und Zürich

6.1 Einführung

Im folgenden Kapitel werden die Energiekennzahlen von drei Kantonalen Erhebungen miteinander verglichen. Die erhobenen Daten wurden von den Auftragnehmenden alle nach derselben Methode erneut ausgewertet, um den Einfluss unterschiedlicher Prozessierungsmethoden auf die Resultate so weit als möglich auszuschalten. Auf die unterschiedlichen Erhebungsmethoden kann aus offensichtlichen Gründen kein Einfluss genommen werden. Dieses Vorgehen soll Vergleiche zwischen den Energiekennzahlen der drei Erhebungen ermöglichen.

6.1.1 Definition der Energiekennzahl

Definition gemäss SIA 416/1 (Ausgabe 2007)

Die Energiekennzahl E ist ein Mass für den spezifischen Energieverbrauch eines Gebäudes, wie er sich aus dem Zusammenwirken des Baukörpers und der Gebäudetechnikanlage ergibt. Sie ist gleich der gesamten einem Gebäude während eines Jahres netto gelieferten Energie geteilt durch die Energiebezugsfläche A_E des Gebäudes. Energie, die zurückgeliefert wird, wird von der gelieferten Energie in Abzug gebracht. [...] Die berechnete Energiekennzahl kann auch als Summe der Teilenergiekennzahlen nach Verwendungszweck dargestellt werden (vgl.A-6.2).

In der SIA 416/1 wird in folgende Verwendungszwecke unterschieden:

Verwendungszweck	Symbol
Beleuchtung	E_{Li}
Betriebseinrichtungen	E_{Ap}
Diverse Gebäudetechnik	E_{TS}
Transport von Personen und Waren	E_{Tr}
Weitere gebäudetechnische Anlagen	E_{oTS}
Lüftung/Klimatisierung	E_{VCH}
Lüftung	E_V
Kühlung/Entfeuchtung	E_C
Befeuchtung	E_H
Wärme	E_{hww}

Verwendungszweck	Symbol
Wärme für Raumheizung	E_h
Wärme für Warmwasser	E_{ww}

Tabelle 6.1: Verwendungszwecke nach SIA 416/1 (Ausgabe 2007)

Für Auswertungen verwendete Energiekennzahl

Für die Auswertungen und den Vergleich der kantonalen Erhebungen untereinander wird die kombinierte Energiekennzahl Wärme E_{hww} für Raumheizung und Warmwasser verwendet. Wenn in diesem Kapitel von der Energiekennzahl gesprochen wird, ist diese kombinierte Energiekennzahl Wärme gemeint, soweit nicht anders bezeichnet. Der Anteil der Raumheizung an der Energiekennzahl wird nach folgender Formel klimakorrigiert:

$$\bar{E}_{hww} = E_h \frac{\overline{HGT}}{HGT} + E_{ww}$$

\bar{E}_{hww} : kombinierte Energiekennzahl Wärme E_{hww} für Raumheizung und Warmwasser klimakorrigiert

E_h : Teilenergiekennzahl für Raumheizung

E_{ww} : Teilenergiekennzahl für Warmwasser

\overline{HGT} : langjähriges Mittel der Heizgradtage der Verbrauchsperiode bzw. Heizsaison (siehe SIA 381/3)

HGT : Heizgradtage der erhobenen Verbrauchsperiode bzw. Heizperiode (siehe Publikation der SMA)

Grundsätzlich werden die Gebäude nach den in Tabelle 6.2 dargestellten Kriterien klassifiziert und untereinander verglichen.

Gebäudetyp	Bauperiode
EFH	vor 1919
MFH	1920 bis 1945
	1946 bis 1960
	1961 bis 1970
	1971 bis 1980
	1987 bis 1990
	1991 bis 2000
	Ab 2001

Tabelle 6.2: Klassierung der Gebäude nach Gebäudetyp und Bauperiode

6.2 Basel

6.2.1 Ausgangslage

Per Fragebogen wurden Daten von 1196 Ein- und Mehrfamilienhäusern erhoben. Aus den Fragebogen wurde die beheizte Fläche (\neq Energiebezugsfläche) ermittelt. Entweder konnten direkt die Angaben zur beheizten Fläche verwendet werden, oder sie wurde aus der Grundrissfläche und der Anzahl Stockwerke berechnet. Durch die Erhebung des Energieverbrauchs für Raumheizung und Warmwasser konnte der spezifische Energieverbrauch (Energieverbrauch pro beheizte Fläche) berechnet werden.

Durch Kontrollbesuche wurde die Energiebezugsfläche von 55 Objekten vor Ort bestimmt. Durch die Berechnung einer durchschnittlichen Abweichung der erhobenen Energiebezugsfläche von der beheizten Fläche wurde ein Korrekturfaktor ermittelt. Mit diesem konnte aus der erhobenen beheizten Fläche die Energiebezugsfläche abgeschätzt werden. Dies wiederum erlaubte es aus dem ermittelten Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser (siehe oben) und der abgeschätzten Energiebezugsfläche Energiekennzahlen zu generieren.

Ausgewertet wurde die Energiekennzahl Wärme $E_{\text{Wärme}}$ für Raumheizung und Warmwasser. Im Anhang 7e)A-7.1 ist die vom AUE und vom IWB ursprünglich verwendete Formel zur Berechnung der Basler Energiekennzahlen erläutert. Für die erneute Auswertung der Daten wurde folgende Formel zur die Berechnung der Energiekennzahlen in Basel verwendet:

$$E_{\text{Wärme}} = \left(\frac{[\text{Heizperiode0203}] + [\text{Heizperiode0102}] + [\text{Heizperiode0001}]}{3} * 0.75}{[\text{beheizte Fläche}]} * \frac{3348}{\frac{1}{3}(2804 + 2818 + 2618)} \right. \\ \left. + \frac{[\text{Heizperiode0203}] + [\text{Heizperiode0102}] + [\text{Heizperiode0001}]}{3} * 0.25}{[\text{beheizte Fläche}]} \right) * \frac{42.7 * 0.84}{\text{Faktor EBF}}$$

Faktor EBF: Korrekturfaktor Energiebezugsfläche, bei Einfamilienhäusern = 1.43, bei Mehrfamilienhäusern = 1.57

Basel	
Saison Energieverbrauch	1.7. bis 30.6.
HGT _{20/12}	3348 (00/01: 2618; 01/02: 2818; 02/03:2804)
Klimakorrektur	wird auf 75% des Energieverbrauchs angewendet
Energieträger	Heizöl

Tabelle 6.3: Übersicht über die Datengrundlage der ausgewerteten Erhebung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} in Basel

6.2.2 Datenmodifikation

Für die folgenden Auswertungen wurden nur reine Wohngebäude mit Zentralheizung und kombinierter Warmwassererwärmung verwendet. Alle Datensätze, die zusätzliche Energieträger zur Wärmeerzeugung auswiesen oder bei denen der Energieverbrauch aus anderen Perioden, als den Jahren 2000/01, 2001/02 und 2002/03 gemittelt wurde, wurden nicht berücksichtigt. Ebenso wurden keine Datensätze berücksichtigt bei denen nicht zu allen drei Heizperioden Verbrauchsdaten vorhanden waren oder deren Baujahr unbekannt war. Dies ergibt ein Sample von total 242 Einfamilienhäusern und 123 Mehrfamilienhäuser.

6.2.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 6.4 zeigt die Energiekennzahlen der Basler Einfamilienhäuser in MJ/m²a für die einzelnen Bauperioden. Sowohl Median, wie auch Mittelwert der Energiekennzahlen aller Bauperioden liegen deutlich über den maximalen Werten (nach SIA 380/1 (Ausgabe 2001)) von 350 bis 400 MJ/m²a. Die auffallend hohen Standardabweichungen im Verhältnis zu Median und Mittelwert zeigen, dass die E-

nergiekennzahlen auch innerhalb einer Bauperiode eine sehr grosse Bandbreite haben.

Tabelle 6.5 zeigt die Energiekennzahlen der Basler Mehrfamilienhäuser in MJ/m²a für die einzelnen Bauperioden. Sowohl Median, wie auch Mittelwert der Energiekennzahlen aller Bauperioden liegen noch deutlich über den maximalen Werten (nach SIA 380/1 (Ausgabe 2001)) von etwa 360 MJ/m²a. Die Standardabweichungen im Verhältnis zu Median und Mittelwert sind zwar etwas tiefer als bei den Einfamilienhäusern. Trotzdem weisen auch sie auf eine breite Streuung innerhalb der Bauperioden hin.

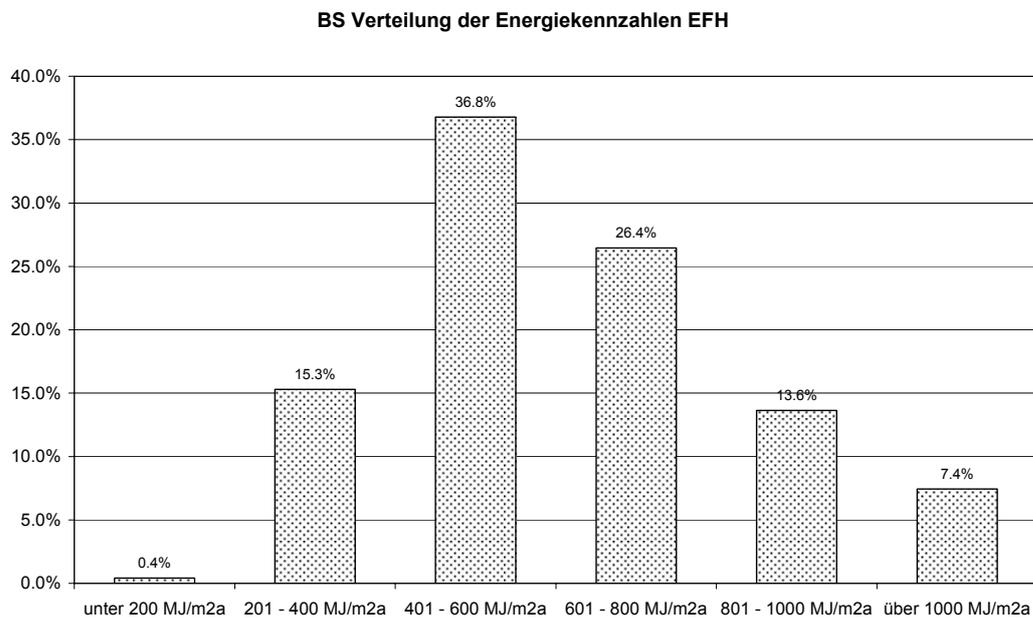
	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
Vor 1919	N=27	563	602	258	291	1285	394	721
1920 – 1945	N=93	570	626	259	148	1460	449	784
1946 – 1960	N=47	588	666	257	305	1521	504	749
1961 – 1970	N=40	678	672	247	299	1467	504	772
1971 – 1980	N=30	542	582	205	310	1270	475	658
1981 – 1990	N=4	471	537	201	379	825	415	593
1991 – 2000	N=1	327	327	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Ab 2000	N=0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Alle Perioden	N=242	583	631	249	148	1521	464	760

Tabelle 6.4: Auswertung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} [MJ/m²a] der Basler Einfamilienhäuser für die jeweiligen Bauperioden

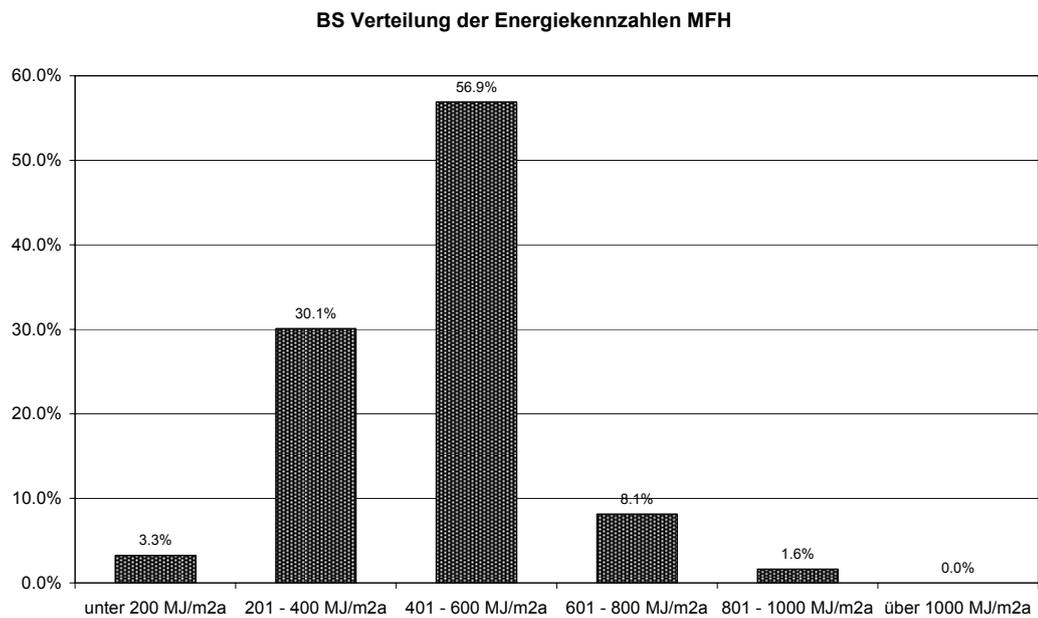
	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
Vor 1919	N=27	436	453	140	190	817	359	545
1920 – 1945	N=59	426	441	146	130	991	372	488
1946 – 1960	N=15	461	474	114	294	724	411	553
1961 – 1970	N=12	440	450	131	256	782	375	482
1971 – 1980	N=8	449	443	59	354	545	406	465
1981 – 1990	N=0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
1991 – 2000	N=2	241	241	35	217	266	229	254
Ab 2000	N=0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Alle Perioden	N=123	433	445	136	130	991	364	517

Tabelle 6.5: Auswertung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} [MJ/m²a] der Basler Mehrfamilienhäuser für die jeweiligen Bauperioden

Figur 6.1 und Figur 6.2 zeigen die Verteilung der Energiekennzahl für die Basler Einfamilienhäuser, resp. die Basler Mehrfamilienhäuser. Erwartungsgemäss liegen die Energiekennzahlen der Mehrfamilienhäuser tiefer und auch die Streuung ist geringer, als bei den Einfamilienhäusern. Bei 63% der Einfamilienhäuser liegen die Energiekennzahlen in einer Bandbreite von 400 MJ/m²a (400 bis 800 MJ/m²a). Bei den Mehrfamilienhäusern sind es 87%, die in dieser Bandbreite von 400 MJ/m²a liegen (200 bis 600 MJ/m²a). Bei 50% der Einfamilienhäuser liegen die Energiekennzahlen innerhalb von 300 MJ/m²a und bei 50% der Mehrfamilienhäuser innerhalb von 150 MJ/m²a!

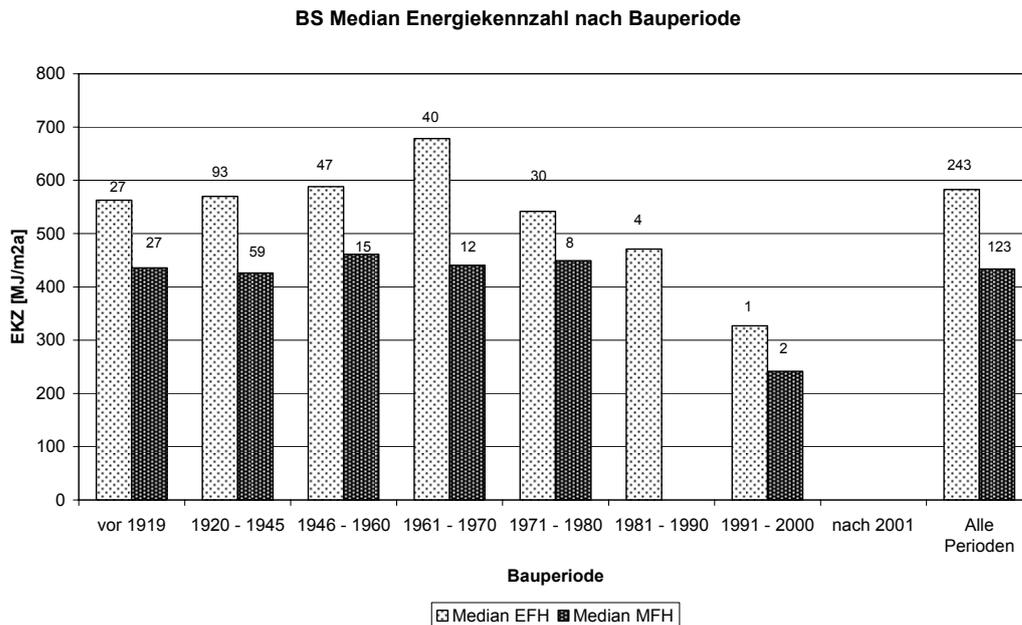


Figur 6.1: Verteilung der Energiekennzahl Wärme Ehww der Basler Einfamilienhäuser



Figur 6.2: Verteilung der Energiekennzahl Wärme E_{hww} der Basler Mehrfamilienhäuser

Figur 6.3 zeigt den Median der Energiekennzahlen für die unterschiedlichen Bauperioden aufgeteilt für Einfamilienhäuser und für Mehrfamilienhäuser. Bis Ende der 70er Jahre bleibt der Median der Energiekennzahlen für Mehrfamilienhäuser konstant, während der Median der Energiekennzahlen für Einfamilienhäuser nach einer Spitze in den 60er Jahren ab den 70er Jahren wieder abnimmt.



Figur 6.3: Median der Energiekennzahl Wärme E_{hww} [MJ/m²a] während der verschiedenen Bauperioden aufgeteilt in Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser

6.2.4 Interpretation

Die Basler Energiekennzahlen haben eine breite Streuung. Wenn davon ausgegangen wird, dass die Gebäude innerhalb einer Bauperiode einen ähnlichen Baustandard und ein ähnliches Heizsystem (die Erhebung berücksichtigt nur Ölheizungen!) aufweisen, lässt dies folgende Schlüsse zu: Entweder ist die Qualität der erhobenen Daten sehr unterschiedlich oder das Benutzerverhalten hat einen bedeutend höheren Einfluss auf den Energieverbrauch als bisher angenommen. Beide Möglichkeiten erschweren eine zuverlässige Interpretation der Daten.

In Basel scheint die Energiekennzahl der Einfamilienhäuser ab den 70er Jahren abzunehmen und auch die neusten Daten der Mehrfamilienhäuser liegen bedeutend tiefer, als der Median der Energiekennzahlen vorangegangener Bauperioden. Trotzdem lassen die wenigen Datensätze neueren Datums weder für die Energiekennzahlen der Einfamilienhäuser, noch für die der Mehrfamilienhäuser Schlüsse auf Erfolg oder Misserfolg der Basler Energiegesetzgebung zu.

6.3 Genf

6.3.1 Ausgangslage

In Genf werden die Energiebezugsflächen einmalig von Fachleuten erfasst und bei baulichen Änderungen aktualisiert. Rund 250 Konzessionäre (Planer, Installateure, etc) - die von der Eigentümerschaft entschädigt werden - erfassen jährlich online die notwendigen Daten, darunter den Energieverbrauch. Insgesamt wird in Genf jedes Jahr der Energieverbrauch von ca. 8000 Gebäuden durch die kantonale Energiefachstelle ausgewertet.

Genf	
Saison Energieverbrauch	1.5. bis 30.4.
HGT _{20/12}	3072 (04/05: 2894)
Klimakorrektur	wird auf 75% des Energieverbrauchs angewendet
Energieträger	Gas, Heizöl, Fernwärme, Erneuerbare

Tabelle 6.6: Übersicht über die Datengrundlage der ausgewerteten Erhebung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} in Genf

6.3.2 Datenmodifikation

Für die folgenden Auswertungen wurden nur reine Wohngebäude verwendet. Gebäude mit Mischnutzungen (emploi ≥ 0 , resp. Typ = professionnelle, secondaire oder arcade) wurden nicht ausgewertet. Aus den gelieferten Daten von 1263 Gebäuden (unbekannte Kriterien) konnte so ein Sample von 583 MFH verwendet werden.

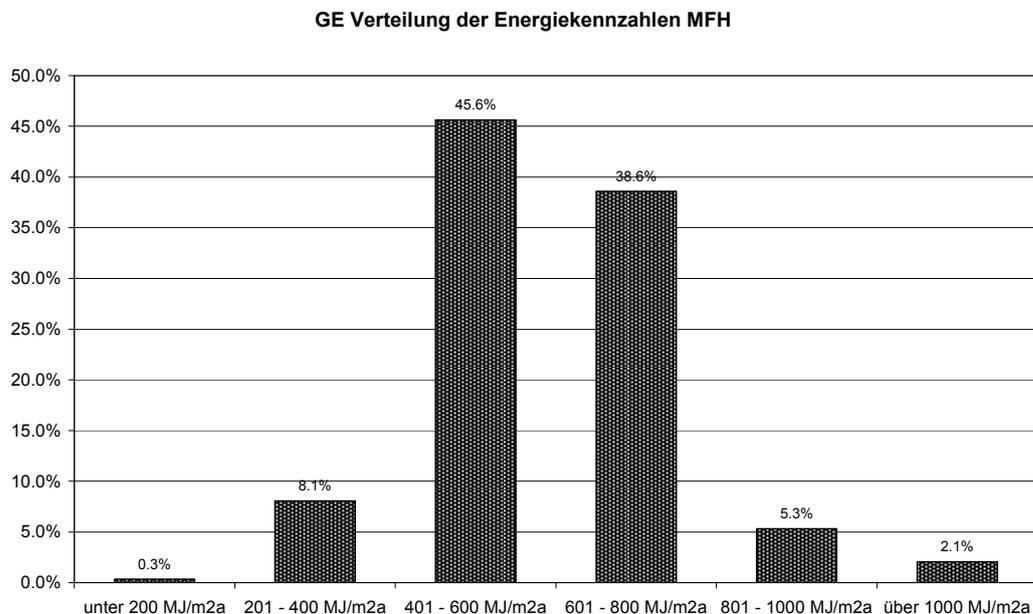
6.3.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 6.7 zeigt die Energiekennzahlen der Genfer Mehrfamilienhäuser in $\text{MJ/m}^2\text{a}$ für die einzelnen Bauperioden. Sowohl Median, wie auch Mittelwert der Energiekennzahlen aller Bauperioden liegen deutlich über den maximalen Werten (nach SIA 380/1 (Ausgabe 2001)) von etwa $360 \text{ MJ/m}^2\text{a}$. Die Standardabweichungen im Verhältnis zu Median und Mittelwert sind relativ hoch und weisen auf eine breite Streuung innerhalb der Bauperioden hin.

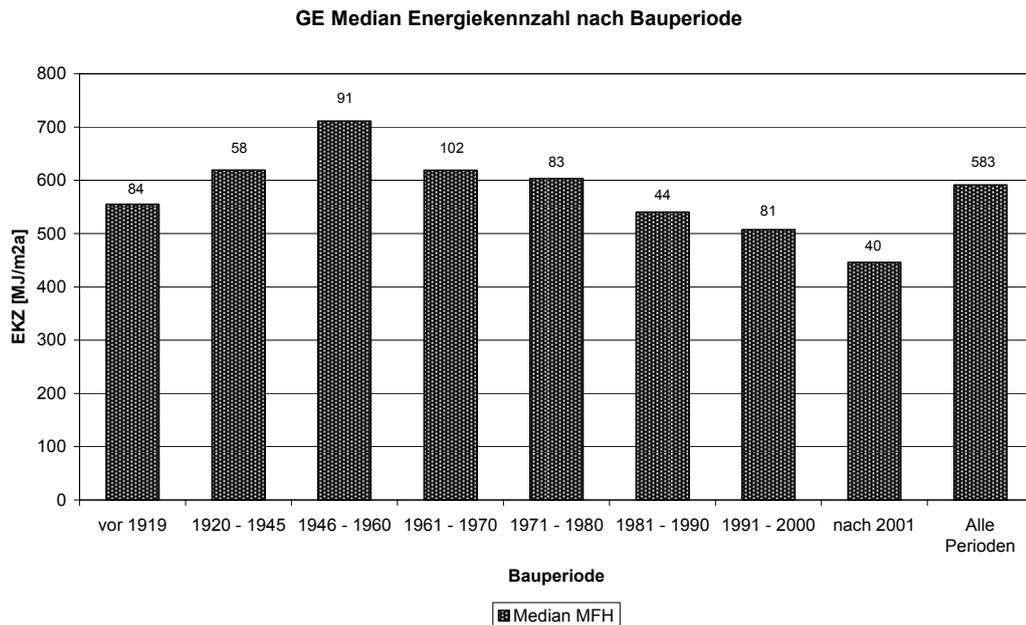
	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
Vor 1919	N=84	555	575	166	272	1245	504	636
1920 – 1945	N=58	619	642	143	443	1035	537	692
1946 – 1960	N=91	712	722	184	404	1358	602	797
1961 – 1970	N=102	619	617	109	336	886	540	686
1971 – 1980	N=83	603	603	101	252	876	564	663
1981 – 1990	N=44	541	530	115	119	802	481	593
1991 – 2000	N=81	508	518	126	292	750	431	604
Ab 2000	N=40	446	433	106	137	643	363	502
Alle Perioden	N=583	592	595	156	119	1358	503	676

Tabelle 6.7: Auswertung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} [MJ/m²a] der Genfer Mehrfamilienhäuser für die jeweiligen Bauperioden

Figur 6.4 zeigt die Verteilung der Energiekennzahl Wärme für die Genfer Mehrfamilienhäuser. Bei 84% liegen die Energiekennzahlen in einer Bandbreite von 400 MJ/m²a (400 bis 800 MJ/m²a). Bei 50% liegen die Energiekennzahlen innerhalb von etwa 170 MJ/m²a.



Figur 6.4: Verteilung der Energiekennzahl Wärme E_{hww} der Genfer Mehrfamilienhäuser



Figur 6.5: Median der Energiekennzahl Wärme E_{hww} [MJ/m²a] von Mehrfamilienhäusern während der verschiedenen Bauperioden

6.3.4 Interpretation

Die Genfer Energiekennzahlen haben eine breite Streuung. Dies kann unter anderem durch die Berücksichtigung unterschiedlicher Heizsysteme, verschiedene Baustandards innerhalb der Bauperioden, aber auch durch unterschiedliches Benutzerverhalten oder mangelnde Datenqualität verursacht werden. Welche der Ursachen, resp. welche Kombination der Ursachen für die Heterogenität der Energiekennzahlen verantwortlich ist, kann an dieser Stelle nicht ermittelt werden.

In Genf weist die Energiekennzahl Wärme der Mehrfamilienhäuser ab den 60er Jahren einen klaren Abwärtstrend auf. Dies deutet darauf hin, dass der Energieverbrauch neu erstellter Gebäude in Genf im Laufe der Jahre immer weiter gesenkt werden konnte. Ob das einzig der Genfer Energiegesetzgebung zuzuschreiben ist, erscheint zumindest fraglich. Diese wurde erst 1987 eingeführt. Interessant ist auch, dass die Abnahme der Energiekennzahlen von der Periode 1946 bis 1960 zur Periode der 60er Jahre grösser ist, als die folgenden Abnahmen. Selbst der Effekt der Ölkrise in den 70er Jahren scheint sich also nicht markant in der Bauweise niederzuschlagen.

6.4 Zürich

6.4.1 Ausgangslage

In Zürich werden seit 1991 Energieverbrauchsdaten von öl- und gasbeheizten Liegenschaften erhoben. Seit 1998 werden aus Wirtschaftlichkeitsgründen nur noch Daten aus Adliswil, Bachenbülach, Bülach und Uster erhoben. Der jährlich unterschiedliche Heizwert des Gases wird quantifiziert und korrigiert. Die Energiebezugsflächen werden aus dem Gebäudevolumen gemäss Gebäudekataster bzw. gemäss Angaben der kommunalen Bauämter errechnet. Dazu wird das Volumen durch eine korrektive Standardhöhe dividiert (vgl. Tabelle 5.4)

Zürich	
Saison Energieverbrauch	1.10. bis 30.9.
HGT _{20/12}	3717 (04/05: 3431)
Klimakorrektur	wird auf 75% des Energieverbrauchs angewendet
Energieträger	Gas

Tabelle 6.8: Übersicht über die Datengrundlage der ausgewerteten Erhebung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} in Zürich

6.4.2 Datenmodifikation

Für die folgenden Auswertungen werden nur reine Wohngebäude aus Uster mit einer Gas-Zentralheizung mit kombinierter Warmwassererwärmung berücksichtigt. Dies ergibt ein Sample von 837 Ein- und 224 Mehrfamilienhäusern.

6.4.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 6.9 zeigt die Energiekennzahlen der Zürcher Einfamilienhäuser in $\text{MJ/m}^2\text{a}$ für die einzelnen Bauperioden. Sowohl Median, wie auch Mittelwert der Energiekennzahlen aller Bauperioden liegen noch deutlich über den maximalen Werten (nach SIA 380/1 (Ausgabe 2001)) von 350 bis $400 \text{ MJ/m}^2\text{a}$. Einzig Neubauten aus den 90er Jahren halten diese maximalen Werte zumindest teilweise ein. Die auffallend hohen Standardabweichungen im Verhältnis zu Median und Mittelwert zeigen, dass die Energiekennzahlen auch innerhalb einer Bauperiode eine sehr grosse Bandbreite haben. Allerdings weisen die Daten aus den 90er Jahren eine deutlich geringere Streuung auf.

	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
Vor 1919	N=70	653	667	229	122	1371	538	787
1920 – 1945	N=116	718	732	223	169	1411	585	866
1946 – 1960	N=103	640	633	287	208	1476	366	840
1961 – 1970	N=32	663	667	186	274	1359	545	728
1971 – 1980	N=62	595	628	197	255	1014	482	761
1981 – 1990	N=233	548	559	172	67	1302	449	638
1991 – 2000	N=221	375	382	110	120	823	306	441
Ab 2000	N=0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Alle Perioden	N=837	537	564	227	67	1476	394	699

Tabelle 6.9: Auswertung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} [$\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$] der Zürcher Einfamilienhäuser für die jeweiligen Bauperioden

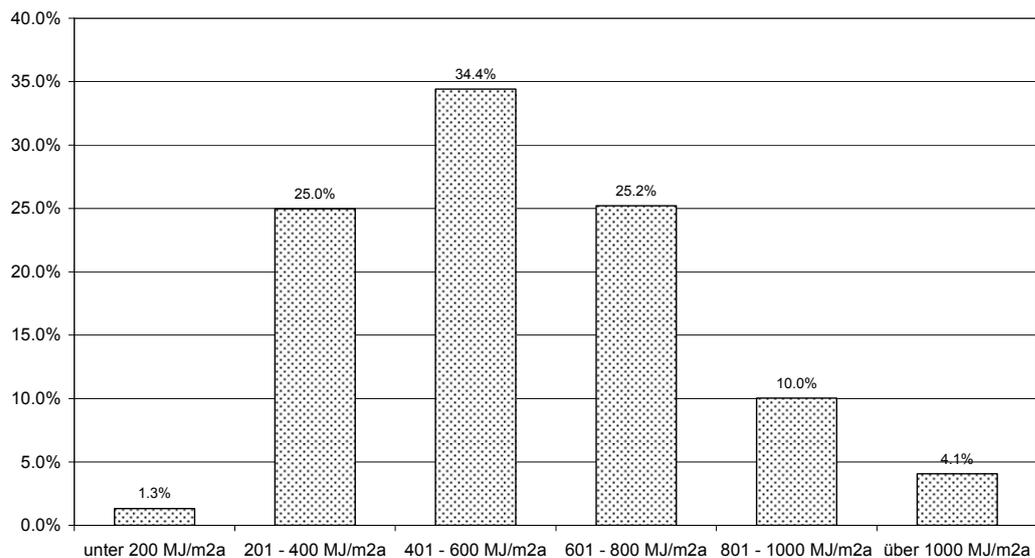
Tabelle 6.10 zeigt die Energiekennzahlen der Zürcher Mehrfamilienhäuser in $\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$ für die einzelnen Bauperioden. Sowohl Median, wie auch Mittelwert der Energiekennzahlen aller Bauperioden liegen noch deutlich über den maximalen Werten (nach SIA 380/1 (Ausgabe 2001)) von etwa $360 \text{ MJ}/\text{m}^2\text{a}$. Die Standardabweichungen im Verhältnis zu Median und Mittelwert sind sogar noch etwas höher, als bei den Einfamilienhäusern. Sie weisen auf eine sehr breite Streuung innerhalb der Bauperioden hin. Auch bei den Mehrfamilienhäusern weisen die Energiekennzahlen der Gebäude aus den 90er Jahren eine deutlich geringere Standardabweichung auf.

	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
Vor 1919	N=58	665	751	392	263	2741	550	842
1920 – 1945	N=22	602	603	174	221	939	508	695
1946 – 1960	N=24	779	820	279	374	1478	589	1026
1961 – 1970	N=23	761	774	365	326	2051	563	891
1971 – 1980	N=9	742	819	187	662	1257	712	852
1981 – 1990	N=43	571	595	184	166	1248	504	1248
1991 – 2000	N=45	412	411	101	142	698	363	448
Ab 2000	N=0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Alle Perioden	N=224	598	651	307	142	2741	446	772

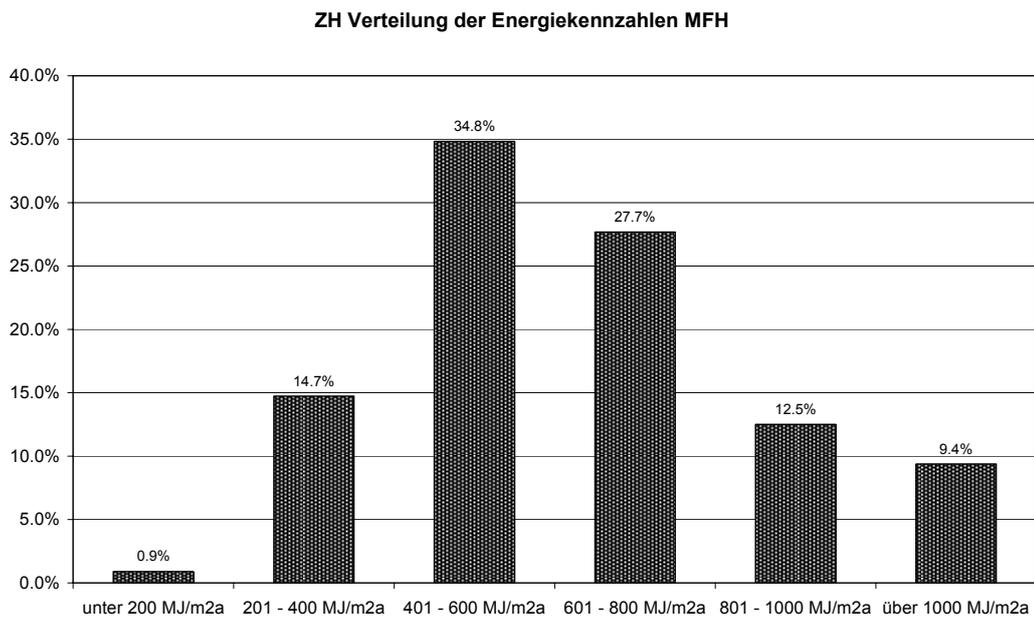
Tabelle 6.10: Auswertung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} [$\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$] der Zürcher Mehrfamilienhäuser für die jeweiligen Bauperioden

Figur 6.6 und Figur 6.7 zeigen die Verteilung der Energiekennzahl für die Zürcher Ein-, resp. Mehrfamilienhäuser. Entgegen den Erwartungen liegen die Energiekennzahlen der Mehrfamilienhäuser deutlich höher und auch die Streuung ist grösser, als bei den Einfamilienhäusern. Bei 63% der Mehrfamilienhäuser liegen die Energiekennzahlen in einer Bandbreite von 400 MJ/m²a (400 bis 800 MJ/m²a). Bei 50% der Einfamilienhäuser liegen die Energiekennzahlen innerhalb von 300 MJ/m²a und bei 50% der Mehrfamilienhäuser innerhalb von 325 MJ/m²a!

ZH Verteilung der Energiekennzahlen EFH

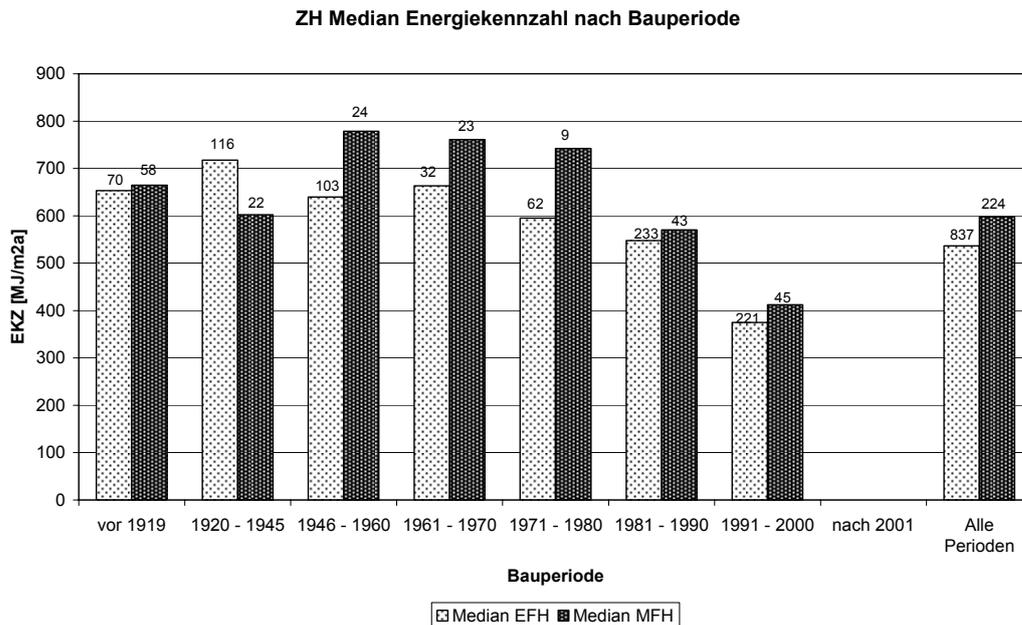


Figur 6.6: Verteilung der Energiekennzahl Wärme E_{hww} der Zürcher Einfamilienhäuser



Figur 6.7: Verteilung der Energiekennzahl Wärme E_{hww} der Zürcher Mehrfamilienhäuser

Figur 6.8 zeigt den Median der Energiekennzahlen für die unterschiedlichen Bauperioden aufgeteilt in Ein- und Mehrfamilienhäuser. Sowohl die Energiekennzahl der Einfamilienhäuser, wie auch die der Mehrfamilienhäuser nehmen ab den 70er, resp. den 80er Jahren deutlich ab.



Figur 6.8: Median der Zürcher Energiekennzahl Wärme E_{hww} während der verschiedenen Bauperioden aufgeteilt in Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser

6.4.4 Interpretation

Auch in Zürich weisen die Energiekennzahlen eine relativ breite Streuung auf. Wenn davon ausgegangen wird, dass die Gebäude innerhalb einer Bauperiode einen ähnlichen Baustandard und ein ähnliches Heizsystem (die Ausgewerteten Daten berücksichtigen nur Gasheizungen) aufweisen, lässt dies folgende Schlüsse zu: Entweder ist die Qualität der erhobenen Daten sehr unterschiedlich oder das Benutzerverhalten hat einen bedeutend höheren Einfluss auf den Energieverbrauch als bisher angenommen. Beide Möglichkeiten erschweren eine zuverlässige Interpretation der Daten.

In Zürich nehmen die Energiekennzahlen Ein- und der Mehrfamilienhäuser ab den 70er resp. ab den 80er Jahren ab. Dies deutet darauf hin, dass der Energieverbrauch neu erstellter Gebäude in Zürich im Laufe der letzten 30 Jahre stetig gesenkt werden konnte. Aus den Daten lässt sich durchaus schliessen, dass die Zürcher Energiegesetzgebung es vermochte, den Energieverbrauch erfolgreich abzusenken.

6.5 Vergleichende Auswertung der Kantonserhebungen

6.5.1 Übersicht Erhebungsmethoden

In den untersuchten drei Kantonen wurden und werden ganz unterschiedliche Erhebungsarten angewendet. Nicht nur die Art, wie die Daten erhoben werden, sondern auch die Auswahl der Samples, die Einteilung in Kategorien und die Prozessierung der Daten (Berechnung der Energiekennzahlen) sind sehr unterschiedlich. Bei den erneuten Auswertungen im Rahmen dieses Berichts wurde versucht, die Unterschiede in der Prozessierung auszugleichen. Auf die Qualität der Datenbasis konnte jedoch aus offensichtlichen Gründen kein Einfluss genommen werden.

Die folgende Tabelle illustriert die Erhebungsmethoden, die Datengrundlage, die Gewählte Prozessierung und die Ergebnisse der erneut ausgewerteten Erhebungen der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} in den Kantonen Basel, Genf und Zürich.

	Basel		Genf		Zürich	
Erhebungsmethodik	Energieverbrauch und beheizte Fläche aus Fragebogen an Private. Kontrollbegehungen durch Experten und Berechnung von Korrekturfaktoren Fläche		Erfassung EBF und Verbrauch durch Konzessionäre		Erfassung Verbräuche Tankbüchlein, Gasversorger und Berechnung EBF aus Volumen Kantonale Gebäudeversicherung	
Wiederholung	einmalig		jährlich		jährlich	
Anzahl Datensätze	1'196 EFH / MFH		10'000 EFH/MFH > 5 Wärmebezügler		1'821 EFH / MFH	
	Bestehende Auswertungen	Neuauswertung	Bestehende Auswertungen	Neuauswertung	Bestehende Auswertungen	Neuauswertung
Ausgewertete Gebäude	1'196 EFH / MFH	242 EFH 123 MFH	? EFH/MFH	583 MFH	1'748 EFH / MFH	837 EFH 224 MFH
Ausgewertete Periode	2000 – 2003	2000 – 2003	2003/2004	2004/2005 ²⁴	2003/2004 ²⁴	2004/2005
Saison Energieverbrauch	1.7. bis 30.6.	1.7. bis 30.6.	1.5. bis 30.4.	1.5. bis 30.4.	1.10. bis 30.9.	1.10. bis 30.9.
Energie-träger	Heizöl	Heizöl	Gas, Heizöl, Fernwärme,	Gas, Heizöl, Fernwärme,	Heizöl, Gas	Gas

²⁴ Bis jetzt keine aktuelleren Auswertungen erhältlich.

	Basel		Genf		Zürich	
			Erneuerbare	Erneuerbare		
Klimakor- rektur	wird meist auf 100% des Energie- verbrauchs angewendet	wird meist auf 75% des Energie- verbrauchs angewendet	wird auf 75% des Energie- verbrauchs angewendet	wird auf 75% des Energie- verbrauchs angewendet	wird auf 75% des Energie- verbrauchs angewendet	wird auf 75% des Energie- verbrauchs angewendet
Klimakor- rekturfak- tor	HGT _{20/12} Binningen 3348 (00/01: 2618; 01/02: 2818; 02/03:2804)	HGT _{20/12} Binningen 3348 (00/01: 2618; 01/02: 2818; 02/03:2804)	HGT _{18/12} Genf 2659 (03/04): 2550)	HGT _{20/12} Genf 3072 (04/05: 2894)	HGT _{20/12} Zürich SMA 3717 (03/04: 3501)	HGT _{20/12} Zürich SMA 3717 (04/05: 3431)
EKZ Mit- telwert [MJ/m²a]	EFH: 529 MFH: 459	EFH: 631 MFH: 433	Alle ca. 570 (2003/2004)	MFH: 595	Alle ca. 631 (EFH/MFH 2003/2004)	EFH: 564 MFH: 651

Tabelle 6.11: Gegenüberstellung der unterschiedlichen Methoden der ausgewerteten Erhebungen der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} in den Kantonen Basel, Genf und Zürich

6.5.2 Datenmodifikation

In Tabelle 6.12 werden die ausgewerteten, resp. die aussortierten Datensätze dargestellt. Es fällt auf, dass in Basel und in Genf nicht einmal die Hälfte der erhaltenen Daten ausgewertet werden konnten. In Genf liegt dies z.T. daran, dass die Angaben zum Baujahr aus dem GWR gewonnen werden mussten und deshalb nur Daten ausgewertet wurden, die mit dem GWR abgestimmt werden konnten. In Basel ist vor allem die Datenqualität (viele unvollständige Datensätze) dafür verantwortlich, dass z.T. nicht einmal ein Drittel der Daten ausgewertet werden konnten. Ein weiterer Grund ist, dass in beiden Kantonen nicht nur reine Wohngebäude im Datensatz enthalten waren. Von den Zürcher Daten konnten sowohl bei den Ein-, wie auch bei den Mehrfamilienhäusern über zwei Drittel der Daten ausgewertet werden. Datensätze bei denen das Warmwasser nicht im Energieverbrauch enthalten ist, resp. denen aus dem GWR keine Nutzungskategorie (EFH/MFH) zugeordnet werden konnten sorgten jedoch auch hier für einen hohen Anteil an aussortierten Datensätzen. In der erneuten Auswertung wurden in keinem der drei Kantone "Ausreisser" entfernt. Diese werden im Median bereits geringer gewichtet.

	Kategorie	Anzahl total	Anzahl ausgewertet	Anzahl aussortiert	% ausgewertet	EKZ Median [MJ/m ² a]
Basel	EFH	N=862	N=242	N=620	28 %	583
	MFH	N=331	N=123	N=208	37 %	533
Genf	EFH	-	-	-	-	-
	MFH	N=1263	N=583	N=680	46 %	592
Zürich	EFH	N=1207	N=837	N=370	69 %	537
	MFH	N=306	N=224	N=82	73 %	598

Tabelle 6.12: Übersicht über die ausgewerteten Datensätze

6.5.3 Ergebnisse

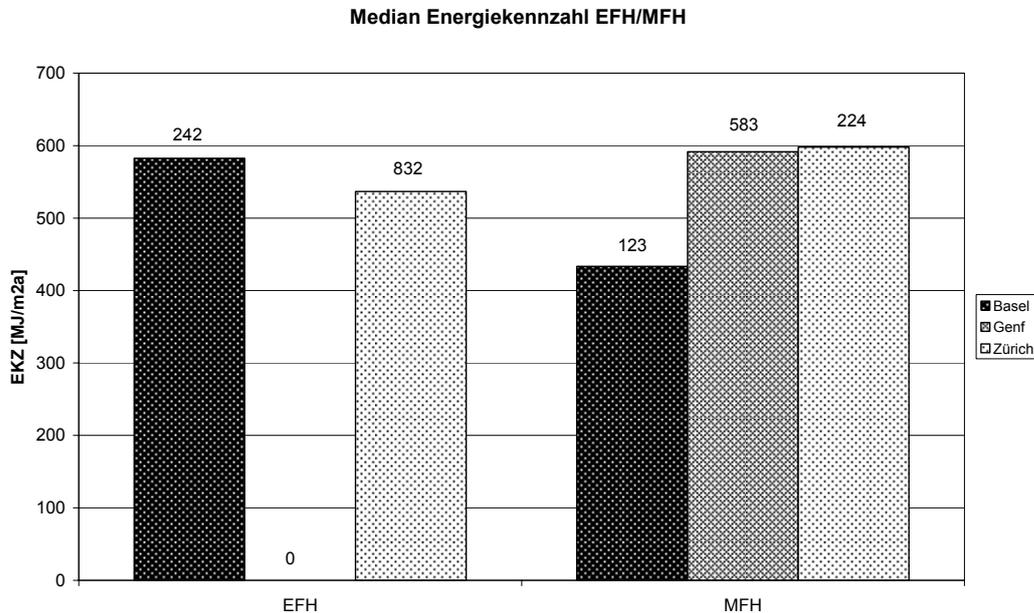
Tabelle 6.13 zeigt die Energiekennzahlen der Erhebungen in den einzelnen Kantonen im Vergleich. Alle Kantone weisen sehr hohe Standardabweichungen auf. Selbst wenn nur die neusten Bauperioden berücksichtigt werden (BS: k.A.; GE: ab 2000; ZH:1990-2000) sind diese immer noch sehr hoch. In Genf liegen diese bei 24% und in Zürich bei 29% für Ein- resp. 25% für Mehrfamilienhäuser. Die Unterschiede von minimaler zu maximalen Energiekennzahlen sind in allen drei Erhebungen etwa Faktor zehn, bei den Energiekennzahlen der Zürcher Mehrfamilienhäuser sogar Faktor 20.

	Kategorie	Anzahl	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	25. Perzentil	75. Perzentil
Basel	EFH	N=242	583	631	0.43	0.25	2.61	0.80	1.30
	MFH	N=123	433	445	0.31	0.30	2.29	0.62	1.19
Genf	EFH	-	-	-	-	-	-	-	-
	MFH	N=583	592	595	0.26	0.20	2.29	0.85	1.14
Zürich	EFH	N=837	537	564	0.42	0.12	2.75	0.73	1.30
	MFH	N=224	598	651	0.51	0.24	4.58	0.75	1.29

Tabelle 6.13: Auswertung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} [MJ/m²a] der Erhebungen in den einzelnen Kantonen im Vergleich. (Standardabweichung, Minimum, Maximum, 25. Perzentil und 75. Perzentil werden jeweils in Prozent des Medians angegeben.)

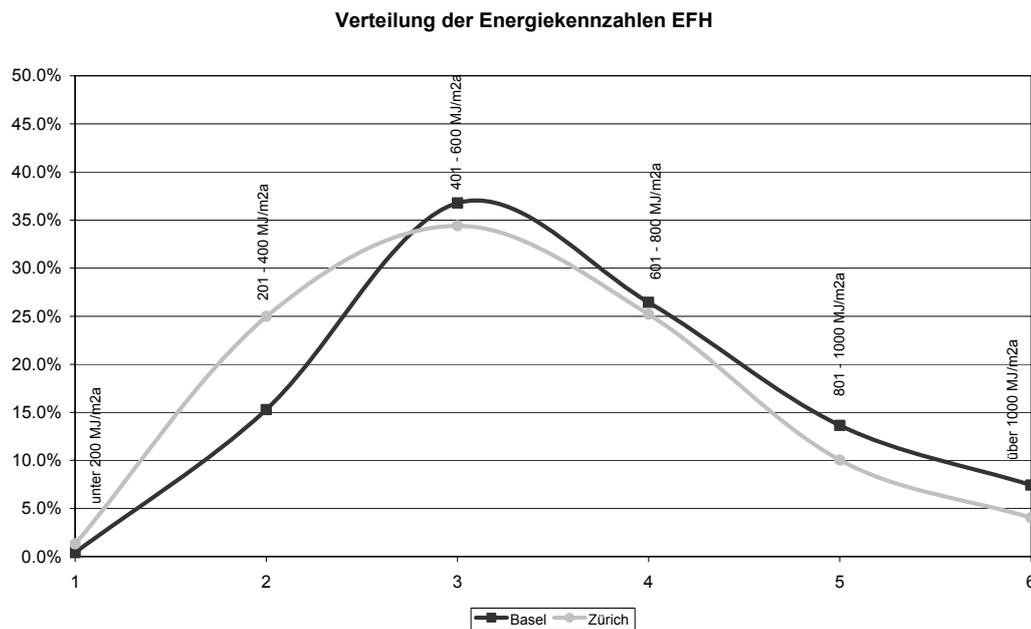
In Figur 6.9 wird der Median der Energiekennzahl Wärme aller Kantone im Vergleich dargestellt. Bei den Einfamilienhäusern scheinen die Mediane der Basler

und der Zürcher Daten vergleichbar. Bei den Mehrfamilienhäusern fällt auf, dass Zürich und Genf fast identische Energiekennzahlen aufweisen, während Basel markant tiefere Energiekennzahlen hat.



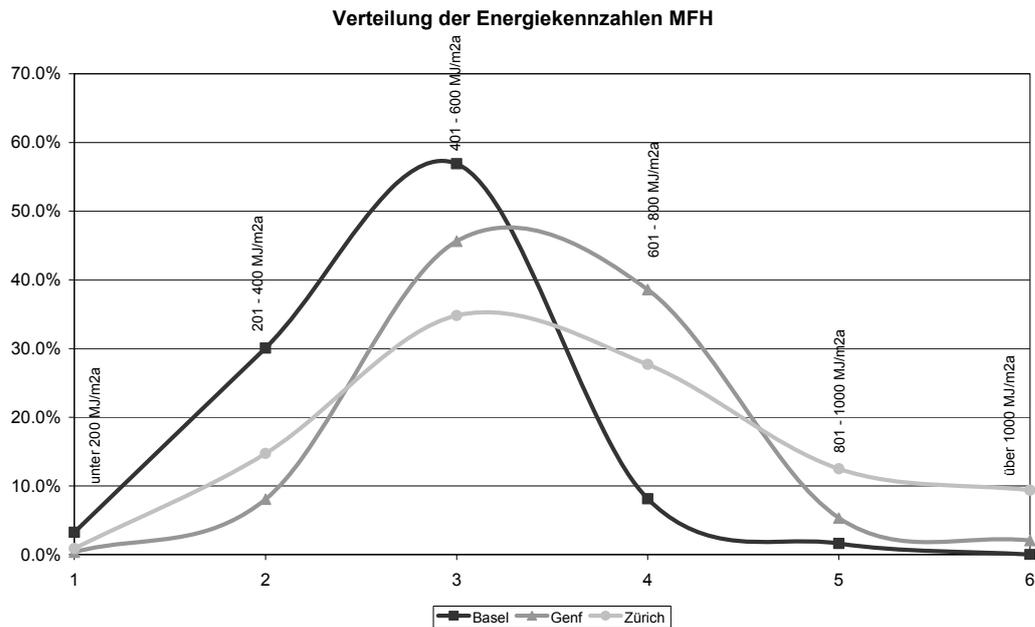
Figur 6.9: Median der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} aller Kantone im Vergleich

In Figur 6.10 ist die Verteilung der Energiekennzahl Wärme für Einfamilienhäuser in Basel und in Zürich dargestellt. Die Verteilung hat in beiden Kantonen ein sehr ähnliches Muster. In Zürich sind die tiefen Energiekennzahlen (besonders 201 bis 400 MJ/m²a) etwas stärker vertreten während in Basel die höheren Energiekennzahlen (über 400 MJ/m²a) etwas häufiger vorkommen.



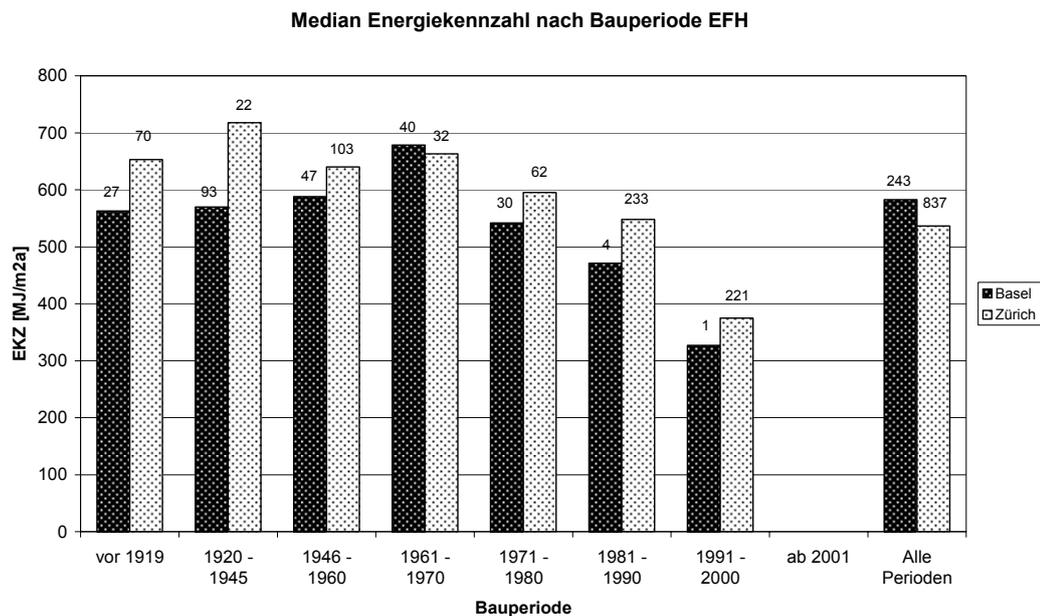
Figur 6.10: Verteilung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} der Einfamilienhäuser in Basel und Zürich im Vergleich

In Figur 6.11 ist die Verteilung der Energiekennzahl für Mehrfamilienhäuser in Basel, Genf und Zürich dargestellt. Die Verteilung hat in allen Kantonen ein recht unterschiedliches Muster. Allen gemeinsam ist das Maximum bei den Energiekennzahlen von 401 bis 600 MJ/m²a. Die grösste Streuung weist Zürich auf (speziell fallen die vielen hohen Energiekennzahlen auf), während Genf und Basel ähnliche Streuungen aufweisen. In Basel kommen jedoch die Energiekennzahlen unter 601 MJ/m²a deutlich häufiger vor als in Genf. Bei den Energiekennzahlen über 600 MJ/m²a ist es genau umgekehrt.



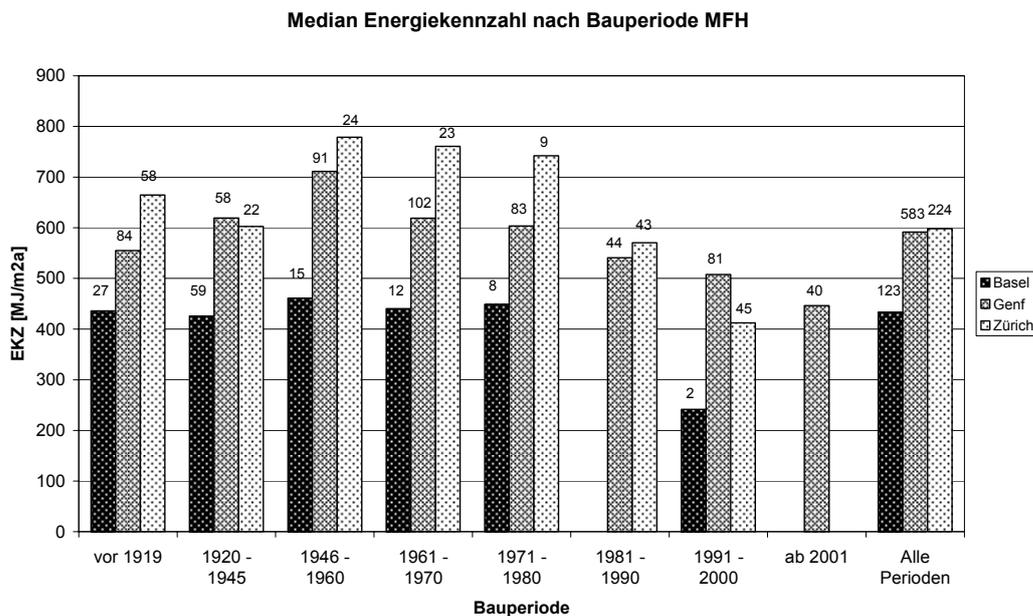
Figur 6.11: Verteilung der Energiekennzahlen Wärme E_{hww} der Mehrfamilienhäuser der Erhebungen in allen drei Kantonen im Vergleich

Figur 6.12 zeigt die Energiekennzahlen der Einfamilienhäuser in Basel und Zürich für die einzelnen Bauperioden. In beiden Kantonen nehmen die Energiekennzahlen von Neubauten ab den 70er Jahren stetig ab. Allerdings konnten in Basel für die beiden neusten Bauperioden so wenig Datensätze ausgewertet werden, dass die Aussage über den jüngsten Verlauf der Energiekennzahlen statistisch nicht abgesichert werden kann.



Figur 6.12: Median der Energiekennzahl Wärme E_{hww} [MJ/m²a] von Einfamilienhäusern in Basel und in Zürich während der verschiedenen Bauperioden

Figur 6.13 zeigt die Energiekennzahlen der Mehrfamilienhäuser in Basel, Genf und Zürich für die einzelnen Bauperioden. Auffallend sind die generell tieferen Energiekennzahlen in Basel. Aufgrund von fehlenden Daten können in Basel keine Aussagen über den Verlauf der Energiekennzahlen nach den 70er Jahren getroffen werden. In Genf und in Zürich nehmen die Energiekennzahlen ab den 70er Jahren bis heute stetig ab. Interessant ist, dass die Neubauten in Genf in den 80er Jahren noch tiefere Energiekennzahlen haben, in den 90er Jahren die Energiekennzahlen der Neubauten in Zürich jedoch unter denen von Genf liegen.



Figur 6.13: Median der Energiekennzahl Wärme E_{hww} [MJ/m²a] von Mehrfamilienhäusern in den Kantonen während der verschiedenen Bauperioden

6.5.4 Interpretation

Zu den kantonalen Unterschieden der Energiekennzahlen lässt sich sagen, dass bereits die zugrunde liegenden Flächendaten von sehr unterschiedlicher Qualität sind. Allerdings lässt sich an dieser Stelle nicht beurteilen, welcher Anteil der kantonalen Differenzen durch diese Qualitätsunterschiede erklärt werden kann.

Die hohe Streuung der Daten insbesondere in Zürich und Basel erschwert eine zuverlässige Interpretation der Energiekennzahlen. Interessanterweise ist die Streuung in Genf bedeutend geringer, obwohl hier im Gegensatz zu Basel und Zürich verschiedene Heizsysteme ausgewertet wurden. Dies könnte Hinweise auf die Datenqualität in den einzelnen Kantonen geben. Eventuell sind die Genfer Daten zuverlässiger, da sowohl Energiebezugsflächen, wie auch Energieverbräuche durch "Experten" erhoben wurden. In Basel und Zürich mussten die Energiebezugsflächen über Korrekturfaktoren berechnet werden mussten, wobei zumindest in Basel die Zuverlässigkeit und die Repräsentativität dieser Faktoren etwas fragwürdig erscheint. In Basel wurde zudem ein Grossteil der Flächen und Energieverbräuche von "Laien" erhoben.

Wo die Datenlage es zulässt, ist bei den Energiekennzahlen der Ein- und der Mehrfamilienhäuser ab den 70er resp. 80er Jahren ein klarer Abwärtstrend erkennbar. Dies deutet darauf hin, dass der Energieverbrauch neu erstellter Ge-

bäude in den drei untersuchten Kantonen im Laufe der Jahre gesenkt werden konnte. Die Ölkrise in den 70er und die Energiegesetzgebungen in den 80er Jahren sind wahrscheinliche Erklärungen dafür.

7 Schlussfolgerungen und Vorschläge für das weitere Vorgehen

a) Allgemeines

Für die vorliegende Studie lässt sich das Vorgehen wie folgt zusammenfassen:

- Die Anforderungen und Beurteilungskriterien für EKZ wurden festgelegt.
- Bestehende Erhebungen von EKZ wurden anhand eines einfachen Schemas analysiert. Dadurch wurde erstmals ein *vergleichender* Überblick über die bestehenden Erhebungen von EKZ in der Schweiz erstellt.
- Die möglichen Methodiken zur Erhebung von EKZ wurden in einer Auslegeordnung zusammengetragen.
- Eine vertiefte Analyse von drei kantonalen Erhebungen von EKZ (BS, GE, ZH) wurde durchgeführt.
- Die Tauglichkeit des GWR (eidgenössisches Wohnungs- und Gebäuderegister) als Quelle für Flächendaten zur Verwendung für EKZ wurde anhand von quantitativen Auswertungen (Vergleiche mit kantonalen Erhebungen) eingeschätzt.
- Verschiedene mögliche Methodiken zur Erhebung von EKZ wurden nach den Kriterien Machbarkeit und Aufwand beurteilt.

Auf Basis der gewonnenen Informationen werden folgende Schlüsse für das weitere Vorgehen gezogen:

- Die Verwendung bestehender Erhebungen von EKZ für kantonale Vergleiche oder zur Berechnung von gesamtschweizerischen Durchschnittswerten kann aufgrund der sehr unterschiedlichen Methodiken und teils unklarer Qualität der Erhebungen nicht empfohlen werden.
- Aus Betrachtung und Analyse bestehender Erhebungen muss abgeleitet werden, dass eine Ermittlung von Wohnungs- oder Gebäudeflächen allein durch eine freiwillige, schriftliche Befragung der EigentümerInnen nicht zu Flächendaten von genügender Qualität für die Verwendung zur Berechnung von EKZ führt.
- Die Flächendaten im GWR sind zum heutigen Zeitpunkt noch zu ungenau, um für EKZ verwendet zu werden. Dank den Aktualisierungen mittels der Bau- und Wohnbaustatistik wird sich dies mittel- bis langfristig ändern.

Während zu Beginn des Projektes sehr umfangreiche Anforderungen an EKZ gestellt wurden (vgl. Kapitel 2), haben sich diese sehr schnell durch Aufwands- und Kostenüberlegungen relativiert. Aus diesem Grund wird ein pragmatischer Ansatz für das weitere Vorgehen vorgeschlagen, der auf bestehenden Datengrundlagen aufbaut, den minimalen Anforderungen an EKZ genügt, aber gleichzeitig Möglichkeiten für Erweiterungen bietet:

- Ziel ist der Aufbau eines Schweizerischen Energie-Monitorings für Wohnbauten (SEMW), welches mit dem GWR kompatibel ist und Daten aus verschiedenen Quellen aufnimmt.
- Die Kompatibilität mit dem GWR ermöglicht einerseits die Verwendung dort vorhandener aufschlussreicher Informationen wie Bauperiode oder Renovationsperiode. Andererseits ist damit auch die Kompatibilität mit der Bau- und Wohnbaustatistik gewährleistet, die Informationen über durchgeführte Renovationen enthält. So werden quantitative Auswertungen über die Energiewirksamkeit von Renovationen möglich.
- Als Basisdatensatz sollen vorerst Heizkostenabrechnungsdaten (HKA-Daten) verwendet werden. (Unten wird dazu ein detaillierter Vorgehensvorschlag vorgestellt). Dies hat zur Folge, dass die Repräsentativität der Erhebung beschränkt ist. Eine offensichtliche Einschränkung ist diejenige auf MFH. Dafür kann von einer hohen Datenqualität ausgegangen werden.
- Gleichzeitig wird ein Leitfaden zur Erhebung von EKZ ausgearbeitet, mit welchem eine einheitliche Methodik für regionale oder kantonale Erhebungen sichergestellt werden soll. Der Leitfaden gibt z.B. an, wie die Energiebezugsfläche ermittelt werden soll, wie die Klimakorrektur zu erfolgen hat und wie die erhobenen Daten zu strukturieren sind. Ziel ist, dass zukünftige punktuell durchgeführte Erhebungen ohne grossen Aufwand in das SEMW integriert werden können und so die Datenbasis ständig erweitert wird.
- Für EFH besteht die Möglichkeit der Nutzung von HKA-Daten aus offensichtlichen Gründen nicht. Wir schätzen die grossflächige Erhebung von EKZ von EFH als sehr viel aufwendiger ein als jene von MFH, da bei der Verwendung bestehender Daten in jedem Fall mehrere Datenquellen beigezogen werden müssen.²⁵ Auch Neuerhebungen werden als sehr

²⁵ Mögliche Datenquellen sind z.B. die kantonalen Gebäudeversicherungen (in 19 Kantonen) und die Gasversorgungsunternehmen (rund 100 AnbieterInnen in der Schweiz). Da bei der möglichen Nutzung dieser Datenquellen sehr viel mehr Unternehmen für eine Kooperation gewonnen werden müssen, schätzen wir den Aufwand dafür als grösser ein als für eine Zusammenarbeit mit einigen wenigen HKA-Unternehmen.

aufwendig beurteilt. Aus diesem Grund halten wir es für sinnvoll, EFH *vorerst* nicht zu berücksichtigen, und erst nach der erfolgreichen Etablierung einer Erhebung von EKZ von MFH auch EFH systematisch in die Erhebung zu integrieren.²⁶

b) Vorschlag für das weitere Vorgehen

Die Verwendung von HKA-Daten wird aus zwei Gründen empfohlen:

- Die Qualität der im Rahmen der Heizkostenabrechnung (HKA) erhobenen Nettowohnflächen wird als hoch eingeschätzt. Die im Rahmen der HKA verwendeten Flächendaten sind kostenrelevant. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass die BewohnerInnen Abweichungen von den tatsächlichen Nettowohnflächen bemerken, sofern diese nicht nur marginal sind (Vier-Augen-Prinzip).
- Kann eine Zusammenarbeit mit HKA-Unternehmen etabliert werden, wird es im Idealfall möglich sein, Flächendaten *und* Energieverbrauchsdaten aus einer Hand zu beziehen. So kann im besten Fall auf bestehende Energiedaten zurückgegriffen werden. Auch wenn zusätzliche Befragungen zur Ermittlung von Energieverbrauchsdaten notwendig sind, ist es ein Vorteil, wenn diese über die HKA-Unternehmen durchgeführt werden können. Zwischen HKA-Unternehmen und ihren KundInnen besteht eine etablierte Geschäftsbeziehung, welche die Antwortwahrscheinlichkeit und die Antwortqualität bei einer Befragung erhöhen.

Aus diesen Gründen wird vorgeschlagen, eine Probeerhebung mit HKA-Daten durchzuführen. Mit einer solchen Probeerhebung sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche HKA-Unternehmen sind grundsätzlich bereit, sich an einer Erhebung von EKZ von Wohnbauten zu beteiligen?
- Können für die Erhebung von EKZ bestehende HKA-Daten genutzt werden? Wenn nein, können die allenfalls notwendigen Befragungen der GebäudeeigentümerInnen oder der Gebäudeverwaltenden über die HKA-Unternehmen durchgeführt werden? Wie sind die Konditionen?

²⁶ Für den schweizerischen Gebäudepark ist das Verhältnis der Energiebezugsflächen von EFH und MFH knapp 2:3 (reine Wohngebäude). Eine Erhebung, die nur MFH einschliesst, erfasst rund 60% der Energiebezugsfläche reiner Wohngebäude und 30% der Energiebezugsflächen aller Gebäude des schweizerischen Gebäudeparks (Quelle: Wüest & Partner 2003).

- Welche Repräsentativität lässt sich mit HKA-Daten erreichen? (Bezüglich der Bauperioden, des Energieträgers der Heizung, des Eigentümer-typs und geographisch.)
- Lassen sich Daten von verschiedenen HKA-Unternehmen miteinander kombinieren?
- Dürfen HKA-Daten mitsamt den Gebäudeadressen weitergegeben werden? Muss dafür die Zustimmung jedes einzelnen Kunden eingeholt werden?
- Können die Daten mit dem GWR verknüpft werden? Wer führt die Verknüpfung durch? Spielen hier Datenschutzüberlegungen eine Rolle?

c) **Vorschlag für eine Probeerhebung**

Zur Beantwortung der oben aufgeworfenen Fragen schlagen wir folgendes Vorgehen vor:

- (1) Kontaktaufnahme mit mehreren grossen schweizerischen HKA-Unternehmen (z.B. Rapp Wärmetechnik AG, NeoVac, ista Schweiz, Techem Schweiz) und Abklärung der Bereitschaft zur Zusammenarbeit. (Die Rapp Wärmetechnik AG hat ihre Bereitschaft bereits signalisiert.) Grobschätzung der entstehenden einmaligen und wiederkehrenden Kosten. Dabei muss beachtet werden, dass eine langfristige Zusammenarbeit (vorläufiger Horizont: 20 Jahre) angestrebt wird.
- (2) Abklären der rechtlichen Grundlagen und einzuhaltenden Datenschutzbestimmungen.
- (3) Sichtung der vorhandenen Datenbasis. Ermittlung der erreichbaren Repräsentativität, einerseits der vorhandenen Flächendaten und andererseits der vorhandenen Energiedaten. Dabei zeigt sich, ob zusätzliche Befragungen, insbesondere zur Ermittlung des Energieverbrauchs, notwendig sind. Bezüglich der Datenlage bei den HKA-Unternehmen unterscheiden wir drei mögliche Szenarien:

- (A) Die vorhandene Datenbasis genügt bereits. Diese Variante halten die AutorInnen aufgrund erster Gespräche mit der Rapp Wärmetechnik AG für eher unwahrscheinlich.²⁷

²⁷ Die Rapp Wärmetechnik AG verfügt bei einer Mehrheit ihrer KundInnen lediglich über Angaben zu den aufzuteilenden Energiekosten. Die Umrechnung der Frankenbeträge in Energieeinheiten ist aufgrund der schwankenden Energiepreise mit Schwierigkeiten behaftet, weswegen eine direkte Erhebung der Energiemengen bevorzugt wird.

- (B) Die vorhandene Datenbasis genügt nicht, aber die fehlenden Daten können mittels einer Befragung der KundInnen erhoben werden, wobei bestehende Kundenbeziehungen der HKA-Unternehmen genutzt werden können, um einen hohen Rücklauf und eine hohe Antwortqualität zu erreichen.
- (C) Die vorhandene Datenbasis genügt nicht und bei den HKA-Unternehmen ist keine Möglichkeit oder keine Bereitschaft vorhanden, ihre Kundenbeziehungen zur Erhebung der fehlenden Daten zu nutzen. In diesem Fall müssen so oder so neue Befragungen durchgeführt werden, wobei ein höherer Aufwand und eine geringere Qualität erwartet wird als bei einer Befragung via die HKA-Unternehmen, da keine vorhandenen Geschäftsbeziehungen genutzt werden können.

Stellen sich die Szenarien (A) oder (B) als richtig heraus, ist aus Sicht der Auftragnehmenden eine Zusammenarbeit mit den HKA-Unternehmen sehr erstrebenswert. Stellt sich allerdings das Szenario (C) als richtig heraus, fällt das Hauptargument für die Verwendung von HKA-Daten weg. Somit wäre dann zu prüfen, ob nicht mit einer anderen Datenbasis für die Flächendaten (z.B. Kantonale Gebäudeversicherung) eine höhere Repräsentativität erreicht werden kann.

Im Folgenden gehen wir davon aus, dass die Variante (B) eintritt. Weiter sind folgenden Schritte notwendig:

- (4) Abklärung der Machbarkeit der Verknüpfung mit dem GWR; technisch und gesetzlich.
- (5) Festlegen des gewünschten Erhebungsrhythmus und der Erhebungsform: Soll ein Panel durchgeführt werden (Betrachtung der immer gleichen Stichprobe über mehrere Jahre)? Nach welcher Zeit wird die Stichprobe verändert oder erweitert?
- (6) Auswahl der zu berücksichtigenden Energieträger. Im Vordergrund stehen zur Zeit Öl und Gas.
- (7) Festlegung der Methodik für die Umrechnung der vorhandenen Energieverbrauchsdaten in einheitliche Energieeinheiten und für die Umrechnung der Nettowohnflächen in Energiebezugsflächen.
- (8) Festlegen der Datenstruktur und Richtlinien zur Datendokumentation. Auswahl einer geeigneten Plattform.
- (9) Zusammenstellung eines Probesamples. Langfristiges Ziel ist die Erfassung von ca. 2'500 - 3'000 Gebäuden. Für das Probesample ist ein Umfang von rund 400 - 600 Gebäuden vorgesehen, um zu gewährleis-

ten, dass möglichst alle Gebäudetypen (bzgl. Alter, Standort, Energieträger und Eigentumsverhältnis) berücksichtigt sind, so dass die möglichen Probleme bereits bei der Probeerhebung sichtbar werden.

- (10) Erhebung der EKZ des Probesamples, einschliesslich einer Befragung fehlender Angaben bei den GebäudeeigentümerInnen oder Gebäudeverwaltungen.
- (11) Auswertung der Daten.
- (12) Schlussfolgerungen aus der Probeerhebung für die zukünftige Erhebung von EKZ.

Nach der erfolgreichen Durchführung der Probeerhebung kann in einem ersten Schritt ein Schweizerisches Energie-Monitoring für MFH mit reiner Wohnnutzung eingerichtet werden. Damit soll gleichzeitig ein Standard zur Erhebung von EKZ von Wohnbauten etabliert werden. Erst in einem zweiten Schritt ist die Ausweitung auf ein Schweizerisches Energie-Monitoring für Wohngebäude vorgesehen, bei dem auch EFH erfasst werden.

d) Der Unterschied zur geplanten Datenbank des Gebäudeenergieausweises

Das aktuelle Konzept für den Gebäudeenergieausweis sieht vor, dass alle Daten, die für den Energieausweis erfasst werden, zum Zweck der Plausibilisierung und des Controlling in einer Datenbank (GEA-Datenbank) gesammelt werden. Auf Basis einer solchen Datenbank wird es vermutlich grundsätzlich möglich sein, schweizweit repräsentative EKZ zu berechnen. Allerdings werden die EKZ der einzelnen Gebäude diverse Erfassungszeitpunkte aufweisen und in unterschiedlichen und nicht vorgegebenen Zeitabständen aktualisiert werden. Ausserdem werden, wenn der Energieausweis wie heute geplant eingeführt wird, die EKZ teilweise durch Messung und teilweise durch Berechnung ermittelt. Wird der Gebäudeenergieausweis nicht als Obligatorium eingeführt, wonach es zurzeit aussieht, besteht das zusätzliche Problem, dass vermutlich gerade energetisch ineffiziente Gebäude oder Gebäude, für die eine Ausstellung aufwendig ist, in der Datenbank untervertreten sind.

Ein Monitoring hat im Gegensatz zur geplanten GEA-Datenbank den Vorteil der *zeitlich regelmässigen* Erfassung der gemessenen EKZ eines nur geringfügig angepassten (Aufnahme von Neubauten) Gebäudesamples mit einer einheitlichen Methodik. Dies ermöglicht Zeitreihen- und Panelanalyse und somit eine gezielte Erfolgskontrolle energiepolitischer Massnahmen.

e) **Kostenüberlegungen für ein Schweizerisches Energie-Monitoring für Wohnbauten**

Zur Abschätzung der Kosten der Implementierung und des Betriebes eines Schweizerischen Energie-Monitorings für Wohnbauten wird angenommen, dass das Monitoring entsprechend der oben vorgeschlagenen und beschriebenen Probeerhebung durchgeführt wird:

- Zusammenarbeit des projektleitenden Unternehmens mit ca. 4 grossen, schweizerischen Anbietern von Heizkostenabrechnungen.
- Verwendung vorhandener Gebäude bzw. Wohnungsflächendaten.
- Zumindest teilweise Neuerhebung der Energieverbrauchsdaten.

Zur Abschätzung der Kosten greifen wir sowohl auf interne als auch auf externe Erfahrungswerte zurück. Die untenstehende Tabelle zeigt eine grobe Kostenkalkulation für ein Schweizerisches Energie-Monitoring für Wohnbauten. Die Kosten können sich beliebig auf die verschiedenen, am Projekt beteiligten Parteien verteilen. Die Ersterhebung soll im Sinne einer Probeerhebung 400 - 600 verwertbare Datensätze generieren. Bei nachfolgenden Erhebungen jedoch sollen schliesslich 2'500 - 3'000 Datensätze für Auswertungen zur Verfügung stehen.

Anhand der Grobkalkulation in Tabelle 7.1 ist ersichtlich, dass die Kosten für die Implementierung eines Schweizerischen Energie-Monitorings für Wohngebäude bei rund 150'000 - 200'000 CHF liegen dürften. Die relativ grosse Spannweite ist einerseits bedingt durch die schwierig abzusehenden Kosten der Ermittlung der Energieverbrauchsdaten. Andererseits hängen die EDV-Kosten stark von der konkreten Ausgestaltung der Datenbank ab, was eine genauere Schätzung verhindert.

Bei einem 5-Jahres-Erhebungsrythmus haben die wiederkehrenden Kosten mit 100'000 - 120'000 CHF beinahe dieselbe Grössenordnung wie die Implementierungskosten. Dies liegt daran, dass bei so grossen Zeitabständen besonders kostenintensive Arbeitsschritte wie die Zusammenstellung eines repräsentativen Samples, die Aktualisierung der Energiebezugsflächen der einzelnen Gebäude und die Ermittlung der Energieverbrauchsdaten erneut zu vollziehen sind.

	Implementierungskosten (einmalig) ca. 400-600 verwertbare Datensätze in CHF	Kosten für periodische Erhebung (wiederkehrend) ca. 2'500-3'000 verwertbare Datensätze in CHF
Erhebung		
Vorbereitung & Konzeption der Datenbank	25'000	15'000
Datenbeschaffung bei 3-4 HKA Unternehmen		
- Sichtung Rohdaten & Zusammenstellung Sample		
- Import vorhandener Flächendaten, Harmonisierung, Import vorhandener Energiedaten, Verknüpfung GWR		
- Erfassung fehlender Energiedaten (Befragung Verwaltungen und EigentümerInnen)		
- Dokumentation	40'000 - 60'000	35'000 – 55'000
Plausibilisierung & Auswertung	15'000	15'000
Schlussfolgerungen & Bericht	15'000	15'000
Leitfaden für Nachfolgeerhebungen	15'000	
EDV		
Implementierung	20'000-50'000	
Wartung	20'000	20'000
	150'000 - 200'000	100'000 – 120'000

Tabelle 7.1 Abschätzung der Kosten für die Implementierung und den Betrieb des SEMW.

Anhang

A-1 Glossar

AUE	Amt für Umwelt und Energie (Kanton Basel-Stadt)
AUE	Amt für Umweltschutz und Energie (Kanton Basel-Landschaft)
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Kanton Zürich)
Carbura	CARBURA ist die Pflichtlagerorganisation der schweizerischen Mineralölwirtschaft.
DATAMINE	DATAMINE ist ein Projekt, um ein Energiemonitoring des europäischen Gebäudeparks auf Basis des geplanten Energieausweises vorzubereiten. Initiator und Koordinator ist das IWU (Institut Wohnen und Umwelt, Deutschland).
Dena	Deutsche Energie-Agentur
EBF	Energiebezugsfläche Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.
EFH	Einfamilienhaus
EGID	Eidgenössischer Gebäudeidentifikator 9-stellige Identifikationsnummer von Gebäuden im eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
EKZ	Energiekennzahl Gesamte in einem Gebäude während eines Jahres zur Raumheizung und Warmwassererwärmung verbrauchte Primärenergie bezogen auf die Energiebezugsfläche (EBF)
EnFK	Konferenz kantonaler Energiefachstellen Die Kantone haben sich bereits zu Beginn der 80er Jahre zu einer gemeinsamen Energiepolitik untereinander und mit dem Bund bekannt. Seither erarbeiten und koordinieren die Energie-

	<p>direktorenkonferenz (EnDK) und die Energiefachstellenkonferenz (EnFK) die gemeinsamen energiepolitischen Aktivitäten der Kantone.</p>
GWE	<p>Gebäude- und Wohnungserhebung der Eidgenössischen Volkszählung 2000</p>
GWR	<p>Eidgenössisches Gebäude- und Wohnregister</p> <p>Wichtigstes Ziel des eidgenössischen Gebäude- und Wohnregisters ist eine Modernisierung statistischer Erhebungen. Möglichst viele Daten sollen bis zum Jahr 2010 direkt aus Verwaltungsregistern erhoben werden. Voraussetzung dazu ist ein gesamtschweizerisches Identifikationssystem für Gebäude und Wohnungen</p>
HGT	<p>Heizgradtage</p> <p>Die Heizgradtage HGT sind die über eine bestimmte Periode gebildete Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur und der Tagesmitteltemperatur der Aussenluft aller Heiztage dieser Periode. Heiztage sind diejenigen Tage einer Periode, bei denen die Tagesmitteltemperatur (24 h-Mittelwert) unter der Heizgrenze liegt.</p> <p>Gegenwärtig wird 20 °C als angestrebte Raumlufttemperatur verwendet.</p>
HKA	<p>Heizkostenabrechnung</p>
IP 2000	<p>Investitionsprogramm Energie 2000</p> <p>Das Investitionsprogramm Energie wurde im Rahmen des Konjunkturankurbelungsprogrammes vom Bund lanciert und schaffte Anreize für private Bauherren für energetische Sanierungen.</p>
IWB	<p>Industrielle Werke Basel</p>
Klimakorrektur	<p>Der Einfluss der jährlichen Klimaschwankungen auf die Energiekennzahl für Raumheizung wird mittels einer Klimakorrektur berücksichtigt. Dazu wird die Energiekennzahl für Raumheizung mit dem Verhältnis des langjährigen Mittels der Heizgradtage der Verbrauchsperiode zu den Heizgradtagen der erhobenen Verbrauchsperiode multipliziert.</p>

MFH	Mehrfamilienhaus
MINERGIE	Verein der mit verschiedenen freiwilligen Baustandards den rationalen Energieeinsatz und die breite Nutzung erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger Verbesserung der Lebensqualität, Sicherung der Konkurrenzfähigkeit und Senkung der Umweltbelastung fördert.
REFH	Reiheneinfamilienhaus
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SMA	Schweizerische Meteorologische Anstalt (bis 2000). Heute MeteoSchweiz - Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie.
SNV	Schweizerische Normenvereinigung
Stiftung Klimarappen	Die Stiftung Klimarappen wurde als eine freiwillige Massnahme der Wirtschaft gegründet. Sie soll einen glaubwürdigen und wirtschaftlich effizienten Beitrag zur Erfüllung der Schweizer Verpflichtung zur Reduktion der Emission von Treibhausgasen im Rahmen des Kyoto-Protokolls zu leisten.
VHKA	Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung

A-2 Tabellarische Übersicht der bisherigen Untersuchungen

Übersicht über bestehende Erhebungen												
Kriterien	Einheit	BS	GE	ZH	GR	13 Kantone	NE	TG/VD	BL	Investitionsprogramm Energie 2000	Klimarappen (Gebäudeprogramm)	Rapp / VHKA
Allgemein												
Anzahl Gebäude	Stk	1196 EFH / MFH	10'000	4395	15'000	2'189	106	60	109	ca. 2'200	> 1650 Projekte	ca. 10'000
Anzahl Wohnungen	Stk	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	ca. 100	k.A.	k.A.	k.A.	ca. 100'000
Erfassungszeitraum	Zeitperiode	2004	seit 1990	seit 2001 (Musterportfolio)	seit 1982	2000	2000-2003	2000-2003	?	2004	Ab 2006	80er bis Anfangs 90er Jahre
Energiedaten												
Energiebezugsfläche	m2	402'000	14'000'000	> 400'000	k.A.	> 150'000	k.A.	ca. 10'000	Ja	nur vor der Renovation	Ja	z.T. m2
Energiekennzahl total	MJ/m2a	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	nur vor der Renovation	EKZ Wärme	z.T.
Energiekennzahl Warmwasser	MJ/m2a	Ja	Nein	Nein	?	Nein	Nein	Nein	?	?	?	Nein
Energieträger	Beschrieb	Öl	Öl, Gas, Fernwärme	Gas (Öl)	Öl, Gas, Strom, Holz	Öl, Gas, FW, WP, Holz, Elektrisch	Öl, Gas, FW, Elektrisch	Öl, Gas, FW, WP, Holz, Elektrisch	?	?	Öl, Gas	?
Klimakorrektur	Ja/nein	Ja (Normiert auf HGT Basel Binningen)	Ja	Ja (Normiert auf HGT Zürich SMA)	Nein	Ja, aber keine Höhenkorrektur	Ja	Ja	?	?	?	Ja
Gebäude / Gebäudetechnik												
Gebäudekategorie		Ja, 5 Kategorien	MFH > 5 Wärmebezügler	EFH, MFH	EFH, MFH	MFH, EFH	3 Kategorien	MFH, EFH, D-EFH	?	Ja	Ja	?
Baualter		Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	?	?	?	Ja, nur vor 1990	?

Übersicht über bestehende Erhebungen												
Kriterien	Einheit	BS	GE	ZH	GR	13 Kantone	NE	TG/VD	BL	Investitionsprogramm Energie 2000	Klimarappen (Gebäudeprogramm)	Rapp / VHKA
Heizwärmebedarf 380/1	Ja/nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	?	?	?
System Wärmeerzeugung	Ja/nein	Nein	?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	?	?	Ja	?
System Warmwassererzeugung	Ja/nein	Nein	?	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	?	?	Ja	?
System Wärmeverteilung	Ja/nein	Nein	?	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	?	?	?	?
System Warmwasserverteilung	Ja/nein	Nein	?	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	?	?	?	?
Erhebung												
Methodik	Befragung Privatbesitzer und Immobilien-Firmen und Kontrollbegehung	250 Konzessionäre erfassen Daten jährlich online. Entschädigung durch Eigentümer. einmalige Ermittlung der EBF durch Fachleute.	Grundlage Gebäudekataster. Erhebung durch Feuerungskontrolleure vor Ort und Gemeindegaswerk. Gebäudefläche aus Gebäudevolumen gemäss Gebäudeversicherung (Umrechnungsfaktor)	Befragung der Eigentümer zu Energieverbrauch; Erfassung energetischer Kenndaten vor Ort durch Gebäudeschätzer	Umfrage bei Haushaltungen im Sinne einer Eigendeklaration. Daten zur EBF und zum Energieverbrauch stammen alle aus dieser Umfrage.	Gebäudedaten (EBF, ...) wurden aus Baugesuchen entnommen. In einem Fragebogen an Objekteigentümer wurden Informationen zum Energieverbrauch und zum Nutzerverhalten ermittelt	Auswahl geeigneter Gebäude anhand von Baugesuchunterlagen. Erhebung durch lokale Fachleute anhand eines detaillierten Fragebogens (technisch, Benutzerverhalten, Belegung)	Auswertung von Energienachweisdaten. Vergleich mit Untersuchung Wüst&Partner	Anforderung von Daten bei der Beurteilung von Gesuchen um Fördergelder	unbek.	Berechnung und Monitoring von EKZ. Anhand von Bauplänen wurde die EBF berechnet. von den Eigentümern erhielt man Verbrauchsdaten.	
Aufwand		über 800 Stunden	2 Vollzeitstellen	gross	unbek.	unbek.	unbek.	erheblicher Aufwand	relativ geringer Aufwand	unbek.	unbek.	relativ geringer

Übersicht über bestehende Erhebungen												
Kriterien	Einheit	BS	GE	ZH	GR	13 Kantone	NE	TG/VD	BL	Investitionsprogramm Energie 2000	Klimarappen (Gebäudeprogramm)	Rapp / VHKA
												Aufwand
Datenbank												
Kontaktperson		Roger Ruch, IWB Basel	Jacobus van der Maas, Service Cantonal de l'Énergie GE	Alex Nietlisbach AWEL	Andrea Löttscher, Amt für Energie GR	Reto Dettli, econcept	Gervais Oreiller, Service de l'énergie NE	Andrea Paoli Fachstelle Energie TG & René Vuilleumier Service de l'Énergie VD (SEVEN)	Peter Stucki Amt für Umwelt und Energie BL	Thomas Nordmann, TNC	Thomas Nordmann, TNC	Heinrich Mahler, Rapp AG Basel
Verfügbarkeit für Studie	Ja/nein	Ja	Ja	Ja	teilweise (Auswertungen)	WahrscheinlichNein	Ja	Ja	unbek.	grundsätzlich Ja, formelle Anfrage	möglich	Ja
Form der Datenbank	Beschrieb	Excel	unbek.	Access und Excel	unbek.	SPSS	Excel	Excel	unbek.	File Maker	unbek.	Alles in Papierform
Spez. Auflagen Datenschutz	Beschrieb	Keine	unbek.	unbek.	unbek.	Keine	Keine	Keine	unbek.	Keine	unbek.	sollte keine Probleme geben

Tabelle 7.2: Übersicht über bestehende Erhebungen

A-3 Auslegeordnung: Methodiken zur Erhebung von EKZ

Methodiken / Datenquellen für die Erhebung von Energiekennzahlen von Wohnbauten: Energieverbrauch oder -bedarf und Angaben zur Heizung											
	Bestehende Daten verwenden							Berechnen	Neu erheben		
	GWR ²⁸	Kantonale Erhebungen, Erhebung "13 Kantone"	VHKA	Investitionsprogramm Energie 2000	Gebäudeprogramm Stiftung Klimarapen	Heizölverbrauchserhebung Carbura	Gas- und Fernwärmeversorgungsunternehmen	Aus Energienachweis Baugesuch	Vorgehen analog zu dena ²⁹ Kurzverfahren	Durch Fachleute vor Ort Tankbüchlein	Befragung von Hauseigentümern und Vertretern
Energieverbrauch / Energiebedarf	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Heizungsart (Zentral, Etage, Einzelofen)	ja (Merkmalskategorie B)	zum grossen Teil	unbekannt	ja	ja	nein	nein	ja	machbar	machbar	machbar
Energieträger für Heizung	ja (Merkmalskategorie B)	ja	unbekannt	ja	ja	ja	ja	ja	machbar	machbar	machbar
Wird mit der Heizung auch Warmwasser erzeugt? (Ersichtlichkeit)	nein	zu kleinem Teil	unbekannt	ja	ja	nein	nein	ja	machbar	machbar	machbar

Tabelle 7.3: Auslegeordnung für die "Must-haves": Energieverbrauch oder -bedarf und Angaben zur Heizung. Es bestehen grundsätzlich zwei mögliche Vorgehensweisen: es kann auf bestehende Daten zurückgegriffen werden oder die Daten können neu erhoben werden. Dazwischen liegt zusätzlich die Möglichkeit der Berechnung. Hierbei werden die gewünschten Informationen aus bestehenden Unterlagen (Baupläne, Baugesuche) generiert und allenfalls mit neu erhobenen Daten ergänzt.

²⁸ Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister

²⁹ Kurzverfahren der dena (Deutsche Energie Agentur) zur Erstellung des Deutschen Gebäudeenergieausweis: Fragebogen, Einsicht in Bauplänen und Bedarfsweisen Datenerhebung vor Ort. Vgl. auch www.gebaeudeenergiepass.de.

Methodiken / Datenquellen für die Erhebung von Energiekennzahlen von Wohnbauten: Energiebezugsfläche									
	Bestehende Daten verwenden						Berechnen	Neu erheben	
EBF (bzw. Gebäudedaten als Grundlage zur Berechnung von EBF)	GWR: Wohnungsflächen	VHKA	Kantonale Gebäudeversicherung (Volumen)	Investitionsprogramm Energie 2000	Gebäudeprogramm Stiftung Klimarap- pen	Wüest & Partner: Modell Ge- bäudepark	Aus Energie- nachweis Baugesuch	Vorgehen analog zu dena Kurzver- fahren	Befragung von Hauseigentü- mern und Vertretern

Tabelle 7.4: Auslegeordnung für die "Must-haves": Energiebezugsfläche. Es bestehen grundsätzlich zwei mögliche Vorgehensweisen: es kann auf bestehende Daten zurückgegriffen werden oder die Daten können neu erhoben werden. Dazwischen liegt zusätzlich die Möglichkeit der Berechnung. Hierbei werden die gewünschten Informationen aus bestehenden Unterlagen (Baupläne, Baugesuche) generiert und allenfalls mit neu erhobenen Daten ergänzt.

A-4 Inhalt des Gebäude und Wohnungsregisters GWR

Die folgenden Informationen zum GWR (Stand Mai 2007) wurden in der unten präsentierten Form freundlicherweise von Herrn Claude Grandjean vom BFS zur Verfügung gestellt.

Merkmale der Entität GEBÄUDE im Überblick

Alle im eidg. GWR erfassten Gebäude sind durch einen maximal neunstelligen numerischen Gebäudeidentifikator (EGID) gesamtschweizerisch eindeutig und einmalig identifiziert.

Zur Identifikation und Lokalisation sowie als Sachdaten der Gebäude werden im eidg. GWR folgende Angaben erhoben (ohne Gebäudeadresse; siehe unter GEBÄUDEEINGANG):

Merkmale der Entität GEBÄUDE nach Gebäudekategorie

Merkmal	Gebäudekategorie				Sonderbauten
	Provisorische Unterkünfte	Wohngebäude	Andere Gebäude mit teilw. W-nutzg	ohne W-nutzg	
Eidg. Gebäudeidentifikator	A	A	A	A	A
BFS-Gemeindenummer	A	A	A	A	A
Eidg. Grundstücksidentifikator	C	C	C	C	C
Parzellennummer	B	B	B	B	B
inkl. Grundbuchkreis	B ¹	B ¹	B ¹	B ¹	B ¹
Amtliche Gebäudenummer	C ¹	B ¹	B ¹	B ¹	C ¹
Name des Gebäudes	B	C	C	C	B
Anzahl Gebäudeeingänge	X	X	X	X	X
E-/N-Koordinaten	B	B	B	B	B
Koordinatenherkunft	B	B	B	B	B
Lokalcodes 1 – 4	C	C	C	C	C
Gebäudestatus	A	A	A	A	A
Gebäudekategorie	A	A	A	A	A
Gebäudeklasse	---	X	C	C	C
Baujahr	---	C	C	C	C
Bauperiode	---	B	B	C	C
Renovationsjahr	---	C	C	C	C
Renovationsperiode	---	C	C	C	C
Abbruchjahr	---	B	B	C	C
Gebäudefläche	---	C	C	C	C

Merkmal	Gebäudekategorie				Sonderbauten
	Provisorische Unterkünfte	Wohngebäude	Andere Gebäude mit teilw. W-nutzg	Andere Gebäude ohne W-nutzg	
Anzahl Geschosse	---	B	B	C	---
Anzahl separate Wohnräume	---	C	C	---	---
Anzahl Wohnungen	X	X	X	X	X
Heizungsart	---	B	B	C	---
Energieträger der Heizung	---	B	B	C	---
Warmwasserversorgung	---	B	B	C	---
Energieträger für Warmwasser	---	B	B	C	---
Entität GEBÄUDEEINGANG	A	A	A	A	A
Entität WOHNUNG	---	B	B	---	---

Legende: A = Angabe zum betreffenden Merkmal muss immer vorhanden sein (zwingend für die Erfassung des Gebäudes).

B = Angabe zum betreffenden Merkmal ist obligatorisch, fehlende Angaben müssen ergänzt werden.

C = Angabe zum betreffenden Merkmal ist fakultativ, fehlende Angaben werden akzeptiert.

X = Angabe zum betreffenden Merkmal wird im eidg. GWR automatisch hergeleitet.

--- = Keine Angabe zum betreffenden Merkmal vorgesehen bzw. möglich.

¹ In Gemeinden mit Grundbuchkreisen bzw. amtlichen Gebäudenummern; sonst keine Angabe möglich.

Die meisten Merkmale sind obligatorisch bzw. deren Angaben werden für alle erfassten Gebäude periodisch aktualisiert und vervollständigt. Einzelne Merkmale sind dagegen – teilweise in Abhängigkeit der Gebäudekategorie – fakultativ und werden nur erfasst soweit die betreffenden Angaben bekannt bzw. verfügbar sind.

Merkmale der Entität GEBÄUDEEINGANG im Überblick

Alle im eidg. GWR erfasste Gebäudeeingänge sind durch die Kombination des eidg. Gebäudeidentifikators (EGID) mit einem maximal zweistelligen numerischen Eingangsideentifikator (EDID) gesamtschweizerisch eindeutig und einmalig identifiziert.

Zur Beschreibung des Gebäudeeingangs werden im eidg. GWR folgende Angaben erhoben:

Merkmale der Entität GEBÄUDEEINGANG nach Gebäudekategorie

Merkmal	Gebäudekategorie				
	Provisori- sche Unter- künfte	Wohn- gebäude	Andere Gebäude mit teilw. W-nutzg	ohne W-nutzg	Sonder- bauten
Eidg. Gebäudeidentifikator	A	A	A	A	A
Eidg. Eingangsideentifikator	A	A	A	A	A
Gebäudeeingangstatus	A	A	A	A	A
Strassenbezeichnung	A	A	A	A	A
Eingangsnummer Gebäude	C ¹	B ¹	B ¹	C ¹	C ¹
Amtlicher Adresscode	X	X	X	X	X
Postleitzahl (inkl. Zusatzziffer)	A	A	A	A	A
E-/N-Eingangskoordinaten	C	C	C	C	C

Legende: A = Angabe zum Merkmal muss immer vorhanden sein (zwingend für die Erfassung des Gebäudeeingangs).

B = Angabe zum Merkmal ist obligatorisch, fehlende Angaben müssen ergänzt werden.

C = Angabe zum Merkmal ist fakultativ, fehlende Angaben werden akzeptiert.

X = Angabe zum Merkmal wird im eidg. GWR automatisch hergeleitet.

¹ Wenn gemäss Strassenverzeichnis eine Hausnummerierung besteht; sonst keine Angabe möglich.

Die meisten Merkmale sind obligatorisch bzw. deren Angaben werden für alle erfassten Gebäudeeingänge periodisch aktualisiert und vervollständigt. Einzelne Merkmale sind dagegen – in Abhängigkeit der Gebäudekategorie – fakultativ und werden nur erhoben, soweit die betreffenden Angaben bekannt bzw. verfügbar sind.

Merkmale der Entität WOHNUNG im Überblick

Alle im eidg. GWR erfassten Wohnungen sind durch die Kombination des eidg. Gebäudeidentifikators (EGID) mit einem maximal dreistelligen numerischen Wohnungsidentifikator (EWID) gesamtschweizerisch eindeutig und einmalig identifiziert.

Zur Identifikation und Lokalisation sowie als Sachdaten der Wohnungen werden im eidg. GWR folgende Angaben erhoben:

Merkmale der Entität WOHNUNG nach Gebäudekategorie

Merkmal	Gebäudekategorie				Sonderbauten
	Provisorische Unterkünfte	Wohngebäude	Andere Gebäude mit teilw. W-nutzg	Gebäude ohne W-nutzg	
Eidg. Gebäudeidentifikator	---	A	A	---	---
Eidg. Wohnungsidentifikator	---	A	A	---	---
Verbindung zum Gebäudeeingang	---	B	B	---	---
Administrative Wohnungsnummer	---	C ¹	C ¹	---	---
Stockwerk	---	B	B	---	---
Lage auf dem Stockwerk	---	C ²	C ²	---	---
Physische Wohnungsnummer	---	C	C	---	---
Wohnungsstatus	---	A	A	---	---
Baujahr der Wohnung	---	B	B	---	---
Abbruchjahr der Wohnung	---	B	B	---	---
Anzahl Zimmer	---	B	B	---	---
Wohnungsfläche	---	B	B	---	---
Kocheinrichtung	---	B	B	---	---
Nutzungsart der Wohnung	---	C	C	---	---

Legende: A = Angabe zum Merkmal muss immer vorhanden sein (zwingend für die Erfassung der Wohnung).

B = Angabe zum Merkmal ist obligatorisch, fehlende Angaben müssen ergänzt werden.

C = Angabe zum Merkmal ist fakultativ, fehlende Angaben werden akzeptiert.

--- = Keine Angabe zum betreffenden Merkmal vorgesehen bzw. möglich.

1 In Gemeinden mit administrativen Wohnungsnummern; sonst keine Angabe möglich.

2 In Gebäuden mit mehr als einer Wohnung pro Stockwerk und ohne administrative oder physische Wohnungsnummer

A-5 Berechnung der EBF und der EKZ gemäss SIA 180/4³⁰

A-5.1 Definition der Energiebezugsfläche

Ermittlung der EBF

Die Energiebezugsfläche EBF ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.

Die Energiebezugsfläche EBF wird brutto, das heisst aus den äusseren Abmessungen einschliesslich begrenzender Wände und Brüstungen, berechnet nach der Empfehlung SIA 416.

Bei reinen Wohnbauten entspricht die EBF im Normalfall der für die Ausnützungsziffer verwendeten Bruttogeschossfläche BGF.

Ist nur die Nettogeschossfläche NGF bekannt, so wird die Energiebezugsfläche EBF genügend genau durch eine Erhöhung der NGF um 10% bis 15%.

Zur EBF gehörende Räume

Nebst den unter die Definition nach Ziffer 2.31 fallenden Räumen gehören zur EBF auch nicht beheizte Räume, wenn für deren Nutzung das Beheizen sonst üblich ist, zum Beispiel:

- Treppenhäuser und Korridore, falls gegen die Aussenluft abgeschlossen
- Schlafzimmer (wie alle übrigen Wohnräume)

Nicht zur EBF gehörende Räume

Nicht zur EBF gehören Räume, für deren Nutzung ein Beheizen nicht notwendig ist, zum Beispiel:

- Waschküchen und Trockenräume
- Heizräume und Maschinenräume für Lift-, Belüftungs- und Klimaanlage
- Räume für die Brennstofflagerung (Heizöl, Kohle usw.)
- Garagen
- Einstellräume für Velos, Kinderwagen und dergleichen

³⁰ Relevant für bisherige Erhebungen

- Abstellräume im Dach- und Untergeschoss oder unter der Dachschräge von Wohn- geschossen
- Nach aussen offene Flächen, wie Laubengänge, Terrassen, Balkone, Durchgänge und dergleichen Korrekturfaktoren zur Berechnung der EBF in speziellen Fällen

Bei komplexen Gebäudenutzungstypen nach Ziffer 3 12 oder bei Gebäuden mit ge- mischter Nutzung kann die Bewertung der EBF oder von Teilen derselben mit einem oder mehreren Korrekturfaktoren angebracht sein. Die Bewertung verbessert die Aus- sagekraft des Vergleichs von Energiekennzahlen.

Es können folgende Korrekturfaktoren verwendet werden:

- Teilzeit-Korrekturfaktor f_z (Anhang A 4)
- Temperatur-Korrekturfaktor f_t (Anhang A 5)
- Raumhöhen-Korrekturfaktor f_h (Anhang A 6)

Bei ganzjährig belegten, reinen Wohnbauten sowie bei Schulen, Verwaltungs- und Bü- rogebäuden soll grundsätzlich auf Korrekturfaktoren verzichtet werden. Ausnahmen sind bei saisonaler Benutzung oder bei einem grossen Anteil bloss temperierter, zur EBF gehörender Räume (Archive, Lager . . .) gegeben.

A-5.2 Definition der Energiekennzahl

Definition der Energiekennzahl (E)

Die Energiekennzahl E (ohne Index) ist die gesamte in einem Gebäude während eines Jahres verbrauchte Endenergie in MJ, dividiert durch die Energiebezugsfläche EBF des Gebäudes in m^2 .

$$E = \frac{\sum_{i=1}^m B_i \cdot H_{u,i}}{EBF} [MJ / m^2 a]$$

Damit ist die Energiekennzahl ein Mass für den spezifischen Endenergieverbrauch eines Gebäudes, wie er sich aus dem Zusammenwirken der Eigenschaften des Bau- körpers und der Haustechnikanlage, dem lokalen Klima und der Betriebsweise ein- schliesslich des Benützerhaltens ergibt.

Die Energiekennzahl kann auch als Summe der Teilenergiekennzahlen der Endener- gieträger

$$E = E_{Öl} + E_{Gas} + E_{El} + \dots$$

oder als Summe der Teilenergiekennzahlen der Verwendungszwecke geschrieben werden.

$$E = E_{\text{Heiz}} + E_{\text{WW}} + E_{\text{Rest}}$$

Darin bedeuten:

E: Energiekennzahl für die Gesamtheit aller in einem Gebäude eingesetzten Endenergieträger [MJ/m² a]. Endenergie ist die beim Endverbraucher gelagerte (Heizöl, Holz, Kohle, . . .) oder gemäss Zähler (Elektrizität, Gas, Fernwärme) abgerechnete Energie. Werden die Teilenergiekennzahlen der Endenergieträger mit Faktoren bewertet (zum Beispiel entsprechend dem Primärenergieaufwand oder den Kosten), so ist E mit einem entsprechenden Index zu kennzeichnen.

E_i: Teilenergiekennzahl des Endenergieträgers i

Beispiele: E_{Öl}, E_{Gas}, E_{El}, E_{Holz}, . . .

E_k: Teilenergiekennzahl des Verwendungszweckes k

Beispiele:

E_{Wärme} Teilenergiekennzahl für Raumheizung und Warmwasser

E_{Heiz} Teilenergiekennzahl für Raumheizung

E_{WW} Teilenergiekennzahl für Warmwasser

E_{Rest} Teilenergiekennzahl für restliche Verbraucher

B_i: Jährlicher Verbrauch des Endenergieträgers i [l; kg; m³; kWh]

H_{u, i}: Unterer Heizwert des Energieträgers i [MJ/l; MJ/kg; MJ/m³]

EBF: Energiebezugsfläche [m²] = Geschossfläche, auf welche der Energieverbrauch bezogen wird. Für die Berechnung siehe Abschnitt 2.3. Wird eine andere Bezugseinheit gewählt, so soll zur Vermeidung von Missverständnissen die damit berechnete Grösse nicht «Energiekennzahl», sondern «spezifischer Energieverbrauch» genannt werden.

A-5.3 Klimakorrektur

Berücksichtigung jährlicher Klimaschwankungen

Soll versucht werden, den Einfluss der jährlichen Klimaschwankungen auf den Anteil der Energiekennzahl für Raumheizung E_{Heiz} zu berücksichtigen, kann dies in erster Näherung mit Hilfe der Heizgradtage am Gebäudestandort geschehen:

$$\bar{E}_{\text{Heiz}} = E_{\text{Heiz}} \frac{\overline{\text{HGT}}}{\text{HGT}}$$

\bar{E}_{Heiz} : Teilenergiekennzahl für Raumheizung, umgerechnet auf ein langjähriges Durchschnittsklima

E_{Heiz} : Teilenergiekennzahl für Raumheizung in der erhobenen Verbrauchsperiode

$\overline{\text{HGT}}$: langjähriges Mittel der Heizgradtage der Verbrauchsperiode bzw. Heizsaison (siehe SIA 381/3)

HGT : Heizgradtage der erhobenen Verbrauchsperiode bzw. Heizsaison (siehe Publikation der SMA)

Andere Einflüsse, wie zum Beispiel die Länge der Heizsaison (Anzahl Heiztage) und die Grösse der Bereitschaftsverluste einer Heizanlage, sind ebenfalls bedeutend, können aber nur schwer quantifiziert werden. Es ist deshalb immer zu prüfen, ob die Resultate der obigen Berechnung sinnvoll sind.

A-6 Berechnung der EBF und der EKZ gemäss SIA 416/1^{31 32}

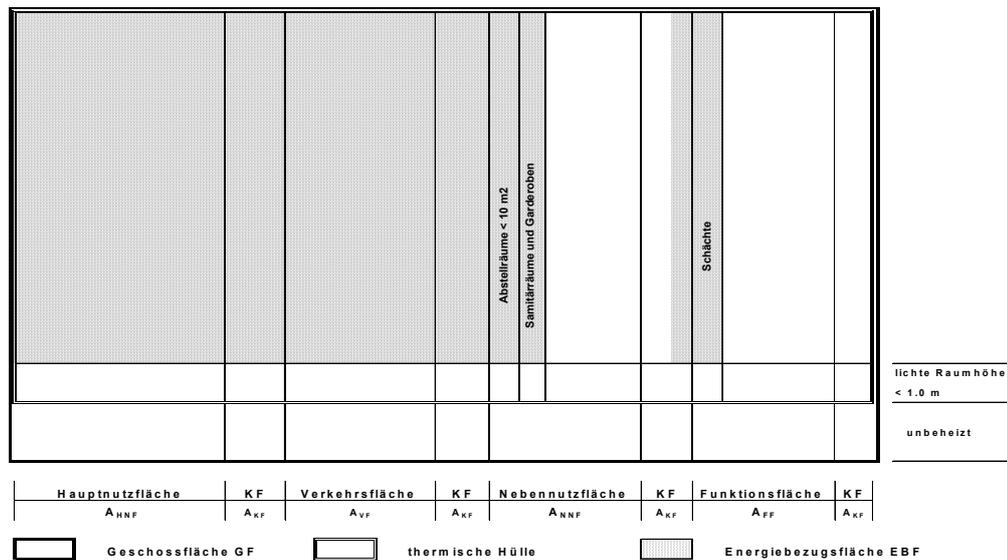
A-6.1 Definition der EBF

3.2 Energiebezugsfläche

3.2.1 Ermittlung der Energiebezugsfläche

Die Energiebezugsfläche A_E ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen A_{GF} , die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. Bei einer mehrfachen Nutzung des Raumes ist für die Zuordnung zur Energiebezugsfläche massgebend, ob eine Nutzung vorhanden ist, welche ein Beheizen oder Klimatisieren erfordert. In den Ziffern 3.2.2 und 3.2.3 wird auf Grund der Flächenklassierung nach SIA 416 genau definiert, welche Flächen zur Energiebezugsfläche gehören. Vgl. Fig. 3.1.

Fig. 3.1 Schema der zur Energiebezugsflächen gehörenden Geschossflächen



3.2.2 Flächen, die zur Energiebezugsfläche zählen

Zur Energiebezugsflächen zählen die den Hauptnutzflächen A_{HNF} , den Verkehrsflächen A_{VF} und den Flächen der Sanitärräume und Garderoben (Teile der Nebennutzflächen A_{NNF}) entsprechenden Geschossflächen, sofern diese Flächen innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen. Das gilt auch, wenn sie nicht beheizt sind. Teile dieser Flächen mit einer lichten Raum-

³¹ SIA 416/1 Kennzahlen für die Gebäudetechnik / Entwurf 4/06

³² Relevant für zukünftige Erhebungen

höhe kleiner als 1.0 m zählen nicht zur Energiebezugsfläche (vgl. Figur 3.2). In Abweichung von Ziffer 3.2.3 gehören Ver- und Entsorgungsschächte und Abstellräume kleiner 10 m², welche von Räumen, die zur Energiebezugsfläche zählen, oder von der thermischen Gebäudehülle umgeben sind, zur Energiebezugsfläche.

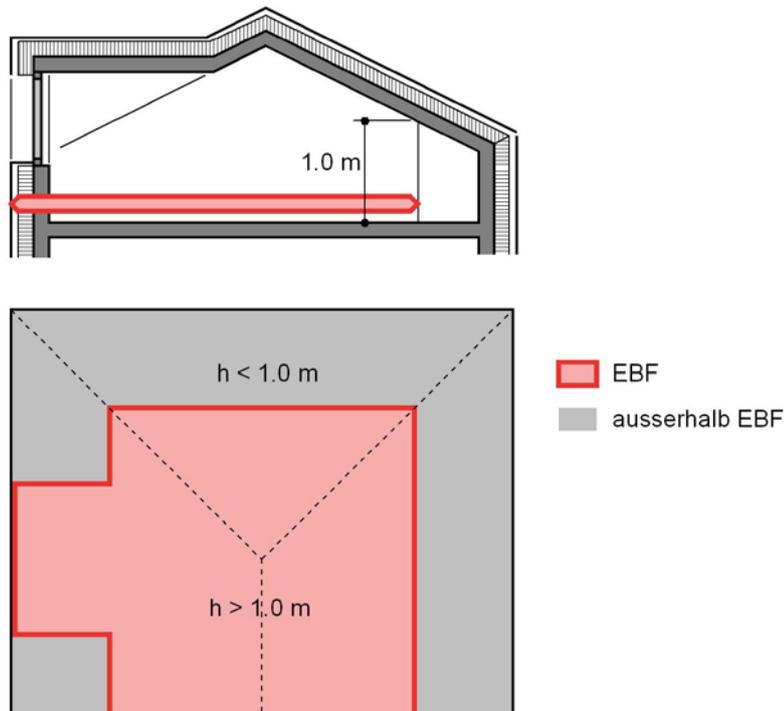


Fig. 3.2 Energiebezugsfläche in Dachgeschossen

3.2.3 Flächen, die nicht zur Energiebezugsfläche zählen

Nicht zur Energiebezugsfläche zählen die den Nebennutzflächen ANNF (ausser Sanitärräume und Garderoben) und den Funktionsflächen AFF entsprechenden Geschossflächen, auch wenn sie innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und beheizt sind. Ausnahme siehe Ziffer 3.2.2.

A-6.2 Definition der Energiekennzahl

4 ENERGIEKENNZAHL

4.1 Gesamt-Energiekennzahl

- 4.1.1 Die Energiekennzahl E ist ein Mass für den spezifischen Energieverbrauch eines Gebäudes, wie er sich aus dem Zusammenwirken des Baukörpers und der Gebäudetechnikanlage ergibt. Sie ist gleich der gesamten, einem Gebäude während eines Jahres netto gelieferten Energie geteilt durch die Energiebezugsfläche A_E des Gebäudes. Energie, die zurückgeliefert wird, wird von der gelieferten Energie in Abzug gebracht.

- 4.1.2 Der Energieinhalt von Brenn- und Treibstoffen bemisst sich nach dem Brennwert (oberer Heizwert) GCV (gross calorific value).
- 4.1.3 Zur Berücksichtigung ihrer Wertigkeit werden die Energieträger gewichtet. Die Gewichtung kann auf Grund der Primärenergiefaktoren oder der Emissionen, insbesondere des CO₂-Ausstosses, erfolgen.
- 4.1.4 Die netto gelieferte Energie kann durch eine Verbrauchsmessung oder durch eine Berechnung bestimmt werden. Um berechnete Energiekennzahlen verschiedener Gebäude vergleichbar zu machen, müssen für die Berechnung standardisierte Annahmen über das Klima, die Betriebsweise und die Nutzung getroffen werden. Bei Bestimmung der Energiekennzahlen durch eine Verbrauchsmessung müssen die Mittelwerte über mindestens drei Jahre verwendet werden oder sie müssen für das Klima korrigiert werden.
- 4.1.5 Bei Gebäuden mit aktiven Systemen zur Gewinnung erneuerbarer Energien (z.B. solarthermische Anlagen, photovoltaische Anlagen, Windgeneratoren) wird empfohlen als zusätzliche Grösse, die netto gelieferte Energie anzugeben, welche vom Gebäude benötigt würde, wenn keine Systeme zur Gewinnung erneuerbarer Energie vorhanden wären (Energiekennzahl ohne erneuerbare Energien).
- 4.1.6 Die Energiekennzahl kann auch für Teile von Gebäuden oder für Gebäudegruppen bestimmt werden. Die Aufteilung der Gebäude kann auf Grund der Nutzung erfolgen.

4.2 Teilenergiekennzahlen nach Energieträger

Die Energiekennzahl wird als Summe der Teilenergiekennzahlen nach Energieträger dargestellt. Für die netto gelieferte Energie können unter anderem die folgenden Energieträger unterschieden werden:

- Heizöl
- Erdgas, Flüssiggas
- Kohle
- Holz
- Fernwärme, Nahwärme
- Fernkälte
- Biogas
- Elektrizität

4.3 Teilenergiekennzahlen nach Verwendungszweck

- 4.3.1 Die berechnete Energiekennzahl kann auch als Summe der Teilenergiekennzahlen nach Verwendungszweck dargestellt werden.
- 4.3.2 Zu den einzelnen Verwendungszwecken gehören immer auch die entsprechenden elektrischen Hilfsaggregate, wie Betriebsgeräte, Steuerungen, Pumpen usw.

4.3.3 Die Verwendungszwecke werden wie folgt definiert:

Verwendungszweck	Definition
Beleuchtung <i>Éclairage</i> E_{Li}	Beleuchtung von Innen- und Aussen-Räumen (Raumbeleuchtung, Dekorationsbeleuchtung, Sicherheits- und Notbeleuchtung, Aussenbeleuchtung usw.).
Betriebseinrichtungen <i>Équipements des locaux</i> E_{Ap}	Betrieb der Geräte, welche der Nutzung der Räume dienen, in welchen sie installiert sind oder welche diesen Räumen zugeordnet werden können (ohne Beleuchtung und Lüftung/Klimatisierung).
Diverse Gebäudetechnik <i>Diverses techniques</i> E_{TS}	Transport von Personen und Sachen und weitere gebäude-technische Anlagen.
Transport von Personen und Waren <i>Installations de transport pour personnes et marchandises</i> E_{Tr}	Transport von Personen und Waren (Waren- und Personen-Aufzüge, Rolltreppen, Speditionseinrichtungen usw.)
Weitere gebäude-technische Anlagen <i>Installations diverses du bâtiment</i> E_{oTS}	Betrieb von Gebäudemanagementsystemen, Transformatoren, USV-Anlagen, Notstromanlagen, Sicherheitsanlagen, Schliessanlagen, Überwachungskameras, Brandschutzanlagen, Frostschutzheizungen.
Lüftung/Klimatisierung <i>Ventilation/Climatisation</i> E_{VCH}	Lüftung, Kühlung und Befeuchtung.
Lüftung <i>Ventilation</i> E_V	Luftförderung in mechanischen Lüftungsanlagen (Zu- und Abluft-Ventilatoren, Antriebe für die Wärmerückgewinnung, Förderpumpen usw.). Zum Energiebedarf Lüftung gehören auch die Auswirkungen der luftseitigen Druckverluste der Komponenten für die Kühlung, Be- und Entfeuchtung sowie der Komponenten für die Erwärmung der geförderten Luft.
Kühlung/Entfeuchtung <i>Climatisation</i> E_C	Kühlung und Entfeuchtung der Raumluft (Kältemaschinen, Förderpumpen für Kühlmittel- und Wasserkreisläufe, Antriebe und Ventilatoren für Rückkühlung usw.), inkl. allfällige Nachwärmung bei Entfeuchtung.
Befeuchtung <i>Humidification</i> E_H	Befeuchtung der Raumluft, inkl. allfällige Nachwärmung.
Wärme <i>Chaleur</i> E_{hww}	Wärme für Raumwärme und für Warmwasser .
Wärme für Raumheizung <i>Chaleur pour le chauffage</i> E_h	Erzeugung von Raumwärme (inkl. elektrische Hilfsenergie für die Speicherung, Verteilung und Abgabe von Raumwärme, wie Energie für Pumpen und Brenner). Dazu gehört auch die Energie für die Erwärmung der Zuluft, soweit sie nicht der Nachwärmung bei Befeuchtung und/oder Entfeuchtung dient.

Wärme für Warmwasser Wassererwärmung (inkl. elektrische Hilfsenergie für die
Chaleur pour l'eau chaude sa- Speicherung, Verteilung und Abgabe von Warmwasser, wie
nitaire Energie für Pumpen und elektrische Begleitheizungen).
 E_{ww}

4.4 Berechnete Energiekennzahl

4.4.1 Berechnungsverfahren

Die Berechnung der Energiekennzahl erfolgt mit den Tabellen 4.1 bis 4.4. Ausgehend von der thermischen Nutzenergie für Raumheizung, Warmwasser und Kühlung über die thermischen Verteilsysteme (Tabelle 4.1) und Erzeugungssysteme (Tabelle 4.2) wird in Tabelle 4.3 die Gesamtenergie inklusive nicht thermische Verwendungszwecke (Lüftung, Beleuchtung, Betriebseinrichtungen) und mit allfälliger Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien dargestellt. Durch Gewichtung und Summierung über die Energieträger ergibt sich die Energiekennzahl. Durch Aufteilung der von den einzelnen thermischen Erzeugungssystemen benötigten Energie auf die Verwendungszwecke erhält man die Energiekennzahl nach Verwendungszwecken (Tabelle 4.4).

4.4.2 Thermische Verteilsysteme

Tabelle 4.1 hat eine Spalte für jedes thermische Verteilsystem mit einer frei wählbaren Bezeichnung (Bezeichnungen in Tabelle 4.1 sind beispielhaft). Spalten können weggelassen werden und zusätzliche Spalten können eingefügt werden. Wird die Luft in einer mechanischen Lüftungsanlage geheizt oder gekühlt, gilt die Lüftungsanlage als Verteilsystem für die Raumheizung bez. für die Kühlung.

Der Heizwärmebedarf Q_h , der Wärmebedarf für Warmwasser Q_{ww} und der Kältebedarf Q_c werden separat für jedes Verteilsystem bezogen auf die dem betreffenden Verteilsystem zugeordnete Energiebezugsfläche bestimmt und in die oberste Zeile von Tabelle 4 eingetragen. Die absoluten Werte in Zeile 1 (MJ oder kWh) werden durch Multiplikation mit der in zweitobersten Zeile eingetragenen, für das betreffende Verteilsystem zutreffenden Energiebezugsflächen berechnet. Die weiteren Berechnungen erfolgen mit absoluten Werten.

Tabelle 4.1 Thermische Verteilsysteme

	Bezeichnung	Raumheizung			Warmwasser		Kühlung		
		H1	H2	H3	WW1	WW2	C1	C2	C3
	Wärme-/Kältebedarf pro EBF								
	Energiebezugsfläche								
1	Wärme-/Kältebedarf								
2	elektrische Hilfsenergie								
3	thermische Verluste								
4	rückgewinnbare Verluste								
5	thermischer Input								

Für jedes Verteilsystem werden die benötigten Hilfsenergien, die thermischen Verluste und die rückgewinnbaren Verluste (Verluste innerhalb der thermischen Gebäudehülle) bestimmt und in die Zeilen 2 bis 4 eingetragen. Der Elektrizitätsbedarf für die Lüftung gilt nicht als Hilfsenergie, sondern als eigenständiger Bedarf (vgl. Tabelle 4.3).

Der thermische Input in die Verteilsysteme (Zeile 5) ergibt sich aus der Summe des Wärme-/Kältebedarfs (Zeile 1) und der thermischen Verluste (Zeile 3).

4.4.3 Thermische Erzeugungssysteme

In Tabelle 4.2 hat es für jedes thermische Erzeugungssystem eine Spalte. Zu den thermischen Erzeugungssystemen gehören auch Wärme-Kraft-Kopplungen, Wärmepumpen, Kältemaschinen und thermische Solarkollektoren.

In Zeile 6 sind die Verteilsysteme angegeben, welche vom betreffenden Erzeugungssystem gespeisen werden (Angaben beispielhaft).

In Zeile 7 ist der für die Speisung der betreffenden Verteilsysteme notwendige und vom betreffenden Erzeugungssystem zu liefernde thermische Output angegeben. Er ist gleich der Summe der thermischen Inputs (Zeile 5) der entsprechenden Verteilsysteme (Zeile 6). Wenn ein Verteilsystem von mehreren Erzeugungssystemen gespeisen wird (z.B. ein Warmwassersystem durch Solarkollektoren und durch einen Gaskessel), wird der thermische Input dieses Verteilsystems anteilmässig auf die betreffenden Erzeugungssysteme aufgeteilt.

Bei einer kombinierten Erzeugung von Wärme (Raumheizung und/oder Warmwasser) und Kälte durch eine Carnot-Maschine, wird bei kältegeführtem Betrieb in Zeile 7 nur die Kältemenge, bei wärmegeführtem Betrieb nur die Wärmemenge eingetragen. Bei teils wärme-, teils kältegeführtem Betrieb wird das Erzeugungssystem durch 2 Spalten dargestellt.

Tabelle 4.2 Thermische Erzeugungssysteme

		Erzeugungssystem 1	Erzeugungssystem 2	Erzeugungssystem 3	Erzeugungssystem 4
6	gespeiste Verteilsysteme	H1 + WW1	H2 + H3 + WW2	C1	C2 + C3
7	thermischer Output				
8	elektrischer Output				
9	elektrische Hilfsenergie				
10	thermische Verluste				
11	rückgewinnbare				

	Verluste				
12	Total rückgewinnbare Verluste				
13	Ausnutzungsfaktor				
14	Total rückgewonnene Verluste				
15	Energie-Input				
16	Energieträger				
17	Total Hilfsenergie				

Der elektrische Output von Wärme-Kraft-Kopplungssystemen wird in Zeile 8 angegeben.

Für jedes Erzeugungssystem werden die benötigten Hilfsenergien, die thermischen Verluste und die rückgewinnbaren Verluste bestimmt und in den Zeilen 9 bis 11 eingetragen.

Die Summe der rückgewinnbaren Verluste der Verteilsysteme (Zeile 4) und der Erzeugungssysteme (Zeile 11) werden in Zeile 12 eingetragen. Die rückgewonnenen Verluste (Zeile 14) werden durch Multiplikation der rückgewinnbaren Verlusten (Zeile 12) mit einem pauschalen Ausnutzungsfaktor (Zeile 13) berechnet.

Der Energie-Input für die Erzeugungssysteme (Zeile 15) ist gleich der Summe aus dem thermischen Output (Zeile 7) und den thermischen Verlusten (Zeile 10) minus die rückgewonnenen Verluste (Zeile 14). Dazu kommt bei der Wärme-Kraft-Kopplung der elektrische Output (Zeile 8). Der Energieinput von Wärmepumpen und Kältemaschinen wird mittels der Jahresarbeitszahl auf Grund des thermischen Outputs (Zeile 7) berechnet. Der Energieinput von thermischen Solarkollektoren (Zeile 15) wird gleich Null gesetzt.

In Zeile 16 wird der Energieträger für den Energieinput von Zeile 15 angegeben. Die Summe der elektrischen Hilfsenergie des Erzeugungssystems (Zeile 9) und der elektrischen Hilfsenergie der dazugehörigen Verteilsysteme (Zeile 2) wird in Zeile 17 angegeben. Wenn ein Verteilsystem von mehreren Erzeugungssystemen gespeist wird, wird die Hilfsenergie dieses Verteilsystems anteilmässig auf die betreffenden Erzeugungssysteme aufgeteilt.

4.4.4 Netto gelieferte Energie

Für jedes Erzeugungssystem werden der Energie-Input (Zeile 15), bei der Wärme-Kraft-Kopplung der elektrische Output (Zeile 8) und für alle Systeme das Total Hilfsenergie (Zeile 17) in die entsprechenden Zellen der Tabelle 4.3 übertragen. Der Energieinput (Zeile 15) wird zusätzlich in die Zelle des zutreffenden Energieträgers eingetragen. Das Total Hilfsenergie wird in die Spalte „Elektrizität“ übertragen. Der elektrische Output wird als negativer Wert in die Spalte „Elektrizität“ eingetragen.

Der elektrizitätsbedarf für Lüftung (Zeile 22), Beleuchtung (Zeile 23) und Betriebseinrichtungen (Zeile 24) wird in die entsprechenden Zellen der Spalte Elektrizität eingetragen. Die Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien (Zeile 25: Photovoltaik ; Zeile 26: Wind) wird als negativer Wert in die Spalte „Elektrizität“ eingetragen.

Die netto gelieferte Energie pro Energieträger (Zeile 27) ergibt sich aus der Summe der Zeilen 18 bis 26. Ein positiver Wert bedeutet gelieferte Energie; ein negativer Wert bedeutet zurückgelieferte Energie. Die netto gewichtete gelieferte Energie (Zeile 29) ergibt sich aus dem Produkt der netto gelieferten Energie (Zeile 27) mit den Gewichtungsfaktoren (Zeile 28).

Wenn unterschiedliche Gewichtungsfaktoren verwendet werden für gelieferte und zurückgelieferte Energie oder für Energieträger mit bestimmten Lieferzeiten (Fernwärme im Sommer oder Winter, Fernwärme für Heizung oder Warmwasser, Elektrizität am Tag oder in der Nacht), sind zusätzliche Spalten notwendig (siehe Beispiel in Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3 Bestimmung der netto gelieferte Energie

	Erzeugungssysteme		Energie Input (Zeile 15)	elektrischer Output (Zeile 8)	Total Hilfsenergie (Zeile 17)	Energieträger								gewichtete Energie		
						Heizöl	Erdgas	Kohle	Holz	Fernwärme im Winter	Fernwärme im Sommer	Fernkälte	Biogas		Elektrizität	
18	Erzeugungssystem 1	H1 + WW1														
19	Erzeugungssystem 2	H2 + H3 + WW2														
20	Erzeugungssystem 3	C1														
21	Erzeugungssystem 4	C2 + C3														
22	Lüftung															
23	Beleuchtung															
24	Betriebseinrichtungen															
25	Photovoltaik-Anlage															
26	Windgenerator															
27	netto gelieferte Energie															
28	Gewichtungsfaktoren															
29	gewichtete, netto gelie-															

	ferte Energie nach Energieträger															
	Energiebezugsfläche															
30	Teilenergiekennzahlen nach Energieträger und Energiekennzahl															

Die Teilenergiekennzahlen nach Energieträger in Zeile 30 ergeben sich durch die Teilung der netto gewichteten gelieferten Energien (Zeile 29) durch die Energiebezugsfläche.

Die gewichtete Energie pro Zeile (Spalte rechts aussen) wird berechnet, indem die Energie für jeden Energieträger mit dem zutreffenden Gewichtungsfaktor (Zeile 28) multipliziert wird und dann die Summe über alle Energieträger gebildet wird.

Die gesamte gewichtete, netto gelieferte Energie des Gebäudes (Zeile 29, Zelle rechts aussen) ergibt sich aus der Summe der Werte nach Energieträger (Zeile 29) oder aus der Summe der Werte nach Erzeugungssystem bzw. Verwendungszweck (Spalte rechts aussen). Die beiden Summen müssen übereinstimmen. Die Energiekennzahl des Gebäudes ergibt sich durch Teilung dieses Werts durch die Energiebezugsfläche bzw. durch die Summe der Teilenergiekennzahlen nach Energieträger.

4.4.5 Netto gelieferte Energie ohne Eigenproduktion erneuerbarer Energien

Die netto gelieferte Energie ohne Eigenproduktion erneuerbarer Energien erhält man, indem in Tabelle 4.2 der thermische Output (Zeile 7) des auf erneuerbarer Energie beruhenden Erzeugungssystems (z.B. Solarkollektoren) auf das zutreffende alternative Erzeugungssystem (z.B. Gasheizung) umgeteilt wird und in Tabelle 4.3 die Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien (Zeile 25 und 26) gleich Null gesetzt wird.

4.4.6 Energiekennzahl nach Verwendungszweck

Wenn die einzelnen Erzeugungssysteme eindeutig den verschiedenen thermischen Verwendungszwecken (Raumheizung, Warmwasser, Kühlung) zugeordnet werden können (z.B. keine kombinierten Systeme für Raumheizung und Warmwasser), ist der Energiebedarf für die einzelnen Verwendungszwecke direkt aus Tabelle 4.3 ersichtlich und kann in Tabelle 4.4 übertragen werden.

Bei kombinierten Erzeugungssystemen kann die gewichtete Energie des betreffenden Erzeugungssystems in der Spalte rechts aussen proportional zum Wärme-/Kältebedarf (Zeile 1) auf die thermischen Verwendungszwecke Raumheizung, Warmwasser und Kühlung aufgeteilt werden. Daraus ergibt sich eine Aufteilung der Energiekennzahl nach Verwendungszweck gemäss Tabelle 4.4.

Tabelle 4.4 Aufteilung der Energiekennzahl nach Verwendungszweck

Verwendungszweck	Teilenergiekennzahlen nach Verwendungszweck und Total
Raumheizung	
Warmwasser	
Kühlung	
Lüftung	
Beleuchtung	
Betriebseinrichtungen	
Total	

4.5 Gemessene Energiekennzahl

4.5.1 Netto gelieferte Energie

Tabelle 4.5 enthält für jeden gelieferten oder zurückgelieferten Energieträger eine Spalte. Die Tabelle ist dem betreffenden Gebäude anzupassen.

Der Energieverbrauch pro Energieträger wird durch direkte Messung (z.B. Ölverbrauchszähler, Gaszähler, Stromzähler, Wärmezähler) oder durch Lieferantenrechnung und Feststellung des Bestandes (z.B. Ölstandsmessung, Messung des Holzbestandes) am Anfang und am Ende der Messperiode bestimmt. Der Energieverbrauch kann in den Zeilen 2 und 3 in physischen Einheiten (l, kg, m³ usw.) oder in Energieeinheiten (MJ oder kWh) angegeben werden.

In der Zeile 4 wird die Differenz zwischen den Zeilen 2 und 3 angegeben. Mit dem Umrechnungsfaktor (Zeile 5) wird die netto gelieferte Energie (Zeile 4) von einer allfälligen physischen Einheit in die gewählte Energieeinheit umgerechnet und in Zeile 6 eingetragen. Mit dem Gewichtungsfaktor (Zeile 7) wird die netto gelieferte Energie von Endenergie auf Primärenergie umgerechnet und in Zeile (7) eingetragen.

Durch Teilung durch die Energiebezugsfläche erhält man die Teilenergiekennzahlen nach Energieträger (Zeile 8) und als deren Summe die Energiekennzahl (Zeile 8, Zelle ganz rechts).

Die umgerechnete und gewichtete, gelieferte bzw. zurückgelieferte Energie (Zeilen 3 bzw. 4, Spalte ganz rechts) erhält man, indem die Werte für die einzelnen Energieträger mit den zutreffenden Umrechnungsfaktoren und Gewichtungsfaktoren multipliziert werden und dann die Summe über die Energieträger gebildet wird.

Tabelle 4.5 Gemessene Energiebewertung

Zeile	Energieträger	Brennstoffe				Thermische Energie			Elektrizität		umgerechnete und gewichtete Energie
		Heizöl	Erdgas	Kohle	Holz	Fernwärme	Fernkälte	Biogas	gelieferte Elektrizität	zurück gelieferte Elektrizität	
1	Einheit (kWh, MJ, l, kg, m3 etc.)										
2	gelieferte Energie										
3	zurückgelieferte Energie										
4	netto gelieferte Energie										
5	Umrechnungsfaktor auf Energieeinheit										
6	netto gelieferte Energie in Energieeinheit										
7	Gewichtungsfaktoren										
8	netto gelieferte gewichtete Energie										
	Energiebezugsfläche										
9	Teilenergiekennzahlen und Energiekennzahl										

4.5.2 Netto gelieferte Energie ohne Eigenproduktion erneuerbarer Energien

Zur Bestimmung der Energiekennzahl ohne Eigenproduktion erneuerbarer Energien muss die Produktion aus erneuerbaren Energien geschätzt oder gemessen werden (z.B. Wärmehäufiger für Solarkollektoren, Stromzähler für Stromproduktion).

Die Energiekennzahl ohne Eigenproduktion aus erneuerbaren Energieträgern ergibt sich aus der Summe der gewichteten netto gelieferten Energie plus der Summe der gewichteten produzierten erneuerbaren Energie. Für die erneuerbaren Energieträger werden die Gewichtungsfaktoren der Energieträger, welche durch sie ersetzt werden, eingesetzt.

A-7 In den kantonalen Erhebungen BS, GE, ZH verwendete Formeln zur Berechnung der Energiekennzahlen

A-7.1 Basel

A-7.1.1 Gebäudetypen

Liegenschaftsarten

- 1 EFH freistehend
- 2 EFH Eckhaus (REFH)
- 3 EFH eingebaut (REFH)
- 4 MFH Wohnen
- 5 MFH Mischnutzung

A-7.1.2 Formeln, mit denen der spez. Energieverbrauch gem. Bericht BS berechnet wurde

$$[\text{MW_Hp}] = \frac{[\text{Heizperiode0203}] + [\text{Heizperiode0102}] + [\text{Heizperiode0001}]}{3}$$

$$[\text{Faktor}] = \frac{3348}{\frac{1}{3}(2804 + 2818 + 2618)} \cdot 42.7 \cdot 0.84$$

$$[\text{Hzg}] = \text{If} ([\text{Warmwassererzeugung}] = \text{"Heizung"}, 1, 0)$$

$$[\text{F_H}] = 1 - [\text{Hzg}] \cdot 0.25$$

$$[\text{F_WW}] = \text{If} ([\text{Verbrauch Elektrisch}] > 0, 0, 0.33)$$

$$[\text{E_H1}] = \frac{[\text{MW_Hp}] \cdot [\text{Faktor}] \cdot [\text{F_H}]}{[\text{beheizte Fläche}]}$$

$$[\text{E_H2}] = \frac{[\text{Heizperiode0203}] \cdot [\text{Faktor}] \cdot [\text{F_H}]}{[\text{beheizte Fläche}]}$$

$$[\text{E_WW1}] = [\text{E_H1}] \cdot [\text{F_WW}]$$

$$[\text{E_WW2}] = \text{If} ([\text{F_WW}] = 0, \left(\frac{[\text{Verbrauch Elektrisch}] \cdot 3.6}{[\text{beheizte Fläche}]} \right), [\text{E_H2}] \cdot [\text{F_WW}])$$

$$[\text{E_HWW1}] = [\text{E_H1}] + [\text{E_WW1}]$$

$$[\text{E_HWW2}] = [\text{E_H2}] + [\text{E_WW2}]$$

Dabei bedeutet:

[MW_Hp] :	Mittelwert des Heizölverbrauchs pro Heizperiode in Liter
[Heizperiode0203] :	Heizölverbrauch während der Heizperiode vom 1.10.2002 bis zum 30.9.2003 in Liter
[Faktor] :	Korrekturfaktor, der aus dem Term für die Klimakorrektur und dem Heizwert des Heizöls in MJ pro Liter besteht
[Hzg]:	Faktor, der beschreibt, ob die Warmwassererzeugung über die Heizung geschieht
[Warmwassererzeugung]:	Variable die, die Art der Warmwassererzeugung beschreibt
[F_H]:	Faktor, der den Anteil der Heizung am Heizölverbrauch beschreibt
[F_WW]:	Faktor, der den Anteil des Heizölverbrauchs für die Warmwassererzeugung beschreibt
[Verbrauch Elektrisch] :	Elektrizitätsverbrauch für die Warmwassererwärmung in kWh
[E_H1]:	spez. Energieverbrauch für die Raumheizung in MJ/m ² a über die Heizperioden 00/01, 01/02 und 02/03 gemittelt und klimakorrigiert
[beheizteFläche] :	Beheizte Fläche aus dem Fragebogen, resp. aus der Grundfläche und der Anzahl Stockwerke errechnet
[E_H2]:	spez. Energieverbrauch für die Raumheizung in MJ/m ² a der Heizperiode 02/03 klimakorrigiert
[E_WW1]:	spez. Energieverbrauch (fossil) für die Warmwassererzeugung in MJ/m ² a über die Heizperioden 00/01, 01/02 und 02/03 gemittelt
[E_WW2]:	spez. Energieverbrauch (fossil und elektrisch) für die Warmwassererzeugung in MJ/m ² a für die Heizperiode 02/03
[E_HWW1]:	spez. Energieverbrauch (fossil) für die Raumheizung (klimakorrigiert) und die Warmwassererzeugung in MJ/m ² a über die Heizperioden 00/01, 01/02 und 02/03 gemittelt
[E_HWW2]:	spez. Energieverbrauch (fossil und elektrisch) für die Raumheizung (klimakorrigiert) und die Warmwassererzeugung in MJ/m ² a für die Heizperiode 02/03

A-7.1.3 Formeln zur Umrechnung des spez. Energieverbrauchs in EKZ gem. SIA 180/4

	EFH (1 - 3)	MFH (4 - 5)
[EKZ_H1] =	[E_H1] / 1.43	[E_H1] / 1.57
[EKZ_H2] =	[E_H2] / 1.43	[E_H2] / 1.57
[EKZ_WW1] =	[E_WW1] / 1.43	[E_WW1] / 1.57
[EKZ_WW2] =	[E_WW2] / 1.43	[E_WW2] / 1.57
[EKZ_HWW1] =	[E_HWW1] / 1.43	[E_HWW1] / 1.57
[EKZ_HWW2] =	[E_HWW2] / 1.43	[E_HWW2] / 1.57

Dabei bedeutet:

- [EKZ_H1]: Energiekennzahl für die Raumheizung in MJ/m²a über die Heizperioden 00/01, 01/02 und 02/03 gemittelt und klimakorrigiert
- [EKZ_H2]: Energiekennzahl für die Raumheizung in MJ/m²a der Heizperiode 02/03 klimakorrigiert
- [EKZ_WW1]: Energiekennzahl (fossil) für die Warmwassererzeugung in MJ/m²a über die Heizperioden 00/01, 01/02 und 02/03 gemittelt
- [EKZ_WW2]: Energiekennzahl (fossil und elektrisch) für die Warmwassererzeugung in MJ/m²a für die Heizperiode 02/03
- [EKZ_HWW1]: Energiekennzahl (fossil) für die Raumheizung (klimakorrigiert) und die Warmwassererzeugung in MJ/m²a über die Heizperioden 00/01, 01/02 und 02/03 gemittelt
- [EKZ_HWW2]: Energiekennzahl (fossil und elektrisch) für die Raumheizung (klimakorrigiert) und die Warmwassererzeugung in MJ/m²a für die Heizperiode 02/03

Basel	
Saison Energieverbrauch	1.7. bis 30.6.
HGT _{20/12}	3348 (00/01: 2618; 01/02: 2818; 02/03:2804)
Klimakorrektur bei komb. Warmwassererwärmung	wird auf 100% des Energieverbrauchs angewendet!
Energieträger	Heizöl

Übersicht über die Datengrundlagen für die Erhebung und Berechnung von Energiekennzahlen durch das AUE in Basel

A-7.2 Genf

A-7.2.1 Calcul de l'indice de dépense chaleur³³

L'indice de dépense chaleur IDC représente l'énergie finale en MJ consommée pour la production de chaleur pendant une année normale dans un bâtiment, divisée par la surface de référence de ce bâtiment en m².

$$IDC = \frac{C * c * \left(a + b * \left(\frac{DJ_année_référence}{DJ_année_considérée} \right) \right)}{SRE}$$

- C : consommation annuelle d'énergie pour la production de chaleur, exprimée dans l'unité usuelle de mesure de l'agent énergétique (l ; kg ; m³ ; kWh). Cette consommation est celle que l'on retrouve dans le décompte de chauffage ordinaire.
- c : facteur exprimant le pouvoir calorifique inférieur du combustible en Mégajoules par unité de mesure de l'agent énergétique (MJ/l ; MJ/kg ; MJ/ m³). Voir aussi chapitre 9.
- a part relative à l'eau chaude (fraction de la consommation utilisée pour la production d'eau chaude et, par conséquent, non influencée par le climat)
- b part relative au chauffage (fraction de la consommation utilisée pour le chauffage et, par conséquent, influencée par le climat)
- avec: a + b = 1 et, par défaut, a = 0,3 et b = 0,7

³³ Département du Territoire (2006). Directive pour le calcul de l'indice de dépense de chaleur. Genève Mars 2006

DJ année de référence : nombre de degrés-jours 12/18 de l'année de référence selon la SIA 381/3 à Genève

DJ année considérée : nombre de degrés-jours 12/18 mesurés pour l'année ou la saison considérée à Genève.

Remarque : la saison mai 200X à avril 200Y est appelée saison 200Y.

SRE : surface de référence énergétique [m²], soit la surface brute de plancher chauffé telle que définie au chiffre 2.3 de la recommandation SIA 180/4

Agent énergétique	Pouvoir calorifique	CO ² [kg/GJ]
Huile extra légère, en [litres]	36 [MJ/litre]	73.0
Gaz, en [kWh] (selon facture SIG)	3.3 [MJ _{pci} /kWh _{pcs}]	55.0
CAD tarifé SIG Lignon, en [kWh]	3.892 [MJ _{normalisés} /kWh _{utile}]	64.7
CAD tarifé CADIOM, en [kWh]	3.892 [MJ _{normalisés} /kWh _{utile}]	41.2
Huile ultra légère, en [litres]	35.5 [MJ/litre]	73.0
CAD réparti (de mazout), en [kWh]	3.6 [MJ/kWh]	73.0
CAD réparti (de gaz), en [kWh]	3.6 [MJ/kWh]	55.0
CAD réparti (de renouvelable), en [kWh]	3.6 [MJ/kWh]	0
Bois plaquettes, en [m ³]	4'000 [MJ/m ³]	0
Bois granulés, en [t]	18'000 [MJ/t]	73.0
Vente de chaleur, en [kWh]	3.6 [MJ/kWh]	55.0

Pouvoirs calorifiques et émissions de CO²

Genf	
Saison Energieverbrauch	1.5. bis 30.4.
HGT _{18/12}	2659 (04/05: 2520)
Klimakorrektur	70 % des Energieverbrauchs
Energieträger	Gas, Heizöl, Fernwärme, Erneuerbare

Übersicht über die Datengrundlagen für die Erhebung und Berechnung von Energiekennzahlen durch das Departement du Territoire in Genf

A-7.3 Zürich

A-7.3.1 Dokumentation Auswertung Energiekennzahl aus Stichprobenerhebung³⁴

Einleitung

Die Energiekennzahl von Wohnbauten wird mit der Auswertung von Öl- und Gasverbrauchsdaten ermittelt. Es handelt sich nicht um eine Vollerhebung, sondern um eine Stichprobe.

Statistische Zielwerte

Als statistische Werte werden die Mittel-, Minimal-, Maximal- und Medianwerte nach Bauperioden ermittelt. Die drei erstgenannten Werte werden in der Access-Datenbank (G:\EflPlanung\Projekte\Energiekennzahl\Energiekennzahl.mdb) errechnet. Der Medianwert wird im Excel (G:\EflPlanung\Projekte\Energiekennzahl\Auswertung Stichprobe.xls) berechnet.

Grundlagen

Öl-Verbrauchsdaten

Die Feuerungskontrolleure liefern aus Adliswil, Bachenbülach und Bülach Ölverbrauchsdaten von Gebäuden. Zur Zeit liegen folgende Anzahl Ölverbrauchsdaten vor.

Jahr	Adliswil	Bachenbülach	Bülach	Total
2001	110	39	111	260
2002	137	28	77	242
2003	359	0	68	425
2004	0	40	56	96
2005				
Total	606	67	256	1023

Bei 230 Gebäuden wurde bisher zweimal abgelesen (23 x Bachenbülach, 92 x Bülach).

Gas-Verbrauchsdaten

Die Gasversorgungen Adliswil und Uster liefern die Gasverbrauchsdaten von Gebäuden.

Jahr	Adliswil	Uster	Total
Einheit	kWh	Bm ³	
2002	222		222

³⁴ Thrier, A. (2006). Dokumentation Auswertung Energiekennzahl aus Stichprobenerhebung. Zürich Bau-
direktion AWEL Abteilung Energie.

2003	223	1511	2102
2004	225	1500	1725
2005		1511	1511

In Adliswil handelt es sich bei den Ablesedaten um das Kalenderjahr, in Uster um das Hydrologische Jahr (Oktober bis September).

Der Brennwert eines Bm³ in Uster beträgt:

kWh	2003	2004	2005
Sommer	10.671	10.500	10.468
Winter	10.787	10.722	10.722
Gemittelt	10.750	10.660	

Die Normwerte eines Bm³ betragen:

Normwerte	Erdgas H	Erdgas L
Ho	11.46	9.78
Hu	10.35	8.83
Ho/Hu	1.11	1.11

Verwenden der vorhandenen Daten

Für die Bestimmung der jährlichen Entwicklung der Energiekennzahlen werden folgende Daten verwendet:

Gas = aktuellstes Jahr

Öl = die 3 aktuellsten Jahre.

Gebäudevolumen

Das Gebäudevolumen wird der Datenbank der Gebäudeversicherung des Kantons Zürich (GVZ) entnommen.

Berechnungsannahmen

Umrechnungsfaktor für Bestimmung der EBF aus dem Gebäudevolumen

Das Planungsbüro SKW untersuchte alle Gebäude, deren Ölverbrauch uns für das Jahr 2001 gemeldet wurde, zur Bestimmung der EBF. Aufgrund des bekannten Gebäudevolumens musste ein Umrechnungsfaktor für die Bestimmung der EBF festgelegt werden. Die Untersuchung ergab folgende Werte:

Anzahl Geschosse	Umrechnungsfaktor
1 – 2	4.10
2 – 3	3.75
3 – 4	3.50

Wenn die Geschossanzahl nicht bekannt ist, wird mit einem Umrechnungsfaktor von 4.05 gerechnet.

(Siehe: G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\UmrechnungV_EBF.xls)

Bauten ohne Warmwasser

Bei Bauten ohne Warmwasser wird ein geschätzter Verbrauch von 30 kWh / m² * Jahr dazugezählt. Wenn keine Angaben vorhanden sind, werden diese Angaben aus den GWR-Daten ermittelt (sh. weiter unten).

Umgang mit Ausreißern nach Bestimmung der EKZ

Je 2% der höchsten und tiefsten Ausreißer werden für die Ermittlung der statistischen Werte nicht weiter berücksichtigt.

Klimakorrektur

3/4 des Öl- und Gasverbrauchs wird klimakorrigiert (Normjahr = 3717 HGT).

1/4 des Öl- und Gasverbrauchs wird belassen (Warmwasser).

Korrektur Heizwert Ho und Hu bei Gas

Korrekturfaktor Ho/Hu = 1/1.11 = 0.9. Der Korrekturfaktor 0.9 wird bei Gebäuden der Bauperioden vor 1946 angewendet.

Korrektur der Gas-Energiekennzahl-Veränderung gegenüber dem Vorjahr

Etwa 3/4 der rund 2000 ausgewerteten Energiekennzahlen basieren auf den erhobenen Gasdaten von Uster. Der durchschnittliche jährlich Energieinhalt eines Bm³ Gas weist beträchtliche Unterschiede auf (siehe 1.3 Brennwert Gas). Um allfällige Messfehler bei der Bestimmung des Energieinhalts auszugleichen, wird die berechnete Energiekennzahl der Neubauten (ab 1995 bis 2000) für die Auswertungsjahre 2003 und 2004 gleichgesetzt. Dazu ist folgender Korrekturfaktor notwendig:

Jahr	E-Zahl Neubauten ab 1995	Formel	Korrekturfaktor
2003	114.00	-	0
2004	111.08	=114/111.08	1.026
2005	109.93	=114/109.93	1.037

Mit dem Korrekturfaktor werden alle ermittelten Energiekennzahlen der Gasdaten für die Jahre 2004 und 2005 multipliziert. Siehe G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\Korrekturfaktor-Brennwert.xls.

=> Die obgenannten Annahmen sind in die Abfragen [_qryEKZ_1] und [_qryEKZGas_1]/[_qryEKZGas_1KorrekturBrennwert] integriert.

Plausibilisierung der Gebäude- und Wohnungsregister-Daten (GWR)

Es werden nur die Daten weiterverwendet die folgende Plausibilisierungen erfüllen

- Heizungsart = Code "7103" (Zentralheizung für das ganze Gebäude)
- Energieträger = Code "7203" (Erdgas) oder Code "7201" (Öl)
- gbKategorie = Code "1021" (EFH) oder Code "1025" (MFH), beide mit ausschliesslicher Wohnnutzung
- Energieträger WW = "Ja" oder "Nein"

Plausibilisierung der Gebäudeversicherungs-Daten

Es werden nur die Daten weiterverwendet die folgende Plausibilisierung erfüllen

- Nutzungscode = Codes "2000" bis "2999" (Wohngebäude)

A-7.3.2 Vorgehen für Auswertung der Stichprobenerhebung

Öldaten

Datenübernahme der Feuerungskontrolleure

Die gemeldeten Ölverbrauchsdaten in die Tabellenblätter [Lieferung200X] der Exceltabellen

- OelverbrauchAdliswil.xls
- OelverbrauchBuelach.xls
- OelverbrauchBachenbuelach.xls

unter G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\Datenlieferung kopieren. Danach aufbereitet in die Tabellenblätter [Fokus200X] kopieren.

- Gebäudenummer als Zahl z.B. 5300975 oder 13103567
- beim Warmwasser (WW) Ja/Nein ebenfalls als Zahl Nein = 0 / Ja = 1.

Import in Access

Ganze Tabellen [Fokus200X] in Access importieren. Dann GVZ-Nummer auf 'Long Integer' konvertieren. WW in 'Ja/Nein' konvertieren. Die Felder Verbraucher und Jahr in Double belassen.

Anfügen an [tblOel]

Mit der Abfrage [qryAnfuegenOel] die neuen Daten an die Tabelle mit den Ölverbrauchsdaten anfügen. Achtung: in der Entwurfsansicht die richtigen Tabellen einfügen!

Weitere manuelle Arbeitsschritte

1. Alle Datensätze in der Tabelle [tbl_qryEKZ] löschen

2. DB komprimieren (damit Autowert auf Null gesetzt wird)
3. Mit der Anfügeabfrage [_qryEKZ_1] neue Daten in die Tabelle [tbl_qryEKZ] abfüllen.
4. In den Abfragen [_qryEKZ_4] und [_qryEKZ_Median] die gewünschte Bauperiode auswählen.

Grafik im Excel erstellen

Die Abfragen LqryEKZ-41 und [_qryEKZ_Median] in die Exceltabelle G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\AuswertungStichprobe.xls kopieren.

Gasdaten

Datenübernahme

Die Excel-Dateien der Gemeinden unter G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\Datenlieferung ablegen und dann aufbereiten (Vorlagen [AdliswilGas2003Bearbeitet] und [UsterEinstoffheizung2003Bearbeitet]).

Umrechnungsfaktor: 1 m³ Gas = 40.3 MJ = 11.2 kWh.

Import in Access

Alle Felder im Excel markieren und provisorisch als Tabelle ins Access kopieren. Felddatentypen überprüfen!

Weiterbearbeitung im Access

1. Die provisorische Access-Tabelle mit [_qrytblGasverbrauch] an [tblGasverbrauch] anfügen.
2. Prüfen, ob die Tabellenerstellungsabfrage [_qryGasGWR] noch aktuell ist.
3. Prüfen, ob die Abfrage [_qryEKZGas_0] noch aktuell ist.
4. Prüfen, ob die Abfrage [_qryEKZGas_1] noch richtig ist.
5. Alle Datensätze in der Tabelle [tbl_qryEKZGas] löschen
6. DB komprimieren (damit Autowert auf Null gesetzt wird)
7. Mit der Anfügeabfrage [_qryEKZGas_2] neue Daten in die Tabelle [tbl_qryEKZGas] abfüllen.
8. In der Abfrage [_qryEKZGas_3] kann bei der Gebäudenummer mit dem Kriterium [Zwischen 131xxxxx Und 132xxxxx] (z.B. für Adliswil) die Gemeinde ausgewählt werden. Ohne Kriterium werden alle Gasdaten gerechnet.
9. In den Abfragen [_qryEKZGas_4] und [_qryEKZGas_Median] die gewünschte Bauperiode auswählen.
10. Die Resultate der Abfrage [_qryEKZGas_4] werden in die Exceldatei [KorrekturfaktorBrennwert.xls.] kopiert. In dieser Datei wird der Korrekturfaktor berechnet.
11. Der Korrekturfaktor wird in der Abfrage [_qryEKZGas_1KorrekturBrennwert] beim Feld [EKZ] angepasst
12. Alle Datensätze in der Tabelle [tbl_qryEKZGas] löschen
13. DB komprimieren (damit Autowert auf Null gesetzt wird)

14. Mit der Anfügeabfrage [qryEKZGas_2KorrekturBrennwert] neue Daten in die Tabelle [tbl_qryEKZGas] abfüllen.

15. Anschliessend gemäss den Schritten 8. und 9. fortfahren.

Grafik im Excel erstellen

Die Abfragen [qryEKZGas_4] und [qryEKZGas_Median] in die Exceltabelle unter G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\AuswertungStichprobe.xls kopieren.

Zusammenführen der Gas- und Öldaten

Weitere manuelle Arbeitsschritte

1. Alle Datensätze in der Tabelle [tbl_qryEKZGasOel] löschen
2. DB komprimieren (damit Autowert auf Null gesetzt wird)
3. Mit den Anfügeabfragen [qryEKZGas_2KorrekturBrennwert] und [qryEKZ_2] die Tabelle [tbl_qryEKZGasOel] neu abfüllen.
(ACHTUNG: an die anzufügende Tabelle auf [tbl_qryEKZGasOel] einstellen)
4. Von Hand müssen in [tbl_qryEKZGasOel] die untersten und obersten 2% der Ausreisser gelöscht werden.
5. In den Abfragen [qryEKZGasOel_4] und [qryEKZGasOel_Median] die gewünschte Bauperiode auswählen.

Grafik im Excel erstellen

Die Abfragen [qryEKZGasOel-41] und [qryEKZGasOel-Median] in die Exceltabelle unter G:\Ef\Planung\Projekte\Energiekennzahl\AuswertungStichprobe.xls kopieren.

Zürich	
Saison Energieverbrauch	1.7. bis 30.6. ??
HGT _{20/12}	3717 (04/05: 3423)
Klimakorrektur bei komb. Warmwassererwärmung	75 % des Energieverbrauchs der Heizung
Klimakorrektur bei getr. Warmwassererwärmung	75 % des Energieverbrauchs der Heizung!
Energieträger	Gas, Heizöl

Literatur

- Amt für Energie Graubünden: Statistische Auswertung der wärmetechnischen Qualität von bestehenden Wohnbauten im Kanton Graubünden, Chur, 1999.
- Baumgartner A., U. Menti, R. Sigg, U. Besser (Amstein & Walthert AG): Energie-Monitoring Gebäude und Gebäude-Energiepass – Vorstudie, Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, Bern, 2004.
- Brühlmann K., Tochtermann D. (Wüest&Partner AG): *Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten im Kanton Basel-Land*, Amt für Umweltschutz und Energie, Liestal, 2000.
- BFS: Gebäude, Wohnungen und Wohnverhältnisse, Eidgenössische Volkszählung 2000, Neuchâtel, 2004.
- Brühlmann K., Tochtermann D. (Wüest&Partner AG): Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten in 13 Kantonen,, Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, Bern, 2000.
- Dettli R., Gsponer G., Kaufmann Y. (e c o n c e p t AG): Erklärung der kantonalen Unterschiede von Energiekennzahlen bei Neubauten, Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, BFE, Bern, 2003.
- Dettli R., Gsponer G. (e c o n c e p t AG): Erklärung der kantonalen Unterschiede von Energiekennzahlen bei Neubauten - Vergleichende Fallstudie der Kantone Thurgau und Waadt, Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, BFE, Bern, 2003.
- Brühlmann K., Tochtermann D. (Wüest&Partner AG): Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten im Kanton Basel-Land, Amt für Umweltschutz und Energie, Liestal, 2000.
- Dettli R., M. Müller, W. Ott (e c o n c e p t AG): Zukunft der Nah- und Fernwärme in der Schweiz, Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG, Bern, 1998.
- Gruber E. et al. (ISI, IBP, Öko-Institut e.V.): Energiepass für Gebäude: Evaluation des Feldversuchs, Deutsche Energie-Agentur, Karlsruhe, 2005.
- Lötscher Andrea: Wärmetechnische Qualität der Bündner Wohnbauten, in Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 27/28, Juli 1999.
- Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (Stand 12. Juli 2005), LRV 814.318.142.1.

Marmet, D. und Haag, M. (Wüest & Partner): Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen, BFE, Bern, 2004.

Thrier A.: Dokumentation Auswertung Energiekennzahlen aus Stichprobenerhebungen, AWEL, Abteilung Energie, Zürich, 2006

Ott, W. (econcept AG), Jakob, M. (CEPE) et al.: Mobilisierung der energetischen Erneuerungspotenziale im Wohnbaubestand, BFE, Zürich / Bern, 2005.

Weinmann Ch., Roulet C., Lenzlinger M. et al.: Energieausweis für Gebäude, 14. Schweizerisches Statusseminar "Energie- und Umweltforschung im Baugewerbe, ETH Zürich, Zürich, 2006.

