Juli 2003

Erklärung der kantonalen Unterschiede von Energiekennzahlen bei Neubauten

BFE
OFEN
UFE
SFOE

Auftraggeber:
Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern
Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen EWG

Auftragnehmer:
econcept AG,
Forschung, Beratung, Projektmanagement
Lavaterstrasse 66, CH-8002 Zürich
www.econcept.ch Dokument: 440_be_schlussbericht def.doc

AutorInnen:

Reto Dettli	dipl. Ing. ETH, dipl. NDS ETH in Betriebswissenschaften
Gabriele Gsponer	dipl. Ing. agr. TU München
Yvonne Kaufmann	dipl. Natw. ETH, Umweltnaturwissenschafterin

Begleitgruppe:

Arbeitsgruppe Analysen	Dep. Erfolgskontrolle der Energiefachstellenkonferenz
Dr. Maya Jegen	Bundesamt für Energie, Evaluationsdienst
Lorenz Frey-Eigenmann	Evaluationsberater EnergieSchweiz, Federas AG

Nachfolgenden Personen danken wir für die Mitarbeit an den einzelnen Fallstudien:

Kilian Brühlmann	Wüest&Partner AG, Zürich
Lucien Keller	Keller et Burnier, Lavigny
Gervais Oreiller	Service de l'énergie NE
Andrea Paoli	Fachstelle Energie TG
Daniel Tochtermann	Wüest&Partner AG, Zürich
Rene Vuilleumier	Service de l'énergie VD (SEVEN)
Richard Zehnder	Zehnder + Kälin AG, Winterthur

Diese Studie wurde im Rahmen der Evaluationen sowie des Forschungsprogrammes Energiewirtschaftliche Grundlagen des Bundesamts für Energie BFE erstellt.

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

Bundesamt für Energie BFE
Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe
Vertrieb: BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern · www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
Bestellnummer: 805.543 d / 07.03 / 150

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung v

Ausgangslage und Vorgehen v

Ergebnisse vi

Empfehlungen x

Résumé xiii

Situation initiale et méthode xiii

Résultats xiv

Recommandations xix

1 Ausgangslage und Ziel 1

2 Methodisches Vorgehen zur Erklärung der Unterschiede 3

3 Einflussfaktoren auf die EKZ und Untersuchungshypothesen 5

3.1 Übersicht der Einflussfaktoren 5

3.2 Quantitative Grobschätzung der wichtigsten Einflussfaktoren 6

3.3 Übersicht der Untersuchungshypothesen 8

4 Sekundäranalyse der Erhebung 11

4.1 Ziel und Vorgehen 11

4.2 Ergebnisse Sekundäranalyse 11

4.2.1 Methodische Fragestellungen 11

4.2.2 Inhaltliche Fragestellungen 15

4.2.3 Unbeantwortete Fragestellungen 20

4.3 Fazit 21

5 Vergleich der kantonalen Energiepolitik ... 23

5.1 Vorbemerkungen ... 23

5.2 Ziel und Vorgehen der Fallstudie ... 23

5.3 Gesetzliche Anforderungen und Vollzug ... 24

5.4 Flankierende Massnahmen ... 27
5.4.1 Aus- und Weiterbildung, Information ... 27
5.4.2 Energieberatung ... 27
5.4.3 Förderung ... 28

5.5 Relevanz der einzelnen Einflussfaktoren aus Sicht der Kantone ... 28

5.6 Fazit ... 30

6 Einfluss der gesetzlichen Anforderungen ... 31

6.1 Ausgangslage und Ziele der Fallstudie ... 31

6.2 Vorgehen und Methodik ... 31
6.2.1 Untersuchungsgegenstand ... 32
6.2.2 Direkterhebung mittels Fragebogen ... 32
6.2.3 Energieträger ... 33
6.2.4 Klimanormierung ... 33
6.2.5 Ausreisserbeschränkung ... 35
6.2.6 Zeitliche Übersicht ... 36
6.2.7 Unterschiede zur Methodik W&P ... 36

6.3 Ergebnisse der Untersuchung ... 37
6.3.1 Sample und Rücklauf ... 37
6.3.2 Darstellung und Interpretation der Resultate (Wohnbauten mit Baueingabe 1998-2000) ... 40
6.3.3 Vergleich mit den Resultaten W&P ... 42
6.3.4 Einfluss des Benutzerverhaltens ... 45

6.4 Zusammenfassendes Fazit ... 47

7 Unterschiede Baustandard, Investoren- und BewohnerInnenverhalten ... 49

7.1 Ziele der vergleichenden Fallstudie der Kantone Thurgau und Waadt ... 49

7.2 Vorgehen und Methodik ... 49
7.2.1 Auswahl der Objekte zusammen mit den Energiefachstellen ... 49
7.2.2 Erhebung der Daten ... 50
7.2.3 Datenauswertung ... 51
7.2.4 Klimanormierung ... 51
7.2.5 Gebäudekategorisierung ... 52
7.2.6 Ausreisserbeschränkung ... 53

7.3 Ergebnisse der Untersuchung ... 53
7.3.1 Teilnahmebereitschaft ... 53
7.3.2 Datenqualität ... 54
7.3.3 Darstellung und Interpretation der Resultate ... 55

7.4 Fazit ... 73

8 Wasserverbrauch ... 75

8.1 Ziel der Auswertung ... 75

8.2 Vorgehen und Methodik ... 75

8.3 Ergebnisse der Untersuchung ... 77
8.3.1 Mittlere Wasserverbräuche der Kantone ... 77
8.3.2 Einfluss des (Warm)Wasserverbrauchs auf die EKZ ... 79

8.4 Fazit ... 80

9 Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse ... 81

10 Synthese: Können wir die Unterschiede erklären? ... 89

10.1 Einflüsse der Methodik ... 89

10.2 Was wir wissen ... 90

10.3 Was wir nicht wissen ... 94

11 Empfehlungen ... 95

Anhang **101**

A-1 Literaturverzeichnis **101**

A-2 Abkürzungsverzeichnis **103**

A-3 Fallstudie Vergleich kantonale Energiepolitik **105**

A-3.1 Gesprächsleitfaden Interview Energiefachstellen 105

A-4 Fallstudie Einfluss gesetzlicher Grundlagen (Längsschnitt Kanton NE) **107**

A-4.1 Begleitbrief Befragung 107

A-4.2 Fragebogen 107

A-4.3 Daten der ausgewerteten Objekte 107

A-5 Fallstudie Baustandard, Investoren- und BewohnerInnenverhalten (Querschnittvergleich Kantone VD/TG) **121**

A-5.1 Fragebogen 121

A-5.2 Daten der einzelnen Objekte 133

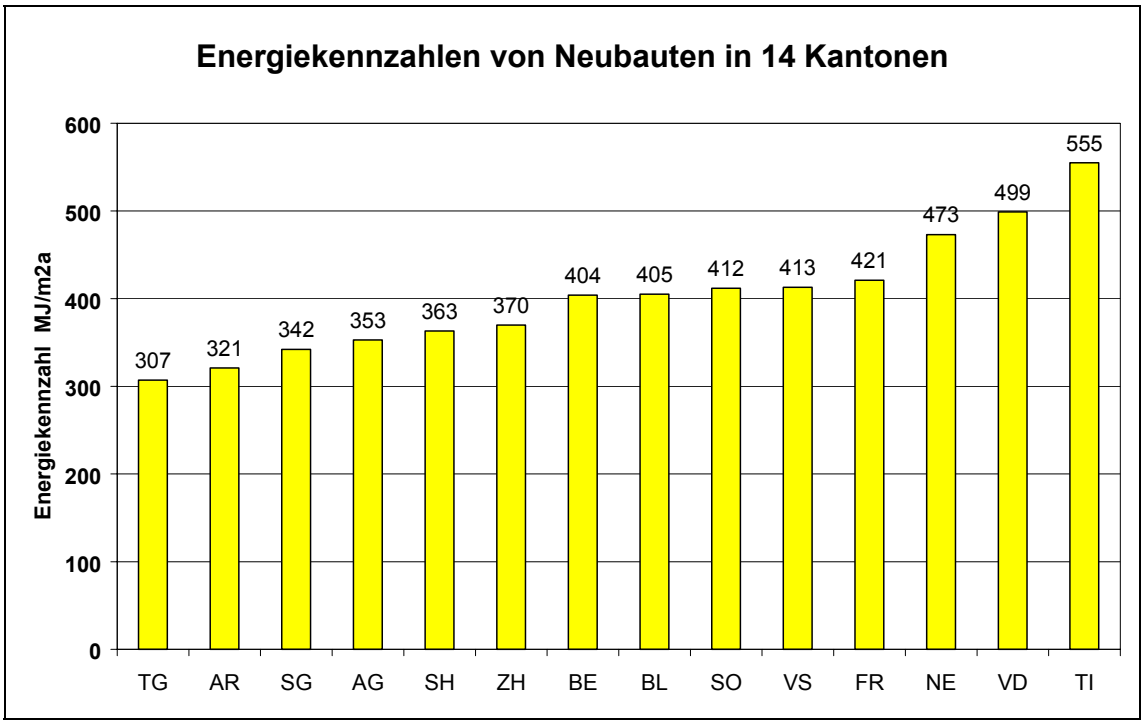
A-5.2.1 Baustandard Thurgau 133
A-5.2.2 Baustandard Kanton Waadt 135
A-5.2.3 Haustechnik Kanton Thurgau 137
A-5.2.4 Haustechnik Kanton Waadt 139
A-5.2.5 BewohnerInnenverhalten Kanton Thurgau 141
A-5.2.6 BewohnerInnenverhalten Kanton Waadt 143
A-5.2.7 Investorenverhalten Kanton Thurgau 145
A-5.2.8 Investorenverhalten Kanton Waadt 147

A-6 Fallstudie Wasserverbrauch **149**

Zusammenfassung

Ausgangslage und Vorgehen

Im Jahr 2000 wurden in einer Untersuchung der Firma Wüest&Partner die Energiekennzahlen (EKZ) von Neubauten in 14 Kantonen [Wüest&Partner 2000] erhoben. Dabei sind grosse Unterschiede zwischen den Kantonen zu Tage getreten. Mit der vorliegenden Untersuchung sollen die Bestimmungsfaktoren für die EKZ ermittelt und die bestehenden Unterschiede der EKZ erklärt werden.



Figur 1: Resultat der Erhebung der Energiekennzahlen von Neubauten aus dem Jahr 2000. Mit der vorliegenden Arbeit sind die Gründe der erheblichen Unterschiede der Energiekennzahlen von Neubauten zu analysieren.

Wir haben folgendes Vorgehen für die Untersuchung gewählt::

1. Bestimmen und quantitatives Schätzen der Einflussfaktoren auf die EKZ und die Untersuchung Wüest&Partner.
2. Formulieren der Untersuchungshypothesen und Festlegen der Untersuchungsmethodik.
3. Bisherige Arbeiten zur Vollzugsqualität auswerten.
4. Sekundäranalyse der Arbeit Wüest&Partner

5. Vertiefende Fallstudien:
   - Ein Vergleich der kantonalen Energiepolitik mit Delphi-Verfahren zum Einfluss der energiepolitischen Massnahmen (Fallstudie Synopse).
   - Ermittlung des Einflusses gesetzlicher Vorschriften durch die Verlängerung der Zeitreihe im Kanton Neuenburg[1] (Fallstudie NE).
   - Vergleichende Querschnittsanalyse zwischen einem Kanton mit hoher und tiefer EKZ zur Ermittlung von Unterschieden in der Baukultur, im BenutzerInnen- und Investorenverhalten (Fallstudie VD/TG).
   - Eine Querschnittsanalyse über alle Kantone zum Wasserverbrauch als Indikator für das Benutzerverhalten (Fallstudie Wasserverbrauch).

6. Synthese und Empfehlungen für die Energiepolitik

Ergebnisse

Ergebnisse der Sekundäranalyse und der Fallstudien

Sekundäranalyse

Mit der Sekundäranalyse wird der bestehende Datensatz der Untersuchung W&P analysiert und die Methodik hinsichtlich der Resultate überprüft. Die von Wüest&Partner gewählten methodischen Vereinfachungen beeinflussen das Ergebnis der einzelnen Kantone um bis zu ±10%. Diese Abweichungen verändern die Unterschiede zwischen den Kantonen hingegen wenig und die Rangreihenfolge unwesentlich. Zahlreiche Hypothesen, wie beispielsweise ein Einfluss der Baulandpreise, der Bauaustrocknung, der Belegung der Bauten oder der Eigentumsstruktur, können verworfen werden. Die Hauptaussagen des Berichtes, nämlich die grossen kantonalen Unterschiede sowie das Ost-West-Gefälle, können bestätigt werden.

Fallstudie Synopse

Die gesetzlichen Anforderungen im Bereich Wärmeschutz haben einen signifikanten Einfluss auf die EKZ von Neubauten. Kantone mit höheren gesetzlichen Anforderungen (gemäss Musterverordnung 92) haben Bauten mit deutlich tieferer EKZ als Kantone mit tieferen gesetzlichen Anforderungen (gemäss SIA 180/1).

Die Synopse zeigt weiter, dass die flankierenden Massnahmen der kantonalen Energiepolitik die EKZ beeinflussen. Jene Kantone, welche viele Aus- und Weiterbildungs-

1 Im Kanton Neuenburg wurden die gesetzlichen Anforderungen Ende 1996 angepasst.

veranstaltungen, Beratungen und Informationsanlässe durchführen sowie die Vollzugsorgane (beim kommunalen Vollzug) fachlich und beratend unterstützen, weisen bessere Energiekennzahlen auf als jene Kantone, welche in dieser Hinsicht weniger unternehmen.

Fallstudie NE

Im Kanton NE wurden die gesetzlichen Anforderungen angepasst. Durch das Verlängern der Zeitreihe der Erhebung aus dem Jahr 2000 lassen sich die Unterschiede bei der Anpassung der gesetzlichen Anforderungen ermitteln.

Die Verlängerung der Zeitreihe zeigt, dass die Bauten mit Baueingabe 1998-2000 (gesetzliche Grundlagen SIA 380/1, Grenzwerte) eine um rund 80 MJ/m^{2}a tiefere EKZ aufweisen als Gebäude mit Baueingabe 1993-1996 (gesetzliche Grundlage SIA 180/1).

Fallstudie VD/TG

Mittels eines direkten Vergleichs von Bauten aus dem Kanton TG (tiefe EKZ) und dem Kanton VD (hohe EKZ) werden die Unterschiede zwischen den beiden Kantonen analysiert.

Die in der Studie ausgewiesenen grossen Unterschiede bei den EKZ zwischen den Kantonen VD und TG werden durch die Fallstudie bestätigt. Es bestehen zwischen den beiden Kantonen nicht nur Unterschiede bei den gesetzlichen Anforderungen und beim Baustandard, sondern auch bei der Ausführung der Haustechnik und beim BenutzerInnen- und Investorenverhalten.

Auffällig ist, dass die EKZ der einzelnen Bauten innerhalb eines Kantons sehr stark variieren. Die schlechtesten Bauten in einem Kanton haben eine um einen Faktor 3 (!) höhere EKZ als die schlechtesten Bauten (ohne Berücksichtigung von MINERGIE-Gebäuden). Im Kanton TG bestehen dieselben relativen Unterschiede auf einem im Vergleich zum Kanton VD tieferen Niveau.

Sämtliche untersuchten Gebäude (VD und TG) halten die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz bei den Bauteilen gegen das Aussenklima ein. Unterschiede bestehen bei der Dämmung gegen das Erdreich und gegen unbeheizt im Innern des Gebäudes. Im Kanton TG ist der Dämmperimeter bei rund 2/3 der Bauten vollständig geschlossen und eine Isolation gegen unbeheizt setzt sich auch im Innern des Gebäudes durch. Im Kanton VD ist dies in der Regel nicht der Fall.

Fallstudie Wasserverbrauch

Der Kaltwasserverbrauch hat sich als recht zuverlässiger Indikator für die EKZ eines Gebäudes erwiesen. Auch der durchschnittliche Kaltwasserverbrauch pro EinwohnerIn bildet die mittlere EKZ eines Kantons recht zuverlässig ab. Damit bestätigt sich die Relevanz des Energiebedarfs für Warmwasser sowie der Einfluss des regional unterschiedlichen Benutzerverhaltens auf die ermittelten EKZ.

Synthese

Die Ergebnisse der Studie Wüest&Partner können bestätigt werden: Es bestehen erhebliche regionale Unterschiede bei der EKZ von Neubauten.

Die Modellannahmen zu den Einflussfaktoren, die Einschätzungen der Leiter der Energiefachstellen und die Ergebnisse der Fallstudien stimmen recht gut überein. Die wichtigsten Erklärungen für die unterschiedlichen EKZ sind nachfolgend aufgeführt. Sie können jedoch nicht in allen Fällen fundiert quantifiziert werden:

1. **Die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz**
   Die gesetzlichen Anforderungen bestimmen den Baustandard im Wesentlichen. Die Unterschiede zwischen SIA 180/1 und SIA 380/1 (Grenzwerte) bzw. MVO 92 (Musterverordnung 92 der Energiefachstellenkonferenz) betragen rund 80 MJ/m^{2}a bzw. 110 MJ/m^{2}a und sind damit bedeutend.

2. **Das BenutzerInnenverhalten**
   Es bestehen regionale Unterschiede beim BenutzerInnenverhalten. Im Kanton VD wird gegenüber dem Kanton TG deutlich mehr gelüftet und rund 30% mehr (Kalt)Wasser pro Person verbraucht. Die Boilertemperatur ist auf 60° gegenüber 55° im Kanton TG eingestellt. Beim Warmwasser beträgt der Unterschied zwischen VD und TG ca. 30 MJ/m^{2}a.

3. **Vollzug Wärmeschutz und Haustechnik**
   Die gesetzlichen Anforderungen bei der Haustechnik werden regional unterschiedlich erfüllt. Im Kanton VD fehlen oft Warmwassermesseinrichtungen, Messeinrichtungen für die VHKA in MFH und Isolationen im Heizungsraum. Im Kanton TG wurden bei keinem Gebäude Mängel festgestellt.

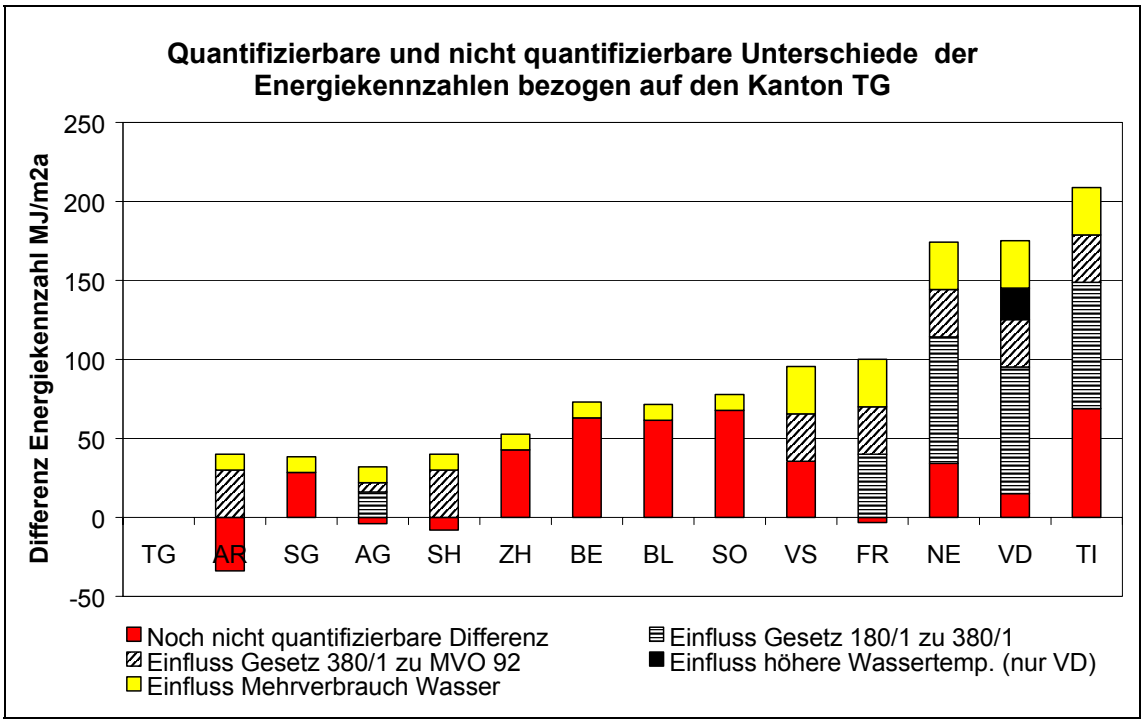
   Die kantonal unterschiedlichen Defizite beim Vollzug der Anforderungen an den Wärmeschutz betreffen die Abgrenzung gegenüber unbeheizten Räumen und Erdreich (Planungsmängel), bei der Haustechnik handelt es sich um Ausführungsmängel. Die Auswirkungen dieser Defizite wurden nicht quantifiziert.

Ein Zusammenhang zwischen „Betreuungsintensität“ der Vollzugsorgane (Kurse, Betreuung, Vollzugshilfsmittel) sowie Unterstützung der Planer (Vollzugsordner) und der EKZ ist ersichtlich.

4. Methodik Klimakorrektur

Die in der Studie Wüest&Partner vorgenommene vereinfachte Klimakorrektur hat erhebliche Auswirkungen auf die Resultate. Wir vermuten in den gebirgigen Kantonen VS, FR und BE noch Veränderungen bei einer verbesserten Normierung (Abweichungen Standort Gebäude und Klimastation). Die vorgenommene vereinfachte Klimakorrektur führt jedoch nicht zu Veränderungen, welche die Hauptaussagen der Studie Wüest&Partner in Frage stellen.

Nachfolgende Figur zeigt die quantifizierbaren Einflussfaktoren für die untersuchten Kantone:



Negative Werte bei der nicht quantifizierbaren Differenz bedeuten, dass die theoretisch „erklärten“ Unterschiede grösser sind als die effektiv vorhandenen Differenzen bei der EKZ. Weitere Detailbemerkungen siehe Figur 23, Seite 93.

Figur 2: Quantifizierbare und nichtquantifizierbare Unterschiede der EKZ bezogen auf die Differenz zum Kanton TG. Ausgangslage sind die um die methodischen Vereinfachungen bzw. Abweichungen (Klimakorrektur, Anteil WW, Energieträger) bereinigten EKZ.

Viele Ergebnisse beruhen auf der Fallstudie VD/TG. Es bestehen regionale Unterschiede und grobe Schätzungen, wir können jedoch nur einige dieser Auswirkungen quantifizieren. Wir kennen die entsprechenden Vergleichswerte für die übrigen Kantone nicht. Bei folgenden relevanten Einflussgrössen bestehen Kenntnislücken:

BenutzerInnenverhalten:
Wir haben keine verlässlichen Kenntnisse über den Einfluss des Lüftungsverhaltens auf die EKZ. Es ist nicht bekannt, ob bei Gebäuden mit hoher Energiekennzahl der Mehrverbrauch auf das Lüftungsverhalten oder den Warmwasserverbrauch zurückzuführen ist.

Bauweise:
Im Kanton TG werden deutlich mehr Doppel-EFH und Reihen-EFH erstellt als im Kanton VD. Dieser Unterschied in der Bauweise hat einen Einfluss auf die EKZ. In der ursprünglichen Studie ist diese Eigenschaft der Bauten nicht erhoben worden. Es lassen sich aus anderen bestehenden Quellen keine Vergleichszahlen zu diesem Einflussfaktor generieren.

Haustechnik:
Es bestehen zahlreiche Unterschiede bei der Haustechnik zwischen den Kantonen VD und TG. Diese Unterschiede, vor allem in der Ausführungsqualität, konnten nicht quantifiziert werden. Es sind uns keine Grundlagen aus der Forschung zum Einfluss von einzelnen Haustechnikmängeln (z.B.: fehlende Isolation der Armaturen) auf die EKZ bekannt.

Ausbildungsstand ArchitektInnen und PlanerInnen
Die ArchitektInnen und HaustechnikplanerInnen sind die wichtigsten Marktmittler. Wir wissen aus der persönlichen Einschätzung der Energiefachstellen zum Know-how der lokalen Fachleute, dass Unterschiede zwischen den Kantonen bestehen. Es bestehen jedoch keine objektiven Beurteilungskriterien zum Ausbildungsstand, der Ausbildungsstand in der Schweiz wurde noch nie erhoben.

Empfehlungen

Mit der vorliegenden Arbeit lassen sich Rückschlüsse auf die Stärken und Schwächen der kantonalen Energiepolitik der 90er Jahre im Bereich der Neubauten ziehen. Wie bei jeder Erfolgskontrolle können daraus Optimierungsmassnahmen abgeleitet werden. Einige der aufgezeigten Defizite sind bekannt, Korrekturmassnahmen sind teilweise

bereits eingeleitet oder umgesetzt. Einige bisher vernachlässigte Massnahmenbereiche müssen aufgrund der Ergebnisse jedoch zusätzlich angepackt werden.

Zur Senkung der EKZ in Neubauten gehen wir von folgender Strategie aus:

1. Eliminieren von Gebäuden mit hohen EKZ innerhalb der Kantone (oberer Teil der Streuung reduzieren)

2. Senken des durchschnittlichen Niveaus der Neubauten

Die Umsetzung dieser Strategien bedingt nachfolgende Massnahmen bzw. Massnahmenkorrekturen der Energiepolitik von Kantonen, Bund und Fachverbänden:

Empfehlung 1:

Der Einfluss des BenutzerInnenverhaltens auf den Energieverbrauch ist zu reduzieren.

- Bund und Kantone fördern den vermehrten Einsatz von Komfortlüftungen durch Massnahmen zur freiwilligen Realisierung des MINERGIE-Standards.
- Die Kantone passen mittelfristig die gesetzlichen Anforderungen auf das Niveau MINERGIE an.
- Bund, Kantone und Fachverbände fördern den vermehrten Einsatz von wassersparenden Armaturen durch Motivation und Information der Bauherrschaften, Labelling von Wasserarmaturen und Ausbildung der Fachleute.

Empfehlung 2:

Die Kantone passen die gesetzlichen Anforderungen schrittweise und möglichst koordiniert an den jeweils aktuellen Stand der Technik an:

- Kurzfristig ist das Modul 2 der Mustervorschriften der Kantone (MuKEn) einzuführen.
- In den nächsten Jahren sind die Anforderungen mindestens bei den Neubauten auf das Niveau MINERGIE anzupassen.

Das Coaching der Vollzugsbehörden ist in Kantonen mit Defiziten im Vollzug zu verstärken. Bei einer Anpassung der gesetzlichen Anforderungen sind die Vollzugsbehörden vertieft zu betreuen.

Empfehlung 3:

Bund und Kantone lancieren ein Impulsprogramm Warmwasser. Dieses beinhaltet

- das Schliessen bestehender Kenntnislücken (optimale Systemwahl für unterschiedliche Gebäude- und Siedlungstypen, Ursachen der besonders hohen Energiekennzahlen bei Neubauten, Einfluss der Armaturen und anderer Systemkomponenten),

- das Vermitteln des neuesten Wissens an die Fachleute aus Planung und Installation,
- freiwillige und allenfalls gesetzliche Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz des Warmwassers bei Neubauten und bestehenden Bauten.

Empfehlung 4:

Der Bund evaluiert in Zusammenarbeit mit den Kantonen und Fachverbänden den regional unterschiedlichen Ausbildungsstand der Fachleute aus Architektur und Haustechnik. Die Gründe allfälliger Defizite sind zu bestimmen und Massnahmen zur Schliessung der Ausbildungslücken zu entwickeln und umzusetzen.

Empfehlung 5:

Der Bund erarbeitet in Zusammenarbeit mit den Kantonen ein Monitoring des Gebäudebereiches, das Neu- und Umbauten umfasst.

Empfehlung 6:

Kantone, die die Gründe ihrer EKZ vertieft analysieren wollen, führen mit Vorteil eine Untersuchung analog der Fallstudie VD/TG durch.

Empfehlung 7:

Die Ursachen von Gebäuden mit besonders hoher EKZ sind vertieft zu analysieren.

Während bisher vor allem die Wärmedämmung eines Gebäudes und der damit verbundene Vollzug im Zentrum der energiepolitischen Bemühungen standen, sollte der Fokus für die nächsten Jahre auf das BenutzerInnenverhalten erweitert werden. Mittels technischer Massnahmen, beispielsweise Komfortlüftungen, soll der Einfluss des BenutzerInnenverhaltens reduziert werden. Die gesetzlichen Grundlagen sind entsprechend anzupassen, indem beispielsweise der MINERGIE-Standard bei Neubauten als gesetzlicher Standard festgelegt wird. Beim Warmwasser fehlen sowohl wissenschaftliche Kenntnisse über verbrauchsbestimmende Faktoren wie auch griffige Diffusionsmassnahmen um den effizientesten Technologien von der Warmwasseraufbereitung über die -verteilung bis zur Warmwasserarmatur zum Durchbruch zu verhelfen. Es braucht ein eigentliches Impulsprogramm Warmwasser.

Résumé

Situation initiale et méthode

En 2000, la société Wüest&Partner a relevé les indices énergétiques des nouvelles constructions dans le cadre d'une étude portant sur 14 cantons [Wüest&Partner 2000]. Cette analyse a révélé l'existence d'écarts importants d'un canton à l'autre. La présente étude vise à identifier les facteurs déterminants de l'indice énergétique et à expliquer les différences constatées entre les différents indices énergétique.

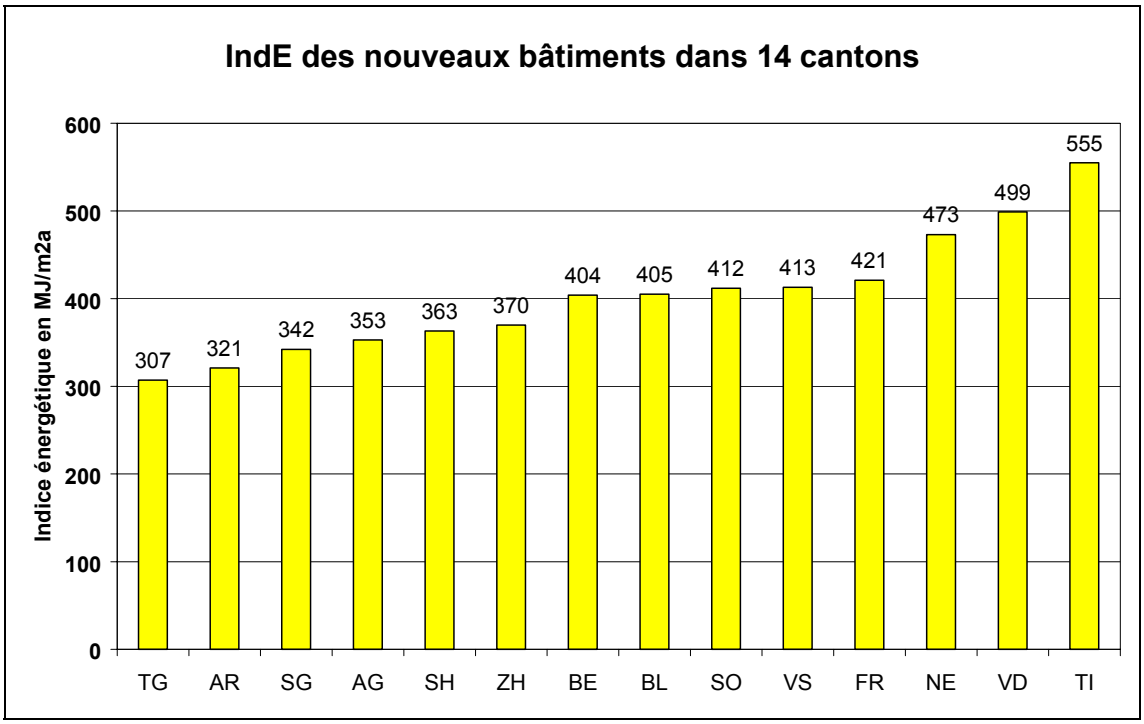


Figure 3: Résultat du relevé des indices énergétiques des nouvelles constructions pour l'année 2000. Le présent travail analyse les raisons des écarts considérables entre les indices énergétiques des nouvelles constructions.

Nous avons adopté durant l'étude la procédure suivante:

1. Identification et estimation quantitative des facteurs d'influence sur les indices énergétiques et sur l'étude conduite par Wüest&Partner.
2. Formulation des hypothèses de recherche et détermination de la méthodologie à appliquer.
3. Exploitation des travaux précédemment menés au sujet de la qualité d'exécution.
4. Analyse secondaire du travail de Wüest&Partner

5. Etudes de cas approfondies:
   - Comparaison des politiques énergétiques cantonales à l'aide de la procédure Delphi sur l'influence des mesures en matière de politique énergétique (tableau synoptique des cas d'étude).
   - Détermination de l'influence des prescriptions légales par la prolongation de la série chronologique dans le canton de Neuchâtel (étude de cas Neuchâtel)[2].
   - Analyse transversale comparative entre un canton présentant un indice énergétique élevé et un autre avec un indice bas afin de déterminer leurs différences du point de vue de la culture du bâtiment, de même que du comportement des utilisateurs et des investisseurs (étude de cas VD/TG).
   - Analyse transversale de la consommation d'eau dans tous les cantons, comme indicateur du comportement des utilisateurs (étude de cas Consommation d'eau).

6. Synthèse et recommandations en matière de politique énergétique.

Résultats

Résultats de l'analyse secondaire et des cas d'étude

Analyse secondaire

L'analyse secondaire s'emploie à examiner la série de données mises à disposition par l'étude W&P ainsi qu'à contrôler la méthodologie appliquée dans l'extrapolation des résultats. Les simplifications méthodologiques retenues par Wüest&Partner influent sur les résultats des différents cantons à raison d'un maximum de ±10%. Ces écarts n'ont toutefois qu'une faible incidence sur les différences entre les cantons et ne sont guère susceptibles de modifier leur classement. De nombreuses hypothèses telles que l'influence du prix du terrain, de la dessiccation des constructions, de l'occupation des bâtiments ou de la structure de propriété peuvent être écartées. Les principales révélations du rapport, à savoir les importantes différences cantonales et l'écart Est/Ouest, sont confirmés.

Tableau synoptique des cas d'étude

Les prescriptions légales dans le domaine de l'isolation thermique ont une incidence significative sur l'indice énergétique des nouvelles constructions. Les bâtiments des cantons aux prescriptions légales plus sévères (conformément au modèle

[2] Dans le canton de Neuchâtel, les prescriptions légales ont été modifiées à la fin de l'année 1996.

d'ordonnance 92 «Utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment») ont des indices énergétiques considérablement plus bas que ceux dont les prescriptions légales sont moins strictes (norme SIA 180/1).

Le tableau synoptique montre par ailleurs que les mesures d'accompagnement de la politique énergétique cantonale ont une incidence sur l'indice énergétique. Tous les cantons qui organisent de nombreux cycles de formation continue et de perfectionnement, des conseils ainsi que des événements d'information et qui soutiennent les organes d'exécution (au niveau de l'exécution communale) sur le plan technique et à titre consultatif présentent de meilleurs indices énergétiques que les cantons qui, à cet égard, fournissent de moins gros efforts.

Cas d'étude NE

Les prescriptions légales du canton de Neuchâtel ont été révisées. La prolongation de la période de relevé de l'an 2000 permet d'établir les différences lors de la révision des prescriptions légales.

La prolongation de la période de relevé montre que les constructions mises à l'enquête publique en 1998-2000 (soumises aux bases légales SIA 380/1, valeurs limites) présentent un indice énergétique inférieur d'env. 80 MJ/m^2a à celui des constructions mises à l'enquête publique en 1993-1996 (bases légales SIA 180/1).

Cas d'étude VD/TG

Les différences entre ces deux cantons ont été analysées en comparant directement les constructions du canton de Thurgovie (bas indice énergétique) et celles du canton de Vaud (indice énergétique élevé).

Le cas d'étude confirme les grandes différences d'indioe énergétique entre les cantons de Vaud et de Thurgovie constatées au cours de l'étude. Les deux cantons diffèrent non seulement au niveau de leurs prescriptions légales et de leurs normes de construction, mais aussi au niveau de l'exécution des installations techniques du bâtiment et du comportement des utilisateurs et des investisseurs.

Particulièrement manifeste est le fait que les indices énergétiques des différents bâtiments d'un même canton présentent de fortes variations. Les moins bonnes constructions d'un canton présentent des indices énergétiques triples (!) par rapport aux meilleures (sans tenir compte des bâtiments MINERGIE). Dans le canton de Thurgovie, on constate les même différences relatives, mais à un niveau nettement inférieur à celui du canton de Vaud.

Tous les matériaux de construction des bâtiments examinés (VD et TG) respectent les exigences légales en matière d'isolation thermique contre l'extérieur. Les différences relevées concernent l'isolation contre le sol et contre les espaces non chauffés à l'intérieur du bâtiment. Dans le canton de Thurgovie, le périmètre d'isolation de près de 2/3 des bâtiments est complètement fermé et une isolation contre les espaces non chauffés s'impose même à l'intérieur des bâtiments, ce qui n'est généralement pas le cas dans le canton de Vaud.

Cas d'étude de la consommation d'eau

La consommation d'eau froide a fait la preuve de sa fiabilité comme indicateur de l'indice énergétique d'un bâtiment. La consommation moyenne d'eau froide par habitant d'un canton reflète assez bien son indice énergétique moyen, ce qui confirme l'importance des besoins d'énergie consacrés au chauffage de l'eau ainsi que l'influence du comportement des utilisateurs, qui diffère d'une région à l'autre, sur l'indice énergétique déterminé.

Synthèse

Les résultats de l'étude Wüest&Partner sont confirmés: d'une région à l'autre, l'indice énergétique des nouvelles constructions présente des différences considérables.

Les hypothèses de modélisation sur les facteurs d'influence, les estimations des responsables des services de l'énergie et les résultats des études de cas concordent très bien. Les principales explications des différences entre les indices énergétiques sont énumérées ci-après. Il n'est toutefois pas possible de les quantifier précisément dans chaque cas.

1. **Prescriptions légales en matière d'isolation thermique**
   Les prescriptions légales déterminent dans une large mesure le standard des constructions. Les différences entre les normes SIA 180/1 et SIA 380/1 (valeurs limites), resp. MVO 92 (modèle d'ordonnance 92 de l'EnFK) s'élèvent à près de 80 MJ/m^{2}a, resp. à 110 MJ/m^{2}a; elles sont donc considérables.

2. **Comportement des utilisateurs**
   On constate des différences régionales au niveau du comportement des utilisateurs. Dans le canton de Vaud, on aère beaucoup plus souvent qu'en Thurgovie et chaque personne consomme près de 30% d'eau (froide) en plus. La température des chauffe-eau y est réglée à 60° C (55° C en Thurgovie). Quant à l'eau chaude, la différence entre VD et TG s'élève à env. 30 MJ/m^{2}a.

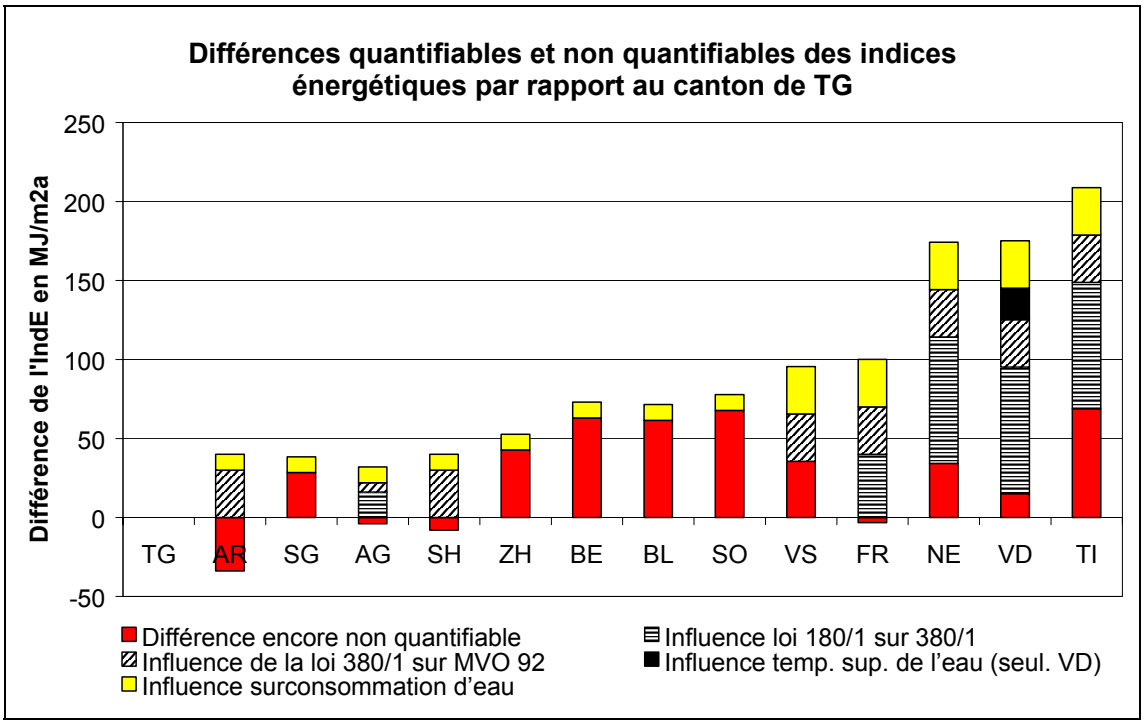
3. **Exécution d'isolations thermiques et d'installations techniques du bâtiment**
   Les prescriptions légales en matière d'installations techniques du bâtiment sont observées différemment d'une région à l'autre. Dans le canton de Vaud, les équipements de mesure de l'eau chaude font souvent défaut, tout comme les équipements de mesure des décomptes individuels des frais de chauffage (DIFC) des locatifs ainsi que l'isolation du local de chauffage. Dans le canton de Thurgovie, de telles lacunes n'ont été constatées dans aucun bâtiment.

   Les différences des lacunes cantonales en matière d'exécution des prescriptions légales sur l'isolation thermique relèvent de la démarcation par rapport aux locaux non chauffés et au terrain (lacune de planification), tandis que les lacunes des installations techniques du bâtiment découlent de défauts d'exécution. Les répercussions de ces lacunes n'ont pas été quantifiées.

   La corrélation entre «l'intensité d'encadrement» des organes d'exécution (cours, encadrement, moyens d'aide à l'exécution) ainsi que le soutien des planificateurs (classeur d'exécution) et l'indice énergétique est manifeste.

4. **Méthodologie de correction climatique**
   Les corrections climatiques simplifiées effectuées par Wüest&Partner ont des répercussions importantes sur les résultats. Nous supposons d'autres changements possibles dans les cantons montagneux VS, FR et BE en cas d'amélioration des normes (écarts entre l'emplacement des bâtiments et la station climatique). La correction climatique simplifiée n'entraîne pas de changement remettant en cause les principaux constats de l'étude menée par Wüest&Partner.

La figure suivante montre les facteurs quantifiables d'influence des cantons examinés:



Lorsqu'une différence non quantifiable présente une valeur négative, cela signifie que les différences théoriques «déclarées» sont supérieures aux différences effectives de l'indice énergétique. D'autres remarques détaillées figurent sous Figure 21 à la page 93.

Figure 4: Différences quantifiables et non quantifiables des indices énergétiques par rapport au canton de Thurgovie. La situation initiale correspond à l'indice énergétique révisé par simplifications ou écarts méthodologiques (corrections climatiques, part eau chaude, matières énergétiques).

De nombreux résultats reposent sur le cas d'étude VD/TG. Il y a des différences régionales et certaines estimations sont grossières, puisque nous ne pouvons quantifier que quelques-uns de ces effets. Nous ne connaissons pas les valeurs comparatives correspondantes pour les autres cantons. En particulier, les données quantitatives des facteurs suivants sont lacunaires:

Comportement des utilisateurs:
Nous ne disposons d'aucune indication fiable au sujet de l'influence sur l'indice énergétique du comportement en matière d'aération. Nous ignorons si la surconsommation des bâtiments dont l'indice énergétique est élevé s'explique par le comportement en matière d'aération ou par la consommation d'eau chaude.

Forme d'exécution:
Dans le canton de Thurgovie, on construit beaucoup plus de villas jumelées et de maisons contiguës que dans le canton de Vaud. Cette différence d'exécution a une incidence sur l'indice énergétique. Dans l'étude initiale, cette propriété des constructions

n'avait pas été relevée. Il n'est pas possible d'extrapoler d'autres chiffres comparatifs concernant ce facteur d'influence à partir d'autres sources.

Installations techniques du bâtiment:
Les cantons de Vaud et de Thurgovie présentent de nombreuses différences en matière d'installations techniques du bâtiment. Celles-ci n'ont toutefois pas pu être quantifiées, surtout en ce qui concerne la qualité d'exécution. A notre connaissance, il n'existe aucune base de recherche traitant de l'influence des différentes lacunes en matière d'installations techniques du bâtiment (par ex. absence d'isolation de la robinetterie) sur l'indice énergétique.

Niveau de formation des architectes et des planificateurs
Les architectes et les planificateurs des installations techniques du bâtiment sont les principaux acteurs du marché. Grâce à une estimation personnelle des services de l'énergie concernant le savoir-faire des spécialistes locaux, nous savons qu'il existe des différences d'un canton à l'autre. Nous ne disposons toutefois pas de critères d'évaluation objectifs concernant leur niveau de formation, celui-ci n'ayant jamais été relevé en Suisse.

Recommandations

Le présent travail permet de tirer des conclusions sur les points forts et les faiblesses des politiques énergétiques cantonales des années 1990 dans le domaine des nouvelles constructions. Il serait possible d'en déduire des mesures d'optimisation comme pour tout contrôle des résultats. Quelques-unes des lacunes présentées sont connues et des mesures de correction ont parfois déjà été introduites ou appliquées. Certains types de mesures auparavant négligés doivent cependant être pris en main sur la base de ces résultats.

Pour réduire l'indice énergétique des nouvelles constructions, nous préconisons la stratégie suivante:

1. Elimination des bâtiments présentant un indice énergétique élevé au niveau des cantons (réduction de la partie supérieure de la dispersion).

2. Réduction du niveau moyen des nouvelles constructions.

L'application de ces stratégies nécessite les mesures, resp. les corrections de mesures suivantes en matière de politique énergétique de la part des cantons, de la Confédération et des associations professionnelles:

Recommandation 1:

Il convient de réduire l'influence du comportement des utilisateurs sur la consommation d'énergie.

- La Confédération et les cantons encouragent l'utilisation accrue de l'aération douce par des mesures de réalisation volontaire du standard MINERGIE.
- A moyen terme, les cantons adaptent leurs prescriptions légales au niveau de MINERGIE.
- La Confédération, les cantons et les associations professionnelles encouragent l'utilisation accrue des robinetteries munies d'économiseurs d'eau par la sensibilisation et l'information des maîtres d'ouvrage, le labelling de la robinetterie à eau et la formation des spécialistes.

Recommandation 2:

Les cantons adaptent progressivement leurs prescriptions légales, de manière aussi coordonnée que possible, au niveau actuel de la technique:

- A court terme, il convient d'introduire le module 2 des modèles de prescriptions des cantons (MoPEC).
- Ces prochaines années, les prescriptions doivent être adaptées au niveau de MINERGIE, au moins pour les nouvelles constructions.

Dans les cantons présentant des lacunes, le coaching des autorités d'exécution doit être renforcé. Lors de l'adaptation des prescriptions légales, les autorités d'exécution doivent être étroitement encadrées.

Recommandation 3:

La Confédération et les cantons lancent un programme d'impulsion en matière d'eau chaude prévoyant:

- le comblement du déficit actuel de connaissances (choix d'un système optimal pour les différents types de bâtiments et de lotissements, causes des indices énergétiques particulièrement élevés pour les nouveaux bâtiments, influence de la robinetterie et d'autres composants du système);
- la transmission des dernières connaissances aux spécialistes de la planification et de l'installation;
- des mesures librement consenties et d'éventuelles mesures légales d'optimisation du rendement énergétique en matière d'eau chaude pour les nouvelles constructions ainsi que les bâtiments existants.

Recommandation 4:

La Confédération évalue, en collaboration avec les cantons et les associations professionnelles, les différences régionales en matière de niveau de formation des spécialistes en architecture et en technique du bâtiment. Les motifs d'éventuelles lacunes sont

à déterminer; il convient par ailleurs de développer et d'appliquer les mesures propres à combler tout déficit de formation.

Recommandation 5:

La Confédération élabore, en collaboration avec les cantons, une surveillance du bâtiment comprenant aussi bien les nouvelles constructions que les rénovations.

Recommandation 6:

Les cantons souhaitant analyser en profondeur les raisons sous-jacentes de leur indice énergétique peuvent conduire une recherche analogue au cas d'étude VD/TG.

Recommandation 7:

Les raisons expliquant l'indice énergétique particulièrement élevé de certains bâtiments doivent être analysées de manière approfondie.

Auparavant, les efforts consacrés à la politique énergétique étaient surtout axés sur l'isolation thermique des bâtiments et son exécution; pour les années à venir, il conviendrait toutefois d'élargir le champ d'action au comportement des utilisateurs. Des mesures techniques telles qu'aérations douces devraient permettre de réduire l'incidence du comportement des utilisateurs sur l'indice énergétique. Les bases légales devront être adaptées en conséquence, par exemple en fixant le standard MINERGIE comme norme légale pour toutes les nouvelles constructions. Les technologies les plus efficaces en matière d'eau chaude, de la production à la distribution jusqu'au robinet, ne réussissent pas à s'imposer car les connaissances scientifiques des facteurs déterminant la consommation d'eau chaude, ainsi que les mesures susceptibles de favoriser leur expansion font actuellement défaut. Un programme d'impulsion est donc plus que jamais nécessaire

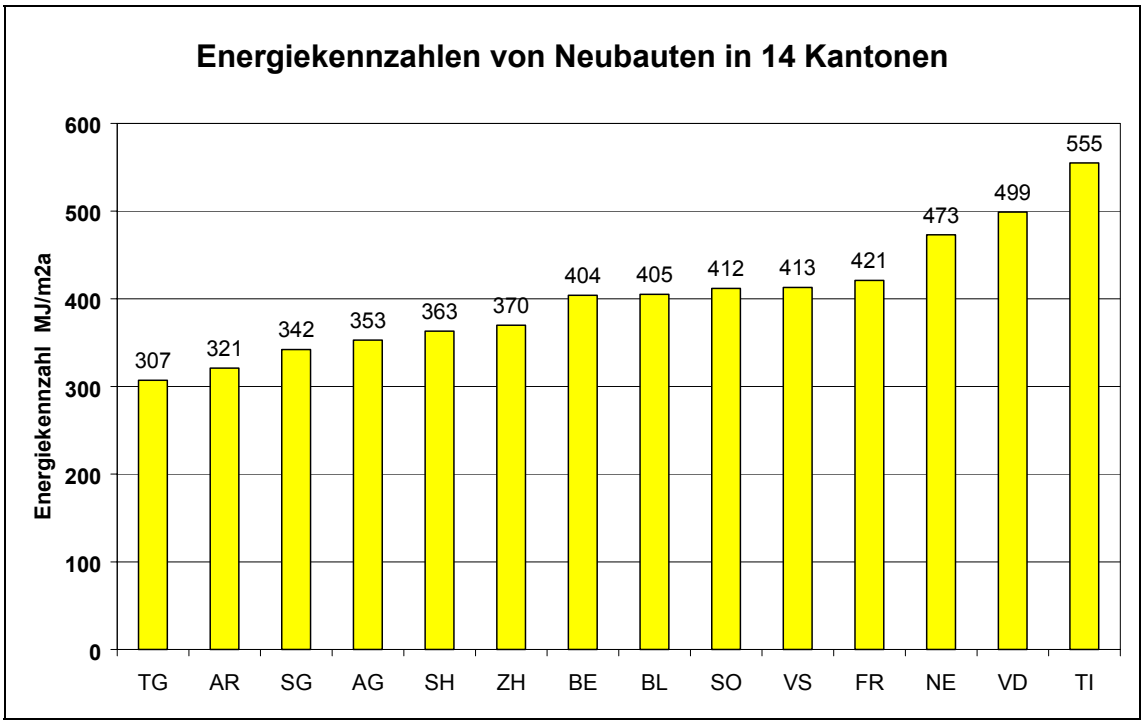
1 Ausgangslage und Ziel

Erhebung der EKZ im Jahre 2000 durch W&P

Die Firma Wüest&Partner (W&P) hat im Jahre 2000 mittels einer schriftlichen Umfrage den Energieverbrauch für Neubauten in 14 Kantonen bei rund 2'000 Wohngebäuden erhoben, die zwischen 1994 und 1998 erstellt worden sind[3]. Daraus wurde die mittlere Energiekennzahl (EKZ) Wärme (Raumheizung und Warmwasser) berechnet.

Gefälle zwischen der Ost- und der West- bzw. Südschweiz

Die mittlere EKZ Wärme betrug im untersuchten Sample 393 MJ/m^{2}a [4]. Beim Vergleich der Kantone zeigt sich ein Gefälle zwischen der Ost- und der West- bzw. Südschweiz, wie nachfolgende Figur illustriert. Die EKZ bewegen sich zwischen 307 und 555 MJ/m^{2}a. In 8 Kantonen bewegt sich die Abweichung zum Durchschnitt aller 14 Kantone zwischen plus und minus 10 Prozent. Die Rangreihenfolge im Mittelfeld ist zufällig.



Quelle: Wüest&Partner 2000, Wüest&Partner 2001

Figur 5: Energiekennzahlen von Neubauten in 14 Kantonen (Baujahre 1994–1998).

3 Im Jahr 2000 wurden 13 Kantone untersucht. W&P führte 2001 dieselbe Untersuchung für den Kanton St. Gallen [Wüest und Partner 2001] durch.

4 Ohne Kanton St. Gallen.

Basierend auf den Ergebnissen von W&P soll ermittelt werden, welche Faktoren statistisch signifikante Unterschiede der Energiekennzahlen erklären können. Dazu gehören Unterschiede in der Gesetzgebung, dem Vollzug, den flankierenden Massnahmen (Beratung, Ausbildung Fachleute) sowie allfällige weitere Ursachen.

Die Arbeiten werden von der Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle der Schweizerischen Energiefachstellenkonferenz begleitet.

2 Methodisches Vorgehen zur Erklärung der Unterschiede

Die Detaildaten aus [Wüest&Partner 2000] und [Wüest&Partner 2001] standen für die vorliegende Untersuchung nicht zur Verfügung. Es wurde deshalb folgendes Vorgehen gewählt:

1. **Bestimmung und quantitative Schätzung Einflussfaktoren:** *Wirkungsmodell*
   Die Einflussfaktoren auf die Untersuchungsgrösse EKZ werden analysiert. Der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Energiekennzahl eines Gebäudes wird anhand eines Wirkungsmodells abgeschätzt.

2. **Formulieren der Untersuchungshypothesen** *Untersuchungshypothesen*
   Die einzelnen Untersuchungshypothesen werden formuliert und eine Methodik zu deren Überprüfung festgelegt. Die Untersuchungsthesen der nachfolgenden einzelnen Arbeitsschritte werden im Kapitel 3.3 dargestellt.

3. **Bisherige Arbeiten zur Vollzugsqualität auswerten** *Literaturrecherche*
   Verschiedene Kantone haben Arbeiten zur Vollzugsqualität und zum Baustandard ausführen lassen. Diese Arbeiten werden analysiert und ihre Auswirkungen auf die unterschiedlichen Energiekennzahlen abgeschätzt. Dieser Arbeitsschritt führte zu einer Präzisierung der Untersuchungshypothesen.

4. **Sekundäranalyse der Studie Wüest&Partner:** *Analysen basierend auf bestehendem Datensatz*
   Die Möglichkeiten und Grenzen der in [Wüest&Partner 2000] und [Wüest&Partner 2001] erhobenen Datensätze werden abgeklärt. Es werden die mit statistischen Methoden evaluierbaren möglichen Einflussgrössen mittels einer Sekundäranalyse des bestehenden Datensatzes analysiert. Es wird abgeklärt ob das methodische Vorgehen die Ergebnisse beeinflusst hat. Die statistische Sekundäranalyse wird durch Wüest&Partner i.A. von **e c o** n c e p t durchgeführt.

5. **Weiterführende Fallstudien:**
   Mit den weiterführenden Fallstudien sollen die relevantesten Gründe für die Unterschiede der EKZ vertieft untersucht und der Stellenwert der einzelnen Einflussfaktoren analysiert werden. Es wurden folgende Fallstudien durchgeführt.

Querschnittanalyse Energiepolitik

Fallstudie 1: Synopse Energiepolitik
Mit Vertretern der kantonalen Energiefachstellen werden telefonische oder persönliche Interviews geführt. Es werden die gesetzlichen Anforderungen im Bereich Wärmeschutz, der Vollzug sowie weitere Massnahmen der Kantone (Aus- und Weiterbildung, Information und Kommunikation, Förderung) im Energiebereich analysiert und vergleichend dargestellt.

Längsschnittanalyse Gesetzliche Vorschriften

Fallstudie 2: Einfluss der gesetzlichen Vorschriften (Längsschnittanalyse Kanton NE)
Im Kanton Neuenburg wurden Ende 1996 die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten erhöht. Diese erhöhten Anforderungen sind in der Analyse von W&P noch nicht berücksichtigt. Es soll untersucht werden, inwiefern sich durch die erhöhten gesetzlichen Anforderungen die EKZ, bei den realisierten Bauten mit Baujahr 1999 oder jünger, verändert hat. Die Zeitreihe W&P wird also fortgeführt.

Querschnittanalyse Baustandard und Benutzer- und Investorenverhalten

Fallstudie 3: Unterschiede Baukultur, Objektbegehungen (Querschnittsanalyse Kantone VD und TG)
In den Kantonen Thurgau und Waadt, welche sehr unterschiedliche EKZ aufweisen, werden Objektbegehungen durchgeführt. Es werden allfällig vorhandene Unterschiede im Baustandard bei den realisierten Bauten erhoben und gleichzeitig die Angaben in den Baubewilligungen (Energetischer Nachweis) einbezogen und das Benutzerverhalten erfragt.

Vergleichende Untersuchung von EKZ und Wasserverbrauch

Fallstudie 4: Zusammenhang von EKZ und Wasserverbrauch
In Gemeinden der von Wüest&Partner untersuchten Kantone wird der durchschnittliche Wasserverbrauch anhand der „Statistischen Erhebungen der Wasserversorgung Schweiz 2000“ des Vereins des Gas und Wasserfachs erhoben und mit den mittleren EKZ verglichen. Es soll untersucht werden, ob und in welchem Ausmass hohe EKZ mit hohen Wasserverbräuchen einhergehen.

5. Synthese und Empfehlungen

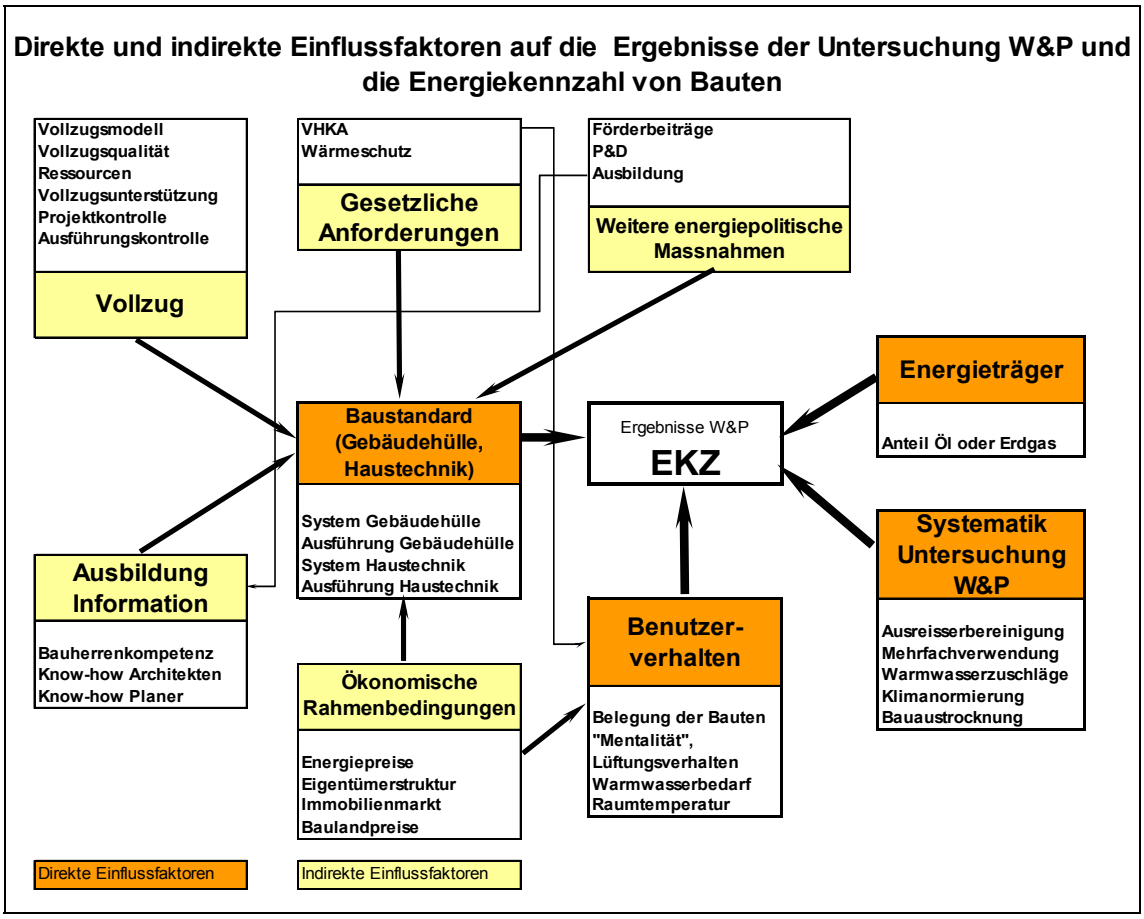
Mittels einer Synthese werden die Ergebnisse der vorherigen Arbeitsschritte zusammengefasst und Empfehlungen für die kantonale Energiepolitik entwickelt.

3 Einflussfaktoren auf die EKZ und Untersuchungs-hypothesen

3.1 Übersicht der Einflussfaktoren

Einflussfaktoren auf Untersuchungs-grösse

Nachfolgende Figur bietet einen Überblick über die Einflussfaktoren, welche den Energieverbrauch eines Gebäudes beeinflussen, ergänzt mit denjenigen Faktoren welche die Untersuchungsgrösse Energiekennzahl der Arbeit W&P beeinflussen. Wir unterscheiden dabei direkte und indirekte Einflussfaktoren. Letztere wirken lediglich auf die direkten Einflussfaktoren ein:



Figur 6: Übersicht der direkten und indirekten Einflussfaktoren auf die EKZ von Neubauten sowie die Ergebnisse der Untersuchung Wüest&Partner.

Als direkte Einflussfaktoren auf die EKZ bezeichnen wir den Baustandard (Gebäudehülle und Haustechnik), das Benutzerverhalten, den eingesetzten Energieträger sowie bezogen auf die Untersuchung die Systematik der Arbeit W&P.

Im Zentrum steht der Baustandard

Im Zentrum steht der Baustandard, welcher im Wesentlichen durch gesetzliche Anforderungen, durch die PlanerInnen/ArchitektInnen-Kompetenz, den Vollzug der Gesetzgebung, durch ökonomische Rahmenbedingungen (z.B. Eigentümerstruktur) sowie allfällige zusätzliche energiepolitische Massnahmen beeinflusst werden.

Zu beachten sind auch die Wirkungszusammenhänge zwischen den indirekten Einflussfaktoren, beispielsweise den Einfluss der Ausbildungsangebote der Kantone auf den Ausbildungsstand der Baufachleute und Bauherrschaften.

3.2 Quantitative Grobschätzung der wichtigsten Einflussfaktoren

Mithilfe eines Wirkungsmodells hat **e c o** n c e p t die Grössenordnung des Einflusses einzelner Faktoren auf die EKZ bei Einzelobjekten abgeschätzt. Die Schätzung basiert auf der Annahme, dass der Energiebedarf bei Neubauten für Transmission, Warmwasser und Lüftung je ein Drittel beträgt:

	Einfluss auf Energiebedarf für							
	Transmission		**Warmwasser**		**Lüftung**		**Total EKZ**	
Anteil an EKZ	**33%**		**33%**		**33%**		**100%**	
Einflussfaktoren	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Baustandard	**-19%**	**85%**	**-10%**	**38%**	**-10%**	**25%**	**-13%**	**50%**
Gesetzl. Anforderungen Wärmeschutz [1)]	-10%	40%	0%	0%	0%	0%	-3%	13%
Ausführung Haustechnik, Gebäudehülle	-10%	10%	-10%	25%	-10%	25%	-10%	20%
Vollzug	0%	20%	0%	10%	0%	0%	0%	10%
Benutzerverhalten	**-20%**	**20%**	**-63%**	**88%**	**-36%**	**102%**	**-39%**	**70%**
Belegung der Bauten	0%	0%	-50%	50%	-20%	20%	-23%	23%
Lüftungsverhalten	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Spezifischer Warmwasserbedarf	0%	0%	-25%	25%	0%	40%	-8%	22%
Raumtemperatur	-20%	20%	0%	0%	-20%	20%	-13%	13%
Summiert (kumuliert)	**-35%**	**122%**	**-66%**	**158%**	**-42%**	**152%**	**-47%**	**154%**
Einfluss auf EKZ	**-12%**	**41%**	**-22%**	**53%**	**-14%**	**51%**	**-47%**	**154%**

Ausgangslage: gesetzliche Anforderungen SIA 380/1 Grenzwerte, mittlere Qualität Bauausführung, Durchschnittliches Benutzerverhalten.

1) Es wird der Einfluss der Musterverordnung 92 (Zielwerte 380/1, Abweichung –10%) und SIA 180/1 (Abweichung +50%) gegenüber der Empfehlung 380/1 (Grenzwerte, entspricht Referenzwert =0%) dargestellt.

*Tabelle 1: Quantitative Grobschätzung einzelner Einflussfaktoren auf die EKZ von Einzelbauten (Schätzungen **e c o** n c e p t).*

Benutzerverhalten hat grössten Einfluss

Die Schätzung zeigt, dass die verschiedenen Aspekte des Benutzerverhaltens den grössten Einfluss auf die effektive EKZ von Einzelobjekten haben. Die Veränderungen liegen bei einer Reduktion von 40% bis zu einer Zunahme von 70% bezogen auf die EKZ des gesamten Gebäudes.

Grössenordnung durch Fallstudien bestätigt

Die Energiekennzahl der Bauten kann also je nach gesetzlichen Grundlagen, dem Baustandard, dem Benutzerverhalten und der Vollzugsqualität um rund 50% unter oder rund 150% über einem mittleren Wert schwanken. Diese Ergebnisse werden von der Grössenordnung her in den einzelnen Fallstudien dieser Untersuchung bestätigt.

3.3 Übersicht der Untersuchungshypothesen

Nachfolgende Übersicht zeigt die den einzelnen Einflussfaktoren zugrunde gelegten Untersuchungshypothesen und zugehörigen Untersuchungsschritte. In den einzelnen Untersuchungsschritten werden diese Thesen verifiziert oder falsifiziert. In einigen Fällen können die Einflussgrössen auf die Untersuchung W&P auch detailliert quantifiziert werden.

Direkte Einflussfaktoren	**Arbeitsschritt**					
Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
Baustandard						
unterschiedlichen Baustandard (Gebäudehülle).				X		
unterschiedliche Qualität der Bauausführung (Gebäudehülle).				X		
Unterschiede bei der Haustechnik (Systeme für Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung).				X		
unterschiedliche Ausführungsqualität der Haustechnik.				X		
Benutzerverhalten						
die Belegung der Bauten				X		
unterschiedliches Lüftungsverhalten				X		
unterschiedlichen Warmwasserbedarf				X		X
unterschiedliche Raumtemperaturen				X		
Systematik Untersuchung W&P						
die von W&P gewählte Methodik. Dazu gehört						
- die Ausreisserbereinigung oder andere Filtrierung der Daten		X				
- das Generieren mehr als einer EKZ pro Gebäude bei mehrjährigen Datenperioden		X				
- die Klimanormierung		X		X		
- Annahme bezüglich Zuschlägen für Warmwasserverbrauch		X				
den Einfluss der Bauaustrocknung.		X				
durch eine Charakterisierung von Bauten mit hohen oder tiefen EKZ. Zwischen Gebäuden mit hohen Energiekennzahlen und Gebäuden mit tiefen Energiekennzahlen bestehen systematische Unterschiede bezüglich Gebäudetyp, Energieträger, Standort.		X				
Energieträger						
einen unterschiedlichen Anteil von mit Erdgas oder Öl beheizten oder mit Fernwärme versorgten Gebäuden.		X			X	

Indirekte Einflussfaktoren **Untersuchungshypothesen:** Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Arbeitsschritt**					
	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
Ökonomische Rahmenbedingungen						
die Energiepreise		X				
ein unterschiedliches Verhältnis der Eigentumsstruktur.						
- Von SelbstbewohnerInnen erstellte Gebäude weisen eine tiefere EKZ auf als kommerzielle Investitionsobjekte.		X		X		
unterschiedliche Baulandpreise.						
- In Gegenden mit hohen Landpreisen stehen günstigere Bauten mit einer höheren EKZ.		X		X		
Ausbildung, Information						
die Bauherrenkompetenz.						
- Die Bauherrschaften in den einzelnen Kantonen haben ein unterschiedliches Know-how bezüglich Energieeffizienz.						
- Die Bauherrschaften in den einzelnen Kantonen geben unterschiedliche Vorgaben bezüglich Energieeffizienz.				X		
das unterschiedliche Know-how der ArchitektInnen			X			
das unterschiedliche Know-how der Haustechnikplaner			X			
Vollzug						
unterschiedliche Vollzugsmodelle	X		X			
eine unterschiedliche Vollzugsqualität						
- Regelmässige Ausführungskontrollen auf der Baustelle werden nur in Kantonen mit tiefen EKZ durchgeführt	X		X	X		
- Regelmässige Projektkontrollen werden in allen Kantonen durchgeführt	X		X			
unterschiedliche Vollzugsressourcen						
- Gebäude in kleinen Gemeinden weisen wegen der geringeren Ressourcen der Bauverwaltung gegenüber grösseren Gemeinden Bauten mit höherer EKZ auf. (nur Kantone mit kommunalem Vollzug)		X				
unterschiedliche Vollzugsunterstützung durch die Kantone.			X			
Gesetzliche Anforderungen						
unterschiedlichen Vollzugsgrad bei der VHKA.						
- Kantone mit hohem Vollzugsgrad haben eine tiefere EKZ.			X	X		
unterschiedliche Anforderungen an den Wärmeschutz der Bauten						
- Kantone mit Musterverordnung 92 bzw. SIA 380/1 haben tiefere EKZ als Kantone mit SIA 180/1			X	X	X	
Weitere energiepolitische Massnahmen						
unterschiedlichen Aufwand für Förderbeiträge			X	X		
unterschiedlichen Aufwand für Pilot- und Demonstrationsanlagen			X			
unterschiedlichen Aufwand für Ausbildung			X			

4 Sekundäranalyse der Erhebung

4.1 Ziel und Vorgehen

Mit der Sekundäranalyse soll die Methodik der Arbeit W&P überprüft werden und basierend auf dem bestehenden Datensatz zusätzliche Auswertungen vorgenommen werden.

Überprüfen Methodik und zusätzliche Auswertungen

Die zu klärenden Fragen und zusätzlichen Auswertungen wurden durch **eco**ncept formuliert und durch Wüest&Partner abgeklärt. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in einem separaten Bericht dargestellt [Wüest&Partner 2002]. Die nachfolgenden Ergebnisse entstammen diesem Bericht und wurden zusätzlich mit eigenen Analysen ergänzt. [5]

Unterauftrag W&P

4.2 Ergebnisse Sekundäranalyse

4.2.1 Methodische Fragestellungen

a) Auswirkung der Ausreisserbereinigung auf EKZ

Hat die Ausreisserbereinigung (Filterung) die Ergebnisse hinsichtlich der Energiekennzahl beeinflusst?

Fragestellung

Die Ausreisserbeschränkung, wie sie in der Studie von W&P vorgenommen worden ist [6], hat keinen Einfluss auf die Rangreihenfolge der Kantone. Der Unterschied der drei Kantone mit den höchsten EKZ (NE, VD, TI) zu den übrigen Kantonen akzentuiert sich, wenn die Ausreisserbeschränkung nicht vorgenommen wird. Es ergeben sich also nur in den Extrempositionen signifikante Unterschiede, im Mittelfeld bleibt die Rangreihenfolge zufällig.

Fazit

5 Da die EKZ des Kantons St. Gallen in einer separaten Untersuchung ermittelt wurde ist, kann sie nicht bei allen Hypothesen des vorliegenden Kapitels berücksichtigt werden.

6 Gebäude mit einer EKZ >1'000 MJ/m^2 a wurden nicht berücksichtigt.

Fragestellung

Wurde in den einzelnen Kantonen eine unterschiedliche Vorauswahl der Daten vorgenommen?

Fazit

Es wurden in den einzelnen Kantonen keine unterschiedlichen Filter oder sonstige Vorauswahl der Datensätze vorgenommen.

b) Einfluss der Betrachtung mehrerer Heizperioden

Fragestellung

Unterscheiden sich die Resultate, wenn nur eine Heizperiode pro Objekt einbezogen wird?

Ausgangslage

In der ursprünglichen Studie ist die Anzahl verwendeter EKZ grösser (2000 EKZ) als die Anzahl Objekte (1265 Objekte). Wenn die Daten über mehrere Jahre vorlagen, wurde für jedes Jahr desselben Gebäudes eine EKZ berechnet und als eigener EKZ-Datensatz einbezogen.

Fazit

Die Resultate zeigen, dass ein Objekt über mehrere Heizperioden eine einigermassen konstante EKZ aufweist. Die resultierenden Unterschiede haben statistisch keine signifikante Bedeutung. Weder die absolute Höhe der EKZ, noch die Rangreihenfolge unter den Kantonen ändern sich wesentlich.

c) Einfluss der Klimanormierung

Fragestellung

Hat die Art und Weise, wie in der bestehenden Studie die Klimanormierung vorgenommen wurde, die Ergebnisse beeinflusst?

Ausgangslage

In der ursprünglichen Studie wurden erstens alle Gemeinden einer MS-Region auf eine Klimastation homogen verteilt. Dadurch können sich Verzerrungen ergeben, weil der Höhenunterschied zwischen der Gemeinde und der MS-Region zugewiesenen Klimastation nicht berücksichtigt wird. Dieser Unterschied könnte vor allem in Kantonen mit grossen Höhenunterschieden ins Gewicht fallen.
Die Normierung der EKZ auf den Standort Zürich SMA bezieht sich auf die ganze EKZ. Richtigerweise müsste sich die Normierung lediglich auf die EKZ_{RH} beziehen. Der Energieverbrauch für Warmwasser darf nicht proportional zu den HGT normiert werden.

Korrektur Höhenlage

Für die Korrektur der Ergebnisse der von Wüest&Partner durchgeführten Klimanormierung wird ein Korrekturfaktor in Abhängigkeit des

Höhenunterschieds der Standortgemeinden von den Klimastationen berechnet. Die Korrekturen wurden in den Kantonen Aargau und Tessin vorgenommen, da aufgrund der Topographie am ehesten Abweichungen sichtbar werden.

Fazit bezüglich Höhenlage

Die von W&P vorgenommene Klimanormierung zeigt für einzelne Gemeinden Abweichungen von der höhen-korrigierten Normierung von bis zu 30%. Diese Unterschiede werden teilweise über das ganze kantonale Sample ausgeglichen. Die Unterschiede über den ganzen Kanton sind in den detailliert untersuchten Kantonen Aargau und Tessin nicht erheblich.

Korrektur Klimanormierung Warmwasserverbrauch

Die Ermittlung der Auswirkungen durch den Einbezug des Energiebedarfs für Warmwasser bei der Klimanormierung ist schwieriger, da wir nicht über die Datensätze der ursprünglichen Studie verfügen. In der nachfolgenden Tabelle versuchen wir eine Abschätzung der möglichen Abweichungen gegenüber der Studie W&P.

Kanton	Mittlere HGT Kanton	Korrektur faktor W&P	EKZ W&P	EKZ unnormiert	EKZ klimakorrigiert neu	Abweichung
			MJ/m²a	MJ/m²a	MJ/m²a	MJ/m²a
TG	3428	108%	307	283	**301**	6
AR	3690	101%	321	319	**320**	1
SG	3492	106%	342	321	**337**	5
AG	3266	114%	353	310	**342**	11
SH	3282	113%	363	321	**352**	11
ZH	3346	111%	370	333	**361**	9
BE	3366	110%	404	366	**394**	10
BL	2887	129%	405	315	**382**	23
SO	3325	112%	412	369	**401**	11
VS	3311	112%	413	368	**402**	11
FR	3379	110%	421	383	**411**	10
NE	3790	98%	473	482	**475**	-2
VD	3073	121%	499	413	**477**	22
TI	2669	139%	555	399	**516**	39

Tabelle 2: Abschätzung der Abweichungen zu den EKZ von W&P falls sich die Klimakorrektur nur auf den Energiebedarf für Raumheizung beschränkt.

Vorgehen neue Klimakorrektur

Wir gehen davon aus, dass sich der Grossteil der EKZ – Datensätze auf die Jahre 1998 und 1999 beziehen und schätzen die mittlere kantonale HGT ab. Diese gewichtet den geographischen Anteil der einzelnen Klimastationen am Kanton. Unter Berücksichtigung des Warmwasseranteils von 25% an der EKZ wird nur noch der Anteil Raumwärme klimakorrigiert.

Fazit bezüglich Klimakorrektur

Die von W&P gewählte Methodik zur Klimakorrektur vereinfacht zu stark, die Ergebnisse werden dadurch namhaft beeinflusst. Vor allem bei eher wärmeren Kantonen (TI, VD, BL) sind die Abweichungen erheblich und liegen im Bereich von 20-40 MJ/m^{2}a. An den grundsätzlichen Aussagen des Berichtes W&P ändern mit einer verbesserten Klimakorrektur wenig. Die Rangreihenfolge der Kantone verändert sich unwesentlich, es bestehen weiterhin grosse Unterschiede zwischen den Kantonen.

d) Einfluss der Annahmen zum Warmwasserverbrauch

Fragestellung

Wie haben Annahmen zum Warmwasserverbrauch die Ergebnisse beeinflusst? Inwiefern sind statistisch signifikante Aussagen möglich, wenn nur diejenigen Datensätze berücksichtigt werden, die über separate Angaben zu EKZ_{WW} (Energiekennzahl Warmwasser) und EKZ_{RH} (Energiekennzahl Raumheizung) verfügen?

Ausgangslage

Bei den Objekten mit einer nicht an die Heizung gekoppelten Warmwasseraufbereitung wurde zur Ermittlung der EKZ_W ein proportionaler Zuschlag von 25% für den potenziellen Warmwasserverbrauch gemacht. Dieser Wert ist ein Erfahrungswert und kann im Einzelfall variieren. Ist dieser Anteil zu hoch angesetzt, werden die Kantone mit einem hohen Anteil von Fällen mit Angabe zum Energieverbrauch Raumheizung überschätzt und umgekehrt.

Zuschlag leicht zu hoch

Der Anteil der Gebäude, für die der Energieverbrauch für Raumheizung geliefert wurde (ohne Warmwasser), schwankt in den untersuchten Kantonen sehr stark. Somit sind die Auswirkungen des pauschalen Warmwasserzuschlags in den einzelnen Kantonen ebenfalls unterschiedlich. Die Sekundäranalyse zeigt, dass in der ursprünglichen Studie der Anteil des Warmwassers am Energieverbrauch zu hoch geschätzt wurde. Die bereinigte Auswertung zeigt, dass sich an den Aussagen der ursprünglichen Studie nichts ändert. Es ergeben

sich nur im Mittelfeld geringfügige Verschiebungen der Rangreihenfolge.

Analyse der einzelnen Kantone

Der 25% - Zuschlag führt dazu, dass in Kantonen mit eher hohen EKZ_{RH} zusätzlich hohe Warmwasserzuschläge gemacht wurden, bei Kantonen mit geringen EKZ_{RH} resultieren tiefe Warmwasserzuschläge. Dies führt tendenziell dazu, dass die Unterschiede in den Kantonen akzentuiert werden. Es zeigt sich aber, dass der Anteil der Gebäude mit einem rechnerischen Zuschlag in den Kantonen mit sehr tiefer oder sehr hoher EKZ (TG, VD, TI) sehr klein ist (ca. 5% der Bauten). Einen grossen Anteil der Gebäude mit einem rechnerischen Zuschlag findet sich in den Kantonen des Mittelfeldes, der 25% Zuschlag stimmt dort in der Grössenordnung.

Fazit

Die durch den 25%-Zuschlag für Warmwasser möglichen Verzerrungen über alle Kantone sind sehr gering.

4.2.2 Inhaltliche Fragestellungen

a) Einfluss des Baujahres (Bauaustrocknung)

Fragestellung

Lassen sich die Unterschiede der EKZ durch die Bauaustrocknung erklären?

Ausgangslage und Vorgehen

Die Energiekennzahlen der Studie W&P beziehen sich auf den Energieverbrauch in den Jahren 1998 und 1999, gebaut wurden die Gebäude in den Jahren 1994-1998. Die Bauaustrocknung müsste bei den Bauten mit Baujahr 1998, teilweise auch 1997 sichtbar werden. Eine Beeinflussung der Unterschiede bedingt erstens einen kantonal unterschiedlichen Anteil von Gebäuden neueren Baujahrs und zweitens einen empirisch belegten Unterschied zwischen Bauten neueren und älteren Baujahrs.

Unterschiedlicher Anteil an Bauten mit Baujahr 98

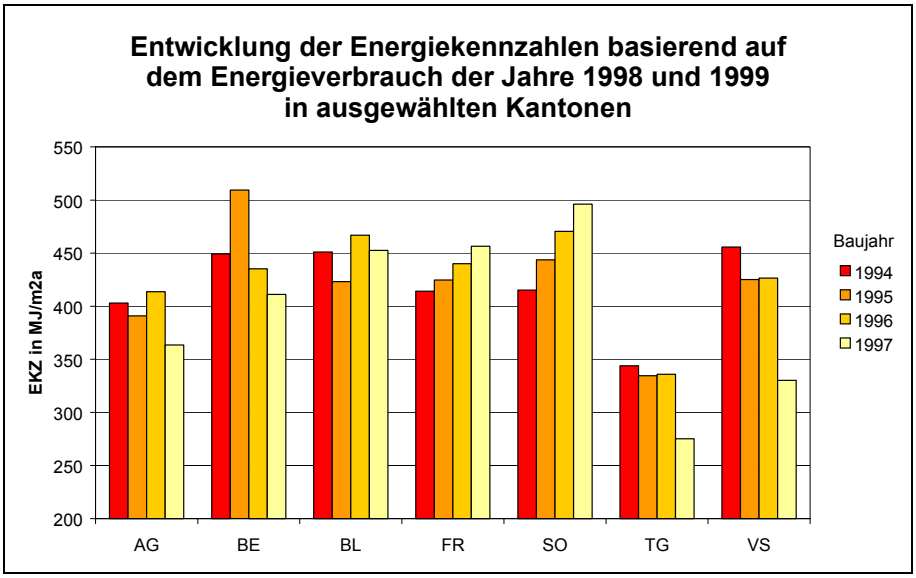
Der Anteil der Bauten mit Baujahr 1998 ist in allen Kantonen sehr gering. Ein Einfluss der Bauaustrocknung auf die unterschiedlichen EKZ kann ausgeschlossen werden.

Kein Unterschied zwischen neueren und älteren Bauten

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 65% wird belegt, dass sich die EKZ von Bauten des Jahres 1998 nicht vom Durchschnitt aller Bauten (Baujahr 1994-1998) unterscheidet. Bei der in Figur 7 vorgenommenen Analyse einzelner Kantone wird sichtbar, dass sich kein eindeuti-

ger Trend für eine Verschlechterung der Bauten zwischen 1994/95/96 und 1997 ermitteln lässt. [7]

Diese Ergebnisse bedeuten nicht, dass ein zusätzlicher Energiebedarf im ersten Betriebsjahr ausgeschlossen werden kann. Die Detailanalyse der Ergebnisse der Fallstudie NE (vergl. Kapitel 6) weist für Bauten mit Baueingabe im Jahr 2000 eine höhere EKZ aus als für die Jahre 98 und 99. Es wird jedoch nachgewiesen, dass die Bauaustrocknung keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie W&P hat.



Figur 7: Entwicklung der EKZ basierend auf dem Energieverbrauch der Jahr 1998 und 1999 in ausgewählten Kantonen. Es ist weder ein höherer Energieverbrauch wegen der Bauaustrocknung bei den Gebäuden mit Baujahr 1997 noch eine systematische Verbesserung neuerer Bauten gegenüber älteren Bauten erkennbar.

Fazit

Ein Einfluss der Bauaustrocknung auf die unterschiedlichen kantonalen EKZ kann ausgeschlossen werden.

7 Die Anzahl Bauten des Jahres 1998 ist in den einzelnen Kantonen zu gering für statistisch abgestützte Schlussfolgerungen.

b) Einfluss von Gemeindegrösse und Vollzug

Hat die Grösse der Gemeinden einen Einfluss auf die EKZ in Kantonen mit einem kommunalen Vollzugsmodell? *Fragestellung*

Die untersuchten Objekte sind in Bezug auf die Standortgemeinde vor allem in kleineren Gemeinden angesiedelt. Werden nur die Objekte in Kantonen mit dezentralem Vollzug betrachtet, ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen kleinen und grossen Gemeinden. Gemeinden mit 2'000 und weniger Einwohnern weisen eine um rund 20 MJ/m^{2}a höhere EKZ auf als grössere Gemeinden. Dieser Umstand könnte auf unterschiedliche Vollzugsressourcen in den kleinen Gemeinden zurückzuführen sein. *Analyse*

Gebäude in Gemeinden mit weniger als 2000 EinwohnerInnen weisen eine um 20 MJ/m^{2}a höhere EKZ aus als Gebäude in grösseren Gemeinden. Einen überproportional grossen Anteil an Gebäuden in kleinen Gemeinden haben in der Untersuchung W&P die Kantone AG, BE, ZH. Überdurchschnittlichen Anteil an Gebäuden in grossen Gemeinden haben die Kantone SO und FR. *Fazit*

c) Bauten mit hohem/niedrigen Energieverbrauch

Bestehen zwischen Bauten mit kleiner und Bauten mit grosser EKZ systematische Unterschiede bezüglich Gebäudetyp oder Energieträger? *Fragestellung*

Der in der Studie von W&P ausgewiesene Unterschied der EKZ nach Gebäudetyp ist nicht signifikant. Ob ein Kanton beispielsweise einen extrem hohen Anteil an Einfamilienhäusern hat, spielt für die Höhe der EKZ keine entscheidende Rolle. *Analyse*

Ob ein Kanton eine hohe oder tiefe EKZ aufweist, hängt vor allem damit zusammen, ob er viele Gebäude mit sehr hoher oder sehr tiefer EKZ aufweist. Der Anteil von Gebäuden mit mittlerer EKZ schwankt in allen Kantonen nur gering. *Fazit*

d) Unterschiedliche Verhältnisse Eigentumsstruktur

Fragestellung

Weisen von SelbstbewohnerInnen erstellte Gebäude eine tiefere EKZ auf als kommerzielle Investitionsobjekte?

Methodik

In der Umfrage von W&P wurden keine Informationen zur Eigentümerstruktur erhoben. Diese Grösse wurde indirekt über den Anteil der Eigentumswohnungen am gesamten Neubau (nur MFH) pro Kanton für die Jahre 1996 bis 1998 berechnet (gemäss IMMO-Datenbank von W&P).

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass zwischen dem Anteil der Eigentumswohnungen und der EKZ kein systematischer Zusammenhang besteht. Das Resultat muss aber insofern relativiert werden, als dass der Anteil an Eigentumswohnungen nur indirekt ermittelt wurde, da auf Objektstufe diese Information fehlt. Mit dem vorhandenen Datensatz lassen sich keine gesicherten Aussagen für diese Fragestellung machen.

e) Einfluss der Baulandpreise

Fragestellung

Stehen in Gegenden mit hohen Baulandpreisen günstigere Bauten mit einer höheren EKZ?

Analyse

Auf Gemeindestufe wurden die mittleren Baulandpreise mit den EKZ der entsprechenden Bauten verglichen.

Fazit

Zwischen der Höhe der Baulandpreise und der EKZ besteht kein systematischer Zusammenhang.

f) Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung (VHKA)

Fragestellung

Unterscheiden sich Kantone mit und ohne VHKA hinsichtlich der EKZ bei Neubauten?

Fazit

Weil der Anteil von EFH am ganzen sample 82% beträgt, ist der Einfluss der VHKA gering. Die Hypothese wird zusätzlich hinfällig, da bei allen untersuchten Kantonen die VHKA bei Neubauten in den Untersuchungsjahren gemäss der jährlichen Berichterstattung der Kantone (Stand der Energiepolitik in den Kantonen) bereits eingeführt war.

Inwiefern diese Vorschriften vollzogen wurden wird in der Fallstudie Synopse dargestellt.

g) Einfluss Energieträger

Fragestellung

Welche Auswirkungen hat der unterschiedliche Anteil von mit Erdgas oder Öl beheizten oder mit Fernwärme versorgten Gebäuden auf die EKZ der Kantone?

Um den Einfluss der Energieträger abzuschätzen, berechnen wir die Energiekennzahlen unter der Annahme, dass alle Gebäude mit Öl beheizt werden. Dabei werden gasbeheizten Gebäuden 5% zugeschlagen (Kondensationskessel) und den mit Fernwärme versorgten Gebäuden 15% (Verhältnis Nutzenergie zu Endenergie). Die Ergebnisse präsentieren sie wie folgt:

Kanton	Anteil Energieträger			Zuschlag bei Umrechnung auf Ölheizung		EKZ korrigiert
	Öl	Erdgas	Fernwärme	relativ	absolut MJ/m² a	MJ/m² a
TG	44%	52%	4%	3.2%	10	317
AR	79%	21%	0%	1.1%	3	324
AG	61%	27%	12%	3.1%	10	331
SG	67%	32%	1%	1.8%	6	348
SH	74%	23%	3%	1.6%	6	369
ZH	64%	31%	5%	2.3%	8	378
BE	76%	22%	1%	1.3%	5	409
BL	60%	35%	6%	2.6%	10	415
SO	75%	25%	0%	1.2%	5	417
VS	76%	24%	0%	1.2%	5	418
FR	92%	5%	3%	0.7%	3	424
NE	59%	38%	3%	2.4%	11	484
VD	59%	41%	0%	2.0%	10	509
TI	82%	18%	0%	0.9%	5	560

Umrechnungsannahmen: Gas durch Öl substituieren +5%,
Fernwärme durch Ölheizung substituieren: +15%

Tabelle 3: Korrigierte EKZ unter der Annahme, dass alle Gebäude mit Öl beheizt wurden.

Fazit

Die Abweichungen von den ursprünglichen EKZ sind gering und die Rangreihenfolge der Kantone ändert sich unwesentlich. Den geringsten Anteil an mit Öl versorgten Bauten hat der Kantone TG, gefolgt von NE, VD, BL und AG. [8]

Fragestellung

Welche Auswirkungen hat die Nichtberücksichtigung von Wärmepumpen auf die Resultate?

Eine Auswertung der EKZ von Wärmepumpen ist basierend auf dem Datensample W&P nicht möglich. Hingegen ist der Anteil der Wärmepumpen am Gesamtrücklauf der Fragebogen unterschiedlich und schwankt zwischen 3% (NE) und 32% (AG, ZH). Einen Anteil von <10% haben die Kantone TG und NE, einen Anteil >25% haben die Kantone AG, FR, SO, ZH. Es bestehen also bei niedriger, mittlerer und hoher kantonaler EKZ jeweils Kantone mit hohem oder geringem Anteil an Bauten mit Wärmepumpen.

Fazit

Der Einfluss der Nichtberücksichtigung von Wärmepumpen kann alleine über den Anteil an WP am Rücklaufsample nicht ermittelt werden. Ein Zusammenhang zwischen EKZ und Anteil WP ist nicht ersichtlich.

4.2.3 Unbeantwortete Fragestellungen

Aufgrund nicht erhobener Daten sowie ausgeschlossenen Gebäuden können folgende Fragestellungen nicht beantwortet werden:

- Einfluss der Eigentümerstruktur
  Keine Daten erhoben.

- Einfluss der Belegung der Bauten
  Keine Daten erhoben.

8 Diese Angaben beziehen sich immer auf die in [Wüest&Partner 2000] berücksichtigten Bauten.

- Einfluss von Förderbeiträgen
  Objekte nicht mit einbezogen. [9]

- Unterschiede zwischen EFH und MFH
  Gemäss der Studie W&P weisen EFH eine geringere EKZ auf als Mehrfamilienhäuser. Aufgrund der „kompakteren“ Bauweise (kleineres Verhältnis von Aussenfläche zu EBF müsste das Gegenteil erwartet werden.

4.3 Fazit

Mit der Sekundäranalyse konnte eine ganze Reihe von Hypothesen und Unsicherheiten der Methodik geklärt werden. Die Resultate der Sekundäranalyse können wie folgt vereinfacht zusammengefasst werden:

1. **Systematik Arbeit W&P**
   Die Normierung der HGT (Klimakorrektur) wurde zu stark vereinfacht vorgenommen.

   - Die Berücksichtigung des Warmwassers bei der Klimakorrektur führt generell zu überhöhten EKZ. Die Differenzen sind in vor allem in den „warmen“ Kantonen TI, VD, BL erheblich und liegen zwischen 20 und 40 MJ/m^{2}a.

   - Die Abweichungen zwischen den Standorten der Bauten und den zugehörigen Klimastationen aufgrund der Höhendifferenz sind für die einzelnen Objekte relevant. Sie gleichen sich jedoch über die untersuchten Kantonen TI und AG jeweils aus.

   - Die übrigen vorgenommenen Vereinfachungen und Annahmen führen lediglich zu kleineren Korrekturen oder Abweichungen bei den Resultaten.

9 Es wurden nur die Hauptenergieträger Heizöl, Gas und Fernwärme einbezogen. Objekte, welche nur oder zusätzlich mit Wärmepumpen, Sonnen- oder Holzenergie ausgerüstet sind, werden in der Untersuchung ausgeklammert.

2. **Grenzen der Auswertbarkeit aufgezeigt**
   Mit dem Datensatz können nur beschränkte Auswertungen vorgenommen und nur ein Teil der Einflussfaktoren beurteilt werden. Es bestehen keine Erhebungen zum möglichen Einfluss des Benutzerverhaltens (Raumtemperatur, Belegung der Wohnungen etc.) sowie der Eigentumssituation.

3. **Einfluss Energieträger**
   Wenn man den Einfluss der energieeffizienteren Energieträger Fernwärme (EKZ bezieht sich auf Nutzenergie) und Erdgas (Kondensationskessel) eliminiert, nehmen die EKZ der Kantone TG, AG, BL, NE und VD um rund 10 MJ/m^{2}a zu, bei den restlichen Kantonen sind die Zunahmen geringer.

4. **Erste Filterung der Einflussfaktoren**
   Erste Hypothesen können verworfen werden. Beispielsweise haben regional unterschiedliche ökonomische Einflussfaktoren (Baulandpreise, Kostenniveau) keinen Einfluss. Hingegen können Bauten mit hoher oder tiefer EKZ nicht spezifisch charakterisiert werden. Sowohl MFH wie EFH oder REFH erreichen sehr gute und sehr hohe Werte.

5. **Interessante Ansatzpunkte ermittelt**
   Interessante Aspekte werden aufgezeigt, beispielsweise der Zusammenhang zwischen erreichten EKZ und Gemeindegrössen. In kleinen Gemeinden ist die EKZ höher als in grösseren Gemeinden.

Hauptaussagen von W&P bleiben bestehen

Die in der Untersuchung W&P getroffenen Annahmen und methodischen Vereinfachungen beeinflussen die Resultate einzelner Kantone. Die grundsätzlichen Hauptaussagen des Berichtes, nämlich die grossen kantonalen Unterschiede der EKZ sowie das Ost-West-Gefälle, ändern dadurch nicht.

5 Vergleich der kantonalen Energiepolitik

5.1 Vorbemerkungen

Vergleich der Energiepolitik in den Neunziger Jahren

Der nachfolgende Vergleich der kantonalen Energiepolitiken der 14 bei der Primärstudie W&P beteiligten Kantone, nachfolgend auch Synopse genannt, bezieht sich auf die Jahre 1990 bis 1998[10]. Mittlerweile hat die Energiepolitik der meisten Kantone geändert. Die heute geltende Energiepolitik ist aber für diese Untersuchung nicht relevant und nachfolgend nicht dargestellt.

Vertrauliche und persönliche Aussagen werden nicht veröffentlicht

Es werden nicht alle Resultate der Synopse veröffentlicht, da es persönliche und z.T. vertrauliche Aussagen der Energiefachstellen sind. Es werden nur Detailergebnisse veröffentlicht, die bereits anderweitig publiziert sind.

Qualitative Bewertung der Aussagen, da unterschiedliche Mittel zur Verfügung

Die Anstrengungen der kantonalen Energiefachstellen können nur mit Vorbehalt untereinander verglichen werden, da sehr unterschiedliche personelle und finanzielle Mittel zur Verfügung stehen sowie die Aufgabenbereiche nicht deckungsgleich sind. Dies gilt beispielsweise bei unterschiedlichem Vollzugssystem. Deshalb werden die kantonalen Aktivitäten meist qualitativ bewertet.

5.2 Ziel und Vorgehen der Fallstudie

Ziel der Synopse

Ziel dieser Fallstudie ist es, den Einfluss der kantonalen energiepolitischen Massnahmen der Neunziger Jahre, insbesondere in den Bereichen gesetzliche Anforderungen, Vollzug, Ausbildung, Information, Kommunikation und Förderung auf die Resultate von W&P zu eruieren.

Interviews mit Energiefachstellen

Bei den bisherigen Arbeiten zeigte sich, dass für diese Arbeit Literaturanalysen (insbesondere "Stand der Energiepolitik in den Kantonen" und "Indikatoren kantonaler Energiepolitik") nicht genügen. Die Erhebung beruhte deshalb auf einem persönlichen Gespräch von ca.

10 Da ein Timelag von der Massnahme bis zu ihrer Wirkung auftritt, wird die Energiepolitik ab 1990 betrachtet. Für den Kanton St.Gallen wurde keine detaillierte Synopse durchgeführt.

zwei Stunden Dauer mit den Energiefachstellenleitern und/oder zuständigen fachlichen Mitarbeitern (die meisten vor Ort, einige am Telefon). Die Fragen wurden vorgängig zugestellt.

Persönliche Einschätzung der E-Fachstellen der wichtigsten Einflussfaktoren

Neben der Darstellung der kantonalen Energiepolitik wurden die Energiefachstellen um eine Einschätzung der für sie wichtigsten Einflussfaktoren bzw. Gründe für die unterschiedlichen EKZ bei der Untersuchung W&P gebeten.

Bewertung und vergleichende Darstellung

Die Antworten der kantonalen Energiefachstellen wurden von **eco**ncept bewertet und vergleichend dargestellt. Diese konsolidierten und vergleichend dargestellten Ergebnisse wurden den Interviewpartnern nochmals zur Verifizierung zugestellt.

Delphi-Verfahren für Einschätzung relevanter Einflussfaktoren

In dieser 2. Runde konnten zudem die für die Energiefachstellen wichtigsten Einflussfaktoren nochmals kommentiert und neu eingeschätzt werden (Delphi-Verfahren).

Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse der Synopse zusammengefasst:

5.3 Gesetzliche Anforderungen und Vollzug

Gesetzliche Anforderungen Wärmeschutz beeinflussen EKZ

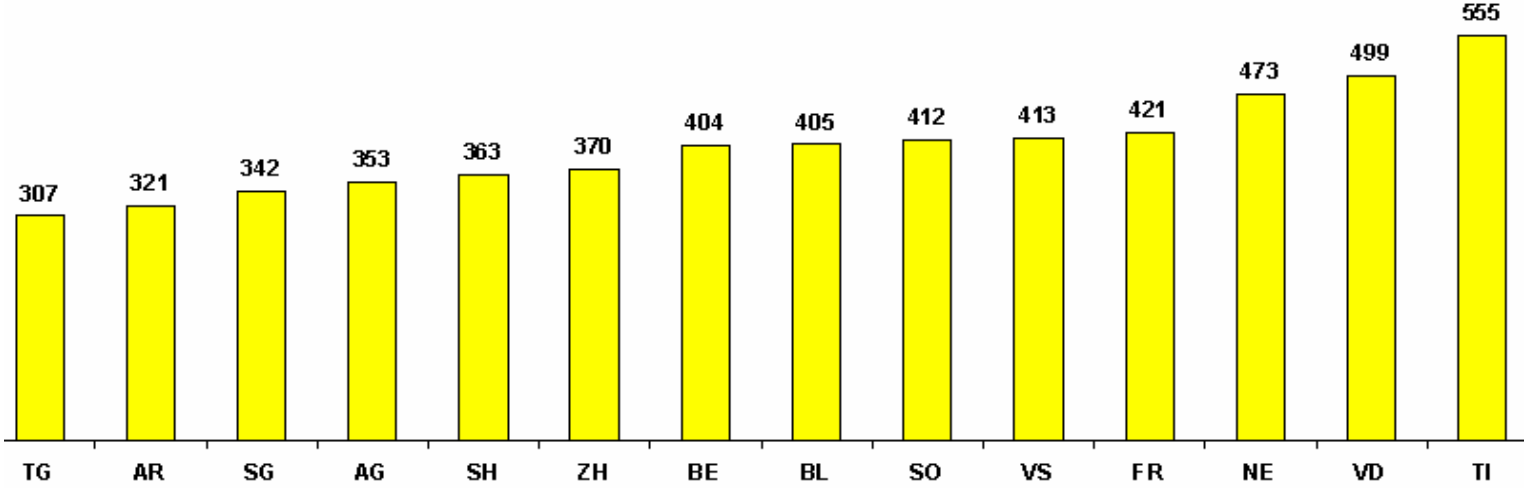
Die gesetzlichen Anforderungen im Bereich Wärmedämmung, welche für Neubauten gelten, beeinflussen die EKZ, wie nachfolgende Tabelle zeigt. Die Kantone am Schluss der Skala mit hohen EKZ wandten die veraltete SIA-Norm 180/1 für den Wärmeschutz an; die Kantone mit durchschnittlichen bzw. tiefen EKZ entweder die Empfehlung 380/1 (Grenzwerte) oder die Musterverordnung 92 (Zielwerte 380/1 mit Korrektur Aussenfläche/Energiebezugsfläche A/EBF), welche bedeutend höhere Anforderungen an die Gebäudehülle definieren.

Zusätzliche Anforderungen bei Kantonen mit mittleren oder guten EKZ

Zusätzliche Anforderungen an Neubauten wie Pflicht für kondensierende Gaskessel (BE, BL) oder die Vorgabe, dass nicht der ganze zulässige Energiebedarf durch nichterneuerbare Energien gedeckt werden darf (ZH), gelten bei Kantonen mit mittleren und tiefen EKZ. Alle Kantone mit hohen EKZ sehen keine zusätzlichen Anforderungen für Neubauten vor.

Energiekennzahlen bei Neubauten in MJ/m²/a

Vergleich der kantonalen Energiepolitik 1990 – 1998



	TG	AR	SG	AG	SH	ZH	BE	BL	SO	VS	FR	NE	VD	TI
Anforderungen Wärmeschutz (180/1, 380/1, MVO 92)	**MVO 92** 380/1[11]	180/1 **380/1**	**380/1**	180/1[12] **MVO 92**	**380/1**	**MVO 92**[13]	**MVO 92**	**MVO 92**	**MVO 92** 380/1[11]	**380/1**[14] 180/1	**180/1**[15] **380/1**	**180/1**[16] (380/1)	**180/1**	**180/1**
Zusätzliche Anforderungen an Neubauten (+ vorhanden, 0 nicht vorhanden)	**+**[17]	**0**	**0**	**0**	**0**	**+**[18]	**+**[17]	**+**[17]	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Vollzugssystem (K kommunal, P kommunal Private, Z zentral)	**K**	**K**	**K**	**K**	**K**	**P**	**K**	**Z**	**K/Z**[19]	**K**	**K**	**Z/K**	**K**	**K**

11 TG/SO: SIA 380/1, Anforderungen gemäss Musterverordnung
12 AG: Bis 31.8.1995 SIA 180/1 (1980), ab 1.9.1995 MVO 92
13 ZH: Ab 1.7.1994 MVO 92. Zwischen 1.1.91 – 30.6.94 ähnlich MVO 92 aber mit A/BBGF statt A/EBF (Einfluss auf Resultate W&P gering).
14 VS: Grösstenteils nach Norm SIA 380/1 Einzelanforderungen. Unter 1200 m ü.M. gelten die Grenzwerte, über 1200 m die Zielwerte.
15 FR: Ab 1995 Empfehlung SIA 380/1
16 NE: Seit Ende 1996 Empfehlung 380/1 (in Studie untersuchte Gebäude **alle** nach alter Norm!). Neu seit 1996 Anforderungen an Haustechnik.
17 TG, BL und BE: Pflicht für kondensierende Gaskessel
18 ZH: Seit 1.10.97 dürfen höchstens 80% des zulässigen Energiebedarfs durch nichterneuerbare Energien gedeckt werden (Einfluss auf Resultate W&P gering)
19 SO: Zuständigkeit Kanton bei Klima- und Lüftungsanlagen sowie Ausnahmebewilligungen generell.

Eher hohe EKZ bei Kantonen, welche auf Vollzug VHKA verzichten

Die meisten Kantone vollzogen die VHKA-Pflicht bei Neubauten. Kantone, die auf einen systematischen Vollzug verzichteten, verfügen über eine eher hohe Energiekennzahl.

3 unterschiedliche Vollzugssysteme. Kein Einfluss auf EKZ ersichtlich

Vorherige Tabelle zeigt das in den Kantonen verwendete Vollzugssystem. Die meisten Kantone kennen einen kommunalen Vollzug. Die Gemeinden sind also für den Vollzug zuständig. Der Kanton Zürich bildet eine Ausnahme, da der kommunale Vollzug an private Fachleute vergeben wird. Der Kanton Basel-Landschaft führt den Vollzug zentral durch. Der Kanton Neuenburg hat eine Mischform. Dort sind die 3 Städte Neuenburg, La Chaux-de-Fonds und Le Locle selber für den Vollzug verantwortlich; der Kanton vollzieht in den übrigen Gemeinden.
Ein Einfluss des Vollzugssystems auf die Energiekennzahl ist nicht sichtbar.

Vergleich der Vollzugsqualität

Um die Vollzugsqualität unter jenen Kantonen mit dezentralem Vollzug vergleichen zu können, haben wir folgende qualitative Indikatoren erhoben:

- **Projektkontrolle:** Wie gründlich bzw. vollständig werden die Energienachweise verglichen mit den anderen Kantonen geprüft: durchschnittlich bzw. über- oder unterdurchschnittlich?

- **Ausführungskontrolle:** Wie oft (verglichen mit den anderen Kantonen) führen die Vollzugsorgane Ausführungskontrollen durch? durchschnittlich bzw. über- oder unterdurchschnittlich?

- **Vollzugshilfsmittel:** Wie umfassend sind die kantonalen Vollzugshilfsmittel? Stellt der Kanton (beim dezentralen Vollzugssystem) einen Vollzugs- bzw. Energieordner den Vollzugsorganen und PlanerInnen zur Verfügung? Gibt es Merkblätter oder gar keine Hilfsmittel?

- **Betreuung, Ausbildung Vollzugsorgane:** Hat die kantonale Energiefachstelle Kontakt zu den Vollzugsorganen (beim kommunalen Vollzug)? Werden diese aktiv betreut? Werden Einführungs- bzw. Weiterbildungskurse angeboten?

Einfluss der Vollzugsqualität auf EKZ

Die Resultate der vergleichenden Darstellung zeigen, dass jene Kantone, in welchen eine überdurchschnittliche oder durchschnittliche Projekt- bzw. Ausführungskontrolle durchgeführt wird, eine bessere

EKZ aufweisen, als jene Kantone mit unterdurchschnittlichen Kontrollen.

Noch deutlicher ist es bei den Hilfsmitteln: Jene Kantone mit kommunalem Vollzugssystem, welche den Vollzugsorganen keinen Vollzugsordner abgeben, haben deutlich schlechtere EKZ.

5.4 Flankierende Massnahmen

5.4.1 Aus- und Weiterbildung, Information

Kursangebot hatte keinen signifikanten Einfluss auf die EKZ

Das kantonale Kursangebot der 90er-Jahre für Fachleute wie Architekten, PlanerInnen und Installateure wird von den meisten Energiefachstellen als durchschnittlich oder überdurchschnittlich beurteilt. Als wichtig erachten sie zudem die Harmonisierung der Weiterbildungsangebote sowie die Zusammenarbeit mit den Nachbarschaftskantonen. Das Kursangebot hatte keinen signifikanten Einfluss auf die EKZ.

Zusammenarbeit mit Dritten wird als wichtig erachtet

Die Zusammenarbeit mit Dritten bei der Aus- und Weiterbildung wird als wichtig erachtet. Es wird insbesondere die Zusammenarbeit mit den damaligen Technika (heute Fachhochschulen) geschätzt, welche u.a. das Nachdiplomstudium Bau und Energie anbieten bzw. in den Neunziger Jahren angeboten haben.

Unterschiedliche Einschätzung des Knowhows von Fachleuten

Mit Ausnahmen schätzen Kantone mit einer hohen Energiekennzahl das Know-how der ArchitektInnen und Haustechnikfachleute in ihrem Kanton als unterdurchschnittlich ein.

5.4.2 Energieberatung

Die Leistungen der Energieberatungsstellen werden unterschiedlich eingeschätzt

Es gibt zwar in den meisten Kantonen regionale Energieberatungsstellen; die Leistungen dieser werden allerdings sehr unterschiedlich beurteilt. Aktive Energieberatungsstellen finden sich in Kantonen mit tiefer durchschnittlicher EKZ, aber auch in Kantonen mit hohen EKZ. Ein Einfluss der Leistungen der Energieberatungsstellen auf die EKZ ist somit nicht ersichtlich. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus der Untersuchung VD/TG (siehe Kapitel 7), wo von keinem der Investoren bzw. der GebäudeeigentümerInnen eine Energieberatung durch

die Gemeinde oder regionale Energiefachstelle in Anspruch genommen wurde.

5.4.3 Förderung

Förderung beeinflusste Resultate W&P nicht

Die kantonalen Förderprogramme haben die Resultate der Studie W&P nicht beeinflusst. Diejenigen Kantone, welche neben den Bundesprogrammen zwischen 1990 und 1998 Förderprogramme hatten, förderten erneuerbare Energien wie grosse Holzanlagen ab 100 kW oder Wärmepumpen, welche von der Untersuchung W&P ausgeschlossen worden sind. Kantonale Fördermittel für rationelle Energienutzung wie z. B. Förderung MINERGIE-Standard gab es im Gegensatz zu heute bis 1998 noch keine.

Die heutigen Fördergegenstände wie z.B. MINERGIE haben aber einen Einfluss auf die EKZ heutiger Neubauten (siehe Fallstudie VD/TG).

5.5 Relevanz der einzelnen Einflussfaktoren aus Sicht der Kantone

Einschätzung Relevanz Einflussfaktoren durch Energiefachstellen

Im Rahmen der Befragung der kantonalen Energiefachstellen wurde nach einer persönlichen Einschätzung der Relevanz einzelner Einflussfaktoren auf die EKZ gefragt.

Methodik: Delphi-Verfahren

Die Bewertung erfolgte anhand eines Delphi-Verfahrens. In einer ersten Runde haben die Befragten spontan die für sie wichtigsten Faktoren genannt, welche die Ergebnisse von W&P beeinflusst haben (offene Befragung). In einer zweiten Runde, wo die ersten Resultate der Untersuchung bereits vorlagen und den Befragten auch die Einschätzung anderer Energiefachstellen bekannt waren, konnten die ersten Einschätzungen korrigiert werden.

Tabelle 4 auf der nächsten Seite fasst die von den kantonalen Energiefachstellen vorgenommene Bewertung der Einflussfaktoren zusammen.

Einschätzung der Einflussfaktoren auf die Resultate W&P durch die kantonalen Energiefachstellen	TG	AR	SG	AG	SH	ZH	BE	BL	SO	VS	FR	NE	VD	TI
Legende: *A sehr grosser Einfluss, B mittlerer Einfluss, C geringer Einfluss, leer = nicht erwähnt, X trifft zu*														
Gesetzliche Vorschriften	**A**		**A**	**A**	**A**	**A**	**A**	**A**	**A**	**B**	**A**	**A**	**B**	**A**
Baustandard		**B**						**B**		**A**		**B**	**B**	**B**
Vollzugsqualität	**B**		**B**	**B**	**B**	**B**		**A/B**	**B**	**B**	**B**			**B**
Ausbildungsstand Fachleute	**A**		**A**	**A**	**B**	**A**		**A**		**A**				
Benutzerverhalten (Mentalität/VHKA)		**A**	**A**		**A**	**B**	**A**	**A**	**B**	**A**	**A**	**B**	**B**	**B**
Vorbildfunktion Kanton oder andere (MINERGIE)	**A**							**A/B**		**B**		**B**	**C**	**B**
Information/Kommunikation	**B**			**B**				**A**		**B**				**B**
Beratung	**B**			**B**				**B**		**B**				**B**
Sprache (Austausch gering)														**B**
Grenzen Erfassungsmethode, methodische Fehler W&P			**B**			**B**	**A**	**B**	**B**		**B**	**A**		
Eigentumsstruktur (Eigeninteresse vs. Investitionsobjekte)	**B**					**B**		**A/B**						
Keine Erklärung				**X**									**X**	

Tabelle 4: Bewertung der Einflussfaktoren durch die kantonalen Energiefachstellen.

Gesetzliche Anforderungen vor Benutzerverhalten und Ausbildungsstand

Die Energiefachstellen beurteilen die gesetzlichen Vorschriften im Bereich Wärmeschutz als entscheidenden Einflussfaktor auf die EKZ von Neubauten. Daneben werden die Einflussfaktoren Benutzerverhalten und Ausbildungsstand der Fachleute als wichtige Einflussfaktoren genannt. Dabei wird auch das Ausbildungsniveau der "eigenen" Fachleute im Kanton kritisch beurteilt.

Misstrauen gegenüber Arbeit W&P

Die Einschätzung zeigt auch, dass bei einigen Energiefachstellen Misstrauen gegenüber der Arbeit W&P besteht. Es wird insbesondere die Methodik der Untersuchung sowie die geringe Stichprobe in einzelnen Kantonen kritisiert. Diese Bedenken konnten jedoch mit der Sekundäranalyse (siehe Kapitel 4) widerlegt werden.

Austausch unter Fachleuten entlang Sprachgrenzen

Interessant ist der mögliche Einfluss der Sprachen bzw. Sprachbarrieren. Im Kanton Tessin z.B. könnte dies dazu führen, dass sich die meisten Fachleute nicht mit den KollegInnen aus der übrigen Schweiz austauschen, sondern vielmehr Kontakte mit Norditalien pflegen. Dies könnte einen Einfluss auf die EKZ haben, da in Italien weniger hohe energetische Standards gelten.

5.6 Fazit

1. **Einfluss gesetzliche Anforderungen Wärmeschutz:**
   Die gesetzlichen Anforderungen im Bereich Wärmeschutz haben einen signifikanten Einfluss auf die EKZ von Neubauten.

2. **Flankierende Massnahmen beeinflussen EKZ:**
   Die Synopse zeigt weiter, dass die flankierenden Massnahmen der kantonalen Energiepolitik die EKZ beeinflussen. Jene Kantone, welche viele Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen, Beratungen, Information durchführen sowie die Vollzugsorgane (beim kommunalen Vollzug) fachlich und beratend unterstützen, weisen bessere Energiekennzahlen auf als jene Kantone, welche in dieser Hinsicht weniger unternehmen.

3. **Einschätzung der Energiefachstellen:**
   Für die kantonalen Energiefachstellen sind gesetzliche Anforderungen, Benutzerverhalten und Ausbildungsstand der Fachleute die wichtigsten Einflussfaktoren auf die EKZ.

6 Einfluss der gesetzlichen Anforderungen

6.1 Ausgangslage und Ziele der Fallstudie

Ausgangslage bildet die Anpassung der gesetzlichen Anforderungen im Bereich Wärmeschutz

Der Kanton Neuenburg hat per 23. Dezember 1996 die gesetzlichen Anforderungen dem Stand der Technik angepasst. Die veraltete Norm SIA 180/1 wurde durch die Empfehlung SIA 380/1 abgelöst. Die ersten Gebäude, welche nach den neuen gesetzlichen Anforderungen erstellt wurden, wurden im Jahre 1998 fertig gestellt. Die Gebäude, welche für die Berechnung der Energiekennzahl bei der ursprünglichen Studie von W&P Grundlage waren (Baueingabe der Wohnbauten erfolgte 1993 – 1996), wurden noch alle nach der alten Norm SIA 180/1 gebaut. Die Fortführung der Zeitreihe im Kanton Neuenburg ist deshalb gut geeignet, um den Einfluss der gesetzlichen Vorschriften auf die Energiekennzahl der Gebäude zu eruieren.

Hypothese: SIA 380/1 führt zu besseren EKZ

Hypothese: Allfällig bessere Energiekennzahlen der Neubauten bei der jetzigen Untersuchung (Zeitpunkt der Baueingabe 1998-2000) sind auf die strengeren gesetzlichen Bestimmungen im Bereich Wärmeschutz (neu Empfehlung SIA 380/1) zurückzuführen.

6.2 Vorgehen und Methodik

Definition EKZ

Die Energiekennzahl umschreibt das Verhältnis der während eines Jahres in einem Gebäude verbrauchten Endenergie zur Energiebezugsfläche und wird wie folgt definiert:

$$EKZ[MJ/m2a] = \frac{Jahresenergieverbrauch[MJ/a]}{Energiebezugsfläche[m2]}$$

Berechnung der EKZ Wärme

In der vorliegenden Untersuchung sowie in der Ausgangsstudie W&P wurde die Energiekennzahl Wärme berechnet. Sie umfasst die einem Gebäude jährlich zugeführte Endenergie für Heizung und Warmwasser und besteht aus der Summe des Heizenergieverbrauchs, des Energieverbrauchs für Warmwasser und den Wärmeverlusten für Erzeugung, Speicherung und Verteilung.

Die berechnete $EKZ_{Wärme}$ ist die Teilenergiekennzahl für Raumwärme und Warmwasser. Liegt bei einem Objekt nur der Energieverbrauch für Heizzwecke vor, so wird analog W&P angenommen, dass der Anteil des Energieverbrauchs für Warmwasser am gesamten Energieverbrauch Wärme 25% beträgt.

6.2.1 Untersuchungsgegenstand

Untersuchungsgegenstand bilden Wohnbauten mit Baueingabe 1998 bis 2000

Untersuchungsgegenstand bilden jene Wohnbauten, welche zwischen 1998 und 2000 das Baugesuch einreichten. Bei rund der Hälfte der im Untersuchungszeitraum 1998-2000 eingegebenen Wohnbauprojekten waren die benötigten Objekt-Angaben vorhanden. Diese bilden die Grundgesamtheit der Stichprobe (n=407).

Die benötigten Objektangaben (Adresse der EigentümerInnen, Standort des Objekts, Energiebezugsflächen) wurden von der Energiefachstelle des Kantons Neuenburg bzw. von den Zuständigen der im Energievollzug autonomen Städte Neuenburg, La Chaux-de-Fonds und Le Locle beschafft.

6.2.2 Direkterhebung mittels Fragebogen

Berechnung der EKZ stützt sich auf reale Verbrauchswerte

Im Gegensatz zur theoretischen Berechnung des Energiebedarfs beim Energienachweis wird hier für die Berechnung der Energiekennzahl auf reale Verbrauchswerte abgestützt. Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt, der an die ObjekteigentümerInnen versandt wurde (siehe Anhang A-1).

Ermittlung der Daten mit einfachem Fragebogen

Der Fragebogen wurde bewusst einfach und knapp gehalten, um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erreichen. Dem Schreiben wurde ein frankiertes Rückantwortcouvert beigelegt. Der kantonale Hauseigentümerverband rief zudem in der Hauszeitung dazu auf, sich an der Befragung zu beteiligen.

Die Energiebezugsfläche wurde nicht mittels Fragebogen erhoben, sondern den Baugesuchen entnommen.

6.2.3 Energieträger

Gebäude mit mehreren Energieträgern wurden i.d.R. nicht berücksichtigt

Bei Gebäuden mit mehreren Energieträgern ist die Bestimmung des Gesamtkonsums schwierig. Deshalb werden nur Objekte berücksichtigt, welche entweder das Warmwasser das ganze Jahr mit dem Hauptenergieträger aufbereiten, oder Objekte, welche den Hauptenergieträger nur für die Raumheizung einsetzen. Mischformen, also Kombinationen von Energieträgern werden bei der Berechnung der EKZ mit Ausnahme von Sonnenkollektoren nicht berücksichtigt.

Hauptenergieträger Öl, Gas und Fernwärme relevant

Für die Berechnung der EKZ wurden die Hauptenergieträger Öl, Gas und Fernwärme berücksichtigt. Da bei Wärmepumpen der Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in der Regel nicht getrennt vom übrigen Energiebedarf (elektrische Energie im Haushalt) erfasst wird, konnten diese nicht berücksichtigt werden. Ausnahme bilden dabei die Sonnenkollektoren, weil deren Energieertrag mit genügender Zuverlässigkeit abgeschätzt werden kann.

Umrechnung gemäss SIA 180/4

Die Umrechnung der Mengenäquivalente der Energieträger in MJ erfolgte analog der Untersuchung W&P auf der Basis von SIA 180/4, ausgehend vom unteren Heizwert. Zusätzlich wurde angenommen, dass ein m^2 Sonnenkollektor 400 kWh/m^2a Energie beiträgt[20].

Einheit	Träger	MJ
1 Liter	Heizöl EL	35.9
1 m^3	Gas	33.8
1 kWh	Elektrizität	3.6
1 m^2	Sonnenkollektor	1440.0

Tabelle 5: Verwendete Umrechnungsfaktoren.

6.2.4 Klimanormierung

Energieverbrauch korreliert mit Umgebungstemperatur

Der Energieverbrauch eines Gebäudes hängt wesentlich von der Umgebungstemperatur ab. Je grösser die Differenz zwischen Raum- und Aussentemperatur ist, desto grösser ist der Energieeinsatz. Um unterschiedliche Regionen mit verschiedenen klimatischen Bedingungen sowie unterschiedliche Betrachtungszeiträume (warme vs.

20 Gemäss Auskunft von SOLAR.

kalte Winter) miteinander vergleichen zu können, müssen die klimatischen Bedingungen normiert werden.

*2 Methoden: Methode W&P und Methode **e c o** n - c e p t*

Die Energiekennzahl wurde mittels zweier Klimanormierungmethoden durchgeführt. Einerseits wurde die Klimanormierung analog W&P vorgenommen, um die Resultate mit der Primärstudie vergleichen zu können. Zusätzlich wurde eine neue Klimanormierung durchgeführt (nachfolgend Methode **e c o** n c e p t genannt), welche den Warmwasseranteil des Energieverbrauchs nicht klimanormiert und zusätzlich die Höhenlage der Objekte berücksichtigt:

a) Klimanormierung mittels Methode W&P

Methode der Heizgradtage

W&P hat in der Primärstudie die Energiekennzahlen mittels der Methode der Heizgradtage normiert:

Referenzwert bildet langjähriges Mittel der SMA Zürich

Referenzwert für die Normierung bildet der langjährige Durchschnitt der Klimastation SMA Zürich mit 3'717 HGT gemäss SIA-Norm 381/2. Die Normierung der "Brutto"-Energiekennzahl eines berechneten Gebäudes erfolgt proportional zum Verhältnis der Heizgradtage des Standorts in der betrachteten Heizperiode zum langjährigen Durchschnitt der SMA Zürich.

$$EKZnormiert(W\ \&\ P) = \frac{Energieverbrauch}{Energiebezugsfläche} * \frac{HGTlangjährigSMA}{HGTeffektiv}$$

Verwendung der Klimastationen Neuenburg und La Chaux-de-Fonds

Für die Berechnung der im Betrachtungszeitraum effektiven Heizgradtage werden die Daten der relevanten Klimastationen genommen. Die einzelnen Gemeinden werden entweder der Klimastation La Chaux-de-Fonds (1'018 m.ü.M) oder Neuenburg (487 m.ü.M) zugeordnet.

b) Klimanormierung mittels Methode e c o **n c e p t**

1. Keine Klimakorrektur beim Warmwasserverbrauch

Gemäss obiger Formel wurde die Klimanormierung bei der Primärstudie W&P für den ganzen Energieverbrauch vorgenommen. Dies ist unserer Meinung nach eine zu grobe Vereinfachung. Der Energieverbrauch, welcher auf den Warmwasserverbrauch zurückzuführen

ist, darf nicht klimanormiert werden. Die Klimakorrekturformel von W&P wird wie folgt angepasst:

$$EKZnormiert(econcept) = \frac{Energieverbrauch}{Energiebezugsfläche} * \left[(1 - AnteilWW) * \frac{HGTlangjährigSMA}{HGTeffektiv} + \frac{AnteilWW}{Periode} \right]$$

Wir nehmen einen durchschnittlichen Warmwasser-Anteil von 25% an (analog W&P).

2. Berücksichtigung der Höhenlage

Verzerrungen infolge Höhendifferenz zu verwendeter Klimastation

Durch die Zuteilung aller Gemeinden des Kantons Neuenburg auf die zwei Klimastationen Neuenburg und La Chaux-de-Fonds können sich Verzerrungen ergeben, da die Höhenlagen der Gemeinden und der zugehörigen Klimastation nicht berücksichtigt werden. Gerade im Kanton Neuenburg befinden sich viele Gemeinden auf 700 bis 800 m.ü.M; die höhenbedingten Einflüsse sind hier beträchtlich.

HGT nehmen pro 100m Höhenunterschied um 212 zu

Für die Korrektur der höhenbedingten Verzerrungen entwickelte **e c o** n c e p t folgende Formel[21]

$$HGT = 2240 + 2.12 * Höhe(ü.M.)$$

Das langjährige Mittel der Anzahl Heizgradtage einer Station steigt pro 100m Höhe um 212 HGT.

6.2.5 Ausreisserbeschränkung

Obergrenze EKZ beträgt 1000 MJ/m²a

Die Obergrenze für die Ausreisserbeschränkung wurde analog der Primärstudie von W&P bei 1000 MJ/m²a festgesetzt.

Minimal 1500 HGT notwendig

Die Auswertung der Daten hat zudem gezeigt, dass die Anzahl Heizgradtage grösser als 1500 sein muss, um korrekte Energiekennzahlen berechnen zu können bzw. stabile Ergebnisse zu erhalten. Wurde z.B. ein Objekt erst im Sommer 2002 bezogen, so wurde diese Energiekennzahl nicht für die Berechnung des Medians einbezogen.

21 Die Formel ist das Ergebnis einer Regressionsanalyse, die auf den langjährigen Mitteln von 47 Klimastationen beruht. Das Bestimmtheitsmass ist mit 0.96 sehr hoch.

6.2.6 Zeitliche Übersicht

Primärstudie: Wohnbauten mit Baueingabe 1993 bis 1996
Studie econcept: Wohnbauten mit Baueingabe 1998 bis 2000

Die Primärstudie weist die durchschnittlichen Energiekennzahlen (Median) von Wohnbauten aus, welche zwischen 1994 und 1998 erstellt wurden. Die Baubewilligung dieser Gebäude wurde zwischen 1993 und 1996 eingereicht. Leider ist die Fortführung dieser Zeitreihe ohne Unterbruch nicht möglich. Die untersuchten Gebäude in dieser Studie beziehen sich auf Baueingaben zwischen 1998 und 2000, wobei diese Bauten zwischen 1998 und 2002 bezogen wurden.

Das Jahr Baueingabe 1997 fehlt also in der Zeitreihe. Zudem ist es aus den Daten von W&P nicht möglich, die Teil-Energiekennzahlen abhängig vom Jahr der Baueingabe zu berechnen.

Zeitliche Übersicht										
Baueingabe	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**00**	**01**	**02**
Studie W&P	x	x	x	x						
Studie **e c o** n c e p t						x	x	x		
Baubezug	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**00**	**01**	**02**
Studie W&P		x	x	x	x	x				
Studie **e c o** n c e p t						x	x	x	x	x

Tabelle 6: Zeitliche Übersicht der berechneten EKZ in den zwei Studien.

6.2.7 Unterschiede zur Methodik W&P

Weiterentwicklung der Berechnungsmethode W&P

Damit die hier berechneten EKZ mit den Resultaten von W&P vergleichbar sind, wurde die Berechnungsmethode wo möglich und sinnvoll von der Ausgangsstudie übernommen. Es wurde aber auch versucht, die Methode zu verbessern bzw. zusätzliche Daten zu erheben.

Es gibt folgende Unterschiede zur Methodik W&P:

- W&P hat pro Heizperiode eine Energiekennzahl berechnet. Ein Objekt wurde also mehrmals berücksichtigt. In der neuen Unter-

suchung wurde nur eine Energiekennzahl pro Objekt berechnet. Dies ergibt weniger EKZ, dafür aber stabilere Ergebnisse.

- W&P hat gemäss den uns vorliegenden Unterlagen den ganzen Energieverbrauch klimanormiert. Die neuen Energiekennzahlen wurden deshalb mithilfe zweier unterschiedlicher Klimanormierungsmethoden berechnet (siehe Kapitel 6.2.4): Klimanormierung mittels Methode Heizgradtage entsprechend W&P und zusätzlich mithilfe Methode econcept (Keine Klimakorrektur beim Anteil Warmwasser plus Höhenkorrektur).
- Ein pauschaler Warmwasser-Zuschlag musste nicht verwendet werden, da sich die Verbrauchszahlen immer auf den Energieverbrauch Heizzwecke und Warmwasser bezog.
- Die Energiebezugsfläche pro Objekt wurde nicht im Fragebogen erfragt, sondern aus den Gesuchsunterlagen entnommen. Dies gewährleistet korrektere Flächenangaben.
- Energiekennzahlen, welche aufgrund von weniger als 1500 Heizgradtagen berechnet wurden, wurden für die Ermittlung des Medians nicht berücksichtigt.

Neu wurden zusätzlich Angaben zum Benutzerverhalten erfasst (siehe Kapitel 6.3.4).

6.3 Ergebnisse der Untersuchung

6.3.1 Sample und Rücklauf

Grundgesamtheit: 407 EigentümerInnen

Der Fragebogen wurde an 407 EigentümerInnen von neuen EFH, ZFH und MFH versendet, welche die Baubewilligung in den Jahren 1998 bis 2000 eingereicht hatten. Um einen möglichst hohen Rücklauf zu erhalten, wurde die "Aktion" auch im Hausblatt des kantonalen Hauseigentümerverbandes (Chambre immobilière neuchâteloise) publiziert.

Über die Hälfte der Fragebogen wurden retourniert

Insgesamt wurde über die Hälfte (n=208) der versendeten Fragebögen (n=407) retourniert. 26 Fragebögen (6.4%) wurden leer retourniert, da diese EigentümerInnen von der Befragung nicht betroffen waren (z. B. kein Neubau, sondern Renovation) bzw. die Adresse nicht mehr gültig war. 182 der retournierten Fragebögen (44.7%) waren zumindest teilweise ausgefüllt:

Rücklauf Erhebung Kanton Neuenburg	Anzahl	in %
Total versendete Fragebögen	407	100.0%
Davon total retour	208	51.1%
Davon retour infolge falscher Adresse	11	2.7%
Davon leer retour, da nicht betroffen (Renovationen, andere Periode)	15	3.7%
Davon mindestens teilweise ausgefüllte Fragebogen retour	182	44.7%
Davon keine reinen Wohnbauten	19	4.7%
Davon andere Hauptenergieträger als Öl, Gas, Fernwärme	13	3.2%
davon mit fehlenden Angaben	42	10.3%
Retour mit vollständigen Daten	108	26.5%
Nicht in Auswertung einbezogen infolge Ausreisserbeschränkung (zu hohe EKZ, zu wenige HGT)	6	1.5%
Stichprobe (Anzahl berechnete Energiekennzahlen)	**102**	**25.1%**

Tabelle 7: Rücklauf der Befragung im Kanton Neuenburg.

Von den 163 retournierten Fragebögen, welche reine Wohnbauten betreffen, enthalten 108 vollständige Angaben. Neben unvollständigen Angaben über den Energieverbrauch bei Öl, Gas und Fernwärme mussten die Hauptenergieträger Wärmepumpen, Holz sowie Sonnenenergie ganz von der Untersuchung ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.2.3). Eines der untersuchten Objekte verwendeten neben dem Hauptenergieträger Öl oder Gas zusätzlich Sonnenkollektoren.

Infolge der Ausreisserbereinigung wurden 6 Objekte nachträglich bei der Berechnung des Medians ausgeschlossen.

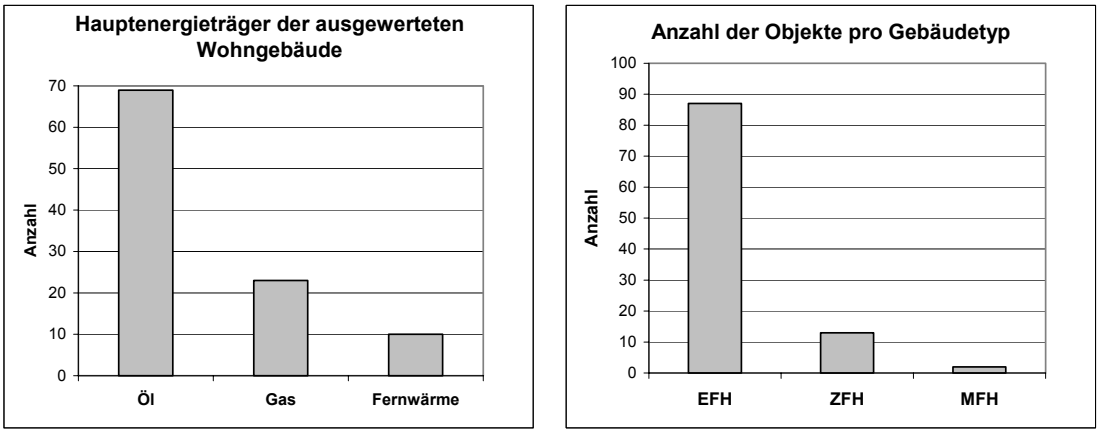
Die 106 ausgewerteten Objekte lassen sich wie folgt einordnen:

Charakterisierung der Objekte	Öl	Gas[22]	Fernwärme	Total
Einfamilienhaus (EFH)	66	19	2	87
Zweifamilienhaus (ZFH)	2	3	8	13
Mehrfamilienhaus	1	1		2
Auswertbare Fragebögen	**69**	**23**	**10**	**102**

Tabelle 8: Charakterisierung der ausgewerteten Objekte.

Rund zwei Drittel der ausgewerteten Gebäude (69 von 102) sind ölbeheizt. Die meisten der auswertbaren Objekte sind EFH (85%).

Die 2 auswertbaren Fragebögen bei den MFH reichen nicht aus, um eine Teil-Energiekennzahl MFH zu berechnen.



Figur 8: Hauptenergieträger und Gebäudetypen der untersuchten Objekte mit Baueingabe 1998-2000.

22 Ein Objekt verwendet neben dem Hauptenergieträger Gas noch Sonnenkollektoren als Nebenenergieträger.

6.3.2 Darstellung und Interpretation der Resultate (Wohnbauten mit Baueingabe 1998-2000)

Die mittlere Energiekennzahl im Kanton Neuenburg für Wohnbauten mit Baugesuchsjahr 1998 bis 2000 beträgt mit der Methode W&P 392 MJ/m^{2}a (Median). Wird die Klimanormierung mittels der Methode **e c o** n c e p t vorgenommen (siehe Kapitel 6.2.4b)), resultiert eine durchschnittliche Energiekennzahl von 382 MJ/m^{2}a (Median). Der Median "Methode **e c o** n c e p t" ist also um rund 2.5% tiefer.

Bezogen auf die verschiedenen Gebäudetypen und Energieträger ergeben sich folgende durchschnittliche Energiekennzahlen (Median):

Energieträger/Gebäudetyp	**EKZ 1998-2000 (Median)** Methode W&P	**EKZ 1998-2000 (Median)** Methode econcept	**Anzahl (n)** ausgewertete Objekte 1998 - 2000
Öl	417	398	69
Gas	382	353	22
Fernwärme	142	152	10
Einfamilienhäuser	417	395	87
Zweifamilienhäuser	147	135	13
Median bzw. Anzahl aller Objekte	**392**	**382**	**102**

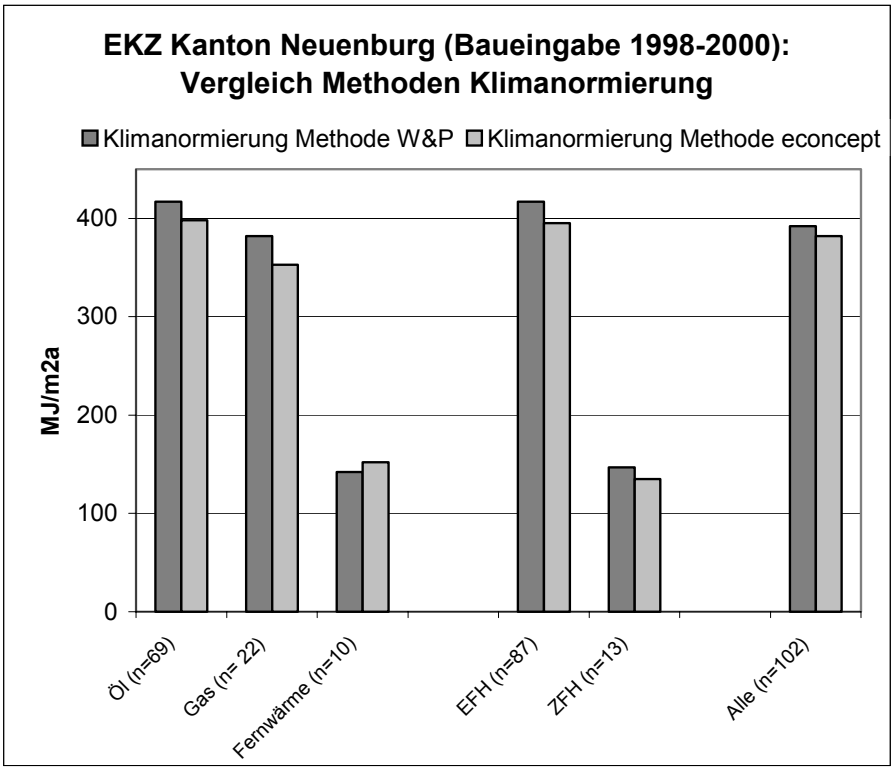
Bemerkungen zur Tabelle:
Die Teil-Energiekennzahlen "Energieträger Gas kombiniert mit Solarenergie" sowie "MFH" werden aufgrund der sehr geringen Stichprobe nicht ausgewiesen.

Die Teil-Energiekennzahl Fernwärme beruht auf dem angegebenen Nutzenergieverbrauch.

Tabelle 9: Durchschnittliche Energiekennzahlen für die untersuchten Gebäudetypen bzw. Energieträger.

Tiefe EKZ bei Fernwärme und ZFH ist auf 2 Siedlungen zurückzuführen, welche energetisch vorbildlich gebaut wurden

Nachfolgende Figur illustriert, dass die Teil-Energiekennzahlen Zweifamilienhäuser und Fernwärme mit rund 150 MJ/m^{2}a sehr tief sind. Eine Detaildatenanalyse zeigt, dass dies auf 8 ZFH zurückzuführen ist (8 von total 10 mit Fernwärme beheizten bzw. 8 von total 13 ZFH), welche mit Fernwärme geheizt werden. Diese 8 Objekte stammen aus 2 Siedlungen (4 ZFH aus Siedlung A, Gemeinde X; 4 ZFH aus Siedlung B, Gemeinde Y.) Diese zwei Siedlungen wurden zwar gemäss Aussagen der kantonalen Energiefachstelle nicht nach MINERGIE-Standard gebaut; sie sind aber sicher energetisch sehr vorbildlich gebaut worden. Wir schliessen daraus, dass die tiefen Teil-Energiekennzahlen ZFH und Fernwärme nicht auf den Gesamtkanton hochgerechnet werden können.



Figur 9: Einfluss der Klimanormierungsmethode auf die EKZ.

Höhenkorrektur gleicht sich über das Sample aus; relevant für Median ist WW-Anteil-Nichtkorrektur

Bei den einzelnen Objekten weichen die nach der Methode **e c o** n c e p t (höhen)korrigierten EKZ bis zu 15% von den mittels der heizgradtagklimakorrigierten Methode ab. Dies gilt insbesondere für Objekte, welche auf 700 bis 800 m.ü.M, also höhenmässig zwischen den Klimastationen Neuenburg und La Chaux-de-Fonds liegen. Diese Abweichungen gleichen sich aber über das ganze Sample aus, so dass die Unterschiede bei der durchschnittlichen Energiekennzahl minim sind. Weit bedeutender ist der Einfluss der Klimakorrektur des Warmwasser-Verbrauches bei der Methode W&P. Die Methode **e c o** n c e p t führt insgesamt zu einer Abnahme der Energiekennzahlen.

Nachfolgende Tabelle gibt die Teil-Energiekennzahlen (Median) abhängig vom Jahr des Baugesuches (1998-2000) an:

Zeitperiode Baueingabe	EKZ 1998-2000 (Median) Methode W&P	EKZ 1998-2000 (Median) Methode econcept	Anzahl ausgewertete Objekte 1998 - 2000 (n)
1998	385	386	32
1999	362	343	41
2000	424	409	29
Durchschnitt/Total	**392**	**382**	**102**

Tabelle 10: Durchschnittliche EKZ nach Jahr des Baugesuches.

Gebäude mit Baueingabe 2000 deutlich höhere EKZ

Die Teilenergiekennzahl „Baueingabe 2000“ ist dabei mit 424 bzw. 409 MJ/m^{2}a klar am höchsten. Wir vermuten, dass die Bauaustrocknung einen Einfluss haben kann. Klar ist jedoch, dass die Berechnung der Energiekennzahl bei den Gebäuden mit Baueingabe 2000 auf weniger Heizgradtagen basiert als bei den Gebäuden mit Baueingabe 1998 bzw. 1999 und somit die Ergebnisse weniger stabil sind.

6.3.3 Vergleich mit den Resultaten W&P

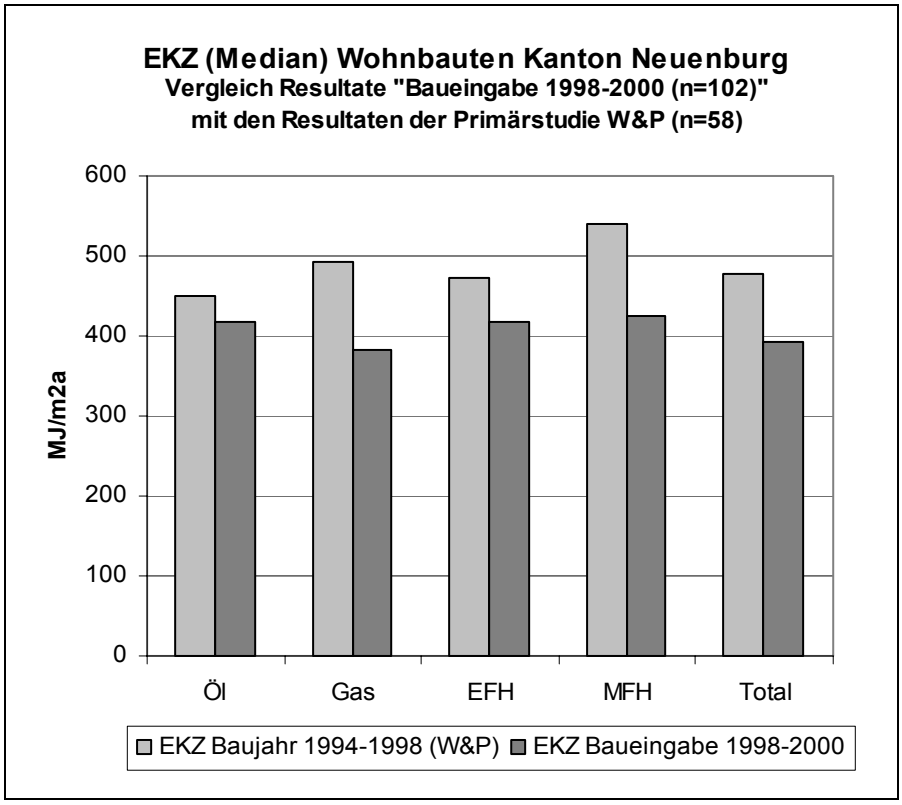
Für den Vergleich mit den berechneten Energiekennzahlen in der Studie von W&P wird die W&P-Klimanormierungsmethode verwendet. Die nachfolgenden Resultate basieren somit auf derselben Klimanormierungsmethode.

Stichprobe grösser als bei Primärstudie

Die Grundgesamtheit der Stichprobe der neuen Studie (Baueingabe 1998-2000) ist mit 102 Objekten viel grösser als jene der Ausgangsstudie (n=58). Zudem wurde pro Objekt nur eine Energiekennzahl berechnet (d. h. mehrere Heizperioden pro Energiekennzahl). Bei W&P basiert die Berechnung der 58 Energiekennzahlen auf die Angaben von 34 Objekten (pro Heizperiode eine Energiekennzahl). Die neuen Ergebnisse sind deshalb stabiler.

Neue EKZ deutlich tiefer

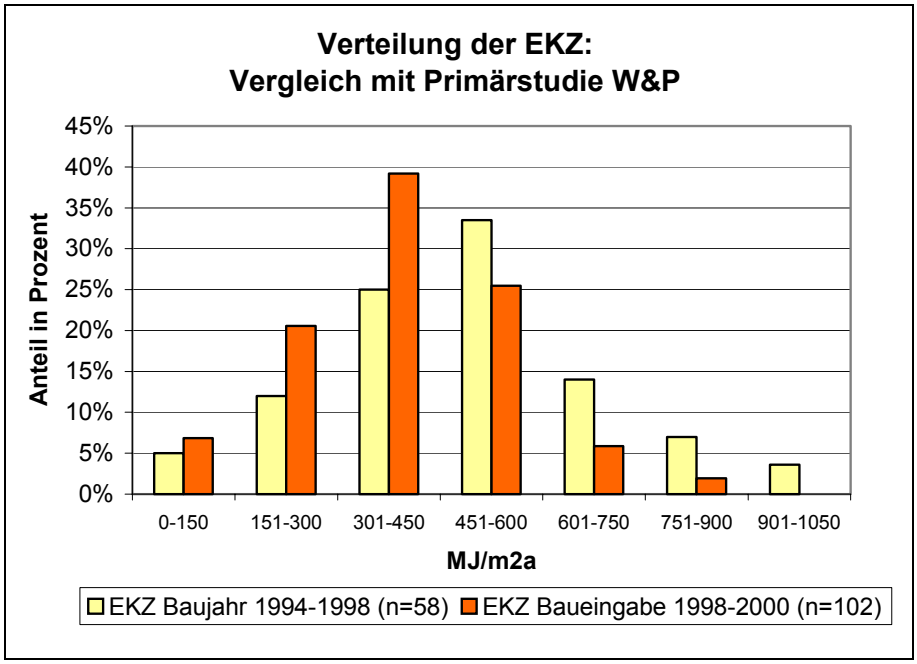
Figur 10 zeigt, dass die neu berechneten Energiekennzahlen klar tiefer sind als diejenigen Objekte, welche zwischen 1993 und 1996 eine Baubewilligung erhielten. Die durchschnittliche Gesamt-Energiekennzahl der Periode 1998 bis 2000 (392 MJ/m^{2}a) ist um knapp 18% tiefer als jene der Periode 1993 bis 1996 (473 MJ/m^{2}a).



Figur 10: Vergleich der neu berechneten EKZ (1998-2000) mit der Studie von W&P (Baujahr 1994-1998 bzw. Baugesuchsjahr 1993-1996). Die durchschnittliche EKZ (Median) nimmt um rund 80 MJ/m²a ab.

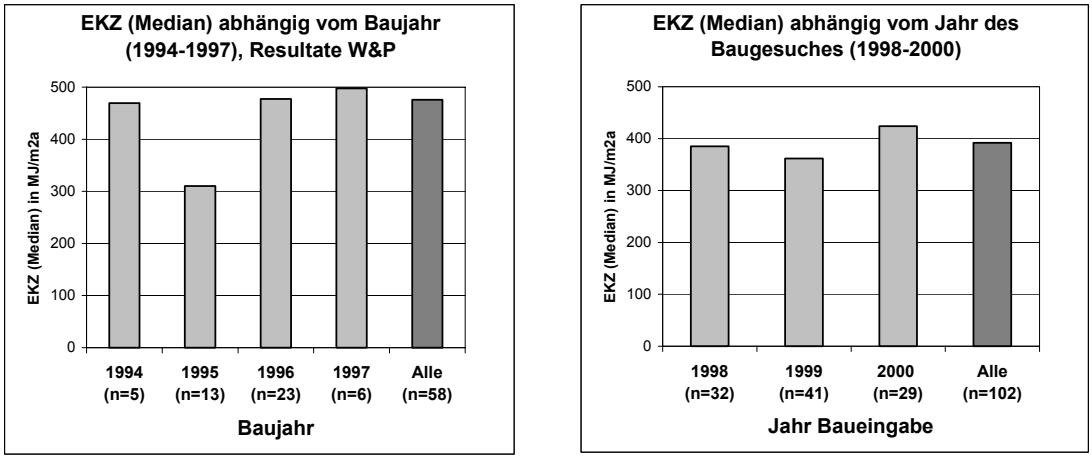
Es gibt deutlich weniger Bauten mit sehr hoher EKZ

Ein Vergleich der Verteilung der Energiekennzahlen der Objekte (vgl. Figur 11) illustriert, dass vor allem viel weniger Gebäude sehr hohe Energiekennzahlen grösser als 600 MJ/m²a aufweisen. Es werden deutlich weniger Bauten mit sehr hohen EKZ erbaut. Der Grossteil der EKZ bewegt sich zwischen 301 und 450 MJ/m²a, wenige Jahre vorher wies der Grossteil der Objekte noch EKZ zwischen 450 und 600 MJ/m²a auf.



Figur 11: Vergleich der Verteilung der berechneten EKZ (Baueingabe 1998-2000) mit der Studie von W&P (Baueingabe 1993-1996).

Nachfolgende Figur 12 zeigt, wie sich die Energiekennzahlen abhängig vom Gesuchsjahr verändert haben. Die in der linken Figur dargestellten Energiekennzahlen (Baujahr 1994-1998) entsprechen dabei den Baugesuchsjahren 1993-1996. Die Darstellung der Energiekennzahlen abhängig vom Baugesuchsjahr 1993-1996 ist aufgrund fehlender Angaben von W&P nicht möglich.



Figur 12: Energiekennzahlen abhängig vom Baujahr bzw. Baugesuchsjahr.

6.3.4 Einfluss des Benutzerverhaltens

Bei der Befragung der EigentümerInnen neuer Objekte (Baueingabe 1998-2000) wurden zusätzlich zum Energieverbrauch Angaben zum Benutzerverhalten erhoben. Diese Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt.

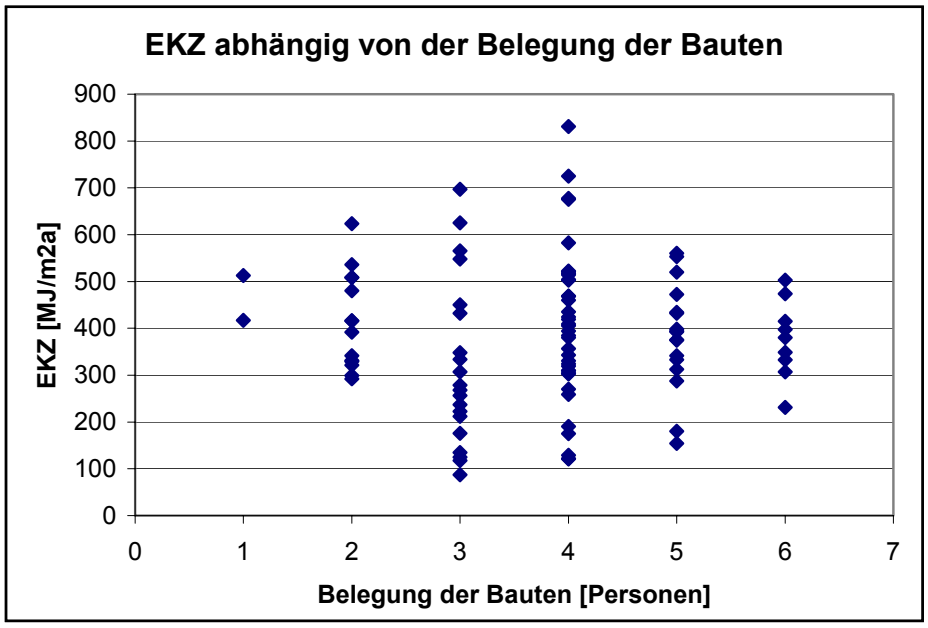
Neu Daten über Benutzerverhalten verfügbar

a) Belegung der Bauten

Es ist anzunehmen, dass eine höhere Belegung der Bauten zu einem höheren Warmwasserverbrauch führt. Dies wäre aufgrund höherer Energiekennzahlen ersichtlich.

Hypothese höhere Belegung führt zu höherer EKZ kann nicht bestätigt werden

Diese Hypothese wird durch diese Untersuchung nicht bestätigt, wie nachfolgende Figur illustriert (Korrelationskoeffizient = 0.01, d.h. keine Korrelation):

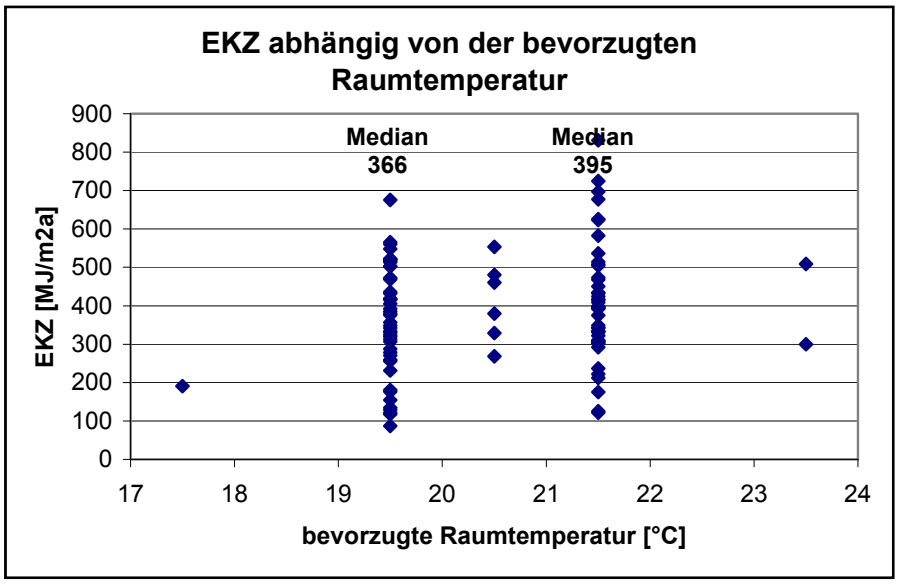


Figur 13: Verteilung der einzelnen Energiekennzahlen von EFH und ZFH abhängig von der Belegung der Bauten.

Eine Begründung dafür könnte sein, dass vor allem junge Familien in den Neubauten wohnen. Kleinkinder brauchen viel weniger Warmwasser als Erwachsene.

b) Raumtemperatur

Nachfolgende Figur stellt die einzelnen Energiekennzahlen abhängig von der bevorzugten Raumtemperatur dar. Auch hier lässt sich kein Trend ableiten. Der Korrelationskoeffizient beträgt 0.2.



Figur 14: EKZ in Abhängigkeit der bevorzugten Raumtemperatur.

Teil-Median (19.5°C) 7.4% tiefer als Teil-Median (21.5°C)

Interessant sind hingegen die Teil-Mediane abhängig von der Raumtemperatur. Der Median bei Wohnbauten mit Durchschnittstemperatur 19.5°C beträgt 366 MJ/m^{2}a. Er ist um 7.4% tiefer als der Median der Gebäude mit Raumtemperatur 21.5° C (395 MJ/m^{2}a).

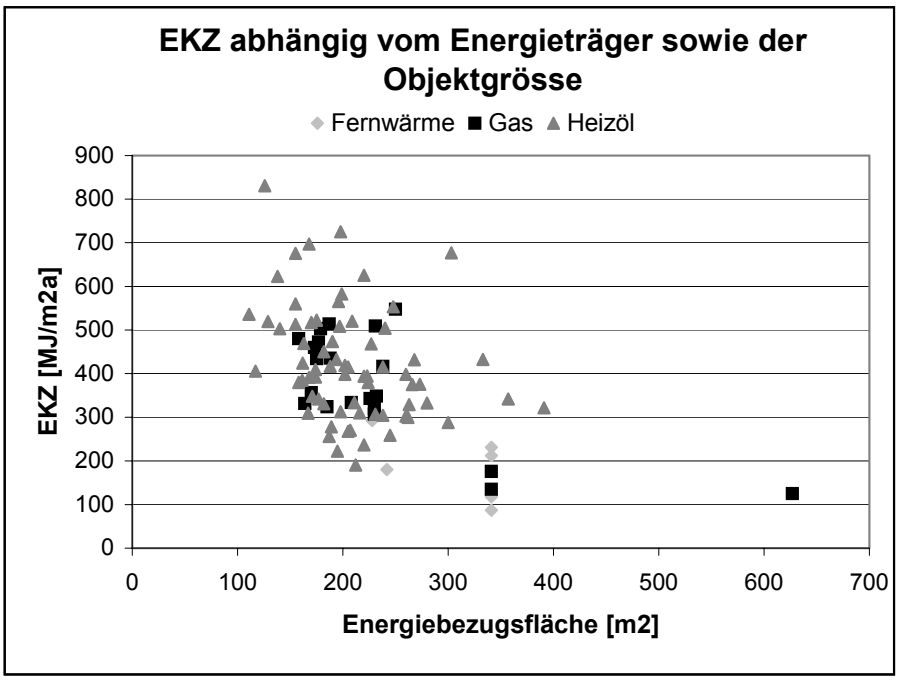
c) Wichtigkeit des Energie-Sparens

Wichtigkeit des Energie-Sparens wird betont – wirkungsvolles eigenes Handeln fehlt

Mit wenigen Ausnahmen ist das Energie-Sparen für die EigentümerInnen der Stichprobe wichtig bis sehr wichtig. Bei der Frage nach den persönlich konkret ergriffenen Massnahmen zum Energiesparen werden die Antworten relativiert. Ein Zusammenhang mit den Energiekennzahlen zwischen der persönlichen Einschätzung der Wichtigkeit von Energie-Sparen und den EKZ ist nicht ersichtlich.

d) Weitere Einflussfaktoren

Nachfolgende Figur stellt die einzelnen Energiekennzahlen abhängig von der Grösse der Objekte dar:



Figur 15: Einzelne Energiekennzahlen abhängig von der Fläche pro Objekt.

Hier kann die Hypothese, dass grössere Bauten eine kleinere Energiekennzahl aufweisen, nur bedingt bestätigt werden (Korrelationskoeffizient = -0.51). Die Grafik zeigt aber deutlich, dass die Bauten mit hoher Energiekennzahl ohne Ausnahme ölbeheizt sind.

In Bauten mit hoher EKZ wird Heizöl als Hauptenergieträger verwendet

6.4 Zusammenfassendes Fazit

1. **Gut abgestützte Resultate:**
   Der Rücklauf der vorliegenden Umfrage (51% retournierte Fragebogen, 25% auswertbare Fragebogen) kann als gut bezeichnet werden. Die Aussagen der **eco**ncept - Studie sind damit besser abgestützt als diejenigen der Arbeit W&P.

2. **Bestätigung des Einflusses "gesetzliche Anforderungen":**
   Die Energiekennzahl (Median) der Objekte mit Baueingabe 1998-2000 ist um rund 80 MJ/m^{2}a bzw. 18% tiefer (392 MJ/m^{2}a) als die Energiekennzahl (Median) der Objekte mit Baueingabe 1993-1996 (473 MJ/m^{2}a). Durch die Anpassung der gesetzlichen Vorschriften wird die Energiekennzahl deutlich vermindert. Die Reduktion von knapp 18% ist erfreulich und rechtfertigt die Anpassung der gesetzlichen Grundlagen an die Norm SIA 380/1.

3. **Günstige Entwicklung der Verteilung der Bauten:**
   Die Verteilung der Bauten hat sich ebenfalls günstig entwickelt. Bauten mit einer Energiekennzahl >750 MJ/m^{2}a sind nur noch vereinzelt erkennbar, es bestehen prozentual deutlich mehr Bauten mit einer EKZ < 300 MJ/m^{2}a.

4. **Einfluss Benutzerverhalten schwieriger fassbar:**
   Die Ergebnisse zeigen, dass die gesetzlichen Vorschriften ein wichtiger Einflussfaktor für den Energieverbrauch der Bauten sind. Hingegen kann ein Einfluss der Belegung der Bauten und des Stellenwertes des Energie-Sparens nicht erkannt werden. Der Einfluss der bevorzugten Raumtemperatur ist ersichtlich.

5. **Energieträger beeinflusst EKZ:**
   Die Wahl des Energieträgers beeinflusst die EKZ. Bauten mit Erdgas als Energieträger haben eine tiefere Energiekennzahl als Bauten mit Ölheizungen. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Ergebnissen der Arbeit W&P im Kanton Neuenburg. Es ist unklar ob die tieferen EKZ auf die Technologie (Brennwertkessel bei Gasfeuerungen) oder auf die Gebäudegeometrie (Gasversorgung in eher dicht überbauten Gebieten) zurückzuführen ist. Klar ersichtlich ist jedoch, dass jene Wohnbauten mit schlechter EKZ mit Öl beheizt werden.

7 Unterschiede Baustandard, Investoren- und BewohnerInnenverhalten

7.1 Ziele der vergleichenden Fallstudie der Kantone Thurgau und Waadt

Basierend auf den Ergebnissen der Studie W&P wurden der Kanton Thurgau als der Kanton mit der tiefsten mittleren Energiekennzahl und der Kanton Waadt als der Kanton mit der zweithöchsten mittleren Energiekennzahl für die Fallstudie herangezogen.

Klärung der Unterschiede von Bau-Standard, Haustechnik, Bauausführung, BewohnerInnen- und Investorenverhalten

Folgende Fragen sollen bei den Erhebungen geklärt werden:

- Gibt es generelle Unterschiede in der Bausubstanz, der Gebäudehülle sowie der Haustechnik zwischen den beiden Kantonen?
- Sind die Daten aus den Projektierungsunterlagen identisch mit den Daten der effektiv ausgeführten Bauten? Gibt es diesbezüglich kantonale Unterschiede?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen BewohnerInnenverhalten und Energiekennzahlen? Gibt es diesbezüglich kantonale Unterschiede?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen Verhalten sowie Motivation der Investoren und Energiekennzahlen? Gibt es diesbezüglich kantonale Unterschiede?

In beiden Kantonen wurde ein identisches Vorgehen gewählt, das nachfolgend beschrieben wird.

7.2 Vorgehen und Methodik

7.2.1 Auswahl der Objekte zusammen mit den Energiefachstellen

Auswahl der Objekte mit den kantonalen Energiefachstellen

Gemeinsam mit den Energiefachstellen der beiden Kantone wurden kleinere, mittlere und grosse Gemeinden für die Erhebung zufällig ausgewählt und durch die Energiefachstellen angefragt, an der Fallstudie teilzunehmen. Anschliessend wurden die mitwirkenden Ge-

meinden um Zustellung der Gesuchsunterlagen von neu erstellten Wohnbauten gebeten, die mit Gas oder Öl beheizt sind und 1999 bezogen wurden.

Aus den eingegangenen Unterlagen wurden geeignete Gebäude ausgewählt, wobei eine der Studie W&P ähnliche Zusammensetzung angestrebt wurde (ca. 80% EFH, 20% MFH).

Die BewohnerInnen bzw. Liegenschaftenverwaltungen wurden von den Energiefachstellen schriftlich über die geplante Erhebung avisiert und um ihre Teilnahme gebeten. Die Abklärung der Teilnahmebereitschaft und die Terminvereinbarung wurden telefonisch abgewickelt.

7.2.2 Erhebung der Daten

Erhebung der Daten durch lokale Spezialisten

Die Erhebung der Daten selbst wurde durch lokale Spezialisten[23] anhand eines detaillierten Fragebogens[24] vorgenommen. Erhoben wurden:

- Daten aus dem Energienachweis (Soll-Zustand)
  - Kennzahlen
  - Gebäudehülle
  - Haustechnik
- Daten gemäss Objektbegehung (Ist-Zustand)
  - Gebäudehülle und EBF
  - Heiztechnik
  - Verbrauchsdaten Energie und Wasser
- BewohnerInnen- und Hauswartverhalten (mündlich während der Objektbegehung)
  - Raumtemperatur
  - Lüftungsverhalten
  - Wichtigkeit Energiesparen
  - Belegung
  - Energiesparmassnahmen
- Investorenverhalten (mündlich während der Objektbegehung oder telefonisch, falls BewohnerIn und Investor nicht identisch sind)
  - Planungsziele bezüglich Energieverbrauch

23 Kanton TG: Firma Zehnder und Kählin, Winterthur
Kanton VD: Firma Keller & Burnier, Lavigny

24 s. Anhang

- Investitionskriterien
- Wichtigkeit Energiesparen
- Gebäudewert und Baulandpreise

7.2.3 Datenauswertung

Elektronische Erfassung der Daten und Ermittlung der EKZ

Die erhobenen Daten wurden gemäss Fragebögen elektronisch erfasst. Anschliessend wurden die Energiekennzahlen der einzelnen Gebäude berechnet.

Die Energiekennzahl umschreibt das Verhältnis der während eines Jahres in einem Gebäude verbrauchten Endenergie zur Energiebezugsfläche und wird wie folgt definiert:

$$EKZ[MJ/m2a] = \frac{Jahresenergieverbrauch[MJ/a]}{Energiebezugsfläche[m2]}$$

Mit einer Ausnahme[25] wurde die Warmwasseraufbereitung in allen Gebäuden ganzjährig mit der Heizanlage betrieben. Unsere errechneten Werte $EKZ_{wärme}$ umfassen also, wie die Daten von W&P auch, den Energiebedarf für Heizung und Warmwasseraufbereitung.

Für die weitere Auswertung wurden die Energiekennzahlen der Gebäude mit Baustandard, Haustechnik, BewohnerInnen- und Investorenverhalten in Beziehung gesetzt. Eine ausführliche tabellarische Darstellung befindet sich im Anhang.

7.2.4 Klimanormierung[26]

Klimanormierung zunächst gemäss W&P

In Anlehnung an die Ausgangsstudie von W&P wurden die errechneten Energiekennzahlen einer Klimanormierung unterzogen, d.h. die unterschiedlichen klimatischen Einflüsse auf die Energieverbräuche wurden ausgeklammert und die Werte somit vergleichbarer.

In der ursprünglichen Studie wurden alle Gemeinden einer MS-Region einer Klimastation homogen zugeordnet. Dadurch können

25 Für dieses Einfamilienhaus wurde in Anlehnung an W&P der Pauschalwert für Warmwasser gemäss SIA 380/1 (Qww = 50 MJ/m2) hinzugerechnet.

26 s. Kap. 4.2.1 Methodische Fragestellungen

sich Verzerrungen ergeben, weil der Höhenunterschied zwischen der Gemeinde und der MS-Region zugewiesenen Klimastation nicht berücksichtigt wird. Dieser Unterschied könnte vor allem in Kantonen mit grossen Höhenunterschieden ins Gewicht fallen, wurde jedoch in der vorliegenden Fallstudie nicht berücksichtigt, da die Höhenunterschiede der betroffenen Gemeinden zu den Klimastationen nicht relevant sind.

Berechnung der Werte gemäss „Methode econcept“: Der Warmwasseranteil wurde nicht klimakorrigiert.

Die Normierung der EKZ auf den Standort Zürich SMA bezieht sich in der Studie W&P auf die ganze EKZ. Da der Warmwasserverbrauch jedoch vom Klima wenig beeinflusst wird, wurde der Energieverbrauch für die Warmwasseraufbereitung aus der Normierung ausgeklammert. Daraus ergibt sich folgende Formel:

$$EKZnormiert(econcept) = \frac{Energieverbrauch}{Energiebezugsfläche} * \left[(1 - AnteilWW) * \frac{HGTlangjährigSMA}{HGTeffektiv} + \frac{AnteilWW}{Periode} \right]$$

Für die $HGT_{effektiv}$, d.h. die tatsächlichen HGT der untersuchten Perioden, wurden die Klimastationen Güttingen (TG), Pully (VD), Payerne (VD) und Aigle (VD) herangezogen[27]. Bei der Berechnung des Anteils für das Warmwasser gehen wir von einem Erfahrungswert von 25% des Gesamtenergieverbrauchs aus.

Vergleichsweise wurden die Werte zusätzlich mit der Formel von W&P gerechnet:

$$EKZnormiert = \frac{Energieverbrauch}{Energiebezugsfläche} * \frac{HGTlangjährigSMA}{HGTeffektiv}$$

Die Ergebnisse sind in Figur 16 dargestellt.

7.2.5 Gebäudekategorisierung

Einteilung der Gebäude in 3 Kategorien.

Für die Auswertung der Daten innerhalb des gleichen Kantons wurden die Gebäude hinsichtlich ihres Energieverbrauchs kategorisiert. Es wurden die Kategorien „tief“, „mittel“ und „hoch“ gebildet, wobei wir den folgenden Massstab verwendeten:

27 Daten gemäss MeteoSchweiz

Gebäude mit „tiefen“ EKZ:	Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 348 bzw. 401[28]; MFH 358).
Gebäude mit „mittleren“ EKZ:	Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 liegen zwischen 0 und 10%.
Gebäude mit „hohen“ EKZ:	Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%.

7.2.6 Ausreisserbeschränkung

Die Obergrenze für die Ausreisserbeschränkung wurde analog der Primärstudie von W&P bei 1000 MJ/m^2 a festgesetzt. Dadurch konnte ein Gebäude aus dem Kanton Waadt nicht berücksichtigt werden.

7.3 Ergebnisse der Untersuchung

7.3.1 Teilnahmebereitschaft

Grössere Teilnahmebereitschaft im Kanton Thurgau

Im Kanton Waadt wurden 15 Gemeinden und Verwaltungen angeschrieben, wovon 8 bereit waren, Baugesuchs-Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Im Kanton Thurgau waren 7 von 8 angefragten Gemeinden zur Teilnahme bereit.

In beiden Kantonen wurden sowohl grosse als auch mittlere Gemeinden ausgewählt. Im Kanton Thurgau sind durch die Gebietsreformen kleine Gemeinden verwaltungsmässig grösseren Gemeinden angegliedert und dadurch automatisch im Sample enthalten. Im Kanton Waadt wurde der Vollzug im Energiebereich regionalisiert, so dass sich kleinere und mittlere Gemeinden diesbezüglich nicht von Grossgemeinden unterscheiden.

28 Da die Maximalwerte in Abhängigkeit von der Gebäudehüllziffer (Gebäudehüllfläche/EBF) definiert werden und der Kanton Waadt höhere Gebäudehüllziffern aufweist als der Kanton Thurgau, wurden für die beiden Kantone unterschiedliche Werte verwendet.

Die Teilnahmebereitschaft der HauseigentümerInnen und Verwaltungen erwies sich in den beiden Kantonen ebenfalls als unterschiedlich. Im Kanton Waadt mussten 74 BesitzerInnen und Verwaltungen kontaktiert werden, um 30 Gebäude zur Verfügung zu haben, im Kanton Thurgau dagegen erklärten sich 35 von 54 angefragten Personen zur Mitwirkung bereit. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Teilnahmebereitschaften und die untersuchten Gebäude in den Gemeinden:

Beteiligung / Sample	Kanton Thurgau	Kanton Waadt
Teilnahme Gemeinden	88%	53%
Teilnahme Bewohner/Verwaltung	65%	41%
beteiligte Gemeinden	Amriswil Arbon Bischofszell Frauenfeld Müllheim Weinfelden } KS Güttingen	Aigle Bex } KS Aigle Gland Lausanne Lutry } KS Pully Payerne Yverdon Yvonand } KS Payerne
untersuchte Gebäude	8 MFH 22 EFH, wovon 8 D-EFH 2 R-EFH	9 MFH[29] 20 EFH, wovon 5 D-EFH

KS: Klimastation

Tabelle 11: Teilnahmebereitschaft, untersuchte Gebäude und zugehörige Klimastation

7.3.2 Datenqualität

Die grössere Teilnahmebereitschaft im Kanton TG lässt auf eine grössere Repräsentativität der Thurgauer Daten schliessen.

Repräsentativität: Die hohe Teilnahmebereitschaft im Kanton Thurgau lässt darauf schliessen, dass die untersuchten Gebäude recht repräsentativ für den gesamten Kanton sind. Im Kanton Waadt ist diese Situation nicht gegeben.

Grösse des Samples: Die Anzahl der untersuchten Gebäude (30 Gebäude im Kanton Thurgau, 29 Gebäude - minus 1 Ausreisser - im Kanton Waadt) ist zu gering, um statistisch belastbare Werte zu er-

29 Die Daten eines MFH wurden nicht in die Untersuchung einbezogen, da es sich um keinen Neubau ,sondern um eine Renovation handelt.

halten. Dennoch ist es möglich, durch die Analyse der erhaltenen Daten Trends aufzuzeigen und genügend abgesicherte Schlussfolgerungen zu ziehen.

Energieverbrauchsdaten: Gemäss Bericht der lokalen Experten zeigten sich die beteiligten BewohnerInnen und Liegenschaftenverwaltungen in beiden Kantonen interessiert und auskunftsbereit. Lediglich die Energieabrechnungen der BewohnerInnen im Kanton Waadt waren nicht immer vorhanden. Bei 4 Gebäuden wurden die Verbrauchswerte von den BewohnerInnen geschätzt.

Vergleich Gesuch / Bauausführung: Ein Vergleich der Angaben aus dem Nachweis (SOLL) mit der tatsächlichen Bauausführung (IST) war nur bedingt möglich, da die Gebäudehülle nachträglich kaum untersucht werden kann und die BewohnerInnen über keine Kenntnisse allfälliger Mängel verfügen.

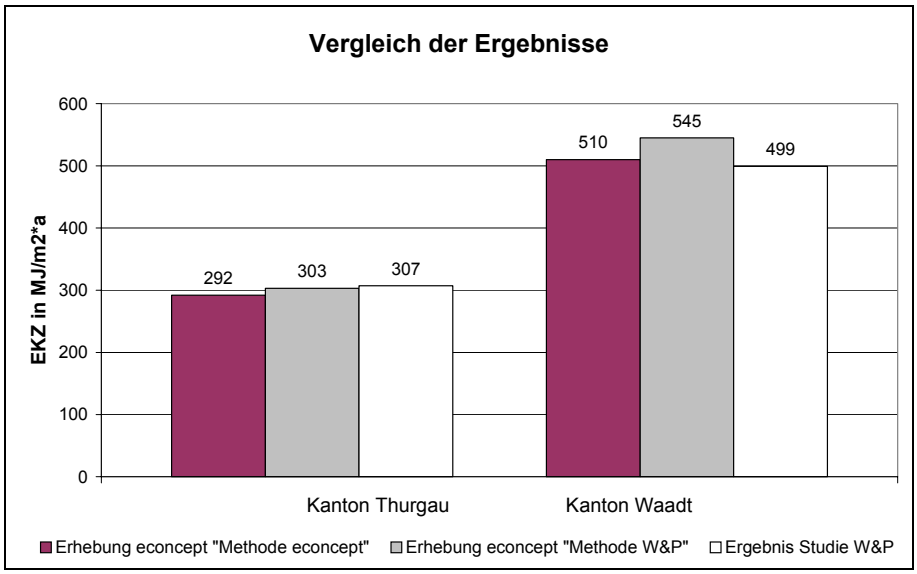
Die Angaben in den Nachweisen zur Heizung/Sanitär waren in den meisten Fällen unvollständig, so dass auch in Bezug auf die Haustechnik kein eigentlicher Vergleich zwischen SOLL und IST vorgenommen werden konnte.

Energieträger Wärmepumpe: Im Sample sind einige Gebäude mit Wärmepumpen enthalten. Es ist jedoch unklar, ob sich die Verbrauchswerte nur auf Heizung und Warmwasser beziehen oder den gesamten Energieverbrauch der jeweiligen Haushalte enthalten. Bei der Auswertung wurden die betroffenen 4 Gebäude mit berücksichtigt, unter der Annahme, die Verbrauchsdaten beziehen sich nur auf den Energiebedarf für Heizung und Warmwasser.

7.3.3 Darstellung und Interpretation der Resultate

a) Vergleich der mittleren EKZ mit den Ergebnissen von W&P

Nachfolgende Figur zeigt, dass unsere Untersuchungen die Ergebnisse von W&P bestätigen. Die mittleren EKZ weisen in beiden Kantonen keine grossen Unterschiede zu der Studie von W&P auf.



*Figur 16: Mittlere EKZ (Mediane) im Vergleich der Untersuchungen **e c o** n c e p t und W&P sowie der Methoden **e c o** n c e p t und W&P*

Gute Übereinstimmung mit den Werten von W&P

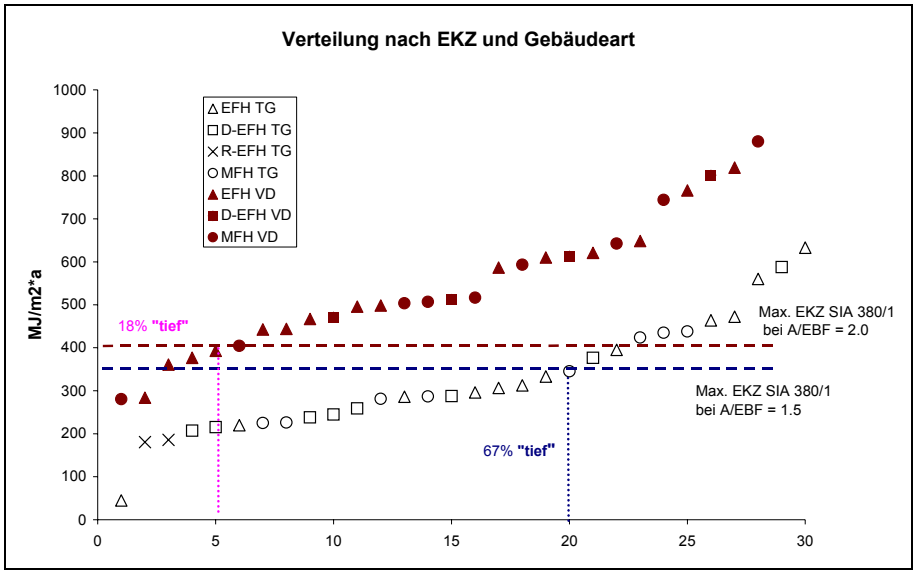
Vergleicht man die Werte der Erhebung econcept „Methode W&P“ mit den Werten der Studie W&P, so zeigt sich im Kanton Thurgau eine recht grosse Übereinstimmung. Im Kanton Waadt liegen die von econcept errechneten mittleren EKZ um 9% über dem Wert der Studie W&P. Bei einem Sample von nur 28 Gebäuden ist diese Schwankung durchaus vertretbar.

Ohne Klimakorrektur der Warmwasserverbräuche sinken die Wert um 4% bzw. 5%.

Werden die Werte gemäss der „Methode econcept“ gerechnet (ohne Klimakorrektur des Warmwasserverbrauchs), so liegen die Werte im Kanton Thurgau um 4% und im Kanton Waadt um 5% tiefer als bei der „Methode W&P“.

b) Übersicht der einzelnen EKZ der Gebäude

Nachfolgende Figur beschreibt die Verteilung der Energiekennzahlen der untersuchten Bauten. Gleichzeitig ist die Verteilung der Gebäudeart angegeben.



Figur 17: Verteilung der Gebäude nach EKZ und Gebäudeart

Auch hier ist das unterschiedliche Niveau der Energieverbräuche klar ersichtlich. Die untere Kurve zeigt die Verteilung der Bauten im Kanton Thurgau. 67% der Gebäude bleiben unterhalb des Maximalwerts von 348 MJ/m^2 a gemäss SIA 380/1, ausgehend von einer Gebäudehüllziffer von 1.5. Die obere Kurve zeigt die Bauten im Kanton Waadt. Hier liegen nur 18% der Werte unter dem Maximalwert von 401 MJ/m^{2}a gemäss SIA 380/1, ausgehend von einer Gebäudehüllziffer von 2.0[30].

Thurgau: 67% der Gebäude haben tiefe Werte.

Waadt: 18% der Gebäude haben tiefe Werte.

Es fällt auf, dass im Kanton Thurgau etwa die Hälfte der Einfamilienhäuser als Doppel- oder Reiheneinfamilienhäuser gebaut wurden. Im Kanton Waadt sind nur gerade 5 von 20 Einfamilienhäusern Doppelhäuser.

30 Die maximale EKZ gemäss SIA 380/1 ist abhängig von der Gebäudehüllziffer.

c) Vergleich der gesetzlichen Anforderungen und der Nachweise Wärmeschutz

Die gesetzlichen Anforderungen sind unterschiedlich hoch und werden eingehalten.

Die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz wiesen während der Untersuchungsperiode in den beiden Kantonen unterschiedliche Grenzwerte auf. Im Kanton Thurgau galten bereits seit 1997 die „strengeren“ Werte gemäss SIA 380/1[31]. Im Kanton Waadt hingegen fand eine Anpassung an diese Norm erst im Mai 2001[32] statt. Vorher galten die weniger hohen Anforderungen gemäss SIA 180/1. Ein Vergleich der Maximalwerte der untersuchten Gebäude zeigt, dass in beiden Kantonen die gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich Wärmeschutz eingehalten werden.

K- bzw. U-Werte [W/m^2 K]	**Gesetzliche Anforderungen**		**Maximalwerte Untersuchung**	
	TG (MVO 92)	**VD** (SIA 180/1)	**TG**	**VD**
Fassade	0.3	0.6	0.3	0.58
Dach	0.3	0.5	0.37[1]	0.43
Fenster	2.0	3.0	1.7	2.6

1 Gebäude mit Systemnachweis; Anforderungen über ganzes Gebäude eingehalten.

Tabelle 12: Gesetzliche Vorgaben und Maximalwerte der untersuchten Gebäude

Die unterschiedlichen gesetzlichen Anforderungen ziehen eine unterschiedliche Praxis bei der Gesuchsstellung nach sich. Nachfolgende Aufstellung macht die Unterschiede in den Kantonen deutlich:

31 Verordnung des Regierungsrates zum Energiegesetz, Staatskanzlei des Kt. Thurgau, Januar 1997

32 Règlement du 19 septembre 1986 d’application de la loi dur 4 décembre 1985 sur l’aménagement du territoire et les constructions (RATC)

Nachweis Wärmeschutz	Kanton Thurgau	Kanton Waadt
Einzelbauteile	21 Gebäude	0 Gebäude
Nachweis gemäss SIA 180/1	0 Gebäude	29 Gebäude
Systemnachweis gemäss SIA 380/1	9 Gebäude	0 Gebäude

Tabelle 13: Vergleich der Gesuchstellungspraxis in den Kantonen Thurgau und Waadt

d) Vergleich Nachweis und Bauausführung

Der Vergleich Nachweis/Bauausführung war nur bedingt möglich.

Bauhülle: Wie bereits erwähnt, war die Überprüfung der Bauhülle nur bedingt möglich. Nach Angaben der BewohnerInnen wurde im Kanton Thurgau in 3 Fällen und im Kanton Waadt in 2 Fällen besser isoliert, als im Nachweis angegeben. In beiden Kantonen trat je ein Fall mit schlechterer Isolation als angegeben auf. Die Nachweise für den Wärmeschutz sind in beiden Kantonen vorhanden und vollständig ausgefüllt.

Haustechnik: Auch hier war die Überprüfung auf Grund mangelnder Daten nur bedingt möglich. Teilweise waren recht grosse Abweichungen (Marke Brenner und Heizkessel, Boilergrösse) zu den Angaben im Nachweis feststellbar. Da der Haustechnik-Standard jedoch grundsätzlich keine grossen Unterschiede aufweist, wurden diese Abweichungen bei der Auswertung nicht weiter berücksichtigt. Die Nachweise für die Haustechnik sind im Kanton VD oft nicht vorhanden.

Energiebezugsfläche EBF: Im Kanton Waadt war ein Vergleich nicht möglich, da die diesbezüglichen Daten im Nachweis nicht vorhanden waren (Nachweis nach mittlerem k-Wert gemäss SIA 180/1). Die Werte wurden aus den Plänen berechnet.
Im Kanton Thurgau zeigten die berechneten Werte aus den aktuellen Plänen vielfach keine genaue Übereinstimmung mit dem Nachweis. In 4 Fällen waren die Abweichungen grösser als 10%.

Nachträglich beheizte Räume: Im Kanton Waadt wurden 4 Gebäude mit nachträglich beheizten Räumen ausfindig gemacht, im Kanton Thurgau dagegen keine. Da die Gebäude erst relativ frisch bezogen wurden (Bezugstermin 1999) ist es immer noch möglich, dass im Laufe der Jahre zusätzliche Räume beheizt werden.

e) Vergleich Baustandard

Die unterschiedlichen gesetzlichen Vorgaben ziehen unterschiedliche Baustandards nach sich.

Ein Vergleich der Baustandards zeigt, dass sich die unterschiedlichen gesetzlichen Vorgaben in den Daten der untersuchten Gebäudehüllen widerspiegeln. Die Kennzahlen bezüglich Isolationsdicke und Wärmeleitfähigkeitskoeffizient weisen im Kanton Thurgau im Mittel günstigere Werte auf als im Kanton Waadt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Vergleichszahlen.

Kennzahlen Baustandard	Richtwert SIA 380/1	Richtwert SIA 180/1	Median		Min		Max	
			TG	VD	TG	VD	TG	VD
$EKZ_{Wärme}$	EFH: 348[1] 401 MFH: 358		292	510	45	280	633	880
EBF (alle Gebäude) [m^2]			233	183	165	104	1‘522	3‘517
EBF (EFH) [m^2]			203	169	165	122	313	313
Gebäudehüllziffer			1.58	2.2	1.23	0.72	1.84	21.3
Fensterflächenanteil			15%	16%	10%	10%	21%	34%
K-Wert Fassade [W/m^2 K]	0.3	0.6	0.27	0.38	0.17	0.27	0.32[2]	0.58
Isolation Fassade [cm]			12	10	10	4	37	30
K-Wert Dach [W/m^2 K]	0.3	0.5	0.29	0.33	0.14	0.19	0.73	0.43
Isolation Dach [cm]			16	12.5	12	4	25	16
K-Wert Fenster [W/m^2 K]	1.7	3.0	1.3	1.95	1	1.3	1.7	2.6

1 Maximalwerte gemäss SIA/1 bei A/EBF = 1.5 bzw. 2.0 bzw. 1.3
2 Gebäude mit Systemnachweis; Anforderung über ganzes Gebäude eingehalten;

Tabelle 14: Vergleich der Baustandards in Bezug auf die Gebäudehülle

Geschlossene Dämmperimeter v.a. im Kanton Thurgau

Im Zusammenhang mit der Gebäudeisolation wurde zudem untersucht, ob der Dämmperimeter der Gebäude geschlossen ist oder Lücken an den kritischen Übergängen von beheizten zu unbeheizten Räumen (beispielsweise Treppenhaus, Kellerabgang) oder nach Aussen vorliegen. Beim Vergleich fällt auf, dass im Kanton Waadt der Dämmperimeter nur in einem Fall ganz geschlossen ist. Böden und Decken gegen unbeheizte Räume sind zwar in der Regel isoliert, Aussenwände gegen Erdreich und Innenwände gegen unbeheizte Räume hingegen nicht. Im Kanton Thurgau scheint sich eine vollständige Isolation der Gebäudehülle gegen „unbeheizt“ durchzuset-

zen. Bei 21 der 30 untersuchten Liegenschaften ist der Dämmperimeter vollständig geschlossen.

Auch der Baustil ist in den beiden Kantonen recht unterschiedlich. Die nachfolgenden Abbildungen einiger typischer Beispiele zeigen dies augenfällig.

Abbildung 1: Beispiele von Einfamilienhäusern im Kanton Waadt

Abbildung 2: Beispiele von Einfamilienhäusern aus dem Kanton Thurgau

Unterschiedliche Baustile

Zahlenmässig drückt sich die unterschiedliche Baukultur durch einen höheren mittleren Fensterflächenanteil, eine höhere mittlere Gebäudehüllziffer[33] und eine niedrigere mittlere EBF im Kanton Waadt aus.

33 Im Kanton TG stehen nur wenige Vergleichszahlen zur Verfügung.

Zudem werden im Kanton Thurgau mehr Doppel- und Reiheneinfamilienhäuser erstellt als im Kanton Waadt.

Kein Einfluss des Baustandards auf die EKZ innerhalb der Kantone ersichtlich

Werden Gebäude mit niedrigen und hohen EKZ verglichen (s. Tabelle 15), zeigt sich in beiden Kantonen trotz des relativ grossen Gefälles - die besten Gebäude unterschieden sich von den schlechtesten um etwa einen Faktor 3.5 - kein wesentlicher Unterschied bei den Kennzahlen des Baustandards.

K-Wert [MJ/m^{2}K]	Kanton Thurgau		Kanton Waadt	
Fassade	„tiefe“[34] EKZ	0.27	„tiefe“ EKZ	0.43
	„hohe“ EKZ	0.27	„hohe“ EKZ	0.38
	alle	0.27	alle	0.38
Dach	„tiefe“ EKZ	0.28	„tiefe“ EKZ	0.30
	„hohe“ EKZ	0.29	„hohe“ EKZ	0.33
	alle	0.29	alle	0.33
Fenster	„tiefe“ EKZ	1.3	„tiefe“ EKZ	1.63
	„hohe“ EKZ	1.3	„hohe“ EKZ	2.19
	alle	1.3	alle	1.95

Tabelle 15: Vergleich der k-Werte von Gebäuden mit tiefen und hohen EKZ.

Der Vergleich des theoretischen Heizenergiebedarfs Q_h gemäss SIA 380/1 (Ausgabe 2001) ergibt folgende Werte für ein EFH mit Standort Zürich SMA.

34 „Tief“ und „hoch“ beziehen sich auf die Kategorisierung der Gebäude hinsichtlich ihrer Energiekennzahl im Vergleich zu den Maximalwerten gemäss SIA 380/1 (s. Kap. 7.2.5).

Heizenergiebedarf bei unterschiedlicher Bauweise VD / TG		Kanton VD	Kanton TG
Ausgestaltung Bauteile	Fläche m^2	W/m^2K	W/m^2K
- Boden zu unbeheizt	96	0.40	0.30
- Fassade	206	0.38	0.27
- Pultdach	96.7	0.33	0.28
- Fenster	14.4	1.95	1.40
- Wand zu unbeheizt	30	0.40	0.40
Heizenergiebedarf Q_h		**367 MJ/m^2a**	**271 MJ/m^2a**

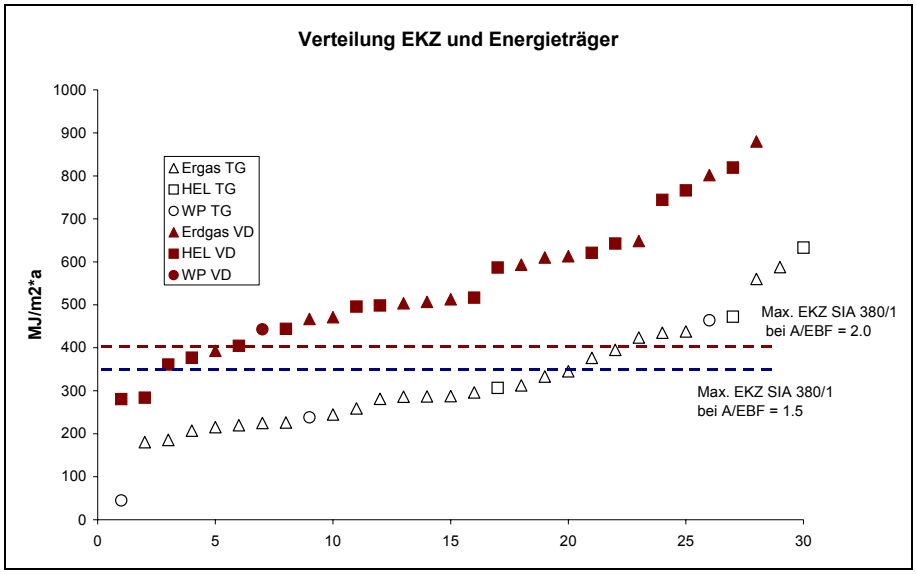
Tabelle 16: Auswirkungen der unterschiedlichen Bauweise auf den Heizenergiebedarf Q_h (Rechnungsmethode gemäss SIA 380/1, Ausgabe 2001). Der Unterschied beträgt rund 95 MJ/m^2a Nutzenergie, bezogen auf Endenergie ca. 110 MJ/m^2a.

Bei Verwendung einer anderen Klimastation (Lausanne, Kreuzlingen) bleibt der Unterschied mit 88 – 95 MJ/m^2a in der gleichen Grössenordnung. Unter Berücksichtigung eines Anlagenwirkungsgrades von 85% ergibt dies einen erklärbaren Unterschied der EKZ (Endenergie) von rund 110 MJ/m^2a.

f) Vergleich Haustechnik

Mehr Gasheizungen im Kanton Thurgau

Energieträger: Im Kanton Thurgau wird vorwiegend Erdgas als Energieträger verwendet, im Kanton Waadt etwa zur Hälfte Heizöl extraleicht und Erdgas. Nachfolgende Figur zeigt die Verteilung der Gebäude bezüglich EKZ und Energieträger:



Bemerkungen:
Der Elektrizitätsverbrauch bei den Wärmepumpen wurde nicht gewichtet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch der allgemeine Verbrauch des Gebäudes über den gleichen Zähler läuft.

Beim tiefsten Wert handelt es sich um ein MINERGIE Haus.

Figur 18: Verteilung der Gebäude bezüglich EKZ und Energieträger

Kein Einfluss der Energieträger auf die EKZ im Kanton Waadt erkennbar

Obwohl zu erwarten wäre, dass die mit Erdgas beheizten Gebäude besser abschneiden, sind im Kanton Waadt die besten 4 Gebäude mit Heizöl extraleicht beheizt. Ansonsten ist in beiden Kantonen kein eindeutiger Trend erkennbar.

Die Gebäude mit Wärmepumpen weisen bis auf eine Ausnahme erstaunlich hohe EKZ auf. Wie bereits erwähnt, ist bei diesen Fällen unklar, ob sich die angegebenen Energieverbräuche auf den gesamten Verbrauch der elektrischen Energie beziehen. Subtrahiert man von den vorliegenden EKZ den Erfahrungswert von 80 MJ/m^{2}a für den Stromverbrauch pro Haushalt, liegen die Werte jedoch immer noch in einem für Wärmepumpen hohen Bereich.

Zusatzenergieträger: In beiden Kantonen weist das Gebäude mit der tiefsten bzw. zweittiefsten EKZ, als einziges Gebäude des Samples, Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung auf. Die Werte wurden jedoch mangels Angaben nicht korrigiert.

Im Kanton Waadt gaben 9 BewohnerInnen an, im Winter das Wohnzimmer regelmässig zusätzlich mit Holz zu beheizen (4 Holzöfen, 5 Cheminées). Alle diese Gebäude haben relativ hohe EKZ (Kategorie

„hoch“). Die realen Werte für die Gebäude mit Holzofen würden, den Holzverbrauch einberechnet, noch etwas höher liegen.

Im Kanton Thurgau wurden keine Bauten mit Cheminées oder Holzöfen vorgefunden.

Höhere Boilertemperatur im Kanton Waadt

Warmwassertemperatur: Die Warmwassertemperatur im Boiler ist im Kanton Waadt im Mittel um 5°C höher eingestellt als im Kanton Thurgau (55°C/60°C). Möglicherweise sind im Kanton Thurgau die Temperaturen tiefer eingestellt, um den Ausfall von Kalk in dem sehr kalkhaltigen Wasser zu verringern. Im Kanton Waadt steht nach Auskunft von Planern eher die Bekämpfung von Legionellen[35] im Vordergrund.
Für die höhere Wassertemperatur im Kanton Waadt schätzen wir einen mittleren Energiemehrverbrauch von ca. 9 MJ/m^2a.

Der kommunale Vollzug im Kanton Waadt ist weniger streng.

Warmwasserzähler / VHKA: In beiden Kantonen sind Warmwasserzähler in Mehrfamilienhäusern mit mehr als 5 Wohneinheiten gesetzlich vorgeschrieben. Die Energieabrechnung der BewohnerInnen muss mit der Verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung VHKA erfolgen. Im Kanton Thurgau wurden diese Vorschriften in allen untersuchten Mehrfamilienhäusern eingehalten Im Kanton Waadt wurden diese bei 5 von 9 Gebäuden nicht befolgt.

Mängel Haustechnik: Im Kanton Thurgau waren keine Mängel ersichtlich. Im Kanton Waadt fehlte bei 4 Gebäuden die vorgeschriebene Isolation der Leitungen im Heizungskeller.

Im Weiteren wurden die Verteilung, die Steuerung und die Boilergrösse erhoben. Es lagen jedoch keine massgeblichen Unterschiede vor.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Kennzahlen zur Haustechnik im Überblick:

35 Bakterium, dass die Legionärskrankheit verursacht

Kennzahlen Haustechnik	Kanton Thurgau		Kanton Waadt	
Energieträger	HEL	3	HEL	15
	Erdgas	24	Erdgas	13
	WP	3	WP	1
Verteilung	nur Radiatoren	5	nur Radiatoren	4
	Bodenheizung+ Radiator	16	Bodenheizung+ Radiator	2
	nur Bodenheizung	9	nur Bodenheizung	24
Steuerung	nur Einzelraumtemp.	3	nur Einzelraumtemp.	3
	Einzelraum- + Aussen-temp.	16	Einzelraum- + Aussen-temp.	1
	nur Aussentemp.	14	nur Aussentemp.	23
Boilergrösse/Person	Median	47 l	Median	45 l
	Min	13 l	Min	7 l
	Max	367 l	Max	143 l
Warmwassertemperatur	Median	55°C	Median	60°C
	Min	48°C	Min	50°C
	Max	70°C	Max	65°C
Warmwasserzähler / VHKA (MFH)	ja	alle	ja	4
			nein	5
Zusatzheizung	Sonnenkollektor	1	Sonnenkollektor	1
			Cheminée	5
			Holzofen	4
zusätzliche beheizte Räume	keine		4 Gebäude	
Mängel	keine		4 Gebäude ohne Isolation an den Leitungen im Heizraum	

Tabelle 17: Die Kennzahlen Haustechnik im Überblick

g) Vergleich BewohnerInnenverhalten

Der Wasserverbrauch steigt mit zunehmender EKZ.

Als Indikator für das Verhalten der BewohnerInnen im Zusammenhang mit Energiesparen wurde als objektive Messgrösse, im Gegensatz zu den subjektiven Einschätzungen der Befragten, der Wasserverbrauch gemäss Abrechnung erhoben. Es zeigte sich, dass sich die mittleren Werte in den beiden Kantonen stark unterscheiden. Im Kanton Waadt wird im Mittel um 30% mehr Wasser pro Person und Jahr verbraucht, als im Kanton Thurgau. Dieser recht grosse Unterschied erklärt sich zum Teil durch die grösseren Rasenflächen im Kanton Waadt, die im Sommer begossen werden müssen. Im Kanton Waadt liegt die gesetzliche Mindestgrösse für Bauparzellen bei 1000 m^2. Zudem betreiben im Waadtland 4 BewohnerInnen einen privaten

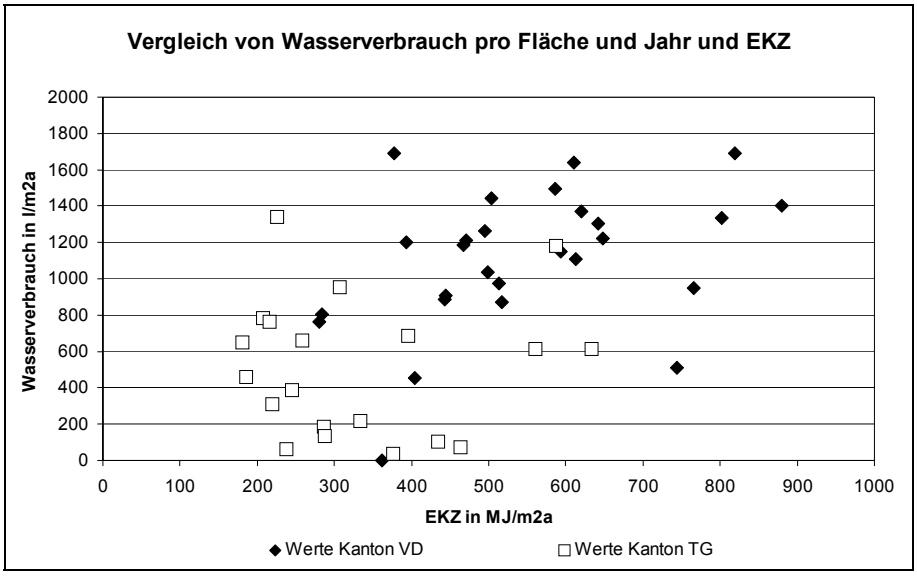
Swimmingpool, im Kanton Thurgau dagegen war nur bei einem Gebäude ein Swimmingpool dabei.

Auch innerhalb der Kantone unterscheiden sich die Wasserverbrauchsdaten zwischen den Gebäuden mit niedrigen und hohen EKZ. Im Kanton Thurgau beträgt der Unterschied 21%, im Kanton Waadt 6% (s. Tabelle 18).

Wasserverbrauch Indikator für Benutzerverhalten

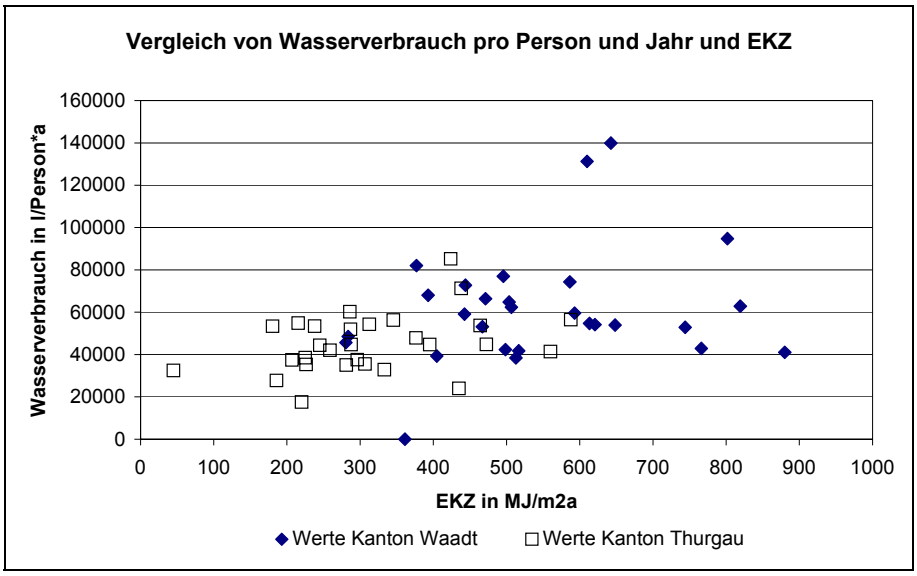
Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass der Wasserverbrauch ein deutlicher Indikator für das mehr oder weniger sparsame Verhalten der BewohnerInnen ist. Diese Annahme wird in Kap. 8 vertieft untersucht und bestätigt.

Nachfolgende Figur veranschaulicht den Zusammenhang. Der Wasserverbrauch pro Fläche und Jahr wurde mit der entsprechenden Energiekennzahl verglichen.



Figur 19: Vergleich von EKZ und Wasserverbrauch in Liter/m²a. Die Korrelation beträgt über 0.5.

Vergleicht man den Wasserverbrauch pro Person und Jahr mit den entsprechenden Energiekennzahlen, zeigt sich ein ähnliches Bild:



Figur 20: Vergleich von EKZ und Wasserverbrauch in Liter/Person und Jahr. Die Korrelation beträgt knapp 0.5.

Die subjektiven Einschätzungen der Befragten hinsichtlich bevorzugter Raumtemperatur, Lüftungsdauer, getätigten Energiesparmassnahmen oder Stellenwert des Energiesparens erwiesen sich als wenig aussagekräftig. Wir nehmen an, dass hier eher versucht wurde, den vermuteten Erwartungen des Interviewers zu entsprechen.

Die subjektiven Einschätzungen der BewohnerInnen sind wenig aussagekräftig.

Bei den Hauswarten der Mehrfamilienhäuser fällt auf, dass das Engagement für Energiesparmassnahmen nicht besonders gross geschrieben zu sein scheint. Es wurden keine entsprechenden Kurse besucht.

In nachfolgender Tabelle sind die Kennzahlen zum BewohnerInnenverhalten dargestellt:

Kennzahlen BewohnerInnenverhalten	Kanton Thurgau		Kanton Waadt	
mittlerer Wasserverbrauch pro Person und Jahr [m^3]	„tiefe“ EKZ[36] „hohe“ EKZ alle	42 m^3 51 m^3 45 m^3	„tiefe“ EKZ „hohe“ EKZ alle	61 m^3 65 m^3 63 m^3
Swimmingpool	1 Gebäude		4 Gebäude	
mittlere Raumtemperatur (Angaben BenutzerIn)	„tiefe“ EKZ „hohe“ EKZ alle	21 °C 21 °C 21 °C	„tiefe“ EKZ „hohe“ EKZ alle	20.5 °C 20.5 °C 20.6 °C
Lüftungsdauer	„tiefe“ EKZ „hohe“ EKZ alle	20‘ 12‘ 19‘	„tiefe“ EKZ „hohe“ EKZ alle	81‘ 24‘ 35‘
Wichtigkeit von Energiesparmassnahmen	sehr wichtig wichtig weniger wichtig nicht wichtig	5 3 1 0	sehr wichtig wichtig weniger wichtig nicht wichtig	7 21 0 0
Hauswartkurse besucht (MFH)	niemand		niemand	
MieterInnenkritik	1x zu wenig heizen		keine	

Tabelle 18: Übersicht Kennzahlen BewohnerInnenverhalten

h) Gewichtung Einfluss Baustandard / BewohnerInnen

Warmwasserverbrauch und Gesetzgebung erklären nur einen Teil der Unter-

Die vorangehenden Kapitel zeigen, dass sowohl der Baustandard als auch das BewohnerInnenverhalten die Energiekennzahlen beeinflussen. Um Aussagen über die Gewichtung der verschiedenen Einflüsse machen zu können, gehen wir davon aus, dass bei einem 30% höheren Wasserverbrauch im Kanton Waadt auch der Warmwasserverbrauch um diesen Teil höher ist als im Kanton Thurgau. Hinzu kommen der zusätzliche Energiebedarf (Speicherverluste) für die höhere Boilertemperatur im Kanton Waadt, so dass von einem Mehrenergieaufwand für das Warmwasser im Kanton Waadt von ca. 50% ausgegangen werden kann. Bezogen auf die Standardwerte gemäss SIA 380/1 bedeutet dies, dass etwa 30 MJ/m^2a der Differenz von 218 MJ/m^2a zwischen den beiden Kantonen durch den Warmwasserverbrauch erklärt werden können.

36 „Tief“ und „hoch“ beziehen sich auf die Kategorisierung der Gebäude hinsichtlich ihrer Energiekennzahl im Vergleich zu den Maximalwerten gemäss SIA 380/1.

Die unterschiedlich strenge Wärmeschutzanforderungen bedingen eine Differenz von etwa 110 MJ/m^{2}a. Dies bedeutet, dass die verbleibende Differenz von ca. 70 MJ/m^{2}a durch andere Einflussfaktoren zu erklären ist. Diese sind vermutlich im BewohnerInnenverhalten und allfälligen Verteilverlusten bei Heizung und Warmwasser zu suchen.

i) Vergleich Investorenverhalten

Kosten- und Renditeoptimierung sind die wichtigsten Investitionsziele.

Die Befragung der Investoren ergab, dass im Kanton Thurgau mehr Personen ihr Haus selber bauen, als im Kanton Waadt. Im Waadtland werden vermehrt fertig erstellte Häuser von Immobilienfirmen oder Generalunternehmungen gekauft. Die wichtigsten Investitionskriterien sind in beiden Kantonen dennoch die Kosten- und Renditeoptimierung. Im Kanton Waadt spielt zusätzlich der Komfort eine wichtige Rolle. Wir schliessen daraus, dass bei den gegenwärtig relativ günstigen Energiepreisen im Vergleich zu den hohen Erstellungskosten das „Energiesparen“ finanziell zu wenig attraktiv ist.

Die subjektiven Einschätzungen der Investoren sind wenig aussagekräftig.

Die Frage zu den Investitionszielen wurde etwa gleich häufig mit „den gesetzlichen Minimalanforderungen genügen“ wie „energetisch besser bauen als die gesetzlichen Minimalanforderungen“ beantwortet. Im Kanton Thurgau wurde einmal das Ziel „Musterbau“ angegeben. Das betroffene Gebäude ist ein Minergiehaus. Im Kanton Waadt wurde das Ziel „Musterbau“ 3 Mal angegeben. Eines der entsprechenden Gebäude weist auch tatsächlich eine niedrige Energiekennzahl auf. Es ist ebenfalls gemäss MINERGIE-Standard erstellt. Die Energiekennzahlen der anderen beiden Gebäude bewegen sich im mittleren Bereich.

Auch bei den persönlichen Einschätzungen der Investoren lassen sich keine klaren Trends erkennen. Wir nehmen an, dass auch hier in vielen Fällen versucht wurde, den vermuteten Erwartungen der Experten zu entsprechen.

Eine aktive Informationspolitik der Kommunen wurde nicht wahrgenommen.

Informationen über Energiesparen wurden interessanterweise immer mittels privatem Engagement eingeholt. Eine aktive Informationspolitik zum Thema Energieeffizienz durch die kommunalen Baubehörden wurde von allen befragten Investoren nicht wahrgenommen. Hier ist also noch Aufklärungs- und Überzeugungspotential vorhanden.

j) Vergleich Anlage- und Baulandpreise

Die Baulandpreise lassen keine Rückschlüsse auf die EKZ zu.

Baulandpreis: Generell ist das Niveau der mittleren Baulandpreise für Einfamilienhäuser in beiden Kantonen tiefer als im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt. Die mittleren Preise bei Gebäuden mit tiefen Energiekennzahlen sind im Kanton Thurgau höher als bei Gebäuden mit hohen Werten. Im Kanton Waadt ist dies genau umgekehrt. Wir können also nicht davon ausgehen, dass bei hohen Bodenpreisen grundsätzlich an der Qualität am Bau gespart wird.

Teure Bauten werden eher energieeffizient gebaut.

Versicherungswert: Der mittlere Versicherungswert weist im Kanton Waadt einen tieferen Wert auf als im Kanton Thurgau. Innerhalb der beiden Kantone sind diejenigen Gebäude teurer, die eine tiefe Energiekennzahl vorweisen. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass Investoren, die beim Bau ihres Eigenheims bereit sind tiefer in die Tasche zu greifen, auch Investitionen tätigen, die sich günstig auf die Energieeffizienz auswirken.

Anlage- und Baulandpreise (nur EFH)	Kanton Thurgau		Kanton Waadt	
Versicherungswert [Fr.]	„tiefe“ EKZ[37]	575‘000	„tiefe“ EKZ	685‘000
	„hohe“ EKZ	545‘000	„hohe“ EKZ	504‘000
	alle	563‘000	alle	464‘000
Baulandpreis [Fr./m^2]	„tiefe“ EKZ	295	„tiefe“ EKZ	195
	„hohe“ EKZ	192	„hohe“ EKZ	228
	alle	252	alle	216

Tabelle 19: Vergleich der Anlage- und Baulandpreise in den Kantonen Thurgau und Waadt

37 „Tief“ und „hoch“ beziehen sich auf die Kategorisierung der Gebäude hinsichtlich ihrer Energiekennzahl im Vergleich zu den Maximalwerten gemäss SIA 380/1.

7.4 Fazit

Wir gehen davon aus, dass die erhobenen Daten aufgrund der grösseren Teilnahmebereitschaft im Kanton Thurgau repräsentativer sind als im Kanton Waadt. Die Datenmenge ist zwar relativ klein, es lassen sich dennoch wichtige Trends erkennen, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

1. Die Energiekennzahlen zwischen den Kantonen unterscheiden sich erheblich (ca. 200 MJ/m^{2}a), die Resultate der Arbeit W&P werden bestätigt. Innerhalb der Kantone bestehen massive Unterschiede zwischen den Gebäuden mit tiefer und hoher EKZ (Faktor 3 wenn man die MINERGIE-Gebäude nicht einbezieht!).

2. Die unterschiedlichen Energiekennzahlen der beiden Kantone erklären sich in erster Linie durch die (gesetzlich bedingten) unterschiedlichen Baustandards (ca. 110 MJ/m^{2}a), durch das unterschiedliche BenutzerInnenverhalten (Warmwasser alleine ca. 30 MJ/m^{2}a, Lüftungsverhalten nicht quantifizierbar) sowie durch eine unterschiedliche Systemwahl und Ausführungsqualität der Haustechnik (Wirkungen nicht quantifiziert).

3. Die gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Gebäudehülle werden in beiden Kantonen eingehalten. Die Anforderungen an den Wärmeschutz im Kanton Thurgau waren bis Mai 2001 strenger als im Kanton Waadt. Nun sind sie auf gleichem Niveau. Die Erfahrungen zeigen, dass die Implementation bei den Betroffenen, hier Bauherren, Architekten und Lieferanten, einige Zeit in Anspruch nimmt. Die Vollzugsintensität kann diesen Zeitraum verkleinern.

4. Der kommunale Vollzug im Bereich Haustechnik (WW-Zähler, Abrechnung mit VHKA, Isolation der Leitungen) ist im Kanton Thurgau besser sichergestellt als im Kanton Waadt.

5. Die unterschiedlichen Energiekennzahlen innerhalb der Kantone werden vor allem durch das BewohnerInnenverhalten beeinflusst. Für eine detaillierte Analyse wären Fakten zum Warmwasserverbrauch und allfälligen Wärmeverluste bei der Verteilung nötig. Diese setzen die Installation entsprechender Messinstrumente voraus.

6. Der „ideelle“ Stellenwert des Energiesparens scheint bei den Investoren nicht sehr hoch zu sein. Im Vordergrund stehen Überlegungen zur Kosten- und Renditeoptimierung. Durch die im Verhältnis zu den hohen Investitionskosten niedrigen Energiepreise fehlen finanzielle Anreize bei den Investoren, um energetisch besser zu bauen oder mehr Energie zu sparen.
   Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Anlagekosten (Versicherungswert) und der EKZ. Anscheinend wirken sich höhere Investitionskosten positiv auf die Energieeffizienz aus.

8 Wasserverbrauch

8.1 Ziel der Auswertung

In der vergleichenden Fallstudie der Kantone Thurgau und Waadt (s. Kap. 7) wurde in die Untersuchung auch das Verhalten der BewohnerInnen einbezogen. Dabei wurde als objektive Grösse der Wasserverbrauch erhoben und daraus der durchschnittliche Wasserverbrauch pro Person und Jahr errechnet. Es zeigt sich, dass der Kanton Waadt als Kanton mit einer hohen mittleren Energiekennzahl einen höheren Wasserverbrauch pro Person und Jahr aufweist als der Kanton Thurgau mit einer tiefen mittleren Energiekennzahl. Auch innerhalb der beiden Kantone präsentiert sich ein ähnliches Bild. Der Wasserverbrauch von Gebäuden mit hohen EKZ ist im Schnitt höher als der Verbrauch von Bauten mit tiefen EKZ.

In den Kantonen Thurgau und Waadt korrelierte der Wasserverbrauch relativ gut mit der EKZ.

Zudem zeigt sich, dass neben den gesetzlichen Grundlagen und dem daraus resultierenden Baustandard das Verhalten der BewohnerInnen einen gewichtigen Einfluss auf die Höhe der Energiekennzahl hat.

Aufgrund dieser Ergebnisse wird angenommen, dass sich der Wasserverbrauch pro Person und Jahr als Indikator für das mehr oder weniger sparsame Verhalten von BewohnerInnen im Zusammenhang mit dem Verbrauch von Energie im Allgemeinen eignet.

In der vorliegenden Untersuchung soll geprüft werden, ob auch in den übrigen Kantonen ein Zusammenhang zwischen Wasserverbrauch und EKZ besteht und welcher Anteil durch einen allfälligen höheren Warmwasserverbrauch erklärbar ist.

Besteht ein Zusammenhang zwischen EKZ und Wasserverbrauch auch in anderen Kantonen?

8.2 Vorgehen und Methodik

Für die Untersuchung werden die „Statistischen Erhebungen der Wasserversorgung Schweiz 2000“ des Schweizerischen Vereins des Gas und Wasserfachs SVGW herangezogen. In dieser Statistik werden von 221 Gemeinden (auf freiwilliger Basis) neben vielen anderen

Wasserverbrauchsdaten aus den „Statistischen Erhebungen der Wasserversorgung Schweiz 2000

Daten auch die Wasserabgabe an Haushaltungen inklusive Kleingewerbe für das Jahr 2000 aufgeführt.

Auswahl von Gemeinen aus den Kantonen der Studie W&P

Für die Untersuchung werden die in der Erhebung „Statistische Erhebungen der Wasserversorgung Schweiz 2000“ aufgeführten Gemeinden ausgewählt, die den 14 von W&P untersuchten Kantonen und zusätzlich dem Kanton St. Gallen angehören. Für den Kanton Appenzell Innerrhoden sind jedoch keine Daten vorhanden.

Mithilfe der Verbrauchszahlen für Haushaltungen pro Gemeinde und der ebenfalls angegebenen Einwohnerzahl lässt sich der durchschnittliche Wasserverbrauch pro Person und Jahr einer Gemeinde feststellen. In allen Gemeinden schliessen die Verbräuche der Haushaltungen die Verbräuche des Kleingewerbes mit ein. In der Annahme, dass die Anteile des Kleingewerbes in den Gemeinden nicht massgeblich variieren, wurden die Daten hinsichtlich dieses Anteils nicht korrigiert, d.h. alle Werte beinhalten auch die Wasserverbräuche des Kleingewerbes.

Vergleich der durchschnittlichen Wasserverbräuche pro Kanton mit der EKZ

Anschliessend wurde der durchschnittliche Wasserverbrauch der Gemeinden desselben Kantons berechnet und mit der entsprechenden EKZ verglichen.

Da in den Kantonen Schaffhausen, Basel und Neuenburg Daten von weniger als 4 Gemeinden oder weniger als 50'000 Einwohnern zur Verfügung standen, wurden diese Kantone in einem zweiten Schritt aus dem Vergleich ausgeschlossen, um stabilere Werte zu erhalten.

8.3 Ergebnisse der Untersuchung

8.3.1 Mittlere Wasserverbräuche der Kantone

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt[38].

Kanton	EKZ[2)] [MJ/m² a]	Wasserverbrauch [m³/Einwohner a]	Anzahl Gemeinden	Anzahl Einwohner
TG	307	68	11	93'176
SG	342	80	12	83'406
AG	353	76	20	157'151
SH[1)]	363	82	2	4'704
ZH	370	75	38	782'605
BE	404	73	24	376'071
BL[1)]	405	72	3	22'914
SO	412	73	8	58'348
VS	413	104	5	77'324
FR	421	94	4	57'033
NE[1)]	473	69	2	46'879
VD	499	98	10	319'378
TI	555	99	9	78'886

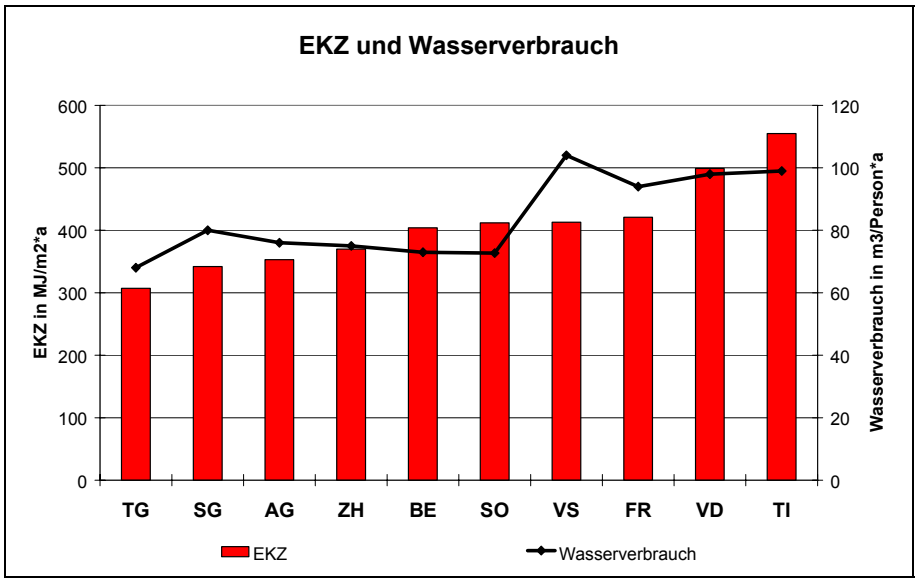
1) Diese Kantone wurden nicht weiter in den Vergleich einbezogen, da die Datenmenge für stabile Werte zu gering ist.

2) Daten gemäss Untersuchung W&P und „Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen von Neubauten im Kanton St. Gallen, 2001

Tabelle 20: EKZ und durchschnittliche Wasserverbräuche pro Einwohner für das Jahr 2000.

In nachfolgender Figur werden die Ergebnisse anhand einer grafischen Darstellung verdeutlicht.

38 Die detaillierte Übersicht der Ergebnisse pro Gemeinde ist in Anhang 6 dargestellt.



Bei den nicht aufgeführten Kantonen sind für fundierte Aussagen zu wenige kommunale Wasserversorgungen statistisch erfasst.

Figur 21: Vergleich von EKZ und Wasserverbrauch pro Person und Jahr

Ähnlicher Anstieg von Wasserverbrauch und EKZ

Die Figur zeigt, dass das Niveau des Wasserverbrauchs in Kantonen mit hohen EKZ höher ist als in Kantonen mit tiefen EKZ. Den tiefsten Wasserverbrauch hat der Kanton TG, der gleichzeitig auch die tiefste mittlere EKZ aufweist.

Die Wasserverbräuche für die Kantone St. Gallen, Aargau, Zürich, Bern und Solothurn bewegen sich in einer ähnlichen Grössenordnung nämlich zwischen 73 und 80 m^3 pro EinwohnerIn und Jahr während die EKZ Werte von 342 bis 412 MJ/m^2 a einnehmen. Der Unterschied zum Kanton Thurgau als Kanton mit dem tiefsten Wasserverbrauch beträgt im Mittel ca. 13%.

Die Kantone Wallis, Fribourg, Waadt und Tessin weisen deutlich höhere Wasserverbräuche auf, die zwischen 94 und 104 m^3 /EinwohnerIn und Jahr liegen. Die Werte für die EKZ sind dagegen nur bei den Kantonen Waadt und Wallis in einem deutlich höheren Bereich und betragen 499 MJ/m^2a bzw. 555 MJ/m^2a. Der Unterschied zum Kanton Thurgau beträgt hier im Mittel ca. 45%.

8.3.2 Einfluss des (Warm)Wasserverbrauchs auf die EKZ

Die Standardwerte des Energieverbrauchs für die Warmwasseraufbereitung liegen gemäss SIA 380/1 bei 50 (EFH) bzw. 75 (MFH) MJ/m^{2}a. Geht man von einer Verteilung von 80% MFH und 20% EFH (wie W&P) aus, so ergibt sich ein mittlerer Wert von 55 MJ/m^{2}a. Geht man davon aus, dass bei einem höheren Wasserverbrauch der Warmwasserverbrauch in einem ähnlichen Verhältnis ansteigt, lässt sich daraus der Anteil des Mehrenergiebedarfs für die Warmwasseraufbereitung errechnen.

10 bis 30 MJ/m^{2}a Mehrenergiebedarf für die Warmwasseraufbereitung

Für die Kantone mit einem mittleren Mehrwasserverbrauch von 18% ergibt sich ein Mehrenergiebedarf für die Warmwasseraufbereitung von 10 MJ/m^{2}a, für die Kantone mit einem mittleren Mehrverbrauch von 45% ergibt sich ein Mehrenergiebedarf von 30 MJ/m^{2}a. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Kanton	EKZ[1)] [MJ/m^{2}a]	Δ EKZ zu EKZ TG [MJ/m^{2}a]	Einfluss Warmwasserverbrauch [MJ/m^{2}a]	Einfluss anderer Faktoren [MJ/m^{2}a]
TG	307	0	0	0
SG	342	35	10	25
AG	353	46	10	36
SH*	363	56	10	46
ZH	370	63	10	53
BE	404	97	10	87
SO	412	105	10	95
VS	413	106	30	76
FR	421	114	30	84
VD	499	192	30	162
TI	555	248	30	218

1) Daten gemäss Untersuchung W&P und „Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen von Neubauten im Kanton St. Gallen, 2001

Tabelle 21: Einfluss des Warmwasserverbrauchs auf die EKZ.

Mehrenergiebedarf auch beim Lüften und Heizen

Wir gehen davon aus, dass die Höhe des (Warm)Wasserverbrauchs indikativ auf das mehr oder weniger energiesparfreundliche Verhalten der BewohnerInnen hinweist. Das bedeutet, dass die EinwohnerInnen von Gemeinden oder Kantonen mit hohen Verbrauchszahlen bei-

spielsweise auch beim Lüften und Heizen weniger sparsam sind, als EinwohnerInnen mit tiefen Wasserverbräuchen.

8.4 Fazit

1. Die Wasserverbräuche von Haushalten korrelieren relativ gut mit den EKZ.

2. Der Wasserverbrauch ist ein relativ guter Indikator für das BewohnerInnenverhalten hinsichtlich Energiesparfreundlichkeit.

3. Unter der Annahme, dass der Warmwasserverbrauch in gleichem Masse ansteigt wie der Gesamtwasserverbrauch, beträgt der Mehrenergiebedarf für die Warmwasseraufbereitung durch den unterschiedlichen Wasserbedarf 10 bis 30 MJ/m^2a.

4. In Haushalten mit hohem Wasserverbrauch kann davon ausgegangen werden, dass auch hinsichtlich Lüftungsverhalten und Raumtemperatur ein Mehrenergieverbrauch für Wärme besteht.

9 Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse

Direkte Einflussgrössen							
Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
Baustandard							
unterschiedlichen Baustandard (Gebäudehülle).	In den Kantonen VD und TG wird unterschiedlich gebaut. Die wärmetechnischen Unterschiede sind auf die gesetzlichen Anforderungen zurückzuführen. (VD/TG). Im Kanton TG werden deutlich mehr Doppeleinfamilienhäuser und Reihenhäuser gebaut als im Kt. VD.				X	X	
unterschiedliche Qualität der Bauausführung (Gebäudehülle).	Es können in den Kantonen VD und TG keine Unterschiede in der Bauausführung festgestellt werden. Die Nachprüfung ist generell schwierig. (VD/TG)				X		
Unterschiede bei der Haustechnik (Systeme für Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung).	Es bestehen Unterschiede zwischen VD und TG: - 1/3 der Gebäude im VD haben Zusatzenergieträger (9 Holz, 1 Sonnenkollektor), im TG nur 1 Sonnenkollektor - Im Kanton VD haben 20% der Gebäude Einzelraumsteuerung, im TG 65%				X	X	
unterschiedliche Ausführungsqualität bei der Haustechnik.	Es bestehen Unterschiede zwischen VD und TG: - Vereinzelt nicht isolierte Leitungen im Heizraum im VD - Fehlende Armaturen im VD, VHKA-Messeinrichtungen nur in rund 50%, TG keine Mängel				X		
Benutzerverhalten							
die Belegung der Bauten	Aus der unterschiedlichen Belegung der Bauten können keine Rückschlüsse auf den Energieverbrauch gezogen werden. (VD/TG, NE) Daten zur Belegung wurden bei W&P nicht erhoben (W&P).				X		

Direkte Einflussgrössen							
Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
unterschiedliches Lüftungsverhalten	Die Einschätzungen der BenutzerInnen zum Lüftungsverhalten sind mit Vorsicht zu geniessen. Tendenziell wird im VD länger gelüftet als im TG. (VD/TG). Daten zum Lüftungsverhalten wurden bei W&P nicht erhoben				X		
unterschiedlichen Warmwasserbedarf	Daten zum Warmwasserverbrauch liegen keine vor. Es bestehen erhebliche Unterschiede beim (Kalt!)Wasserverbrauch zwischen den Kantonen (VD/TG). Der Wasserverbrauch ist im Kanton VD 32% höher als im Kanton TG. Zusammen mit der höheren Warmwassertemperatur im Kanton VD liegt der höhere Energiebedarf gegenüber TG bei rund 30 MJ/m^{2}a				X		
	Warmwassertemperatur Boiler im TG 55°, VD 60°				X		
	Der mittlere kantonale (Kalt)Wasserbedarf pro EinwohnerIn korreliert auch in den übrigen Kantonen relativ gut mit der EKZ.						X
unterschiedliche Raumtemperaturen	Es bestehen keine regionalen Unterschiede in der Raumtemperatur (VD/TG). Innerhalb der Kantone ist ein Zusammenhang zwischen Energiebedarf und bevorzugter Raumtemperatur erkennbar. (30 MJ/m^{2}a für 2°C)				X	X	
Systematik Untersuchung W&P							
die von W&P gewählte Methodik. Dazu gehört							
- die Ausreisserbereinigung oder andere Filtrierung der Daten	Die Ausreisserbereinigung hat keinen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse. Ohne Ausreisserbereinigung würden die Unterschiede zwischen den Kantonen tendenziell erhöht.		X				
- das Generieren mehr als einer EKZ pro Gebäude bei mehrjährigen Datenperioden	Weder die absolute Höhe noch die Rangreihenfolge der Kantone ändert wesentlich bei einer Elimination der mehrjährigen Datenperioden. Die EKZ in einem Gebäude ist relativ stabil.		X				

Direkte Einflussgrössen							
Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
- die Klimanormierung	Die vorgenommene Klimanormierung hat einen Einfluss auf die Ergebnisse: - Die Berücksichtigung des Warmwassers bei der Klimakorrektur führt generell zu überhöhten EKZ. Die Differenzen sind in vor allem in den „warmen“ Kantonen TI, VD, BL erheblich und liegen zwischen 20 und 40 MJ/m^{2}a. - Die Abweichungen zwischen den Standorten der Bauten und den zugehörigen Klimastationen aufgrund der Höhendifferenz sind für die einzelnen Objekte relevant. Sie gleichen sich jedoch über die untersuchten Kantonen TI und AG jeweils aus. Die grundlegenden Aussagen des Berichtes W&P (grosse Unterschiede, Ost-West-Gefälle) werden durch eine verbesserte Klimanormierung jedoch nicht wesentlich verändert.		X				
- Annahme bezüglich Zuschlägen für Warmwasserverbrauch	Der Zuschlag für Warmwasser von 25% bei Bauten mit Angaben zur EKZ_{RH} ist leicht zu hoch. Die Annahmen beeinflussen die Ergebnisse nur unwesentlich.		X				
den Einfluss der Bauaustrocknung.	Die Resultate zeigen, dass die Bauaustrocknung keinen systematischen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie W&P hat.		X				
durch eine Charakterisierung von Bauten mit hohen oder tiefen EKZ. Zwischen Gebäuden mit hohen Energiekennzahlen und Gebäuden mit tiefen Energiekennzahlen bestehen systematische Unterschiede bezüglich Gebäudetyp, Energieträger oder Standort.	Die Bauten mit hohen oder tiefen EKZ unterscheiden sich nicht systematisch voneinander. Bei jedem Gebäudetyp bestehen Bauten mit sehr hohen und sehr tiefen EKZ.		X				

Direkte Einflussgrössen							
Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
Energieträger							
einen unterschiedlichen Anteil von mit Erdgas oder Öl beheizten oder mit Fernwärme versorgten Gebäuden.	Wenn man den Einfluss der energieeffizienteren Energieträger Fernwärme (EKZ bezieht sich auf Nutzenergie) und Erdgas (Kondensationskessel) eliminiert, nehmen die EKZ der Kantone TG, AG, BL, NE und VD um rund 10 MJ/m^2a zu, bei den restlichen Kantonen sind die Zunahmen geringer.		X			X	

Indirekte Einflussgrössen

Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
Ökonomische Rahmenbedingungen							
die Energiepreise	Die Energiepreise sind in allen Kantonen mehr oder weniger identisch und auf einem vergleichbar tiefen Niveau. Die Energiepreise haben keinen Einfluss auf die Unterschiede zwischen den Kantonen.						
ein unterschiedliches Verhältnis der Eigentumsstruktur. - Von SelbstbewohnerInnen erstellte Gebäude weisen eine tiefere EKZ auf als kommerzielle Investitionsobjekte.	Zwischen dem Anteil der Eigentumswohnungen und der EKZ besteht kein systematischer Zusammenhang. (Sekundär) Dieses Ergebnis ist methodisch aber dürftig abgestützt. Bei den EigentümerInnen ist nicht bekannt ob sie das Haus auch selbst gebaut haben.		X		X		
unterschiedliche Baulandpreise. - In Gegenden mit hohen Landpreisen stehen günstigere Bauten mit einer höheren EKZ.	Zwischen der Höhe der Baulandpreise und der EKZ besteht kein systematischer Zusammenhang (Sekundär)		X				
Ausbildung, Information							
die Bauherrenkompetenz. - Die Bauherrschaften in den einzelnen Kantonen haben ein unterschiedliches Know-how bezüglich Energieeffizienz. - Die Bauherrschaften in den einzelnen Kantonen geben unterschiedliche Vorgaben bezüglich Energieeffizienz.	Es bestehen keine Untersuchungen und Aussagen zu Bauherrenkompetenz und –vorgaben. Die bestehenden Beratungsangebote wurden von den InvestorInnen nicht wahrgenommen (VD/TG)	X			X		
das unterschiedliche Know-how der ArchitektInnen	Es bestehen keine Untersuchungen zum Know-how ArchitektInnen. Mit Ausnahmen schätzen Kantone mit einer hohen Energiekennzahl das Know-how der ArchitektInnen als unterdurchschnittlich ein. Das Kursangebot für Fachleute wird in diesen Kantonen tendenziell als durchschnittlich oder unterdurchschnittlich eingeschätzt. (Synopse)			X			

Indirekte Einflussgrössen

Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
das unterschiedliche Know-how der Haustechnikplaner	Es bestehen keine Untersuchungen zum Know-how der Haustechnikplaner. Mit Ausnahmen schätzen Kantone mit einer hohen Energiekennzahl das Know-how der Haustechnikfachleute als unterdurchschnittlich ein. Das Kursangebot für Fachleute wird in diesen Kantonen tendenziell als durchschnittlich oder unterdurchschnittlich eingeschätzt. (Synopse)			X			
Vollzug							
unterschiedliche Vollzugsmodelle	Ein Zusammenhang zwischen Vollzugsmodell (kommunal, kommunal/privat und zentral) und Höhe der EKZ besteht nicht.	X		X			
eine unterschiedliche Vollzugsqualität - Regelmässige Ausführungskontrollen auf der Baustelle werden nur in Kantonen mit tiefen EKZ durchgeführt	Die Projektkontrollen werden von fast allen Kantonen als durchschnittlich bis überdurchschnittlich beurteilt. In Kantonen mit einer hohen Energiekennzahl wird die Ausführungskontrolle tendenziell als unterdurchschnittlich beurteilt.	X		X	X		
- Regelmässige Projektkontrollen werden in allen Kantonen durchgeführt		X		X			
unterschiedliche Vollzugsressourcen - Gebäude in kleinen Gemeinden weisen wegen dem geringeren professionellen Niveau der Bauverwaltung gegenüber grösseren Gemeinden Bauten mit höherer EKZ auf. (nur Kantone mit kommunalem Vollzug)	Gebäude in Gemeinden mit weniger als 2000 EinwohnerInnen verfügen über eine höhere EKZ (20 MJ/m^{2}a) als grössere Gemeinden.		X				

Indirekte Einflussgrössen

Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
unterschiedliche Vollzugsunterstützung durch die Kantone.	Kantone die über einen Vollzugsordner/Energieordner verfügen, ihre Vollzugsorgane durchschnittlich bis überdurchschnittlich betreuen und Kurse für ihre Vollzugsorgane anbieten verfügen über eine mittlere bis tiefe EKZ. (Synopse)			X			
Gesetzliche Anforderungen							
unterschiedlichen Vollzugsgrad bei der VHKA. - Kantone mit hohem Vollzugsgrad haben eine tiefere EKZ.	Der Vollzug der VHKA bei wurde mit einer Ausnahme in allen Kantonen vollzogen. Der Kanton ohne VHKA – Vollzug verfügt über eine eher hohe EKZ.			X	X		
unterschiedliche Anforderungen an den Wärmeschutz der Bauten - Kantone mit Musterverordnung 92 haben tiefere EKZ als Kantone mit SIA 180/1	Der Zusammenhang zwischen gesetzlichen Anforderungen und EKZ ist offensichtlich. Kantone mit 380/1 gegenüber 180/ haben eine deutlich tiefere EKZ (Synopse). Der Verbesserung bei Einführung von SIA 380/1 (Grenzwerte) gegenüber 180/1 beträgt 80 MJ/m^{2}a. (NE) Der theoretischen Unterschied zwischen einem Gebäude im TG (MVO 92) gegenüber einem Gebäude im VD (180/1) beträgt 110 MJ/m^{2}a.			X	X	X	
Weitere energiepolitische Massnahmen							
unterschiedlichen Aufwand für Förderbeiträge	Gebäude mit Förderbeiträgen für erneuerbare Energien sind nicht im Datensample enthalten, weil Bauten mit Sonnenkollektoren, Wärmepumpen etc. aus methodischen Gründen ausgeschlossen wurden. (Sekundäranalyse)			X	X		
unterschiedlichen Aufwand für Pilot- und Demonstrationsanlagen	Gebäude mit Förderbeiträgen für erneuerbare Energien sind nicht im Datensample enthalten, weil Bauten mit Sonnenkollektoren, Wärmepumpen etc. aus methodischen Gründen ausgeschlossen wurden. (Sekundäranalyse)			X			

Indirekte Einflussgrössen

Untersuchungshypothesen: Die unterschiedlichen Energiekennzahlen in den Kantonen lassen sich erklären durch	**Ergebnisse:**	Literatur	Sekundär	Synopse	VD/TG	NE	Wasser
unterschiedlichen Aufwand für Ausbildung	Ein überdurchschnittliches Kursangebot für Fachleute haben nur Kantone mit einer EKZ im „vorderen“ Mittelfeld. Ein unterdurchschnittliches Kursangebot bestand in je einem Kanton mit hoher und tiefer EKZ. (Synopse)			X			

10 Synthese: Können wir die Unterschiede erklären?

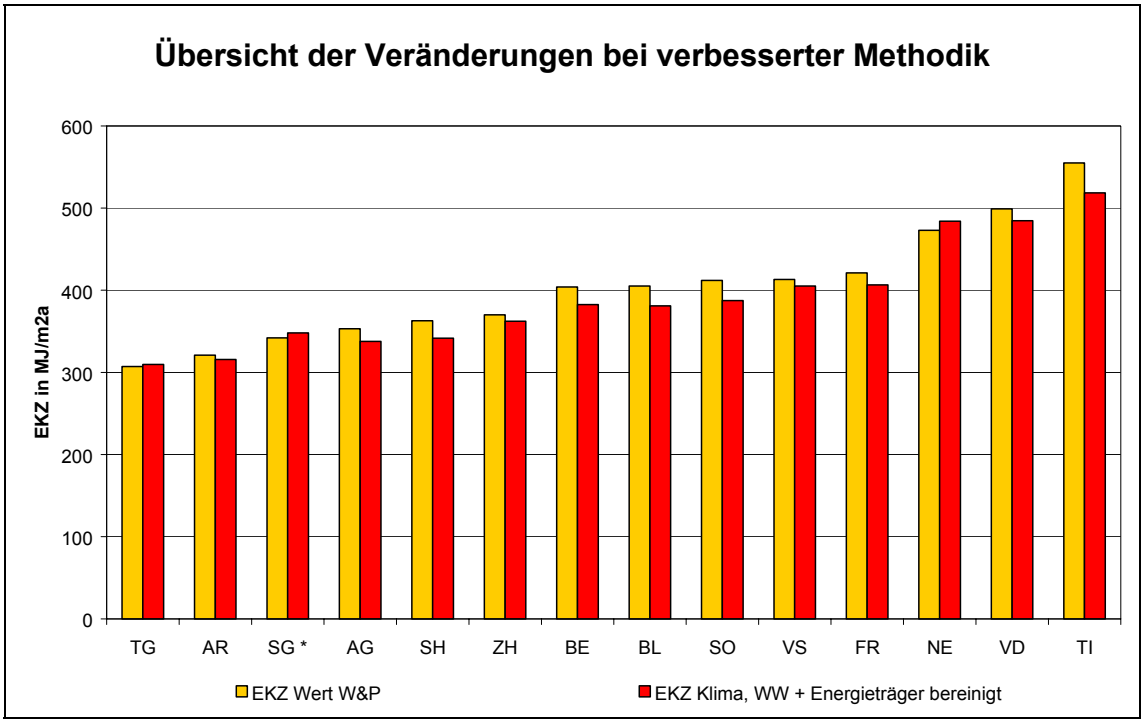
10.1 Einflüsse der Methodik

Methodische Vereinfachungen beeinflussen Ergebnis

Die von Wüest&Partner getroffenen Annahmen und Vereinfachungen beeinflussen die Ergebnisse. Die Werte des Kantons Tessin sinken um knapp 10%, die Rangreihenfolge im Mittelfeld ändert leicht. Nachfolgende Figur gibt einen Überblick der einzelnen Korrekturen. Für die weiteren Analysen haben wir auch den Einfluss der unterschiedlichen Energieträger mit einbezogen.

Kanton	**EKZ W&P** Ursprünglicher Wert	**Neue Klimakorrektur**	**Einfluss Energieträger**	**Einfluss Schätzung Warmwasser**	**EKZ neu** Klima, WW + Energieträger bereinigt	**Veränderung**
TG	307	-6	10	-1	310	0.9%
AR	321	-1	3	-7	316	-1.6%
SG *	342		6		348	1.8%
AG	353	-11	10	-14	338	-4.3%
SH	363	-11	6	-16	342	-5.9%
ZH	370	-9	8	-7	362	-2.1%
BE	404	-10	5	-16	383	-5.3%
BL	405	-23	10	-11	381	-5.9%
SO	412	-11	5	-19	387	-6.0%
VS	413	-11	5	-2	405	-1.9%
FR	421	-10	3	-8	406	-3.5%
NE	473	2	11	-2	484	2.3%
VD	499	-22	10	-2	485	-2.9%
TI	555	-39	5	-2	519	-6.6%

Tabelle 22: Übersicht der Veränderungen bei einer verbesserten Methodik.



Beim Kanton SG liegen nicht alle Grundlagen für eine vollständige Analyse der Einflussfaktoren vor.

Figur 22: Übersicht des Einflusses der methodischen Faktoren. Die grossen Unterschiede zwischen den Kantonen bleiben bestehen, die Rangreihenfolge ändert unwesentlich.

10.2 Was wir wissen

Zahlreiche neue Erkenntnisse gewonnen

Wir haben mit den Fallstudien zahlreiche neue Erkenntnisse zum Energieverbrauch von Gebäuden und den einzelnen Einflussfaktoren des Energieverbrauchs gewonnen. Die Unterschiede der EKZ innerhalb der Kantone sind erstaunlich und sollten bezüglich der Energiepolitik der Kantone weiter analysiert und ausgewertet werden. Wir konzentrieren uns im Folgenden auf die Erkenntnisse, die zur Klärung der Unterschiede der EKZ beitragen.

Modellannahmen stimmen recht gut mit Ergebnissen überein

Die Modellannahmen zu den Einflussfaktoren, die Einschätzungen der Leiter der Energiefachstellen und die Ergebnisse der Fallstudien stimmen recht gut überein. Die wichtigsten Erklärungen für die unterschiedlichen EKZ sind nachfolgend aufgeführt. Sie können jedoch nur in Ausnahmefällen fundiert quantifiziert werden:

1. **Die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz**.
   Die gesetzlichen Anforderungen bestimmen den Baustandard im Wesentlichen. Die Unterschiede zwischen SIA 180/1 und SIA 380/1 bzw. MVO 92 betragen rund 80 MJ/m^{2}a bzw. 110 MJ/m^{2}a und sind damit bedeutend.

2. **Das Benutzerverhalten**
   Es bestehen regionale Unterschiede beim Benutzerverhalten. Im Kanton VD wird gegenüber dem Kanton TG deutlich mehr gelüftet und rund 30% mehr (Kalt)Wasser pro Person verbraucht. Die Boilertemperatur ist auf 60° gegenüber 55° im Kanton TG eingestellt. Der Kaltwasserverbrauch hat sich als recht zuverlässiger Indikator für die EKZ eines Gebäudes erwiesen. Der Unterschied zwischen VD und TG beträgt beim Warmwasser ca. 30 MJ/m^{2}a. Bei den übrigen Kantonen zeigt sich analog den EKZ ein deutliches Ost-West bzw. Ost-Süd – Gefälle.

3. **Haustechnik**
   Die gesetzlichen Anforderungen bei der Haustechnik werden regional unterschiedlich erfüllt. Im Kanton VD fehlen oft Warmwassermesseinrichtungen, Messeinrichtungen für die VHKA in MFH und Isolationen im Heizungsraum. Im Kanton TG wurden bei keinem Gebäude Mängel festgestellt.

4. **Methodik Klimakorrektur**
   Die Klimakorrektur hat erhebliche Auswirkungen auf die Resultate. Wir vermuten in den gebirgigen Kantonen VS, FR und BE noch Veränderungen bei einer verbesserten Normierung (Abweichungen Standort Gebäude und Klimastation). Die Hauptaussagen des Berichtes W&P (grosse Unterschiede, Ost-West-Gefälle) ändern dadurch aber nicht.

5. **Die Betreuung der Vollzugsorgane**
   Ein Zusammenhang zwischen „Betreuungsintensität“ der Vollzugsorgane (Kurse, Betreuung, Vollzugshilfsmittel) sowie Unterstützung der Planer (Vollzugsordner) und der EKZ ist ersichtlich.

6. **Vollzug Wärmeschutz**
   Sämtliche untersuchten Gebäude halten die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz bei den Bauteilen gegen das Aussenklima ein. Unterschiede bestehen bei der Dämmung gegen das Erdreich und gegen unbeheizte Räume im Innern des Gebäudes. Im Kanton TG ist der Dämmperimeter bei rund 2/3 der

Bauten vollständig geschlossen und eine Isolation gegen unbeheizt setzt sich auch im Innern des Gebäudes durch. Im Kanton VD ist dies in der Regel nicht der Fall.

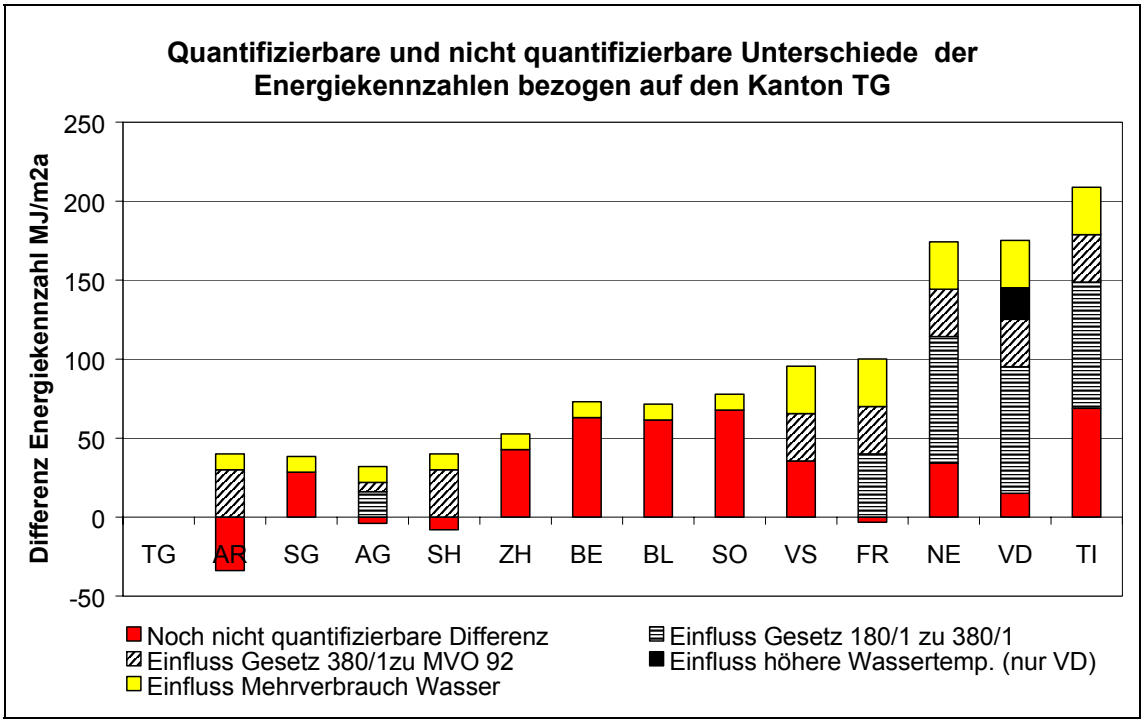
Ausbildungsstand

Der Ausbildungsstand der lokalen Fachleute wird durch die Leiter der Energiefachstellen unterschiedlich beurteilt. Es sind Parallelen zur Energiekennzahl ersichtlich. Im Kanton Tessin werden auch der Einfluss der sprachlichen Schwierigkeiten bei den schweizerischen Weiterbildungsangeboten sowie die daraus resultierende Orientierung Richtung Mailand hingewiesen.

Unterschiede innerhalb der Kantone erschreckend hoch

Erstaunlich sind auch die grossen Unterschiede der EKZ innerhalb der Kantone, bei welchen zwischen Gebäuden mit tiefen und hohen Werten ein Faktor 3 (!) liegt (bei einem MINERGIE-Gebäude sogar um einen Faktor 10...). Diese sind vor allem auf das Benutzerverhalten zurückzuführen und korrelieren relativ gut mit dem Wasserverbrauch pro Person. Ob auch erhebliche Unterschiede beim Energiebedarf für die Lufterneuerung (Lüftungsverhalten) bestehen wissen wir nicht.

Wir können die Unterschiede wie folgt quantifizieren:



Negative Werte bedeuten, dass die theoretisch „erklärten“ Unterschiede grösser sind die vorhandenen Differenzen bei der EKZ.

Bei den Kantonen AG, VS und FR wurden Annahmen bezüglich des Anteils der Gebäude mit unterschiedlichen gesetzlichen Anforderungen getroffen. Vergleiche Kapitel 5.3.

Beim Kanton SG ist der Ausgangswert unvollständig korrigiert (gemäss Figur 22)

Beim Kanton AR ergibt sich eine negative Differenz zum Kanton TG. Es ist zu beachten, dass sich die Resultate auf wenige ausgewertete Gebäude beziehen.

Figur 23: Quantifizierbare und nichtquantifizierbare Unterschiede der EKZ bezogen auf die Differenz zum Kanton TG. Ausgangslage sind die um die methodischen Abweichungen (Klimakorrektur, Anteil WW, Energieträger) bereinigten EKZ.

In den Kantonen des „Mittelfeldes“ (ZH, BE, BL, VS) mit ähnlichen gesetzlichen Grundlagen und einer ähnlichen energiepolitischen Strategie können die Unterschiede zum Kanton TG noch nicht detailliert erklärt werden.

10.3 Was wir nicht wissen

Vergleichswerte zu nicht detailliert untersuchten Kantonen fehlen

Viele Ergebnisse beruhen auf der Fallstudie VD/TG. Wir können feststellen, dass Unterschiede zwischen den beiden Kantonen vorliegen und einige dieser Auswirkungen quantifizierbar sind. Wir wissen jedoch nicht, wie die entsprechenden Vergleichswerte für die übrigen Kantone sind.

Lücken

Bei folgenden relevanten Einflussgrössen bestehen Lücken:

Benutzerverhalten:
Wir haben keine verlässlichen Kenntnisse über den Einfluss des Lüftungsverhaltens auf die EKZ und wir kennen den Zusammenhang zwischen Wasserverbrauch, Warmwasserverbrauch und dafür benötigter Energie nicht. Bei Gebäuden mit hoher Energiekennzahl ist nicht bekannt, ob sie auf das Lüftungsverhalten oder den Warmwasserverbrauch zurückzuführen ist.

Bauweise:
Im Kanton TG werden deutlich mehr Doppel-EFH und Reihen-EFH erstellt als im Kanton VD. Dieser Unterschied in der Bauweise hat einen Einfluss auf die EKZ. In der Arbeit W&P ist diese Eigenschaft der Bauten nicht ausgewertet worden. Es lassen sich aus anderen bestehenden Quellen keine Vergleichszahlen zu diesem Einflussfaktor generieren.

Haustechnik:
Es bestehen zahlreiche Unterschiede bei der Haustechnik zwischen VD und TG. Diese Unterschiede wurden nicht quantifiziert, uns sind keine entsprechenden Grundlagen aus der Forschung bekannt.

Ausbildungsstand ArchitektInnen und PlanerInnen
Die ArchitektInnen und HaustechnikplanerInnen sind die wichtigsten Marktmittler. Wir haben ausser der persönlichen Einschätzung der Energiefachstellen keine objektiven Beurteilungskriterien über den Ausbildungsstand bei diesen Fachleuten.

11 Empfehlungen

Bisher vernachlässigte Massnahmenbereiche erhalten neuen Stellenwert

Mit der vorliegenden Arbeit lassen sich Rückschlüsse auf die Stärken und Schwächen der kantonalen Energiepolitik der 90er Jahre im Bereich der Neubauten ziehen. Wie bei jeder Erfolgskontrolle können daraus Optimierungsmassnahmen abgeleitet werden. Einige der aufgezeigten Defizite sind bekannt, Korrekturmassnahmen sind teilweise bereits eingeleitet oder umgesetzt. Einige bisher vernachlässigte Massnahmenbereiche müssen aufgrund der Ergebnisse jedoch zusätzlich angepackt werden.

Zugrunde gelegte Strategie

Zur Senkung der EKZ in Neubauten gehen wir von folgender Strategie aus:

3. Elimination von Gebäuden mit hohen EKZ innerhalb der Kantone (oberer Teil der Streuung reduzieren).

4. Senkung des durchschnittlichen Niveaus der Neubauten.

Die Umsetzung dieser Strategien bedingt nachfolgende Massnahmen bzw. Massnahmenkorrekturen der Energiepolitik von Kantonen, Bund und Fachverbänden:

a) Einfluss des BenutzerInnenverhaltens reduzieren

Grosser Einfluss des BenutzerInnenverhaltens

Der Einfluss des BenutzerInnenverhaltens ist gross. Es besteht eine erhebliche Differenz innerhalb eines Kantons (Gebäude mit hoher und tiefer EKZ) und zwischen den Kantonen (Gefälle mittlere EKZ zwischen Ost und West/Süd).

Verhalten nicht mit gesetzlichen Vorgaben beeinflussbar

Der Einfluss des BenutzerInnenverhaltens ist auf die bevorzugte Raumtemperatur, den Warmwasserbedarf (Belegung der Objekte, Bedarf pro Person) sowie das Lüftungsverhalten zurückzuführen. Diese Aspekte können nicht mit gesetzlichen Vorgaben beeinflusst werden. Deshalb sind im Wesentlichen nur zwei unterschiedliche Massnahmentypen für die Reduktion des Energiebedarfs denkbar:

- Sensibilisierungs- und Informationskampagnen für einen bewussteren Umgang mit Energie
- Technische Massnahmen zur Reduktion
  - des Energiebedarfs für Lüftung und
  - des Wasserbedarfs sowie des Energiebedarfs für dessen Aufbereitung und Verteilung

Sensibilisierung

Sensibilisierungs- und Informationskampagnen zum Thema des rationellen Energieeinsatzes sind wichtig. Sie tragen zu einer Verhaltensänderung bei und fördern die Akzeptanz von gesetzlichen Vorschriften.

Technische Massnahmen

Die technischen Massnahmen sind bezüglich Umfang und Dauer der Wirkung wichtiger. Während im Bereich des Energiebedarfs für Lüftung zumindest bei Neubauten mit Komfortlüftungen (bzw. MINERGIE-Standard) eine immer öfter eingesetzte Technologie existiert, bestehen bei den technischen Massnahmen zur Reduktion des Wasserverbrauchs und des Energiebedarfs für dessen Aufbereitung und Verteilung Mängel.

Wassersparende Armaturen

Die Schwankungen und die absolute Höhe des Energiebedarfs für Warmwasser sind vor allem den fehlenden Einsatz von wassersparenden Armaturen sowie der suboptimalen Systemwahl bei der Warmwasserversorgung [39] zurückzuführen.

Empfehlung 1:

Der Einfluss des BenutzerInnenverhaltens auf den Energieverbrauch ist zu reduzieren.

- Bund und Kantone fördern den vermehrten Einsatz von Komfortlüftungen durch Massnahmen zur freiwilligen Realisierung des MINERGIE-Standards.
- Die Kantone passen mittelfristig die gesetzlichen Anforderungen auf das Niveau Minergie an.
- Bund, Kantone und Fachverbände fördern den vermehrten Einsatz von wassersparenden Armaturen durch Motivation und Information der Bauherrschaften, Labelling von Wasserarmaturen und Ausbildung der Fachleute.

39 Beachte auch Empfehlung 3

b) Gesetzliche Anforderungen schrittweise und möglichst koordiniert an den Stand der Technik anpassen

Gesetzliche Vorgaben wichtigster Grund für kantonale Unterschiede

Die gesetzlichen Anforderungen haben einen erheblichen Einfluss auf die EKZ der Neubauten. Der Wechsel von SIA 180/1 auf 380/1 hat eine markante Verbesserung gebracht. Eine weitere Anpassung an den Stand der Technik (Modul 2 Mustervorschriften, mittelfristig Niveau MINERGIE) trägt zur Senkung der mittleren EKZ bei.

Vollzugsbetreuung weiterführen

Der Vollzug der Wärmeschutzanforderungen funktioniert in den meisten Kantonen gut, bei der Haustechnik sind eher Defizite sichtbar. Eine Verbesserung des Vollzugs ist vor allem durch ein verstärktes Coaching der Vollzugsbehörden oder durch die Regionalisierung von Vollzugsaufgaben möglich. Bei der Anpassung der gesetzlichen Grundlagen ist das Coaching der Vollzugsbehörden von grosser Bedeutung und für das Tempo der Adaption neuer Vorschriften durch den Markt entscheidend.

Empfehlung 2:

Die Kantone passen die gesetzlichen Anforderungen schrittweise und möglichst koordiniert an den jeweils aktuellen Stand der Technik an:

- Kurzfristig ist das Modul 2 der Mustervorschriften der Kantone (MuKEn) einzuführen.
- In den nächsten Jahren sind die Anforderungen mindestens bei den Neubauten auf das Niveau MINERGIE anzupassen.

Das Coaching der Vollzugsbehörden ist in Kantonen mit Defiziten im Vollzug zu verstärken. Bei einer Anpassung der gesetzlichen Anforderungen sind die Vollzugsbehörden vertieft zu betreuen.

c) Impulsprogramm Warmwasser lancieren

Warmwasser wird energieverbrauchsbestimmende Grösse

Der Anteil des Energiebedarfs für Warmwasser ist bei den Gebäuden wegen den Wärmedämmanforderungen und Komfortlüftungen steigend und wird bei der absehbaren technischen Entwicklung zur verbrauchsbestimmenden Grösse für den Energiebedarf eines Gebäudes.

Kenntnislücken

Im Bereich des Energiebedarfs für Warmwasser in Gebäuden bestehen erhebliche Kenntnislücken. Diese betreffen sowohl den Verbrauch als auch die Bereitstellung von Warmwasser. Namentlich zu beachten sind:

- Kenntnisse zur optimalen Systemwahl für Warmwassererzeugung und -bereitstellung sowie –verteilung abhängig vom Gebäudetyp und primären Energieversorgungssystems
- Gründe des hohen Energiebedarfes bei Bauten mit sehr hoher EKZ, (Verwendungszweck, Verteilverluste und Aufbereitung des Warmwassers oder Energiebedarf für Lüftung)
- Einfluss unterschiedlicher Armaturen auf den Warmwasserbedarf
- Umsetzungsmassnahmen zur Reduktion des Energiebedarfes für Warmwasser

Anteil Energiebedarf Warmwasser am Gesamtgebäude steigend

Der Anteil des Energiebedarfs für Warmwasser ist bei den Gebäuden aufgrund der grösseren Wärmedämmanforderungen und dem Einsatz von Komfortlüftungen steigend. Die Forschung, insbesondere die Fachhochschulen, sind gefordert, damit die bestehenden Kenntnislücken möglichst schnell geschlossen werden können.

Empfehlung 3:

Bund und Kantone lancieren ein Impulsprogramm Warmwasser. Dieses beinhaltet

- das Schliessen bestehender Kenntnislücken (Optimale Systemwahl für unterschiedliche Gebäude- und Siedlungstypen, Ursachen der besonders hohen Energiekennzahlen bei Neubauten, Einfluss der Armaturen und anderer Systemkomponenten),
- das Vermitteln des neuesten Wissens an die Fachleute aus Planung und Installation,
- freiwillige und allenfalls gesetzliche Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz des Warmwassers bei Neubauten und bestehenden Bauten.

d) Ausbildungsstand der Fachleute überprüfen und allfällige Ausbildungslücken schliessen

Fachleute sind Marktmittler

Die Fachleute aus Architektur und Haustechnik sind wichtige Marktmittler bei Neu- und Umbauten. Sie sind eine deutlich kleinere Zielgruppe als die Bauherrschaft, von welchen die meisten nur einmal im Leben ein Häuschen bauen.

Regional unterschiedliche Einschätzung

Die Einschätzung zum Know-how und Ausbildungsstand der Fachleute durch die Energiefachstellen ist regional unterschiedlich. Es bestehen jedoch keine Erhebungen, die die bestehenden Kenntnisse bzw. Ausbildungslücken aufzeigen.

Empfehlung 4:

Der Bund evaluiert in Zusammenarbeit mit den Kantonen und Fachverbänden den regional unterschiedlichen Ausbildungsstand der Fachleute aus Architektur und Haustechnik. Die Gründe allfälliger Defizite sind zu bestimmen und Massnahmen zur Schliessung der Ausbildungslücken zu entwickeln und umzusetzen.

e) Monitoring Gebäudebereich aufbauen

Fehlendes Monitoring

Mit der Erhebung der EKZ wurden die Energieverbrauchswerte, abgesehen von Auswertungen in einzelnen Kantonen, zum ersten Mal systematisch erhoben und vergleichend ausgewertet. Die Ergebnisse sind teilweise erstaunlich und für die weitere Ausrichtung der Energiepolitik der Kantone wertvoll. Ein regelmässiges Monitoring des Gebäudebereichs, sowohl bei Neu- wie Umbauten, erlaubt eine kontinuierliche Erfolgskontrolle.

Empfehlung 5:

Der Bund erarbeitet in Zusammenarbeit mit den Kantonen ein Monitoring des Gebäudebereiches, das Neu- und Umbauten umfasst.

f) Vertiefte Analyse in einzelnen Kantonen gemäss Fallstudie VD/TG durchführen

Zusätzliche Kenntnisse für die Kantone nur mit analoger Fallstudie erreichbar

Die Unterschiede in einzelnen Kantonen konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht abschliessend geklärt werden. Beispielsweise sind die Unterschiede des Mittelfeldes (u.a. ZH, BL, BE, SO) zum Kanton TG mehrheitlich unklar geblieben.

Für die Analyse dieser Unterschiede empfehlen wir eine Untersuchung analog der Fallstudie in Kapitel 7, bei welcher gleichzeitig die Unterschiede und die wichtigsten Parameter des BenutzerInnenverhaltens und des Baustandards erhoben werden.

Empfehlung 6:

Kantone, die die Gründe ihrer EKZ vertieft analysieren wollen, führen mit Vorteil eine Untersuchung analog der Fallstudie VD/TG durch.

g) Detailanalyse von Bauten mit besonders hoher EKZ durchführen

Warum ist EKZ bei einzelnen Bauten so hoch?

Die Gebäude mit den teilweise erschreckend hohen EKZ in den Kantonen VD und TG wurden nicht weiter analysiert. Die Installation von einfachen Messvorrichtungen würde weitere Erkenntnisse liefern. Es ist beispielsweise unklar, welchen Anteil das Lüftungsverhalten und der Warmwasserbedarf am Energiebedarf von Bauten mit hoher EKZ haben.

Empfehlung 7:

Die Ursachen von Gebäuden mit besonders hoher EKZ sind vertieft zu analysieren.

Anhang

A-1 Literaturverzeichnis

BFE 1992-1999: Stand der Energiepolitik in den Kantonen, Konferenz kantonaler Energiedirektoren, Jahresbände 1992-1999, Bern.

econcept 2002 Erhebung der EKZ im Kanton Zürich, i.A. AWEL Abt. Energie, Zürich 2002

econcept 2003a Erklärung Unterschiede EKZ bei Neubauten, Fallstudie NE, **eco**ncept i.A. BFE, Zürich 2003

econcept 2003b Erklärung Unterschiede EKZ bei Neubauten, Fallstudie VD/TG, **eco**ncept i.A. BFE, Zürich 2003

econcept 2003c Optimierung Energievollzug und Anwendung der SIA-Normen Gebäude, **eco**ncept i.A. BFE, (noch nicht veröffentlicht)

Indikatoren 1998: Indikatoren zur kantonalen Energiepolitik, Support, im Auftrag der kant. Energiefachstellen und des BFE, 1998.

Kanton Thurgau 2002 Energieordner Kanton Thurgau, Frauenfeld 2002

Kanton Waadt 2001 Extraits de la Loi du 4 Décembre 1985 sur l'Aménagement du Territoire et les Conctructions (LATC) et Extraits du Règlement du 19 Septembre 1986 d'Application de la Loi du 4 Décembre 1985 sur l'Aménagement du Territoire et les Constructions (RATC), Lausanne 2001

SVGW 2002 Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz, Schweiz. Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, Zürich 2000

SIA 180/1 Nachweis des mittleren k-Wertes der Gebäudehülle, SIA Norm 180/1, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich, 1988

SIA 180 Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau, SIA Norm 180, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich, 1999

SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau, SIA Norm 380/1, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich, 2001

Wüest&Partner 2000 Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten in 13 Kantonen, Wüest&Partner i.A. BFE, Bern 2000

Wüest&Partner 2001 Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen in Neubauten im Kanton St. Gallen, Wüest&Partner i.A. Amt für Umweltschutz St. Gallen, 2001

Wüest&Partner 2002 Sekundäranalyse der Studie „Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten in 13 Kantonen“, Wüest&Partner i.A. **e c o** n c e p t und BFE, Zürich 2002

A-2 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
EBF	Energiebezugsfläche
EFH	Einfamilienhaus
EKZ	Energiekennzahl (Definition siehe Seite 31)
EKZ_{RH}	Teilenergiekennzahl für Raumheizung
EKZ_{W}	Energiekennzahl Wärme: Umfasst den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in MJ/m^2a
EKZ_{WW}	Teilenergiekennzahl für Warmwasser
HGT	Heizgradtage, jeweils bezogen auf 12°/20°
HGT_{eff}	Heizgradtage der betreffenden Klimastation
HGT_{SMA}	langjähriges Mittel der Heizgradtage der Station Zürich SMA (3717)
MFH	Mehrfamilienhaus
MJ	Megajoule
Qh	Heizenergiebedarf in MJ/m^2a gemäss SIA 380/1
W&P	Wüest&Partner AG
WW	Warmwasser
ZFH	Zweifamilienhaus

A-3 Fallstudie Vergleich kantonale Energiepolitik

A-3.1 Gesprächsleitfaden Interview Energiefachstellen

1. Gesetzliche Anforderungen für Neubauten

Welche gesetzlichen Anforderungen für Neubauten galten zwischen 1990 und heute in den nachfolgenden Bereichen (bezüglich Norm und Grenzwert)?

- Wärmeschutz,
- VHKA: Wann wurde die VHKA-Pflicht bei Neubauten eingeführt? Wie war der Vollzugsgrad in den Jahren 1994 bis 1998?
- Warmwassererzeugung (MuKEn Modul 2).

Gab bzw. gibt es weitere für die Fragestellung relevante Vorschriften?

2. Vollzug und Betreuung der Vollzugsorgane

Wurde seit 1990 das Vollzugssystem gewechselt?

Welche Hilfsmittel stehen den Vollzugsorganen zur Verfügung? Wie unterstützt der Kanton die Gemeinden beim dezentralen Vollzug (Unterlagen, Coaching, Ausbildung)? Wie beurteilen Sie den Ausbildungsstand der Vollzugsorgane (Zeitraum 1990 – heute)?

Wie beurteilen Sie den Vollzug bei Neubauten? Wo bestehen Mängel? Wurden seit 1990 wichtige Änderungen vorgenommen?

Werden bzw. wurden Ausführungskontrollen durchgeführt? Wenn ja, in welchem Ausmass? Wie wurde bei Beanstandungen vorgegangen? Wie aufwändig war das Verfahren bei Beanstandungen?

3. Aus- u. Weiterbildung der Fachleute (Architektur, Haustechnik)

In welchen Fachbereichen wurden seit 1990 Kurse durchgeführt? Können Sie Aussagen machen über die Anzahl Kurse, Themen sowie Teilnehmende? Wurden Kurse zusammen mit anderen Kantonen veranstaltet?

Wie aktiv wurden Aus- und Weiterbildungskurse von Dritten veranstaltet (Fachverbände, Fachhochschulen)?

Wie beurteilen Sie aus der Sicht der Energiefachstelle den Ausbildungsstand der Fachleute Mitte der 90er Jahre?

4. Information/Kommunikation

Wie aktiv waren die Energieberatungsstellen in ihrem Kanton (1990 – heute)? Wie wurde das Angebot wahrgenommen?

Gab es neben den Energieberatungsstellen weitere Informationsmöglichkeiten für private Bauherren?

5. Fördermassnahmen

Welche Massnahmen wurden bei Neubauten zwischen 1990 und 1998 gefördert, die in der Untersuchung von Wüest und Partner enthalten sind? Welche Anreize ein Gebäude mit niedrigem Energieverbrauch zu erstellen, bestanden (Ausnützungsziffer, Sondernutzungen, Steuererleichtungen)? Wie beurteilen Sie die Wirkung dieser Anreize?

Welche Massnahmen wurden zwischen 1990 und 1998 gefördert die zu einem Ausschluss aus der Untersuchung von Wüest u. Partner führten (z.B: Sonnenkollektoren, Wärmepumpen, Holzenergie)?

6. Finanzielle und personelle Ressourcen

Welche personelle Ressourcen hatte die Energiefachstelle zur Verfügung? (Stellenprozente Energiefachstelle, Entwicklung 1990 bis heute). Gab es für bestimmte Aufgaben Unterstützung aus anderen Fachstellen, Ämtern?

Welche finanziellen Mittel standen zur Verfügung? Wie wurden diese Mittel verteilt? (totale Mittel seit 1990 und Aufteilung der Mittel auf Massnahmenbereiche)

7. Persönliche Einschätzung der Gründe der Ergebnisse W&P

Welches sind aus Ihrer Sicht die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Energiekennzahl von Neubauten?

Welches sind aus Ihrer Sicht die Gründe für die im Bericht Wüest und Partner dargestellte kantonale EKZ bei Neubauten bezgl.

a) Einreihung gegenüber anderen Kantonen?
b) Verteilung der einzelnen Bauten? *(siehe Auszug aus Bericht Wüest u. Partner)*

Welches waren für Sie die wichtigsten energiepolitischen Massnahmen, welche die Energiekennzahlen (Resultat der Studie Wüest u. Partner) beeinflusst haben?

Welche zusätzlichen Massnahmen erachten Sie als sinnvoll, um das Resultat zu verbessern?

8. Anliegen für Untersuchung

Haben Sie persönliche Anliegen für die weitere Untersuchung?

A-4 Fallstudie Einfluss gesetzlicher Grundlagen (Längsschnitt Kanton NE)

A-4.1 Begleitbrief Befragung

A-4.2 Fragebogen

A-4.3 Daten der ausgewerteten Objekte

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

DÉPARTEMENT DE LA GESTION DU TERRITOIRE
SERVICE DE L'ÉNERGIE

Neuchâtel, le 29 novembre 2002

N/ réf. : P:\01-440\Schlussdokumente\440_be_Schlussbericht def.doc
Affaire traitée par : **G. Oreiller**

«titre»
«nom» «prénom»
«représentant»
«adresse»
«no_p» «localité»

Qualité thermique de l'enveloppe de votre bâtiment
Article cadastral: «parc», commune de «COMMUNE»

«titre»

Une bonne qualité thermique de l'enveloppe d'un bâtiment a une influence positive directe sur les coûts de chauffage et le respect des normes officielles en la matière en donne la garantie.

Vous êtes propriétaire d'un bâtiment réalisé après la mise en application de l'Arrêté cantonal concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment (AURE), du 23 décembre 1996. Grâce aux dispositions prévues par cet arrêté, votre immeuble a dû répondre à des critères précis concernant le choix des isolants thermiques (type, épaisseur) et la qualité des vitrages.

Pour le canton de Neuchâtel, cette législation n'était pas un luxe. En effet, une enquête, réalisée dans treize cantons par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) pour des bâtiments neufs ayant fait l'objet d'un permis de construire entre 1993 et 1996, plaçait notre canton en onzième position, avec un indice de dépense d'énergie (IDE) de 473 MJ/m2an (ou 13 litres de mazout par m2 et par année), alors que la moyenne pour les 13 cantons s'établissait à 393 MJ/m2an et que le meilleur canton affichait 307 MJ/m2an.

Le hasard du calendrier a voulu que AURE soit mis en application peu de temps après la période de relevés mentionnée ci-dessus, permettant de bien marquer "l'avant et l'après" AURE. Cette opportunité de vérifier l'efficacité et le bien fondé des dispositions légales n'a pas échappé à l'OFEN, qui a décidé de lancer une étude spécifique au canton de Neuchâtel, pour les bâtiments mis en exploitation entre 1998 et 2000. Cette mission a été confiée au bureau econcept.

Cette étude ne peut être menée à bien sans votre précieuse collaboration. C'est la raison pour laquelle nous vous prions de bien vouloir compléter le document annexé, qui sera traité en toute confidentialité, et le retourner jusqu'au 20 novembre 2002.

Avec nos remerciements anticipés, nous vous prions d'agréer, «titre», l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Service cantonal de l'énergie

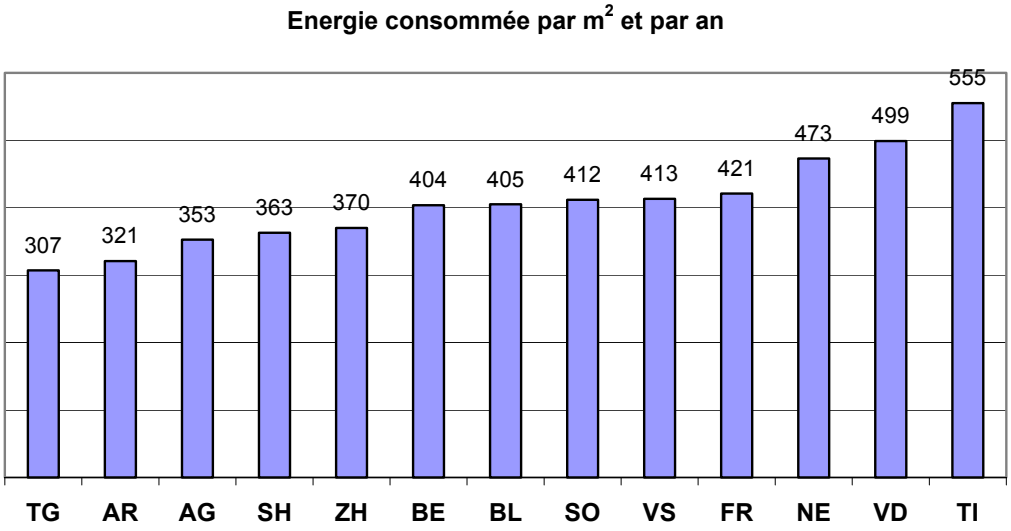
PS:
- Si vous n'êtes plus propriétaire du bâtiment concerné, merci de mentionner le nom et l'adresse du nouveau propriétaire sur la présente et de retourner le tout .
- Si vous n'avez jamais été propriétaire de ce bâtiment, veuillez considérer cet envoi comme non avenu et le retourner en mentionnant "non propriétaire" sur la présente. Merci.

Annexes : questionnaire et enveloppe-réponse timbrée

ENQUETE RELATIVE A LA QUALITE THERMIQUE DES BATIMENTS

1 Introduction

Une enquête, réalisée dans treize cantons par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), pour des bâtiments neufs ayant fait l'objet d'un permis de construire entre 1993 et 1996, affichait les résultats suivant *(473 MJ/m² et par an correspondent à environ 13 litres de mazout par m² et an)*:



Notre canton se retrouvait ainsi en onzième position. Depuis, la réglementation cantonale a évolué et les bâtiments construits après 1996 ont dû répondre à une meilleure qualité thermique.
La présente enquête a pour but de vérifier l'efficacité et le bien fondé des nouvelles dispositions légales. En collaborant à sa réalisation, vous nous aidez à mesurer l'efficacité des mesures prises dans le but de garantir aux propriétaires – et aux locataires - une bonne qualité thermique des immeubles.

2 Marche à suivre

Le présent questionnaire a pour objectif de définir l'indice de consommation d'énergie de votre immeuble (indice de dépense énergétique). Pour le déterminer, il faut connaître plus particulièrement

- le type de combustible utilisé (mazout, gaz, bois, chauffage à distance, …),
- la quantité consommée durant une période définie (définie sur la base des livraisons effectuées, ou des factures de gaz ou d'énergie, avec les dates correspondantes).

Un indice de dépense d'énergie se réfère à la surface chauffée. Cette valeur figure déjà sur le dossier déposé lors de la demande de permis de construire.

Si l'immeuble comprend plusieurs installations de chauffage indépendantes, prière de remplir un questionnaire par installation.
L'ensemble des données sera traité dans la plus grande confidentialité; seule la moyenne des valeurs fera l'objet d'analyse et de rapport, sans aucune mention de nom de société, de propriétaire ou de locataire.
Des indications complémentaires figurent dans le questionnaire. En cas de difficulté, n'hésitez pas à appeler Gervais Oreiller, Service cantonal de l'énergie, tél. 032 889 67 20.

Merci de bien vouloir retourner ce document au moyen de l'enveloppe annexée jusqu'au 20 décembre 2002

3 Identification du bâtiment

Compléter les rubriques nécessaires et cocher ce qui convient: ☒

1)	**Personne de contact:**	.....
2)	**Rue, n°:** **NPA/Localité:** **N° de tél.:** **E-mail:**	....
3)	**No d'article cadastral:** **Rue, n°:** **Code postal, lieu:**	....
4)	**Type de bâtiment [1]:**	❑ **Villa individuelle** ❑ **Immeuble locatif** ❑ **Villa jumelée/chaînette** ❑ **Autre** ❑ **… avec bureaux/ateliers/etc.**
5)	**Habité à titre de:**	❑ Locataire ❑ Propriétaire ❑ Propriétaire d'étage
6)	**Statut de la personne remplissant ce question-naire:**	❑ Propriétaire ❑ Locataire ❑ Gérant(e) ❑ Concierge
7)	**Habité (et chauffé) dès:**	Mois: ……. ❑ 1998 ❑ 1999 ❑ 2000
8)	**Si non habité : état actuel [1]:**	❑ en phase de construction ❑ planifié, mais réalisation reportée à une date ultérieure ❑ ne sera certainement pas réalisé

[1] S'il s'agit d'un type de bâtiment "Autre" ou "…avec bureaux/ateliers/etc." (point 4) ou si le bâtiment n'est pas habité (point 8), cochez la case correspondante et retournez le questionnaire sans autre information.

4 Agent énergétique et/ou mode de chauffage utilisé

Plusieurs réponses possibles. Ne pas tenir compte des chauffages d'agrément (cheminées).

9)	**Agent et/ou mode [2]**	**4.1 Utilisation pour chauffage**		
		exclusive [3]	***prioritaire***	***occasionnelle***
a	**Mazout**	❑	❑	❑
b	**Gaz**	❑	❑	❑
c	**Chaleur à distance**	❑	❑	❑
d	**Pompe à chaleur**	❑	❑	❑
e	**Electricité**	❑	❑	❑
f	**Energie solaire**	❑	❑	❑
g	**Bois**	❑	❑	❑
h	**Autre:** **.....**	❑	❑	❑

[2] *Si vous n'utilisez que les agents ou mode d) à h), cochez la case correspondante* et retournez le questionnaire sans autre information.

[3] *exclusive: sans recours à d'autre agent ou mode*

10)	Agent et/ou mode	4.2 Production d'eau chaude sanitaire		
		combinée avec chauffage	*Toujours séparée*	*Seulement séparée en été*
a	Mazout	❑	❑	❑
b	Gaz	❑	❑	❑
c	Chaleur à distance	❑	❑	❑
d	Pompe à chaleur	❑	❑	❑
e	Electricité	❑	❑	❑
f	Energie solaire	❑	❑	❑
g	Bois	❑	❑	❑
h	Autre:	❑	❑	❑

11) Que pour bâtiment locatif:

L'immeuble ou le groupe d'immeubles est-il chauffé par plusieurs installations ?

❑ Non ❑ Oui: veuillez remplir un questionnaire par installation. Merci.

5 Energie consommée

Si des capteurs solaires assurent le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, veuillez compléter aussi le point 5.3.

Veuillez indiquez les consommations d'énergie depuis l'emménagement dans l'immeuble (No 1) et, pour la mazout, mentionnez le volum e actuel en stock dans la citerne.

5.1 Mazout (litres)		
No	Date livraison	Quantité livrée
1	.....	..... litres
2	.....	..... litres
3	.....	..... litres
4	.....	..... litres
5	.....	..... litres
6	.....	..... litres
❤	**En stock :**	..... litres

5.2 Gaz (❑ m^3) ou chaleur à distance (❑ kWh)[4)]	
Période	Quantité consommée
.....	.....m^3 ou ....kWh
.....	.....m^3 ou ....kWh
.....	.....m^3 ou ....kWh
.....	.....m^3 ou ....kWh
.....	.....m^3 ou ....kWh
.....	.....m^3 ou ....kWh

[4)] *Cocher ce qu'il convient*

5.3 Préchauffage de l'eau chaude sanitaire par capteurs solaires

Si des capteurs solaires assurent le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, veuillez indiquer:

Surface des capteurs :..... m^2

6 Occupation des locaux

Les données ci-dessous se rapportent à l'ensemble des éléments bénéficiant de l'énergie de chauffage mentionnée au chapitre 5.

❑ **Villa individuelle, jumelée ou en chaînette**	
Nombre total de personnes occupant le volume chauffé:	Nombre de personnes: .....

❑ **Maison locative**	
Nombre d'appartements aménagés dans le volume chauffé:	Nombre d'appartements:.....
Nombre total de personnes occupant ces appartements durant la période de chauffage considérée *(estimation)*:	Nombre de personnes: …….....
Nombre d'appartements inoccupés durant la période de chauffage considérée *(estimation)*:	Nombre d'appartements:.....

7 Comportement des résidants

❑ **Villa individuelle, jumelée ou en chaînette**	
Quelle température préférez-vous?	❑ 17-18 ºC ❑ 19-20 ºC ❑ 21-22 ºC ❑ 23-24 ºC ❑ ne sais pas
Comment jugez-vous l'importance des mesures visant à économiser l'énergie ?	❑ très importantes ❑ importantes ❑ peu importantes ❑ pas importantes
Que faites-vous dans le but d'économiser l'énergie? 1- 2 exemples	....

❑ **Maison locative**	
Avez-vous participé à un cours concierges consacré à la méthode de suivi énergétique d'un immeuble?	❑ oui ❑ non
Comment jugez-vous l'importance des mesures visant à économiser l'énergie ?	❑ très importantes ❑ importantes ❑ peu importantes ❑ pas importantes
Quelle(s) mesure(s) d'économie d'énergie avez-vous mis en oeuvre?	....
Le chauffage de l'immeuble fait-il l'objet de critiques de la part des résidants? Si oui, quelle critique?	❑ pas de critique ❑ trop chaud ❑ trop froid
Des critiques sont-elles émises concernant d'autres aspects énergétiques (par exemple température de l'eau chaude)?	....
Les appartements sont-ils équipés d'un système de mesure de l'énergie consommée pour le chauffage?	❑ oui ❑ non
Le décompte des frais de chauffage se fait-il sur la base de ces mesures? **Si non, pourquoi?**	❑ **oui** ❑ **non** ....

Merci pour votre précieuse collaboration. Veuillez retourner ce document, dûment complété, au moyen de l'enveloppe ci-jointe, jusqu'au 20 décembre 2002. Si vous désirez recevoir le résultat de l'enquête (caractéristique de votre immeuble et situation par rapport à la moyenne neuchâteloise) veuillez cocher ici : ❑.

Fallstudie Neuenburg: Ausgewählte Daten der ausgewerteten Objekte

No.	ID	Lieu (Objet)	Type de bâtiment	Jahr Bau-gesuch	Haupt-energieträger	Energie-verbrauch in MJ	EBF (m2)	Dauer Periode in Jahren	HGT effektiv in Periode	Altitude	Klimastation	EKZ klimanormiert in MJ/m2a, Methode W&P	EKZ klimanormiert in MJ/m2a Methode econcept	Belegung der Bauten
1	190	Montmollin	Immeuble locatif	1999	Mazout	160'473	333	1.1	3'542	752	Neuchâtel	490	433	
2	154	Neuchâtel	Immeuble locatif	1999	Gaz	911'383	1081	3.0	9'067	487	Neuchâtel	329	329	
3	95		Villa individuelle	2000	Gaz	57'589	187	0.7	2'088	487	Neuchâtel	514	514	4
4	181	Saules	Villa individuelle	2000	Mazout	78'980	266	0.9	2'391	750	Neuchâtel	427	375	5
5	47	Savagnier	Villa individuelle	1999	Mazout	35'900	171	0.7	2'418	760	La Chaux-de-Fonds	312	348	3
6	186	Colombier	Villa individuelle	2000	Gaz	70'355	177	1.0	2'990	476	Neuchâtel	470	473	5
7	183	Montzillon	Villa individuelle	2000	Mazout	125'255	391	1.0	2'992	817	Neuchâtel	378	322	2
8	148	Colombier	Villa individuelle	2000	Gaz	77'242	173	1.4	3'273	476	Neuchâtel	458	460	4
9	163	Buttes	Villa individuelle	2000	Gaz	84'128	238	0.9	3'566	740	La Chaux-de-Fonds	373	417	1
10	112	Cressier	Villa individuelle	2000	Mazout	84'042	138	1.1	3'583	436	Neuchâtel	610	623	2
11	45		Villa individuelle	2000	Mazout	156'991	198	1.5	3'794	450	Neuchâtel	713	725	4
12	159	Cressier	Villa individuelle	2000	Mazout	130'425	168	1.6	3'901	420	Neuchâtel	676	697	3
13	43	Wavre	Villa individuelle	2000	Mazout	128'466	209	1.7	4'095	450	Neuchâtel	512	520	4
14	38		Villa individuelle	1999	Chaleur à distance	66'218	228	0.9	4'352	764	La Chaux-de-Fonds	265	292	2
15	62	La Brévine	Villa individuelle	2000	Mazout	61'030	220	1.0	4'577	1006	La Chaux-de-Fonds	236	237	3
16	156	Les Ponts-de-Martel	Villa individuelle	1999	Mazout	136'420	196	1.1	4'871	990	La Chaux-de-Fonds	559	566	3
17	126	Les Geneveys-sur-Coffrane	Villa individuelle	1999	Mazout	163'094	280	1.9	5'107	840	Neuchâtel	397	333	6
18	153	Bevaix	Villa individuelle	2000	Gaz	102'549	230	1.8	5'158	450	Neuchâtel	302	307	6
19	78	Villiers	Villa individuelle	2000	Mazout	143'456	199	1.2	5'279	773	La Chaux-de-Fonds	529	582	4

No.	ID	Lieu (Objet)	Type de bâtiment	Jahr Bau-gesuch	Haupt-energieträger	Energie-verbrauch in MJ	EBF (m2)	Dauer Periode in Jahren	HGT effektiv in Periode	Altitude	Klimastation	EKZ klimanormiert in MJ/m2a, Methode W&P	EKZ klimanormiert in MJ/m2a Methode econcept	Belegung der Bauten	Bevor-zugte Raum-temperatur	Wichtigkeit Energie-Sparen
20	42	Le Locle	Villa individuelle	1998	Gaz	81'728	185	1.2	5'429	950	La Chaux-de-Fonds	315	324	4	19-20	très importantes
21	72	Les Ponts-de-Martel	Villa individuelle	2000	Mazout	83'360	111	1.3	5'443	990	La Chaux-de-Fonds	530	536	2	21-22	importantes
22	49	Travers	Villa individuelle	2000	Mazout	111'290	263	1.3	5'456	748	La Chaux-de-Fonds	296	329	2	19-22	très importantes
23	1	La Chaux-de-Fonds	Villa individuelle	2000	Mazout	114'018	260	1.2	5'825	1000	La Chaux-de-Fonds	300	302	4	21-22°C	très importantes
24	81	Cormondrèche	Villa individuelle	1999	Gaz	205'358	231	2.2	5'966	525	Neuchâtel	518	509	2	23-24	très importantes
25	20	Les Geneveys-sur-Coffrane	Villa individuelle	1999	Gaz	126'446	170	2.1	6'248	830	Neuchâtel	421	357	4	19-20	très importantes
26	137	Neuchâtel	Villa individuelle	1998	Gaz	144'666	188	2.1	6'264	487	Neuchâtel	436	436	4	19-20	importantes
27	3	Chézard	Villa individuelle	2000	Mazout	107'700	174	1.6	6'350	764	La Chaux-de-Fonds	370	409	4	21-22	très importantes
28	128	Chez-le-Bart	Villa individuelle	1999	Mazout	231'220	357	2.2	6'648	517	Neuchâtel	346	342	5	19-20	très importantes
29	119	St. Blaise	Villa individuelle	1999	Mazout	394'577	303	2.4	6'655	500	Neuchâtel	681	677	4	21-22	très importantes
30	59	Bevaix	Villa individuelle	2000	Mazout	127'445	168	2.5	6'657	500	Neuchâtel	394	392	2	19-20	très importantes
31	96	Auvernier	Villa individuelle	1999	Mazout	197'450	126	2.4	6'657	450	Neuchâtel	817	831	4	21-22	très importantes
32	134	Hauterive	Villa individuelle	1999	Mazout	189'480	175	2.7	6'950	540	Neuchâtel	536	523	4	19-20	très importantes
33	118	Savagnier	Villa individuelle	2000	Mazout	145'072	155	1.7	7'102	750	La Chaux-de-Fonds	504	560	5	17-20	très importantes
34	19	Boudevilliers	Villa individuelle	1999	Mazout	96'535	195	2.2	7'106	750	Neuchâtel	252	222	3	21-22	très importantes
35	8	Hauterive	Villa individuelle	1999	Mazout	211'343	260	2.3	7'129	540	Neuchâtel	408	398	6	21-22	importantes
36	16	Le Landeron	Villa individuelle	2000	Mazout	122'778	161.5	2.4	7'138	431	Neuchâtel	375	385	4	19-20	très importantes
37	56	Cornaux	Villa individuelle	1999	Mazout	181'439	220	2.7	7'358	450	Neuchâtel	388	394	4	21-22	importantes
38	124	Bôle	Villa individuelle	1999	Mazout	179'213	182	2.7	7'358	544	Neuchâtel	463	451	3	21-22	très importantes

No.	ID	Lieu (Objet)	Type de bâtiment	Jahr Bau-gesuch	Haupt-energieträger	Energie-verbrauch in MJ	EBF (m2)	Dauer Periode in Jahren	HGT effektiv in Periode	Altitude	Klimastation	EKZ klimanormiert in MJ/m2a, Methode W&P	EKZ klimanormiert in MJ/m2a Methode econcept	Belegung der Bauten	Bevor-zugte Raum-temperatur	Wichtigkeit Energie-Sparen
39	188	Les Geneveys-sur-Coffrane	Villa individuelle	1998	Gaz	193'860	175	2.7	7'488	830	Neuchâtel	515	434	5	21-22	très importantes
40	26	La Chaux-de-Fonds	Villa individuelle	1998	Mazout	171'602	194	1.9	7'874	1000	La Chaux-de-Fonds	429	432	5	21-22	importantes
41	29	Cortaillod	Villa individuelle	1999	Gaz	211'250	179	2.9	8'269	475	Neuchâtel	500	503	6	19-20	très importantes
42	89	Fleurier	Villa individuelle	2000	Mazout	101'382	167	2.0	8'287	777	La Chaux-de-Fonds	281	309	4	21-22	importantes
43	127	Savagnier	Villa individuelle	2000	Mazout	205'025	155	2.0	8'360	750	La Chaux-de-Fonds	608	676	4	19-20	importantes
44	120	Le Landeron	Villa individuelle	1998	Mazout	218'057	223	4.0	8'410	440	Neuchâtel	386	395	5	21-22	importantes
45	97	Le Locle	Villa individuelle	1999	Gaz	160'043	230	2.0	8'665	950	La Chaux-de-Fonds	311	320	4	19-20	très importantes
46	179	La Chaux-du-Milieu	Villa individuelle	1999	Mazout	141'446	245	2.1	8'863	950	La Chaux-de-Fonds	252	259	4	19-20	importantes
47	90	Bevaix	Villa individuelle	1999	Mazout	248'284	238	3.0	8'899	480	Neuchâtel	414	415	6	21-22	importantes
48	88	Boudevilliers	Villa individuelle	1999	Mazout	287'200	197	3.0	8'934	750	Neuchâtel	577	508	2	21-22	très importantes
49	161	Boudevilliers	Villa individuelle	1999	Mazout	253'131	170	3.0	8'934	757	Neuchâtel	589	517	4	19-20	importantes
50	67	Chézard	Villa individuelle	1999	Chaleur à distance	93'211	242	2.2	8'944	764	La Chaux-de-Fonds	163	180	5	19-20	importantes
51	113	Colombier	Villa individuelle	1999	Gaz	142'095	164	3.1	9'341	470	Neuchâtel	329	331	2	21-22	importantes
52	175	Les Geneveys-sur-Coffrane	Villa individuelle	1998	Gaz	231'293	232	3.4	9'358	613	Neuchâtel	370	349	6	21-22	très importantes
53	187	Cressier	Villa individuelle	1998	Mazout	157'529	182	3.1	9'549	430	Neuchâtel	322	331	4	19-20	très importantes
54	144	Savles	Villa individuelle	2000	Mazout	312'510	220	2.2	9'574	790	La Chaux-de-Fonds	572	625	3	21-22	peu importantes
55	149	La Chaux-de-Fonds	Villa individuelle	2000	Mazout	262'178	227	2.2	9'574	1000	La Chaux-de-Fonds	465	468	4	21-22	très importantes
56	65	Boudevilliers	Villa individuelle	1998	Mazout	361'441	268	3.3	9'725	750	Neuchâtel	490	432	3	19-20	importantes
57	68	Boudevilliers	Villa individuelle	1998	Mazout	226'170	238	3.3	9'725	750	Neuchâtel	345	304	4	21-22	importantes
58	80	Boudevilliers	Villa individuelle	1999	Mazout	218'990	140	3.2	9'725	745	Neuchâtel	569	503	4	19-20	très importantes
59	138	Chez-le-Bart	Villa individuelle	1998	Mazout	214'323	262	3.3	9'725	460	Neuchâtel	296	300	2	23-24	importantes
60	172	Montmollin	Villa individuelle	1998	Mazout	242'899	163	3.3	9'725	780	Neuchâtel	541	469	4	19-20	importantes
61	133	Cormondrèche	Villa individuelle	1998	Mazout	392'818	248	3.6	9'759	525	Neuchâtel	563	553	5	20-21	très importantes

No.	ID	Lieu (Objet)	Type de bâtiment	Jahr Bau-gesuch	Haupt-energieträger	Energie-verbrauch in MJ	EBF (m2)	Dauer Periode in Jahren	HGT effektiv in Periode	Altitude	Klimastation	EKZ klimanormiert in MJ/m2a, Methode W&P	EKZ klimanormiert in MJ/m2a Methode econcept	Belegung der Bauten	Bevor-zugte Raum-temperatur	Wichtigkeit Energie-Sparen
62	51	Villiers	Villa individuelle	2000	Mazout	95'510	212.1	2.5	9'842	773	La Chaux-de-Fonds	173	190	4	17-18	très importantes
63	164	Les Brenets	Villa individuelle	1999	Mazout	213'964	205	2.6	10'039	869	La Chaux-de-Fonds	391	416	2	19-20	importantes
64	14	Bevaix	Villa individuelle	1999	Mazout	194'399	216	3.2	10'148	550	Neuchâtel	319	310	4	21-22	très importantes
65	27	Les Brenets	Villa individuelle	1999	Mazout	231'555	190	2.6	10'335	860	La Chaux-de-Fonds	444	473	6	21-22	importantes
66	37	Vilars	Villa individuelle	1998	Mazout	212'349	129	2.7	10'684	740	Neuchâtel	582	520	5	19-20	très importantes
67	160	La Chaux-de-Fonds	Villa individuelle	1999	Mazout	202'368	211	2.7	10'980	1000	La Chaux-de-Fonds	331	333	5	19-20	importantes
68	41	Peseux	Villa individuelle	1998	Mazout	253'167	188	3.9	11'188	520	Neuchâtel	423	416	2	21-22	très importantes
69	92	Travers	Villa individuelle	1999	Gaz	218'010	226	2.8	11'795	790	La Chaux-de-Fonds	313	343	4	21-22	importantes
70	46	Bevaix	Villa individuelle	1998	Mazout	286'195	224	4.0	11'956	480	Neuchâtel	379	380	6	19-22	importantes
71	171	Cormondrèche	Villa individuelle	1998	Gaz	242'312	208	4.0	12'157	525	Neuchâtel	340	334	3	21-22	très importantes
72	105	Boudry	Villa individuelle	1998	Mazout	165'607	117	4.1	12'648	450	Neuchâtel	399	405	4	19-20	très importantes
73	34	Fenin	Villa individuelle	1998	Mazout	225'775	205	4.2	12'912	750	Neuchâtel	304	268	3	20-21	importantes
74	4	La Chaux-de-Fonds	Villa individuelle	1998	Gaz	455'590	250	3.0	12'935	1000	La Chaux-de-Fonds	544	548	3	19-20°C	très importantes
75	23	Wavre	Villa individuelle	1998	Mazout	309'243	300	4.2	12'945	450	Neuchâtel	283	288	5	19-20	importantes
76	184	Peseux	Villa individuelle	1998		120'116	209	4.2	13'129	520	Neuchâtel	157	154	5	19-20	très importantes
77	93	La Sagne	Villa individuelle	1998	Mazout	363'093	273	3.1	13'509	1060	La Chaux-de-Fonds	382	376	5	19-20	très importantes
78	50	Lignieres	Villa individuelle	1999	Mazout	228'575	231	3.1	13'637	800	La Chaux-de-Fonds	282	307	3	21-22	très importantes
79	82	Boveresse	Villa individuelle	1999	Mazout	191'239	177	3.1	13'701	735	La Chaux-de-Fonds	306	342	2	21-22	importantes
80	123	Le Locle	Villa individuelle	1998	Mazout	427'964	240	3.3	13'983	950	La Chaux-de-Fonds	490	504	4	21-22	très importantes
81	101	Chézard	Villa individuelle	1998	Mazout	198'455	158	3.3	13'986	770	La Chaux-de-Fonds	345	380	4	19-20	importantes

No.	ID	Lieu (Objet)	Type de bâtiment	Jahr Bau-gesuch	Haupt-energieträger	Energie-verbrauch in MJ	EBF (m2)	Dauer Periode in Jahren	HGT effektiv in Periode	Altitude	Klimastation	EKZ klimanormiert in MJ/m2a, Methode W&P	EKZ klimanormiert in MJ/m2a Methode econcept	Belegung der Bauten	Bevor-zugte Raum-temperatur	Wichtigkeit Energie-Sparen
82	102	Savagnier	Villa individuelle	1998	Mazout	266'773	155	3.5	14'183	750	La Chaux-de-Fonds	461	513	1	19-20	très importantes
83	35	Savagnier	Villa individuelle	1998	Mazout	230'801	162	3.5	14'195	750	La Chaux-de-Fonds	381	424	4	21-22	importantes
84	116	La Brévine	Villa individuelle	1998	Mazout	209'189	189	3.7	15'210	1006	La Chaux-de-Fonds	277	278	3	19-20	importantes
85	100	Savagnier	Villa individuelle	1998	Mazout	215'831	207	3.9	16'507	750	La Chaux-de-Fonds	243	270	4	19-20	importantes
86	94	La Brévine	Villa individuelle	1998	Mazout	209'548	187	4.0	16'951	1006	La Chaux-de-Fonds	255	256	3	19-20	importantes
87	36	La Côte-aux-Fées	Villa individuelle	1998	Mazout	278'907	198	4.0	17'284	1040	La Chaux-de-Fonds	315	312	5	19-20	importantes
88	109	La Chaux-de-Fonds	Villa individuelle	1998	Gaz	339'228	158	4.0	17'470	1000	La Chaux-de-Fonds	477	480	2	19-22	importantes
89	176	Savagnier	Villa individuelle	1998	Mazout	280'774	174	4.1	17'719	750	La Chaux-de-Fonds	353	392	5	21-22	importantes
90	131	Marin	Villa jumelée/ chaînette	2000	Gaz	45'544	627	0.8	2'042	450	Neuchâtel	123	125	3	21-22	importantes
91	85	Bôle	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	25'646	341	0.8	2'088	520	Neuchâtel	123	121	4	21-22	très importantes
92	150	Bôle	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	67'680	341	1.0	2'990	520	Neuchâtel	235	231	6	19-20	très importantes
93	7	Colombier	Villa jumelée/ chaînette	2000	Gaz	42'059	341	1.2	3'128	485	Neuchâtel	135	135	3	19-20	importantes
94	57	Bole	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	37'217	341	1.0	3'163	520	Neuchâtel	123	122	4	19-20	très importantes
95	13	Colombier	Villa jumelée/ chaînette	2000	Gaz	65'876	341	1.5	3'728	485	Neuchâtel	176	176	3	19-20	très importantes
96	55	Chézard	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	45'400	341	1.2	4'679	764	La Chaux-de-Fonds	106	118	3	19-20	très importantes
97	60	Bôle	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	44'532	341	1.8	5'158	520	Neuchâtel	88	87	3	19-20	très importantes
98	87	Chézard	Villa jumelée/ chaînette	2000	Chaleur à distance	83'038	341	1.3	6'008	764	La Chaux-de-Fonds	159	175	4	21-22	très importantes
99	114	Chézard	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	82'570	341	1.9	7'956	764	La Chaux-de-Fonds	116	129	4	19-20	importantes
100	143	Chézard	Villa jumelée/ chaînette	1999	Chaleur à distance	151'733	341	2.1	8'948	764	La Chaux-de-Fonds	192	212	3	21-22	très importantes
101	132	La Chaux-de-Fonds	Villa jumelée/ chaînette	1999	Mazout	207'430	202	2.4	9'322	1000	La Chaux-de-Fonds	416	419	4	19-20	importantes
102	106	La Chaux-de-Fonds	Villa jumelée/ chaînette	1999	Mazout	206'138	202	2.4	9'788	1000	La Chaux-de-Fonds	395	398	5	21-22	très importantes

A-5 Fallstudie Baustandard, Investoren- und BewohnerInnenverhalten (Querschnittvergleich Kantone VD/TG)

A-5.1 Fragebogen

Objektdaten aus dem Energienachweis

Objektidentifikation

Objektnummer		
Adresse: **Strasse, Nr.** **Ort**		
Gebäudeart	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
Bewohner	bei EFH: Mieter Eigentümer	bei MFH: Mieter Stockwerkeigentümer
Kontaktperson		
Adresse Konktakperson: **Strasse, Nr.** **Ort** **Tel.**		
Funktion Kontaktperson	Besitzer	Mieter Hauswart
Adresse Investor: **Name** **Strasse, Nr.** **Ort** **Tel.**		
Baubeginn		
Bezug	1999	

Daten aus dem Energienachweis (Soll-Zustand)

Kennzahlen

Nachweis gemäss	SIA 180/1 SIA 380/1 Einzelbauteile
Grenzwert Hg [MJ/m^{2}a]	
Heizenergiebedarf [MJ/m^{2}a]	
Energiebezugsfläche [m^2]	
Gebäudehüllfläche A [m^2] (Wände/Fenster, Dach, Boden gegen unbeheizt)	
Fensterfläche Af [m^2]	
Gebäudehüllziffer A/EBF	
Fensterflächenanteil Af/EBF	

Gebäudedaten gemäss Energienachweis

Entweder Angabe Bauteilkonstruktion gemäss Bauteilkatalog BFE oder Beschreibung. Bei einem mittleren k-Wert gemäss SIA 380/1 sind die einzelnen k-Werte den Berechnungsunterlagen zu entnehmen.

Bauteile	***Bauteil-Konstruktion***	***Beschreibung*** *(genaue Bezeichnung Wandaufbau, Isolation, Fabrikat oder Typ)*	***Isolations-dicke [cm]***	***k-Wert [W/m²K]***
Fassade				
Dach				
Fenster				
Boden gg. Aussen		Isolation: ja nein		
Boden gg. unbeheizt		Isolation: ja nein		
Boden gg. Erdreich		Isolation: ja nein		
Decke gg. unbeheizt		Isolation: ja nein		
Aussenwände gg. Erdreich		Isolation: ja nein		
Innenwände gg. unbeheizt		Isolation: ja nein		
Dämmperimeter	geschlossen	ja nein		

Objektbegehung (Ist-Zustand)

Gebäudehülle und EBF

Bauteile	*Konstruktion - Unterschiede zum Energienachweis*
Fassade	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Dach	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Fenster	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Boden gg. Aussen	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Boden gg. unbeheizt	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Boden gg. Erdreich	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Decke gg. unbeheizt	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Aussenwände gg. Erdreich	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:

Bauteile	***Konstruktion - Unterschiede zum Energienachweis***
Innenwände gg. unbeheizt	Unterschiede können nicht überprüft werden keine Unterschiede ersichtlich folgende Unterschiede konnten ermittelt werden:
Dämmperimeter geschlossen	ja nein
Wärmebrücken	viel normal wenig ***Bemerkungen:***
tatsächliche EBF[40] [m2] (falls Abweichungen vom Energienachweis ersichtlich)	
Gibt es nachträglich beheizte Räume?	ja nein

40 Definition EBF gemäss SIA 380/1 s. Anhang.

Haustechnik

		Daten gemäss Energienachweis	***Ist-Zustand (falls Abweichungen zum Energienachweis)***
Heizung	Energieträger	HEL Erdg. Ho Erdg. Hu Wärmepumpe Sonnenenergie	HEL Erdg. Ho Erdg. Hu Wärmepumpe Sonnenenergie
	Wärmeleistungsbedarf [kW]		
	installierte Leistung [kW]		
	Typenbezeichnung Kessel		
	Typenbezeichnung Brenner		
	Verteilung	Bodenheizung Radiator anderes:	Bodenheizung Radiator anderes:
	Steuerung	Einzelraumreg. Vorlauftemp. Aussentemp. Raumtemp.	Einzelraumreg. Vorlauftemp. Aussentemp. Raumtemp.
	sichtbare Mängel (z.B. fehlende Isolation)		
Warm-wasser	Energieträger	HEL Erdg. Ho Erdg. Hu elektrisch	HEL Erdg. Ho Erdg. Hu elektrisch
	Typenbezeichnung Boiler		
	Grösse Boiler [l]		
	Verteilung	Zirkulation Begleitheizung anderes:	Zirkulation Begleitheizung anderes:
	WW-Temperatur im Boiler [°C]		
	bei MFH > 5 Wohnungen		WW-Zähler vorhanden: ja nein

Verbrauchsdaten Energie und Wasser

Periode	Energieverbrauch Raumheizung und Warmwasser		
	Raumheizung inkl. WW	***Raumheizung o. WW***	***nur WW***
von ..... bis ..... (1. Abrechnung oder Tankfüllung)	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP[41] ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh Elektrisch ..... kWh WP ..... kWh SE.[42] .....
von ..... bis ..... (2. Abrechnung oder Tankfüllung)	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh Elektrisch ..... kWh WP ..... kWh SE .....
von ..... bis ..... (3. Abrechnung oder Tankfüllung)	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh Elektrisch ..... kWh WP ..... kWh SE .....
Stand heute:	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh WP ..... kWh SE	l HEL ..... kg HEL ..... m3 Erdg. ..... kWh Erdg. ..... kWh Elektrisch ..... kWh WP ..... kWh SE .....
Verbrauchsdaten erhoben gemäss	Tankbüchlein Abrechnungen VHKA anderes:	Tankbüchlein Abrechnungen VHKA anderes:	Tankbüchlein Abrechnungen VHKA anderes:

41 WP = Wärmepumpe
42 SE = Solarenergie

Wasserverbrauch gemäss Abrechnung	
Periode	[m3]
von ..... bis	
von ..... bis	
von ..... bis	
von ..... bis	
Stand heute:	

Ist ein Garten vorhanden, der im Sommer begossen werden muss?
ja nein

Ist ein Swimmingpool vorhanden?
ja nein

Benutzer- und Hauswartverhalten[43]

Einfamilienhaus	
Wieviele Personen wohnten während der Erhebungsperiode (s. Kap. 2.1.3) im Haus?	Anzahl Erwachsene ..... Anzahl Kinder .....
Wie lange pro Tag lüften Sie durchschnittlich die Zimmer Ihres Hauses? [Min./Tag]	
Sind Thermostatventile an den Heizkörpern vorhanden?	ja nein
Welche Raumtemperatur bevorzugen Sie?	17-18 °C 19-20 °C 21-22 °C 23-24 °C weiss nicht
Wie wichtig ist Ihnen das Thema Energiesparen?	sehr wichtig wichtig weniger wichtig nicht wichtig
Was unternehmen Sie konkret, um Energie zu sparen?	

43 Bei EFH sind die BewohnerInnen zu befragen, bei MFH der Hauswart.

Mehrfamilienhaus	
Wie viele Wohnungen beinhaltet das Haus?	
Wieviele Personen wohnten während der Erhebungsperiode (s. Kap. 2.1.3) im Haus?	Anzahl Erwachsene ..... Anzahl Kinder .....
Wie viele Wohnungen standen während der Erhebungsperiode für den Energiebedarfs (s. Kap. 2.1.3) leer?	
Haben Sie Hauswartkurse bezüglich Energiesparen besucht?	ja nein
Wie wichtig ist Ihnen das Thema Energiesparen?	sehr wichtig wichtig weniger wichtig nicht wichtig
Welche Energiesparmassnahmen werden durch Sie ausgeführt?	
Kritisieren die Mieter die Beheizung? Wenn ja, was wird dabei beanstandet? **Werden andere Aspekte im Zusammenhang mit dem Engergieverbrauch kritisiert (beispielsweise Warmwassertemperatur)?**	keine Kritik zu starke Beheizung zu schwache Beheizung andere Aspekte:
Ist eine VHKA vorhanden?	Ja Nein
Wird gemäss VHKA abgrechnet? **Wenn nein, warum nicht?**	Ja Nein Begründung:

Investorenverhalten[44]

Investor	Selbstbewohner privater Vermieter Immobilienfirma Gemeinde, Stadt Genossenschaft anderes:
falls Investor nicht Selbstbewohner: **Firma** **Kontaktperson** **Strasse, Nr.** **Ort** **Tel.**	
Welche Ziele wurden bezüglich des Energieverbrauchs bei der Planung angestrebt? **Bitte begründen Sie kurz Ihren Entscheid:**	Minimalstandard gemäss Gesetz besser als Minimalstandard Musterbau (Optimum) Begründung:
Wenn Engergiesparen für Sie ein Thema ist, worauf ist dies zurückzuführen?	Architekt kommunale Baubehörde privates Engagement anderes:
Fand eine Beratung bzgl. Energiesparen oder Einsatz von erneuerbaren Energieträgern statt?	ja nein wenn ja, durch wen?

44 Falls der Investor nicht Selbstbewohner ist, ist das Investorenverhalten telefonisch zu erheben.

Geben Sie bitte die <u>beiden</u> wichtigsten Investitionskriterien an:	Kostenoptimierung Renditeoptimierung Ökologieoptimierung Energieoptimierung Vermietbarkeit anderes:
Wie hoch ist der Versicherungswert des Gebäudes [Fr.]?	
Wie hoch war der Baulandpreis? [Fr./m2]	

Beilagen

- Kopie VHKA, falls vorhanden
- Foto des erhobenen Gebäudes

Definition Energiebezugsfläche (EBF)[45]

1. Ermittlung der Energiebezugsfläche

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.

2. Zur Energiebezugsfläche gehörende Räume

Nebst den unter die Definition von Ziffer 1 fallenden Räumen gehören zur Energiebezugsfläche auch nicht beheizte Räume, wenn sie innerhalb des Wärmedämmperimeters liegen und für deren Nutzung das Beheizen sonst üblich ist, zum Beispiel:
- *Treppenhäuser und Korridore, falls gegen Aussenluft abgeschlossen*
- *Schlafzimmer (wie alle üblichen Räume)*
- *Bastelräume, disponible Räume usw.*

3. Nicht zur Energiebezugsfläche gehörende Räume

Nicht zur Energiebezugsfläche gehören Räume, für deren Nutzung ein Beheizen nicht notwendig ist:
- Waschküche
- Heizräume und Maschinenräume für Lift-, Belüftungs- und Klimaanlagen
- Räume für die Brennstofflagerung
- Garagen
- Einstellräume für Velos, Kinderwagen und dergleichen
- Abstellräume im Dach- und Untergeschoss oder unter der Dachschräge von Wohngeschossen
- nach aussen offene Flächen, wie Laubengänge, Terrassen, Balkone, Durchgänge und dergleichen

Massgebend für die Zuordnung zur Energiebezugsfläche ist der Hauptverwendungszweck des Raumes.

4. Korrekturfaktoren

Zur Berücksichtigung des Einflusses von hohen Räumen wird ein Raumhöhen-Korrekturfaktor verwendet. Dieser berechnet sich zu: $f_h = h / h_v$

h Höhe des Raumes gemessen von Fussboden zu Fussboden bzw. zur Flachdachoberfläche

h_v *Vergleichsraumhöhe von 3m*

Korrekturen für Teilzeitnutzungen oder für Auslegungstemperaturen werden nicht verwendet.

45 Definition gemäss SIA 380/1:2001

A-5.2 Daten der einzelnen Objekte

A-5.2.1 Baustandard Thurgau

Kategorie	Objektnummer	EKZ w	Gebäudeart	Vergleich Gebäude	Ort	Nachweis	EBF	Abweichung EBF Nachweis/tats. EBF	Gebäudehüll-fläche	Fensterfläche	Gebäudehüllziffer	Fensterflächen-anteil Af/EBF	Isolationsdicke Fassade	k-Wert Fassade	Isolationsdicke Dach	k-Wert Dach	k-Wert Fenster	Dämmperimeter geschlossen	Wärmebrücken	nachträglich beheizte Räume
		MJ/m2*a					m2		m2	m2	A/EBF	[%]	[cm]	W/(m2.K)	[cm]	W/(m2.K)	W/(m2.K)			
t	30	**45**	EFH		Frauenfeld	SIA 380/1	165	-3.0%		28.31	1.75	16.7	20	0.173	25	0.141	1.6	ja	wenig	nein
t	24	**181**	R-EFH		Amriswil	Einzelbaut.	210	10.7%		35		18.61	12	0.28	14	0.3	1.3	ja	wenig	nein
t	11	**186**	R-EFH		Frauenfeld	SIA 380/1	203	-0.5%		35.9		17.6	--	0.28	--	0.29	1.6	ja	wenig	nein
t	22	**207**	D-EFH	E	Bischofszell	Einzelbaut.	252	8.4%		42.5		18.39	15	0.25	20	0.2	1.1	nein	wenig	nein
t	19	**216**	D-EFH	D	Müllheim	Einzelbaut.	242	4.7%		46		20.18	12	0.24	16	0.22	1.2	ja	wenig	nein
t	2	**220**	EFH		Amriswil	Einzelbaut.	209	0.0%				17.13	14	0.22	16	0.29	1.2	ja	wenig	nein
t	5	**225**	MFH	A	Weinfelden	Einzelbaut.	1'751	4.0%		184		10.93	12	0.26	16	0.27	1.3	ja	wenig	nein
t	6	**226**	MFH	A	Weinfelden	Einzelbaut.	2'354	2.0%		310		13.43	12	0.26	16	0.27	1.3	ja	wenig	nein
t	20	**238**	D-EFH	D	Müllheim	Einzelbaut.	231	0.0%		46		20.18	12	0.24	16	0.22	1.2	ja	wenig	nein
t	21	**245**	D-EFH	E	Bischofszell	--	175	0.0%				--	--	--	--	--	--	ja	wenig	nein
t	23	**259**	D-EFH		Weinfelden	Einzelbaut.	198	29.4%		19		13.62	12	0.3	12	0.28	--	nein	normal	nein
t	4	**281**	MFH	A	Weinfelden	Einzelbaut.	1'366	2.6%		204		15.3	12	0.26	16	0.27	1.3	ja	wenig	nein
t	3	**286**	EFH		Oberaach	Einzelbaut.	264	7.8%		35		14.5	13	0.27	16	0.22	1.3	ja	wenig	nein
t	17	**287**	MFH		Frasnacht	SIA 380/1	923	-11.7%		22.46			20.5	0.29	16	**0.37**	**1.7**	ja	wenig	nein
t	16	**288**	D-EFH		Frauenfeld	Einzelbaut.	192	-17.0%				9.99	36.5	0.29	16	0.28	1.1	nein	normal	nein
t	13	**296**	EFH	C	Müllheim	SIA 380/1	168	1.2%	305	23.6	1.84	14	12	0.28	16	0.29	1.1	nein	wenig	nein
t	18	**307**	EFH		Müllheim	Einzelbaut.	235	0.8%		31.09		13.33	12	0.28	16	0.3	1.3	ja	wenig	nein
t	7	**313**	EFH		Weinfelden	Einzelbaut.	300	5.0%		56.81		19.91	10	0.3	16	0.28	1.1	ja	normal	nein

Kategorie	Objektnummer	EKZ w	Gebäudeart	Vergleich Gebäude	Ort	Nachweis	EBF	Abweichung EBF Nachweis/tats. EBF	Gebäudehüll-fläche	Fensterfläche	Gebäudehüllziffer	Fensterflächen-anteil Af/EBF	Isolationsdicke Fassade	k-Wert Fassade	Isolationsdicke Dach	k-Wert Dach	k-Wert Fenster	Dämmperimeter geschlossen	Wärmebrücken	nachträglich beheizte Räume
t	12	**333**	EFH	C	Müllheim	SIA 380/1	171	3.0%	305	22.7	1.84	13.67	12	0.28	16	0.29	1.1	ja		nein
t	25	**345**	MFH	F	Frauenfeld	SIA 380/1	2'522	2.2%	3922.3	419.30	1.23	16.99	14	0.24	14	0.24		ja?	wenig	nein
mi	9	**376**	D-EFH	B	Oberaach	Einzelbaut.	180	5.1%		21.54		12.6	14	0.25	16	0.29	1.2	ja	wenig	nein
h	8	**395**	EFH		Bischofszell	Einzelbaut.	192	20.4%		32		20.91	30	**0.3**	16	0.29		ja		nein
h	26	**424**	MFH	F	Frauenfeld	SIA 380/1	2'522	2.2%	3922.3	419.30	1.23	16.99	14	0.24	14	0.24		ja?	wenig	nein
h	28	**435**	MFH		Frauenfeld	SIA 380/1	786	-2.4%	1278	98.00	1.58	12.17	10	**0.32**		**0.33**	1.6		wenig	nein
h	27	**438**	MFH	F	Frauenfeld	SIA 380/1	2'522	2.2%	3922.3	419.30	1.23	16.99	14	0.24	14	0.24		ja?	wenig	nein
h	14	**464**	EFH		Bischofszell	Einzelbaut.	313	25.6%				--	12	0.28	14	0.27	1.6	ja	wenig	nein
h	15	**472**	EFH		Amriswil	Einzelbaut.	286	-0.7%		39		13.5	11	0.28	16	0.27	1.3	nein	viel	nein
h	29	**560**	EFH		Müllheim	Einzelbaut.	203	4.5%		28.80		14.86	12	0.26	--	--	1	ja?	wenig	nein
h	10	**588**	D-EFH	B	Oberaach	Einzelbaut.	180	5.1%		21.54		12.6	14	0.25	16	0.29	1.2	ja	wenig	nein
h	1	**633**	EFH		Halden	Einzelbaut.	180	1.7%				--	10	**0.3**	16	0.29	1.3	ja	wenig	nein

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 348, MFH 358 bei A/EBF = 1.5 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 389/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 389/1 sind grösser als 10%

A-5.2.2 Baustandard Kanton Waadt

Kategorie	Objektnummer	EKZ w	Ort	Gebäudeart	Energiebezugsfläche	Gebäudehüllfläche	Fensterfläche	Gebäudehüllziffer	Fensterflächenanteil Af/EBF	k-Wert Fassade	Isolationsdicke Fassade	k-Wert Dach	Isolationsdicke Dach	k-Wert Fenster	Boden gg. Erdreich		Isolation Decke gg. Unbeheizt	Dämmperimeter geschlossen	Wärmebrücken	nachträglich beheizte Räume
		MJ/m2*a			m2	m2	m2	A/EBF	%	W/(m2K)	cm	W/(m2K)	cm	W/(m2.K)	W/(m2.K)	Isolation				
t	20	**280**	Yvonand	MFH	805	1'065	144.0	1.3	18	0.45	10	0.31	16	1.4	0.72	nein	ja	nein	wenig	nein
t	14	**284**	Vers-chez-Perrin	EFH	211	446	44.5	2.1	21	0.4					0.67	nein	ja	nein	normal	**ja**
t	28	**361**	La Conversion	EFH	313	567	107.5	1.8	34	0.3	12	0.25	14	1.9	0.62	nein	nein	nein	wenig	**ja**
t	5	**377**	Aigles	EFH	170	337	33.2	2.0	13	0.51		0.34		2.6		**ja**		ja	normal	nein
t	4	**393**	Bex	EFH	198	588	33.0	3.0	16		17			1.4		nein	ja	nein	wenig	nein
mi	8	**405**	La Conversion	MFH	1'864	2'910	233.0	1.6	13	0.38	9	0.33	12	2.6	0.63		**nein**	nein	wenig	nein
mi	13	**443**	Payerne	EFH	183	506	25.3	2.8	14	0.3	10			1.6	0.56	nein	ja	nein	wenig	nein
mi	16	**444**	Yvonand	EFH	220	483	46.3	2.2	21	0.4	4	0.33	10	2		**ja**	ja	nein	normal	nein
h	2	**467**	Bex	EFH	157	540	18.0	3.4	11		8		4	1.3		**ja**	ja	nein	wenig	nein
h	26	**471**	Gland	D-EFH	151	458	19.0	3.2	13	0.38	10	0.32	14	1.8		nein		nein	wenig	**ja**
h	18	**496**	Payerne	EFH	122	342	2.8	21.3	17	0.28	10			1.8	0.62	nein	ja	nein	normal	nein
h	12	**498**	Payerne	EFH	174	397	28.9	2.3	20	0.38	10	0.35	16	2.6	0.7	nein		nein	wenig	nein
h	21	**504**	Yverdon les Bains	MFH	673	1'100	87.0	1.6	13	0.37	10	0.37	14	2.6	0.72	nein		nein	wenig	nein
h	23	**507**	Gland	MFH	104	1'860	154.0	1.2	10	0.35	8	0.4	12	2.6	0.6	nein	ja	nein	wenig	nein
h	27	**513**	Gland	D-EFH	197	464	24.8	2.4	13	0.4		0.32	14	1.5	0.67	nein		nein	wenig	nein
h	9	**517**	Lutry	MFH	947	1'226	179.0	1.3	19	0.27	10	0.19	16	2.4	0.56		**nein**	nein	wenig	nein
h	15	**586**	Payerne	EFH	174	367	28.9	2.1	17	0.38	10	0.35	10	2.6		nein		nein	wenig	nein
h	29	**593**	Yverdon les Bains	MFH	375	581	85.3	1.6	23	0.3	10	0.35	12.5	1.5	0.75	nein		nein	wenig	nein
h	6	**610**	Aigles	EFH	160	350	24.0	2.2	15	0.58		0.34		2.6		**ja**		nein	normal	nein

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Ort	Gebäudeart	Energiebezugsfläche	Gebäudehüllfläche	Fensterfläche	Gebäudehüllziffer	Fensterflächenanteil Af/EBF	k-Wert Fassade	Isolationsdicke Fassade	k-Wert Dach	Isolationsdicke Dach	k-Wert Fenster	Boden gg. Erdreich		Isolation Decke gg. Unbeheizt	Dämmperimeter geschlossen	Wärmebrücken	nachträglich beheizte Räume
		MJ/m2*a			m2	m2	m2	A/EBF	%	W/(m2K)	cm	W/(m2K)	cm	W/(m2.K)	W/(m2.K)	Isolation				
h	11	**613**	Gland	D-EFH	185	407	26.8	2.2	14	0.39	24	0.32	14	1.5	0.67			nein	normal	nein
h	3	**621**	Aigles	EFH	168	370	23.0	2.2	14	0.48	6	0.43		2.6		**ja**		nein	normal	nein
h	22	**643**	Gland	MFH	2'894	3'002	430.4	1.0	15	0.41	8	0.3	12	2.2	0.66	nein		nein	wenig	nein
h	10	**648**	Aigles	EFH	166	338	48.7	2.1	30	0.38	30	0.41	10	2.4	0.41	nein		nein	normal	**ja**
h	7	**744**	La Conversion	MFH	1'600	2'658	416.0	1.7	16	0.32	10	0.27	12	1.9	0.61	ja	**nein**	nein	wenig	nein
h	17	**766**	Payerne	EFH	158	492	15.8	3.1	10	0.28	10	0.3	10	2.6	0.62	nein	ja	nein	normal	nein
h	25	**802**	Gland	D-EFH	142	606	27.0	4.3	19	0.42	8	0.32	14	1.8		nein		nein	wenig	nein
h	1	**819**	Aigles	EFH	130	370	17.0	2.8	13	0.48	6	0.43	12	2.6		**ja**		nein	normal	nein
h	19	**880**	Lausanne	MFH	3'517	2'556	842.1	0.7	24	0.34	8	0.3		1.7	0.6	nein		nein	wenig	nein
h	24	**1037**	Gland	D-EFH	142	606	27.0	4.3	19	0.42	8	0.32	14	1.6	0.67	nein		nein	wenig	nein

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 401, MFH 358 bei A/EBF = 2.0 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-5.2.3 Haustechnik Kanton Thurgau

Kategorie	Objektnummer	EKZ w	Gebäudeart	Energieträger Heizung	Verteilung	Steuerung	WW-Verteilung	Boilergrösse	Boilergrösse / Person	WW-Temperatur Boiler	MFH> 5: WW-Zähler vorhanden
		MJ/m2*a						l	l	oC	
t	30	**45**	EFH	WP	Bdh	Aussen		400	200.0	56	
t	24	**181**	R-EFH	Erdg. Ho	Ra	Aussen		120	60.0	59	
t	11	**186**	R-EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		200	57.1	60	
t	22	**207**	D-EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		200	47.1	60	
t	19	**216**	D-EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra (nur	Aussen		300	85.7	58	
t	2	**220**	EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		200	47.1	60	
t	5	**225**	MFH	Erdg. Ho	Ra	Einzelraum	Begleitheizung	962	28.9	60	ja
t	6	**226**	MFH	Erdg. Ho	Ra	Einzelraum	Begleitheizung	962	14.5	60	ja
t	20	**238**	D-EFH	WP	Bdh, Ra	Aussen		300	109.1	58	
t	21	**245**	R-EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		150	75.0	50	
t	23	**259**	D-EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		200	72.7	60	
t	4	**281**	MFH	Erdg. Ho	Ra	Einzelraum	Begleitheizung	962	28.9	60	ja
t	3	**286**	EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		200	47.1	65	
t	17	**287**	MFH	Erdg. Ho		Aussen			0.0	62	ja
t	16	**288**	D-EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		200	72.7	53	
t	13	**296**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		110	31.4	60	
t	18	**307**	EFH	HEL	Bdh, Ra	Aussen			0.0	58	
t	7	313	EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Einzelraum + Aussen		1100	366.7	65	

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Energieträger Heizung	Verteilung	Steuerung	WW-Verteilung	Boilergrösse	Boilergrösse / Person	WW-Temperatur Boiler	MFH> 5: WW-Zähler vorhanden
		MJ/m2*a						l	l	oC	
t	12	**333**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		110	55.0	60	
t	25	**345**	MFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Einzelraum + Aussen		500	13.1	58	ja
mi	9	**376**	D-EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		120	60.0	60	
h	8	**395**	EFH	Erdg. Ho	Ra	Aussen		160	58.2	60	
h	26	**424**	MFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		500	13.1	58	ja
h	28	**435**	MFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		500	46.5	54	ja
h	27	**438**	MFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		500	12.9	58	ja
h	14	**464**	EFH	WP	Bdh	Aussen		500	142.9	52	
h	15	**472**	EFH	HEL	Bdh, Ra	Aussen		160	32.0	60	
h	29	**560**	EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen		200	47.1	55	
h	10	**588**	D-EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen		120	28.2	60	
h	1	**633**	EFH	HEL	Bdh, Ra (nur Bad)	Aussen		145	52.7	57	

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 348, MFH 358 bei A/EBF = 1.5 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-5.2.4 Haustechnik Kanton Waadt

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Energieträger Heizung	Verteilung	Steuerung	Mängel	Boilergrösse	Boilergrösse/Person	WW-Temp. Boiler	MFH> 5: WW-Zähler vorhanden
		MJ/m2*a						l	l	°C	
t	20	**280**	MFH	HEL	Bdh	Einzelraum	keine	400	114.3	57	ja
t	14	**284**	EFH	HEL	Ra	Aussen		500	37.0	50	
t	28	**361**	EFH	HEL	Bdh, Ra	Einzelraum		235	67.1		
t	5	**377**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	keine	150	42.9	55	
t	4	**393**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	200	9.3	60	
mi	8	**405**	MFH	HEL	Bdh	Raumtemp.	keine	600	171.4	60	ja
mi	13	**443**	EFH	WP	Bdh	Raumtemp.	keine	300	85.7	50	
mi	16	**444**	EFH	HEL	Bdh	Einzelraum	keine	250	16.7	55	
h	2	**467**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	160	58.2	50	
h	26	**471**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	80	29.1	70	
h	18	**496**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	Leitungen im Heizungsraum nicht isoliert	150	4.9	50	
h	12	**498**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	Leitungen im Heizungsraum nicht isoliert	150	30.0	55	
h	21	**504**	MFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	800	40.5	60	nein
h	23	**507**	MFH	Erdg. Ho	Ra	Aussen	keine	480	240.0	60	nein
h	27	**513**	EFH	Erdg. Ho	Bdh, Ra	Aussen	keine	200	72.7	50	
h	9	**517**	MFH	HEL	Ra	Aussen	keine		0.0		ja

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Energieträger Heizung	Verteilung	Steuerung	Mängel	Boilergrösse	Boilergrösse/Person	WW-Temp. Boiler	MFH> 5: WW-Zähler vorhanden
		MJ/m2*a						l	l	°C	
h	15	**586**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	keine	160	42.7	55	
h	29	**593**	MFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	300	11.1	55	nein
h	6	**610**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	170	23.4	60	
h	11	**613**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	200	57.1	50	
h	3	**621**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	keine	150	75.0	52	
h	22	**643**	MFH	HEL	Bdh	Aussen	keine	1000	266.7	60	nein
h	10	**648**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	170	40.0	54	
h	7	**744**	MFH	HEL	Bdh	Aussen	keine	800	51.6	60	ja
h	17	**766**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	Leitungen im Heizungsraum nicht isoliert	150	42.9	60	
h	25	**802**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	Leitungen im Heizungsraum nicht isoliert	130	37.1	56	
h	1	**819**	EFH	HEL	Bdh	Aussen	keine	150	75.0	58	
h	19	**880**	MFH	Erdg. Ho	Ra	Einzelraum	keine	800	6.7	57	nein
h	24	**1037**	EFH	Erdg. Ho	Bdh	Aussen	keine	130	37.1	48	

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 401, MFH 358 bei A/EBF = 2.0 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-5.2.5 BewohnerInnenverhalten Kanton Thurgau

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Wasserverbrauch pro Person und Jahr	Garten begossen	Swimmingpool	Anzahl Wohnungen	Anzahl Bewohner	Lüftungsdauer	Hauswartkurse besucht	Raumtemperatur					Wichtigkeit Energiesparen	Mieterkritik			VHKA	Abr. VHKA
		MJ/m2*a		m3/a					Min./d		17-18°C	19-20°C	21-22°C	23-24°C	weiss nicht		keine	zu stark	zu schwach		
t	30	**45**	EFH	32.5	ja	nein		2	Komfort				x			sehr					
t	24	**181**	R-EFH	53.4	ja	nein		2	20			x				wich					
t	11	**186**	R-EFH	27.7	ja	nein		3.5	10				x			wich					
t	22	**207**	D-EFH	37.5	nein	nein		4.3	25			x				wich					
t	19	**216**	D-EFH	54.9	ja	nein		3.5	20				x			wich					
t	2	**220**	EFH	**17.6**	nein	nein		4.3	10			x				wich					
t	5	**225**	MFH	38.5	ja	nein	11	33		nein						wich	x			ja	ja
t	6	**226**	MFH	35.3	ja	nein	22	67		nein						wich	x			ja	ja
t	20	**238**	D-EFH	53.5	ja	nein		2.8	30				x			wich					
t	21	**245**	R-EFH	44.4	ja	nein		2	25				x			wich					
t	23	**259**	D-EFH	42.0	ja	nein		2.8	20			x				wich					
t	4	**281**	MFH	35.0	ja	nein	11	33		nein						wich	x			ja	ja
t	3	**286**	EFH	60.2	nein	nein		4.3	10				x			wich					
t	17	**287**	MFH	51.9	ja	nein	6	12		nein						wich			x	ja	ja
t	16	**288**	D-EFH	44.7	ja	nein		2.8	15					x		wich					
t	13	**296**	EFH	37.5	ja	nein		3.5	20			x				weniger wich					
t	18	**307**	EFH	35.6	ja	nein		4.5	20				x			wich					
t	7	**313**	EFH	54.3	ja	ja		3	30				x			sehr wich					

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Wasserverbrauch pro Person und Jahr	Garten begossen	Swimmingpool	Anzahl Wohnungen	Anzahl Bewohner	Lüftungsdauer	Hauswartkurse besucht	Raumtemperatur					Wichtigkeit Energiesparen	Mieterkritik			VHKA	Abr. VHKA
		MJ/m2*a		m3/a					Min./d		17-18°C	19-20°C	21-22°C	23-24°C	weiss nicht		keine	zu stark	zu schwach		
t	12	**333**	EFH	32.9	ja	nein		2	20				x			wich					
t	25	**345**	MFH	56.3	ja	nein	20	38		nein						sehr wich	x			ja	ja
mi	9	**376**	D-EFH	47.8	ja	ja		2	15			x				wich					
h	8	**395**	EFH	44.7	ja	nein		2.8	20					x		wich					
h	26	**424**	MFH	85.2	ja	nein	20	38		nein						sehr wich	x			ja	ja
h	28	**435**	MFH	24.0	nein	nein	5	11		nein						wich	x			ja	ja
h	27	**438**	MFH	71.2	ja	nein	20	39		nein						sehr wich	x			ja	ja
h	14	**464**	EFH	53.7	ja	nein		3.5	20				x			wich					
h	15	**472**	EFH	44.8	ja	nein		5	20				x			sehr wich					
h	29	**560**	EFH	41.4	ja	nein		4.3	20			x				wich					
h	10	**588**	D-EFH	56.5	ja	nein		4.3	20				x			wich					
h	1	**633**	EFH	40.1	ja	nein		2.8	10			x				wich					

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 348, MFH 358 bei A/EBF = 1.5 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-5.2.6 BewohnerInnenverhalten Kanton Waadt

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Wasserverbrauch pro Person u. Jahr	Garten begossen	Swimmingpool	Anzahl Personen	Lüftungsdauer	Hauswartkurse besucht	Raumtemperatur					Wichtigkeit Energiesparen	Mieterkritik MFH				VHKA	Abr. VHKA
		MJ/m2*a		m3/a				Min./d		17-18°C	19-20°C	21-22°C	23-24°C	weiss nicht		keine	zu stark	zu schwach	anderes		
t	20	**280**	MFH	45.6	nein	nein	13.5		nein						wich	x				ja	ja
t	14	**284**	EFH	48.6	ja	nein	3.5	30			x				sehr wich						
t	28	**361**	EFH		ja	nein	3.5	10				x			wich						
t	5	**377**	EFH	82.0	ja	nein	3.5	240				x			wich						
t	4	**393**	EFH	68.0	ja	nein	3.5	45			x				wich						
mi	8	**405**	MFH	39.3	ja	nein	21.5		nein						wich	x				ja	ja
mi	13	**443**	EFH	59.1	ja	ja	2.75	5				x			wich						
mi	16	**444**	EFH	72.7	ja	nein	2.75	30				x			wich						
h	2	**467**	EFH	53.1	ja	nein	3.5	25				x			wich						
h	26	**471**	EFH	66.4	ja	nein	2.75	15				x			wich						
h	18	**496**	EFH	77.0	ja	nein	2	25			x				sehr						
h	12	**498**	EFH	42.4	ja	ja	4.25	25			x				wich						
h	21	**504**	MFH	64.8	ja	nein	15		nein						wich	x				nein	
h	23	**507**	MFH	62.4	ja	nein	30.5		nein						sehr wich	x				nein	nein
h	27	**513**	EFH	38.4	ja	nein	5	2			x				wich						
h	9	**517**	MFH	41.8	ja	nein	19.8		nein						wich	x				ja	ja

Kategorie	Objektnummer	**EKZ w**	Gebäudeart	Wasserverbrauch pro Person u. Jahr	Garten begossen	Swimmingpool	Anzahl Personen	Lüftungsdauer	Hauswartkurse besucht	Raumtemperatur					Wichtigkeit Energiesparen	Mieterkritik MFH				VHKA	Abr. VHKA
		MJ/m2*a		m3/a				Min./d		17-18°C	19-20°C	21-22°C	23-24°C	weiss nicht		keine	zu stark	zu schwach	anderes		
h	15	**586**	EFH	74.3	ja	ja	3.5	10			x				wich						
h	29	**593**	MFH	59.6	ja	nein	7.25		nein						sehr wich	x				nein	
h	6	**610**	EFH	131.3	ja	nein	2	15				x			wich						
h	11	**613**	EFH	54.7	ja	nein	3.75	15					x		wich						
h	3	**621**	EFH	54.1	ja	nein	4.25	10				x			wich						
h	22	**643**	MFH	139.9	nein	nein	27		nein						wich	x				ja	ja
h	10	**648**	EFH	53.9		nein	3.75	60			x				wich						
h	7	**744**	MFH	52.8	ja	nein	15.5		nein						sehr wich	x				ja	ja
h	17	**766**	EFH	42.9	nein	ja	3.5	60				x			sehr wich						
h	25	**802**	EFH	94.8	ja	nein	2	30				x			wich						
h	1	**819**	EFH	62.9	ja	nein	3.5	15		x					wich						
h	19	**880**	MFH	41.1	ja	nein	120		nein						wich	x				nein	nein
h	24	**1037**	EFH	56.7	ja	nein	3.5	30			x				sehr wich						

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 401, MFH 358 bei A/EBF = 2.0 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-5.2.7 Investorenverhalten Kanton Thurgau

		EKZ w		Investor						Ziele Energie			Energiesparen Thema						Investitionskriterien							
Kategorie	Objektnummer	MJ/m2*a	Gebäudeart	Selbstbewohner	Priv. Vermieter	Immob. Firma	Gemeinde	Genossensch.	anderes	Minimalstandarg	besser als Min.	Musterbau	Architekt	Baubehörde	privat. Eng.	anderes	Beratung	durch wen	Kostenopt.	Renditeopt.	Ökoopt.	Energieopt.	Vermietbark./Verkaufbar	anderes	Versicherungswert [Fr.]	Baulandpreis [Fr./m2]
t	30	**45**	EFH	x								x	x		x		ja	selber Infos eingeholt			x	x			486'000	420
t	24	**181**	R-EFH			x				x							nein		x				x			
t	11	**186**	R-EFH						Generalun-	x					x		nein		x				x		438'000	430
t	22	**207**	D-EFH	x							x				x		ja	Architekt	x		x				460'000	220
t	19	**216**	D-EFH	x							x				x		nein		x						650'000	190
t	2	**220**	EFH						Architekt	x							nein		x				x		476'000	300
t	5	**225**	MFH			x					x		x		x		nein		x							
t	6	**226**	MFH			x					x		x		x		nein		x							
t	20	**238**	D-EFH	x							x					Sohn ist Bautechniker	nein		x		x				625'000	190
t	21	**245**	R-EFH			x				x									x				x		330'000	
t	23	**259**	D-EFH			x					x				x		nein		x				x		500'000	450
t	4	**281**	MFH			x					x		x		x		nein		x							
t	3	**286**	EFH	x							x				x		ja	Architekt, Infos an Messen			x		x		595'000	235
t	17	**287**	MFH	x						x					x		nein				x	x			2'007'000	540
t	16	**288**	D-EFH						Architekt	x					x		nein		x				x		520'000	
t	13	**296**	EFH						Architekt	x					x		nein		x				x			200
t	18	**307**	EFH	x						x					x		nein		x						612'000	280
t	7	**313**	EFH	x							x				x		ja	Architekt	x			x		kein S	778'000	400

		EKZ w		Investor						Ziele Energie			Energiesparen Thema						Investitionskriterien							
Kategorie	Objektnummer	MJ/m2*a	Gebäudeart	Selbstbewohner	Priv. Vermieter	Immob. Firma	Gemeinde	Genossensch.	anderes	Minimalstandarg	besser als Min.	Musterbau	Architekt	Baubehörde	privat. Eng.	anderes	Beratung	durch wen	Kostenopt.	Renditeopt.	Ökoopt.	Energieopt.	Vermietbark./Verkaufbar	anderes	Versicherungswert [Fr.]	Baulandpreis [Fr./m2]
t	12	**333**	EFH						Architekt	x					x		nein		x				x		501'000	230
t	25	**345**	MFH								x						nein			x		x	x		7'100'000	400
mi	9	**376**	D-EFH						Generalun-ternehmung	x					x		nein		x				x			263
h	8	**395**	EFH	x						x			x				nein		x							160
h	26	**424**	MFH						Generalun-ternehmung		x						nein			x		x	x		7'100'000	400
h	28	**435**	MFH	x						x					x		ja		x				x		1'257'000	
h	27	**438**	MFH						Generalun-ternehmung		x				x		nein			x		x	x		7'100'000	400
h	14	**464**	EFH	x						x					x						x	x			710'000	280
h	15	**472**	EFH	x						x					x		nein		x		x				585'000	130
h	29	**560**	EFH	x						x					x		nein		x						453'000	240
h	10	**588**	D-EFH						Generalun-	x					x		nein		x				x			263
h	1	**633**	EFH	x											x		nein		x						430'000	150

Legende:

t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 348, MFH 358 bei A/EBF = 1.5 bzw. 1.3)

mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%

h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-5.2.8 Investorenverhalten Kanton Waadt

		EKZ w		Investor						Ziele Energie			Energiesparen Thema					Investitionskriterien							
Kategorie	Objektnummer	MJ/m2*a	Gebäudeart	Selbstbewohner	Priv. Vermieter	Immob. Firma	Gemeinde	Genossensch.	anderes	Minimalstandarg	besser als Min.	Musterbau	Architekt	Baubehörde	privat. Eng.	anderes	Beratung	Kostenopt.	Renditeopt.	Ökoopt.	Energieopt.	Vermietbark./Verkaufbar	anderes	Versicherungswert [Fr.]	Baulandpreis [Fr./m2]
t	20	**280**	MFH						Architekt		x		x				nein					x	Komfort	2'000'000	230
t	14	**284**	EFH	x							x				x		nein			x	x			560'000	100
t	28	**361**	EFH	x								x			x		nein			x			Esthetik	1'400'000	360
t	5	**377**	EFH			x				x							nein	x			x			280'000	200
t	4	**393**	EFH	x							x				x		nein	x						500'000	120
mi	8	**405**	MFH			x			Architekt			x	x				nein				x		Komfort	6'000'000	600
mi	13	**443**	EFH			x					x						nein	x	x					396'000	160
mi	16	**444**	EFH	x							x				x		nein						Komfort, Funktions-sicherheit	460'000	180
h	2	**467**	EFH	x							x		x				nein	x					Komfort	420'000	120
h	26	**471**	EFH			x			Generalunter-nehmeung	x					x		nein	x			x			420'000	300
h	18	**496**	EFH						Generalunter-nehmung	x					x		nein	x			x			330'000	140
h	12	**498**	EFH						Architekt	x							nein	x			x			430'000	160
h	21	**504**	MFH						Architekt	x			x				nein	x					Komfort	1'500'000	300
h	23	**507**	MFH		x					x							nein						Komfort, Hygiene (Lüftung)	3'900'000	
h	27	**513**	EFH						Architekt		x				x		nein	x			x			542'000	345
h	9	**517**	MFH		x							x	x				nein	x	x					2'000'000	600

		EKZ w		Investor						Ziele Energie			Energiesparen Thema					Investitionskriterien							
Kategorie	Objektnummer	MJ/m2*a	Gebäudeart	Selbstbewohner	Priv. Vermieter	Immob. Firma	Gemeinde	Genossensch.	anderes	Minimalstandarg	besser als Min.	Musterbau	Architekt	Baubehörde	privat. Eng.	anderes	Beratung	Kostenopt.	Renditeopt.	Ökoopt.	Energieopt.	Vermietbark./Verkaufbar	anderes	Versicherungswert [Fr.]	Baulandpreis [Fr./m2]
h	15	**586**	EFH	x						x			x				nein	x	x					400'000	150
h	29	**593**	MFH	x							x				x		nein	x	x					1'200'000	800
h	6	**610**	EFH	x							x						nein	x			x			500'000	190
h	11	**613**	EFH						Architekt		x				x		nein	x			x			600'000	350
h	3	**621**	EFH			x				x					x		nein	x	x					450'000	130
h	22	**643**	MFH		x					x						kein Interesse	nein	x				x			
h	10	**648**	EFH	x							x				x		nein	x	x					700'000	130
h	7	**744**	MFH			x				x			x				nein	x	x						600
h	17	**766**	EFH						Generalunternehmung	x					x		nein	x			x			500'000	145
h	25	**802**	EFH	x							x				x		nein		x			x		380000	400
h	1	**819**	EFH			x				x					x		nein	x			x			450'000	130
h	19	**880**	MFH				x			x				x			nein	x				x		6'300'000	1400
h	24	**1037**	EFH	x						x					x		nein	x			x			370'000	500

Legende:
t="tief": Die EKZ sind besser oder gleich gut wie die max. EKZ gemäss SIA 380/1 (EFH: 401, MFH 358 bei A/EBF = 2.0 bzw. 1.3)
mi="mittel": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind zwischen 0 und 10%
h="hoch": Die Abweichungen zu den Werten gemäss SIA 380/1 sind grösser als 10%

A-6 Fallstudie Wasserverbrauch

Die Daten zum Wasserverbrauch beziehen sich auf das Jahr 2000 und beinhalten den Wasserverbrauch für Gebäude, die vorwiegend für Wohnzwecke genutzt werden.

Kanton	Ort	Einwohnerzahl	Wasserverbrauch Haushalte total [1000 m3]	Wasserverbrauch pro EinwohnerIn [m3]
AG	Aarau	18'104	2'095	115.7
AG	Abtwil	3'911	238	60.9
AG	Baden	16'491	2'119	128.2
AG	Birr	3'500	300	85.7
AG	Brugg	10'203	600	29.4
AG	Buchs	6'200	409	66.0
AG	Ennetbaden	3'180	224	64.2
AG	Gränichen	5'100	355	69.6
AG	Lenzburg	7'533	881	116.7
AG	Mellikon	231	17	73.6
AG	Neuenhof	7'675	525	68.4
AG	Niederlenz	3'800	243	63.7
AG	Oftringen	10'300	643	62.4
AG	Rheinfelden	10'631	835	78.5
AG	Rothrist	7'050	462	65.5
AG	Suhr	8'679	771	88.8
AG	Villmergen	4'464	253	56.7
AG	Wettingen	17'850	1'681	94.2
AG	Wildegg	3'460	186	53.8
AG	Zofingen	8'789	625	71.1
BE	Beatenberg	1'300	180	130.8
BE	Bern	126'752	11'568	91.2
BE	Bönigen	2'260	165	70.8
BE	Büren	3'096	196	63.3
BE	Burgdorf	14'820	1'227	82.7
BE	Bützberg	3'320	158	47.6
BE	Herzogenbuchsee	5'272	546	103.6
BE	Huttwil	3'953	214	54.1
BE	Ittigen	10'995	870	79.1
BE	Köniz	35'416	2'158	60.9
BE	Langnau	7'500	697	92.9
BE	Lengnau	4'488	266	59.0
BE	Lyss	12'511	824	65.9
BE	Lyssach	26'366	1'998	75.8
BE	Moutier	7'900	558	70.6
BE	Münsingen	10'652	777	72.9
BE	Muri b. Bern	12'476	1'060	84.9
BE	Nidau	6'848	413	60.3
BE	Ostermundigen	15'428	1'063	68.9

Kanton	Ort	Einwohnerzahl	Wasserverbrauch Haushalte total [1000 m3]	Wasserverbrauch pro EinwohnerIn [m3]
BE	Pieterlen	3'296	221	67.1
BE	Port	2'800	161	57.5
BE	St-Imier	4'440	421	94.6
BE	Steffisburg	13'510	981	72.6
BE	Thun	40'672	4'958	81.7
BL	Frenkendorf	5'990	398	66.4
BL	Hölstein	1'908	173	90.7
BL	Pratteln	15'016	884	58.9
FR	Bulle	10'943	1'045	95.5
FR	Düdingen	6'675	453	67.9
FR	Estavayer-le-Lac	4'300	460	107.0
FR	Fribourg	35'115	3'532	100.6
NE	La Chaux-de-Fonds	37'219	2'884	77.5
NE	Le Locle	9'660	589	61.0
SG	Altstätten	10'400	827	79.5
SG	Buchs	10'212	514	50.3
SG	Diepoldsau	4'796	676	141.0
SG	Goldach	8'700	690	79.3
SG	Gossau	15'135	917	60.6
SG	Kaltbrunn	3'300	280	81.8
SG	Mels	7'790	492	58.5
SG	Muolen	1'023	125	122.2
SG	Rheineck	3'300	230	69.7
SG	Rorschach	8'651	510	59.0
SG	Wattwil	8'404	612	72.8
SG	Weesen	1'695	140	82.6
SH	Engelburg	2'830	208	73.5
SH	Schleitheim	1'874	169	90.2
SO	Grenchen	16'280	1'022	62.8
SO	Lommiswil	1'370	94	68.6
SO	Lostorf	3'525	246	69.8
SO	Oberbuchsiten	1'609	129	80.2
SO	Oensingen	4'477	265	59.2
SO	Olten	17'187	1'699	98.9
SO	Schönenwerd	4'900	336	67.6
SO	Zuchwil	9'000	665	73.9
TG	Arbon	13'000	979	75.3
TG	Bischofszell	6'056	452	74.6
TG	Frauenfeld	21'877	1'347	60.7
TG	Kreuzlingen	16'702	1'893	113.3
TG	Matzingen	2'215	102	45.6
TG	Roggwil	3'672	210	57.2
TG	Romanshorn	11'876	727	61.2
TG	Sirnach	6'303	341	54.1
TG	Stettfurt	1'000	52	50.0
TG	Warth	1'140	74	64.9
TG	Weinfelden	9'335	812	87.0
TI	Balerna	3'491	337	96.5

Kanton	Ort	Einwohnerzahl	Wasserverbrauch Haushalte total [1000 m3]	Wasserverbrauch pro EinwohnerIn [m3]
TI	Biasca	5'968	498	83.3
TI	Chiasso	6'932	876	126.4
TI	Giubiasco	7'380	633	85.8
TI	Gordola	4'150	382	92.0
TI	Lugano	34'645	4'500	129.9
TI	Mendrisio	6'300	621	98.6
TI	Stabio	3'691	324	87.8
TI	Viaganello	6'329	562	88.8
VD	Cossonay-Ville	2'760	250	68.8
VD	Gryon	1'033	144	131.7
VD	Lausanne	204'242	24'466	119.8
VD	Morges	14'127	963	68.2
VD	Nyon	22'452	2'205	98.2
VD	Orbe	4'900	620	126.5
VD	Payerne	7'414	640	86.3
VD	Sainte-Croix	3'600	250	66.7
VD	Vevey	58'850	6'640	112.8
VS	Fully	6'300	658	80.6
VS	Martigny	15'000	1'875	125.0
VS	Monthey	14'642	862	58.9
VS	Sierre	14'674	1'210	82.5
VS	Sion	26'708	4'588	171.8
ZH	Adliswil	15'639	1'082	69.2
ZH	Birmensdorf	2'280	207	90.8
ZH	Bonstetten	3'824	242	63.3
ZH	Buchs	4'200	355	84.5
ZH	Bülach	13839	934	67.5
ZH	Dachsen	1'600	101	63.1
ZH	Däniken	2'660	185	69.5
ZH	Dielsdorf	4'800	403	84.0
ZH	Dietikon	21'275	1'570	73.8
ZH	Dübendorf	20'000	1'451	72.6
ZH	Elgg	3'560	196	51.7
ZH	Fällanden	6'550	585	89.3
ZH	Geroldswil	10'395	705	67.8
ZH	Glattbrugg	11'752	779	66.3
ZH	Hombrechtikon	7'347	449	61.1
ZH	Horgen	17'560	1'340	76.3
ZH	Hütten	710	57	80.3
ZH	Kilchberg	7'063	537	76.0
ZH	Küsnacht	12'281	1'143	93.1
ZH	Langnau am Albis	6'563	526	80.1
ZH	Männedorf	8'494	518	61.0
ZH	Oberglatt	5'013	390	77.8
ZH	Pfäffikon ZH	9'410	656	69.7
ZH	Räterschen	2'850	192	59.6
ZH	Richterswil	10'400	708	68.1
ZH	Rikon	4'689	287	61.2

Kanton	Ort	Einwohnerzahl	Wasserverbrauch Haushalte total [1000 m3]	Wasserverbrauch pro EinwohnerIn [m3]
ZH	Schlieren	12'680	1'130	89.1
ZH	Seuzach	6'466	440	68.0
ZH	Spreitenbach	8'924	605	67.8
ZH	Thalwil	15'732	1'461	92.9
ZH	Uhwiesen	1'350	146	93.3
ZH	Uster	28'865	2'191	75.9
ZH	Volketswil	14'401	1'481	102.8
ZH	Wädenswil	19'480	1'670	85.7
ZH	Winkel	3'400	268	78.8
ZH	Winterthur	91'243	6'462	69.2
ZH	Zumikon	4'606	469	89.2
ZH	Zürich	360'704	25'846	71.7

Bundesamt für Energie BFE
Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

BBL Bestellnummer 805.543 d / 07.03 / 150