



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Gebäude

Schlussbericht vom 18.05.2016

Erfolgskontrolle Gebäudeenergiestandards 2014-2015



Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

Demo SCOPE AG
Klusenstrasse 17/18
6043 Adligenswil
www.demoscope.ch

econcept AG
Gerechtigkeitsgasse 20
8002 Zürich
www.econcept.ch

Lemon Consult AG
Sumatrastrasse 10
8006 Zürich
www.lemonconsult.ch

Autor/innen:

Werner Reimann, DemoSCOPE AG
Eva Bühlmann, DemoSCOPE AG

Meta Lehmann, econcept AG
Stephanie Bade, econcept AG
Sebastian Krämer, econcept AG
Walter Ott, econcept AG
Daniel Montanari, econcept AG
Martin Ménard, Lemon Consult AG

Spezialist/innen für Qualitativ-Interviews:

Birke Luu, DemoSCOPE AG
Virginie Chapuis, DemoSCOPE AG
Marco Schnitter, DemoSCOPE AG

Gebäudeenergie-Experten/innen Begehungen:

Sebastian Krämer, econcept AG
Meta Lehmann, econcept AG
Martin Mühlebach, Lemon Consult AG
Valentin Müller, Lemon Consult AG
Martin Ménard, Lemon Consult AG
Lara Carisch, Lemon Consult AG

Begleitgruppe:

Olivier Meile, BFE Sektion Gebäude (Oberleitung)
Rolf Moser, enerconom, externe Projektleitung

Matthias Haldi, Amt für Umweltkoordination und Energie, Kanton Bern (EnFK)
Heinrich Huber, Minergie Agentur Bau
Urs-Peter Menti, Zertifizierungsstelle Minergie P
Christian Roethenmund, Geschäftsstelle Minergie

BFE-Bereichsleiter: Olivier Meile

BFE-Vertragsnummer: SI/ 401128-01

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



Inhaltsverzeichnis

Management Summary Deutsch.....	5
Management Summary Français	8
Management Summary italiano.....	12
Zusammenfassung	15
Ausgangslage und Zielsetzung	15
Methodik.....	15
Ergebnisse	18
Résumé	32
Situation initiale et objectifs.....	32
Méthodologie.....	32
Résultats	36
Sintesi.....	50
Situazione di partenza e obiettivi	50
Metodologia.....	50
Risultati.....	53
Teil I: Befragungen	67
1 Methodisches Vorgehen	68
1.1 Repräsentativbefragung Minergie.....	68
1.2 Repräsentativbefragung MuKE.....	71
1.3 Qualitative Nachbefragung	74
2 Ergebnisse Minergie	75
2.1 Fachleute (Architekt/innen, Fachplanende, Bauherrschaften)	75
2.1.1 Einstellungen.....	75
2.1.2 Entscheidungs- und Planungsprozess	77
2.1.3 Bauen mit Minergie – Vorgaben und Hindernisse	80
2.1.4 Zertifizierung	84
2.1.5 Rückblick.....	85
2.2 Betreibende.....	86
2.2.1 Einstellungen.....	86
2.2.2 Beobachtete Situation	87
2.2.3 Selbstberichtetes Verhalten	88
2.2.4 Informationsstand.....	90
2.2.5 Ausblick.....	91
2.3 Nutzende.....	92
2.3.1 Einstellungen.....	92
2.3.2 Informationsstand.....	93
2.3.3 Situation und selbstberichtetes Verhalten	94
2.3.4 Zufriedenheit	95
2.3.5 Rückblick.....	98
3 Ergebnisse Minergie und MuKE im Vergleich.....	100
3.1 Fachleute (Architekt/innen und Bauherrschaften)	100
3.1.1 Einstellungen.....	100
3.1.2 Entscheidungs- und Planungsprozess	102
3.1.3 Vorgaben und Hindernisse beim Planen und Bauen.....	104
3.1.4 Zertifizierung	106



3.1.5	Rückblick.....	107
3.2	Betreibende.....	108
3.2.1	Einstellungen.....	108
3.2.2	Situation und beobachtetes Verhalten.....	109
3.2.3	Selbstberichtetes Verhalten.....	110
3.2.4	Informationsstand.....	110
3.2.5	Ausblick.....	111
3.3	Nutzende.....	111
3.3.1	Einstellungen.....	111
3.3.2	Informationsstand.....	112
3.3.3	Situation und selbstberichtetes Verhalten.....	113
3.3.4	Zufriedenheit.....	115
Teil II: Energieauswertung.....		117
1	Fragestellung und Ziele der Energieerhebung.....	118
2	Vorgehen.....	119
3	Methodische Grundlagen.....	122
3.1	Energiekennzahl und Gewichtungsfaktoren.....	122
3.2	Gebäudeenergiestandards und Gebäudekategorien.....	122
3.2.1	Die untersuchten Kategorien.....	122
3.2.2	Anforderungen an die Minergie-Kategorien.....	123
3.2.3	Anforderungen an die MuKEK-Kategorien (konventionelle Bauten).....	123
3.3	Parameterdefinitionen.....	124
4	Ergebnisse.....	127
4.1	Realisierte Stichprobe.....	127
4.2	Bei den Begehungen verifizierte Energiekennzahlen.....	127
4.2.1	Minergie-Gebäude.....	130
4.2.2	MuKEK-Gebäude.....	131
4.3	Erklärungsfaktoren für die Abweichungen von den Grenzwerten.....	132
4.3.1	Einschätzung der Experten/innen zu den Gründen für die Abweichungen ...	132
4.3.2	Methodische Ausführungen zu den statistischen Analysen.....	135
4.3.3	Deskriptive Darstellungen ausgewählter möglichen Einflussfaktoren.....	136
4.3.4	Ergebnisse der multivariaten Analysen bei den Einfamilienhäusern.....	140
Teil III: Empfehlungen.....		143
Anhang zum Teil II: Energieerhebungen.....		145
Ergänzende Ausführungen zu den Analysen.....		145
Zur realisierten Stichprobe.....		145
Zu den Energiekennzahlen.....		146
Zur Abweichung vom Grenzwert.....		150
Abschätzung der Gebäudehüllzahl.....		152
Herleitung der Anforderung an die MuKEK-Gebäude.....		153
Abbildungsverzeichnis.....		154
Tabellenverzeichnis.....		156
Glossar.....		158
Literatur.....		159



Management Summary Deutsch

In der Studie Erfolgskontrolle Gebäudeenergiestandards 2014-2015 wurde unter anderem untersucht, ob die einbezogenen Gebäude die Grenzwerte des jeweiligen Energiestandards bezüglich des gewichteten Energiebedarfs¹ tatsächlich einhalten. Bei den verschiedenen untersuchten Minergie-Standards entspricht der zu erreichende Grenzwert dem Minergie-, Minergie-A bzw. dem Minergie-P-Grenzwert. Bei den MuKEn-Gebäuden (gemäss den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich erstellt) wurde zur besseren Vergleichbarkeit mit den Minergie-Bauten auf der Basis des Grenzwerts Heizwärmebedarf nach MuKEn 2008 ein individueller Grenzwert pro Objekt ermittelt.

Das Minergie-Label wird aufgrund von planerischen Daten, nicht aufgrund des effektiven Energieverbrauchs im Betrieb erteilt. Die im Projekt festgestellten Abweichungen bedeuten nicht, dass die entsprechenden Gebäude den Standard nicht einhalten, sondern dass z. B. wegen Nutzer- oder Betriebseinflüssen die Planungswerte überschritten werden. Ob allenfalls bauliche Mängel mitverantwortlich sind für die Überschreitung der Grenzwerte, wurde im Projekt nicht untersucht. Die Studie gibt jedoch Hinweise darauf, dass der nicht optimale Betrieb der Gebäudetechnik zu Überschreitungen führt.

Die untersuchten Gebäude wurden über die Online-Befragung von Bauherrschaften rekrutiert, welche sich zur Auswertung bereit erklärt hatten. Ergänzt wurde das Sample insbesondere bei den MuKEn-Gebäuden um Objekte von grösseren Immobilienportfolieeigentümern/innen, die spezifisch kontaktiert wurden. Aufgrund der etwas anderen Grössenstruktur des MuKEn-Samples sind bezüglich Vergleichbarkeit mit den Minergie-Samples gewisse Vorbehalte zu machen, die im Bericht referiert werden.

Die Energieverbrauchsanalyse bei 214 Gebäuden (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Verwaltungsbauten) zeigt, dass die Einfamilienhäuser in allen untersuchten Minergie-Standards (Minergie Neubau, Minergie Umbau und Minergie-P Neubau²) die Grenzwerte im Median³ einhalten. Die Anforderungen für Minergie-P-Neubauten werden sowohl von den untersuchten Einfamilienhäusern als auch von den Verwaltungsbauten eingehalten. Die gewichtete Energiekennzahl der Minergie-P-Mehrfamilienhäuser liegt im Median nur ganz knapp über dem Grenzwert. Auch bei den Minergie-Umbauten wird der Grenzwert in allen Gebäudekategorien eingehalten. Mehrheitlich nicht eingehalten werden im untersuchten Sample die Anforderungen von den neuen Minergie-Mehrfamilienhäusern, von den neuen Minergie-Verwaltungsbauten sowie von den MuKEn-Mehrfamilienhäusern⁴.

Als Gründe für die zahlreichen Überschreitungen insbesondere bei den Minergie-Neubau-Mehrfamilienhäusern und den MuKEn-Neubau- und -Umbau-Mehrfamilienhäusern werden in vielen Fällen Funktions- und Einstellungsprobleme sowie ein tiefer Wirkungsgrad der Heizung vermutet. Bei den Einfamilienhäusern wurde aufgrund der Beobachtungen bei den Begehungen oft die als sehr sparsam wahrnehmbaren Bewohner/innen als Ursache für das mehrheitliche Unterschreiten der Grenzwerte vermutet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die gewichtete Energiekennzahl pro Standard und Gebäudekategorie. Ebenfalls eingetragen sind die Grenzwerte pro Standard. Weil im Sample der Minergie-Umbauten

¹ Diese Energiekennzahl beschreibt den gewichteten Nettoenergiebedarf eines Gebäudes, der pro Quadratmeter Energiebezugsfläche über den Berechnungszeitraum von einem Jahr zum Heizen, Kühlen, Lüften und die Warmwasseraufbereitung aufgewendet werden muss. Für Minergie-P und Minergie-A-Bauten werden zusätzlich die Hilfsbetriebe für die Wärme- und Kälteverteilung mitberücksichtigt. Um den Bedarf unterschiedlicher Energieträger für verschiedene Gebäude vergleichbar zu machen, wird der Endenergiebedarf abhängig vom Energieträger und dessen Wertigkeit gewichtet.

² Die Basis beim ebenfalls untersuchten, noch wenig eingeführten Standard Minergie-A Neubau ist mit total 5 Objekten zu klein und erlaubt keine Aussagen.

³ Nachfolgend wird jeweils auf den Median pro Kategorie Bezug genommen.

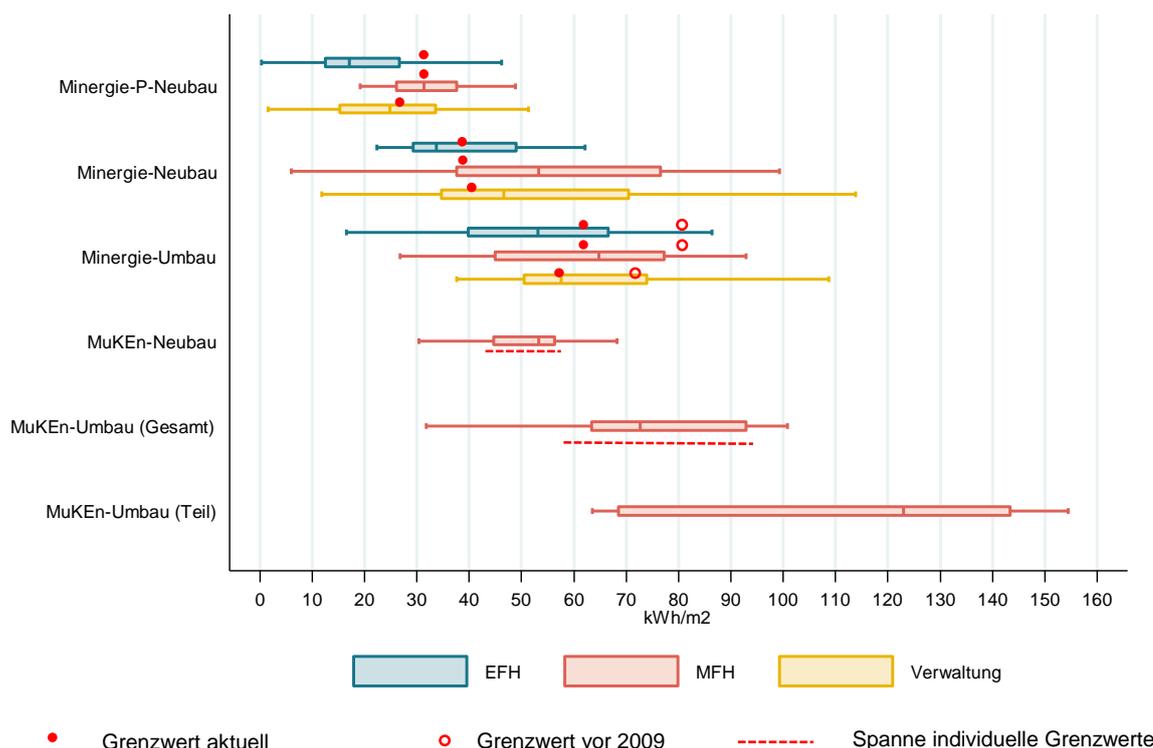
⁴ Für MuKEn-Einfamilienhäuser (2 Neubauten und 7 Umbauten, wobei nur teilweise gesamterneuert) sowie MuKEn-Verwaltungsgebäude (3 Neubauten und 2 Umbauten) ist die Basis ebenfalls zu klein für eine Aussage.



einige wenige Objekte enthalten sind, welche vor 2009 zertifiziert wurden, wird bei diesen auch der damalige Grenzwert angegeben. Bei den MuKEn-Gebäuden ist der jeweilige Grenzwert abhängig von der Gebäudehüllzahl des Objekts. Deshalb hat jedes Gebäude einen individuellen Grenzwert. Die Spanne der beobachteten Grenzwerte ist mit einer gestrichelten Linie markiert.

Abbildung 1: Gewichtete EKZ [kWh/m²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.

Alle Gebäude (n = 214)



Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden mit dem Boxplot nicht dargestellt.

Die Energieverbrauchsdaten der untersuchten Objekte basieren auf den Unterlagen, welche von den Studienteilnehmenden zur Verfügung gestellt wurden. Für die Berechnung der gewichteten Gebäudeenergiekennzahl standen im Idealfall die Daten zum Endenergieverbrauch pro Jahr für Heizung, Warmwasser und gegebenenfalls Kühlung aufgeschlüsselt nach Energieträger zur Verfügung. Die Angaben basierten auf Rechnungen oder Ablesewerten über den Zeitraum von mindestens zwei Jahren. Zudem wurde der Jahresstromertrag der Photovoltaikanlagen erfasst. Der Endenergieverbrauch wurde mit den nationalen Gewichtungsfaktoren pro Energieträger zur Ermittlung der gewichteten Energiekennzahl pro Quadratmeter Energiebezugsfläche verrechnet. Bei sämtlichen Objekten fand eine Begehung statt. An der Begehung wurden die Verbrauchsangaben plausibilisiert. Zudem konnte vor Ort der Energiebedarf zusätzlicher zu berücksichtigender Verbraucher wie Lüftungsanlagen, Hilfsbetriebe oder Kühleinrichtungen erfasst, Fragen zu energierelevanten Betriebsparametern, dem Nutzerverhalten und den Nutzungen im Gebäude geklärt und die Angaben zur Energiebezugsfläche plausibilisiert werden.

Die Energieverbrauchsanalyse wurde ergänzt durch eine breit angelegte Online-Befragung verschiedener Zielgruppen. Als erstes wurden die Antworten von 990 Bauherrschaften und 260 Architekt/innen, die mit Minergie gebaut hatten, mit denjenigen von 262 Bauherrschaften und 78 Architekt/innen von



Liegenschaften verglichen, die auf konventionelle Art (MuKEEn) erstellt wurden. Dabei wurde deutlich, dass die Bauherrschaften und Architekt/innen im Minergie-Umfeld eine energiebewusstere Einstellung mitbringen als die Antwortenden aus dem MuKEEn-Umfeld. Der Planungs- und Bauprozess wird von den Betroffenen bei Minergiebauten verglichen mit MuKEEn-Gebäuden in verschiedener Hinsicht als aufwändiger erlebt. Die Zielpersonen aus dem Minergie-Umfeld stufen jedoch den Qualitäts- und Innovationsgewinn bei Minergiebauten gegenüber konventionellen Gebäuden höher ein als diejenigen aus dem MuKEEn-Umfeld. Man kann dies als eine Art Rechtfertigung für den erhöhten Aufwand betrachten. Jedenfalls würden knapp vier von fünf Bauherrschaften auch heute wieder nach dem gleichen Minergie-Standard bauen, nur ganz wenige überhaupt nicht mehr in Minergie. Dies ist ein klares Indiz für eine hohe Zufriedenheit der Bauherrschaften mit Minergie.

Die hohe Zufriedenheit bei den Minergie-Bauherrschaften findet ihre Entsprechung bei den aktuellen Nutzenden. Auch sie wurden online befragt. 738 aus Minergie- und 302 aus MuKEEn-Bauten antworteten. Im Vergleich erweisen sich Nutzende aus Minergie-Liegenschaften als zufriedener was Schallschutz, Schutz vor Zugluft und Schutz vor Kochgerüchen betrifft. Hingegen empfinden sie die Luft in ihren Räumen im Winter häufiger als zu trocken.

In Vielem sind die Antworten der Nutzenden aus Minergie- und MuKEEn-Gebäuden praktisch deckungsgleich. Insbesondere haben beide Gruppen ähnliche Vorstellungen vom Nutzen von Liegenschaften, etwa was den Stellenwert des Energiesparens betrifft.

Auch bei den Betreibenden decken sich viele Antworten aus dem Minergie-Umfeld (n=869) mit denjenigen aus dem MuKEEn-Umfeld (n=226). Namentlich verfügen sie über einen ähnlichen Informationsstand und ein ähnliches selbstberichtetes Verhalten:

- Je nicht ganz zwei Drittel unter ihnen hat eine *lückenlose Dokumentation für technische Anlagen* erhalten, sei es schriftlich oder mündlich.
- Bei denjenigen, die über keine lückenlose oder gar keine Dokumentation verfügen, sind die Bedürfnisse im Minergie- und im MuKEEn-Umfeld ähnlich gelagert, mit einer Ausnahme: Bei MuKEEn besteht praktisch kein Bedürfnis nach Informationen zur Lüftungswartung und -einstellung, was nicht erstaunt, weil dort meistens keine kontrollierte Lüftung vorhanden ist.
- Mit den technischen Anlagen beschäftigen sich die meisten befragten Betreibenden von MuKEEn-Gebäuden (81%) wie auch bei Minergiebauten (87%) selbst.

Die Online-Umfrage wurde ergänzt durch persönliche qualitative Gespräche mit 51 Personen. Diese Gespräche zeigten nicht zuletzt auf, dass Minergie an Vorsprung eingebüsst hat, weil auch beim konventionellen Bauen technologische Fortschritte erzielt wurden. Ferner wurde in diesen Gesprächen deutlich, dass die Marke Minergie aufgrund ihres Qualitätsanspruches auch ein nicht unwichtiges Verkaufsargument darstellt.



Management Summary Français

L'étude « Standards énergétiques dans le bâtiment – contrôle des résultats 2014-2015 » a notamment pour but de vérifier que les bâtiments examinés respectent les valeurs limites du standards de construction en question quant aux besoins énergétiques pondérés⁵. Pour les bâtiments construits selon les standards Minergie, la valeur limite à ne pas dépasser correspond au standard Minergie, Minergie-A ou Minergie-P. Pour les bâtiments construits sous l'égide du MoPEC (Modèle de prescriptions énergétiques des cantons), une valeur limite spécifique à chaque objet a été déterminée sur la base de la valeur limite fixée dans le MoPEC 2008 concernant les besoins de chaleur pour le chauffage. Cela facilite la comparaison avec les bâtiments Minergie.

Le label Minergie n'est pas attribué sur la base d'une consommation d'énergie mesurée en cours d'exploitation, mais sur des valeurs de planification. Lorsque les valeurs réelles dépassent les valeurs de planification, cela ne signifie pas forcément que le bâtiment ne répond pas au standard; il peut arriver que les comportements des utilisateurs ou des variations des conditions d'exploitation en soient la cause. Les auteurs de l'étude n'ont pas abordé la question d'éventuels vices de construction, qui auraient pu être coresponsables des dépassements observés. Ils ont néanmoins constaté que des conditions d'exploitation non optimales pouvaient entraîner de tels dépassements.

L'échantillonnage des bâtiments a été constitué à partir d'un questionnaire en ligne adressé à des maîtres d'ouvrage ayant accepté de participer à cette enquête. Pour les constructions se référant au MoPEC notamment, l'échantillon a été étendu à des bâtiments faisant partie du parc immobilier de gros propriétaires fonciers, avec lesquels les auteurs ont pris contact spécifiquement. La comparaison entre l'échantillon de bâtiments MoPEC et celui de bâtiments Minergie appelle certaines réserves en raison de l'inhomogénéité de la structure des échantillons respectifs (taille des bâtiments); ces réserves ont été explicitées dans le présent rapport.

L'échantillon comprend 214 bâtiments et est composé de maisons individuelles, d'immeubles d'habitation collectifs et de bâtiments administratifs. L'analyse de la consommation d'énergie débouche sur le constat que la médiane⁶ de toutes les maisons individuelles respecte les valeurs limites, et ce, dans toutes les catégories Minergie (nouvelle construction Minergie, transformation Minergie, nouvelle construction Minergie-P⁷). S'agissant des nouvelles constructions Minergie-P examinées, les maisons individuelles et les bâtiments administratifs respectent les exigences du standard. En revanche, pour les immeubles d'habitation collectifs, l'indice pondéré médian de dépense d'énergie dépasse de peu la valeur limite. Lors de rénovation, tous les bâtiments Minergie respectent les exigences, quelle que soit leur catégorie. Par contre, dans l'échantillon soumis à l'analyse, les immeubles d'habitation collectifs Minergie nouvellement construits, les nouveaux bâtiments administratifs Minergie et les nouveaux immeubles d'habitation collectifs MoPEC ne respectent pas les exigences qui les concernent⁸.

Pour expliquer les nombreux dépassements de la valeur limite observés dans les nouveaux immeubles Minergie, ainsi que dans les immeubles nouveaux ou transformés sous l'égide du MoPEC, les auteurs

⁵ Cet indice de dépense d'énergie décrit la demande annuelle nette d'énergie d'un bâtiment, rapportée au mètre carré de sa surface de référence énergétique, nécessaire pour assurer le chauffage, la climatisation, l'aération et la production d'ECS. Dans les bâtiments construits sous le standard Minergie-P ou Minergie-A, on tient également compte des appareils auxiliaires assurant la distribution de la chaleur ou du froid. Pour pouvoir comparer la demande d'énergie de différents bâtiments, quel que soit l'agent énergétique qui les alimente, on pondère la demande d'énergie finale au moyen d'un facteur qui varie selon l'agent énergétique considéré.

⁶ Dans la suite du texte, on se référera toujours à la médiane par catégorie de bâtiments.

⁷ S'agissant des nouvelles constructions répondant au standard Minergie-A, l'échantillon est trop faible (5 objets) pour en tirer des conclusions fiables.

⁸ L'échantillon est également insuffisant pour les maisons individuelles MoPEC (2 nouvelles constructions et 7 transformations, le plus souvent partielles) ainsi que pour les bâtiments administratifs MoPEC (3 nouvelles constructions et 2 transformations), ce qui ne permet pas de tirer des conclusions à leur propos.

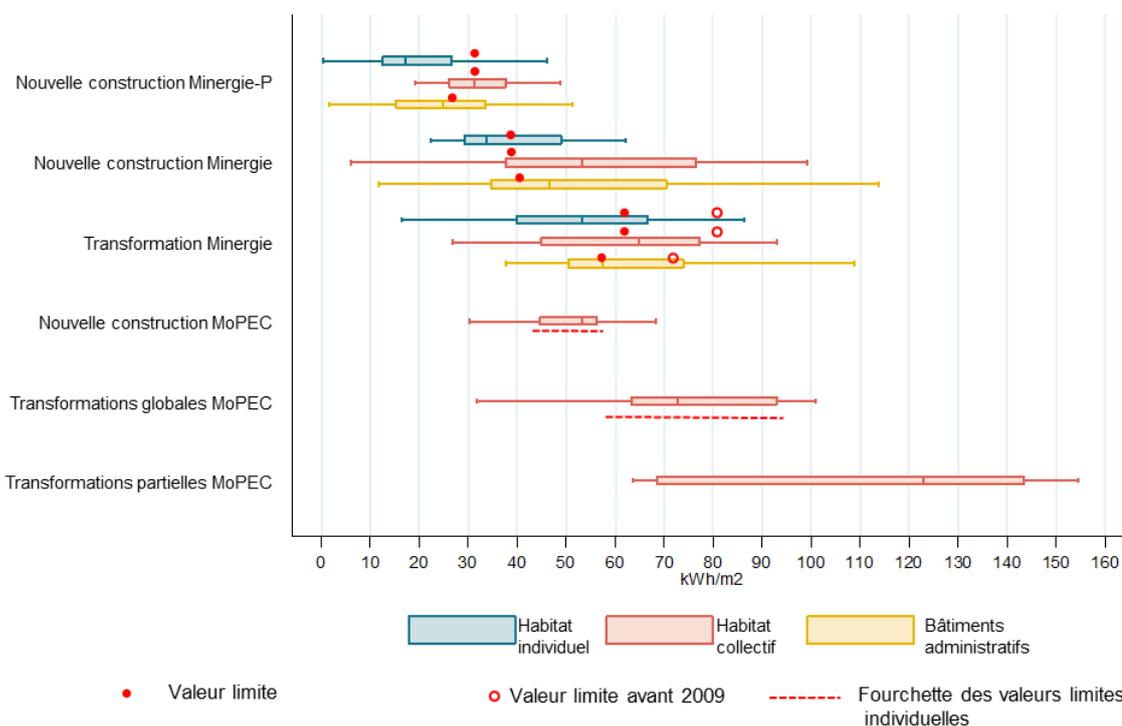


de l'étude avancement l'hypothèse que, dans de nombreux cas, le problème réside dans des défauts de fonctionnement ou des problèmes de réglage des installations, ou dans le rendement trop faible des producteurs de chaleur. A l'opposé, les auteurs ont observé, lors de leurs enquêtes sur le terrain, que les maisons individuelles étaient majoritairement en dessous des valeurs limites, ce qu'ils attribuent aux comportements de leurs habitants, particulièrement économes en énergie.

La figure ci-dessous met en lumière les indices pondérés de dépense d'énergie par standard et par catégorie de bâtiment. Elle indique aussi les valeurs limites par standard. Dans l'échantillon des transformations Minergie, quelques objets ont été certifiés avant 2009; c'est pourquoi le graphique indique aussi, pour ces objets, la valeur limite en vigueur à l'époque de leur certification. Pour les bâtiments MoPEC, la valeur limite est fonction du facteur d'enveloppe de l'objet, raison pour laquelle chaque objet est évalué en fonction d'une valeur limite spécifique. La fourchette des valeurs limites observées est représentée par une ligne traitillée.

Figure 1: Indices pondérés de dépense d'énergie [kWh/m²]. Les cases ne sont représentées que si le sous-groupe d'objets comporte au moins cinq bâtiments. Le graphique ne signale pas les résultats aberrants.

Tous les bâtiments (n = 214)



Les cases s'étendent du 25^e au 75^e percentile. Le trait vertical figuré à l'intérieur des cases représente la médiane. Les lignes de part et d'autre des cases indiquent la fourchette des valeurs mesurées; leur longueur est au maximum égale à 1,5 fois l'écart entre le 25^e et le 75^e percentile ($Q_{0.75} - Q_{0.25}$). Les valeurs observées qui se situeraient à l'extérieur de cette fourchette sont considérées comme aberrantes et ne sont pas représentées dans le graphique.

Les données relatives à la consommation d'énergie des objets étudiés sont tirées des documents fournis par les participants à l'enquête. Pour calculer les indices pondérés de dépense d'énergie, on a pu se baser, dans le meilleur des cas, sur la consommation annuelle d'énergie finale pour le chauffage, la production d'ECS et la climatisation (si installée). Ces données étaient disponibles de manière distincte pour chaque agent énergétique. Elles étaient fondées sur les factures ou sur les données



relevées au compteur, et portaient au moins sur une période de deux ans. Lorsque des installations photovoltaïques étaient présentes, leur production annuelle d'électricité a été prise en compte. Pour calculer les indices pondérés de dépense d'énergie par mètre carré de surface de référence énergétique (SRE), on a appliqué aux données relatives à la consommation d'énergie finale les facteurs de pondération nationaux en usage pour chacun des agents énergétiques concernés.

Tous les bâtiments sélectionnés ont fait l'objet d'une visite sur place, ce qui a permis de vérifier la plausibilité des données de consommation. Les données collectées à cette occasion ont porté sur l'existence d'installations de ventilation, de systèmes auxiliaires ou d'installations de climatisation à prendre en compte dans les calculs de consommation. D'autres données ont aussi pu être collectées, telles que des paramètres spécifiques d'exploitation, le comportement des utilisateurs ou les diverses affectations du bâtiment, ainsi que les données relatives à la SRE.

Les données concernant la consommation d'énergie ont été complétées par une large enquête en ligne, s'adressant à différents groupes-cibles d'acteurs impliqués.

Les auteurs de l'étude ont d'abord comparé les réponses des acteurs ayant construit selon le standard Minergie (990 maîtres d'ouvrage et 260 architectes) avec celles des acteurs s'étant appuyés sur les normes conventionnelles reflétées dans le MoPEC (262 maîtres d'ouvrage et 78 architectes). Ils ont constaté que les acteurs évoluant dans l'environnement Minergie étaient plus conscients des questions énergétiques que ceux se référant au MoPEC. En revanche, pour les premiers, le processus de planification et de construction est perçu sous plusieurs aspects comme plus exigeant que pour les seconds. Questionnés sur l'avantage du point de vue qualité du bâti et innovation architecturale que représente un bâtiment Minergie comparé à un bâtiment conventionnel, les premiers sont plus affirmatifs que les seconds. On pourrait interpréter ce constat comme une justification des efforts plus importants à consentir pour obtenir le label Minergie.

En conclusion, quatre maîtres d'ouvrage sur cinq ont affirmé que, s'ils se lançaient dans un nouveau projet de construction, ils choisiraient à nouveau le standard Minergie. Seule une poignée d'entre eux ne construirait plus selon ce standard. De telles réponses sont le reflet d'un haut degré de satisfaction des maîtres d'ouvrage par rapport à la filière Minergie.

Cette constellation a son pendant du côté des utilisateurs actuels, ayant également été appelés à se prononcer dans le cadre d'une enquête en ligne. L'échantillon comprenait 738 personnes habitant dans un bâtiment Minergie, et 302, dans un bâtiment traditionnel (construit selon le MoPEC). Globalement, les habitants d'un bâtiment Minergie se sont révélés plus satisfaits que ceux d'un bâtiment MoPEC, notamment sur les critères de l'insonorisation, de l'absence de courants d'air et de la rapidité d'évacuation des odeurs de cuisine. En revanche, les premiers se plaignent plus que les seconds de la sécheresse de l'air intérieur en hiver.

Sur toutes les autres questions, les réponses des deux groupes d'utilisateurs sont pratiquement identiques. Interrogés sur les modalités d'utilisation de leur logement, les personnes des deux groupes se rejoignent, et notamment sur l'importance à accorder aux économies d'énergie.

Cette parenté de points de vue est également observée dans le groupe des exploitants (869 représentants de l'environnement Minergie et 226 représentants de l'environnement MoPEC). Dans les deux groupes, les personnes disposent notamment du même niveau d'information et manifestent des comportements comparables:

- Un petit deux tiers d'entre eux disposent d'une *documentation complète sur les installations techniques*, obtenue par écrit ou oralement.
- Pour le gros tiers de ceux qui ne disposent pas d'une telle documentation ou dont la documentation est lacunaire, les besoins d'information sont comparables dans les deux groupes d'exploitants, à une exception près: les exploitants de bâtiments traditionnels (selon



MoPEC) ne demandent pas à disposer d'informations sur la maintenance et la régulation des systèmes de ventilation contrôlée... pour la simple raison que ces bâtiments ne disposent en général pas d'une telle installation.

- La majorité des exploitants des deux groupes (Minergie: 87 %, MoPEC: 81 %) entretiennent eux-mêmes les installations de leurs bâtiments.

L'enquête en ligne a été complétée par l'interview de 51 personnes, permettant de rassembler des données qualitatives. Ces entretiens ont débouché notamment sur deux constats. L'avance conceptuelle des bâtiments Minergie s'est amenuisée du simple fait que, dans la construction traditionnelle également, des progrès technologiques remarquables ont été réalisés. La marque Minergie est synonyme de qualité du bâtiment et constitue un argument de vente non négligeable.



Management Summary italiano

Nell'ambito dello studio «Controllo dei risultati standard energetici degli edifici 2014-2015» è stato verificato negli edifici in esame, tra le altre cose, il rispetto effettivo dei valori limite del rispettivo standard energetico in merito al fabbisogno energetico ponderato⁹. Nei diversi standard Minergie oggetto dell'indagine il valore limite da raggiungere corrisponde al valore limite Minergie, Minergie-A o Minergie-P. Per una migliore comparabilità con gli edifici Minergie, per gli edifici MoPEC (realizzati conformemente ai Modelli di prescrizione energetica cantonali) è stato determinato un valore limite individuale per ogni oggetto sulla base del valore limite del fabbisogno di calore per riscaldamento secondo MoPEC 2008.

Il label Minergie viene assegnato in base a dati di progetto e non in base al consumo effettivo di energia in fase d'esercizio. Le differenze rilevate nel progetto non sono date da un mancato rispetto degli standard negli edifici in questione; i valori di pianificazione vengono superati ad es. per effetto del comportamento di utilizzatori e gestori. La possibilità che difetti di costruzione concorrano al superamento dei valori limite non è analizzata nello studio che fornisce invece indicazioni su come un esercizio non ottimale della tecnica degli edifici porti al superamento dei valori limite.

Gli edifici in esame sono stati individuati attraverso il sondaggio online svolto tra i committenti che si sono resi disponibili alla valutazione. Il campione è stato integrato, in particolare per gli edifici MoPEC, con oggetti appartenenti a proprietari di grandi portafogli immobiliari, contattati in modo mirato. A causa della diversa struttura dimensionale del campione MoPEC, per la comparabilità con i campioni Minergie occorre formulare alcune riserve, esplicitate nel rapporto.

Dall'analisi del consumo energetico di 214 edifici (case unifamiliari, case plurifamiliari ed edifici amministrativi) emerge che in tutti gli standard Minergie esaminati (Minergie nuova costruzione, Minergie ristrutturazione e Minergie-P nuova costruzione¹⁰) le case unifamiliari rispettano i valori limite nella mediana¹¹. I requisiti per le nuove costruzioni Minergie-P vengono rispettati sia dalle case unifamiliari che dagli edifici amministrativi presi in esame. L'indice energetico ponderato delle case plurifamiliari Minergie-P si colloca nella mediana di pochissimo sopra il valore limite. Il valore limite è rispettato in tutte le categorie di edifici anche nelle ristrutturazioni Minergie. Nel campione d'indagine i requisiti non vengono perlopiù rispettati nelle nuove case plurifamiliari Minergie, nei nuovi edifici amministrativi Minergie e nelle case plurifamiliari MoPEC¹².

La causa degli svariati superamenti, in particolare nelle case plurifamiliari di nuova costruzione Minergie e nelle case plurifamiliari nuove e ristrutturate MoPEC, è da ricondurre probabilmente ai numerosi problemi funzionali e di regolazione nonché a un basso grado di efficienza del riscaldamento. Nella maggioranza delle case unifamiliari i valori limite non vengono raggiunti: dalle osservazioni condotte durante i sopralluoghi ciò è da ricondurre spesso all'elevata parsimonia degli abitanti.

⁹ Questo indice energetico descrive il fabbisogno di energia netto ponderato di un edificio, per metro quadro di superficie di riferimento energetico, necessario in un anno per riscaldare, raffreddare, aerare e produrre acqua calda. Per gli edifici Minergie-P e Minergie-A vengono considerati anche gli impianti ausiliari per la distribuzione di calore e di freddo. Al fine di poter comparare il fabbisogno di vari vettori energetici per diversi edifici, il fabbisogno di energia finale viene ponderato a seconda del vettore energetico e della relativa valenza.

¹⁰ Nonostante sia ancora poco diffuso lo standard Minergie-A nuova costruzione è stato comunque esaminato. Tuttavia, con un totale di 5 oggetti, la base risulta troppo esigua e non consente di fare alcuna affermazione.

¹¹ Di seguito si fa riferimento alla mediana per ogni categoria.

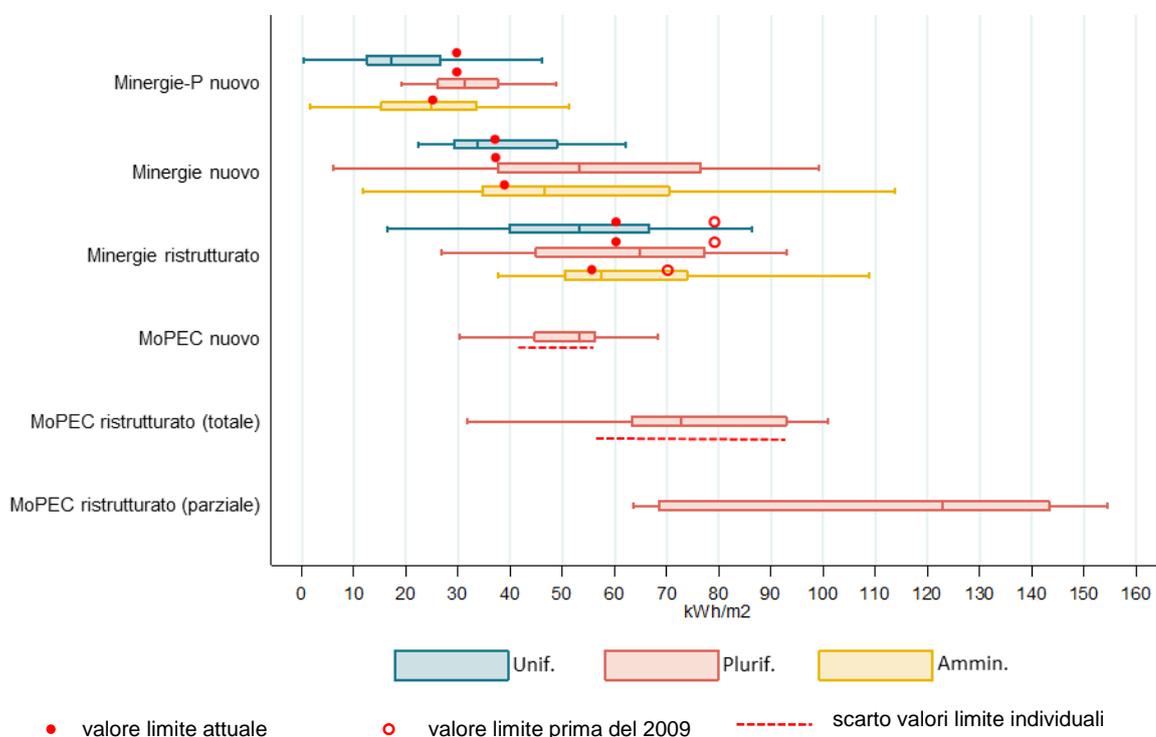
¹² Anche per le case unifamiliari MoPEC (2 nuove costruzioni e 7 ristrutturazioni, di cui solo alcune complete) e per gli edifici amministrativi MoPEC (3 nuove costruzioni e 2 ristrutturazioni) la base è troppo esigua e non consente affermazioni.



La figura seguente mostra l'indice energetico ponderato per ogni standard e categoria di edificio, nonché i valori limite per ogni standard. Il campione delle ristrutturazioni Minergie comprende anche alcuni oggetti certificati prima del 2009: di questi viene indicato anche il valore limite di allora. Per quanto riguarda gli edifici MoPEC il rispettivo valore limite dipende dal fattore dell'involucro dell'edificio; per questa ragione ogni edificio ha un valore limite individuale. Lo scarto dei valori limite osservati è contrassegnato con una linea tratteggiata.

Figura 1: *indice energetico ponderato [kWh/m²]. Le scatole vengono raffigurate solamente se il rispettivo sotto-gruppo comprende almeno cinque edifici. Raffigurazione senza valori anomali.*

Tutti gli edifici (n = 214)



Le scatole vanno dal 25° al 75° percentile. La linea verticale all'interno della scatola contraddistingue la mediana. Le linee al di fuori delle scatole mostrano in quale area dei valori sono presenti ulteriori punti dati; la lunghezza di dette linee è al massimo di 1,5 volte l'ampiezza interquartile ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$). I valori anomali al di fuori di questa area non vengono raffigurati nel grafico a scatola.

I dati sul consumo energetico degli oggetti in esame si basano sulla documentazione fornita dai partecipanti allo studio. Ai fini del calcolo dell'indice energetico ponderato degli edifici, nel caso ideale sono stati utilizzati i dati relativi al consumo annuo di energia finale per riscaldamento, acqua calda ed eventualmente raffreddamento, suddivisi per vettore energetico. I dati si basano su fatture o valori risultanti da letture per un periodo di almeno due anni. Inoltre è stato rilevato il rendimento annuo dell'elettricità prodotta con gli impianti fotovoltaici. Al fine di determinare l'indice energetico ponderato per metro quadro di superficie di riferimento energetico il consumo di energia finale è stato calcolato con i fattori di ponderazione nazionali per ogni vettore energetico. In tutti gli oggetti è stato svolto un sopralluogo, durante il quale è stata verificata la plausibilità dei dati sui consumi. Inoltre sul posto è stato rilevato il fabbisogno energetico di ulteriori fonti di consumo da considerare, quali impianti di ventilazione, ausiliari o di raffreddamento; sono state chiarite questioni relative ai parametri d'esercizio rilevanti ai fini energetici, al comportamento degli utilizzatori e alle destinazioni nell'edificio e infine è stato svolto il controllo della plausibilità dei dati relativi alla superficie di riferimento energetico.



L'analisi del consumo energetico è stata completata da un ampio sondaggio online svolto fra diversi gruppi target. Innanzitutto sono state confrontate le risposte di 990 committenti e 260 architetti che avevano costruito con Minergie con quelle di 262 committenti e 78 architetti che avevano realizzato edifici in maniera convenzionale (MoPEC). Da questo confronto emerge chiaramente una maggiore consapevolezza energetica dei committenti e degli architetti nell'ambito Minergie rispetto agli interpellati dell'ambito MoPEC. Inoltre i primi considerano il processo di progettazione e costruzione più oneroso sotto svariati punti di vista. Tuttavia la qualità e l'innovazione degli edifici Minergie rispetto agli edifici convenzionali è giudicata superiore dagli interpellati Minergie rispetto a professionisti MoPEC. Questa affermazione può essere letta come una sorta di giustificazione per il maggior onere sostenuto. Ciononostante quasi quattro committenti su cinque costruirebbero nuovamente con lo stesso standard Minergie, mentre sono pochissimi quelli che non opterebbero più per Minergie. Si tratta di un chiaro indice dell'elevata soddisfazione dei committenti Minergie.

L'elevata soddisfazione dei committenti Minergie si riscontra anche tra gli attuali utilizzatori. Anch'essi interpellati online, hanno risposto in 738 per gli edifici Minergie e in 302 edifici per gli edifici MoPEC. Dal confronto tra queste due categorie emerge che gli utilizzatori degli immobili Minergie sono maggiormente soddisfatti per quanto riguarda la protezione acustica, contro le correnti d'aria e contro gli odori di cucina, mentre affermano che spesso d'inverno l'aria nei locali è troppo secca.

Per molti aspetti le risposte degli utilizzatori degli edifici Minergie e degli edifici MoPEC praticamente coincidono. In particolare i due gruppi hanno posizioni simili circa l'utilizzo degli immobili, ad esempio per quel che concerne il valore attribuito al risparmio energetico.

Anche per quanto riguarda i gestori numerose risposte dell'ambito Minergie (n=869) coincidono con quelle dell'ambito MoPEC (n=226). In particolare i due gruppi riferiscono di un grado d'informazione simile e di un comportamento dichiarato simile:

- in ognuno dei gruppi quasi due terzi degli interpellati hanno ottenuto una *documentazione completa per gli impianti tecnici*, sia in forma scritta che orale.
- Le esigenze degli interpellati che non dispongono di documentazione completa o addirittura di alcuna documentazione sono simili sia nell'ambito Minergie sia nell'ambito MoPEC, con una eccezione: gli interpellati MoPEC non necessitano praticamente di alcuna informazione circa la manutenzione e la regolazione dell'impianto di ventilazione. Tale affermazione non sorprende, dato che la maggior parte di questi edifici non dispone di ventilazione controllata.
- La maggior parte degli interpellati, sia gestori di edifici MoPEC (81%) che Minergie (87%), si occupa personalmente degli impianti tecnici.

Il sondaggio online è stato integrato da colloqui personali qualitativi svolti con 51 persone. Da questi colloqui è emerso, fra le altre cose, che Minergie ha perso terreno, grazie anche ai progressi tecnologici raggiunti dalle costruzioni convenzionali. Inoltre questi colloqui indicano chiaramente come, grazie ai suoi requisiti qualitativi, il marchio Minergie costituisca un argomento di vendita rilevante.



Zusammenfassung

Ausgangslage und Zielsetzung

Minergie hat in der Schweiz eine beachtliche Ausbreitung erreicht. Anfang April 2014 umfasste die Datenbank des Vereins Minergie insgesamt 21'740 Objekte.

Mit der vorliegenden Studie führt das Bundesamt für Energie (BFE) erstmals in der ganzen Breite eine Erfolgskontrolle zum Bauen mit Minergie durch. Frühere Evaluationen beschränkten sich auf einzelne Standards¹³ und auf ungeprüfte Energieverbrauchsangaben der Befragten. Um allfällige Unterschiede zwischen dem Bauen mit erhöhten Umweltauflagen und konventionellem Bauen zu ermitteln, werden in der vorliegenden Studie auch Gebäude einbezogen, die den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) folgen.

Mittels Befragungen soll abgeklärt werden, aus welchen Motiven heraus die verschiedenen Akteursgruppen (Bauherrschaften, Architekt/innen, Fachplanende, Betreibende und Nutzende) mit Minergie gebaut haben bzw. Minergie-Gebäude betreiben oder nutzen, wie sie den Planungs-, Bau- und Zertifizierungsprozess erlebt haben sowie mit welchen Erfahrungen und mit welchem Wissen sie heute diese Gebäude betreiben bzw. nutzen und wie sie sich dabei verhalten.

Ergänzend dazu soll mit Gebäude-Begehungen und anschliessenden Energieverbrauchsauswertungen festgestellt werden, ob der reale Energieverbrauch der Gebäude den Grenzwerten des jeweiligen Energiestandards tatsächlich entspricht.

Methodik

Als Adressbasis für die *Befragung von Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden von Minergie-Bauten* diente das vollständige Adressverzeichnis des Vereins Minergie. Es bildet somit für diese Zielgruppen die *Grundgesamtheit*. Insgesamt 4'620 Personen wurden kontaktiert, 1'428 (30.9%) haben die Fragen bis zum Schluss beantwortet.

Ein Teil der befragten Bauherrschaften nutzen und/oder betreiben das betreffende Objekt heute selbst. Ergänzend wurden zu Minergie-Objekten, die in die Untersuchung gelangt waren, aus dem elektronischen Telefonbuch 543 Adressen von Privatpersonen und 113 von Unternehmen generiert und angeschrieben, die heute im Gebäude wohnen bzw. arbeiten. 62 der Angeschriebenen (9.5%) nahmen an der Umfrage teil. Insgesamt konnten so 738 Personen als *Nutzende* und 869 als *Betreibende* befragt werden.

Zum Vergleich wurden *die gleichen Zielgruppen auch im Umfeld konventionell erstellter Bauten befragt*. Hier diente als Adressbasis die Datei der Berner Fachhochschule, Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur, die sich auf sämtliche veröffentlichten Baubewilligungen stützt. Im Wesentlichen wurde aus den reichlich vorhandenen Adressen für Neubauten und Umbauten aus den Jahren 2009-11 je eine Zufallsstichprobe von Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden von Objekten aus der ganzen Schweiz (exkl. Tessin) gezogen, disproportional zu je einem Drittel für Einfamilienhäuser, Mehrfa-

¹³ Konferenz Kantonalen Energiefachstellen, unter Federführung der Energiefachstellenkonferenz der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, zusammen mit dem Verein Minergie, Praxistest MINERGIE® - Erfahrungen aus Planung, Realisierung und Nutzung von MINERGIE-Bauten, Schlussbericht, 16. Juni 2004; Bundesamt für Energie BFE, Praxistest Minergie-Modernisierung, November 2008



milienhäuser und Verwaltungsbauten. Unter Umbauten fallen nur solche mit einer energetischen Gesamtsanierung der Gebäudehülle (Dach, Fassade und Fenster). Von insgesamt 4'897 angeschriebenen Personen antworteten 354 (7.2%).

Auch hier wurden als Ergänzung über das elektronische Telefonbuch 423 Adressen von Privatpersonen und 410 von Unternehmen aus Objekten generiert, bei denen Bauherrschaften oder Architekt/innen an der Umfrage teilgenommen hatten. 160 der angeschriebenen Personen (19.2%) beteiligten sich schliesslich an der Umfrage. Damit konnten insgesamt 302 Personen als Nutzende und 226 als Betreibende befragt werden.

Der im Minergie-Umfeld eingesetzte *Online-Fragebogen* wurde auf die Situation bei Bauten adaptiert, die den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) folgen. Soweit sinnvoll und möglich, wurden die Fragen aus Vergleichsgründen in ihrem bisherigen Wortlaut belassen. Wo nötig, wurden sie der veränderten Situation angepasst. Die Befragungen fanden im Zeitraum zwischen dem 8. August 2014 (Start Pretest bei Minergie Neubauten) bis 13. Februar 2015 (Schliessung sämtlicher Fragebogen-Zugänge) statt.

Die angeschriebenen Bauherrschaften wurden auch gefragt, ob sie bereit seien, ihre Energieverbrauchsdaten für die Energieverbrauchsanalyse im Rahmen der Studie zur Verfügung zu stellen. Die Gebäude, bei welchen sich die Bauherrschaften dazu bereit erklärt hatten und schliesslich entsprechende Daten lieferten, stellten die Basis dar für die Energieauswertung. Dieses Objektsample wurde insbesondere bei den MuKE-Bauten ergänzt um Gebäude von grösseren Immobilienportfolioeigentümern/innen, welche spezifisch kontaktiert wurden.

Nach Auswertung der Repräsentativbefragungen wurden 51 *persönliche qualitative Gespräche* geführt, 41 davon mit Antwortenden verschiedener Zielgruppen aus der Onlinebefragung, je fünf weitere mit professionellen Hauswarten von Mehrfamilienhäusern und Exponenten von grossen Immobilienunternehmen (Makler und Verwaltungen). Sie hatten den Zweck, die Ergebnisse aus den quantitativen Befragungen gezielt dort zu ergänzen, wo noch Erklärungsbedarf bestand.

Für die *Energieverbrauchsanalyse* konnten Verbrauchsdaten von 214 Gebäuden verwendet werden. Bei sämtlichen Objekten fand zur Plausibilisierung und Ergänzung der Energieverbrauchsdaten eine Begehung statt. 20% der Objekte stammten aus der französischsprachigen Schweiz.

Die Rekrutierung für die Energieverbrauchsanalyse erfolgte grösstenteils aus dem Pool der Bauherrschaften, die sich an der Online-Umfrage beteiligt hatten. Aus verschiedenen Gründen (siehe nachfolgende Tabelle) fiel dabei ein Teil der Objekte ausser Betracht, grösstenteils deshalb, weil die nötigen Energieverbrauchs-Daten nicht zur Verfügung gestellt werden konnten. Ausserdem befanden sich unter den Objekten, wo eine Begehung möglich gewesen wäre, allein 440 Einfamilienhäuser, aber nur 92 Mehrfamilienhäuser und sogar nur 59 Verwaltungsbauten. Weil damit insbesondere bei den MuKE-Gebäuden die letztlich verwendbaren Objektzahlen deutlich unter den angestrebten 20 Objekten pro Kategorie lagen, wurde die Rekrutierung erweitert auf Gebäude von grösseren Immobilienportfolioeigentümern/innen, die durch das Energieteam spezifisch kontaktiert wurden. Damit konnte das Objektsample insbesondere im Bereich der Mehrfamilienhäuser noch erweitert werden.



Tabelle 1: Ausfälle beim Rekrutierungsprozess

	Standards						Total
	Minergie Neubau	Minergie Umbau	Minergie-P Neubau	Minergie-A Neubau	MuKE Neubau	MuKE Umbau	
Bauherrschaften angeschrieben	766	791	1010	51	1524	1517	5659
Bauherrschaften Antworten	250	319	396	22	108	132	1227
./ Nicht mehr Eigentümer	32	10	17	1	26	10	96
./ Ermittlung Energieverbrauch nicht möglich	79	80	110	10	44	66	389
./ Nicht bereit zu Begehung	34	47	34	3	11	22	151
Bereitschaft für Begehung	105	182	235	8	27	34	591
./ Auf Anfrage keine Daten geliefert	46	75	127	2	18	20	288
./ Daten nicht verwendbar*	17	35	59	4	2	4	121
Durchgeführte Begehungen**	54	68	44	5	19	24	214

* z. B. EFH mit Wärmepumpe ohne separaten Stromzähler

** nach Bereinigung um überzählige EFH in den Kategorien Minergie-Umbau und Minergie-P-Neubau und inklusive nachrekrutierte Objekte

Die *Energieverbrauchsdaten* der untersuchten Objekte basieren auf den Unterlagen, welche von den Studienteilnehmenden zur Verfügung gestellt wurden. Für die Berechnung der gewichteten Gebäudeenergiekennzahl standen im Idealfall, basierend auf Rechnungen oder Ablesewerten über den Zeitraum von mindestens zwei Jahren, folgende Daten zur Verfügung:

- Endenergieverbrauch pro Jahr für Heizung, Warmwasser und gegebenenfalls Kühlung aufgeschlüsselt nach Energieträger
- Jahresstromertrag von Photovoltaikanlagen

Die Verbrauchsangaben wurden *im Rahmen einer Begehung des Objekts* plausibilisiert. Zudem konnte bei der Begehung der Energiebedarf zusätzlicher zu berücksichtigender Verbraucher wie Lüftungsanlagen, Hilfsbetriebe oder Kühleinrichtungen erfasst, Fragen zu energierelevanten Betriebsparametern, dem Nutzerverhalten und den Nutzungen im Gebäude geklärt und die Angaben zur Energiebezugsfläche plausibilisiert werden. Die Begehungen stellten sich als wertvoll und notwendig für die Bereinigung der Energieverbrauchsdaten heraus. In zahlreichen Fällen konnten dadurch Abgrenzungsbedarf, Systemzusammenhänge und zusätzliche Verbraucher (wie z. B. Begleitbandheizungen) erkannt und die Verbrauchsangaben entsprechend angepasst werden.

Der bereinigte Endenergieverbrauch wird mit den nationalen Gewichtungsfaktoren pro Energieträger verrechnet zur Ermittlung der gewichteten Energiekennzahl pro Quadratmeter Energiebezugsfläche.



Tabelle 2: Ausgewertete Objekte nach Gebäudekategorie und Energiestandard

	Minergie-Neubau	Minergie-Umbau	Minergie-A-Neubau	Minergie-P-Neubau	MuKEN-Neubau	MuKEN-Umbau ¹⁴
EFH	21	33	4	19	2	7
MFH	18	22	0	16	14	15
Verwaltung	15	13	1	9	3	2

Grundsätzlich ist bei auf Freiwilligkeit basierenden empirischen Datenerhebungen immer davon auszugehen, dass Personen, welche sich für die Umfragethematik interessieren, eher zu einer Teilnahme bereit sind. Die besuchten 214 Objekte dürften daher eher von Eigentümern/innen für die Begehungen und Verbrauchserhebungen zur Verfügung gestellt worden sein, welche am Thema Energieverbrauch interessiert sind. Bei Einfamilienhäusern, welche meist von ihren Eigentümern/innen selbst genutzt werden und bei welchen daher die Eigentümer/innen selbst durch ihr Verhalten den Energieverbrauch mitbestimmen, dürften die Energieverbrauchswerte der teilnehmenden Objekte daher tendenziell eher etwas tiefer liegen als in der Grundgesamtheit. Bei den Mehrfamilienhaus- und Verwaltungsbauten, wo Bewirtschafter/innen, Nutzer/innen und Eigentümer/innen in der Regel nicht identisch sind, gehen wir hingegen nicht davon aus, dass die Stichprobe in relevantem Mass von der Grundgesamtheit abweicht. Nur bei den MuKEN-Mehrfamilienhaus-Gebäuden sind insbesondere aufgrund der etwas anderen Gröszenstruktur der Objekte gewisse Vorbehalte zu machen, die im Bericht referiert werden.

Den *statistischen Unsicherheiten*, welche sich aus der eher geringen Anzahl Objekte pro Gebäudekategorie ergeben, wurde mit entsprechend gewählten Darstellungsformen, statistischen Tests und Angabe von Konfidenzintervallen (vgl. Tabellen im Anhang) Rechnung getragen.

Ergebnisse

Planung und Erstellung

Im Entstehungsprozess der untersuchten Gebäude stehen die Antworten der Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden im Vordergrund. Ihnen wollen wir uns zuerst zuwenden, bevor wir danach fragen, wie die Gebäude heute genutzt und betrieben werden.

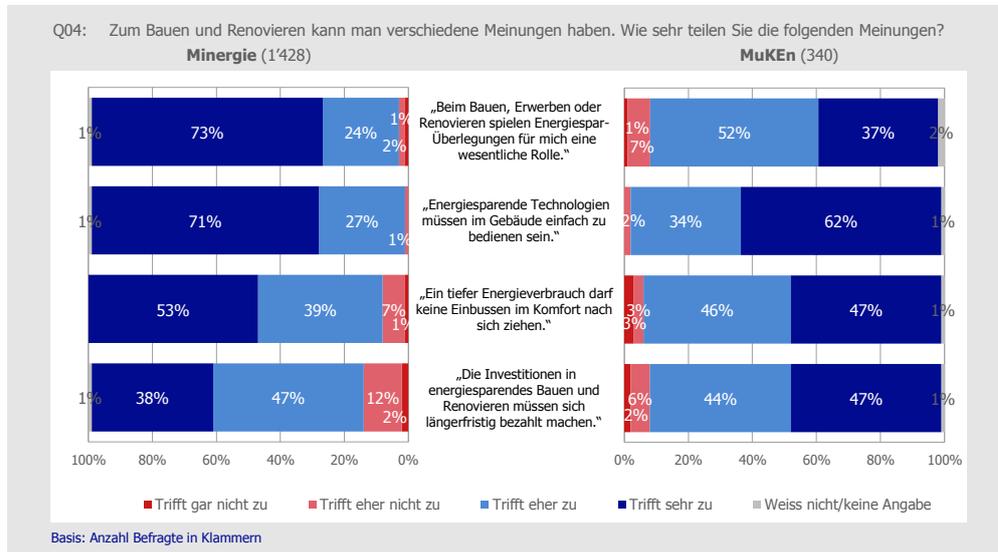
Der Vergleich der Befragungsergebnisse im Minergie-Umfeld mit denjenigen aus dem MuKEN-Umfeld zeigt: *Es bestehen Einstellungs-Unterschiede zwischen Minergie und MuKEN* bei jenen Akteursgruppen, die die entsprechenden Gebäude konzipieren (Bauherrschaften und Architekt/innen¹⁵). Energiespar-Überlegungen spielen für Architekt/innen und mehr noch für Bauherrschaften bei Minergie-Gebäuden eine wichtigere Rolle als im MuKEN-Umfeld. Gleichzeitig ist der Anspruch, eine langfristige Rendite aus Energiespar-Massnahmen zu erzielen, bei Minergie-Bauten weniger ausgeprägt als bei MuKEN-Gebäuden. Beides zusammengenommen, könnte man den Minergie-Architekt/innen und vor allem den Minergie-Bauherrschaften insgesamt eine idealistischere Haltung zuschreiben als denjenigen bei MuKEN-Bauten. Allerdings müssen energiesparende Technologien auch in einem Minergie-Gebäude einfach bedienbar sein, und ein tiefer Energieverbrauch darf keine Einbussen im Komfort nach sich ziehen. Man hätte sich in beiden Fällen eine tiefere Zustimmung im Minergie-Umfeld vorstellen können, die als Opfer zugunsten der Energiesparnis zu verstehen gewesen wären. Energiesparen darf folglich aus Sicht der Planenden den Komfort bei der Nutzung eines Objekts nicht mindern.

¹⁴ Bei den MuKEN-Umbauten wurde für die Auswertung differenziert, ob es sich tatsächlich um eine Gesamtanierung handelte oder ob weniger als drei Gebäudehüllenteile erneuert wurden.

¹⁵ Auf Fachplanende können wir vergleichend nicht eingehen, weil sich nur 14 von ihnen an der Umfrage im MuKEN-Umfeld beteiligten.



Abbildung 2: Einstellungen zum Bauen und Renovieren



Betrachtet man den *Entscheidungs-, Planungs- und Bauprozess* im Minergie- und im MuKEn-Umfeld, fällt auf: Es sind gemäss Einschätzung der Beteiligten primär die Bauherrschaften, die entscheiden, ob nach einem Minergie-Standard gebaut wird. Oft beziehen sie beim konventionellen Bauen diese Alternative gar nicht in ihre Überlegungen mit ein. Dies möglicherweise auch deshalb, weil in der Wahrnehmung der Architekt/innen, die im Entscheidungsprozess eine nicht unwesentliche Rolle spielen, die Komplexität und damit auch der Aufwand beim Bauen nach Minergie grösser ist als nach MuKEn. Die *qualitativen Gespräche* zeigen ausserdem, dass sich MuKEn-Bauherrschaften durchaus auch Gedanken zu nachhaltigem und energiesparendem Bauen machen. Allerdings ist es ihnen dabei sehr wichtig, nach ihren eigenen Vorstellungen zu planen. Entsprechend wollen sie sich nicht durch Minergie-Vorgaben einschränken lassen, sondern suchen lieber alternative Lösungen.

Lässt man MuKEn-Architekt/innen die Planung von konventionellen Bauten mit derjenigen nach Minergie vergleichen, stufen viele den *Aufwand in verschiedener Hinsicht bei Minergie als höher* ein, sowohl formal und zeitmässig als auch bezüglich Koordination (vgl. Abbildung 3) auf der nächsten Seite). Indirekt sind dies alles Gründe, die gegen das Bauen nach Minergie sprechen. Auch Minergie-Architekt/innen antworten auf die gleiche Frage und sehen das durchaus ähnlich. Sie stufen aber den Qualitäts- und Innovationsgewinn bei Minergie höher ein, ziehen also eine positivere Gesamtbilanz¹⁶. Im Rahmen der qualitativen Interviews wird von Fachleuten allerdings mehrfach darauf hingewiesen, dass die qualitative Überlegenheit von Minergie in den letzten Jahren abgenommen habe, da auch beim herkömmlichen Bauen grosse Fortschritte gemacht worden seien.

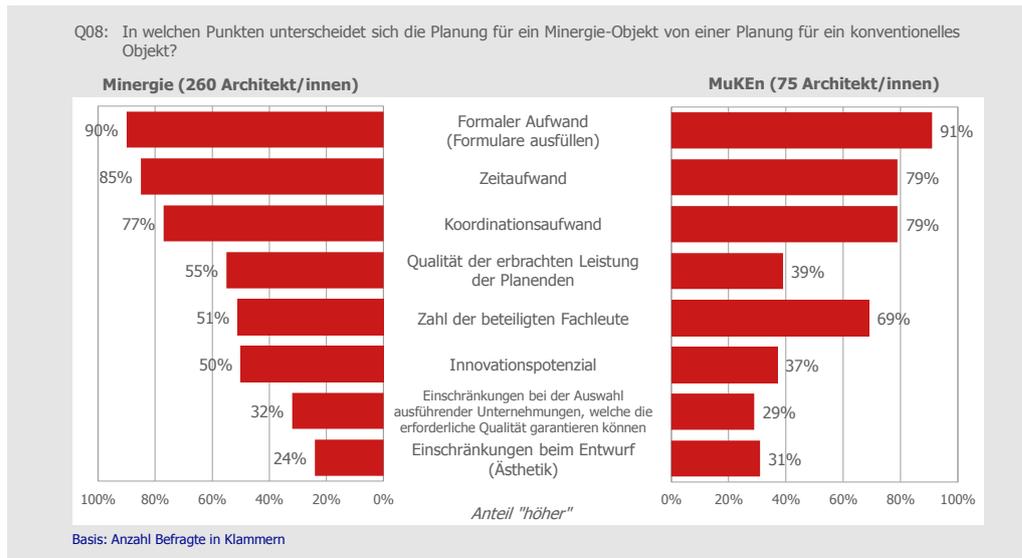
Verschiedene Gründe haben bei den beteiligten Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden zum Entscheid geführt, in einem Minergie-Standard zu bauen. Ganz wichtig waren in allen drei Zielgruppen Energiesparbemühungen. Sie können grundsätzlich sowohl ökologisch als auch ökonomisch bedingt sein. Die Tatsache, dass in der Wichtigkeits-Rangliste Umweltüberlegungen an zweiter Stelle folgen, deutet darauf hin, dass ökologische Überlegungen vor ökonomischen stehen. Interessant auch, dass thermische Behaglichkeit und Innenluftqualität ebenfalls weit vorne – auf Rang 3 bzw. 5 – platziert sind. Die letzteren beiden Elemente sind wesentliche Bestandteile der Minergie-Verkaufsstrategie, die

¹⁶ Lesehilfe: 55% der befragten Minergie-Architekt/innen, aber nur 39% der MuKEn-Architekt/innen stufen die Qualität der erbrachten Leistung der Planenden bei Minergiebauten höher ein als bei MuKEn-Objekten. Die übrigen Antwortenden sahen entweder keinen Unterschied zwischen den beiden Bauarten, glaubten im Gegenteil MuKEn im Vorteil oder enthielten sich einer Antwort.



Wert darauf legt, nicht primär ein Sparlabel, sondern vor allem ein Qualitätslabel zu sein. Die für Planung und Erstellung solcher Bauten verantwortlichen Personen folgen offensichtlich dieser Strategie und machen die vorgängig referierten Einstellungen erst recht begreiflich.

Abbildung 3: Unterschiede zwischen den Planungsprozessen in Minergie und beim konventionellen Bauen



Fragt man hingegen bei den gleichen Zielgruppen im MuKEn-Umfeld nach den *Gründen, weshalb nicht nach einem Minergie-Standard gebaut wurde*, zeigt sich: Es waren primär die befürchteten Mehrkosten und das Vermeiden einer Lüftungsanlage.

Zweifellos sind die *Anforderungen bei MuKEn-Bauten* teilweise anders geartet als bei Minergie und lassen sich deshalb nur beschränkt miteinander vergleichen. Trotzdem lässt sich feststellen, dass die Anforderungen, die beim Bauen nach Minergie erfüllt sein müssen, von den Architekt/innen tendenziell höher eingeschätzt werden als beim konventionellen Bauen. Diejenigen Architekt/innen, die nach Minergie gebaut hatten, stuften die entsprechenden Anforderungen nämlich höher ein als diejenigen Architekten, die konventionell gebaut hatten, die an sie gestellten Anforderungen beurteilten. Der formale und personelle Mehraufwand wird denn auch in den qualitativen Interviews häufig als eine der grössten Herausforderungen beim Bauen nach Minergie-Standard gesehen. Aufgrund der Komplexität sei der Einbezug von mehr Fachleuten als beim konventionellen Bauen nötig, was zu höheren Kosten führt. Auch sei während der Bauphase Minergie insofern aufwändiger, als dass es noch mehr Koordination und Kontrolle brauche.

Es gibt im Zusammenhang mit Fragen des Planens und Bauens verschiedene Hinweise darauf, dass *Minergie bei Neubauten besser einsetzbar ist als bei Umbauten*:

- Bauherrschaften und Architekt/innen aus dem Minergie-Umfeld stufen bei Neubauten seltener als bei Umbau-Objekten die kompliziertere Planungs- und die kompliziertere Bauphase als Nachteile gegenüber herkömmlichem Bauen ein.
- Den Einbau einer Komfortlüftung bezeichnen Minergie-Architekt/innen und Fachplanende bei Neubauten seltener als bei Umbauten als schwierig.
- MuKEn-Architekt/innen von Neubauten finden seltener als jene von Umbauten, sie wären mit Minergie mehr eingeschränkt gewesen.
- *Der Zertifizierungsprozess* wird bei Minergie von 47% der Architekt/innen als eher oder sogar sehr aufwändig erlebt. Bei MuKEn-Bauten zeigt sich allerdings ein sehr ähnliches Bild. Auch



hier beurteilt mit 48% ein ähnlich grosser Anteil der befragten Architekt/innen den Prozess für die energietechnischen Nachweise im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens als aufwändig. Die qualitativen Interviews bestätigen, dass der Zertifizierungsprozess häufig als zu aufwändig und teuer empfunden wird. Es gibt Fachleute, die deshalb bewusst auf die formale Zertifizierung verzichten. Grundsätzlich wird die Zertifizierung jedoch als sinnvoll erachtet, da sie Sicherheit gebe und auch beim Wiederverkauf als Argument eingesetzt werden könne.

Knapp vier von fünf Bauherrschaften würden auch heute wieder *nach dem gleichen Minergie-Standard bauen*, nur ganz wenige überhaupt nicht mehr in Minergie. Die meisten haben folglich gute Erfahrungen gemacht. Etwas anders präsentiert sich die Situation bei MuKEEn. Hier würden nur knapp zwei Drittel bestimmt wieder konventionell bauen. Zwar würden nur wenige explizit auf Minergie wechseln. Der grosse Anteil, der diese Frage gar nicht beantwortete, lässt vermuten, dass sich viele MuKEEn-Bauherrschaften diese Frage bisher gar nie gestellt haben. Es muss offen bleiben und ist durchaus denkbar, dass sie für künftige Objekte Minergie in Betracht ziehen würden. Für viele dürfte sich die Frage allerdings nicht mehr stellen, weil sie keine weiteren Bauten mehr planen.

Betrieb und Nutzung

Bei den vorgängig referierten Ergebnissen der Bauherrschaften und Architekt/innen konnte gezeigt werden, dass es beträchtliche Unterschiede gibt, je nachdem ob sich die Antworten auf ein Minergie- oder auf ein MuKEEn-Objekt beziehen. Bei jenen Zielgruppen, die diese Gebäude nach deren Erstellung nutzen und betreiben, sind hingegen kaum mehr Unterschiede bezüglich Vorstellungen zum Erwerben, Betreiben und Nutzen von Liegenschaften, zum Informationsstand der Betreibenden und dem von ihnen beobachteten energiebezogenen Verhalten der Nutzenden, sowie dem Informationsstand und dem selbstberichteten energiebezogenen Verhalten der Nutzenden auszumachen. Nur in der Zufriedenheiten mit dem Objekt unterscheiden sie sich erheblich.

So haben Betreibende und Nutzende von Minergie-Liegenschaften *ähnliche Vorstellungen vom Erwerben und Betreiben bzw. vom Nutzen von Liegenschaften* wie solche von MuKEEn-Bauten. Sie laufen auf die Formel hinaus: Energiesparen ist gut, muss sich aber längerfristig auch rechnen.

Mit den ähnlichen Einstellungen geht bei den Betreibenden auch ein *ähnlicher Informationsstand und ein ähnliches selbstberichtetes Verhalten* im Minergie- und im MuKEEn-Umfeld einher:

- Je nicht ganz zwei Drittel unter ihnen hat eine *lückenlose Dokumentation für technische Anlagen* erhalten, sei es schriftlich oder mündlich.
- Bei denjenigen, die über keine lückenlose oder gar keine Dokumentation verfügen, sind die *Bedürfnisse im Minergie- und im MuKEEn-Umfeld ähnlich gelagert*, mit einer Ausnahme: Bei MuKEEn besteht praktisch kein Bedürfnis nach Informationen zur Lüftungswartung und –einstellung, was nicht erstaunt, weil dort meistens keine kontrollierte Lüftung vorhanden ist.
- Mit den *technischen Anlagen beschäftigen sich* die meisten Betreibenden von MuKEEn-Gebäuden (81%) wie auch bei Minergiebauten (87%) selbst.
- Und in konventionellen Gebäuden werden diese Anlagen keineswegs seltener *überprüft* als im Minergie-Umfeld.



Die Parallelen setzen sich auch bei dem von den Betreibern beobachteten *energiebezogenen Verhalten der Nutzenden* fort, sieht man von den häufiger gekippten Fenstern im Winter ab (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Wahrnehmungen der Betreibenden

	Minergie (n=111)	MuKE (n=33)
Storen/Läden im <i>Winter</i> als Sonnenschutz eingesetzt (Anteil häufig+manchmal)	39%	39%
Storen/Läden im <i>Sommer</i> als Sonnenschutz eingesetzt (Anteil häufig+manchmal)	90%	87%
Fenster im Winter längere Zeit gekippt (Anteil Ja + Ja, vereinzelt)	23%	33%

Auch die Nutzenden sind in beiden Umfeldern ähnlich gut informiert, treffen in Minergiegebäuden auf eine ähnliche Situation wie in konventionellen Bauten und verhalten sich gemäss ihren Angaben auch ähnlich.

Was den Informationsstand zu *Verbrauch und/oder Energiekosten von Heizung und Warmwasser* betrifft, ist die Situation bei Minergie- und MuKE-Bauten ebenfalls weitgehend übereinstimmend. Auch bei MuKE-Bauten gilt: wer über die Energiekosten informiert ist, weiss in der Regel auch über den Energieverbrauch Bescheid und umgekehrt. Einzig bezüglich Informationen zum Fensterlüften zeigt sich, dass sich bei den Minergie-Nutzenden ein höherer Anteil erinnert, Informationen zum Fensterlüften erhalten zu haben. Dies ist erfreulich, weil die tiefen angestrebten Energieverbrauchswerte beim Minergie nur beim fast vollständigen Verzicht auf das Fensterlüften erreicht werden können.

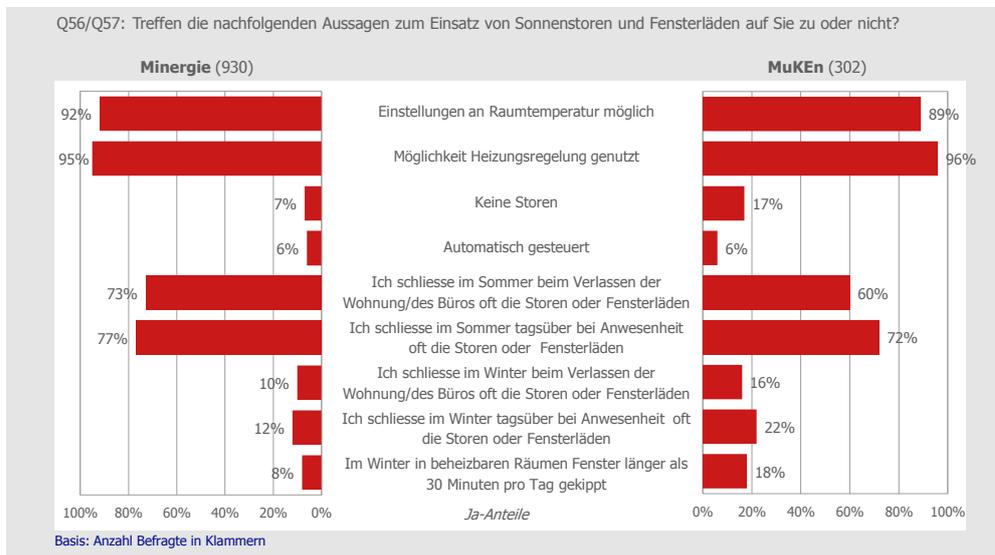
Tabelle 4: Informationsstand (Ja-Anteile)

„Können Sie aufgrund der Nebenkostenabrechnung sehen...“	Minergie (n=930)	MuKE (n=302)
Energiekosten Heizung ersichtlich	57%	56%
Energiekosten Warmwasser ersichtlich	43%	42%
Energieverbrauch Heizung ersichtlich	52%	50%
Energieverbrauch Warmwasser ersichtlich	39%	41%
Informationen zum Fensterlüften erhalten	57%	45%

Bei MuKE-Liegenschaften fehlen deutlich häufiger als bei Minergiegebäuden Sonnenstoren und/oder Fensterläden. In je weiteren 6% der MuKE- bzw. Minergiebauten sind die Storen automatisch gesteuert, sodass die Nutzenden sie nicht individuell bedienen können. Dort, wo es sie gibt und sie nicht automatisch gesteuert sind, werden Sonnenstoren bzw. Fensterläden in unterschiedlichem Mass benützt – im Sommer deutlich häufiger als im Winter (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Situation und Selbstberichtetes Verhalten (Ja-Anteile)



Letztlich resultieren aber im Urteil der Nutzenden von Minergie- bzw. MuKEn-Bauten trotz ähnlicher Einstellungen, Informationsstände, Verhaltensdispositionen und Wahrnehmungen doch *unterschiedliche Zufriedenheiten*: Minergie zeitigt Vorteile bezüglich Schallschutz, Schutz vor Zugluft und Kochgerüchen. Dafür ist den Nutzenden in Minergiegebäuden die Luft im Winter oft zu trocken.

Die *qualitativen Interviews* zeigen zudem, dass der Aufwand für die Verwaltung und den Betrieb von Minergie-Gebäuden tendenziell als grösser empfunden wird. Vor allem in der Anfangsphase des Betriebs sei dabei ein „Fine Tuning“ des Systems unerlässlich. Sobald dieses System aber einmal laufe, nehme der Arbeitsaufwand für den Betrieb ab.

Tatsächlicher Energieverbrauch im Vergleich mit dem Grenzwert

Im Fokus der *Energieauswertung* stand die Frage, ob der gemessene Energieverbrauch eines Gebäudes den theoretischen Anforderungen des jeweiligen Energiestandards mit seinem individuellen Grenzwert entspricht¹⁷. Dabei wurden nicht die Gebäude an sich, sondern die Gebäude im Betrieb untersucht. Das heisst, der Verbrauch ist einerseits abhängig von der Qualität des Bauwerks, aber sehr stark auch davon, wie die Gebäudetechnik eingestellt ist und betrieben wird sowie davon, wie sich die Gebäudenutzenden verhalten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einfamilienhäuser in allen untersuchten Minergie-Standards die Grenzwerte im Median einhalten. Die Anforderungen für Minergie-P-Neubauten und Minergie-Umbauten werden im Median in allen Gebäudekategorien eingehalten bzw. der Verbrauchsmedian für Minergie-P-Mehrfamilienhäuser liegt nur ganz knapp darüber. Nicht eingehalten werden die Anforderungen von den neuen Minergie-Mehrfamilienhäusern und von den neuen Minergie-Verwaltungsbauten sowie von den MuKEn-Mehrfamilienhäusern.

¹⁷ Bei den verschiedenen Minergie-Standards entspricht der zu erreichende Grenzwert dem Minergie- bzw. dem Minergie-P-Grenzwert. Bei den MuKEn-Gebäuden wurde zur besseren Vergleichbarkeit mit den Minergie-Bauten auf der Basis des Grenzwerts Heizwärmebedarf nach MuKEn 2008 ein individueller Grenzwert pro Objekt ermittelt, bei dem unter anderem die SIA-Standardwerte des Endenergiebedarfs für Warmwasser eingeschlossen und der gesetzlich festgelegte maximal mögliche Anteil nicht erneuerbarer Energie und die nationalen Gewichtungsfaktoren berücksichtigt wurden.

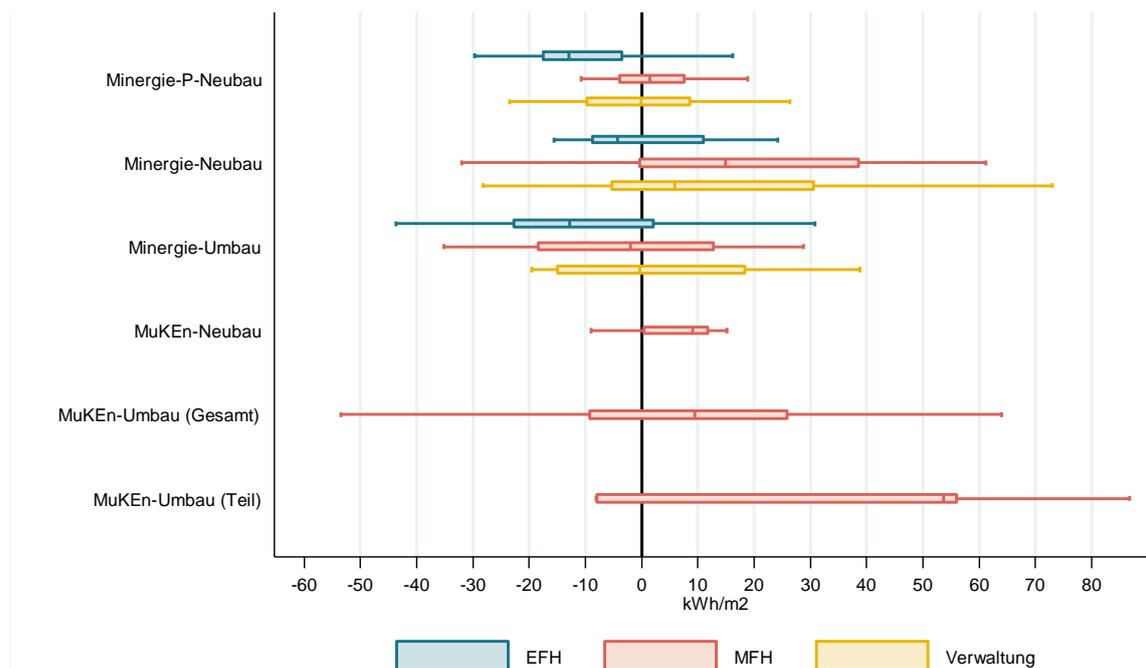


Tabelle 5: Einhaltung der jeweiligen Grenzwerte pro Standard und Gebäudekategorie im Median.
k. A. = Kategorie mit weniger als fünf Objekten

	Minergie-Neubau	Minergie-Umbau	Minergie-A-Neubau	Minergie-P-Neubau	MuKE-Neubau	MuKE-Umbau (Gesamt)
EFH	unterschritten	unterschritten	k. A.	unterschritten	k. A.	k. A.
MFH	überschritten	unterschritten	k. A.	marginal überschritten	überschritten	überschritten
Verwaltung	überschritten	genau eingehalten	k. A.	genau eingehalten	k. A.	k. A.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Abweichungen vom jeweiligen Grenzwert (schwarze, senkrechte Linie) pro Kategorie.

Abbildung 5: Absolute Abweichungen vom Grenzwert [kWh/m²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.



Die Boxen erstrecken sich jeweils vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75} - Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden nicht dargestellt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welcher Anteil der Gebäude pro Kategorie den jeweiligen Grenzwert überschreitet. Es zeigt sich deutlich, dass bei fast allen Mehrfamilienhauskategorien (ausgenommen die Minergie-Umbau-MFH) eine deutliche Mehrheit der Objekte in den Samples die Grenzwerte für die Energiekennzahl nicht einhalten. Als Überschreitung gelten alle Werte die höher sind als der Grenzwert, egal um wie viel höher.



Tabelle 6: Anteil Objekte mit Überschreitung des jeweiligen Grenzwerts pro Standard und Gebäudekategorie

Rot markiert sind starke Überschreitungen bei gleichzeitig mehr als 5 Objekten als Basis.

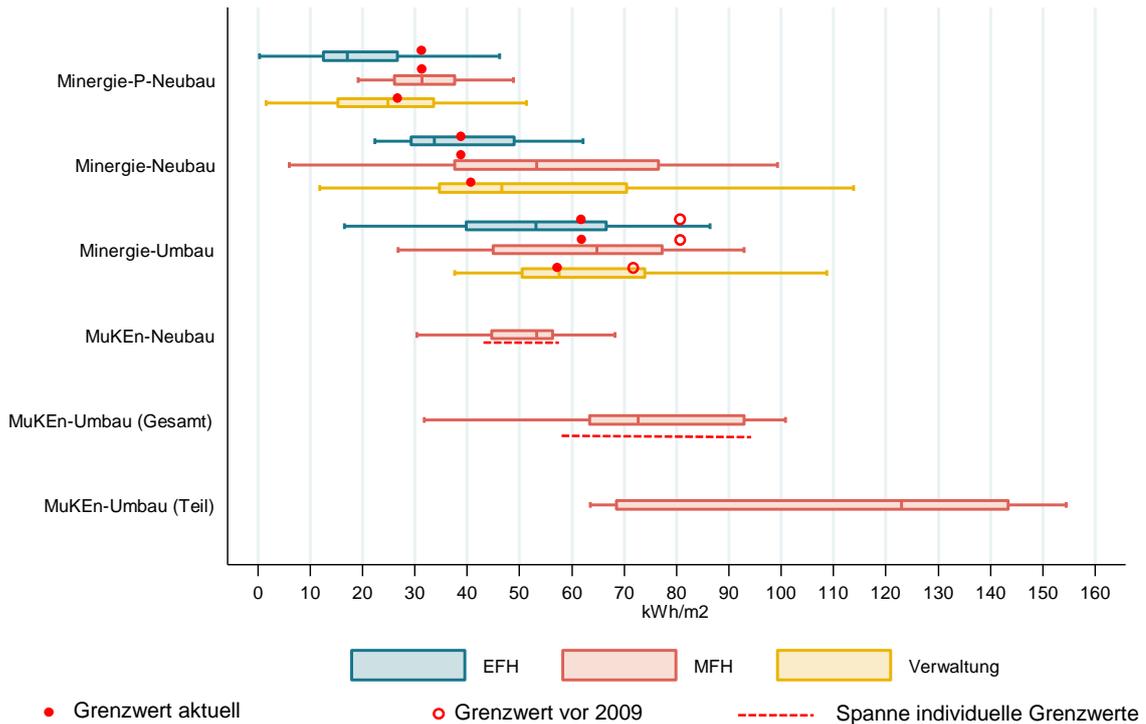
	Anzahl Total	Anteil Über- schreitung
Minergie-A-Neubau(A)		
EFH	4	50%
MFH		
Verwaltung	1	0%
Minergie-P-Neubau		
EFH	19	21%
MFH	16	63%
Verwaltung	9	44%
Minergie-Neubau		
EFH	21	43%
MFH	18	67%
Verwaltung	15	67%
Minergie-Umbau		
EFH	33	30%
MFH	22	45%
Verwaltung	13	46%
MuKEn-Neubau		
EFH	2	50%
MFH	14	78%
Verwaltung	3	67%
MuKEn-Umbau (Gesamt)		
EFH	3	0%
MFH	9	67%
Verwaltung	1	100%
MuKEn-Umbau (Teil)		
EFH	4	50%
MFH	6	67%
Verwaltung	1	100%

In Ergänzung zur Frage der Einhaltung der Grenzwerte interessiert jedoch auch die absolute Höhe der gewichteten Energiekennzahlen. Die nachfolgende Abbildung illustriert die gewichteten Energiekennzahlen pro Kategorie. Zur schnelleren Orientierung sind die Grenzwerte pro Standard eingezeichnet. Bei den MuKEn-Gebäuden ist der jeweilige Grenzwert abhängig von der Gebäudehüllzahl des Objekts. Die Spanne der beobachteten MuKEn-Grenzwerte ist mit einer gestrichelten Linie markiert. Für die nur teilsanierten MuKEn-Umbauten wird kein Grenzwert ausgewiesen.



Abbildung 6: Gewichtete EKZ [kWh/m²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.

Alle Gebäude (n = 214)



Die Boxen erstrecken sich jeweils vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden mit dem Boxplot nicht dargestellt.

Die Erkenntnisse zur Einhaltung der Grenzwerte im Detail: Die Einfamilienhäuser halten die Grenzwerte des jeweiligen Minergie-Labels im Median ein bzw. sie werden teilweise deutlich unterschritten. Dies kann damit zusammenhängen, dass sich möglicherweise vor allem für Energiefragen sensibilisierte Personen, welche selbst im Gebäude wohnen, für die Energieauswertung zur Verfügung gestellt haben (positiver Nutzereinfluss). Denn der häufigste im Rahmen der Begehung vermutete Grund für ein deutliches Unterschreiten des Grenzwerts war die Beobachtung, dass es sich um sehr sparsame Bewohnende handelt (vgl. Tabelle 54, S. 135). Eigentümer/innen von Einfamilienhäusern haben ein Gebäude mit dem Minergie-Energiestandard (oder Minergie-P etc.) für sich gewählt und verhalten sich deswegen unter Umständen energiebewusster als Durchschnittsbewohnende bzw. Mieter/innen in einem Mehrfamilienhaus.

Die *Minergie-P-Neubau*-Grenzwerte werden im Median nicht nur von den Einfamilienhäusern sondern auch von den Verwaltungsbauten erreicht, die Mehrfamilienhäuser überschreiten ihn im Median nur marginal. Ein Grund für dieses gute Ergebnis gegenüber dem schlechteren Abschneiden der Minergie-Neubauten (vgl. unten) könnte sein, dass das Minergie-P-Label grundsätzlich höhere Anforderungen an Planende und ausführende Unternehmen stellt. Es wird vermutet, dass Minergie-P-Gebäude eher von erfahrenen Teams geplant und erstellt werden. Zudem besteht die Vermutung, dass Personen, die



für die Gebäudetechnik eines Minergie-P-Gebäudes zuständig sind, sich der Zielsetzung eines solchen Gebäudes bewusst sind und wahrscheinlich auch relativ gut geschult werden. Zudem betraf bei den wenigen Fällen, bei denen im Rahmen der Begehungen das Lüftungsverhalten der Bewohnenden als möglicher Grund für eine Überschreitung des Grenzwerts vermutet wurde, nur ein einziger Fall ein Minergie-P-Mehrfamilienhaus. Auch die Nutzenden scheinen also tendenziell besser informiert zu sein als bei den Minergie-Bauten. Die Beobachtungen bei den Begehungen zeigten, dass die Minergie-P-Einfamilienhäuser vielfach durch Personen bewohnt werden, die bezüglich Energieeffizienz überdurchschnittlich motiviert sind.

Bei den *Minergie-Umbauten* werden die Grenzwerte im Median eingehalten. Hier wurde bei den Begehungen mehrfach das Lüftungsverhalten als Ursache für eine Überschreitung des Grenzwerts vermutet.

Die *Minergie-Neubau-Grenzwerte* werden bei den neuen *Minergie-Mehrfamilienhäusern* und *Verwaltungsbauten* im Median überschritten. Es konnte im Rahmen der bisher getätigten statistischen Auswertungen keine empirisch belegte Erklärung dafür gefunden werden. Im Rahmen der Begehungen wurde jedoch bei der Hälfte der Minergie-Neubau-MFH vermutet, dass entweder Funktions- und Einstellungsprobleme oder ein tiefer Wirkungsgrad der Heizung¹⁸ für das Überschreiten des Grenzwerts verantwortlich sein könnte.

Auffallend ist bei den beiden Minergie-Neubau-Kategorien Mehrfamilienhäuser und Verwaltungsbauten die sehr breite Streuung der Energiekennzahlen nach oben und nach unten. Dies und die beobachteten Einstellungsprobleme weisen darauf hin, dass der konkrete Betrieb der Gebäudetechnik einer Liegenschaft einen starken Einfluss auf den Energieverbrauch haben.

Auch die *Mehrfamilienhäuser nach MuKE*n überschreiten im Median den für sie gültigen Grenzwert sowohl bei den Neubauten, wie auch bei den Umbauten. Bei den Neubauten wurden in rund der Hälfte der Fälle bei der Begehung Funktions- und Einstellungsprobleme oder ein tiefer Wirkungsgrad der Heizung als Ursachen für die Überschreitung vermutet. Bei den neuen MuKE-n-Mehrfamilienhäusern handelt es sich ausschliesslich um Objekte mit Wärmepumpe. Dabei fällt auf, dass bei einigen Objekten der Stromverbrauch der Wärmepumpe geringer ausfällt als der Stromverbrauch für Heizstäbe und Begleitbandheizungen¹⁹.

Das Minergie-Label wird aufgrund von planerischen Daten, nicht aufgrund des effektiven Energieverbrauchs im Betrieb erteilt. Die im Projekt festgestellten Abweichungen bedeuten nicht, dass die entsprechenden Gebäude den Standard nicht einhalten, sondern dass z. B. wegen Nutzer- oder Betriebs-Einflüssen die Planungswerte überschritten werden. Ob allenfalls bauliche Mängel mitverantwortlich sind für die Überschreitung der Grenzwerte, wurde im Projekt nicht untersucht. Die Studie gibt jedoch Hinweise darauf, dass der nicht optimale Betrieb der Gebäudetechnik zu Überschreitungen führt.

¹⁸ Die Annahme eines tiefen Wirkungsgrads der Heizungsanlage beruhte insbesondere auf einer sehr hohen beobachteten Vorlauf- oder Speichertemperatur sowie – sofern vorhanden – auf der Einstellung des Heizstabs.

¹⁹ Bei den Objekten mit Wärmepumpentarif ist für die Wärmepumpe oft ein separater Wärmepumpenzähler vorhanden, während Heizstäbe und Begleitbandheizung über den Allgemestromzähler verrechnet werden (vgl. dazu die Ausführungen in Teil II, Kapitel 3.3). **Heizstab:** Ein elektrischer Heizstab kann als Heizungsunterstützung in einen Wassererwärmer integriert werden. Er wird eingeschaltet, wenn das Hauptheizungssystem das Warmwasser nicht auf die gewünschte Temperatur erwärmen kann. **Begleitbandheizung:** Eine elektrische Begleitbandheizung hält das Warmwasser in den Leitungen zwischen Wassererwärmer und Bezugspunkt warm.



Zusammenhang von Zufriedenheit und Kenntnisstand mit dem Energieverbrauch

Es wurde überprüft, ob ein Zusammenhang besteht zwischen einer allfälligen Abweichung vom Energieverbrauchsgrenzwert und der in der Online-Befragung geäußerten Zufriedenheit sowie dem Kenntnisstand der Benutzer bzw. Betreiber oder mit einer positiven bzw. negativen Einschätzung des Gebäudestandards durch den Bauherren.

Bezüglich der Zufriedenheit der Nutzenden konnte kein empirischer Zusammenhang ermittelt werden. Bezüglich des Kenntnisstands der Nutzenden und Betreibenden zeigte die Regressionsanalyse bei den Einfamilienhäusern zwar einen Zusammenhang mit dem Über- oder Unterschreiten des Grenzwerts, der jedoch nicht statistisch signifikant war.

Bezüglich der positiven oder negativen Einschätzung des Bauherrn zum jeweiligen Standard und der Abweichung vom Grenzwert konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Erklärungen für die Abweichungen von den Grenzwerten bei den Einfamilienhäusern

Die multivariate Regressionsanalyse²⁰ zeigte für die *Einfamilienhäuser* folgende Faktoren, welche im untersuchten Sample die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass die jeweiligen Grenzwerte **überschritten** werden:

- Ein Neubau (während Umbauten die für sie geltenden, deutlich höheren Grenzwerte tendenziell einhalten)
- Gasheizung als Hauptwärmelieferant
- Das Lüften mit Kippfenstern (Nutzende gaben an, ab und zu die Fenster gekippt zu lassen).

Folgende Faktoren erhöhen bei den Einfamilienhäusern im Sample die Wahrscheinlichkeit, dass der jeweilige Grenzwert eingehalten oder **unterschritten** wird:

- Der Betrieb einer thermischen Solaranlage
- Der Betrieb einer Photovoltaik-Anlage
- Wärmepumpe als Hauptwärmelieferant

Bezüglich des positiven Einflusses von Wärmepumpen insbesondere verglichen mit Gasheizungen ist zu bemerken, dass der Erdgasverbrauch mit eins gewichtet wird und der Wärmepumpenstrom mit einem Faktor zwei. Die Jahresarbeitszahlen liegen bei Wärmepumpen in der Regel deutlich über zwei, wodurch bei gleicher Qualität der Gebäudehülle und gleichem Wärmebedarf mit einer Wärmepumpe der Grenzwert leichter erreicht werden kann als mit einer Gasheizung. Damit wird die Gewichtung der Energieträger als möglicher Grund für das Überschreiten bzw. Unterschreiten der Grenzwerte angesprochen.

Bei den Einfamilienhäusern im Sample hielten die neuen Gebäude ihren Grenzwert tendenziell weniger ein als die EFH-Umbauten den Umbau-Grenzwert. Dies kann mit den höheren Anforderungen an die Neubauten zusammenhängen, die schwieriger zu erreichen sind. Es kann jedoch auch mit der Berechnung der Planungswerte zusammenhängen, welche möglicherweise im Fall von Neubauten zu optimistisch sind²¹.

²⁰ Es ist davon auszugehen, dass die verschiedenen Faktoren, welche den Energieverbrauch und damit auch die Abweichung vom Grenzwert bestimmen, sich teilweise gegenseitig beeinflussen und/oder überlagern. Daher führen multivariate Verfahren, welche gleichzeitige die Wirkung mehrerer Faktoren berücksichtigen können, auf validere Ergebnisse als die isolierte Betrachtung einzelner Einflussgrößen. Aus diesem Grund wurden in Ergänzung zu den Einzelbetrachtungen multivariate Regressionsanalysen durchgeführt.

²¹ z. B. aufgrund der Vernachlässigung des Einflusses des Sonnenschutzes auf den nach SIA 380/1 berechneten Heizwärmebedarf. Durch den Einsatz des Sonnenschutzes im Winter reduzierten sich die solaren



Die Auswertung für die Einfamilienhäuser zeigt, dass Gebäude, die selbst Energie erzeugen, den Grenzwert eher erreichen. Die thermischen Solaranlagen führen insbesondere zu einer Reduktion des Bedarfs an Wärmeenergie für die Warmwasseraufbereitung, was sich günstig auf die Einhaltung des Grenzwerts auswirkt²². Bei den Photovoltaik-Anlagen sind die Ursachen des günstigen Einflusses darauf zurückzuführen, dass der positive Beitrag der PV-Anlage in der Regel nicht voll durch Einsparungen bei der Qualität der Gebäudehülle oder der Wärmeerzeugung durch die Planer kompensiert wird. Zudem werden PV-Anlagen oft grösser realisiert, als es für die Einhaltung des Minergie-Grenzwerts notwendig wäre. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die von der PV-Anlage produzierte Elektrizität bei der Ermittlung der Energiekennzahl nur vom Gebäudeverbrauch abgezogen wurde, wenn die Anlage im Minergie-Antrag erfasst war bzw. keine KEV bezieht²³. Die Produktion von PV-Anlagen, welche nicht im Minergie-Antrag erfasst sind, kann für die Erfüllung des Grenzwerts nicht berücksichtigt werden. Sie leistet aber in der Regel einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des Strombezugs aus dem Netz. Der Energieverbrauch ist jedoch beim Vorhandensein einer PV-Anlage tendenziell geringer und die Grenzwerte werden eher eingehalten, selbst wenn der Stromertrag im Energieverbrauch nicht berücksichtigt, d. h. nicht abgezogen, wird. Dies führen wir u. a. darauf zurück, dass vor allem auf energetische Themen sensibilisierte EFH-Eigentümer/innen, die generell niedrige Energieverbrauchswerte anstreben, Photovoltaikanlagen installieren.

Bei allen drei Faktoren mit tendenziell günstigem Einfluss auf die Einhaltung des Grenzwerts (Solaranlage, PV-Anlage, Wärmepumpe) wäre noch zu prüfen, ob die bessere Einhaltung des Grenzwerts mit tieferen angestrebten Planungswerten zu tun hat. Es besteht die Hypothese, dass beispielsweise die Gebäude mit Wärmepumpe und thermischer Solaranlage im Durchschnitt mit tieferen Planungswerten konzipiert wurden im Vergleich mit Gebäuden mit Gasheizung, welche möglicherweise im Durchschnitt mit dem Planungswert den Grenzwert nur knapp unterschritten. Die Analyse der Planungswerte war jedoch nicht Teil der vorliegenden Studie.

Die erhobenen Daten liessen noch diverse statistische Auswertungen zu, beispielsweise zur Analyse eines einzelnen Faktors und seines Einflusses auf die Einhaltung des Grenzwerts in Abhängigkeit von verschiedenen anderen Variablen. Solche Analysen waren im Rahmen der vorliegenden Studie nicht vorgesehen, könnten jedoch wertvolle Hinweise für das bessere Verständnis von abweichenden Energieverbrauchswerten liefern.

Die Experten/innen, welche die Energieverbrauchsdaten vor Ort plausibilisierten, hielten pro Objekt fest, wenn sie eine Vermutung hatten, weshalb eine Energiekennzahl deutlich über oder unter dem geforderten Grenzwert liegt. Bei den Einfamilienhäusern wurden mehrfach die sehr sparsamen Bewohner/innen als Grund für einen auffällig niedrigen Energieverbrauch angegeben. Diese Beobachtung ging oft einher mit mindestens einer Person im Haushalt, welche einen fachlichen Hintergrund im Bereich Energie hatte.

Bezüglich der Abweichung nach oben betrafen die genannten Vermutungen insbesondere das Lüftungsverhalten der Bewohner/innen sowie Funktions- und Einstellungsprobleme an der Gebäudetechnik.

Wärmeeinträge und es erhöht sich entsprechend der Heizwärmebedarf. Neubauten haben gegenüber Umbauten oft deutlich höhere Fensteranteile an der Fassade, was eine Überschätzung der solaren Wärmeeinträge fördert.

²² Der solarthermische Ertrag wurde in der Studie nicht erfasst. Er reduziert jedoch direkt den gemessenen Endenergieverbrauch.

²³ Im Gesamtsample (EFH, MFH und Verwaltungsbauten) gibt es total 45 Gebäude mit PV-Erträgen, davon wird bei 10 Gebäuden der Ertrag mit dem Verbrauch verrechnet. Bei den hier verwendeten EFH gibt es total 21 Gebäude mit PV-Erträgen, nur bei vier Gebäuden wurde der PV-Stromertrag bei der EKZ-Berechnung in Abzug gebracht.



Erklärungen bei den Mehrfamilienhäusern und Verwaltungsbauten

Funktions- und Einstellungsprobleme an der Gebäudetechnik sowie ein möglicherweise tiefer Wirkungsgrad der Heizung²⁴ wurden von den Experten/innen bei der Begehung der *Mehrfamilienhäuser* als häufigste Vermutung für die Überschreitung der Grenzwerte angegeben. Insbesondere bei der individuellen Betrachtung der Minergie-Gebäude kommt der hohe Energieverbrauch von Heizstäben und Begleitbandheizungen als weitere Erklärung hinzu. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die getroffenen Annahmen zum Verbrauch von Begleitbandheizungen, Heizstäben oder zum Heizwert der gelieferten Holzschnitzel mit Unsicherheiten behaftet sind.

Aufgrund der teilweise sehr hohen Warmwasser- und Heizspeichertemperaturen²⁵ wird vermutet, dass die Betreiber (z. B. Hauswart, Servicefirma) über die Einstellung der Heizungs- und Lüftungsregelung einen stärkeren Einfluss auf den Energieverbrauch haben können als die Gebäudenutzenden (Bewohner/innen, Mitarbeiter/innen).

Grundsätzlich kann auch darauf hingewiesen werden, dass bei der gross angelegten Nutzer/innen-Befragung im Median eine Raumtemperatur im Wohnzimmer während der Heizperiode von 22° C angegeben wurde. Dies liegt 2 Grad über der Temperatur, welche den Planungswerten zu Grunde liegt und kann ein weiterer Grund für die Überschreitungen der Grenzwerte sein. Bei einer generellen Erhöhung der Raumtemperatur von 20 auf 22° C steigt der berechnete Heizwärmebedarf von Neubauten typischerweise um 15 bis 25% an.

Die gewichtete Energiekennzahl der MuKEn-Neubau-MFH im untersuchten Sample entspricht im Median genau dem Median der Minergie-Neubau-MFH. Das MuKEn-Neubau-MFH-Sample ist insbesondere aufgrund der Grössenstruktur nur unter Vorbehalten mit dem Minergie-Neubau-MFH-Sample vergleichbar. Folgende Erklärungen können für das relativ zu den MuKEn-Neubau-MFH bezüglich absoluter gewichteter Energiekennzahl weniger gute Abschneiden der Minergie-Neubau-MFH angeführt werden:

- Aufgrund der Erkenntnisse aus der Regressionsanalyse der Einfamilienhäuser kann angenommen werden, dass Wärmepumpen tendenziell zu tieferen gewichteten Energiekennzahlen führen als andere Heizsysteme. Beim MuKEn-Neubau-Sample werden 100% der Gebäude mit Wärmepumpe beheizt. Im Minergie-Neubau-Sample werden nur 56% der Mehrfamilienhäuser durch eine Wärmepumpe beheizt.
- Bei den MuKEn-Neubau-MFH handelt es sich mehrheitlich um grosse Objekte mit mehr als 3'000 m² Energiebezugsfläche, während es sich bei den Minergie-Neubau-MFH mehrheitlich um Objekte mit weniger als 1'000 m² Energiebezugsfläche handelt. Die Grösse der MuKEn-Objekte könnte auch einer der Gründe sein, weshalb die gewichtete Energiekennzahl im Median mit 53 kWh/m² nicht höher liegt als der Median der Minergie-Neubauten. Statistisch war dies jedoch nicht nachzuweisen. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass es bei grossen Objekten auch einen Effekt in die gegenläufige Richtung geben könnte. Bei den MuKEn-Neubau-MFH handelt es sich mehrheitlich um grosse Miet-Mehrfamilienhäuser mit dichter Belegung. Dies kann zu höheren spezifischen Warmwasserverbräuchen führen. In Kombination mit Wärmepumpen, welche im Warmwasserbetrieb einen tieferen Nutzungsgrad aufweisen, führt dies zu hohen Energiekennzahlen. Selbstverständlich ist eine hohe Belegungsdichte dennoch energieeffizienter als eine niedrige, weil der Verbrauch pro Person dank einem geringeren Flächenbedarf sinkt, auch wenn die Energiekennzahl pro Quadratmeter höher wird.

²⁴ Die Annahme eines tiefen Wirkungsgrads der Heizung beruhte insbesondere auf einer sehr hohen beobachteten Vorlauf- oder Speichertemperatur der Heizung.

²⁵ Bei einigen Objekten wurden auf 70 °C eingestellte Heizstäbe und auf 40 °C aufgeheizte Heizspeicher im Sommer angetroffen.



Bei den Verwaltungsbauten war es nur in vereinzelten Fällen möglich, vor Ort konkrete Hinweise auf die Gründe einer Abweichung des Verbrauchs vom Grenzwert zu finden. Am häufigsten wurden Funktions- und Einstellungsprobleme der Gebäudetechnik vermutet.

Eine multivariate statistische Analyse wurde für die Mehrfamilienhäuser und die Verwaltungsbauten nicht durchgeführt. Statistische Auswertungen zum Einfluss eines spezifisch interessierenden Faktors in Abhängigkeit von anderen Variablen könnten weitere Hinweise für die Erklärung der Abweichungen von den Grenzwerten im Mehrfamilienhaus-Sample liefern, waren im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch nicht vorgesehen.



Résumé

Situation initiale et objectifs

Le standard Minergie a pris en Suisse une remarquable importance. Début avril 2014, la banque de données de l'association Minergie contenait un total de 21 740 objets.

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a entrepris pour la première fois une étude exhaustive pour vérifier si les bâtiments construits selon ce standard présentaient effectivement les caractéristiques attendues. Le présent rapport en présente les résultats. Les études antérieures s'étaient contentées de données de consommation fournies par les personnes participant aux enquêtes, mais non contrôlées sur le terrain; et elles ne traitaient que certains standards.²⁶ La présente étude englobe aussi des bâtiments construits de manière conventionnelle selon les règles du Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Cela permet de mettre en évidence, s'il y a lieu, les différences entre bâtir normalement et bâtir en respectant des exigences environnementales élevées.

Les enquêtes de la présente étude ont concerné différents groupes d'acteurs: maîtres d'ouvrage, architectes, concepteurs d'installations, exploitants et utilisateurs des bâtiments. Les questions suivantes ont été posées:

- Quels motifs vous ont poussé à construire, exploiter ou utiliser un bâtiment Minergie?
- Comment avez-vous perçu le processus Minergie, au niveau de la planification, de la construction et de la certification?
- De quelle expérience et de quelles connaissances disposez-vous aujourd'hui pour exploiter ou utiliser ce bâtiment?
- Comment vous comportez-vous aujourd'hui avec ce bagage, par rapport à ce bâtiment?

En complément à l'enquête, les bâtiments ont fait l'objet de visites. Enfin, les données relatives à la consommation effective d'énergie ont été comparées aux valeurs limites correspondant au standard annoncé, afin de vérifier leur correspondance.

Méthodologie

L'enquête auprès des maîtres d'ouvrage, architectes et concepteurs de bâtiments Minergie s'est appuyée sur le fichier d'adresses complet de l'association Minergie. Pour ces groupes cibles, ce fichier représentait donc la *population de base*. Sur les 4 620 personnes contactées, 1 428 soit 30,9 % ont répondu à toutes les questions.

Certains maîtres d'ouvrage ayant participé à l'enquête utilisent ou exploitent eux-mêmes l'objet dont il était question au cours de l'étude. Pour trouver les utilisateurs des bâtiments concernés par l'enquête (habitants ou travailleurs), les auteurs ont exploité l'annuaire téléphonique électronique et ont généré ainsi 543 adresses de particuliers et 113 adresses d'entreprises, à qui un courrier a été adressé. Ils ont reçu 62 réponses en retour, soit un taux de participation de 9,5 %. Au total, 738 *utilisateurs* et 869 *exploitants* ont pu être interrogés.

²⁶ Conférence des services cantonaux de l'énergie (CSEn), sous la direction de la Conférence des services de l'énergie des cantons de Suisse orientale et de la Principauté du Liechtenstein, en collaboration avec l'association Minergie: Praxistest MINERGIE ® - Erfahrungen aus Planung, Realisierung und Nutzung von MINERGIE-Bauten, Schlussbericht (Test pratique du standard MINERGIE ® - Expériences tirées de la planification, de la réalisation et de l'utilisation des bâtiments Minergie, rapport final, en allemand seulement), 16 juin 2004. Office fédéral de l'énergie (OFEN): Praxistest Minergie-Modernisierung (Test pratique sur les modernisations Minergie, en allemand seulement), novembre 2008



A titre de comparaison, l'enquête a été étendue aux *bâtiments construits de manière conventionnelle*, et a porté sur les *mêmes groupes cibles*. Dans ce cas, la population de base était constituée par le fichier d'adresses de l'Institut de construction en bois, structures et architecture (*Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur*) de la Haute école spécialisée bernoise. Ce fichier recense tous les permis de construire ayant fait l'objet d'une publication officielle. L'essentiel de l'échantillon a été constitué sur une base aléatoire portant sur les nouvelles constructions et les transformations réalisées dans toute la Suisse (sauf au Tessin) au cours des années 2009 à 2011. L'échantillon n'était pas proportionnel au nombre d'objets; il comportait un tiers de maisons individuelles, un tiers d'immeubles d'habitation collectifs et un tiers de bâtiments administratifs. Les mêmes groupes cibles ont été identifiés, à savoir: les maîtres d'ouvrage, les architectes et les concepteurs de ces bâtiments. Dans le groupe des objets soumis à transformation, on ne trouve que des bâtiments ayant subi une rénovation énergétique globale de l'enveloppe (toiture, façades et fenêtres). Sur les 4 897 personnes ayant reçu un courrier des enquêteurs, 354 ont répondu, soit un taux de participation de 7,2 %.

De même que pour les bâtiments Minergie, les utilisateurs et les exploitants ont été sélectionnés par échantillonnage aléatoire à partir de l'annuaire téléphonique électronique. L'analyse porte sur les bâtiments dont les maîtres d'ouvrage et les architectes avaient été interrogés; l'échantillon contient 423 particuliers et 410 entreprises, qui habitent ou sont établies dans ces bâtiments. Sur les 833 personnes ayant reçu le formulaire, 160 l'ont renvoyé rempli (taux de 19,2 %). Au total, 302 utilisateurs et 226 exploitants ont participé à l'enquête.

Le *questionnaire en ligne* utilisé pour l'enquête sur les bâtiments Minergie a dû être adapté au contexte des bâtiments construits sous l'égide du Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Pour faciliter la comparaison, le libellé des questions a été conservé, pour autant que ce soit plausible et possible. Parfois, il a été nécessaire d'adapter la question à l'autre situation. L'enquête s'est déroulée entre le 8 août 2014 (lancement de la phase de pré-test pour les bâtiments Minergie) et le 13 février 2015 (clôture des retours de questionnaires).

On a aussi demandé à tous les maîtres d'ouvrage impliqués dans l'enquête s'ils étaient disposés à fournir aux auteurs de l'étude, à des fins d'analyse, les données de consommation d'énergie concernant les bâtiments étudiés. La base de l'analyse énergétique est donc constituée de l'ensemble des bâtiments dont les maîtres d'ouvrage ont accepté de fournir les données demandées, et les ont aussi effectivement mises à disposition. Cet échantillon a été enrichi surtout pour les bâtiments de la filière MoPEC - par des bâtiments appartenant à de gros propriétaires fonciers, avec lesquels les auteurs de l'étude ont pris contact de manière spécifique.

Après avoir terminé l'analyse des réponses de l'échantillon représentatif, les auteurs de l'étude ont procédé à *l'interview de 51 personnes sur des critères qualitatifs*. Parmi elles, 41 personnes représentaient les différents groupes cibles ayant participé à l'enquête en ligne, cinq autres étaient des concierges d'immeubles collectifs, et les cinq dernières, des acteurs engagés dans de grandes entreprises actives sur le marché immobilier (courtiers ou administrateurs). Ces interviews étaient destinées à compléter les résultats quantitatifs de l'enquête, sur les sujets encore peu clairs.

L'analyse de la consommation effective d'énergie a pu se fonder sur les données fournies pour 214 bâtiments. Tous ces bâtiments ont fait l'objet d'une visite sur place, ce qui a permis de vérifier la plausibilité de ces données, et de les compléter si nécessaire. Les objets situés en Suisse romande formaient une part de 20 % du total des échantillons.

Pour la plupart, les objets analysés sous l'angle de leur consommation effective appartenaient à l'un ou l'autre maître d'ouvrage ayant accepté préalablement de participer à l'enquête en ligne. Comme l'indique le tableau ci-après, les données de consommation d'énergie relatives à certains objets n'ont pas



pu être exploitées pour différentes raisons principalement par manque de disponibilité. Un autre biais a dû être pris en compte: sur les 591 bâtiments susceptibles de faire l'objet d'une visite, 440 étaient des maisons individuelles, mais seulement 92, des immeubles d'habitation collectifs, et même seulement 59, des bâtiments administratifs. Etant donné que, particulièrement dans la filière MoPEC, le nombre d'objets exploitables, par catégorie d'objets, était nettement inférieur au volume minimum requis (20), les auteurs se sont permis de compléter l'échantillonnage en lui adjoignant des bâtiments d'une certaine importance appartenant à de gros propriétaires fonciers. L'équipe de spécialistes en énergie a pris contact spécifiquement avec eux. Cette démarche a permis d'enrichir l'échantillon, notamment dans le sous-groupe des immeubles d'habitation collectifs.

Tableau 1: Erosion de l'échantillon lors du processus de recrutement

	Standards						Total
	Nouvelle construction Minergie	Transformation Minergie	Nouvelle construction Minergie-P	Nouvelle construction Minergie-A	Nouvelle construction MoPEC	Transformation MoPEC	
Nb maîtres d'ouvrage contactés	766	791	1010	51	1524	1517	5659
Nb maîtres d'ouvrage ayant répondu	250	319	396	22	108	132	1227
./. Nb personnes n'étant plus propriétaire	32	10	17	1	26	10	96
./. Nb de cas dont l'analyse de la consommation n'a pas été possible	79	80	110	10	44	66	389
./. Nb de propriétaires ayant refusé la visite	34	47	34	3	11	22	151
Total des propriétaires ayant accepté la visite	105	182	235	8	27	34	591
./. Nb de personnes n'ayant pas donné suite à la demande de données	46	75	127	2	18	20	288
./. Nb d'objets dont les données étaient inutilisables*	17	35	59	4	2	4	121
Nb effectif de visites**	54	68	44	5	19	24	214

* P.ex. maisons individuelles équipées d'une pompe à chaleur, mais sans compteur de consommation d'électricité distinct.

** Ce chiffre tient compte de l'élimination de maisons individuelles excédentaires dans les catégories «Transformation Minergie», et «Nouvelle construction Minergie-P», ainsi que de l'adjonction d'objets recrutés a posteriori pour compléter l'échantillon.

Les données relatives à la consommation d'énergie des objets étudiés sont tirées des documents fournis par les participants à l'enquête. Pour calculer les indices pondérés de dépense d'énergie, on a pu se baser, dans le meilleur des cas, sur les données suivantes, tirées des factures ou des valeurs relevées sur les compteurs, et ce, pendant une période minimale de deux ans:



- consommation annuelle d'énergie finale pour le chauffage, la production d'ECS et la climatisation, si installée. (Ces données étaient disponibles de manière distincte pour chaque agent énergétique),
- production annuelle d'électricité des installations photovoltaïques.

Chaque bâtiment a fait l'objet d'une *visite sur place*, ce qui a permis de vérifier la plausibilité des données de consommation. Les données collectées à cette occasion ont porté sur l'existence d'installations de ventilation, de systèmes auxiliaires ou d'installations de climatisation à prendre en compte dans les calculs de consommation. D'autres données ont aussi pu être collectées et vérifiées, telles que des paramètres spécifiques d'exploitation, le comportement des utilisateurs ou les diverses affectations du bâtiment, ainsi que les données relatives à la surface de référence énergétique (SRE). Ces visites ont été utiles, et même nécessaire, pour mettre de l'ordre dans les données de consommation énergétique. Dans de nombreux cas, elles ont permis de clarifier des questions de limites de système, de corrélations entre systèmes ou de présence de consommateurs «cachés» (tels que des rubans chauffants pour le maintien en température des conduites). Les données de consommation ont ainsi pu être rectifiées.

Pour calculer les indices pondérés de dépense d'énergie par mètre carré de SRE, on applique aux données relatives à la consommation d'énergie finale les facteurs de pondération nationaux en usage pour chacun des agents énergétiques concernés.

Tableau 2: Nombre d'objets évalués, par catégorie de bâtiment et par standard énergétique

	Nouvelle construction Minergie	Transformation Minergie	Nouvelle construction Minergie-A	Nouvelle construction Minergie-P	Nouvelle construction MoPEC	Transformation MoPEC ²⁷
Maisons individuelles	21	33	4	19	2	7
Immeubles d'habitation collectifs	18	22	0	16	14	15
Bâtiments administratifs	15	13	1	9	3	2

Remarque de principe: dans toute enquête empirique basée, comme ici, sur la bonne volonté des personnes interrogées, on constate que celles qui sont à l'aise avec les enquêtes en général ont accepté plus facilement de répondre aux questions. Ainsi, les 214 bâtiments ayant fait l'objet d'une visite étaient plutôt la propriété de personnes curieuses des questions énergétiques, ayant accepté de partager leurs données de consommation. Dans le cas des maisons individuelles, occupées le plus souvent par leurs propriétaires, ces derniers peuvent influencer à la baisse leur consommation d'énergie par un comportement économe, ce qui biaise les données par rapport à l'ensemble des bâtiments concernés. Au contraire, pour les immeubles d'habitation collectifs et les bâtiments administratifs, ce biais n'existe pas, puisque les exploitants, les utilisateurs et les propriétaires sont le plus souvent des personnes différentes. L'échantillon reflète donc bien la structure de l'ensemble. La comparaison entre l'échantillon de bâtiments d'habitation collectifs MoPEC et celui de bâtiments Minergie appelle certaines réserves en raison de l'inhomogénéité de la structure des échantillons respectifs (taille des bâtiments); ces réserves ont été explicitées dans le présent rapport.

²⁷ Pour les transformations effectuées sous l'égide du MoPEC, les auteurs de l'étude ont différencié les cas relevant effectivement d'une rénovation globale, et les cas portant sur moins de trois éléments de l'enveloppe.



Pour les échantillons composés d'un nombre limité d'objets, il a été possible de tenir compte des *incertitudes statistiques* en adoptant une forme de représentation adéquate, en appliquant des tests statistiques et en indiquant les intervalles de confiance (cf. tableaux en annexe).

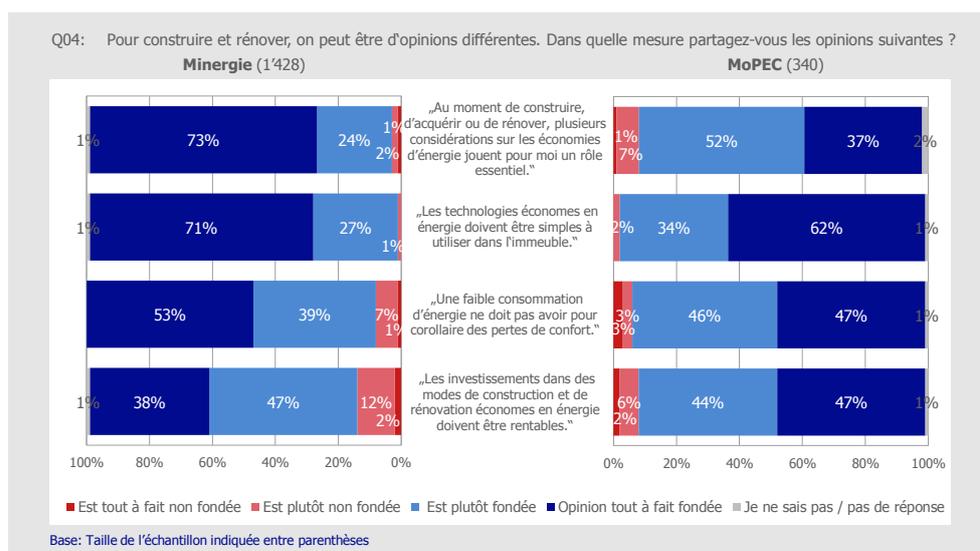
Résultats

Planification et construction des bâtiments

Pour les questions relevant du processus de construction, les principaux acteurs impliqués sont les maîtres d'ouvrage, les architectes et les concepteurs d'installations. C'est à eux que les auteurs se sont adressés en premier, avant d'analyser la manière dont les bâtiments sont exploités et utilisés aujourd'hui.

La comparaison entre les résultats de l'enquête concernant les bâtiments Minergie et ceux concernant les bâtiments MoPEC appelle les commentaires suivants: on constate une *différence notable d'attitude* face aux questions énergétiques entre les acteurs (maîtres d'ouvrage et architectes²⁸) ayant conçu le bâtiment selon la démarche Minergie et ceux ayant travaillé de manière conventionnelle (sous l'égide du MoPEC). Pour les premiers (Minergie, surtout les maîtres d'ouvrage), les questions d'économie d'énergie sont bien plus prégnantes que pour les seconds (dans la filière MoPEC). Curieusement, la question de la rentabilisation à long terme des mesures d'économies d'énergie est moins importante pour les acteurs Minergie que pour les acteurs MoPEC. En tenant compte de ces deux constats, on pourrait décrire les architectes, mais surtout les maîtres d'ouvrage se référant au standard Minergie comme plus idéalistes que ceux ayant suivi la filière MoPEC. Cela ne veut pas dire que les tenants de technologies de pointe et les amateurs de basse consommation vivant dans des bâtiments Minergie acceptent des restrictions de confort et des complications au niveau de l'exploitation. Sur ces deux sujets, on aurait pu s'imaginer a priori que les tenants du concept Minergie soient moins exigeants, acceptant plus facilement de sacrifier confort et facilité d'exploitation sur l'autel des économies d'énergie - mais tel n'est pas le cas. Il est donc évident pour tous que, de l'avis des concepteurs de bâtiments, il est exclu de sacrifier le confort d'utilisation de l'objet construit.

Figure 2: Attitudes des acteurs sur les thèmes de la construction et de la rénovation



²⁸ Il n'a pas été possible de tenir compte des avis des concepteurs d'installations car, dans le contexte des bâtiments MoPEC, seuls 14 d'entre eux ont accepté de participer à l'enquête.



Si l'on compare les attitudes des principaux *acteurs du processus de décision, de planification et de réalisation des ouvrages* dans les contextes Minergie et MoPEC, on observe ce qui suit: d'après les personnes interviewées elles-mêmes, ce sont principalement les maîtres d'ouvrage qui déterminent si la construction doit répondre à l'un des standards Minergie, ou non. Il arrive souvent que les maîtres d'ouvrage décidés à construire de manière conventionnelle n'aient même pas envisagé l'alternative Minergie. Mais il est aussi possible que les architectes jouent un rôle non négligeable dans cette prise de décision, et qu'ils perçoivent le processus de conception architecturale comme plus complexe, plus long et donc plus cher dans la constellation Minergie que dans la filière MoPEC. Ce que les *interviews sur les critères qualitatifs* ont néanmoins montré, c'est que les maîtres d'ouvrage se référant à la procédure du MoPEC se préoccupent aussi de construction durable et d'économies d'énergie. Ce qui est très important à leurs yeux, c'est de pouvoir choisir des solutions originales, sans devoir se soumettre à des exigences dictées par le standard Minergie.

Lorsqu'on demande à des architectes MoPEC de comparer la conception de bâtiments conventionnels avec celle de bâtiments Minergie, nombre d'entre eux *critiquent les procédures Minergie*, les estimant plus restrictives sur le plan formel, plus longues et plus exigeantes sur le plan de la coordination (cf. figure 3 à la page suivante). Indirectement, ces remarques tendraient à déconseiller le standard Minergie lors d'une construction. D'ailleurs, les architectes Minergie sont du même avis sur cette question. En revanche, ils apprécient plus que les premiers les atouts de la procédure Minergie sur les plans de la qualité de l'ouvrage et de l'innovation architecturale. Leur opinion globale est donc plus positive²⁹. Les professionnels du bâtiment interviewés ont souvent constaté que la suprématie des bâtiments Minergie sur le plan qualitatif devait être relativisée ces dernières années, du simple fait que, dans la construction traditionnelle également, des progrès technologiques remarquables ont été réalisés.

Dans les trois groupes cibles des maîtres d'ouvrage, des architectes et des concepteurs d'installations, les raisons avancées pour avoir choisi la voie Minergie étaient les suivantes, par ordre d'importance:

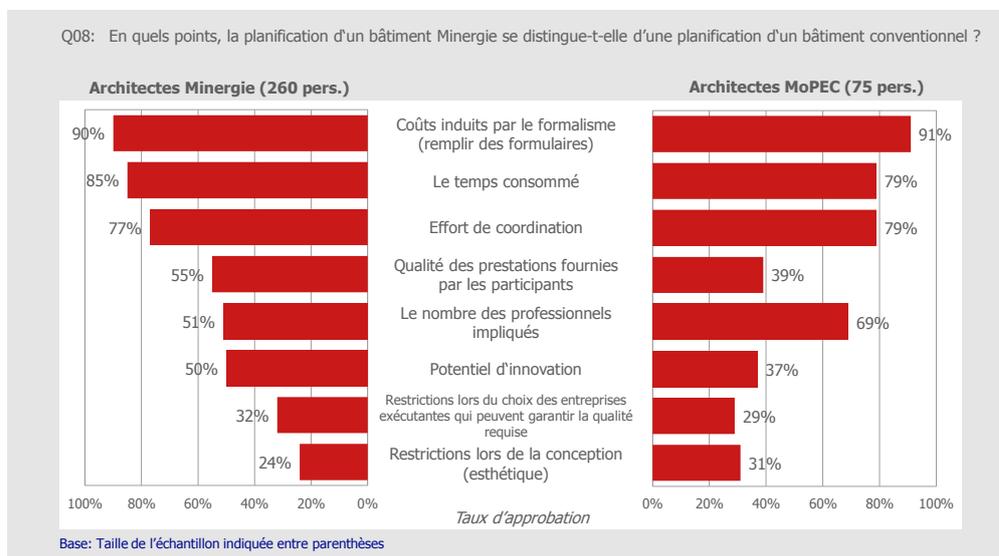
- désir de réaliser des économies d'énergie, pour des motifs autant écologiques que financiers;
- volonté de préserver l'environnement - le fait que cet argument arrive en 2^e rang indique que les préoccupations écologiques sont probablement plus marquées que les arguments financiers;
- offrir un grand confort thermique (3^e rang) et une qualité de l'air ambiant irréprochable (5^e rang).

Ces deux derniers arguments représentent deux piliers de la stratégie commerciale de Minergie, qui mise, pour son label, sur des critères de qualité plus que sur des critères d'économie d'énergie. Les responsables de la planification et de la réalisation des bâtiments Minergie s'appuient vraisemblablement sur cette stratégie, ce qui expliquerait les prises de position exposées ci-dessus.

²⁹ Note à l'attention du lecteur: à la question: «La qualité des prestations des concepteurs de bâtiments Minergie est-elle meilleure que celle des concepteurs de bâtiments conventionnels?», 55 % des architectes Minergie, mais seulement 39 % des architectes MoPEC répondent par l'affirmative. Parmi ceux qui n'ont pas répondu oui, on trouve les architectes qui ne constatent aucune différence entre les deux modes de conception, ceux qui, au contraire, pensent que la prestation des architectes MoPEC est meilleure, ainsi que ceux qui ne se prononcent pas sur cette question.



Figure 3: Différences d'opinion entre les architectes Minergie et les architectes MoPEC concernant la conception des ouvrages selon le processus Minergie ou selon les procédés conventionnels



Par contre, si l'on interroge les trois mêmes groupes cibles dans le contexte MoPEC quant aux raisons qui les ont fait *renoncer à construire selon le processus Minergie*, on obtient les deux réponses principales suivantes:

- éviter les surcoûts prévisibles et
- ne pas se charger d'une lourde installation de ventilation.

Il ne fait aucun doute que les professionnels du bâtiment interprètent souvent les *contraintes liées au MoPEC* différemment de celles liées au processus Minergie, ce qui rend difficile la comparaison entre les deux filières. On constate néanmoins que les architectes ont tendance à donner plus d'importance aux exigences Minergie qu'aux exigences liées à la construction traditionnelle. Les architectes ayant construit en suivant le processus Minergie ont accordé une plus grande valeur aux exigences qui leur avaient été posées que les architectes conventionnels face aux exigences du MoPEC. Les interviews d'ordre qualitatif ont révélé qu'un des défis les plus importants dans la construction selon les standards Minergie est la maîtrise des aspects formels plus exigeants et des contraintes de personnel. En raison de la complexité du dossier, il faut engager plus de professionnels spécialisés que dans la construction traditionnelle, ce qui augmente les coûts. Un autre constat fait par les personnes interviewées est celui du surplus de contrôle et de la meilleure coordination que nécessite la phase de construction selon le processus Minergie, par rapport à la filière conventionnelle.

S'agissant des étapes de conception et de réalisation, certaines personnes estiment *plus facile d'appliquer les règles Minergie lors de la construction de nouveaux bâtiments que lors de la rénovation/transformation de bâtiments existants*:

- Il arrive moins souvent que des maîtres d'ouvrage ou des architectes de la filière Minergie se plaignent de la plus grande complexité des étapes de planification ou de réalisation des ouvrages Minergie (par rapport aux ouvrages conventionnels) lorsqu'on parle de nouveaux bâtiments que lorsqu'il s'agit de rénovations/transformations.
- Dans le premier cas (nouveau bâtiment), les architectes ou les concepteurs d'installations estiment plus rarement difficile la tâche d'installer un système de ventilation contrôlée, que dans le second cas (rénovation).



- Il arrive plus rarement à des architectes ayant réalisé un nouveau bâtiment selon le MoPEC d'estimer qu'ils auraient été gênés par les contraintes s'ils avaient choisi plutôt la filière Minergie, qu'à des architectes MoPEC ayant effectué une rénovation.
- Une petite moitié (47 %) des architectes Minergie estiment que le *processus de certification* est plutôt astreignant, voire carrément pesant. Cette réalité est perçue de manière presque identique par les architectes MoPEC: 48 % d'entre eux estiment que les justificatifs énergétiques à fournir dans le cadre de la procédure d'octroi du permis de construire sont une lourde contrainte. Les interviews ont confirmé le fait que le processus de certification est souvent perçu comme trop contraignant et trop cher. D'ailleurs, certains professionnels renoncent à la certification formelle pour cette raison. De manière générale, toutefois, les professionnels jugent la certification utile, pour la sécurité qu'elle apporte et pour le bon argument de vente qu'elle représente.

En conclusion, quatre maîtres d'ouvrage sur cinq ont affirmé que, s'ils se lançaient dans un nouveau projet de construction, *ils choisiraient de se référer au même standard Minergie*. Seule une poignée d'entre eux ne construirait plus selon ce standard. La plupart d'entre eux ont donc fait de bonnes expériences avec Minergie. La situation se présente différemment dans la filière MoPEC: seuls deux petits tiers des maîtres d'ouvrage recommenceraient un nouveau bâtiment dans la filière conventionnelle, bien que peu d'entre eux aient explicitement cité l'alternative Minergie. La plupart des maîtres d'ouvrage MoPEC n'ont pas fourni de réponse à cette question, un indice du fait qu'ils n'y ont probablement même pas réfléchi. La question reste ouverte de savoir s'ils envisageraient de choisir la voie Minergie pour une autre construction ou rénovation, ce qui serait plausible. Pour de nombreux maîtres d'ouvrage, cette question n'a d'ailleurs pas de sens, puisqu'ils n'envisagent pas de se lancer dans un nouveau projet.

Exploitation et utilisation des bâtiments

Comme indiqué plus haut, les maîtres d'ouvrage et les architectes répondent très différemment aux questions, suivant qu'il s'agit d'un objet Minergie ou d'un objet MoPEC. En revanche les différences s'estompent lorsqu'on interroge les utilisateurs ou les exploitants de ces bâtiments. Rappelons que les questions portaient sur les facilités d'acquisition, d'exploitation ou d'utilisation des immeubles, sur le niveau d'information des exploitants, sur les observations faites par ces derniers quant aux comportements plus ou moins énergivores des utilisateurs, enfin sur le degré d'information des utilisateurs et leurs propres attitudes face aux économies d'énergie. La seule différence notable porte sur le degré de satisfaction en rapport avec l'objet.

Ainsi, les exploitants et les utilisateurs de bâtiments Minergie et de bâtiments MoPEC *partagent presque les mêmes avis sur les aspects de l'acquisition, de l'exploitation ou de l'utilisation* de leurs immeubles. Ils suivent tous la même ligne de pensée, à savoir qu'il est juste de chercher à économiser de l'énergie, mais pas au détriment du porte-monnaie, à long terme.

Chez les exploitants, cette parenté d'attitude s'accompagne d'un *même niveau d'information* et d'une *même autoévaluation de leurs comportements*:

- Un petit deux tiers d'entre eux disposent d'une *documentation complète sur les installations techniques*, obtenue par écrit ou oralement.
- Pour le gros tiers de ceux qui ne disposent pas d'une telle documentation ou dont la documentation est lacunaire, les *besoins d'information sont comparables* dans les deux groupes d'exploitants, à une exception près: les exploitants de bâtiments traditionnels (selon MoPEC) ne demandent pas à disposer d'informations sur la maintenance et la régulation des systèmes de ventilation contrôlée... pour la simple raison que ces bâtiments ne disposent en général pas d'une telle installation.



- La majorité des exploitants des deux groupes (Minergie: 87 %, MoPEC: 81 %) *entretiennent eux-mêmes les installations de leurs bâtiments.*
- Il est *faux* de croire que les bâtiments conventionnels seraient *moins souvent contrôlés* que les bâtiments Minergie.

La similitude des situations entre Minergie et MoPEC se poursuit quant aux observations faites par les exploitants relativement aux comportements des utilisateurs en matière d'économies d'énergie, à une exception près toutefois: chez les utilisateurs de bâtiments MoPEC, on observe un usage plus fréquent des fenêtres basculantes (cf. Tableau 3).

Tableau 3: Observations faites et attitudes perçues par les exploitants

	Minergie (n=111)	MoPEC (n=33)
Hiver: utilisation des volets ou stores comme protection solaire (addition des réponses «souvent» et «occasionnellement»)	39 %	39 %
Eté: utilisation des volets ou stores comme protection solaire (addition des réponses «souvent» et «occasionnellement»)	90 %	87%
Hiver: fenêtres basculantes ouvertes pendant une longue période (addition des réponses «oui» et «oui, parfois»)	23%	33%

D'après leurs propres indications, les utilisateurs, tant des bâtiments Minergie que des bâtiments MoPEC estiment qu'ils sont bien informés, et qu'ils se comportent d'une manière comparable face aux économies d'énergie.

Ils estiment notamment, dans les deux groupes, qu'ils disposent d'*informations suffisantes sur les questions de consommation d'énergie et/ou de coût de l'énergie, que ce soit pour le chauffage ou pour la production d'eau chaude sanitaire.* Les utilisateurs des bâtiments MoPEC sont du même avis que ceux de l'autre groupe sur le constat suivant: qui connaît le prix de l'énergie sait aussi combien il en consomme, et inversement. Une fois de plus, la seule différence entre les deux groupes porte sur les fenêtres basculantes: une plus grande proportion d'utilisateurs de bâtiments Minergie se souviennent d'avoir été informés sur la question de l'aération par les fenêtres ouvertes. Ce résultat est réjouissant, tant il est vrai que seul un comportement très restrictif en matière d'aération par les fenêtres permettra d'atteindre les valeurs cibles très basses de consommation d'énergie dans les bâtiments Minergie.

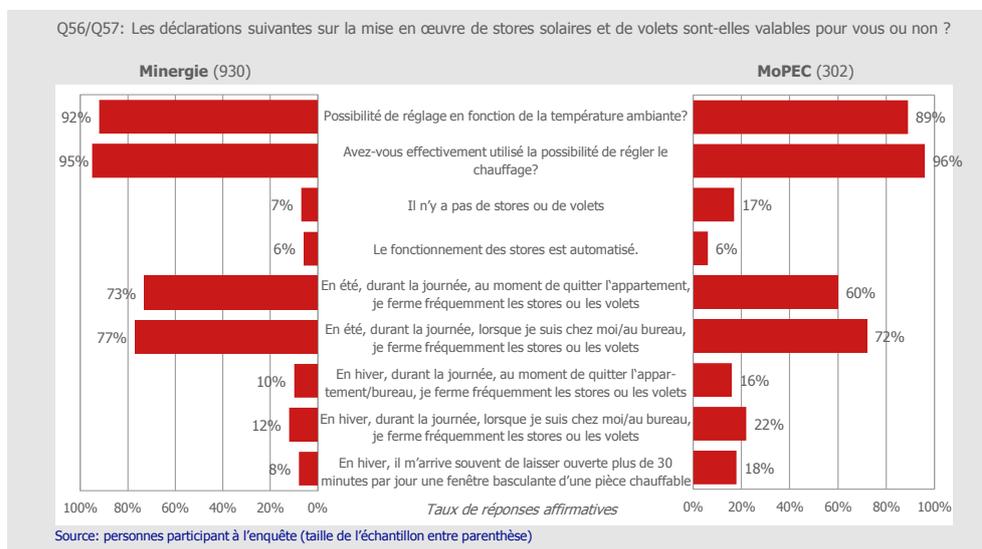
Tableau 4: Niveaux d'information des utilisateurs (taux de réponses affirmatives)

«Etes-vous capable d'analyser le décompte des frais accessoires pour détecter...»	Minergie (n=930)	MoPEC (n=302)
... le <u>prix</u> de l'énergie pour le chauffage	57 %	56 %
... le <u>prix</u> de l'énergie pour l'eau chaude sanitaire	43 %	42%
... la <u>consommation</u> d'énergie pour le chauffage	52 %	50%
... la <u>consommation</u> d'énergie pour l'eau chaude sanitaire	39 %	41%
Avez-vous reçu des indications concernant l'aération par les fenêtres?	57 %	45 %

Les bâtiments MoPEC sont beaucoup plus souvent dépourvus de stores et/ou de volets que les bâtiments Minergie. Dans les bâtiments des deux groupes qui sont équipés de stores automatiques (soit 6 %), les utilisateurs ne sont pas responsables de leur maniement. Lorsque les stores ne sont pas automatisés, les utilisateurs des deux groupes ont des comportements très variables quant à l'ouverture ou la fermeture des stores ou des volets; ils les utilisent en général beaucoup plus souvent en été qu'en hiver (cf. figure 4).



Figure 4: Situation des utilisateurs et leurs comportements (d'après leurs propres déclarations, taux de réponses affirmatives)



Comme on le voit, il y a une certaine parenté, parmi les utilisateurs de bâtiments Minergie et de bâtiments MoPEC, du moins concernant leurs représentations, leurs niveaux d'information, leurs comportements et leurs perceptions ou leurs observations. Néanmoins, sur un point, on constate de *nettes divergences: le degré de satisfaction*. Les bâtiments Minergie offrent de nets avantages sur les aspects de la protection phonique, de l'absence de courants d'air et de l'aspiration des odeurs de cuisine. Par contre, les utilisateurs de tels bâtiments se plaignent souvent d'un air trop sec en hiver.

Ils ont aussi l'impression de consacrer plus de temps à la gestion et à l'exploitation de leur bâtiment que des utilisateurs MoPEC – c'est ce qu'on peut déduire des *interviews sur des aspects qualitatifs*. Ils signalent le fait qu'un bâtiment Minergie demande – du moins au début – des réglages fins du système. Toutefois, dès que ce dernier est en équilibre, le temps à consacrer à l'exploitation diminue.

Confrontation entre la consommation réelle et la valeur limite annoncée

La question centrale de cette évaluation énergétique était de vérifier qu'un bâtiment construit selon un certain standard, affichant une valeur limite théorique spécifique, consomme effectivement ce qui était promis³⁰. C'est pourquoi, les auteurs de l'étude n'ont pas examiné les bâtiments en tant que tels, mais ils les ont observés en phase d'exploitation. En d'autres termes, plusieurs facteurs importants entrent en jeu, en plus de la qualité de l'exécution: notamment les réglages des installations techniques, les modalités de l'exploitation, mais aussi le comportement des utilisateurs.

En résumé, on peut affirmer que, pour toutes les maisons individuelles, la médiane des valeurs de consommation respecte les valeurs limites quel que soit le standard Minergie. Dans toutes les catégories de bâtiments, la médiane des consommations des nouvelles constructions Minergie-P et des rénovations/transformations Minergie respecte les exigences posées. Il est vrai toutefois que la médiane des consommations pour les immeubles d'habitation collectifs Minergie-P dépasse légèrement la valeur

³⁰ Pour les bâtiments construits selon les standards Minergie, la valeur limite à ne pas dépasser correspond au standard Minergie ou Minergie-P. Afin de faciliter la comparaison Minergie-MoPEC, pour les bâtiments construits sous l'égide du MoPEC, une valeur limite spécifique aux objets a été déterminée sur la base de la valeur limite fixée dans le MoPEC 2008 concernant les besoins de chaleur pour le chauffage. Ce faisant, on a tenu compte des valeurs SIA standard concernant la demande d'énergie finale pour l'eau chaude sanitaire, des taux maximaux d'énergies non renouvelables fixés dans la législation, ainsi que des facteurs de pondération nationaux appliqués aux différents agents énergétiques.



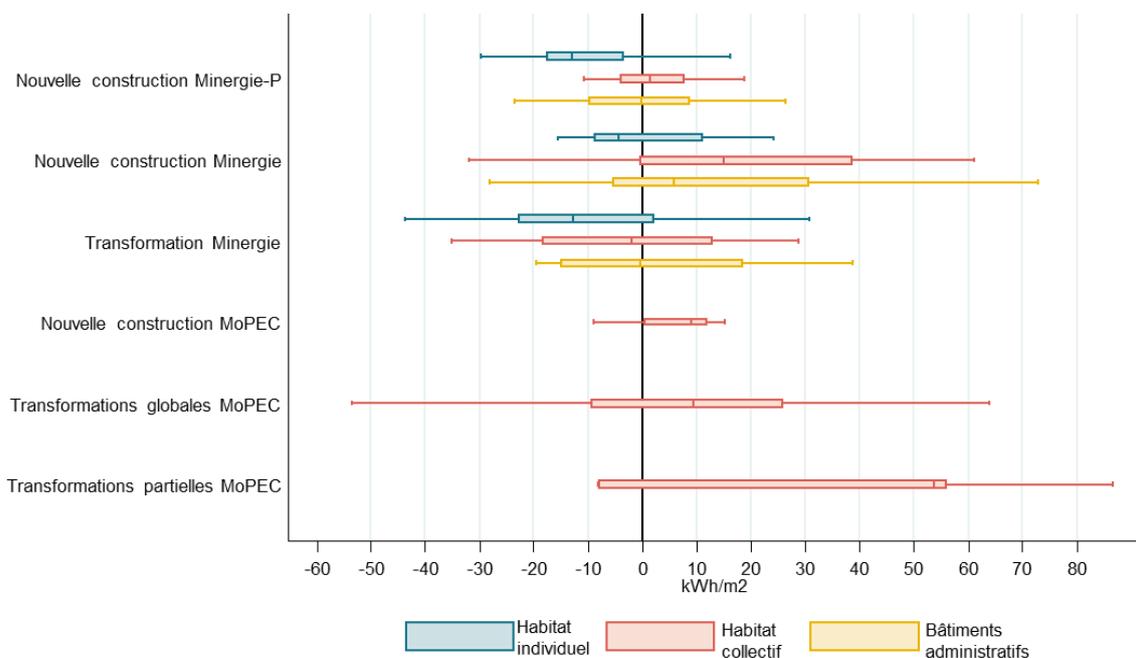
limite. Par contre, les immeubles d'habitation collectifs Minergie nouvellement construits, les nouveaux bâtiments administratifs Minergie et les nouveaux immeubles d'habitation collectifs MoPEC ne respectent pas les exigences qui les concernent.

Tableau 5: Situation de la médiane des consommations effectives par rapport aux valeurs limites, par standard et par catégorie de bâtiments (R = valeurs limites respectées; NR = valeurs limites dépassées; E. i. = échantillon insuffisant [moins de 5 objets])

	Nouvelle construction Minergie	Transformation Minergie	Nouvelle construction Minergie-A	Nouvelle construction Minergie-P	Nouvelle construction MoPEC	Transformation MoPEC (rénovation globale)
Maisons individuelles	R	R	E. i.	R	E. i.	E. i.
Immeubles d'habitation collectifs	NR	R	E. i.	NR (marginale-ment)	NR	NR
Bâtiments administratifs	NR	R (sans marge)	E. i.	R (sans marge)	E. i.	E. i.

La figure ci-dessous indique, par catégorie de bâtiment, les écarts observés par rapport à la valeur limite spécifique (représentée par la ligne noire verticale)

Figure 5: Ecart en valeur absolue par rapport à la valeur limite [kWh/m²]. Les cases ne sont représentées que si le sous-groupe d'objets comporte au moins cinq bâtiments. Le graphique ne signale pas les résultats aberrants.



Les cases s'étendent du 25^e au 75^e percentile. Le trait vertical figuré à l'intérieur des cases représente la médiane. Les lignes de part et d'autre des cases indiquent la fourchette des valeurs mesurées; leur longueur est au maximum égale à 1,5 fois l'écart entre le 25^e et le 75^e percentile ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$). Les valeurs observées qui se situeraient à l'extérieur de cette fourchette sont considérées comme aberrantes et ne sont pas représentées dans le graphique.



Le tableau qui suit indique, par catégorie, la proportion de bâtiments ne respectant pas la valeur limite (NR). On constate que, dans presque toutes les catégories d'immeubles d'habitation collectifs, une nette majorité d'objets inscrits dans l'échantillon dépassent les valeurs limites de l'indice de dépense d'énergie. On considère qu'il y a dépassement lorsque la valeur mesurée est plus élevée que la limite, sans considération de l'ampleur du dépassement.

Tableau 6: *Proportion d'objets ne respectant pas leurs valeurs limites respectives (par standard et par catégorie de bâtiment). (Les valeurs surlignées en rouge indiquent de forts dépassements, pour des échantillons supérieurs à 5 objets.)*

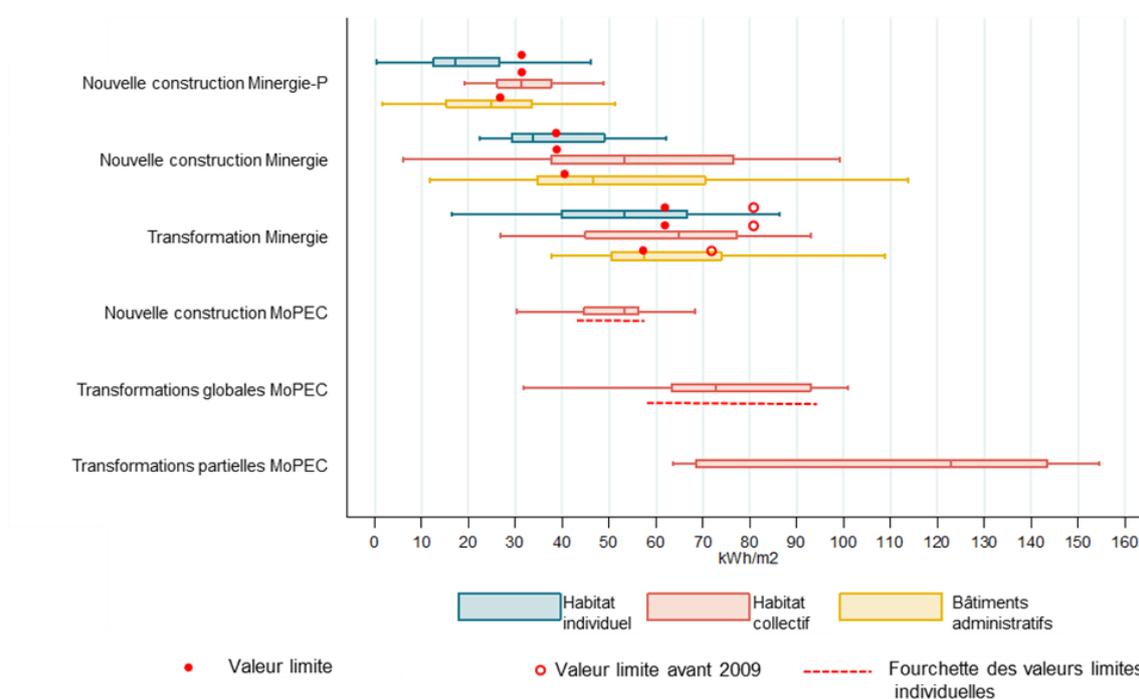
	Nombre Total	Taux de dépassement
Nouvelle construction Minergie-A		
Maisons individuelles	4	50 %
Immeubles d'habitation collectifs		
Bâtiments administratifs	1	0%
Nouvelle construction Minergie-P		
Maisons individuelles	19	21 %
Immeubles d'habitation collectifs	16	63 %
Bâtiments administratifs	9	44 %
Nouvelle construction Minergie		
Maisons individuelles	21	43%
Immeubles d'habitation collectifs	18	67 %
Bâtiments administratifs	15	67 %
Transformation Minergie		
Maisons individuelles	33	30 %
Immeubles d'habitation collectifs	22	45 %
Bâtiments administratifs	13	46 %
Nouvelle construction MoPEC		
Maisons individuelles	2	50 %
Immeubles d'habitation collectifs	14	78 %
Bâtiments administratifs	3	67 %
Transformations MoPEC (rénovation globale)		
Maisons individuelles	3	0%
Immeubles d'habitation collectifs	9	67 %
Bâtiments administratifs	1	100 %
Transformations MoPEC (rénovation partielle)		
Maisons individuelles	4	50 %
Immeubles d'habitation collectifs	6	67 %
Bâtiments administratifs	1	100 %



Savoir si la valeur limite est respectée est une chose, mais il est aussi intéressant de connaître les indices pondérés de dépense d'énergie en valeur absolue. La figure ci-dessous les représente par catégorie d'objets. Pour faciliter la lecture du graphique, on y a inscrit la valeur limite spécifique au standard (point rouge). Pour les bâtiments MoPEC, la valeur limite est fonction du facteur d'enveloppe de l'objet. La fourchette des valeurs limites observées est représentée par une ligne traitillée. Pour les rénovations partielles se référant au MoPEC, aucune valeur limite n'a été fixée.

Figure 6: Indices pondérés de dépense d'énergie [kWh/m²]. Les cases ne sont représentées que si le sous-groupe d'objets comporte au moins cinq bâtiments. Le graphique ne signale pas les résultats aberrants.

Tous les bâtiments (n = 214)



Les cases s'étendent du 25^e au 75^e percentile. Le trait vertical figuré à l'intérieur des cases représente la médiane. Les lignes de part et d'autre des cases indiquent la fourchette des valeurs mesurées; leur longueur est au maximum égale à 1,5 fois l'écart entre le 25^e et le 75^e percentile ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$). Les valeurs observées qui se situeraient à l'extérieur de cette fourchette sont considérées comme aberrantes et ne sont pas représentées dans le graphique.

Par rapport au respect des valeurs limites, on peut tirer les conclusions détaillées ci-après:

La médiane de toutes les maisons individuelles, tous standards Minergie confondus, respecte les valeurs limites ou est même parfois bien plus basse. Il est fort probable qu'il s'agisse là d'un «biais positif» lié à la sensibilité environnementale des propriétaires-habitants, particulièrement intéressés par les questions énergétiques et ayant accepté de partager leurs données de consommation. Cette hypothèse s'est confirmée au cours des visites d'objets: les habitants des maisons présentant des valeurs significativement plus basses que les valeurs limites étaient aussi ceux qui faisaient le plus attention à leur consommation d'énergie (cf. Tableau 66, p. 135). Comme ils avaient en général construit leur propre maison selon l'un des standards Minergie, leurs habitudes de vie étaient bien plus marquées par ces préoccupations énergétiques que la moyenne des habitants, ou que celle des locataires d'un immeuble d'habitation collectif.



La médiane des *nouvelles constructions Minergie-P* est inférieure à la valeur limite pour les maisons individuelles et les bâtiments administratifs, et à peine supérieure pour les immeubles d'habitation collectifs. En comparaison avec les nouvelles constructions Minergie (normales), ce résultat est nettement meilleur (cf. ci-dessous). L'une des raisons pourrait être que le label Minergie-P exige des architectes et des entrepreneurs une attention plus soutenue au moment de l'exécution. Tout laisse à penser que ce sont des équipes très expérimentées qui conçoivent et réalisent de tels bâtiments. Il est aussi possible que les personnes responsables de la conception et de la maintenance des installations d'un bâtiment Minergie-P soient particulièrement conscientes des enjeux de ce label, et que leur niveau de formation dans ce domaine soit supérieur à la moyenne. Autre observation faite au cours des visites: lorsqu'il a été établi qu'un dépassement de la valeur limite était probablement dû au comportement des habitants dans l'aération de leur logement, un seul cas faisait référence à un bâtiment Minergie-P, en l'occurrence un bâtiment d'habitation collectif. Il semble donc que les utilisateurs soient aussi généralement mieux informés lorsqu'ils occupent un bâtiment Minergie-P que lorsqu'ils habitent dans une maison Minergie. Les enquêteurs ont également observé, lors de leurs visites sur le terrain, que les habitants des maisons individuelles Minergie-P étaient souvent beaucoup plus motivés à utiliser l'énergie efficacement que la moyenne des personnes interviewées.

La médiane des *bâtiments soumis à une rénovation/transformation Minergie* se situe en-dessous de la valeur limite. D'après les enquêteurs sur le terrain, les cas de dépassement de cette valeur sont probablement liés aux habitudes d'aération inadéquates des habitants.

S'agissant des *nouveaux immeubles d'habitation collectifs et des nouveaux bâtiments administratifs construits selon le standard Minergie*, on constate que leurs médianes dépassent les valeurs limites respectives. Il n'a pas été possible jusqu'à présent de trouver une raison empirique à ce phénomène, qui soit étayée par des évaluations statistiques. Toutefois, lors des visites, les enquêteurs ont soupçonné que ces dépassements pouvaient être liés, dans la moitié des situations, à des dysfonctionnements des installations, à de mauvais réglages ou au rendement insatisfaisant du chauffage³¹.

Il est frappant de voir à quel point les indices de dépense d'énergie sont dispersés, vers le haut et vers le bas, pour les deux catégories de nouvelles constructions Minergie: immeuble d'habitation collectif et bâtiment administratif. Ce constat, ainsi que les problèmes de réglage observés permettent de conclure que les modalités concrètes d'exploitation des installations d'un bâtiment ont vraisemblablement une influence déterminante sur sa consommation d'énergie.

Le même phénomène se répète pour les *immeubles d'habitation construits selon le MoPEC*, que ce soient de nouvelles constructions ou des rénovations/transformations. Lors des visites sur place, les enquêteurs ont trouvé, dans la moitié des cas de nouvelles constructions dépassant la valeur limite spécifique, des dysfonctionnements ou des problèmes de réglage, ou encore un rendement problématique du chauffage. Tous les nouveaux immeubles de cette catégorie étaient équipés de pompes à chaleur. Il est curieux de constater que, pour certains objets, la consommation d'électricité pour la pompe à chaleur est plus faible que celle du corps de chauffe électrique ou du ruban chauffant³².

³¹ Dans ce cas, il a été observé que la température d'entrée dans le circuit ou celle de l'accumulateur était anormalement élevée, ou que le thermostat du thermoplongeur (doigt de gant) de l'accumulateur était mal réglé.

³² Les objets bénéficiant d'un tarif préférentiel pour les pompes à chaleur sont souvent équipés d'un compteur séparé pour la pompe à chaleur, ce qui n'est pas le cas pour corps de chauffe électrique ou les rubans chauffants, dont la consommation est englobée dans le compte général (cf. explications à ce sujet dans la partie II, au chapitre 3.3). Corps de chauffe électrique : il est possible d'équiper un chauffe-eau d'un corps de chauffe électrique pour compléter le chauffage. Il s'enclenche lorsque le système principal n'arrive plus à élever la température de l'eau au niveau souhaité. **Ruban chauffant** : le ruban chauffant électrique permet de maintenir chaude la conduite d'ECS entre le chauffe-eau et le point de soutirage.



Le label Minergie n'est pas attribué sur la base d'une consommation d'énergie mesurée en cours d'exploitation, mais sur des valeurs de planification. Lorsque les valeurs réelles dépassent les valeurs de planification, cela ne signifie pas forcément que le bâtiment ne répond pas au standard; il peut arriver que les comportements des utilisateurs ou des variations des conditions d'exploitation en soient la cause. Les auteurs de l'étude n'ont pas abordé la question d'éventuels vices de construction, qui auraient pu être coresponsables des dépassements observés. Ils ont néanmoins constaté que des conditions d'exploitation non optimales des installations pouvaient entraîner de tels dépassements.

Examen des corrélations entre le degré de satisfaction des acteurs et leur niveau de connaissances en matière d'énergie

Les auteurs de l'étude ont voulu savoir s'il existe une relation entre, d'une part, les écarts observés dans des bâtiments entre la consommation réelle et la valeur limite de consommation et, d'autre part, le degré de satisfaction des utilisateurs ou exploitants, exprimé lors de l'enquête en ligne, ou encore l'intérêt ou le désintérêt des maîtres d'ouvrage pour le standard de leur bâtiment.

S'agissant des utilisateurs, aucune corrélation empirique n'a pu être observée par rapport à leur degré de satisfaction. Une analyse par régression a permis de détecter, dans le cas des utilisateurs ou exploitants de maisons individuelles, une certaine corrélation entre le niveau de connaissances et le fait que le bâtiment consomme plus que la valeur limite ou au contraire moins; cependant cette corrélation n'est pas significative sur le plan statistique.

Il n'a pas non plus été possible de détecter une corrélation entre l'intérêt du maître d'ouvrage pour le standard énergétique, et les écarts que manifeste son bâtiment par rapport à la valeur limite.

Tentatives d'explication des écarts entre consommation et valeur limite dans le cas des maisons individuelles

Dans le cas des *maisons individuelles*, une analyse de régression multivariée³³ de l'échantillon disponible a permis d'identifier certains facteurs qui permettraient d'expliquer pourquoi la valeur limite est parfois **dépassée**:

- Il s'agit d'une nouvelle construction. (Au contraire, les bâtiments rénovés ou transformés respectent en général les valeurs limites, lesquelles sont nettement plus élevées.)
- Le générateur de chaleur principal fonctionne au gaz.
- L'aération des locaux se fait par des fenêtres basculantes. (Les utilisateurs ont avoué avoir laissé parfois la fenêtre ouverte.)

Dans le cas des maisons individuelles appartenant à l'échantillon observé, certains facteurs expliquent dans quelles circonstances la consommation **respecte la valeur limite** ou **se situe même très en dessous**:

- Une installation solaire thermique est en exploitation.
- Une installation photovoltaïque est en exploitation.
- La principale source de chaleur est une pompe à chaleur.

A propos de l'effet bénéfique des pompes à chaleur, notamment comparé au chauffage au gaz, il faut se rappeler que le gaz naturel est pondéré du facteur 1, tandis que le courant alimentant une pompe à chaleur est pondéré du facteur 2. Comme le coefficient de performance annuel d'une pompe à chaleur

³³ Il est probable que les différents facteurs influençant la consommation d'énergie, et donc déterminant les écarts par rapport à la valeur limite, soient corrélés entre eux, et que leurs effets s'additionnent parfois, ou au contraire s'annulent mutuellement. Plutôt que d'analyser un facteur après l'autre, il est par conséquent utile de s'appuyer sur des méthodes d'analyse par régression multivariée, qui fourniront des résultats plus fiables en rendant compte des effets combinés de plusieurs facteurs. C'est précisément ainsi qu'ont procédé les auteurs de l'étude.



est en général nettement supérieur à 2, il est plus facile de respecter la valeur limite de cette manière qu'avec un chauffage au gaz (pour des besoins identiques et une enveloppe thermique comparable). En conclusion, le respect ou le dépassement de la valeur limite n'est vraisemblablement qu'une question de pondération de l'agent énergétique.

Dans l'échantillon constitué pour les maisons individuelles, on constate que les nouveaux bâtiments ont plus de peine à respecter leur valeur limite que les bâtiments rénovés ou transformés, dont la valeur limite spécifique est moins sévère. La construction neuve est donc plus difficile que la transformation. Pourtant le doute subsiste: est-ce que les valeurs de planification ne seraient pas trop sévères dans le cas des nouvelles constructions³⁴?

Dans le cas des maisons individuelles, l'étude montre que les bâtiments produisant eux-mêmes de l'énergie respectent plus souvent leur valeur limite. Par exemple, la présence d'une installation solaire thermique a tendance à faire baisser les besoins énergétiques pour la production d'ECS, ce qui permet plus facilement de respecter la valeur limite³⁵. Dans le cas d'une installation photovoltaïque, l'effet positif du système n'est en général pas entièrement contrebalancé par les économies réalisées par le concepteur au niveau de la qualité de l'enveloppe ou du système de production de chaleur. Par ailleurs, il arrive souvent que les installations photovoltaïques soient plus largement dimensionnées que ne l'exigerait le strict respect de la valeur limite Minergie. Il faut toutefois signaler que, lors de la détermination de l'indice de dépense d'énergie, l'électricité produite par l'installation photovoltaïque n'a été soustraite de la consommation du bâtiment que dans deux cas:

- a) l'installation est signalée lors de la demande du label Minergie;
- b) elle ne bénéficie pas de la rétribution du courant injecté à prix coûtant (RPC)³⁶.

Pour estimer dans quelle mesure la consommation respecte la valeur limite, il n'est pas possible de tenir compte d'une installation photovoltaïque qui n'aurait pas été déclarée au moment de la demande du label. Pourtant cette installation contribue en général significativement à diminuer la quantité d'électricité achetée dans le réseau. Or, même si l'on ne tient pas compte de la production électrique propre du bâtiment dans le calcul de sa consommation d'énergie – c.-à-d. qu'on ne la soustrait pas –, on constate que la consommation de bâtiments équipés d'une installation photovoltaïque est tendanciellement plus faible que la moyenne, et que les valeurs limites sont plus souvent respectées. Les auteurs de l'étude font entre autres l'hypothèse que les promoteurs d'installations photovoltaïques sont aussi ceux qui, parmi les propriétaires de maisons individuelles, sont les plus sensibles aux questions énergétiques, et les plus enclins à réduire leur consommation.

La question suivante mériterait d'être examinée plus attentivement: est-ce que les trois facteurs tendant à faciliter le respect de la valeur limite – à savoir la présence d'une installation solaire thermique ou photovoltaïque, ou d'une pompe à chaleur – ne sont pas corrélés avec le niveau très bas des valeurs de planification visées? On pourrait, p.ex., faire l'hypothèse que les bâtiments dotés d'une pompe à chaleur et d'une installation solaire thermique soient, en moyenne, conçus sur la base de valeurs de

³⁴ Il se pourrait, par exemple, que ce soit dû au calcul des besoins de chaleur dans la norme SIA 380/1, laquelle néglige l'influence des protections solaires. Si les stores sont abaissés en hiver, les apports solaires se réduisent, ce qui entraîne une augmentation des besoins de chaleur. Comparé aux anciens bâtiments soumis à rénovation, les nouveaux bâtiments présentent souvent des surfaces vitrées en façade bien plus importantes. Il en résulte une surévaluation des apports solaires.

³⁵ L'étude n'a pas chiffré la production solaire thermique, qui pourtant réduit la consommation d'énergie finale mesurée au compteur.

³⁶ L'échantillon global (maisons individuelles + immeubles d'habitation collectifs + bâtiments administratifs) comprend 45 bâtiments produisant de l'électricité au moyen d'une installation photovoltaïque. Seuls 10 d'entre eux ont vu leur production soustraite de leur consommation. L'échantillon comprend 21 maisons individuelles produisant de l'électricité, mais seulement 4 d'entre elles ont vu leur production intégrée par soustraction dans le calcul de l'indice pondéré de dépense d'énergie.



planification plus sévères comparé à des bâtiments semblables chauffés au gaz. Il est possible que les valeurs de planification de ces derniers respectent tout juste la valeur limite. Mais cette question n'a pas été approfondie parce que la présente étude n'avait pas pour objectif d'analyser les valeurs de planification pour elles-mêmes.

Les données collectées permettraient encore d'explorer d'autres pistes statistiques, p.ex. d'analyser l'influence d'un facteur isolé sur le respect – ou non – de la valeur limite, dans une constellation d'autres variables. La présente étude ne prévoyait pas d'aller aussi loin, mais de telles conclusions pourraient déboucher sur une meilleure compréhension des causes de consommations atypiques.

Les experts ayant procédé aux visites d'objets ont consigné leurs hypothèses pour expliquer pourquoi certains objets présentaient un indice de dépense d'énergie hors cadre (bien au-dessus ou bien au-dessous de la valeur limite spécifique). Par exemple, ils ont signalé à de nombreuses reprises que la consommation anormalement basse de certaines maisons individuelles était due au comportement spécialement économe des habitants. Dans de tels ménages, il se trouvait en général au moins une personne disposant d'une formation professionnelle dans le domaine de l'énergie.

Lorsque les experts constataient un net dépassement de la valeur limite, ils ont pu mettre le doigt sur les comportements inadéquats signalés plus haut – comme d'aérer au moyen de fenêtres basculantes – ou identifier des dysfonctionnements ou des défauts de réglage des installations techniques du bâtiment.

Tentatives d'explication des observations pour les immeubles d'habitation collectifs et les bâtiments administratifs

Lors de leurs visites des *immeubles d'habitation collectifs*, les experts ont parfois observé des dysfonctionnements et des problèmes de réglage des installations techniques, ou un probable rendement insuffisant du chauffage³⁷. Ils en ont conclu que ces défauts pourraient probablement expliquer pourquoi la consommation d'énergie de certains de ces bâtiments dépassait la valeur limite. Une autre cause a pu être identifiée lors des visites de bâtiments Minergie: la présence de thermoplongeurs électriques dans les chauffe-eau et l'existence de rubans chauffants le long des conduites d'ECS, tous deux responsables d'une grande consommation d'énergie. Il faut toutefois signaler ici que les hypothèses relatives à la consommation d'électricité des rubans chauffants, des thermoplongeurs, ou celles relatives au pouvoir calorifique des plaquettes de bois restent fragiles.

Les experts ont observé parfois de très hautes températures pour l'eau chaude sanitaire et dans l'accumulateur de chaleur du chauffage³⁸. Ils en tirent la conclusion que l'exploitant d'un bâtiment (concierge, société de maintenance), lorsqu'il règle les appareils de chauffage ou de ventilation, peut influencer la consommation d'énergie d'une manière plus marquante que les utilisateurs du bâtiment (habitants ou collaborateurs).

Autre constat intéressant: lors de la vaste enquête auprès des utilisateurs, ces derniers ont indiqué que la température de leur salon était de 22°C pendant la période hivernale (valeur médiane). C'est 2 degrés de plus que la température retenue pour le calcul des valeurs de planification; ce simple fait pourrait contribuer à expliquer pourquoi les valeurs limites sont si souvent dépassées. En effet, si l'on retient 22°C au lieu de 20°C, les besoins de chaleur d'un nouveau bâtiment augmentent de 15 à 25 %:

La médiane des indices pondérés de dépense d'énergie est exactement la même pour les nouveaux immeubles d'habitation collectifs, qu'ils soient construits selon le MoPEC ou selon le standard Minergie.

³⁷ L'hypothèse du rendement insuffisant du chauffage se fonde sur l'observation que la température d'entrée du réseau de distribution de chaleur ou celle de l'accumulateur était anormalement élevée.

³⁸ Pour certains objets, les enquêteurs ont trouvé en été des thermoplongeurs réglés sur 70°C et des accumulateurs de chaleur pour le chauffage dont la température était de 40°C.



Il faut toutefois prendre ce constat avec prudence, car la comparaison entre les deux échantillons d'immeubles (MoPEC et Minergie) est peu fiable en raison de la taille respective des échantillons. Curieusement, l'indice pondéré de dépense d'énergie des immeubles Minergie est moins bon, en valeur absolue, que celui des immeubles MoPEC. Les explications suivantes peuvent être avancées à ce propos:

- L'analyse par régression effectuée sur les maisons individuelles a montré que la présence d'une pompe à chaleur avait tendance à faire baisser l'indice pondéré de dépense d'énergie par rapport à d'autres systèmes de chauffage. Or, dans l'échantillon des nouveaux immeubles d'habitation MoPEC, 100 % des bâtiments étaient équipés d'une pompe à chaleur, alors que, dans l'échantillon des nouveaux immeubles Minergie, ce taux était seulement de 56 %.
- Autre différence: l'échantillon d'immeubles MoPEC est constitué en majorité de grands objets (SRE > 3000 m²), tandis que celui des immeubles Minergie comporte plutôt de petits bâtiments (SRE < 1000 m²). La taille des objets MoPEC pourrait donc expliquer en partie pourquoi la médiane des indices pondérés de dépense d'énergie n'est pas, avec 53 kWh/m², plus élevée que celle concernant les nouveaux immeubles Minergie. Mais cette hypothèse n'a pas pu être vérifiée sur le plan statistique. Par ailleurs, il faut se méfier d'un biais inverse pouvant affecter les grands objets: l'échantillon des nouveaux immeubles d'habitation MoPEC comporte en majorité de grands bâtiments locatifs avec une occupation très dense. Cette configuration peut entraîner une consommation spécifique d'eau chaude sanitaire plus élevée. Or si le bâtiment est équipé d'une pompe à chaleur, son indice de dépense d'énergie peut être assez élevé en raison du faible taux d'utilisation d'une telle pompe pour la production d'ECS. Bien entendu, une forte densité d'occupation est synonyme d'une meilleure efficacité énergétique, parce que la consommation par personne est plus basse en raison d'une surface de logement par personne plus faible, et ce, malgré un indice de dépense d'énergie par m² plus élevé.

Pour les bâtiments administratifs, les experts n'ont pu expliquer que dans certains cas pourquoi la consommation d'énergie s'écartait de la valeur limite. Dans la plupart des cas, ils ont supputé que des dysfonctionnements ou des réglages inadéquats des installations techniques en étaient la cause.

Les auteurs de l'étude n'ont pas procédé à des analyses statistiques multivariées pour les immeubles d'habitation collectifs, ni pour les bâtiments administratifs. On pourrait procéder à des analyses statistiques plus poussées que prévu dans la présente étude, afin d'identifier l'effet d'un facteur isolé dans une constellation d'autres variables. On pourrait probablement expliquer ainsi pourquoi certains immeubles d'habitation collectifs de l'échantillon présentent de grands écarts par rapport à la valeur limite.



Sintesi

Situazione di partenza e obiettivi

In Svizzera lo standard Minergie ha raggiunto un elevato grado di diffusione: all'inizio di aprile 2014 la banca dati dell'Associazione Minergie comprendeva un totale di 21 740 oggetti.

Con il presente studio l'Ufficio federale dell'energia (UFE) effettua per la prima volta un controllo su vasta scala dei risultati relativi alle costruzioni Minergie. Le valutazioni svolte in precedenza si limitavano a singoli standard³⁹; inoltre i dati del consumo energetico su cui si basavano non erano verificati. Al fine di rilevare eventuali differenze tra la modalità costruttiva caratterizzata da elevati requisiti ambientali e la modalità costruttiva convenzionale, il presente studio include anche gli edifici realizzati secondo i Modelli di prescrizioni energetiche cantonali (MoPEC).

Attraverso dei sondaggi si vogliono indagare i motivi per cui i diversi gruppi (committenti, architetti, progettisti specializzati, gestori e utilizzatori) hanno scelto di costruire con Minergie o gestiscono/utilizzano edifici Minergie; inoltre si vuole evidenziare come hanno vissuto il processo di progettazione, costruzione e certificazione, in base a quali esperienze e conoscenze gestiscono/utilizzano oggi questi edifici e come si comportano di conseguenza.

Inoltre, attraverso sopralluoghi degli edifici e successive valutazioni dei consumi energetici si stabilisce se il consumo reale di energia degli edifici corrisponda effettivamente ai valori limite del rispettivo standard energetico.

Metodologia

La base degli indirizzi per il *sondaggio tra committenti, architetti e progettisti specializzati di edifici Minergie* è rappresentata dall'indirizzario completo dell'Associazione Minergie che costituisce quindi la *popolazione statistica* per questi gruppi target. Complessivamente sono state contattate 4620 persone; di queste 1428 (30,9%) hanno risposto alle domande in modo integrale.

Una parte dei committenti interpellati utilizza e/o gestisce personalmente l'oggetto in questione. Oltre agli oggetti Minergie compresi nel sondaggio, sono stati generati e contattati dall'elenco telefonico elettronico 543 indirizzi di privati e 113 di aziende che abitano o lavorano attualmente nell'edificio. Di questi hanno partecipato al sondaggio 62 interpellati (9,5%). Complessivamente sono state quindi interpellate 738 persone in qualità di *utilizzatori* e 869 in qualità di *gestori*.

A fini comparativi sono stati interpellati *gli stessi gruppi target anche nell'ambito degli edifici costruiti con modalità tradizionali*. In questo caso la base degli indirizzi è costituita dal file della Berner Fachhochschule, Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur, basato su tutti i permessi di costruzione pubblicati. Dai numerosi indirizzi di edifici nuovi e ristrutturazioni risalenti al periodo 2009-2011 è stato estratto un campione casuale di committenti, architetti e progettisti specializzati di oggetti da tutta la Svizzera (escluso il Ticino), in maniera disproporzionale nella misura rispettivamente di un terzo per case unifamiliari, case plurifamiliari ed edifici amministrativi. Le ristrutturazioni comprendono soltanto i risanamenti energetici totali dell'involucro dell'edificio (tetto, facciata e finestre). Delle 4897 persone interpellate hanno risposto in 354 (7,2%).

³⁹ Conferenza dei servizi cantonali dell'energia, sotto l'egida della Conferenza dei servizi cantonali dell'energia della Svizzera orientale e del Principato del Liechtenstein, in collaborazione con l'Associazione Minergie, Praxistest MINERGIE® - Erfahrungen aus Planung, Realisierung und Nutzung von MINERGIE-Bauten, rapporto finale, 16 giugno 2004; Ufficio federale dell'energia UFE, Praxistest Minergie-Modernisierung, novembre 2008



Anche in questo caso, a integrazione del campione, sono stati generati attraverso l'elenco telefonico elettronico 423 indirizzi di privati e 410 di aziende relativi a oggetti per i quali i committenti o gli architetti avevano partecipato al sondaggio. Delle persone interpellate, hanno partecipato al sondaggio in 160 (19,2%). Sono state quindi interpellate 302 persone in qualità di utilizzatori e 226 in qualità di gestori.

Per gli edifici realizzati conformemente ai Modelli di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MoPEC) è stato adattato, a seconda della situazione, il *questionario online* utilizzato nell'ambito Minergie. Per quanto possibile, a fini comparativi è stata mantenuta la stessa formulazione delle domande, laddove necessario, adeguandola alla specifica situazione. I sondaggi si sono svolti tra l'8 agosto 2014 (inizio pre-test per le nuove costruzioni Minergie) e il 13 febbraio 2015 (chiusura di tutti gli accessi al questionario).

Ai fini dell'analisi del consumo energetico nell'ambito dello studio, ai committenti interpellati è stato inoltre chiesto di fornire i propri dati sul consumo energetico. La base per la valutazione energetica è costituita quindi dagli edifici i cui committenti si sono resi disponibili a fornire tali dati e li hanno poi effettivamente forniti. Questo campione di immobili è stato integrato, in particolare negli edifici MoPEC, con edifici di grandi proprietari di portafogli immobiliari, contattati in modo mirato.

Dopo la valutazione dei sondaggi rappresentativi sono stati condotti 51 *colloqui personali qualitativi*: 41 con appartenenti a diversi gruppi target che avevano risposto al sondaggio online, cinque con custodi professionali di case plurifamiliari e cinque con rappresentanti di grandi società immobiliari (agenti immobiliari e amministrazioni). Questi colloqui servivano a integrare in modo mirato i risultati dei sondaggi quantitativi nel caso vi fosse necessità di ulteriori spiegazioni.

Per l'*analisi del consumo energetico* sono stati utilizzati dati sul consumo di 214 edifici. Ai fini della verifica della plausibilità e come integrazione ai dati sul consumo energetico, in ogni oggetto è stato effettuato un sopralluogo. Il 20% degli oggetti è situato nella Svizzera francese.

Gli immobili individuati per l'analisi del consumo energetico provengono perlopiù dal gruppo dei committenti che avevano partecipato al sondaggio online. Per diverse ragioni (v. tabella seguente), in questa analisi non è stata considerata una parte degli oggetti, principalmente perché non erano stati forniti i necessari dati sul consumo di energia. Inoltre gli immobili in cui è stato effettuato un sopralluogo comprendono 440 case unifamiliari, ma solo 92 case plurifamiliari e addirittura soltanto 59 edifici amministrativi. Poiché in tal modo, in particolare negli edifici MoPEC, le cifre utilizzabili riguardavano un numero di edifici di molto inferiore agli auspicati 20 immobili per categoria, il reclutamento è stato esteso agli edifici di grandi proprietari di portafogli immobiliari, contattati in modo mirato dal team Energia. In tal modo è stato possibile ampliare ulteriormente il campione degli immobili, in particolare per quanto riguarda le case plurifamiliari.



Tabella 1: perdite nel processo di reclutamento

	Standard						Totale
	Minergie nuovo	Minergie ristruttur.	Minergie-P nuovo	Minergie-A nuovo	MoPEC nuovo	MoPEC ristruttur.	
Committenti interpellati	766	791	1010	51	1524	1517	5659
Risposte dei committenti	250	319	396	22	108	132	1227
./. Non più proprietari	32	10	17	1	26	10	96
./. Determinazione consumo energetico non possibile	79	80	110	10	44	66	389
./. Mancata disponibilità al sopralluogo	34	47	34	3	11	22	151
Disponibilità al sopralluogo	105	182	235	8	27	34	591
./. Mancata fornitura dati richiesti	46	75	127	2	18	20	288
./. Dati non utilizzabili*	17	35	59	4	2	4	121
Sopralluoghi svolti**	54	68	44	5	19	24	214

* Ad es. casa unifamiliare con pompa di calore sprovvista di contatore dell'elettricità separato

** Dopo la correzione delle case unifamiliari eccedenti nelle categorie Minergie ristrutturazione e Minergie-P nuova costruzione e inclusi gli oggetti reclutati successivamente

I dati sul consumo energetico degli oggetti esaminati si basano sulla documentazione fornita dai partecipanti allo studio. Ai fini del calcolo dell'indice energetico ponderato degli edifici, nel caso ideale sono stati utilizzati i seguenti dati relativi al consumo, basati su fatture o valori risultanti da letture per un periodo di almeno due anni:

- consumo annuo di energia finale per riscaldamento, acqua calda ed eventualmente raffreddamento, suddiviso per vettore energetico
- rendimento annuo dell'elettricità prodotta con impianti fotovoltaici

I dati relativi al consumo sono stati sottoposti al controllo della plausibilità *nell'ambito di un sopralluogo dell'oggetto*, in occasione del quale è stato rilevato il fabbisogno energetico di ulteriori fonti di consumo da considerare, quali impianti di ventilazione, ausiliari o di raffreddamento; sono state chiarite questioni inerenti ai parametri d'esercizio rilevanti ai fini energetici, sul comportamento degli utilizzatori e sulle destinazioni nell'edificio ed è stato svolto il controllo della plausibilità dei dati relativi alla superficie di riferimento energetico. I sopralluoghi si sono rivelati utili ai fini della correzione dei dati sul consumo energetico; in numerosi casi hanno evidenziato la necessità di una delimitazione, interazioni di sistema e ulteriori fonti di consumo (come ad es. cavi riscaldanti elettrici) e hanno permesso di adeguare conseguentemente i dati sul consumo.

Al fine di determinare l'indice energetico ponderato per metro quadro di superficie di riferimento energetico il consumo di energia finale corretto viene calcolato con i fattori di ponderazione nazionali per ogni vettore energetico.



Tabella 2: oggetti valutati in base alla categoria di edificio e allo standard energetico

	Minergie nuovo	Minergie ristruttur.	Minergie-A nuovo	Minergie-P nuovo	MoPEC nuovo	MoPEC ristruttur. ⁴⁰
Unifamiliari	21	33	4	19	2	7
Plurifamiliari	18	22	0	16	14	15
Amministrazione	15	13	1	9	3	2

Generalmente nei rilevamenti di dati empirici a carattere volontario occorre sempre partire dal presupposto che le persone interessate all'argomento del sondaggio sono anche propense a parteciparvi. È presumibile quindi che i 214 immobili oggetto di un sopralluogo e di rilevamenti sul consumo appartengano a persone interessate al tema del consumo di energia. I valori del consumo energetico nelle case unifamiliari utilizzate perlopiù dai proprietari stessi, che attraverso il loro comportamento possono influire sul consumo energetico, sono tendenzialmente inferiori a quelli della popolazione statistica. Nelle case plurifamiliari e negli edifici amministrativi invece, in cui solitamente gestori, utilizzatori e proprietari non coincidono, non si dà come probabile una differenza rilevante tra campione e popolazione statistica. Solamente nelle case plurifamiliari MoPEC, in particolare a causa della diversa struttura dimensionale degli immobili, occorre formulare alcune riserve, esplicitate nel rapporto.

Attraverso la scelta di corrispondenti forme di rappresentazione, test statistici e indicazione degli intervalli di confidenza (cfr. tabella in allegato) si è tenuto infine conto delle *incertezze statistiche* derivanti dal numero piuttosto esiguo di oggetti per ogni categoria di edificio.

Risultati

Progettazione e costruzione

Per quanto riguarda il processo di realizzazione degli edifici esaminati è stata data la priorità alle risposte di committenti, architetti e progettisti specializzati e successivamente sono state indagate le attuali modalità di utilizzo e gestione degli edifici.

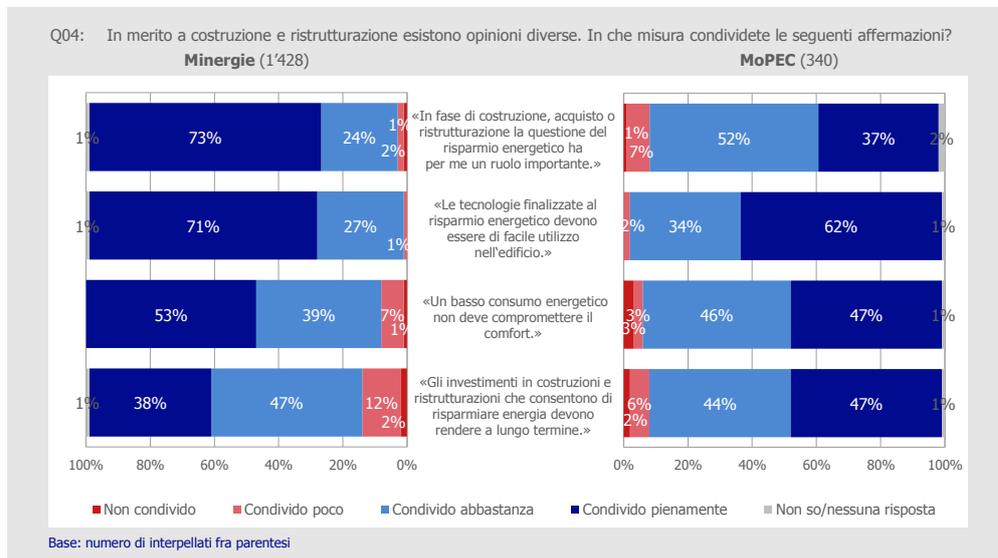
Confrontando i risultati del sondaggio nell'ambito Minergie con quelli dell'ambito MoPEC emergono *atteggiamenti differenti tra Minergie e MoPEC* tra le categorie che hanno concepito tali edifici (committenti e architetti⁴¹). Le questioni relative al risparmio energetico sono più rilevanti fra gli architetti e ancor più fra i committenti degli edifici Minergie rispetto agli omologhi dell'ambito MoPEC. Nello stesso tempo l'esigenza di conseguire una rendita a lungo termine grazie alle misure di risparmio energetico è meno sentita negli edifici Minergie rispetto agli edifici MoPEC. Considerando entrambi, complessivamente si potrebbe attribuire agli architetti Minergie e soprattutto ai committenti Minergie un atteggiamento più idealistico rispetto agli omologhi MoPEC. Tuttavia le tecnologie per il risparmio energetico devono essere di facile utilizzo anche in un edificio Minergie e un basso consumo di energia non deve provocare perdite di comfort. In entrambi i casi si sarebbe potuto ipotizzare un minore consenso nell'ambito Minergie, interpretabile come lo scotto da pagare in nome del risparmio energetico. Pertanto dal punto di vista dei progettisti il risparmio energetico non deve ridurre il comfort di utilizzo di un immobile.

⁴⁰ Ai fini della valutazione, nelle ristrutturazioni MoPEC è stata fatta la distinzione fra risanamento globale e risanamento di meno di tre elementi dell'involucro dell'edificio.

⁴¹ Non è possibile un confronto tra i progettisti specializzati in quanto solo 14 di questi hanno partecipato al sondaggio nell'ambito MoPEC.



Figura 2: atteggiamenti verso la costruzione e il rinnovo



Considerando il *processo decisionale, di progettazione e di costruzione* nell'ambito Minergie e nell'ambito MoPEC, dalle valutazioni dei partecipanti emerge che la decisione di costruire secondo lo standard Minergie è presa principalmente dai committenti. Spesso nelle costruzioni convenzionali essi non prendono nemmeno in considerazione questa alternativa, probabilmente anche perché gli architetti, che nel processo decisionale svolgono un ruolo non irrilevante, percepiscono maggiormente la complessità e di conseguenza l'onere di una costruzione Minergie rispetto a quanto non avvenga nell'ambito MoPEC. I colloqui qualitativi evidenziano inoltre come indubbiamente i committenti MoPEC ponderino una modalità costruttiva sostenibile e attenta al risparmio energetico. Tuttavia per questi è estremamente importante progettare secondo le proprie idee e di conseguenza non accettano di essere limitati dalle disposizioni Minergie, ma preferiscono trovare soluzioni alternative.

Interpellati sulle differenze tra la progettazione di edifici convenzionali e quella di edifici Minergie, molti architetti MoPEC giudicano l'onere con Minergie superiore sotto svariati punti di vista, sia in termini formali e temporali che per quanto riguarda il coordinamento (cfr. figura 3). Indirettamente tutti questi sono aspetti che giocano a sfavore di una costruzione Minergie. Anche gli architetti Minergie rispondono alla stessa domanda dando un giudizio simile; tuttavia considerano il vantaggio di Minergie superiore in termini qualitativi e di innovazione, traendo pertanto un bilancio maggiormente positivo⁴². Nell'ambito delle interviste qualitative tuttavia, diversi specialisti del settore affermano che negli ultimi anni la superiorità qualitativa di Minergie è diminuita per effetto dei grandi progressi compiuti dalle modalità costruttive tradizionali.

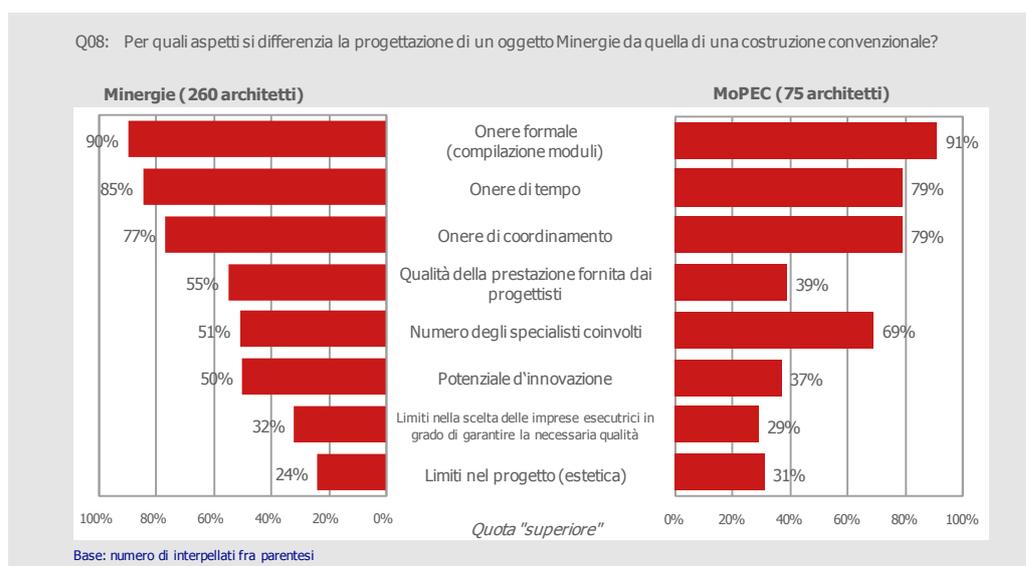
I committenti, gli architetti e i progettisti specializzati partecipanti hanno deciso di costruire secondo uno standard Minergie per diverse ragioni. Per tutti e tre i gruppi target erano estremamente importanti le esigenze di risparmio energetico, sia per ragioni ecologiche che economiche. Il fatto che gli aspetti ambientali occupino il secondo posto per importanza, significa che le questioni ecologiche hanno la priorità su quelle economiche. È interessante inoltre notare il buon risultato in classifica del comfort termico e della qualità dell'aria interna – rispettivamente al 3° e 5° posto. Si tratta di due elementi im-

⁴² Spiegazione: il 55% degli architetti Minergie interpellati, ma solo il 39% degli architetti MoPEC, giudica la qualità della prestazione fornita dai progettisti di edifici Minergie superiore rispetto a quella dei progettisti di oggetti MoPEC. Le restanti persone interpellate dichiarano di non vedere alcuna differenza tra le due modalità costruttive, giudica al contrario MoPEC superiore oppure non rispondono.



portanti nella strategia di vendita Minergie che non viene tanto intesa come un label finalizzato al risparmio quanto piuttosto un label di qualità. I responsabili della progettazione e della costruzione di questi edifici seguono chiaramente questa strategia e concretizzano le posizioni espresse in precedenza.

Figura 3: differenze tra i processi di progettazione degli edifici Minergie e degli edifici convenzionali



Per gli stessi gruppi target dell'ambito MoPEC i motivi della mancata scelta dello standard Minergie, sono stati innanzitutto i costi supplementari e l'assenza di un impianto di aerazione.

Indubbiamente i requisiti degli edifici MoPEC sono in parte diversi dai requisiti Minergie il che consente una comparazione limitata. Ciononostante emerge che i requisiti da soddisfare nelle costruzioni Minergie vengono giudicati dagli architetti tendenzialmente più elevati rispetto a quelli delle costruzioni convenzionali. Gli architetti che hanno realizzato edifici Minergie giudicano i relativi requisiti superiori rispetto agli architetti che hanno realizzati costruzioni in maniera convenzionale. L'onere supplementare dal punto di vista formale e del personale emerge frequentemente anche nelle interviste qualitative come una delle principali sfide delle costruzioni standard Minergie. A causa della complessità di Minergie è necessario coinvolgere un maggior numero di specialisti rispetto a quanto non avvenga per le costruzioni convenzionali, il che fa aumentare i costi. Inoltre la fase di costruzione Minergie risulta più onerosa in quanto richiede un maggior coordinamento e controllo.

In merito alle questioni progettuali e costruttive diverse indicazioni lasciano presupporre che Minergie sia più facilmente applicabile nei nuovi edifici che nelle ristrutturazioni:

- la maggiore complessità delle fasi di progettazione e costruzione viene giudicata dai committenti e dagli architetti Minergie come uno svantaggio rispetto alle modalità costruttive tradizionali più frequentemente negli immobili ristrutturati che non nei nuovi edifici.
- L'installazione di una ventilazione controllata è giudicata dagli architetti e dai progettisti specializzati Minergie più difficoltosa nelle ristrutturazioni che nei nuovi edifici.
- Gli architetti MoPEC affermano di aver percepito Minergie come limitante in misura maggiore per le ristrutturazioni che per i nuovi edifici.
- Il processo di certificazione Minergie viene vissuto dal 47% degli architetti come piuttosto oneroso o addirittura molto oneroso. Tuttavia anche per gli edifici MoPEC emerge un quadro molto simile: anche in questo ambito una percentuale simile di architetti interpellati – il 48% – giudica oneroso il processo per le certificazioni energetiche nel quadro della procedura per l'ottenimento



del permesso di costruzione. Le interviste qualitative confermano come spesso il processo di certificazione sia percepito come troppo oneroso e costoso. Di conseguenza alcuni specialisti rinunciano consapevolmente alla certificazione formale. In linea di principio tuttavia, la certificazione viene considerata utile in quanto fonte di sicurezza e argomento valido in fase di rivendita dell'immobile.

Quasi quattro committenti su cinque *costruirebbero nuovamente con lo stesso standard Minergie*, mentre sono pochissimi quelli che non lo sceglierebbero più. La maggior parte di loro dichiara quindi di aver fatto esperienze positive. Diversa la situazione nell'ambito MoPEC in cui poco meno di due terzi degli interpellati si dichiarano pronti a costruire nuovamente in maniera convenzionale, anche se in pochi sceglierebbero esplicitamente lo standard Minergie. L'elevata percentuale di mancate risposte a questa domanda fa presupporre che sinora molti committenti MoPEC non si siano affatto posti la questione: è possibile quindi, anzi è molto probabile, che in futuro prenderanno in considerazione lo standard Minergie. Tuttavia per molti la questione non dovrebbe più nemmeno porsi, in quanto non prevedono di realizzare ulteriori costruzioni.

Esercizio e utilizzo

Dai risultati dei committenti e degli architetti precedentemente esposti sono emerse considerevoli differenze a seconda che le risposte si riferiscano a un oggetto Minergie o a un oggetto MoPEC. Al contrario, nei gruppi target che utilizzano e gestiscono questi edifici dopo la loro realizzazione non si rilevano praticamente posizioni diverse in merito all'acquisto, alla gestione e all'utilizzo di immobili, al grado d'informazione dei gestori e al comportamento energetico da essi osservato negli utilizzatori, nonché al grado d'informazione e al comportamento energetico dichiarato dagli utilizzatori. Emergono differenze sostanziali solamente in merito alla soddisfazione verso l'immobile.

In merito all'acquisto e alla gestione/all'utilizzo di immobili i gestori e gli utilizzatori di immobili Minergie hanno *idee simili* a quelle dei gestori e degli utilizzatori di edifici MoPEC. Entrambi valutano il risparmio energetico come un fatto positivo che tuttavia deve rendere a lungo termine.

Oltre a posizioni simili, i gestori nell'ambito Minergie e quelli dell'ambito MoPEC condividono anche un *grado d'informazione simile e un comportamento dichiarato simile*:

- in ognuno dei gruppi quasi due terzi degli interpellati hanno ottenuto una *documentazione completa per gli impianti tecnici*, sia in forma scritta che orale.
- Le *esigenze* degli interpellati che non dispongono di documentazione completa o addirittura di alcuna documentazione *sono simili sia nell'ambito Minergie sia nell'ambito MoPEC*, con una eccezione: gli interpellati MoPEC non necessitano praticamente di alcuna informazione circa la manutenzione e la regolazione dell'impianto di ventilazione. Tale affermazione non sorprende, dato che la maggior parte di questi edifici non dispone di ventilazione controllata.
- La maggior parte degli interpellati, sia gestori di edifici MoPEC (81%) sia gestori di edifici Minergie (87%), *si occupa personalmente degli impianti tecnici*.
- Negli edifici convenzionali le *verifiche* di questi impianti non vengono mai eseguite con frequenza minore rispetto all'ambito Minergie.



Altre similitudini si riscontrano nel *comportamento energetico* osservato dai gestori *negli utilizzatori*, a prescindere dalla frequente abitudine di tenere aperte le finestre a ribalta d'inverno (cfr. tabella 3).

Tabella 3: *percezioni dei gestori*

	Minergie (n=111)	MoPEC (n=33)
Tende/imposte utilizzate <i>d'inverno</i> come protezione dal sole (percentuale spesso + talvolta)	39%	39%
Tende/imposte utilizzate <i>d'estate</i> come protezione dal sole (percentuale spesso + talvolta)	90%	87%
D'inverno finestre a ribalta aperte per lungo tempo (percentuale sì + sì, talvolta)	23%	33%

Anche gli utilizzatori di entrambe le categorie sono ben informati, rilevano negli edifici Minergie una situazione simile a quella degli edifici convenzionali e riferiscono di tenere anche un comportamento simile.

Anche per quanto riguarda il grado d'informazione sul *consumo e/o sui costi energetici di riscaldamento e acqua calda*, la situazione degli edifici Minergie coincide ampiamente con quella degli edifici MoPEC. Pure in quest'ultima categoria le persone informate sui costi energetici solitamente conoscono anche il consumo di energia e viceversa. Solamente in merito alle informazioni sull'aerazione mediante l'apertura delle finestre tra gli utilizzatori Minergie è maggiore la quota di chi afferma di aver ricevuto informazioni su questo specifico argomento. Si tratta di un dato incoraggiante poiché il basso consumo di energia auspicato in ambito Minergie può essere raggiunto soltanto rinunciando quasi completamente all'aerazione tramite finestre.

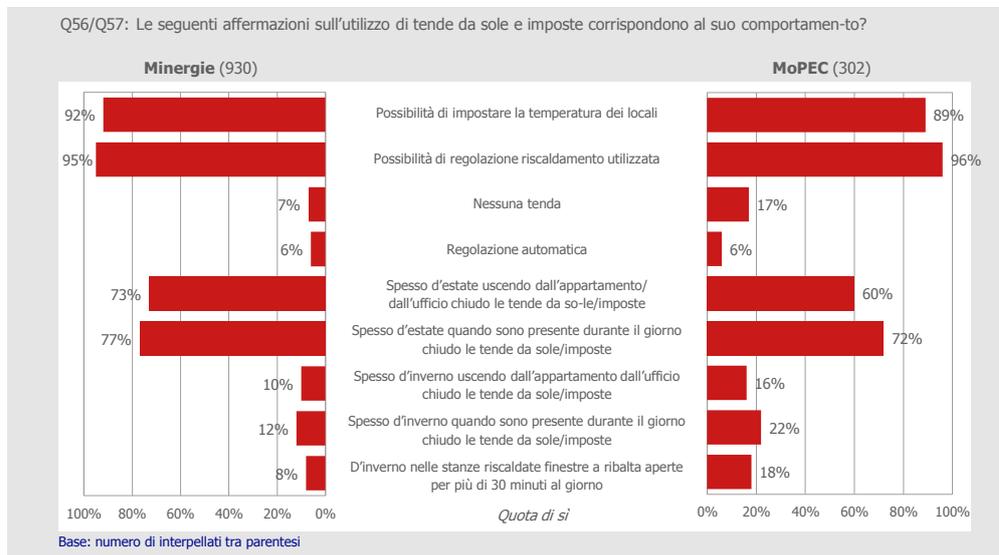
Tabella 4: *grado d'informazione (percentuale di sì)*

«Nel conteggio dei costi accessori sono visibili...»	Minergie (n=930)	MoPEC (n=302)
<u>Costi</u> energetici riscaldamento visibili	57%	56%
<u>Costi</u> energetici acqua calda visibili	43%	42%
Consumo di energia riscaldamento visibile	52%	50%
Consumo di energia acqua calda visibile	39%	41%
Informazioni sull'aerazione attraverso le finestre ricevute	57%	45%

Negli edifici MoPEC sono molto meno frequenti le tende da sole e/o le imposte rispetto agli edifici Minergie. Nel 6% degli edifici sia MoPEC che Minergie le tende sono comandate in modo automatico e gli utilizzatori non possono quindi intervenire individualmente. Laddove presenti e non dotate di regolazione automatica, le tende da sole e/o le imposte vengono utilizzate in modo diverso: d'estate molto più frequentemente che d'inverno (cfr. figura 4).



Figura 4: situazione e comportamento dichiarato (percentuale di sì)



Nonostante le similitudini nelle posizioni, nel grado d'informazione, nel comportamento e nelle percezioni, gli utilizzatori di edifici Minergie e di edifici MoPEC dichiarano *livelli di soddisfazione diversi*: gli utilizzatori Minergie riferiscono di vantaggi in merito alla protezione acustica, contro le correnti d'aria e contro gli odori di cucina, mentre lamentano spesso l'aria troppo secca nei locali d'inverno.

Dalle *interviste qualitative* emerge inoltre la percezione di un onere amministrativo e d'esercizio tendenzialmente maggiore negli edifici Minergie. Soprattutto nella fase iniziale dell'esercizio si ritiene indispensabile una «regolazione precisa» del sistema. Tuttavia una volta in funzione il sistema, si riduce l'onere lavorativo per l'esercizio.

Consumo di energia effettivo rispetto al valore limite

La *valutazione energetica* si focalizza su una domanda: il consumo di energia misurato in un edificio soddisfa i requisiti teorici posti dal rispettivo standard energetico con il relativo valore limite individuale?⁴³. L'analisi non ha riguardato gli edifici in sé, quanto gli edifici in fase d'esercizio. Ciò significa che il consumo dipende dalla qualità dell'opera, ma anche fortemente dalla regolazione e dalla gestione della tecnica degli edifici nonché dal comportamento degli utilizzatori.

Sintetizzando si può affermare che in tutti gli standard Minergie esaminati le case unifamiliari rispettano i valori limite nella mediana. I requisiti per le nuove costruzioni Minergie-P e le ristrutturazioni Minergie vengono rispettati nella mediana in tutte le categorie di edifici oppure la mediana del consumo per le case plurifamiliari Minergie-P è solo leggermente oltre i valori limite. I requisiti non sono invece rispettati nelle nuove case plurifamiliari Minergie e nei nuovi edifici amministrativi Minergie nonché nelle case plurifamiliari MoPEC.

⁴³ Nei diversi standard Minergie il valore limite da raggiungere corrisponde al valore limite Minergie o Minergie-P. Per una migliore comparabilità con gli edifici Minergie, per gli edifici MoPEC è stato determinato un valore limite individuale per ogni oggetto sulla base del valore limite del fabbisogno di calore per riscaldamento secondo MoPEC 2008. Esso comprende tra gli altri i valori standard SIA del fabbisogno di energia finale per acqua calda e tiene conto della quota massima prevista per legge di energie non rinnovabili e dei fattori di ponderazione nazionali.

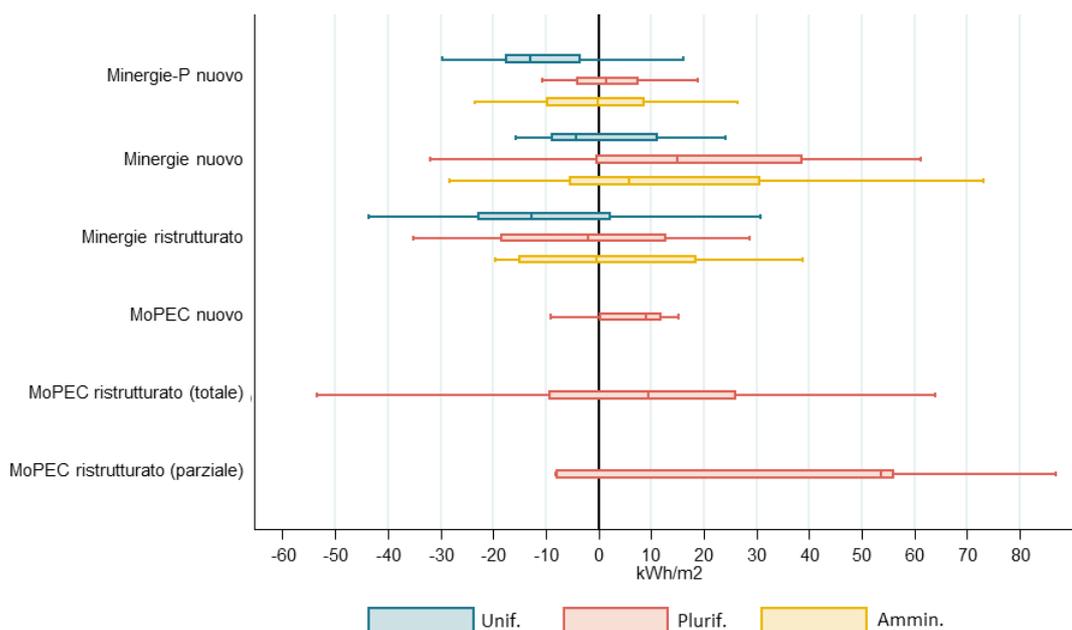


Tabella 5: rispetto dei valori limite per ogni standard e categoria di edificio nella mediana. Nessun dato (n. d.) = categoria con meno di cinque oggetti

	Minergie nuovo	Minergie ristruttur.	Minergie-A nuovo	Minergie-P nuovo	MoPEC nuovo	MoPEC ristruttur. (totale)
Unif.	non raggiunto	non raggiunto	n. d.	non raggiunto	n. d.	n. d.
Plurif.	superato	non raggiunto	n. d.	superato marginalm.	superato	superato
Amministrazione	superato	rispettato esattam.	n. d.	rispettato esattam.	n. d.	n. d.

La seguente figura mostra gli scostamenti dal rispettivo valore limite (linea nera verticale) per ogni categoria.

Figura 5: differenze assolute dal valore limite [kWh/m²]. Le scatole vengono raffigurate solamente se il rispettivo sottogruppo comprende almeno cinque edifici. Raffigurazione senza valori anomali.



Le scatole vanno dal 25° al 75° percentile. La linea verticale all'interno della scatola contraddistingue la mediana. Le linee al di fuori delle scatole mostrano in quale area dei valori sono presenti ulteriori punti dati; la lunghezza di dette linee è al massimo di 1,5 volte l'ampiezza interquartile ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$). I valori anomali al di fuori di questa area non vengono raffigurati.

La tabella seguente mostra la percentuale di edifici per ogni categoria che supera il rispettivo valore limite. In quasi tutte le categorie plurifamiliari (eccettuate le case plurifamiliari Minergie ristrutturate) la netta maggioranza degli immobili nei campioni non rispetta i valori limite dell'indice energetico. I valori sono considerati superati quando oltrepassano il valore limite, indipendentemente dall'entità.



Tabella 6: quota di oggetti che superano il rispettivo valore limite per ogni standard e categoria di edificio (in rosso i superamenti molto marcati con una base costituita da oltre cinque oggetti in contemporanea).

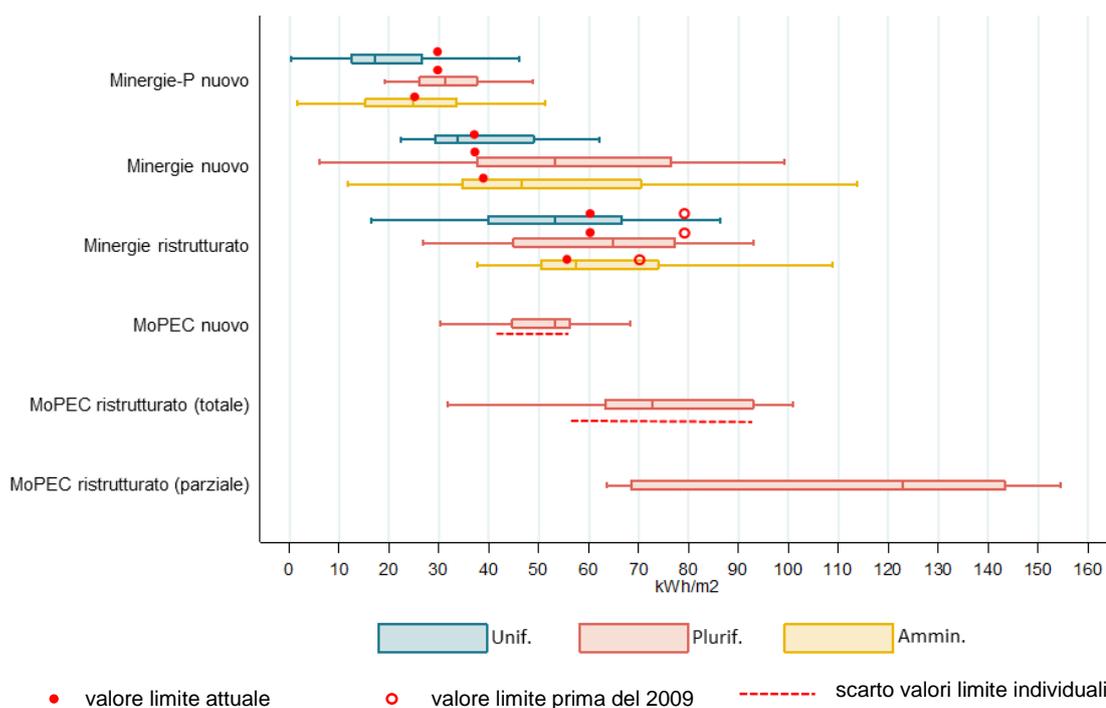
	Numero totale	% di superamento
Minergie-A nuova costruzione (A)		
Unifamiliare	4	50%
Plurifamiliare		
Amministrazione	1	0%
Minergie-P nuova costruzione		
Unifamiliare	19	21%
Plurifamiliare	16	63%
Amministrazione	9	44%
Minergie nuova costruzione		
Unifamiliare	21	43%
Plurifamiliare	18	67%
Amministrazione	15	67%
Minergie ristrutturazione		
Unifamiliare	33	30%
Plurifamiliare	22	45%
Amministrazione	13	46%
MoPEC nuova costruzione		
Unifamiliare	2	50%
Plurifamiliare	14	78%
Amministrazione	3	67%
MoPEC ristrutturazione (totale)		
Unifamiliare	3	0%
Plurifamiliare	9	67%
Amministrazione	1	100%
MoPEC ristrutturazione (parziale)		
Unifamiliare	4	50%
Plurifamiliare	6	67%
Amministrazione	1	100%

Oltre al rispetto dei valori limite è interessante anche il valore assoluto degli indici energetici ponderati. La seguente figura illustra gli indici energetici ponderati per ogni categoria; per una maggiore leggibilità sono tracciati i valori limite per ogni standard. Negli edifici MoPEC il rispettivo valore limite dipende dal fattore dell'involucro dell'edificio. Lo scarto dei valori limite MoPEC osservati è contrassegnato con una linea tratteggiata. Per le ristrutturazioni MoPEC parziali non viene indicato alcun valore limite.



Figura 6: *indice energetico ponderato [kWh/m²]. Le scatole vengono raffigurate solamente se il rispettivo sottogruppo comprende almeno cinque edifici. Raffigurazione senza valori anomali.*

Tutti gli edifici (n = 214)



Le scatole vanno dal 25° al 75° percentile. La linea verticale all'interno della scatola contraddistingue la mediana. Le linee al di fuori delle scatole mostrano in quale area dei valori sono presenti ulteriori punti dati; la lunghezza di dette linee è al massimo di 1,5 volte l'ampiezza interquartile ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$). I valori anomali al di fuori di questa area non vengono raffigurati nel grafico a scatola.

I dati sul rispetto dei valori limite nel dettaglio: le case unifamiliari rispettano i valori limite del label Minergie nella mediana o in alcuni casi si collocano molto al di sotto dei valori limite. Ciò può dipendere dal fatto che si sono rese disponibili per la valutazione energetica soprattutto le persone sensibili alle tematiche energetiche che vivono negli edifici (influsso positivo degli utilizzatori). Infatti l'ipotesi più frequente formulata durante i sopralluoghi per spiegare un valore molto inferiore al valore limite è l'estrema parsimonia degli abitanti (cfr. Tabella 66, pag. 135). I proprietari di case unifamiliari hanno scelto un edificio con standard energetico Minergie (o Minergie-P ecc.) e pertanto si comportano con una maggiore consapevolezza energetica rispetto all'abitante medio o al locatario di un'abitazione plurifamiliare.

I valori limite *Minergie-P nuova costruzione* vengono raggiunti nella mediana non solo dalle case unifamiliari, ma anche dagli edifici amministrativi; le case plurifamiliari lo superano nella mediana solo marginalmente. Questo miglior risultato rispetto ai nuovi edifici Minergie (cfr. in basso) potrebbe essere motivato dal fatto che il label Minergie-P generalmente comporta requisiti più elevati per i progettisti e le imprese esecutrici. Si ipotizza che gli edifici Minergie-P siano progettati e realizzati da team più esperti. Inoltre è probabile che i responsabili della tecnica degli edifici di un immobile Minergie-P siano consapevoli delle finalità di questo tipo di costruzione e che seguano una formazione adeguata. Inoltre nei pochi casi in cui nell'ambito del sopralluogo la possibile causa del superamento del valore limite è risultato essere il comportamento di aerazione degli abitanti, solo un unico caso riguardava una casa plurifamiliare Minergie-P. Anche gli utilizzatori sembrano essere tendenzialmente meglio informati rispetto agli edifici Minergie. Dai sopralluoghi è emerso che le case unifamiliari Minergie-P spesso sono abitate da persone con una motivazione verso l'efficienza energetica superiore alla media.



Le *ristrutturazioni Minergie* rispettano i valori limite nella mediana. In questo caso durante i sopralluoghi più volte il comportamento di aerazione è stato ipotizzato essere il motivo del superamento del valore limite.

Nelle nuove *case plurifamiliari Minergie* e negli *edifici amministrativi* i valori limite *Minergie nuova costruzione* vengono superati nella mediana. Nell'ambito delle valutazioni statistiche sinora condotte non è possibile dare alcuna spiegazione fondata su dati empirici. Tuttavia, durante i sopralluoghi in metà delle case plurifamiliari Minergie di nuova costruzione sono stati ipotizzati come causa del superamento del valore limite problemi di funzionamento o di regolazione oppure un basso grado di efficienza del riscaldamento⁴⁴.

Colpisce di entrambe le categorie Minergie nuova costruzione case plurifamiliari ed edifici amministrativi l'ampissima variazione degli indici energetici verso l'alto e verso il basso. Questo, insieme ai problemi di regolazione osservati, indica che l'esercizio concreto della tecnica degli edifici di un immobile incide notevolmente sul consumo di energia.

Anche le *case plurifamiliari MoPEC* superano nella mediana i rispettivi valore limite sia nei nuovi edifici sia nelle ristrutturazioni. In circa la metà dei casi di nuovi edifici, durante il sopralluogo sono stati ipotizzati come causa del superamento problemi di funzionamento o di regolazione oppure un basso grado di efficienza del riscaldamento. Le nuove case plurifamiliari MoPEC comprendono esclusivamente immobili dotati di pompa di calore. Colpisce che in alcuni di questi immobili il consumo di elettricità della pompa di calore sia minore rispetto al consumo di elettricità per i riscaldamenti a resistenza e i cavi riscaldanti elettrici⁴⁵.

Il label Minergie viene assegnato in base a dati di progetto e non in base al consumo effettivo di energia in fase d'esercizio. Le differenze rilevate nel progetto non sono date dal mancato rispetto degli standard negli edifici in questione, bensì ad es. dal superamento dei valori di pianificazione per effetto degli influssi di utilizzatori e gestori. La possibilità che difetti di costruzione concorrano al superamento dei valori limite non è analizzata nello studio che fornisce invece indicazioni su come un esercizio non ottimale della tecnica degli edifici porti al superamento dei valori limite.

⁴⁴ L'ipotesi di un basso grado di efficienza dell'impianto di riscaldamento si basa in particolare sulla temperatura di mandata o dell'accumulatore molto elevata osservata nonché – se presente – sulla regolazione del riscaldamento a resistenza elettrica.

⁴⁵ Negli oggetti con una tariffa per riscaldamento con pompe di calore spesso è presente un contatore separato per la pompa di calore, mentre il consumo dei riscaldamenti a resistenza e dei cavi riscaldanti elettrici viene conteggiato attraverso il contatore generale (cfr. in merito la parte II, capitolo 3.3). **Riscaldamento a resistenza elettrica:** può essere integrato in un bollitore come supporto al riscaldamento principale e viene attivato quando quest'ultimo non è in grado di portare l'acqua calda alla temperatura desiderata. **Cavi riscaldanti elettrici:** mantengono la temperatura dell'acqua calda nelle condutture tra il bollitore e il punto di prelievo.



Correlazione tra soddisfazione e grado di conoscenza e consumo energetico

È stata analizzata l'esistenza di una correlazione fra uno scostamento dal valore limite del consumo di energia e la soddisfazione espressa nel sondaggio online nonché il grado di conoscenza degli utilizzatori o dei gestori oppure una valutazione positiva o negativa dello standard dell'edificio da parte del committente.

In merito alla soddisfazione degli utilizzatori non è stata individuata alcuna interrelazione empirica. In merito al grado di conoscenza degli utilizzatori e dei gestori, dall'analisi della regressione nelle case unifamiliari è emersa una correlazione con il superamento o il mancato raggiungimento del valore limite, tuttavia non significativa dal punto di vista statistico.

In merito alla valutazione positiva o negativa del committente sul rispettivo standard e alla differenza rispetto al valore limite non è emersa alcuna correlazione.

Spiegazioni circa gli scostamenti dai valori limite nelle case unifamiliari

L'analisi della regressione multivariata⁴⁶ evidenzia per le case unifamiliari i seguenti fattori che nel campione d'indagine accrescono la probabilità di un **superamento** dei rispettivi valori limite:

- una nuova costruzione (mentre le ristrutturazioni tendenzialmente rispettano i valori limite applicati a questa categoria, notevolmente più elevati)
- riscaldamento a gas come principale fonte di calore
- aerazione mediante apertura delle finestre a ribalta (gli utilizzatori dichiarano di lasciare aperte le finestre a ribalta di tanto in tanto).

Nelle case unifamiliari del campione i seguenti fattori aumentano la probabilità che il rispettivo valore limite sia rispettato o **non venga raggiunto**:

- esercizio di un impianto solare termico
- esercizio di un impianto fotovoltaico
- pompa di calore come principale fonte di calore

Per quanto concerne l'influsso positivo delle pompe di calore, a confronto in particolare con i riscaldamenti a gas, va osservato che il consumo di gas naturale è ponderato con un fattore 1 mentre l'elettricità delle pompe di calore ha un fattore di ponderazione 2. Solitamente per le pompe di calore i coefficienti di lavoro annuo superano nettamente quota 2; ciò significa che a pari qualità dell'involucro dell'edificio e pari fabbisogno termico è più facile raggiungere il valore limite con una pompa di calore che con un riscaldamento a gas. In tal modo la ponderazione dei vettori energetici è considerata la possibile causa del superamento o del mancato raggiungimento dei valori limite.

Nelle case unifamiliari del campione tendenzialmente i nuovi edifici rispettano in misura minore il proprio valore limite di quanto non accada invece nelle case unifamiliari ristrutturate con lo specifico valore limite per gli edifici ristrutturati. Ciò può dipendere dai requisiti più elevati – e quindi più difficili da raggiungere – posti ai nuovi edifici. Tuttavia può dipendere anche dal calcolo dei valori di pianificazione che nel caso dei nuovi edifici possono risultare eccessivamente ottimistici⁴⁷.

⁴⁶ Si può ipotizzare che i diversi fattori determinanti il consumo di energia e di conseguenza lo scostamento dal valore limite talvolta si influenzino a vicenda e/o si sovrappongano. Pertanto i risultati delle procedure multivariate, che considerano contemporaneamente l'effetto di diversi fattori, sono maggiormente validi rispetto all'analisi isolata di singole grandezze d'influenza. Per questa ragione oltre alle analisi singole sono state condotte anche analisi della regressione multivariate.

⁴⁷ Ad es. quando viene trascurato l'influsso della protezione contro il sole sul fabbisogno di riscaldamento calcolato secondo SIA 380/1. Utilizzando la protezione contro il sole d'inverno si riduce l'apporto del calore solare e aumenta conseguentemente il fabbisogno di riscaldamento. Spesso rispetto alle ristrutturazioni



Dalla valutazione delle case unifamiliari emerge come gli edifici che autoproducono energia tendono a raggiungere il valore limite. In particolare gli impianti solari termici riducono il fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda, il che incide positivamente sul rispetto del valore limite⁴⁸. Per quanto riguarda il fotovoltaico il contributo positivo dell'impianto di solito non viene totalmente compensato dai progettisti attraverso risparmi nella qualità dell'involucro o della produzione di calore. Inoltre spesso gli impianti fotovoltaici sono sovradimensionati rispetto a quanto necessario per rientrare nel valore limite Minergie. Va tuttavia ricordato che nella determinazione dell'indice energetico l'elettricità prodotta dall'impianto fotovoltaico viene dedotta dal consumo dell'edificio solamente se l'impianto è stato rilevato nella domanda Minergie e non usufruisce della RIC⁴⁹. La produzione degli impianti fotovoltaici, non rilevati nella domanda Minergie, non può essere considerata nel rispetto del valore limite, pur dando solitamente un notevole contributo alla riduzione del prelievo dalla rete elettrica. Tuttavia in presenza di un impianto fotovoltaico il consumo di energia è tendenzialmente minore e i valori limite vengono facilmente rispettati, anche se il rendimento elettrico non viene considerato nel consumo di energia, ossia non viene da questo dedotto. Ciò è da ricondurre, fra le altre cause, al fatto che gli impianti fotovoltaici vengono installati soprattutto dai proprietari di case unifamiliari sensibili alle tematiche energetiche e che puntano quindi a un minor consumo di energia.

Per quanto riguarda i tre fattori che tendenzialmente incidono positivamente sul rispetto del valore limite (impianto solare, impianto fotovoltaico, pompa di calore) bisognerebbe infine verificare se tale risultato sia riconducibile a valori di pianificazione auspicati più bassi. Si ipotizza ad esempio che gli edifici dotati di pompa di calore e impianto solare termico mediamente siano stati concepiti con valori di pianificazione inferiori rispetto agli edifici con riscaldamento a gas, i quali probabilmente hanno in media un valore di progetto di poco inferiore al valore limite. Tuttavia l'analisi dei valori di pianificazione non è oggetto del presente studio.

I dati rilevati consentono inoltre ulteriori analisi statistiche, ad esempio l'analisi di un singolo fattore e il suo influsso sul rispetto del valore limite a seconda di diverse altre variabili. Pur non essendo previste dal presente studio queste analisi potrebbero fornire preziose indicazioni per una migliore comprensione degli scostamenti dai valori di consumo di energia.

Gli esperti che hanno svolto sul posto il controllo della plausibilità dei dati sul consumo energetico hanno fornito una loro ipotesi per ogni oggetto con un indice energetico sensibilmente superiore o inferiore al valore limite previsto. Nelle case unifamiliari un consumo di energia palesemente basso è stato spiegato in diversi casi con l'atteggiamento molto parsimonioso degli abitanti. Spesso questa osservazione è abbinata alla presenza nell'economia domestica di almeno una persona con conoscenze tecniche nel settore energetico.

Alla base del superamento del valore limite si ipotizza soprattutto il comportamento di aerazione degli abitanti nonché problemi di funzionamento o regolazione della tecnica degli edifici.

le nuove costruzioni hanno una superficie finestrata in facciata nettamente più ampia, il che favorisce una sovrastima degli apporti di calore solare.

⁴⁸ Nonostante riduca direttamente il consumo di energia finale misurato, il rendimento solare termico non è stato rilevato dallo studio.

⁴⁹ Nel campione generale (case unifamiliari, case plurifamiliari ed edifici amministrativi) sono in totale 45 gli edifici con rendimento da fotovoltaico; in 10 di questi il rendimento viene contabilizzato insieme al consumo. Nelle case unifamiliari qui considerate vi sono in totale 21 edifici con rendimento da fotovoltaico; solo in quattro di questi il rendimento di elettricità da fotovoltaico è stato dedotto dal calcolo dell'indice energetico.



Spiegazioni in merito a case plurifamiliari ed edifici amministrativi

In seguito ai sopralluoghi delle *case plurifamiliari* l'ipotesi più frequentemente formulata dagli esperti per spiegare il superamento dei valori limite riguarda problemi di funzionamento o regolazione nella tecnica degli edifici nonché un probabile basso grado di efficienza del riscaldamento⁵⁰. In particolare nell'analisi individuale degli edifici Minergie si aggiunge un'altra possibile spiegazione, ossia l'elevato consumo di energia dei riscaldamenti a resistenza e dei cavi riscaldanti elettrici. Tuttavia vanno sottolineate le incertezze relative alle ipotesi formulate riguardo al consumo dei cavi riscaldanti elettrici, dei riscaldamenti a resistenza o sul potere calorifico dei trucioli di legna forniti.

A causa delle temperature talvolta estremamente elevate dell'acqua calda e degli accumulatori⁵¹ si ipotizza che i gestori (ad es. custode, impresa di servizi), attraverso la regolazione dell'impianto di riscaldamento e di ventilazione, possano esercitare un influsso sul consumo di energia maggiore di quello esercitato dagli utilizzatori degli edifici (abitanti, collaboratori).

In linea di principio si può affermare che nell'ambito del vasto sondaggio tra gli utilizzatori durante il periodo di riscaldamento si rileva nella mediana una temperatura in soggiorno di 22° C; un valore di 2 gradi superiore ai valori di progettazione che può dunque costituire un'altra causa del superamento dei valori limite. A fronte di un aumento generale della temperatura dei locali da 20 a 22° C il fabbisogno di calore per riscaldamento calcolato per gli edifici nuovi aumenta solitamente del 15-25%.

L'indice energetico ponderato delle case plurifamiliari MoPEC di nuova costruzione del campione analizzato corrisponde nella mediana esattamente alla mediana delle case plurifamiliari Minergie di nuova costruzione. In particolare per la sua struttura dimensionale il campione di case plurifamiliari MoPEC di nuova costruzione può essere confrontato con il campione di case plurifamiliari Minergie di nuova costruzione solo con riserva. Per quanto riguarda l'indice energetico ponderato assoluto, il risultato meno brillante delle case plurifamiliari Minergie di nuova costruzione rispetto alle case plurifamiliari MoPEC di nuova costruzione può essere spiegato con le seguenti argomentazioni:

- a causa dei risultati dell'analisi della regressione delle case unifamiliari è ipotizzabile che le pompe di calore provochino indici energetici ponderati tendenzialmente più bassi rispetto ad altri sistemi di riscaldamento. Il 100% delle costruzioni del campione di nuovi edifici MoPEC viene riscaldato mediante pompe di calore, mentre nel campione Minergie nuova costruzione solamente il 56% delle case plurifamiliari è riscaldato con una pompa di calore.
- Le case plurifamiliari MoPEC di nuova costruzione sono perlopiù grandi immobili con una superficie di riferimento energetico superiore a 3000 m², mentre le case plurifamiliari Minergie di nuova costruzione hanno una superficie di riferimento energetico inferiore a 1000 m². Il fatto che, con 53 kWh/m², l'indice energetico ponderato nella mediana sia inferiore al valore della mediana delle nuove costruzioni Minergie potrebbe dipendere anche dalle dimensioni degli immobili MoPEC. Tuttavia questa ipotesi non è dimostrabile statisticamente. Va osservato inoltre che negli immobili grandi potrebbe prodursi anche un effetto opposto. Le case plurifamiliari MoPEC di nuova costruzione sono per la maggior parte grandi case plurifamiliari in locazione con un'elevata densità d'occupazione, il che può generare consumi di acqua calda specifici più elevati. Questo fatto, combinato all'utilizzo delle pompe di calore – che per quanto riguarda l'acqua calda presentano un grado di utilizzo minore – provoca indici energetici elevati. Naturalmente un'elevata densità d'occupazione risulta più efficiente dal punto di vista energetico rispetto a una bassa densità d'occupazione, poiché grazie a un minor fabbisogno di superficie diminuisce il consumo pro capite, anche se l'indice energetico per metro quadro è superiore.

⁵⁰ L'ipotesi di un basso grado di efficienza dell'impianto di riscaldamento si basa in particolare sulla temperatura di mandata o dell'accumulatore molto elevata osservata.

⁵¹ In alcuni immobili d'estate sono stati osservati riscaldamenti a resistenza regolati a 70 °C e accumulatori a 40 °C.



In merito agli edifici amministrativi solamente in alcuni singoli casi è stato possibile individuare sul posto ragioni concrete che spiegassero una divergenza del consumo rispetto al valore limite. L'ipotesi più frequentemente formulata riguarda problemi di funzionamento o regolazione della tecnica degli edifici.

Per le case plurifamiliari e gli edifici amministrativi non è stata svolta un'analisi statistica multivariata. Ulteriori spiegazioni delle divergenze dai valori limite nel campione casa plurifamiliare potrebbero emergere da valutazioni statistiche sull'influsso di uno specifico fattore interessato a dipendenza di altre variabili, valutazioni che tuttavia non sono previste dal presente studio.



Teil I: Befragungen



1 Methodisches Vorgehen

1.1 Repräsentativbefragung Minergie

Als Adressbasis für die Befragung von Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden von Minergie-Bauten diente das vollständige Adressverzeichnis des Vereins Minergie. Es bildet somit für diese Zielgruppen die *Grundgesamtheit*.

Mit den Adressen von Minergie Neubauten wurde ein *Pretest* durchgeführt. Die Wahl fiel auf diesen Standard, weil hier mit Abstand am meisten Adressen zur Verfügung standen. Der Pretest sollte einerseits dazu dienen, das Vorgehen auf seine Tauglichkeit hin zu überprüfen. Andererseits sollte auch der Fragebogen auf allfällige Schwachpunkte hin abgetestet werden.

Ursprünglich schien die Adresslage sehr komfortabel. Bald zeigte sich aber, dass aus verschiedenen Gründen nur 4'259 (8%) von ursprünglich 53'342 Adressen verwendet werden konnten (vgl. Tabelle 7). Einerseits galt es bereits in dieser frühen Phase zu beachten, dass im Rahmen der Befragung auch *Zielpersonen für eine anschliessende Begehung rekrutiert* werden sollten. Diesen Ansprüchen konnten viele Adressen nicht genügen. Es handelte sich im Wesentlichen um folgende Kriterien:

- Angaben zu Art der Heizung und Warmwasserversorgung vorhanden⁵²
- Definitives Minergie-Zertifikat nicht vor 2007 oder nach 2012 erteilt. Das eine, weil damit verhindert werden sollte, zu viele Gebäude in der Stichprobe zu haben, bei denen der in der Befragung zentral interessierende Planungs- und Bauprozess schon zu weit zurücklag. Das andere, weil die Daten von mindestens zwei Heizperioden verfügbar sein sollten.
- Keine alten Richtlinien: Bis Ende 2007 galten für Minergie-Bauten weniger strenge Grenzwerte. Um die Einheit der Materie sicherzustellen, sollten solche Fälle möglichst weggelassen werden.

Andererseits waren Bereinigungen nötig, weil die gleiche *Person oft mehrfach vorkam*, sei es in gleicher Funktion bei verschiedenen Objekten, sei es beim gleichen Objekt in unterschiedlicher Funktion⁵³, oder das Gebäude einer anderen als den hier zu untersuchenden *Nutzungsarten* (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Verwaltungsbauten) zugewiesen war.

Ferner wurde im Pretest die Befragung aus *forschungsökonomischen Erwägungen* im Hinblick auf die Begehung auf Objekte in den Kantonen Aargau, Basel-Stadt, Basel-Landschaft, Fribourg, Genf, Luzern, Schaffhausen, Waadt und Zürich beschränkt.

Aus den letztlich verwendbaren 5652 Adressen wurde zufällig eine Stichprobe von n=1328 gezogen. Die Befragung wurde vom 8. August 2014 *ausschliesslich online durchgeführt* mit einem weitgehend standardisierten Fragebogen, der an manchen Stellen aber den Befragten mit (halb-) offenen Fragen die Möglichkeit zu ergänzenden Kommentaren gab. Aus diesem Grund wurden Zielpersonen, von denen eine E-Mailadresse verfügbar war, von DemoSCOPE direkt auf diesem Weg angeschrieben. So konnte ein individueller, passwortgeschützter Link zum Fragebogen eingebaut werden, was es den kontaktierten Personen erlaubte, direkt in die Befragung einzusteigen. Ein Teil der Fragen bezog sich auf das jeweilige Bau-Objekt, weshalb es nötig war, Objekte auszuschneiden, die nicht in die Forschungsanlage passten (siehe oben). Ein anderer Teil war allgemein gehalten. Deshalb war es wichtig, Doubletten zu vermeiden, damit nicht eine Person mehrmals auf die gleiche allgemeine Frage antworten konnte.

⁵² Diese Hinweise dienten der Vorabklärung für eine allfällige Begehung des Objekts

⁵³ Beides wird hier als „Doublette“ bezeichnet.



Tabelle 7: Adressbereinigung für Pretest bei Minergie Neubauten

	Zielgruppe			Total
	Bauherr-schaften	Architekt/-innen	Fach-planende	
Ausgangsadressen	16'873	14'763	21'595	53'231
Andere Nutzungsart	700	538	984	2'222
Adresse unvollständig/andere Sprache	7	6	8	21
Forschungsökonomischer Verzicht	1'218	1'234	1'278	3'730
Angaben zu Art der Heizung/Warmwasser fehlen	108	626	595	1'329
Zertifizierung vor 2007/nach 2012	4'754	4'195	5'651	14'600
Alte Richtlinien (inkl. keine Angabe)	5'705	4'828	7'712	18'245
Doubletten	1'689	1'733	4'010	7'432
Verwendbar für Pretest	2'692	1'603	1'357	5'652

Alle Zielpersonen ohne E-Mailadresse erhielten auf dem Postweg einen gleichlautenden, von dem vom BFE eingesetzten externen Projektleiter Rolf Moser unterzeichneten Brief in Deutsch bzw. Französisch, der die Ziele der Befragung erläuterte und um Mithilfe durch Teilnahme bat. Wer sich nicht innerhalb von rund drei Wochen an der Umfrage beteiligte, erhielt auf dem gleichen Weg wie zuvor ein *Erinnerungs-Schreiben*, das nochmals zur Teilnahme motivierte.

Im Pretest erwies sich dieses Vorgehen als sinnvoll und effizient, weshalb es für die übrigen drei Standards in der nachfolgenden Befragung beibehalten wurde. Auch mussten nur marginale Veränderungen am Fragebogen vorgenommen werden.

Hingegen zeigte sich, dass bei den restlichen drei Standards aufgrund der wesentlich geringeren Zahl an verfügbaren Adressen die *Ausschlusskriterien gelockert* werden mussten. Bei Minergie Umbauen sowie bei Minergie-P Neubauten wurden nun Objekte aus allen Kantonen berücksichtigt, es wurden auch Objekte aufgenommen, die erst 2013 zertifiziert wurden, und es wurde nicht mehr darauf geachtet, nach welchen Richtlinien das Gebäude zertifiziert worden war. Bei Minergie-A Neubauten, dem neuesten Standard, wo aus diesem Grund erst wenige Adressen zur Verfügung standen, wurde auf sämtliche Ausschlusskriterien verzichtet. Es fand lediglich eine Bereinigung bezüglich Doubletten statt. So gesehen handelte es sich deshalb bei allen drei Standards nicht um eine Stichprobenbefragung, sondern im Rahmen der jeweiligen Zielgruppendefinition um eine *Vollerhebung*.

Die Befragung in diesen drei Standards wurde am 25. September 2014 gestartet, der Zugang blieb bis zum 13. Februar 2015 offen. Total resultierten aus allen vier Standards schliesslich bei allen drei Zielgruppen zusammen 1'428 Antworten⁵⁴, was einer Response-Rate von 30.9% entspricht. Die Beteiligung war bei allen vier berücksichtigten Standards ähnlich gross, am höchsten bei den wenigen Minergie-A-Objekten (vgl. Tabelle 8).

⁵⁴ Es wurden nur die Antworten von Personen ausgewertet, die den Fragebogen nicht vorzeitig verlassen hatten (sog. Completes).



Tabelle 8: Response-Rate nach Standards

	Standards				Total
	Minergie Neubauten	Minergie Umbauten	Minergie-P Neubauten	Minergie-A Neubauten	
Zielpersonen kontaktiert	1'328	1'547	1'635	110	4'620
Vollständige Antworten	385	470	533	40	1'428
Response-Rate	29.0%	30.4%	31.9%	36.4%	30.9%

Die Detailauswertung zeigt ferner, dass sich *Bauherrschaften* quer durch alle Standards hindurch etwa doppelt so häufig an der Umfrage beteiligten wie Architekt/innen und Fachplanende.

Tabelle 9: Response-Rate nach Zielgruppen und Standards

	Standards				Total
	Minergie Neubauten	Minergie Umbauten	Minergie-P Neubauten	Minergie-A Neubauten	
Bauherrschaften	41.6%	40.6%	39.2%	43.1%	40.3%
Architekt/innen	17.5%	20.2%	22.2%	25.0%	20.1%
Fachplanende	19.7%	18.9%	21.4%	35.5%	20.4%

Bezüglich *Gebäudetyp* ergaben sich je nach Standard recht unterschiedliche Response-Rates. Insgesamt bewegen sich diese aber alle um einen Drittel herum, wobei der Rücklauf bei Mehrfamilienhäusern etwas darunter blieb und derjenige bei Verwaltungsbauten leicht darüber lag.

Tabelle 10: Response-Rate nach Standards und Gebäudetypen

	Standards				Total
	Minergie Neubauten	Minergie Umbauten	Minergie-P Neubauten	Minergie-A Neubauten	
Einfamilienhäuser	28.4%	31.6%	33.4%	35.1%	31.8%
Mehrfamilienhäuser	24.2%	30.2%	28.4%	58.3%	27.3%
Verwaltungsbauten	46.8%	23.5%	34.5%	0.0%	34.8%

Gemäss Pflichtenheft sollte die Befragung nicht nur Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanende umfassen, sondern auch *Betreibende und Nutzende*. Es liegt in der Natur der Sache, dass ein Teil der Bauherrschaften die von ihnen erstellten Gebäude auch heute noch betreibt und/oder selbst darin wohnt bzw. arbeitet. Im Rahmen der Befragung wurde deshalb die aktuelle Situation aller Bauherrschaften geklärt, und es wurden ihnen gegebenenfalls in verkürzter Form auch Fragen zum Betreiben bzw. Nutzen der entsprechenden Liegenschaft eingespielt.

Um den Begriff des Betreibenden bzw. Nutzenden nicht auf diese Mehrfachsituationen begrenzen zu müssen, wurden zusätzlich auch Betreibende bzw. Nutzende in die Befragung einbezogen, die nicht zur Bauherrschaft gehört hatten. Da das Forschungsteam unbeschränkten Zugang zu den Minergie-Adressen hatte, konnte es den Standort der jeweiligen Objekte. So konnten *aus dem elektronischen Telefonbuch 543 Adressen von Privatpersonen und 113 von Unternehmen generiert* und angeschrieben



werden, die heute dort wohnen bzw. arbeiten. Der Versand erfolgte am 25. November 2014. 62 der Angeschriebenen (9.5%) nahmen an der Umfrage teil. Auch hier blieb der Zugang zur Befragung bis zum 16. Februar 2015 offen. Insgesamt konnten so 869 Personen als Betreibende und 738 als Nutzende befragt werden.

Im Rahmen der Befragung der Betreibenden wurde auch mit einer Reihe von Fragen geprüft, ob sich das entsprechende Objekt für eine *Auswertung des Energieverbrauchs* eignen könnte und die zuständige Person auch dazu bereit wäre. Insgesamt 530 Betreibende boten dazu Hand. Über die Aufteilung auf die einzelnen Standards und Gebäudetypen gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft.

Tabelle 11: Bereitschaft zur Energieauswertung nach Standards und Gebäudetypen

	Standards				Total
	Minergie Neubauten	Minergie Umbauten	Minergie-P Neubauten	Minergie-A Neubauten	
Einfamilienhäuser	59	144	205	7	415
Mehrfamilienhäuser	20	29	22	1	72
Verwaltungsbauten	26	9	8	0	43

1.2 Repräsentativbefragung MuKE

Der Ansatz dieser Studie ist gemäss Pflichtenheft als Vergleichender geplant. Die Einstellungen, Meinungen und Erfahrungen der Personen, die mit Minergie-Gebäuden zu tun haben, sollten mit denjenigen von Personen, die mit konventionell (ohne erhöhte Umweltaforderungen) erstellten Gebäuden zu tun haben, verglichen werden.

Der im Minergie-Umfeld eingesetzte *Online-Fragebogen* wurde deshalb auf die Situation bei Bauten adaptiert, die den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) folgen. Soweit sinnvoll und möglich, wurden die Fragen aus Vergleichsgründen in ihrem bisherigen Wortlaut belassen. Wo nötig, wurden sie der veränderten Situation angepasst.

Als *Adressbasis* diente die Datei der Berner Fachhochschule, Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur, die sich auf sämtliche veröffentlichten Baubewilligungen stützt. Im Wesentlichen wurde aus den reichlich vorhandenen Adressen für Neubauten und Umbauten⁵⁵ aus den Jahren 2009-11 je eine Zufallsstichprobe von Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden von Objekten aus der ganzen Schweiz (exkl. Tessin) gezogen, disproportional zu je einem Drittel für Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Verwaltungsbauten.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen musste der Versand sämtlicher Kontakt- und Erinnerungsschreiben durch das für das Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur erfolgen. Die Kontaktbriefe und E-Mails wurden am 3. November 2014 mit einem vom zuständigen Leiter des Bereichs Gebäudetechnologie des BFE unterzeichneten Brief verschickt. Vom 21.-25. November folgten Reminder.

Zwar galt für die Selektion der Adressen die Nennung eines Minergie-Standards in der Baubewilligung als Ausschluss-Kriterium. Um sicherzustellen, dass keine Objekte in die Befragung einbezogen würden,

⁵⁵ Im Sinne einer energetischen Gesamtanierung der Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster). Bei den Begehungen zur Energieauswertung stellten sich verschiedene als Gesamtanierung deklarierte Objekte als nur teilsaniert heraus. Diese wurden in der Energieauswertung als separate Kategorie behandelt.



die nach erhöhten Umwelanforderungen⁵⁶ gebaut und allenfalls sogar zertifiziert wurden, musste dennoch *zu Beginn der Befragung ein Screening* durchgeführt werden. Denn es war nicht auszuschliessen, dass entsprechende Objekte in die Stichprobe gelangten, weil in der Baubewilligung ein expliziter Hinweis darauf fehlte. Tatsächlich mussten aus diesem Grund insgesamt 676 Befragungsbereite ausgeschlossen werden.

Tabelle 12: Ausschlüsse für die MuKEBefragung wegen Nennung eines Minergie-Standards

	Bauart		Total
	Neubauten	Umbauten	
Minergie ohne Zertifikat	136	172	308
Minergie mit Zertifikat	140	39	179
Anderer Standard (LEED etc.) mit Zertifikat	5	4	9
Keine Angabe	57	123	180
Total Ausschlüsse	338	338	676

Auch ohne die aus vorgenannten Gründen beim Screening ausgeschlossenen Fälle blieb der *Rücklauf unter den Erwartungen* und in allen drei Zielgruppen mit rund 7% deutlich hinter demjenigen bei den Minergie-Standards zurück. Das Sendungsbewusstsein und damit die Bereitschaft, sich mitzuteilen, dürfte im Minergie-Umfeld ungleich grösser sein als beim konventionellen Bauen und für diesen Unterschied ausschlaggebend sein.

Tabelle 13: Response-Rate nach Bauart

	Bauart		Total
	Neubauten	Umbauten	
Zielpersonen kontaktiert	2803	2770	5573
Ausschlüsse Minergie etc. gemäss Tabelle 12	338	338	676
Kontaktiert im MuKE-Umfeld	2465	2432	4897
Vollständige Antworten	165	189	354
Response-Rate	6.7%	7.8%	7.2%

Anders als im Minergie-Umfeld (vgl. Tabelle 9) war insbesondere die Beteiligung durch Fachplanende bei konventionellen Bauten sehr tief. Nur 96 von 972 Angeschriebenen stiegen überhaupt in die Online-Befragung ein. Nur noch 20 kamen nach Abklärungsfragen (Screening, siehe oben) zur ersten inhaltlichen Frage und 14 beendeten die Befragung. Aus diesem Grund wird diese Zielgruppe in der nachfolgenden Berichterstattung gar nicht referiert. Gemäss einer ergänzenden Auskunft des Instituts für Holzbau, Tragwerke und Architektur werden in den Baubewilligungen der konventionellen Bauten in der Rubrik Fachplaner oft (nur) Bauingenieure aufgeführt, die sich nicht oder nur am Rande mit Energiefragen beschäftigen. Das ist eine Erklärung dafür, weshalb sich Fachplanende im MuKE-Umfeld so selten an der Umfrage beteiligten (vgl. Tabelle 14).

⁵⁶ Neben Minergie explizit LEED. 52 Unzertifizierte, nicht in einem Minergie-Standard erstellte Bauten wurden zur Befragung zugelassen. Ausgeschlossen wurden alle Minergiebauten (zertifiziert und nicht zertifiziert) sowie alle übrigen zertifizierten Gebäude.



Eine andere Erklärung für den tiefen Response der Fachplanenden bei MuKEN-Gebäuden könnte darin liegen, dass viele von ihnen schon im Rahmen der zuvor durchgeführten Minergie-Umfrage angeschrieben wurden und sich allenfalls schon dort beteiligt hatten. Dafür spricht die relativ kleine Zahl von Gebäudetechnik-Ingenieurbüros, die das Betriebs- und Unternehmensregister BUR des Bundesamtes für Statistik ausweist. Aktuell sind dort in der Schweiz – neben 2'684 Bau-Ingenieurbüros – nur 906 Gebäudetechnik-Ingenieurbüros verzeichnet. Zum Vergleich: Gemäss der gleichen Quelle gibt es in der Schweiz nicht weniger als 10'575 Architekturbüros.

Tabelle 14: Response-Rate nach Zielgruppen und Bauart

	Bauart		
	Neubauten	Umbauten	Total
Bauherrschaften	7.7%	9.5%	8.6%
Architekt/innen	5.2%	5.0%	5.1%
Fachplanende	1.4%	1.4%	1.4%

Wie bei Minergie war hingegen der Rücklauf bei allen drei *Gebäudetypen* ähnlich.

Tabelle 15: Response-Rate nach Bauart und Gebäudetypen

	Bauart		
	Neubauten	Umbauten	Total
Einfamilienhäuser	6.3%	7.9%	7.1%
Mehrfamilienhäuser	4.9%	7.6%	6.1%
Verwaltungsbauten	5.9%	4.6%	5.2%

Analog zum Minergie-Umfeld sollten als Kontrollgruppe auch bei konventionellen Bauten *Betreibende und Nutzende* befragt werden. Auch hier kam es natürlich vor, dass Bauherrschaften ihre Liegenschaft heute noch betreiben (170) und/oder bewohnen bzw. hier arbeiten (142). Sie wurden direkt anschliessend an die Fragen, die sich an Bauherrschaften richteten, mit einem verkürzten zusätzlichen Fragebogen auch in dieser Eigenschaft angesprochen.

Etwas schwieriger war es hingegen, zusätzliche Betreibende und Nutzende zu finden. Aus datenschutzrechtlichen Gründen standen dem Forschungsteam die Adressen der in die Stichprobe gefallenen Objekte nicht direkt zur Verfügung. Deshalb wurden die Bauherrschaften im Rahmen der Online-Umfrage danach gefragt. Nur 303 der antwortenden Bauherrschaften nannten die Adresse. Aus diesen Informationen konnten über das elektronische Telefonbuch 423 Adressen von Privatpersonen und 410 von Unternehmen generiert werden, denen das Forschungsteam am 14. Januar 2015 einen ebenfalls vom zuständigen BFE-Bereichsleiter unterzeichneten Kontaktbrief zusandte. 160 der angeschriebenen Personen (19.2%) beteiligten sich schliesslich an der Umfrage, die bis am 13. Februar 2015 offen blieb. Damit konnten insgesamt 302 Personen als Nutzende und 226 als Betreibende befragt werden.

Auch bei MuKEN-Liegenschaften waren anschliessende Energieauswertungen geplant. Deshalb wurde auch hier bei der Befragung der Betreibenden nach entsprechender Eignung und Bereitschaft gefragt. Leider blieb die Zahl der *für eine Energieauswertung zur Verfügung stehenden Gebäude* mit 61 aus den vorgenannten Gründen (tiefe Beteiligung an der Umfrage, schwieriger Zugang zu zusätzlichen Betreibenden, die nicht auch Bauherrschaft waren) weit unter den Erwartungen.



Tabelle 16: Bereitschaft zur Energieauswertung nach Bauart und Gebäudetypen

	Bauart		Total
	Neubauten	Umbauten	
Einfamilienhäuser	11	14	25
Mehrfamilienhäuser	5	15	20
Verwaltungsbauten	11	5	16

1.3 Qualitative Nachbefragung

Nach Auswertung der Repräsentativbefragungen wurden mit 41 Antwortenden aus der Onlinebefragung ergänzende qualitative Gespräche geführt. Sie hatten den Zweck, die Ergebnisse aus den quantitativen Befragungen gezielt dort zu ergänzen, wo noch Erklärungsbedarf bestand. Die Gesprächsleitfäden wurden deshalb zielgruppenspezifisch auf die bereits vorhandenen Ergebnisse der einzelnen Zielgruppen abgestimmt. Mit den folgenden Zielgruppen wurden je fünf Gespräche, mit den Architekt/innen⁵⁷ sogar sechs Gespräche geführt.

Rein Minergie

- Bauherrschaften privat, Minergie P/A
- Bauherrschaften privat, Minergie
- Nutzende Einfamilienhäuser
- Nutzende Mehrfamilienhäuser (Mieter/innen)

Rein MuKE

- Bauherrschaften privat

Allgemein (auf Basis Minergie-Adressliste)

- Architekt/innen
- Fachplanende
- Bauherrschaften professionell

Ausserdem wurden bei dieser Gelegenheit fünf professionelle *Hauswarte* von Mehrfamilienhäusern befragt. Diese wurden uns durch Betreibende, die an der Online-Befragung teilgenommen hatten, vermittelt. Ebenso wurden Exponenten von fünf *grossen Immobilienunternehmen (Makler und Verwaltungen)* befragt – einer wichtigen Zielgruppe, die in den Online-Umfragen fehlt. Die Auswahl wurde aus der Liste „approx. top Immo-Branche“ des Schweizerischen Verbands der Immobilienwirtschaft (SVIT) getroffen, die 31 Namen von grossen Immobilienunternehmen umfasst.

Die insgesamt 51 Gespräche wurden zwischen dem 13. Juli und dem 28. September 2015 von den drei Spezialist/innen Birke Luu, Marco Schnitter (Deutschschweiz) und Virginie Chapuis (Romandie) am Wohn- oder Arbeitsort der Zielperson bzw. einem anderen von ihr vorgeschlagenen Ort persönlich geführt und dauerten zwischen 40 und 50 Minuten. Sie betrafen Objekte aus 15 verschiedenen Kantonen⁵⁸, nämlich: Aargau, Bern, Basel-Landschaft, Freiburg, Genf, Graubünden, Luzern, Obwalden, Schaffhausen, Schwyz, Thurgau, Waadt, Wallis, Zug und Zürich.

⁵⁷ Auch in dieser Zielgruppe waren ursprünglich fünf Gespräche geplant. Allerdings stellte sich gegen Ende der qualitativen Befragung heraus, dass ein Architekt fälschlicherweise in der Kategorie MuKE Bauherrschaften aufgelistet war. Das Gespräch wurde trotzdem – in seiner Funktion als Architekt – geführt. Das entfallene MuKE-Interview wurde mit einer anderen Auskunftsperson nachgeholt.

⁵⁸ Die Gespräche mit grossen Immobilienunternehmen wurden selbstredend nicht objektbezogen geführt, sondern mit einem generalisierenden Fokus. Ähnliches war teilweise auch bei den professionellen Bauherrschaften der Fall.



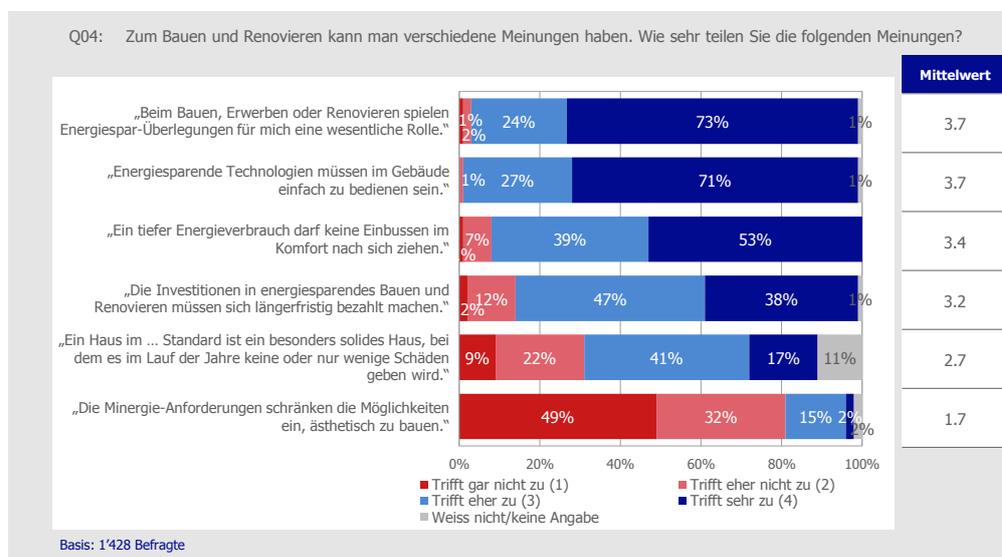
2 Ergebnisse Minergie

2.1 Fachleute (Architekt/innen, Fachplanende, Bauherrschaften)

2.1.1 Einstellungen

Den befragten Architekt/innen, Fachplanenden und Bauherrschaften wurden sechs Statements zum Bauen und Renovieren mit Minergie vorgelegt, die sie auf einer Viererskala von „trifft sehr zu“ bis „trifft gar nicht zu“ beurteilen konnten. Sie sollen einen Gesamteindruck zu den Intentionen vermitteln, mit welchen diese drei Zielgruppen ihre Aktivitäten im Minergie-Umfeld angehen.

Abbildung 7: Einstellungen zum Bauen und Renovieren mit Minergie



Die höchste Zustimmung erhielt die Feststellung, *Energiespar-Überlegungen* spielten für den Antwortenden beim Bauen, Erwerben oder Renovieren eine wesentliche Rolle. Kaum jemand widerspricht hier. Und das heisst: Ebenfalls praktisch unbestritten ist, dass energiesparende Technologie im Gebäude *einfach bedienbar* sein muss. In allen drei Zielgruppen besteht ferner weitgehend ein Konsens, dass ein tiefer Energieverbrauch für die Nutzenden *keine Einbussen im Komfort* nach sich ziehen darf.

Etwas weniger eindeutig, wenngleich immer noch grossmehrheitlich, fallen die Antworten bei zwei weiteren Statements aus. Für viele Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanende müssen sich Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren *längerfristig bezahlt* machen. Dies trifft insbesondere auf Mehrfamilienhäuser zu. Und vor allem vertreten jene wenigen Bauherrschaften, die heute das betreffende Gebäude nicht mehr in einem Minergie-Standard bauen würden (vgl. Kapitel 2.1.5), viel prononcierter diese Ansicht als die übrigen. Man könnte daraus schliessen, dass sich für jene, die heute nicht mehr mit Minergie bauen würden, die Investition zumindest bisher nicht bezahlt gemacht hat (vgl. Tabelle 17).



Tabelle 17: Längerfristige Rendite versus Wiederwahl Minergie

„Die Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren müssen sich längerfristig bezahlt machen“	Wiederwahl		
	Wieder gleich (n=771)	Anderer Standard (n=126)	Keine Minergie mehr (n=37)
Trifft sehr zu	39%	31%	62%
Trifft eher zu	48%	51%	24%
Trifft eher nicht zu	11%	17%	8%
Trifft gar nicht zu	2%	2%	0%
Weiss nicht/keine Angabe	1%	0%	5%

Lesehilfe: Von denjenigen 37 Bauherrschaften, die heute nicht mehr mit Minergie bauen würden, finden 62%, es treffe sehr zu, dass Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren sich längerfristig bezahlt machen müssen. Unter den 771 Bauherrschaften, die wieder mit dem gleichen Minergie-Standard bauen würden, sind es nur 39%

Auch ist man sich in den drei Zielgruppen weitgehend einig, dass die Minergie-Anforderungen die Möglichkeiten nicht einschränken, *ästhetisch zu bauen*. Allerdings fällt das Urteil der Architekt/innen und Fachplanenden signifikant zurückhaltender aus als dasjenige der Bauherrschaften.

Tabelle 18: Ästhetisches Bauen versus Zielgruppen

„Die Minergie-Anforderungen schränken die Möglichkeiten ein, ästhetisch zu bauen“	Zielgruppe		
	Bauherrschaften (n=990)	Architekt/innen (n=260)	Fachplanende (n=178)
Trifft sehr zu	2%	3%	1%
Trifft eher zu	12%	18%	24%
Trifft eher nicht zu	31%	33%	34%
Trifft gar nicht zu	53%	45%	37%
Weiss nicht/keine Angabe	2%	1%	3%

Umstritten ist hingegen, ob ein Haus im jeweils zutreffenden Minergie-Standard ein *besonders solides Haus* ist, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben wird. Gut die Hälfte der Befragten ist davon überzeugt, rund jede/r Sechste stimmt nicht zu. Deutlich höher fällt bei diesem Statement verglichen mit den anderen fünf der Anteil derjenigen aus, die nicht antworten.

Die *qualitativen Interviews* zeigen, dass jene Fachleute, welche Minergie grundsätzlich für qualitativ überlegen halten, dabei – neben den energetischen Vorteilen – in erster Linie die besonders gute Dämmung sowie die schalldichten Wände hervorheben. Dabei fällt auf, dass vor allem die privaten Bauherrschaften von der qualitativen Überlegenheit von Minergie überzeugt sind. Die Architekt/innen, die Fachplanenden sowie die professionellen Bauherrschaften zeigen häufig eine deutlich differenziertere Sichtweise. So weisen sie etwa darauf hin, dass Minergie in den letzten Jahren an Vorsprung eingebüsst habe, da in der Zwischenzeit auch beim herkömmlichen Bauen grosse Fortschritte gemacht worden seien. Auch wird von mehreren Seiten darauf hingewiesen, dass Minergie-Bauten den Nachteil haben, dass sie aufwändiger im Unterhalt sind. Im Zusammenhang mit der kontrollierten Lüftung fehle ausserdem die Langzeiterfahrung, wie dieser professionelle Bauherr kritisch anmerkt:



Die Frage ist auch, wie man in 25-30 Jahren bei der Haussanierung mit der Komfortlüftung umgeht. Da fehlt es an Langzeiterfahrung. Je nach System der Lüftung kann dies dann sehr aufwändig werden, da tief in die innere Gebäudesubstanz eingegriffen werden muss. Im Hinblick auf Renditeüberlegungen sind diese Kosten dann nicht auf die Mieter überwälzbar. Darüber macht man sich heute zu wenig Gedanken. (Bauherr)

Ausserdem gebe es auch innerhalb von Minergie grosse qualitative Unterschiede. Dabei spielen neben dem gewählten Standard vor allem die gewählten Materialien eine wichtige Rolle. Dazu ein Zitat eines privaten Bauherren und Nutzers eines Minergie-P ECO Mehrfamilienhauses, der selber einen Holzbaubetrieb für Minergie-Häuser besitzt:

Ja, Minergie ist meiner Meinung nach qualitativ überlegen. Das hat mit den verwendeten Materialien zu tun – zumindest bei uns im ECO-Standard. Aber die [...] Qualität ist eigentlich sehr variabel von Minergie-Haus zu Minergie-Haus – je nach Material und Bauausführung. Minergie tönt einfach gut und ist oft ein Verkaufsargument. (Nutzer/Bauherr MFH Minergie-P)

2.1.2 Entscheidungs- und Planungsprozess

Fragt man danach, wer primär den *Anstoss zum Entscheid* für den gewählten Minergie-Standard gegeben hat, fällt die Antwort je nach Zielgruppe unterschiedlich aus. Die Bauherrschaften nehmen weitgehend für sich dieses Primat in Anspruch, rund die Hälfte der Architekt/innen sieht hingegen sich selber in dieser Rolle. Und bei den Fachplanenden sind die Meinungen geteilt: Rund die Hälfte bezeichnet die Bauherrschaft als ausschlaggebend, knapp ein Fünftel den/die Architekt/in. Nur ein weiteres Fünftel reklamiert für sich selber, den primären Anstoss gegeben zu haben. Wiederholt wurde im Übrigen unter „Andere“ auf Vorgaben durch Gemeinde und/oder Kanton hingewiesen.

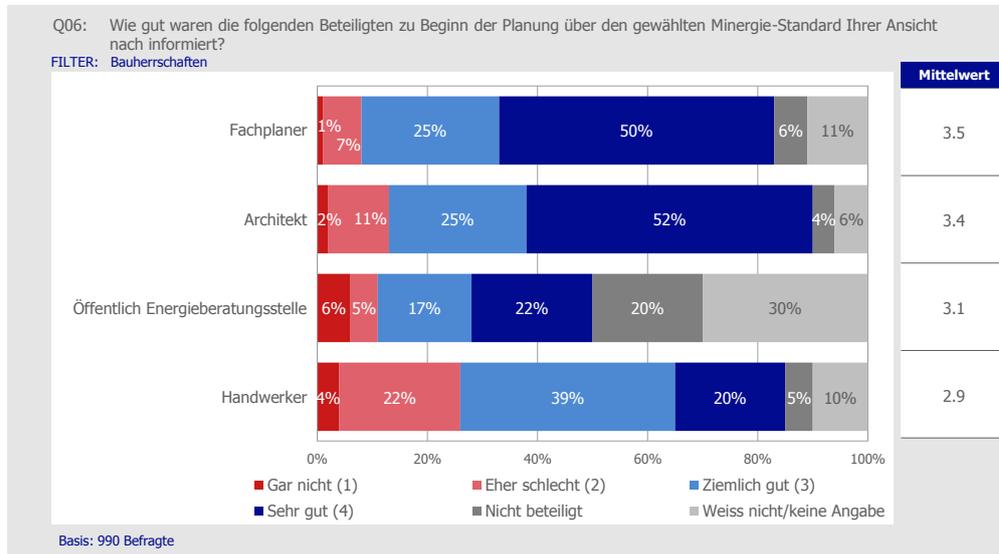
Tabelle 19: Zielgruppen versus primärer Anstoss zum Minergie-Entscheid

„Wer hat primär den Anstoss zum Entscheid für den gewählten Minergie-Standard gegeben?“	Zielgruppe		
	Bauherrschaften (n=990)	Architekt/innen (n=260)	Fachplanende (n=178)
Bauherrschaft	77%	44%	52%
Architekt/in	13%	49%	19%
Fachplanende	2%	1%	19%
Andere	7%	14%	1%
Weiss nicht/keine Angabe	1%	0%	9%

Wie gut waren die verschiedenen Akteure zu Beginn der Planung *über den gewählten Minergie-Standard informiert*? Die befragten Bauherrschaften sind der Ansicht, dass sowohl Architekt/innen als auch Fachplanende schon in dieser frühen Phase sehr gut informiert waren. Bezüglich allfälliger Handwerker/innen fällt ihr Urteil weniger positiv aus (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Einschätzung der Informiertheit durch Bauherrschaften



Besonders interessant und differenziert ist die Situation bei den *öffentlichen Energieberatungsstellen*. In 20% der Fälle waren sie explizit nicht involviert. Weitere 30% der Bauherrschaften machten dazu keine Angabe, was keine eindeutige Interpretation zulässt: Wissen diese Bauherrschaften nicht, ob eine öffentliche Beratungsstelle beigezogen wurde (weil der entsprechende Lead bei anderen Akteuren, beispielsweise dem Architekt/innen, lag)? Oder können sie nur die Leistung dieser Institution nicht beurteilen, weil sie selber an der Konsultation nicht beteiligt waren? Jedenfalls gibt diejenige Hälfte der Bauherrschaften, die hier substantiell antwortet, den Beratungsstellen eine leicht tiefere Note als den Architekt/innen und den Fachplanenden.

Die privaten Bauherrschaften, mit denen *qualitative Interviews* geführt wurden, hatten in der Regel tatsächlich kaum Kontakt mit den öffentlichen Energieberatungsstellen. Informationen zum Bau mit Minergie holen sie sich häufig direkt bei ihrer Architektin oder ihrem Architekten. Ausserdem haben sich die meisten privaten Bauherrschaften bereits im Vorfeld selber ausführlich – meist im Internet – über Minergie informiert. Oftmals haben sie zudem das Bedürfnis, sich mit Leuten auszutauschen, die bereits Erfahrung mit Minergiebauten gemacht haben:

Unser Architekt setzte uns mit anderen Klienten in Verbindung, die bereits Minergie gebaut hatten, und zeigte bereits fertige Minergie-Häuser. Unsere Bedenken wegen dem Abluftsystem wurden dabei zerstreut. Wir hatten auch Kontakt mit der öffentlichen Energieberatungsstelle der Stadt. Ein Architekt kam vorbei und bot eine erste Beratung an. Am wichtigsten war aber das selber Informationen Suchen und Lesen auf dem Internet. (Bauherrin privat, Minergie)

Die qualitativen Interviews bestätigen auch den Eindruck, dass die Architekt/innen und Fachplanenden in der Regel gut über Minergie informiert sind. Teilweise sind diese sogar speziell auf Minergie spezialisiert. Anders verhält es sich gemäss Aussagen der Interviewpartner/innen bei den Handwerkenden. Ihnen fehlen gemäss Einschätzung unserer Gesprächspartner oftmals die Erfahrung und auch das Verständnis für Minergie. Während der Bauphase kann dies zu Schwierigkeiten führen, wie folgender Bauherr zu Protokoll gibt:

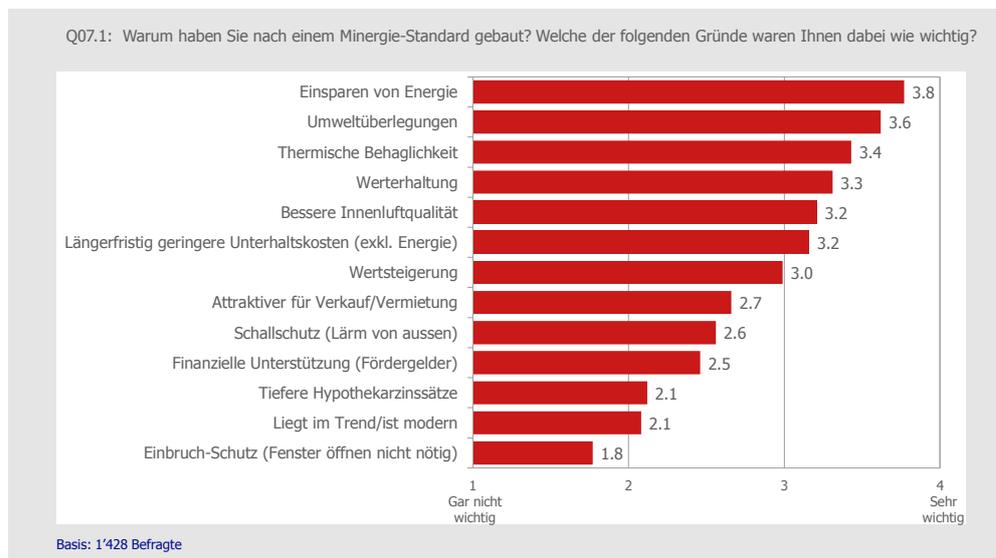
Eine Lücke sehe ich in der mangelnden Ausbildung der Handwerker [...]. Die fehlenden Kenntnisse mit Minergie-spezifischen Arbeiten und Geräten führte im Laufe des Bauens zu vielen kleinen Problemen, die ausgetüftelt und behoben werden mussten. Es müssten unbedingt mehr Arbeiter für Minergie-Bauen



ausgebildet werden. Laien können durch solche Erlebnisse abgeschreckt werden, da sie die Bauleute als ‚Fachleute‘ wahrnehmen. (Bauherr privat, Minergie P/A)

Verschiedene Gründe haben bei den beteiligten Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden zum Entscheid geführt, in einem Minergie-Standard zu bauen. Ganz wichtig waren in allen drei Zielgruppen Energiesparbemühungen. Sie können grundsätzlich sowohl ökologisch als auch ökonomisch bedingt sein. Die Tatsache, dass in der Wichtigkeits-Rangliste Umweltüberlegungen an zweiter Stelle folgen, deutet darauf hin, dass ökologische Überlegungen vor ökonomischen stehen. Interessant auch, dass thermische Behaglichkeit und Innenluftqualität ebenfalls weit vorne – auf Rang 3 bzw. 5 – platziert sind. Die letzteren beiden Elemente sind wesentliche Bestandteile der Minergie-Verkaufsstrategie, die bekanntlich Wert darauf legt, nicht primär ein Sparlabel, sondern vor allem ein Qualitätslabel zu sein. Die für Planung und Erstellung solcher Bauten verantwortlichen Personen folgen offensichtlich dieser Strategie und machen die vorgängig referierten Einstellungen erst recht begrreiflich.

Abbildung 9: Gründe für das Bauen in Minergie



Neben den in Abbildung 9 aufgelisteten, im Fragebogen vorgegebenen Gründen konnten auch weitere Gründe genannt werden. Hier dominieren idealistisch-weltanschauliche Aspekte („ein Zeichen setzen“, „Vorbild sein“, „Verantwortung für die nachfolgenden Generationen übernehmen“ etc.), aber auch das Interesse an neuester Technologie wird immer wieder genannt.

Vereinzelt wird auch darauf hingewiesen, dass das Bauen nach Minergie-Standard eine Qualitätssicherung garantiere. In den *qualitativen Interviews* wird in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen, dass Minergie als Qualitätslabel wichtig sei. Häufig scheinen für Bauherren beim Entscheid für Minergie jedoch andere Beweggründe im Zentrum zu stehen. So bestätigen *die qualitativen Interviews*, dass ökologische Überlegungen für viele Bauherrschaften eine entscheidende Rolle spielen. Dabei scheint es allerdings einen Unterschied zwischen kleineren, privaten Bauherrschaften sowie professionellen Bauherrschaften zu geben. Erstere entscheiden sich in der Regel ganz bewusst dazu, dank Minergie nachhaltig und umweltfreundlich zu bauen. Dabei scheinen sie oftmals auch aus einem gewissen Idealismus heraus zu handeln:

Tout d'abord je voulais faire attention à la planète. C'est vraiment l'écologie qui me motivait. (Bauherr privat, Minergie P/A)



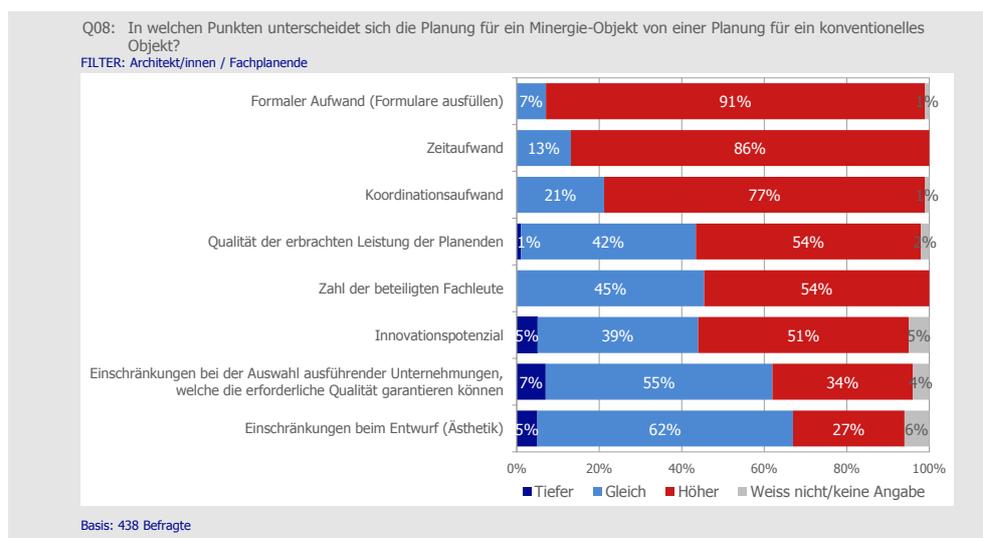
Gerade bei professionellen Bauherrschaften stehen hinter dem Entscheid für Minergie aber durchaus auch ökonomische Überlegungen. Dabei geht es nicht nur darum, später Energiekosten einzusparen, sondern auch darum, das Minergie-Label später als Verkaufsargument nutzen zu können. Bei einigen grossen Konzernen und Firmen gehört nachhaltiges Bauen zudem zur Unternehmensstrategie. So berichtet ein professioneller Bauherr, der für einen Schweizer Finanzdienstleister arbeitet, folgendes:

Wir haben uns dem nachhaltigen Bauen verpflichtet. Neubauten werden immer nach Minergie-Standard gemacht, bei Umbauten/Sanierungen versucht man möglichst nachhaltig zu handeln, je nachdem was gebäudetechnisch und vom Kosten/Nutzen-Aspekt her möglich ist. (Bauherr professionell)

2.1.3 Bauen mit Minergie – Vorgaben und Hindernisse

Bauen mit Minergie ist ein anderes Bauen. Aus Sicht einer grossen Mehrheit der befragten Architekt/innen und Fachplanenden ist es mit koordinativem, zeitlichem und vor allem formalem Mehraufwand gegenüber konventionellen Objekten verbunden. Dafür sind für gut die Hälfte der Befragten bei Minergie das Innovationspotenzial und die Qualität der erbrachten Leistung höher. Praktisch alle übrigen Antwortenden halten das Innovationspotenzial und die Qualität der erbrachten Leistung bei Minergie- und MUKen-Bauten für gleichwertig.

Abbildung 10: Unterschiede zwischen Bauen in Minergie und konventionellem Bauen



Nur wenige Architekt/innen und Fachplanende fühlten sich bei der Konzeption und Planung *durch die Minergie-Vorgaben in ihrer Arbeit in erheblichem Mass eingeschränkt*. Für einen Viertel war dies sogar in keiner Weise der Fall. Es fällt aber auf, dass das Gefühl des Eingeschränkt-Seins bei Umbauten wesentlich grösser ist als bei Neubauten.

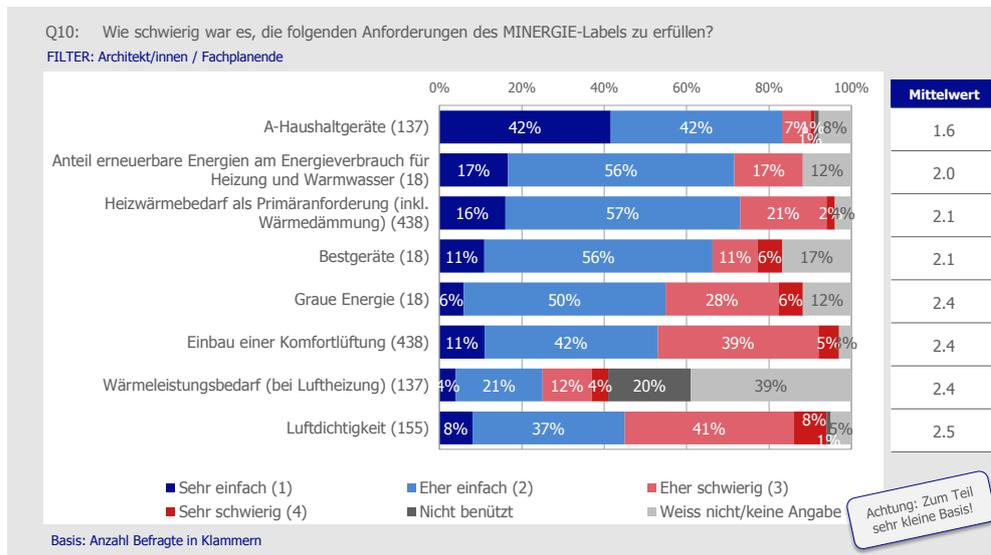
Diejenigen Fachleute, die sich ziemlich oder sogar sehr eingeschränkt fühlten, konnten dies ergänzend in eigenen Worten begründen. Ein klar dominierendes Thema ist zwar nicht zu erkennen. Wiederholt wird aber die Lüftung genannt. Immerhin wird deutlich, warum Umbauten für Minergie eine grössere Herausforderung darstellen: Die bestehende Bausubstanz engt den Gestaltungsspielraum ein, der Einbau der Komfortlüftung braucht Platz und verkleinert die bisherige Wohnfläche.

Für viele Architekt/innen und Fachplanende war es offenbar auch eher oder sogar sehr einfach, die jeweiligen *Anforderungen des Minergie-Labels zu erfüllen*. Die grösste Herausforderung stellte die allerdings nur bei Minergie-A und Minergie-P geforderte Luftdichtigkeit dar, welche 41% als eher schwierig



und acht Prozent sogar als sehr schwierig erfüllbar bezeichneten. Mit Abstand am wenigsten Probleme verursachten die A-Haushaltgeräte (nur bei Minergie-P).

Abbildung 11: Erfüllbarkeit der Minergie-Anforderungen



Auffallend ist auch hier die *grössere Skepsis bei Umbauobjekten*, was die Komfortlüftung betrifft. Hält eine klare Mehrheit von 62% diesen Einbau bei Neubauten für eher oder sogar sehr einfach, ist bei Umbauten eine gleich grosse Mehrheit der Meinung, dies sei eher oder sogar sehr schwierig zu bewerkstelligen.

Jede/r fünfte Architekt/in bzw. Fachplanende nimmt im Zusammenhang mit dem betreffenden Minergie-Objekt für sich in Anspruch, *spezielle konzeptionelle Entwicklungen* gemacht zu haben. Oftmals ging es dabei um die Lüftung oder um den Einsatz von Systemen zur Energiegewinnung via Sonne oder Erdwärme.

Bei nahezu der Hälfte der Objekte haben die Verantwortlichen gemäss ihren Aussagen neben dem energetischen Aspekt *auch andere Nachhaltigkeitsaspekte bei der Planung* berücksichtigt. Besonders häufig genannt wird die bewusste Wahl des Baumaterials, insbesondere von Holz oder anderen natürlichen und nachhaltigen Baumaterialien. Graue Energie, lokale Lieferanten sowie Regenwasser-Nutzung sind weitere wiederkehrende Stichworte.

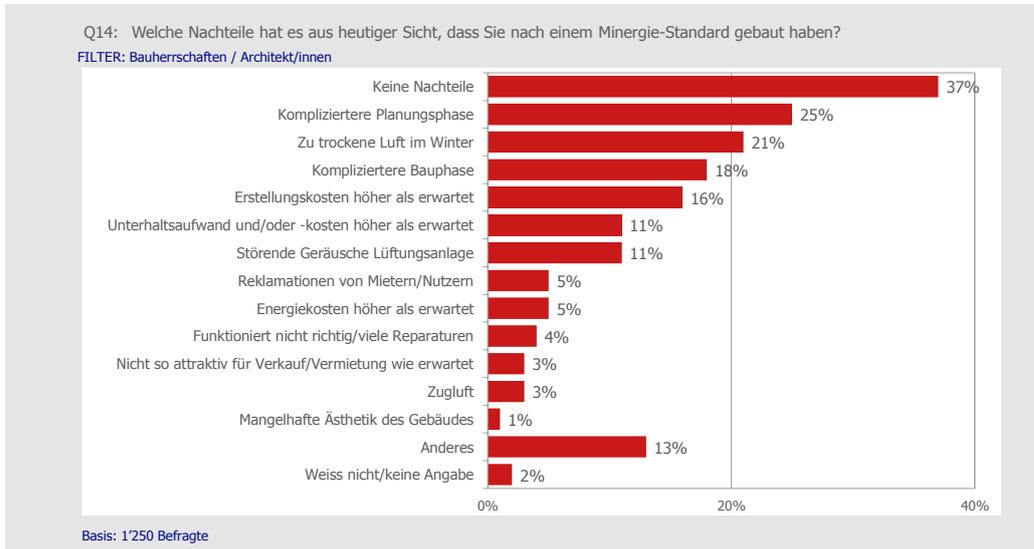
Umstritten ist, ob die für die Berechnung der gewichteten Energiekennzahl verwendeten *Energiegewichtungsfaktoren richtig* sind. 38% der befragten Architekt/innen und sogar 49% der Fachplanenden bejahen dies. Gegenteiliger Meinung sind 14% bzw. 29%. Fast die Hälfte der Architekt/innen und gut ein Fünftel der Fachplanenden äussern keine Meinung, was darauf hindeutet, dass sie sich mit dieser Frage bisher nicht hinreichend auseinandergesetzt haben.

Rückblickend haben die Architekt/innen vor allem die Planungsphase als kompliziert erlebt und nennen sie besonders häufig als *Nachteil, in einem Minergie-Standard gebaut* zu haben. An zweiter Stelle folgt bei ihnen die komplizierte Bauphase, gefolgt von der zu trockenen Luft im Winter.

Bei den ebenfalls dazu befragten Bauherrschaften liegen die Prioritäten etwas anders. Auch sie nennen zwar besonders häufig die komplizierte Planungsphase, dann aber bereits die zu trockene Luft. Die komplizierte Bauphase war auch für sie ein Problem. Etwas häufiger als die Architekt/innen thematisieren die Bauherrschaften zudem, die Erstellungskosten seien höher ausgefallen als erwartet.



Abbildung 12: Nachteile des Bauens in einem Minergie-Standard



Neben den in Abbildung 12 aufgelisteten, im Fragebogen vorgegebenen Nachteilen konnten weitere Nachteile genannt werden. Wiederholt werden dabei der grosse administrative Aufwand sowie der komplizierte und teure Zertifizierungsprozess erwähnt. Daneben werden auch die hohen Investitionskosten, die Lüftungsanlage sowie die aufwändige Bedienung der Haustechnik als Nachteile aufgeführt.

Nur 35% der Architekt/innen und 37% der Bauherrschaften finden, die Minergie-Bauweise habe für sie keine Nachteile gehabt. Unter denjenigen Befragten, die auch heute noch im gleichen Standard bauen würden, sehen 43% keinen Nachteil. Bei denjenigen, die zu einem anderen Standard wechseln würden, sind es 26%. Und nur für acht Prozent derjenigen, die nicht mehr mit Minergie bauen würden, hatte das bewältigte Bauvorhaben keine Nachteile. Das zeigt deutlich, welche Konsequenzen eine negative Bilanz haben kann.

Sowohl die Planungs- als auch die Bauphase wird von Bauherrschaften und Architekt/innen, die *an Umbauten beteiligt* waren, häufiger als kompliziert erlebt und als Nachteil empfunden als bei jenen, die Neubauten erstellt haben.

Die qualitativen Interviews bestätigen den Eindruck, dass die grösste Herausforderung bei der Planung und beim Bau von Minergie-Gebäuden weniger in der technischen Umsetzung als vielmehr im damit verbundenen formalen und administrativen Mehraufwand liegt. Das fängt bereits in der Planungsphase an, da schon im Vorprojektstadium alles durchgerechnet und spezifische Werte (z.B. Ventilator-Leistung) angefragt werden müssen.

Zudem sei das Bauen nach Minergie-Standard auch deshalb aufwändiger, weil es bei Minergie besonders wichtig ist, das Gesamtsystem im Auge zu behalten. Deshalb brauche es auch mehr Koordination und Kontrolle auf der Baustelle, insbesondere wenn die beteiligten Handwerker und Bauleute wenig oder gar keine Erfahrung mit Minergie haben. Dazu folgende Aussage eines Architekten:

Weil es mehr Technik hat, muss man darauf achten, dass die Technik besser aufeinander abgestimmt ist, miteinander kommuniziert und funktioniert. Das Controlling auf der Baustelle ist erhöht. Da es sich um ein ineinandergreifendes, verzahntes System handelt, ‚verzeiht‘ es weniger. Kleine Fehler haben grosse Auswirkungen. (Architekt)

Auch bewege sich die Technik relativ schnell, was für Architekt/innen den Einbezug von Fachplanenden und weiteren Fachleuten, wie beispielsweise Heizungsplaner/innen, quasi unverzichtbar mache. Ein



Architekt, der selber „Minergie-Fachpartner“ ist, wünscht sich denn auch zusätzliche Beratungsangebote durch Fachpersonen:

Minergie hat heute sehr viele technische Blätter auf ihrem Internetportal, mit denen man sich informieren kann. Aber man muss sich recht durch den Dschungel hindurchkämpfen. Auch hat die Stiftung Minergie ‚Fachpartner‘, wie ich selber einer bin. Aber ich bin eigentlich Architekt, kein studierter Energiefachmann. Die Stiftung bietet ab und zu auch Erfahrungsaustausch-Runden an. Bei diesen Weiterbildungsanlässen werden verschiedene Themen behandelt [...]. Das ist an sich gut, aber man bekommt dort den Input irgendwann, nicht genau dann, wenn man ihn braucht. Es wäre gut, wenn man im Moment des Bedarfs jemanden anrufen könnte, der fachliche Auskunft und Unterstützung gibt.

Weiter wird in den qualitativen Interviews darauf hingewiesen, dass bei Minergie auch die eingesetzten Materialien genauer geprüft werden müssen, was ebenfalls mit einem Mehraufwand verbunden ist. Auch die höheren Baukosten werden in den qualitativen Interviews wiederholt als Herausforderung thematisiert. Wenn es darum geht, ob diese durch tiefere Betriebskosten wettgemacht werden, teilen sich allerdings die Meinungen der Fachleute. Neben dem Hinweis auf die momentan sowieso günstigen Öl-/Gaspreise wird dabei auch wiederholt auf die Minergie-spezifischen Unterhaltskosten hingewiesen:

Die Betriebskosten sind meiner Meinung nach nicht niedriger wegen den hohen Wartungs- und Unterhaltskosten für Heizung, Lüftung und Grundwasserfassung (Säuberung und Kontrolle). Von den Wartungskosten redet niemand, das geht oft vergessen. Da ist vielen nicht bewusst, was es im Unterhalt bedeutet. (Architekt)

Folgender Fachplaner ist hingegen der Ansicht, dass sich die höheren Baukosten bezahlt machen können – vorausgesetzt, man kümmert sich auch nach dem Bau aktiv um den Betrieb:

Ich denke, dass man die höheren Baukosten durch tiefere Betriebskosten wieder kompensieren kann. Man muss sich aber aktiv um den Betrieb kümmern, das heisst Optimierungen vornehmen. Es braucht ein „Fine Tuning des Systems“. Das Gebäude verbraucht anfangs zu viel Energie und man muss eine Lernkurve durchlaufen, um die optimale Bedienung und Einstellungen zu finden. Zum Beispiel die Lüftungsmengen an den tatsächlichen Bedarf der Bewohner anpassen und nicht auf Maximum lassen, wie sie anfangs gesetzt sind. Die Bewohner werden zu wenig über solche Themen informiert. Bei der Übergabe könnte besser informiert werden. (Fachplaner)

Diese Einzelmeinung deckt sich mit den Erkenntnissen aus den Begehungen für die Energieverbrauchs- auswertung, wonach Einstellungs- und Funktionsprobleme häufig vorkommen und der Betrieb optimiert werden sollte.

Allgemein ist die kontrollierte Lüftung, wie sich in den qualitativen Interviews zeigt, vor allem unter den Bauherrschaften ein wiederkehrendes und häufig auch kritisches Thema. Folgendes Zitat eines Fachplaners verdeutlicht dies:

Die Lüftung ist bei den Bauherren immer ein grosser Punkt. Ich würde mal sagen, das ist die Haupthürde für die Bauherren. Jeder Mensch hat da so seine Haltung und Meinung. Es gibt beispielsweise Bauherren, die alles für die kontrollierte Lüftung in ihrem Haus vorbereiten (Platz lassen für Technik etc.), die dann aber doch kein Gerät kaufen und anschliessen. Aber man kann ja später jederzeit einfach nachrüsten. Das ist eigentlich eine sehr gute Lösung, ein Kompromiss, um es sich später anders überlegen zu können. Das Installieren der Lüftung ist oft ein Hemmnis, da die Leute nicht noch mehr Geräte zum Betreuen, Kontrollieren, Warten etc. haben wollen. (Fachplaner)



Dabei wird auch erwähnt, dass die negative Einstellung vieler Leute gegenüber der kontrollierten Lüftung noch aus der Anfangsphase von Minergie stamme. Die Prototypen seien damals noch wenig ausgereift gewesen und hätten nicht immer richtig funktioniert. Dies sei teilweise immer noch in den Köpfen der Menschen drin – obwohl diese „Kinderkrankheiten“ inzwischen behoben seien. Trotzdem gibt es auch unter den Architekt/innen und Fachplanenden grundsätzlich kritische Stimmen zur kontrollierten Lüftung. Dabei wird oft auf den aufwändigen Unterhalt der Lüftung sowie auf alternative Lösungen hingewiesen, die in gewissen Fällen ebenso gute oder sogar bessere Ergebnisse liefern würden. Hier bietet das Minergie-Label zu wenig Flexibilität. Als Illustration dazu ein Zitat eines Architekten:

Es gibt in gewissen Situationen viel effektivere und situationsgerechte Lösungen, die weniger Wartung und Haustechnik mit sich bringen. Zum Beispiel bei einem Einfamilienhaus in den Bergen wäre es nicht nötig das Haus künstlich zu belüften, da die Luft draussen ja gut ist und es weniger Abgase und Lärmemissionen gibt als in der Stadt. [...] Man könnte das Haus viel einfacher mit Stosslüften durch den Kamineffekt durchlüften. Die Luft ist immer frisch bei Minergie, da es eine kontinuierliche Umwälzung gibt. Im urbanen Umfeld ist dies sinnvoll, in den Bergen dagegen nicht. (Architekt)

2.1.4 Zertifizierung

Den Zertifizierungsprozess beurteilt die eine Hälfte der Befragten in der Rückblende als *angemessen*, die andere – von wenigen ohne Urteil abgesehen – als zu aufwändig. Besonders hart kritisieren die Fachplanenden den Prozess.

Tabelle 20: Beurteilung des Zertifizierungsprozesses nach Zielgruppen

„Wie beurteilen Sie den Zertifizierungsprozess in der Rückblende?“	Zielgruppe		
	Bauherrschaften (n=990)	Architekt/innen (n=260)	Fachplanende (n=178)
Angemessen	53%	48%	34%
Eher aufwändig	26%	35%	42%
Sehr aufwändig	11%	12%	20%
Weiss nicht/keine Angabe	10%	5%	5%

Diejenigen Personen, die den Zertifizierungsprozess als aufwändig empfunden haben, hatten die Möglichkeit, dies mit eigenen Worten zu *begründen*. Am häufigsten erwähnt werden dabei der grosse administrative Aufwand und die vielen Formulare, die für die Zertifizierung nötig seien. Wiederholt fällt in diesem Zusammenhang das Stichwort „Papierkrieg“. Auch der grosse Aufwand, der für Nachweise und Berechnungen notwendig sei, wird immer wieder genannt. Ohne den Einbezug von Fachpersonen sei der ganze Zertifizierungsprozess ausserdem gar nicht zu bewältigen. Dies wiederum würde sehr hohe Kosten nach sich ziehen, die noch zu den eigentlichen Zertifizierungskosten hinzukommen. Auch wird der Zertifizierungsprozess von vielen Befragten als zu langwierig empfunden. Vor allem die Wartezeit bei der Prüfung des Antrags sei zu lange. Zudem wird bemängelt, dass der Prozess zu bürokratisch sei und die Zertifizierungsstelle zu stark auf irrelevante Details fokussiere, wodurch der Praxisbezug verloren gehe.

Die Resultate der *qualitativen Befragung* zeigen, dass die Zertifizierung vor allem von Seiten der Bauherrschaften als wichtig und sinnvoll empfunden wird. Ihre Devise lautet: wenn schon mit Minergie bauen, dann auch gleich richtig. Ein Gesprächspartner, der für den Bau eines Gemeindehauses zuständig war, betont dabei, dass das Zertifikat bei einem öffentlichen Bau auch deshalb wichtig sei, um sich gegenüber der Öffentlichkeit und den Stimmbürger/innen zu rechtfertigen. Auch wird wiederholt erwähnt, dass das Zertifikat bei einem Wiederverkauf wichtig sei. Vor allem professionelle Bauherren



unterscheiden in diesem Zusammenhang aber zwischen unterschiedlichen Zielgruppen. So sei das Minergie-Label vor allem im Bereich Stockwerk-Eigentum interessant. Im Mietbereich schaffe es für Investoren hingegen kaum einen Mehrwert, da Mieter/innen häufig kaum speziell an Minergie interessiert seien.

Die qualitativen Interviews bestätigen auch, dass der Zertifizierungsprozess tendenziell als aufwändig und (zu) teuer empfunden wird. Es gibt auch Fachleute, die sich deshalb – selbst wenn die Standards eigentlich erfüllt sind – vorstellen können, auf die Zertifizierung zu verzichten oder dies bereits machen, wie folgender Fachplaner erzählt:

Ich mache am liebsten und wenn es geht nur noch Bauten mit Gleichwertigkeit – oder besser als Minergie. Ich bin in dieser Hinsicht ein Trittbrettfahrer, der das Wissen etc. der Handwerker und Fachleute, das sie durch Minergie erworben haben, in Anspruch nimmt und anwendet, aber der die letztendliche Zertifizierung dann weglässt. Denn die Subventionen, die man durch Minergie bekommt, werden fast vollständig von der Zertifizierung wieder aufgefressen. Bei einer Zertifizierung bin ich durch meinen Zeitaufwand eigentlich immer in den roten Zahlen, da ich für diesen riesigen Aufwand einfach zu wenig bezahlt bekomme. (Fachplaner)

Auch wird die Zertifizierungsbehörde von den Interviewpartnern wiederholt als wenig flexibel und zu bürokratisch bezeichnet. In diesem Zusammenhang wird auch kritisiert, dass bei Minergie alternative, aber ebenso nachhaltige und energiesparende Lösungen keinen Platz hätten, wenn sie nicht ins vorgegebene Schema passen:

Die Zertifizierungsbehörde macht es einem schwer mit ihrem Normdenken, weil die Leute dort stark ideologisch denken. Es gibt verschiedene Wege, um einen ökologischen Beitrag zu leisten, aber sie sind nur auf die ihnen vertrauten beschränkt. Die Behörde sollte offener sein und alternative Lösungswege akzeptieren. (Architekt)

Was in den qualitativen Interviews im Zusammenhang mit der Zertifizierung ebenfalls – insbesondere von Seiten der professionellen Bauherren – zur Sprache kommt, ist die Tatsache, dass Minergie ausschliesslich ein Schweizer Label ist. Grosse, auch international tätige Unternehmen können das Label deshalb nur beschränkt für die Vermarktung brauchen. Ein international anerkanntes Label hingegen könnte hier zusätzliche Anreize schaffen. Tatsächlich habe Minergie in diesem Segment bereits Konkurrenz von ausländischen Labels erhalten, wie dieser professionelle Bauherr berichtet:

Der Minergie-Hype hat etwas abgenommen. Bei Eigenheimen ist Minergie noch immer ein Dauerbrenner [...], aber bei kommerziellen Liegenschaften hat das Minergie-Label Konkurrenz von ausländischen Labels erhalten, beispielsweise beim Prime Tower in Zürich. (Bauherr)

2.1.5 Rückblick

Knapp vier von fünf Bauherrschaften würden auch heute wieder *nach dem gleichen Minergie-Standard bauen*, nur ganz wenige überhaupt nicht mehr in Minergie. Unter denjenigen, die heute einen anderen Standard wählen würden, hat es manche, die heute gar keine Zertifizierung mehr anstreben würden. Besonders gross ist der Anteil der Wechselwilligen bei Minergie-Neubauten (ganz weg von Minergie) und bei Minergie-P-Neubauten (hin zu anderen Standards).



Tabelle 21: Rückblick nach Standards

„Würden Sie heute wieder nach dem ... Standard bauen?“	Standards			
	Minergie Neubauten (n=251)	Minergie Umbauten (n=321)	Minergie-A Neubauten (n=22)	Minergie-P Neubauten (n=396)
Ja	76%	81%	86%	76%
Nein, aber in einem anderen Standard*	10%	9%	9%	18%
Nein, in keinem Minergie-Standard mehr	8%	3%	0%	2%
Weiss nicht/keine Angabe	7%	8%	5%	4%

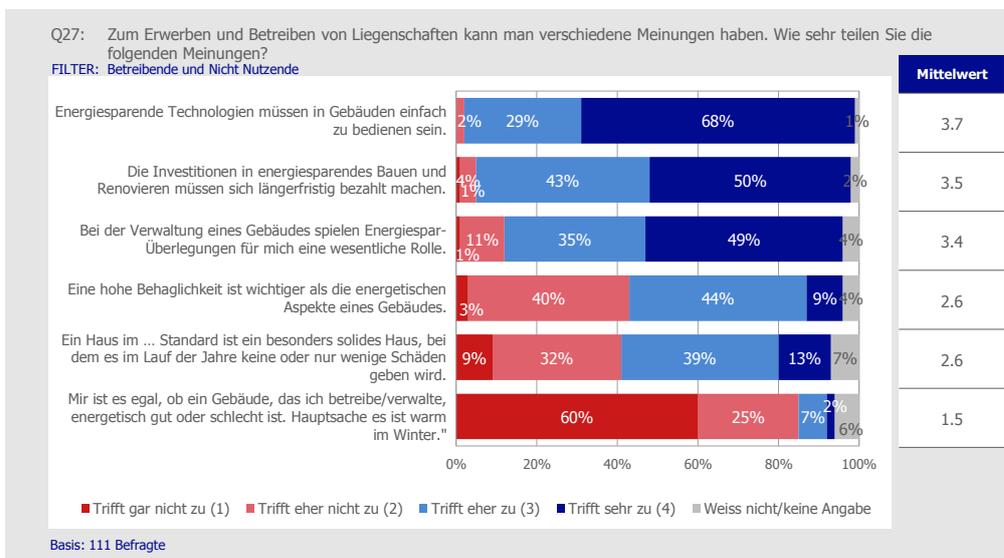
*Die Befragten konnten in einem zusätzlichen Fenster den von ihnen bevorzugten Standard nennen. Von den 126 Antwortenden wurde in 14 Fällen explizit darauf verwiesen, man würde heute wieder mit einem Minergie-Standard bauen, aber ohne Zertifizierung.

2.2 Betreibende

2.2.1 Einstellungen

Auch Personen, die ein Minergie-Gebäude betreiben bzw. verwalten, wurden sechs Statements vorgelegt, die sie auf einer Viererskala von „trifft sehr zu“ bis „trifft gar nicht zu“ beurteilen konnten. Die Statements thematisierten ebenfalls das Umfeld von Minergie-Objekten und waren ähnlich gehalten wie diejenigen bei der Befragung von Bauherrschaften, Architekt/innen und Fachplanenden. Anders als bei diesen Zielgruppen stand hier aber nicht das Bauen und Renovieren im Vordergrund, sondern das Erwerben und Betreiben von Minergie-Liegenschaften. Die Antworten zu diesen Statements sollen einen Gesamteindruck zu den Intentionen vermitteln, mit welchen Betreibende ihre Aktivitäten im Minergie-Umfeld angehen.⁵⁹

Abbildung 13: Einstellungen zum Erwerben und Betreiben von Minergie-Liegenschaften



⁵⁹ Die Frage wurde nur jenen Betreibenden gestellt, die die entsprechende Liegenschaft aktuell nicht selber auch nutzen.



Auch Betreibende sind nahezu vollständig der Ansicht, energiesparende Technologien müssten *einfach bedienbar* sein. Ebenso einhellig wird die Meinung vertreten, Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren müsse sich *längerfristig bezahlt machen*. Eine grosse Mehrheit steht ferner hinter der Feststellung, bei der Verwaltung eines Gebäudes würden *Energiespar-Überlegungen für sie eine wesentliche Rolle* spielen.

Umstritten ist hingegen, ob ein Haus im jeweiligen Minergie-Standard zwangsläufig *ein besonders solides Haus* ist, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben wird. 52% bejahen, 41% verneinen.

Dass der Nutzungskomfort aus der Sicht der Betreibenden nicht absolute Priorität genießt, zeigen die Antworten auf die beiden letzten Statements: Nur knapp die Hälfte der befragten Betreibenden ist der Ansicht, *eine hohe Behaglichkeit sei wichtiger* als die energetischen Aspekte eines Gebäudes. Und kaum jemand mag sich damit einverstanden erklären, es sei ihm/ihr egal, ob ein Gebäude, das er/sie betreibe bzw. verwalte, energetisch gut oder schlecht sei. Hauptsache sei, dass es im Winter warm sei im Haus.

Die *qualitativen Interviews* zeigen ein sehr breites Spektrum bezüglich Stellenwert von Minergie bei Immobilien-Maklern und -Verwaltungen. Die einen haben nur vereinzelt Minergie-Gebäude in ihrem Portfolio, während die andern – zumindest bei Neubauten – voll auf Minergie setzen. Nachhaltigkeitsüberlegungen spielen dabei eine Rolle, im Zentrum stehen aber häufig eher finanzielle Gründe. Mehrere der befragten Immobilienunternehmen setzen das Minergie-Label gezielt als Verkaufsargument ein. Ein Gesprächspartner, der hauptsächlich für den Verkauf von Immobilien zuständig ist, spricht auch die günstigen Finanzierungs-Bedingungen an:

Bei den Neubauten wird bei uns immer nach Minergie-Standards gebaut, weil die Käufer dann ihr Eigentum günstiger finanzieren können. Also wegen der Fördergelder und der Banken, die günstigere Zinsen anbieten. Zudem ist Minergie etwas, was die Käufer kennen und daher nachfragen – sie wissen zwar nicht, was Minergie genau bedeutet, aber sie kennen das Label. [...] Marketingmässig ist Minergie ein hervorragendes Instrument! (Vertreter Immobilienunternehmen)

Im Mietbereich scheint das Minergie-Label bei der Vermarktung hingegen eine weniger wichtige Rolle zu spielen, wie folgendes Zitat verdeutlicht:

Wir setzen Minergie zwar als Argument ein, aber bei der Vermietung macht es letztlich keinen grossen Unterschied aus, ob ein Gebäude Minergie ist oder nicht. Es geht vielmehr um den Standort, den Preis und die Raumaufteilung, die wichtiger sind. Bei einem Wohnungskauf ist das eventuell anders als beim Mieten. (Vertreterin Immobilien-Verwaltung)

2.2.2 Beobachtete Situation

Werden Storen oder Fensterläden durch die Nutzenden im Winter aktiv als Sonnenschutz eingesetzt? Ein Drittel der befragten Betreibenden kann oder will diese Frage nicht beantworten⁶⁰. Eine relativ kleine Mehrheit der Antwortenden ist überzeugt, dass Storen oder Fensterläden zumindest manchmal im Winter als Sonnenschutz eingesetzt werden. Hingegen beobachten nur wenige Betreibende, dass in ihren Liegenschaften im Winter Fenster über längere Zeit hinweg gekippt sind.

⁶⁰ Inkl. Personen mit Gebäuden, deren Storen automatisch gesteuert sind bzw. die weder Storen noch Fensterläden haben.



Nahezu unbestritten ist unter den Betreibenden, dass die Nutzenden *im Sommer* entsprechende Massnahmen ergreifen und die Storen bzw. Läden aktiv als Sonnenschutz nutzen. Ferner gehen die Betreibenden davon aus, dass ihre *Nutzenden im Winter eine Raumtemperatur von 21-22 Grad* wünschen⁶¹.

Die im Rahmen der *qualitativen Interviews* befragten Vertreter/innen von Immobilienunternehmen haben häufig den Eindruck, dass sich ihre Mieter/innen (noch) nicht so verhalten, wie sie das in einem Minergie-Gebäude eigentlich sollten. Ein Grund dafür sei, dass diese zu wenig über das Prinzip von Minergie informiert seien. Andererseits seien viele Mieter/innen auch nicht bereit, Einbussen beim Komfort in Kauf zu nehmen. So würden viele Mieter falsch lüften und zu viel heizen. Die Konsequenz davon ist, dass der Energieverbrauch höher ist, als vorgesehen. Folgendes Zitat illustriert dies:

Der Energieverbrauch ist zu hoch, weil Mieter zu stark heizen und zu viel lüften. Es braucht Zeit, bis ein Umdenken stattfindet. Die Erwartung ist, dass die Mieter Ihr Verhalten anpassen und weniger heizen, wenn sie die hohe Heizrechnung sehen. (Vertreterin Immobilienunternehmen)

Auch die befragten Hauswarte teilen den Eindruck, dass vielen Bewohner/innen das Verständnis für Minergie fehle. Gemäss ihrer Einschätzung wird vor allem das Prinzip der kontrollierten Lüftung oft nicht verstanden. Entsprechend werde zu viel oder zu wenig gelüftet oder die Lüftung mit einer Klimaanlage verwechselt. Die Hauswarte bestätigen auch die Aussagen der Nutzenden selber, wonach es im Winter eher zu trocken sei. Auch würden sie oft hören, dass der Boden zu kalt sei und vor allem ältere Leute würden es im Winter generell als zu kalt empfinden. Trotzdem haben die Hauswarte den Eindruck, dass die Bewohner/innen mehrheitlich zufrieden seien mit dem Wohnklima.

2.2.3 Selbstberichtetes Verhalten

Die meisten Betreibenden *bedienen ihre technischen Anlagen (Heizung/Komfortlüftung) selber*. Bei Einfamilienhäusern ist dies fast ausnahmslos der Fall, bei Mehrfamilienhäusern und Verwaltungsbauten immerhin in zwei von drei Fällen.

Bei knapp einem Drittel aller Objekte wurden die technischen Anlagen bisher nur bei der Inbetriebnahme überprüft, in Einzelfällen nicht einmal zu diesem Zeitpunkt. *Der Umgang mit solchen Überprüfungen* ist je nach Gebäudetyp recht unterschiedlich, wie Tabelle 22 zeigt.

Tabelle 22: *Umgang mit Überprüfungen technischer Anlagen nach Gebäudetyp*

„Wurden oder werden die Einstellungen und die Funktionsweise der Heizungs- und der Komfortlüftungsanlage überprüft?“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=598)	Mehrfamilienhäuser (n=162)	Verwaltungsbauten (n=102)
(Bisher) keine Überprüfung	5%	1%	3%
Nur bei Inbetriebnahme	35%	28%	13%
Im Rahmen einer Betriebsprüfung ⁶²	8%	5%	9%
Regelmässig in jeder Heizperiode	14%	33%	26%
Regelmässig, aber seltener	10%	7%	9%
Bei Bedarf	26%	21%	36%
Weiss nicht/keine Angabe	5%	6%	4%

⁶¹ Der Median aller Antworten liegt bei 22.0 Grad.

⁶² In den meisten Fällen fand diese Betriebsprüfung spätestens 3 Jahre nach Inbetriebnahme statt.



Im Rahmen der Begehungen für die Energieverbrauchsauswertung zeigte sich jedoch, dass die Angaben zur Betriebsprüfung mit Vorsicht zu interpretieren sind. Teilweise scheinen die Verantwortlichen vor Ort der Meinung zu sein, dass das Service-Abonnement für die Heizung eine solche Überprüfung der Einstellungen umfasse und setzen diesen Service mit Betriebsprüfung gleich. Mit Betriebsprüfung wäre allerdings eine Prüfung und Optimierung der gesamten Einstellungen gemeint, was im reinen Service in der Regel nicht enthalten ist.

Nur ganz vereinzelt wurde nach Darstellung der Betreibenden im Übrigen in deren Liegenschaft bisher *Schimmelpilz festgestellt*.

Die *qualitativen Interviews* mit Vertretern von grossen Immobilienunternehmen zeigen, dass der Aufwand für die Verwaltung und den Betrieb von Minergie-Gebäuden tendenziell grösser ist. Insbesondere die regelmässigen Filterwechsel bedeuten einen Mehraufwand. Teilweise könne dies der/die Hauswart/in selber machen, häufig würden dazu aber auch spezialisierte Serviceleute vorbeikommen. Vor allem in der Anfangsphase des Betriebs sei zudem ein „Fine Tuning“ des Systems unerlässlich. Sobald dieses System aber einmal laufe, nehme der Arbeitsaufwand für den Betrieb ab. So gibt eine Immobilien-Verwalterin zu Protokoll, dass sie – vorausgesetzt, das System läuft – kaum mehr Aufwand mit unzufriedenen Mieter/innen bezüglich Lüftung und Wärme habe. Es gibt aber auch unter den Betreibenden Stimmen, die darauf hinweisen, dass die Minergie-Gebäude aufgrund der komplexen Technik besonders fehleranfällig seien. Die im Rahmen der qualitativen Gespräche befragten Hauswarte sehen die spezielle Herausforderung im Betrieb von Minergie-Gebäuden denn auch darin, dass hier alles aufeinander abgestimmt sei:

Minergie ist ‚sehr dicht‘ gebaut. Das heisst, das System ist sehr fein abgestimmt. Die verschiedenen Komponenten (Wände, Lüftung, Heizung, usw.) sind aufeinander abgestimmt und überlappen bzw. beeinflussen einander. Ein kleines Detail, das fehlerhaft ist, etwas was man übersehen hat, kann eine grosse Auswirkung haben, zum Beispiel Schimmel wegen Fehler in der Lüftung oder Luftfeuchtigkeit. (Hauswart)

Aus Sicht der Hauswarte ist die regelmässige und gründliche Wartung der technischen Anlagen bei Minergie-Gebäuden also speziell wichtig. Der Hauswart einer Liegenschaft mit Eigentumswohnungen sieht insbesondere Handlungsbedarf bei den Eigentümern:

Mit Minergie gibt es wenige Probleme, wenn die Anlagen richtig gewartet werden. Aber der Gebäudeunterhalt muss gemacht werden, beispielsweise müssen die Filter regelmässig ausgetauscht werden, sonst funktioniert das System nicht mehr richtig. Viele Eigentümer meinen offenbar, alles laufe von selber und achten zu wenig auf die korrekte Wartung. (Hauswart)

Umstritten ist bei den Immobilien-Verwaltungen, wie sehr die Bewohner/innen von Mehrfamilienhäusern idealerweise in der Lage sein sollten, die Systeme selber steuern zu können. So sei eine zentrale Steuerung von Lüftung/Heizung in der Regel zwar kostengünstiger und der Unterhalt einfacher zu organisieren. Gleichzeitig brauche es aber viel Zeit, bis alle betroffenen Parteien einigermassen mit den Einstellungen zufrieden seien. Auch hätten viele Bewohner/innen das Bedürfnis, selber in das System eingreifen zu können. Gerade im Bereich Büro-Gebäude scheint eine zentrale Steuerung der Technik allerdings deutliche Vorteile aufzuweisen. Dazu folgende Aussage eines Immobilien-Verwalters, der auf grosse Büro-Gebäude spezialisiert ist:

Die Gebäudeverwalter sind weniger dem Verhalten der Mitarbeitenden ausgeliefert. Im sehr heissen Sommer 2015 konnte im Minergie-P Gebäude die Temperatur auf 24-25°C gehalten werden. Es gab



keine Beschwerden von Mitarbeitenden. [...] In einem anderen, konventionellen Gebäude mit 500 Mitarbeitenden, wo die Mitarbeitenden sich nicht an die Lüftungsvorschriften hielten, war es hingegen den ganzen Sommer hindurch viel zu heiss. (Vertreter Immobilien-Verwaltung)

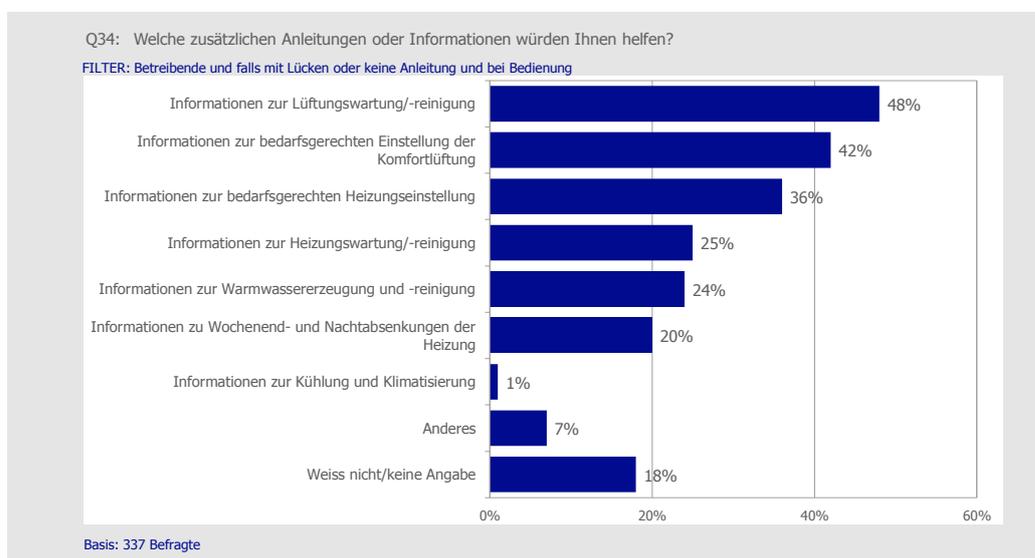
Derselbe Immobilien-Verwalter räumt auch ein, dass die einzelnen Mitarbeitenden dadurch gleichzeitig der Technik „ausgeliefert“ seien. Da das Gebäudeleitsystem aber laufend alle Werte aufzeichne und speichere, könne das System ständig angepasst und auf die Bedürfnisse der Mitarbeitenden abgestimmt werden. Dazu folgendes Zitat:

Beschwerden werden sehr ernst genommen. Einerseits um die Mitarbeitenden zu schützen. Andererseits da man die negativen Seiten des Systems kennenlernen will. Die Anlage ist nicht einfach von Anfang an perfekt eingestellt, sondern es muss ein Fine Tuning geben. (Vertreter Immobilien-Verwaltung)

2.2.4 Informationsstand

Zwei Drittel aller Betreibenden haben Informationen zum Thema Fensterlüften erhalten. Ähnlich viele haben eine lückenlose Dokumentation für technische Anlagen bekommen, sei es mündlich oder schriftlich. Dort, wo keine lückenlosen Dokumente vorliegen, fehlen vorab Informationen zur Lüftungswartung und -reinigung sowie zur bedarfsgerechten Einstellung von Komfortlüftung oder Heizung (vgl. Abbildung 14). Insbesondere bei den Mehrfamilienhäusern ist der Anteil von Betreibenden, die zusätzliche Informationen zur Einstellung von Lüftung und Heizung wünschen würden, mit 48% bzw. 45% hoch. Die Beobachtung bei den Begehungen bestätigt, dass Einstellungsprobleme oft ein Thema sind.

Abbildung 14: Fehlende Informationen für Betreibende



Nur bei wenigen Mehrfamilienhaus-Objekten (5%) wurden die Nutzenden gemäss Aussage der Betreibenden nicht in die spezifischen Eigenheiten eines Minergie-Gebäudes eingeweiht. Allerdings scheinen sich viele Nutzende nicht mehr an diese Information zu erinnern, wie die Befragung der Nutzenden zeigt (vgl. Kapitel 2.3.2). Bei den Verwaltungsbauten ist der Anteil von nicht aktiv informierten Nutzenden gemäss Aussagen der Betreibenden mit 11% deutlich höher.



Tabelle 23: Information der Nutzenden nach Gebäudetyp (Mehrfachantwort möglich)

„Wurden bzw. werden die Mieter über die Eigenheiten des Gebäudes und das richtige Verhalten in einem Minergie-Gebäude informiert?“	Gebäudetyp	
	Mehrfamilienhäuser (n=162)	Verwaltungsbauten (n=102)
Nein	5%	11%
Ja, mit Infoblatt beim Einzug	36%	18%
Ja, mündliche Instruktion beim Einzug	62%	49%
Ja, periodischer Versand Infoblatt	4%	5%
Ja, anderes	4%	5%
Weiss nicht/keine Angabe	3%	17%

Die meisten Vertreter/innen der Immobilienunternehmen geben in *qualitativen Interviews* zu Protokoll, dass sie den Mieter/innen beim Einzug ein Infoblatt zu Minergie abgeben. Allerdings würden sie sich hier teilweise noch mehr Unterstützung wünschen. So regt eine Immobilien-Verwalterin an, dass die Minergie-Fachstelle einen Flyer für Mieter/innen über das Verhalten in Minergie-Wohnungen zur Verfügung stellen könnte. Eine andere Immobilien-Verwalterin wünscht sich, dass auch in den Medien mehr über Minergie und deren Entwicklung berichtet würde. Denn vielfach würden in der Öffentlichkeit und auch bei Mieter/innen noch viele alte Klischees zu Minergie kursieren.

Die Hauswarte, die im Rahmen der qualitativen Interviews befragt wurden, fühlen sich selber grundsätzlich gut über die Technik informiert. Anfangs wurden sie in der Regel persönlich von Vertreter/innen der Gerätehersteller und/oder der Baufirma instruiert. Ausserdem stehen ihnen Bedienungsanleitungen zur Verfügung. Abhängig von ihrem eigenen fachlichen Hintergrund ziehen sie aber vor allem bei ungewöhnlichen Fällen auch externe Fachpersonen bei.

2.2.5 Ausblick

Werden Sie *in Zukunft weitere Minergie-Gebäude betreiben* bzw. *verwalten*? Diese Frage zielt darauf ab, zu erfassen, wie eng die Bindung der Betreibenden mit dem Standard des in der Befragung erwähnten Objekts aufgrund ihrer Erfahrungen ist. Mit Bestimmtheit keine weiteren Minergie-Gebäude betreiben will knapp die Hälfte der Befragten. Dabei muss allerdings offenbleiben, ob sie sich damit von Minergie abwenden oder ob sie einfach keine weiteren Objekte mehr betreiben wollen. Die Tatsache, dass Betreibende von Einfamilienhäusern besonders oft diese Antwort geben, deutet auf Letzteres hin. Auffallend gross ist ferner bei allen drei Gebäudetypen der Anteil derjenigen, die gar keine Antwort geben. Auch das deutet darauf hin, dass sich für viele die Frage nach dem künftigen Verhalten bei anderen Gebäuden derzeit nicht stellt.

Tabelle 24: Bereitschaft, weitere Minergie-Objekte zu betreiben

„Werden Sie in Zukunft weitere Minergie-Gebäude betreiben/verwalten?“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=598)	Mehrfamilienhäuser (n=162)	Verwaltungsbauten (n=102)
Ja, tun wir unterdessen schon	8%	18%	26%
Ja, werden wir bei Gelegenheit machen	10%	17%	31%
Nein	51%	38%	21%
Weiss nicht/keine Angabe	31%	28%	22%



2.3 Nutzende

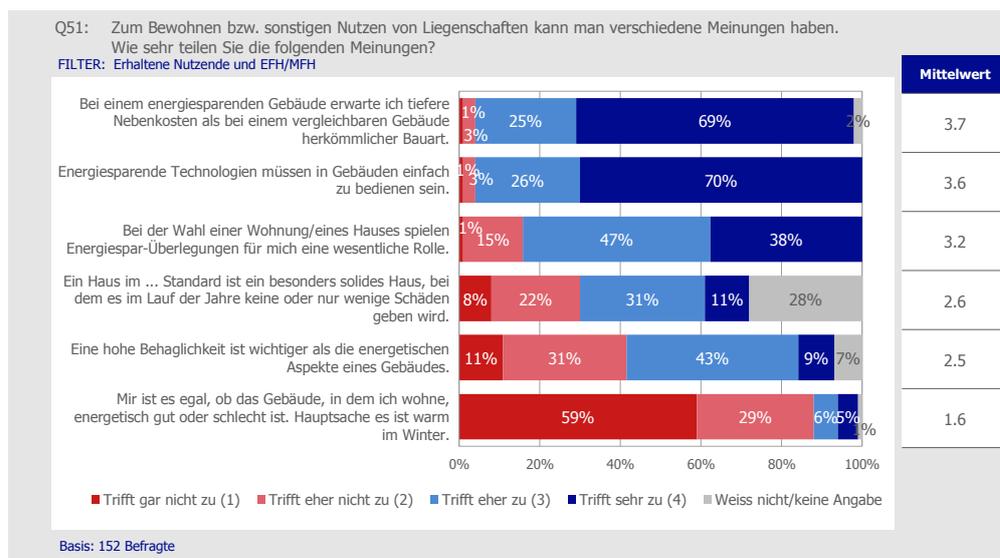
2.3.1 Einstellungen

Analog zu den anderen Zielgruppen wurden auch den Nutzenden sechs Statements zum Bewohnen bzw. sonstigen Nutzen von Liegenschaften zur Beurteilung vorgelegt. Praktisch unbestritten bleibt, dass energiesparende Technologien in Gebäuden *einfach bedienbar* sein müssen. Auch wird erwartet, dass ein energiesparendes Gebäude *tiefere Nebenkosten* (für die Nutzenden) nach sich zieht. Ferner bestätigt eine grosse Mehrheit, dass *Energiespar-Überlegungen* bei der Wahl einer Wohnung⁶³ für sie eine wesentliche Rolle spielen.

Umstritten ist unter den Nutzenden hingegen, ob eine *hohe Behaglichkeit* wichtiger ist als die energetischen Aspekte des Gebäudes und ob ein Minergie-Haus per se ein *besonders solides Haus* sei. Bei letzterer Frage fällt der begrifflicherweise grosse Anteil von Enthaltungen auf, weil wohl manchen Nutzenden das Wissen fehlt, um diese Frage beantworten zu können.

Nur wenige stellen sich schliesslich hinter die Behauptung, ihnen sei es egal, ob das Gebäude, in dem sie wohnen, energetisch gut oder schlecht sei. *Hauptsache sei es, im Winter warm* zu haben. Das zeugt von einem intakten ökologischen Bewusstsein (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 15: Einstellungen zum Wohnen in energiesparenden Liegenschaften



Die *qualitativen Interviews* bestätigen, dass ökologische Überlegungen bei Nutzenden von Minergie-Häusern eine wichtige Rolle spielen. Bei jenen, welche ihr Haus selber gebaut haben, steht dieser Aspekt besonders stark im Vordergrund.

Minergie heisst Energie sparen. Das ist ja unser zukünftiges Hauptproblem, also sollte man sein Haus mit eigener Energie betreiben, das ist phantastisch! Wir wollten beweisen, dass es funktioniert! (Nutzer/Bauherr MFH Minergie-P)

Für Bewohner/innen von Minergie-Häusern, die nicht gleichzeitig die Bauherrschaft innehatten, scheint Minergie hingegen häufig ein willkommenes Plus, nicht aber der Hauptgrund für den Einzug zu sein. Dies gibt auch folgende Bewohnerin eines Minergie-Hauses zu Protokoll:

⁶³ Nutzende von Verwaltungs-Liegenschaften wurden dazu nicht befragt.



Le budget a permis d'acheter une maison Minergie, et j'en suis très contente car je voulais une maison qui fasse attention à l'environnement. Mais si ma maison n'avait pas été Minergie je l'aurais acheté quand même. (Nutzerin EFH)

2.3.2 Informationsstand

Nur gut die Hälfte der Nutzenden kann sich erinnern, *Informationen zum Thema Fensterlüften* erhalten zu haben. Bei Mehrfamilienhäusern sind es etwas mehr als bei Einfamilienhäusern und Verwaltungsgebäuden.

Tabelle 25: Informationen zum Fensterlüften erhalten nach Gebäudetyp

„Haben Sie Informationen zum Fensterlüften für Ihr Gebäude erhalten?“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=615)	Mehrfamilienhäuser (n=223)	Verwaltungsbauten (n=92)
Ja	54%	65%	55%
Nein	35%	27%	28%
Weiss nicht/keine Angabe	11%	8%	17%

Ein ähnlich grosser Anteil kann aufgrund der Nebenkosten-Abrechnungen sehen, *wie hoch ihre Energiekosten für die Heizung* sind bzw. *wie hoch ihr Energieverbrauch für die Heizung* ist. Dabei handelt es sich grösstenteils um dieselben Personen. Wer über die Energiekosten für die Heizung informiert ist, weiss in der Regel auch über deren Energieverbrauch Bescheid.

Sogar nur eine Minderheit der Nutzenden kann aufgrund der Nebenkosten-Abrechnungen sehen, *wie hoch ihre Energiekosten bzw. der Energieverbrauch für Warmwasser* sind. Auch hier sind jene Personen, welche die Energiekosten sehen können, normalerweise auch über den Energieverbrauch für Warmwasser informiert.

Auffallend ist, dass in allen vier Situationen Nutzende in Mehrfamilienhäusern besonders gut informiert sind (vgl. Tabelle 26). Hingegen fehlen solche Informationen signifikant häufiger bei Minergie-P Neubauten⁶⁴, verglichen mit den anderen drei in die Befragung einbezogenen Standards.

Tabelle 26: Informationen zu Energiekosten bzw. –verbrauch nach Gebäudetyp (Ja-Anteile)

„Können Sie aufgrund der Nebenkostenabrechnung sehen...“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=615)	Mehrfamilienhäuser (n=223)	Verwaltungsbauten (n=92)
Energiekosten Heizung	53%	72%	52%
Energieverbrauch Heizung	48%	64%	51%
Energiekosten Warmwasser	37%	64%	32%
Energieverbrauch Warmwasser	34%	57%	32%

⁶⁴ Bei Minergie-P-Gebäuden kann gemäss den kantonalen Energievorschriften in der Regel auf eine verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung verzichtet werden.



Aus den *qualitativen Interviews* wird ersichtlich, wie unterschiedlich der Informationsstand der einzelnen Nutzenden ist. Während die einen von einem Spezialisten persönlich in die Bedienung der Lüftung eingeführt wurden, verweisen andere auf schriftliche Anleitungen:

Es gibt eine nützliche Kurzanleitung, daneben eine ausführliche Bedienungsanleitung. Diese braucht man aber nicht, da es sehr schnell zu komplex wird – man hat ja nicht so oft damit zu tun. Nicht die Bedienungsanleitung ist schlecht, sondern das Thema an sich ist kompliziert. (Nutzer EFH)

Wie viel jemand über die Haustechnik weiss, hängt aber auch mit dem eigenen Interesse daran zusammen. Vor allem jene Nutzenden, die ihr Haus selber gebaut haben, scheinen häufig über eine gewisse Technik-Affinität zu verfügen und sich dadurch auch stärker für die Funktionsweise ihres Minergie-Gebäudes zu interessieren. Andere Bewohner/innen scheinen hingegen weniger Verständnis dafür zu zeigen, wie aus der folgenden Aussage eines Hauswarts deutlich wird:

Die Bewohner sind nicht so gut orientiert über das was sie haben. Das heisst, sie verstehen oft nicht, wie die Lüftung funktioniert. Sie wurden mündlich informiert, haben es aber offenbar wieder vergessen. (Hauswart)

Auch wenn sie sich nicht immer an die Vorgaben halten, scheint den meisten Bewohnern allerdings durchaus bewusst zu sein, wie sie Energie sparen und damit die Kosten optimieren können. Indem sie beispielsweise weniger heizen oder die Lüftung nicht ausschalten oder voll aufdrehen. Grundsätzlich sind sich die im Rahmen der qualitativen Gespräche befragten Bewohner von Minergie-Häusern denn auch einig, dass sie von tieferen Betriebskosten bzw. Nebenkosten profitieren. Vor allem die Heizkosten seien in den Minergie-Häusern deutlich tiefer. Insbesondere unter den Hausbesitzenden gibt es aber auch Stimmen, die auf gleichzeitig höhere Unterhaltskosten hinweisen.

2.3.3 Situation und selbstberichtetes Verhalten

Die meisten Nutzenden können *selber Einstellungen zur Beeinflussung der Raumtemperatur und der Komfortlüftung vornehmen*. In Verwaltungsgebäuden ist der Anteil allerdings deutlich geringer als in Wohnhäusern (vgl. Tabelle 27). Und die meisten unter denjenigen, die ihre Raumtemperatur bzw. Komfortlüftung selber regeln können, *nutzen diese Möglichkeit auch aktiv*.

Tabelle 27: Möglichkeit zur Einstellung der Raumtemperatur nach Gebäudetyp

„Können Sie selbst Einstellungen an der Raumtemperatur (Heizungsregelung) vornehmen?“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=615)	Mehrfamilienhäuser (n=223)	Verwaltungsbauten (n=92)
Ja	95%	89%	76%
Nein	4%	9%	23%
Weiss nicht/keine Angabe	0%	2%	1%

Nur bei wenigen Nutzenden sind die Storen automatisch gesteuert oder es hat gar keine Storen bzw. Fensterläden. Unter denjenigen, die folglich selber Einfluss nehmen können, schliessen drei Viertel *im Sommer* tagsüber beim Verlassen von Wohnung bzw. Büro die Storen bzw. Fensterläden. Ein gleich grosser Anteil verhält sich analog bei Anwesenheit im Raum. Nur wenige schliessen hingegen *im Winter* die Storen oder Fensterläden als Sonnenschutz. Und nur bei wenigen (8%) kommt es gemäss ihrer Aussage vor, dass in beheizbaren Räumen die *im Winter Fenster länger als 30 Minuten pro Tag gekippt* sind.



Übereinstimmend mit den Betreibenden (vgl. Kapitel 2.2.3) melden nur wenige befragte Nutzende *Schimmelpilz*.

Die *qualitativen Interviews* verdeutlichen, dass die Nutzenden die Möglichkeit, die Lüftung und die Raumtemperatur selber zu regulieren, sehr schätzen und auch aktiv nutzen. Im Vordergrund stehen dabei weniger Energiespar-Überlegungen als der Wunsch, das Raumklima den eigenen Bedürfnissen entsprechend anzupassen. Bei Mehrfamilienhäusern sind die entsprechenden Möglichkeiten jedoch teilweise eingeschränkt bzw. zentral gesteuert, wie folgende Aussage einer Bewohnerin illustriert:

Sehr wichtig ist, dass eben die Temperatur individuell einstellbar ist. Es wäre sogar noch besser, wenn man in der Wohnung selbst die Temperatur regulieren könnte, statt dafür in den Keller gehen zu müssen, wo das dann von unserem Verwalter für uns alle gemacht wird. Das machen wir nicht selbst, sondern müssen ihn immer beauftragen, es für uns zu tun. (Nutzerin MFH)

Aus den Gesprächen mit den Nutzenden wird auch deutlich, dass es häufig eine gewisse Zeit bzw. ein gewisses Ausprobieren braucht, bis die idealen Einstellungen bezüglich Belüftung gefunden sind.

Die Einstellungen muss man einfach ausprobieren. Nachlesen kann man das nicht wirklich, die Einstellungen sind ja je Haus anders, da kommt dann einfach der Fachmann mit seinen Erfahrungen und seinem Vorwissen – und selbst der musste ja öfters kommen, weil es nicht gepasst hat. Es bleibt einfach ein ständiges Ausprobieren! (Nutzerin EFH)

Es zeigt sich auch, dass die idealen Einstellungen je nach individuellen Vorlieben und Jahreszeiten wieder anders sind. So berichten bei den qualitativen Interviews gleich mehrere Bewohner/innen, dass sie die Lüftung vor allem im Sommer abends oder nachts zwischendurch bewusst ausschalten und stattdessen die Fenster öffnen:

Bei den superheissen Temperaturen im Hochsommer kühlten wir in der Nacht anfangs mit der Lüftung. Dabei wird die angesogene warme Luft von aussen mit der kühleren Luft im Haus über den Wärmetauscher ausgeglichen. Deshalb haben wir uns angewöhnt, die Lüftung generell auszuschalten und in den kühleren Nächten zu lüften. (Nutzer EFH)

Die folgende Aussage eines Fachplaners verdeutlicht denn auch, dass das Verhalten der Bewohner sehr unterschiedlich ist und nur beschränkt durch Vorgaben gesteuert werden kann:

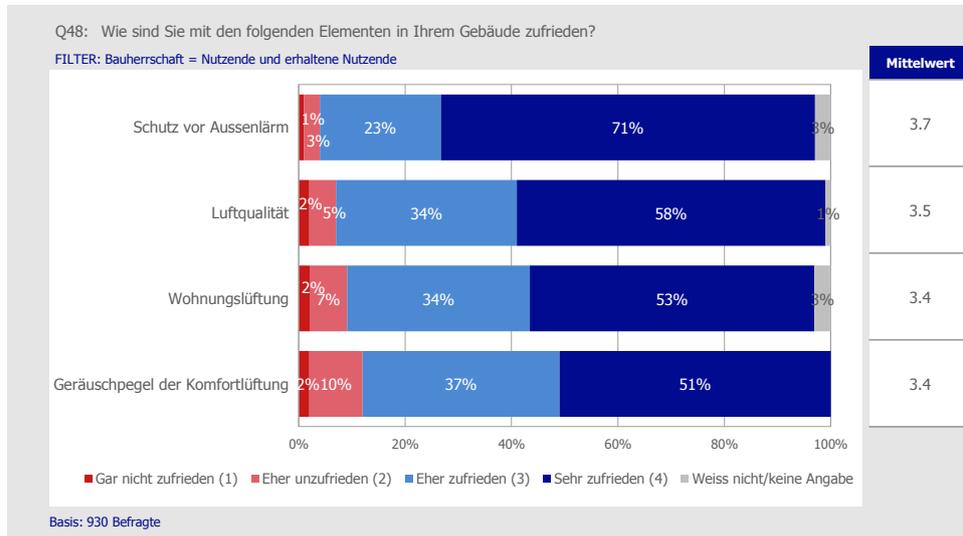
Minergie haben und Minergie leben sind schon zwei Paar Schuhe. Es ist sehr individuell, der eine möchte im Sommer bei offenem Fenster schlafen, der andere ist mit der Lüftung zufrieden. Man kann Vorgaben machen, aber ob das gelebt wird ist eine andere Frage. (Fachplaner)

2.3.4 Zufriedenheit

Die Nutzenden sind mit allen vier abgefragten Elementen hinsichtlich *Luft und Lärm* auf einer Viererskala von „gar nicht zufrieden“ (1) bis „sehr zufrieden“ (4) in hohem Mass zufrieden. Das schlechteste Ergebnis erzielt der Geräuschpegel der Komfortlüftung mit 12% Unzufriedenenen.



Abbildung 16: Zufriedenheit mit Elementen von Luft und Lärm



Besonders hoch ist dabei die Zufriedenheit bezüglich aller drei Luft-Elemente bei Einfamilienhäusern (vgl. Tabelle 28).

Tabelle 28: Zufriedenheit mit Luft und Lärm nach Gebäudetyp (Mittelwerte⁶⁵)

„Wie sind Sie mit den folgenden Elementen in Ihrem Gebäude zufrieden?“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=615)	Mehrfamilienhäuser (n=223)	Verwaltungsbauten (n=92)
Schutz vor Aussenlärm	3.7	3.7	3.6
Luftqualität	3.6	3.4	3.0
Lüftung	3.5	3.3	3.0
Geräuschpegel Komfortlüftung	3.4	3.3	3.4

Auffallend ferner die ebenfalls durchgehend hohen Werte bei Minergie-P Neubauten und den wenigen Minergie-A Neubauten (vgl. Tabelle 29).

Tabelle 29: Zufriedenheit mit Luft und Lärm nach Standard (Mittelwerte)

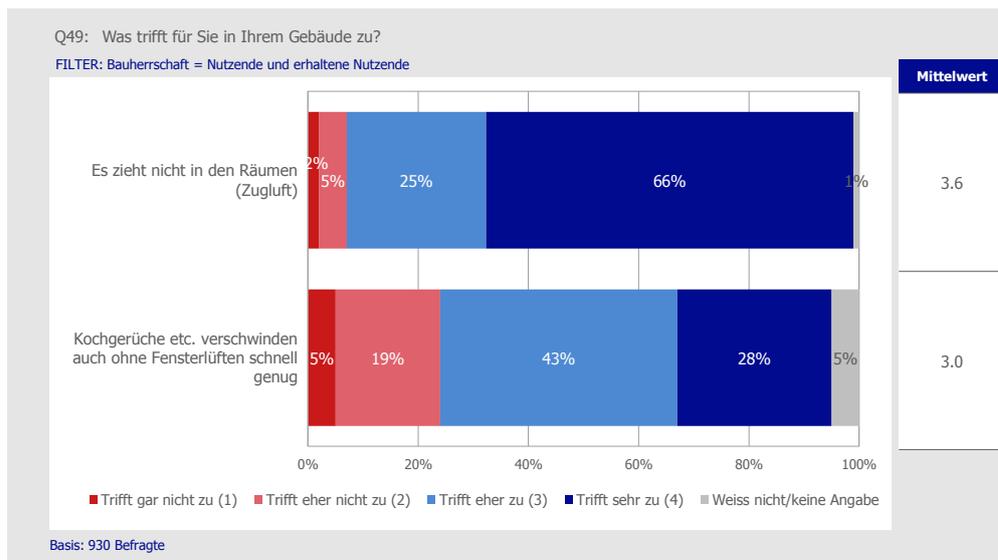
„Wie sind Sie mit den folgenden Elementen in Ihrem Gebäude zufrieden?“	Standards			
	Minergie Neubauten (n=275)	Minergie Umbauten (n=264)	Minergie-A Neubauten (n=19)	Minergie-P Neubauten (n=372)
Schutz vor Aussenlärm	3.6	3.7	3.6	3.7
Luftqualität	3.3	3.5	3.8	3.6
Lüftung	3.3	3.4	3.7	3.5
Geräuschpegel Komfortlüftung	3.4	3.3	3.5	3.4

⁶⁵ Auf der vorgängig eingeführten Viererskala kann ein Mittelwert von maximal 4.0 resultieren, Dies dann, wenn alle Befragten ausnahmslos die Bestnote „sehr zufrieden“ geben. Bei Werten unter 2.5 kippt eine mehrheitliche Zufriedenheit in eine mehrheitliche Unzufriedenheit.



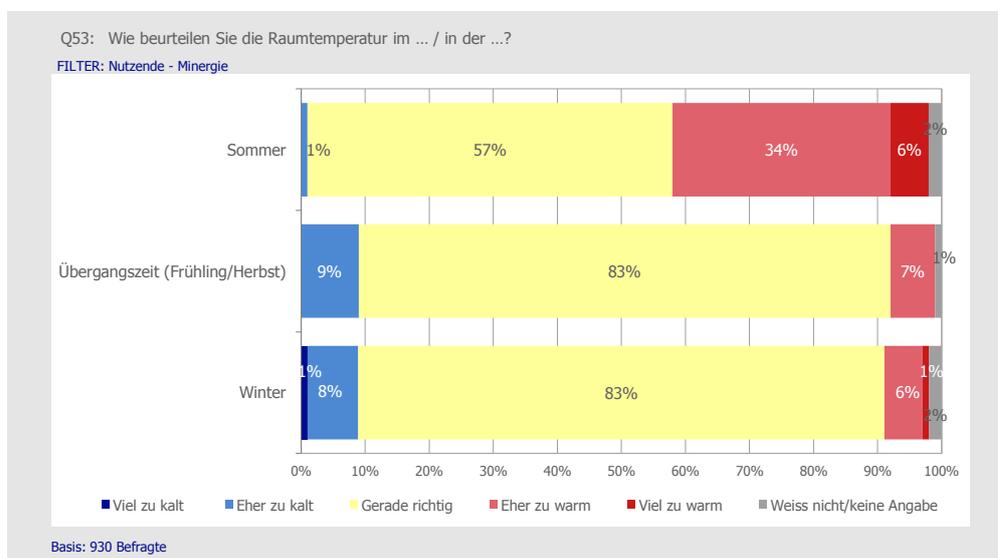
Während *Zugluft* nur ein marginales Problem darstellt, verschwinden *Kochgerüche* und ähnliches ohne Fensterlüften für rund ein Viertel der Befragten nicht schnell genug. Letzteres ist in Mehrfamilienhäusern deutlich häufiger der Fall als in Einfamilienhäusern. Auch ist die diesbezügliche Unzufriedenheit bei Minergie (Neu- und Umbauten) deutlich grösser als bei Minergie-P und vor allem den wenigen Minergie-A Neubauten (vgl. Abbildung 17).

Abbildung 17: Zufriedenheit mit Zugluft und Kochgerüchen



Mit der *Raumtemperatur* sind die Nutzenden je nach Jahreszeit unterschiedlich zufrieden. Problematisch ist es vor allem im Sommer, wo es fast der Hälfte zu warm wird. In der Übergangszeit und im Winter stimmt die Raumtemperatur für rund vier Fünftel der Befragten. Das restliche Fünftel verteilt sich gleichmässig auf die beiden gegensätzlichen Antworten „eher zu warm“ bzw. „eher zu kalt“. Über zu warme Räume im Sommer klagen vor allem die Nutzenden in Verwaltungsgebäuden. Besonders häufig zufrieden mit der Temperatur sind hingegen Nutzende von Minergie Umbauten.

Abbildung 18: Zufriedenheit mit der Raumtemperatur zu verschiedenen Jahreszeiten





Über die Hälfte empfindet schliesslich die *Raumluftfeuchtigkeit im Winter* als eher zu trocken (44%) oder gar als viel zu trocken (12%). In Mehrfamilienhäusern kommt diese Kritik besonders oft (vgl. Tabelle 30).

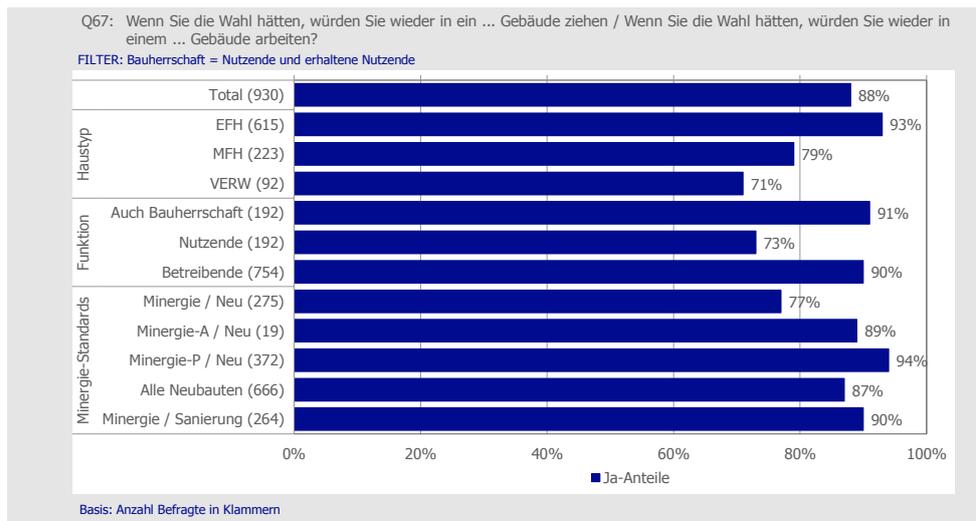
Tabelle 30: Beurteilung der Raumluftfeuchtigkeit im Winter nach Gebäudetyp

„Wie empfinden Sie die Raumluftfeuchtigkeit im Winter?“	Gebäudetyp		
	Einfamilienhäuser (n=615)	Mehrfamilienhäuser (n=223)	Verwaltungsbauten (n=92)
Viel zu trocken	9%	16%	18%
Eher zu trocken	44%	49%	32%
Gerade richtig	44%	31%	48%
Eher zu feucht	1%	1%	0%
Viel zu feucht	0%	0%	0%
Weiss nicht/keine Angabe	1%	2%	1%

2.3.5 Rückblick

Abschliessend wird Bilanz gezogen. Wenn Sie die Wahl hätten, würden Sie wieder in ein Minergie-Gebäude desselben Standards wohnen bzw. arbeiten? Ein hoher Anteil von 88% sagt dazu ja und bestätigt damit letztlich, mit diesem Minergie-Gebäude zufrieden zu sein. Besonders gross ist der Anteil unter den Bewohnenden von Einfamilienhäusern sowie unter Personen, welche das entsprechende Gebäude selber bauen liessen und/oder es heute betreiben. Bezüglich Standards fällt die deutlich grössere Skepsis bei den Nutzenden von Minergie Neubauten auf.

Abbildung 19: Wiederwahl Minergie-Standard (Ja-Anteile)



Die *qualitativen Interviews* unterstreichen die Ergebnisse der quantitativen Befragung: Grundsätzlich sind die Nutzenden sehr zufrieden mit der Atmosphäre in ihren Minergie-Wohnungen bzw. –Häusern, wie etwa folgender Bewohner eines Minergie-Einfamilienhauses:



Man lebt komfortabler dank Wänden, die Zimmertemperatur haben (20°C) und keine Kälte abstrahlen. Man wird ständig mit Frischluft versorgt, die durch den Wärmeaustauscher ausgeglichen wird. (Nutzer EFH)

Vor allem in Bezug auf die *Lüftung* teilen sich aber die Meinungen. Während die einen Bewohner/innen die besonders gute Luftqualität hervorheben, geben andere wiederum zu Protokoll, dass sie die Luft in ihrer Wohnung als „abgestanden“ empfinden. Auch gibt es Personen, die es sehr schätzen, dass sie nicht selber lüften müssen, während andere die Lüftung zwischendurch bewusst ausschalten und die Fenster zum Lüften öffnen. Unabhängig davon sind den Nutzenden bei der Lüftung eine gewisse Freiheit und individuelle Anpassungsmöglichkeiten sehr wichtig. Wiederholt zur Sprache kommt auch, dass es ein weitverbreitetes Vorurteil sei, dass man in Minergie-Häusern die Fenster nicht öffnen dürfe:

Die Lüftung ist der Schritt, den viele nicht wagen. Ihnen wird Angst gemacht, weil man die Fenster angeblich nicht mehr öffnen soll. Aber das macht man eigentlich nur im Winter nicht und im Sommer sind offene Fenster egal, da geht es eher um die Beschattung. (Nutzer/Bauherr MFH Minergie-P)

Die qualitativen Interviews bestätigen auch, dass die *Luftfeuchtigkeit* im Winter tendenziell als zu trocken empfunden wird. Für die meisten Interviewpartner stellt dies allerdings kein grösseres Problem dar und bei Bedarf greifen sie auf zusätzliche Luftbefeuchter zurück.

Die Resultate der quantitativen Befragung, wonach die *Temperatur* im Sommer vielen Bewohnern zu hoch sei, bestätigen die qualitativen Interviews nur teilweise. Es gibt Personen, die sogar speziell betonen, dass die Temperatur gerade auch im Sommer vergleichsweise angenehm kühl bleibe.

Im Sommer ist es kühl geblieben, trotz grosser Hitzewelle. Im Winter sind wir mit der Wärme auch zufrieden. Durch die Filter kommt relativ wenig Staub rein – auch nach drei Wochen Urlaub ist die Wohnung noch wenig schmutzig und staubig. Ich bin begeistert von diesem System! (Nutzer MFH)

Besonders schätzen die Nutzenden die gute Dämmung bei Minergie-Bauten. Dies nicht nur im Zusammenhang mit der Energie-Nutzung, sondern auch weil sie gleichzeitig den (Strassen-) Lärm von draussen fernhält.



3 Ergebnisse Minergie und MuKE n im Vergleich

3.1 Fachleute (Architekt/innen und Bauherrschaften)

3.1.1 Einstellungen

Den Architekt/innen und Bauherrschaften von MuKE n-Bauten wurden ähnliche *Statements hinsichtlich Einstellungen zum Bauen und Renovieren* vorgelegt wie den gleichen Zielgruppen bei Minergie-Bauten (vgl. Kapitel 2.1.1.). Sie konnten ebenfalls auf einer Viererskala von „trifft gar nicht zu“ (1) bis „trifft sehr zu“ (4) beantwortet werden. Vier Statements wurden wörtlich übernommen, die übrigen zwei situativ angepasst⁶⁶. Dabei ergaben sich manche Übereinstimmungen, aber auch interessante Unterschiede zwischen den Antworten aus dem Minergie- und denjenigen aus dem MuKE n-Umfeld, die wir in Form von Mittelwerten zusammenfassen⁶⁷ (vgl. Tabelle 31).

Übereinstimmung herrscht bei Bauherrschaften und Architekt/innen aus beiden Umfeldern insbesondere darin, dass energiesparende Technologien im Gebäude einfach bedienbar sein müssen und dass ein tiefer Energieverbrauch keine Einbussen im Komfort nach sich ziehen darf. Man hätte sich in beiden Fällen eine tiefere Zustimmung im Minergie-Umfeld vorstellen können, die als Opfer zugunsten der Energieersparnis zu verstehen gewesen wären. Diese Abstriche sind Bauherrschaften und Architekt/innen bei Minergie-Gebäuden nicht in grösserem Ausmass bereit zu machen als bei MuKE n-Bauten.

Auffallend unterschiedlich fallen die Ergebnisse hingegen bei den Energiespar-Überlegungen aus. Sie spielen für Architekt/innen und mehr noch für Bauherrschaften von Minergie-Gebäuden häufiger eine wichtigere Rolle als bei Akteuren aus dem MuKE n-Umfeld. Gleichzeitig ist der Stellenwert einer langfristigen Rendite aus Energiespar-Massnahmen bei Minergie-Bauten weniger ausgeprägt als bei MuKE n-Gebäuden. Beides zusammengenommen, könnte man den Minergie-Architekt/innen und vor allem -Bauherrschaften eine idealistischere Haltung zuschreiben als denjenigen bei MuKE n-Bauten.

Ferner fällt auf, dass die Akteure aus dem MuKE n-Umfeld das Statement bezüglich Solidität intensiver bejahen als diejenigen aus dem Minergie-Umfeld. Sicher hat man bei der Interpretation vorsichtig zu sein, weil das Statement im MuKE n-Umfeld verändert wurde (siehe Fussnote 28). Man kann aber dennoch feststellen, dass die MuKE n-Bauherrschaften und -Architekt/innen stark davon überzeugt sind, dass ihr Haus ebenso solid gebaut ist wie ein Minergie-Gebäude. Den Akteuren aus dem Minergie-Umfeld kommen hingegen Zweifel, ob ihr Gebäude besonders solid ist, weil es mit Minergie-Vorschriften gebaut wurde.

Und dann geht es schliesslich noch um die Ästhetik: Minergie-Bauherrschaften und -Architekt/innen verneinen grösstenteils, durch die Minergie-Anforderungen eingeschränkt worden zu sein, ästhetisch zu bauen. Da sind die Fachleute aus dem MuKE n-Umfeld mit situationsbedingt leicht veränderter Fragestellung doch etwas skeptischer⁶⁸ (vgl. Tabelle 31).

⁶⁶ Statt „Ein Haus im ...-Standard (STANDARD WURDE AUS ADRESSE EINGEBLENDET) ist ein besonders solides Haus, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben wird“ hiess es bei MuKE n: „Auch ein Haus, das ohne erhöhte Umwelтанforderungen (Minergie, LEED etc.) gebaut wurde, kann solide sein und im Lauf der Jahre wenige Schäden verursachen“. Und statt „Die Minergie-Anforderungen schränken die Möglichkeiten ein, ästhetisch zu bauen“ hiess es: „Die Minergie-Anforderungen hätten die Möglichkeiten eingeschränkt, ästhetisch zu bauen“

⁶⁷ Vgl. dazu auch Fussnote 17

⁶⁸ Die Mittelwerte von 1.6 bzw. 1.8 im Minergie-Umfeld bedeuten, dass 14% der Bauherrschaften und 21% der Architekt/innen Einschränkungen bei der Ästhetik befürchten. Auf die entsprechende Parallelfrage bei MuKE n-Bauten antworten 27% der Bauherrschaften und 34% der Architekt/innen mehr oder weniger skeptisch, was zu den hier ausgewiesenen Mittelwerten von 2.1 bzw. 2.2 führt.



Tabelle 31: Einstellungen zum Bauen und Renovieren (Mittelwerte)

„Zum Bauen und Renovieren kann man verschiedene Meinungen haben. Wie sehr teilen Sie die folgenden Meinungen?“	Bauherrschaften		Architekt/innen	
	Minergie (n=990)	MuKE (n=262)	Minergie (n=260)	MuKE (n=79)
«Beim Bauen, Erwerben oder Renovieren spielen Energiespar-Überlegungen für mich eine wesentliche Rolle.»	3.7	3.2	3.6	3.4
«Energiesparende Technologien müssen im Gebäude einfach zu bedienen sein.»	3.7	3.6	3.8	3.7
«Ein tiefer Energieverbrauch darf keine Einbussen im Komfort nach sich ziehen.»	3.4	3.4	3.4	3.4
«Die Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren müssen sich längerfristig bezahlt machen.»	3.2	3.4	3.2	3.4
«Ein Haus im (PROG: STANDARD EINBLENDEN) Standard ist ein besonders solides Haus, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben wird.» (Minergie) bzw. «Auch ein Haus, das ohne erhöhte Umweltauflagen (Minergie, LEED etc.) gebaut wurde, kann solide sein und im Lauf der Jahre wenige Schäden verursachen.» (MuKE)	2.8	3.4	2.7	3.5
«Die Minergie-Anforderungen schränken die Möglichkeiten ein, ästhetisch zu bauen.» (Minergie) bzw. «Die Minergie-Anforderungen hätten die Möglichkeiten eingeschränkt, ästhetisch zu bauen.» (MuKE)	1.6	2.1	1.8	2.2

Die *qualitativen Gespräche* zeigen, dass sich die MuKE-Bauherrschaften durchaus auch Gedanken zu nachhaltigem und energiesparendem Bauen machen. Allerdings scheinen sie dabei tendenziell kompromissbereiter und offener für alternative Lösungen zu sein. Auch zeigen sich die MuKE-Bauherrschaften überzeugt von der baulichen und ökologischen Qualität ihrer Bauten. Dabei wird insbesondere der bewusste Einsatz von nachhaltigen Materialien hervorgehoben, wie folgendes Zitat illustriert:

Minergie ist ein anderer Standard, aber man kann auch mit anderen Baustoffen und -methoden sehr hochwertig und ökologisch bauen. Zum Beispiel Strohhäuser mit bis zu einem Meter dicken Wänden, die einerseits sehr gut isoliert sind, andererseits aber auch atmen und luftdurchlässig sind. Energietechnisch ist ein solches Haus auf einem ähnlichen Niveau wie ein Minergie-Haus. Mein Haus ist auch sehr gut gebaut und zudem sind alle Materialien recyclebar. (Bauherr privat, MuKE)

Von verschiedenen Gesprächspartner/innen wird auch darauf hingewiesen, dass der Unterschied zwischen MuKE und Minergie-Standard de facto immer kleiner werde. Aber während die einen deshalb das Ende von Minergie prophezeien, sehen es die anderen als Chance für die Weiterentwicklung von Minergie. Gemäss Letzteren liegt die Zukunft von Minergie in erster Linie bei den höheren Standards. Die folgenden Zitate von zwei Fachplanern verdeutlichen diese beiden Perspektiven:

Minergie war ein genialer Impuls. Aber MuKE zieht nach und macht Minergie mit der Zeit überflüssig. (Fachplaner)



Minergie wurde nun vom Standardbauen fast eingeholt. Also was nun? Normales Minergie kann man nun also weglassen, nur Minergie-P oder –A ist noch etwas Spezielles. [...] Man sollte sich von Minergie verabschieden und sich auf höhere Standards konzentrieren, sonst ist Minergie nichts Besonderes mehr! (Fachplaner)

3.1.2 Entscheidungs- und Planungsprozess

Über drei Viertel aller Minergie-Bauherrschaften hatten für sich in Anspruch genommen, dafür ausschlaggebend gewesen zu sein, dass mit Minergie gebaut wurde (vgl. Kapitel 2.1.2). Im MuKEN-Umfeld ist es leicht anders: Da wollen nur 45% der Bauherrschaften die Verantwortung dafür tragen, dass *nicht nach einem Standard mit erhöhten Umweltauflagen* gebaut wurde. Der Entscheid wurde aber aus ihrer Sicht nicht von anderen Akteuren umso häufiger gewählt – insbesondere nicht von den Architekten. Sondern in mehr als einem Viertel aller Fälle wurde gar nie erwogen, mit Minergie zu bauen.

Etwas anders sehen das allerdings die Architekt/innen. Im Minergie-Umfeld hatte fast die Hälfte die Rolle des Entscheiders für sich beansprucht. Bei MuKEN-Bauten sehen sich die Architekt/innen nur selten für diesen Entscheid verantwortlich. Aus ihrer Sicht war das in fast zwei Dritteln aller Fälle eine Sache der Bauherrschaft.

Tabelle 32: Primärer Anstoss zum Entscheid versus Zielgruppen

„Wer hat primär den Anstoss zum Entscheid gegeben für den gewählten Minergie-Standard bzw. nicht nach einem Standard mit erhöhten Umweltauflagen zu bauen?“	Bauherrschaften		Architekt/innen	
	Minergie (n=990)	MuKEN (n=261)	Minergie (n=260)	MuKEN (n=78)
Bauherrschaft	77%	45%	44%	59%
Architekt/in	13%	7%	49%	13%
Fachplanende	2%	2%	1%	1%
Andere	7%	15%	14%	12%
Nicht erwogen	-	28%	-	14%
Weiss nicht/keine Angabe	1%	4%	0%	1%

Wie gut waren die beteiligten Akteure zu Beginn des Planungsprozesses *über Minergie informiert*? Diese Frage wurde auf einer Viererskala von „gar nicht“ (1) bis „sehr gut“ (4) bewusst nicht nur den Bauherrschaften gestellt, die mit Minergie gebaut hatten, sondern auch denjenigen aus dem MuKEN-Umfeld. Die Antworten fallen im Letzteren allgemein etwas verhaltener aus. In besonderem Mass trifft dies auf die öffentlichen Energieberatungsstellen zu⁶⁹. Ähnlich viele sagten bei Minergie (50%) bzw. bei MuKEN (55%), diese seien nicht beteiligt gewesen oder machten keine Angabe dazu. Besonders gute Noten erhielten die öffentlichen Energieberatungsstellen von jenen MuKEN-Bauherrschaften, die Verwaltungsbauten erstellten (3.0 gegenüber 2.9 bei Mehrfamilien- und 2.5 bei Einfamilienhäusern).

⁶⁹ MuKEN-Bauherrschaften sind mit anderen Worten deutlich weniger davon überzeugt, dass öffentliche Energieberatungsstellen über Minergie gut Bescheid wissen.

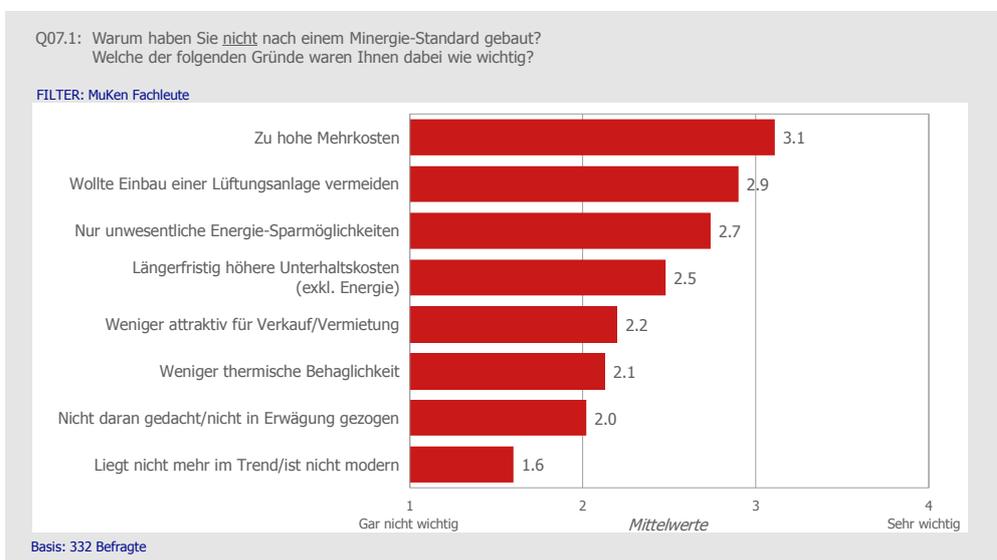


Tabelle 33: Einschätzung der Informiertheit durch Bauherrschaften (Mittelwerte)

„Wie gut waren die folgenden Beteiligten zu Beginn der Planung über Minergie Ihrer Ansicht nach informiert?“	Bauherrschaften	
	Minergie (n=990)	MuKEn (n=259)
Architekt/in	3.4	3.3
Fachplanende	3.5	3.3
Öffentliche Energieberatungsstelle	3.1	2.8
Handwerker	2.9	2.8

Fragt man MuKEn-Bauherrschaften und Architekt/innen auf einer Viererskala von „gar nicht wichtig“ (1) bis „sehr wichtig“ (4) nach den *Gründen, weshalb nicht nach einem Minergie-Standard gebaut wurde*, zeigt sich: Es waren primär die befürchteten Mehrkosten und – speziell bei Einfamilienhäusern - das Vermeiden einer Lüftungsanlage. Neben den vorgegebenen Gründen (siehe Abbildung 20), konnten die Befragten auch weitere Gründe nennen. Hier dominiert die Aussage, dass sich Minergie nicht für das geplante Bauvorhaben geeignet habe. Dies in erster Linie, weil es sich um den Umbau eines meist schon älteren Hauses gehandelt hat. Mehrfach wird auch erwähnt, dass der Denkmalschutz eine Sanierung mit Minergie-Standard nicht zugelassen habe. Vereinzelt wurde ausserdem auf Minergie verzichtet, weil durch die dicke Dämmung zu viel Platz verloren gegangen wäre.

Abbildung 20: Gründe gegen das Bauen in Minergie



Die Minergie-Fachleute hatten auf die komplementäre Frage nach den Gründen, weshalb sie mit Minergie gebaut haben, vor allem ökologische Überlegungen geltend gemacht, unter anderem das Einsparen von Energie (vgl. Kapitel 2.1.2). Dieser Spareffekt wird seitens der MuKEn-Fachleute stark angezweifelt und als Grund gegen Minergie ins Feld geführt.

Die meisten privaten MuKEn-Bauherrschaften, die im Rahmen der *qualitativen Interviews* befragt wurden, haben Minergie anfänglich zumindest auch in Betracht gezogen. Aus verschiedenen Gründen haben sie sich aber dagegen entschieden. Übereinstimmend mit den Resultaten der quantitativen Befragung spielten dabei finanzielle Überlegungen eine wichtige Rolle, wie folgendes Zitat verdeutlicht:



Comme c'était une rénovation il aurait fallu faire de gros travaux. J'ai commencé à calculer, mais j'ai très vite abandonnée l'idée Minergie [...]. (Bauherrin privat, MuKE n)

Grundsätzlich scheint es unbestritten zu sein, dass MuKE n geringere Baukosten nach sich zieht als Minergie. Ein Fachplaner merkt aber an, dass sich die Baukosten in Zukunft annähern werden, da sich auch die Baustandards annähern.

Abgesehen von rein finanziellen Überlegungen wird von MuKE n-Bauherrschaften mehrfach angemerkt, dass Minergie zu viele Anforderungen stelle, die vor allem bei Umbauten kaum oder nur mit grossem Aufwand erreichbar seien. Dabei stellt insbesondere die bei Minergie geforderte Lüftungsanlage einen wichtigen Hinderungsgrund dar. Und zwar nicht nur aus Kostengründen, wie etwa im Falle dieses MuKE n Bauherrn:

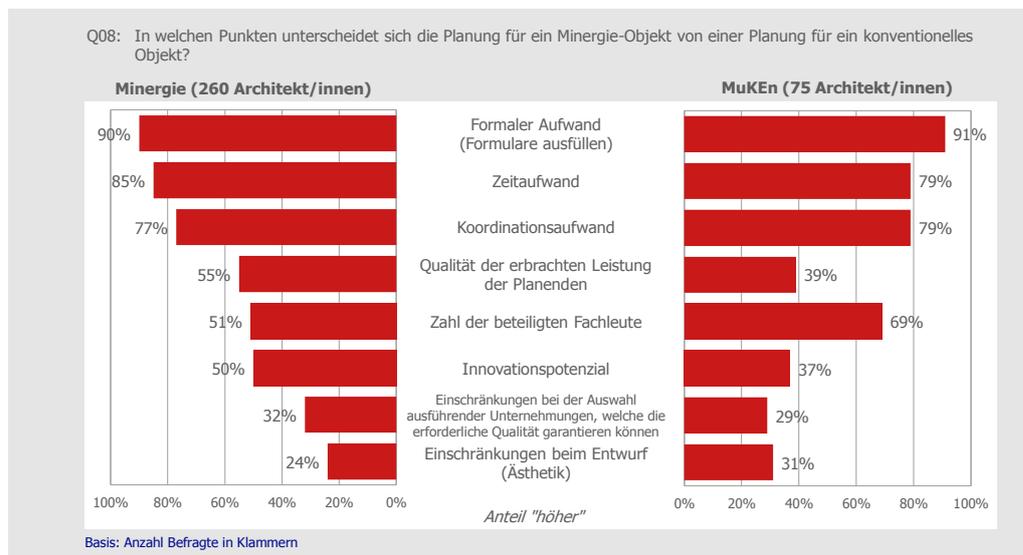
Das Problem ist auch die Optik. Es ist nicht einfach, die Lüftungsrohre bei einem Umbau in die Wände einzubauen. Es ist sehr teuer, dies richtig zu machen. Ausserdem bin ich ein Frischluftfan und fürchtete, bei Minergie lüftungsmässig fremdbestimmt zu sein. (Bauherr privat, MuKE n)

3.1.3 Vorgaben und Hindernisse beim Planen und Bauen

Lässt man MuKE n-Architekt/innen die Planung von konventionellen Bauten mit derjenigen bei Minergie vergleichen, stufen viele den *Aufwand in verschiedener Hinsicht bei Minergie als höher* ein, sowohl formal und zeitmässig als auch bezüglich Koordination. Indirekt sind dies alles Gründe, die gegen das Bauen mit Minergie sprechen.

Auch Minergie-Architekt/innen antworten auf die gleiche Frage und sehen das durchaus ähnlich. Sie stufen aber den Qualitäts- und Innovationsgewinn bei Minergie höher ein, ziehen also eine positivere Gesamtbilanz⁷⁰.

Abbildung 21: Unterschiede zwischen Bauen in Minergie und konventionellem Bauen



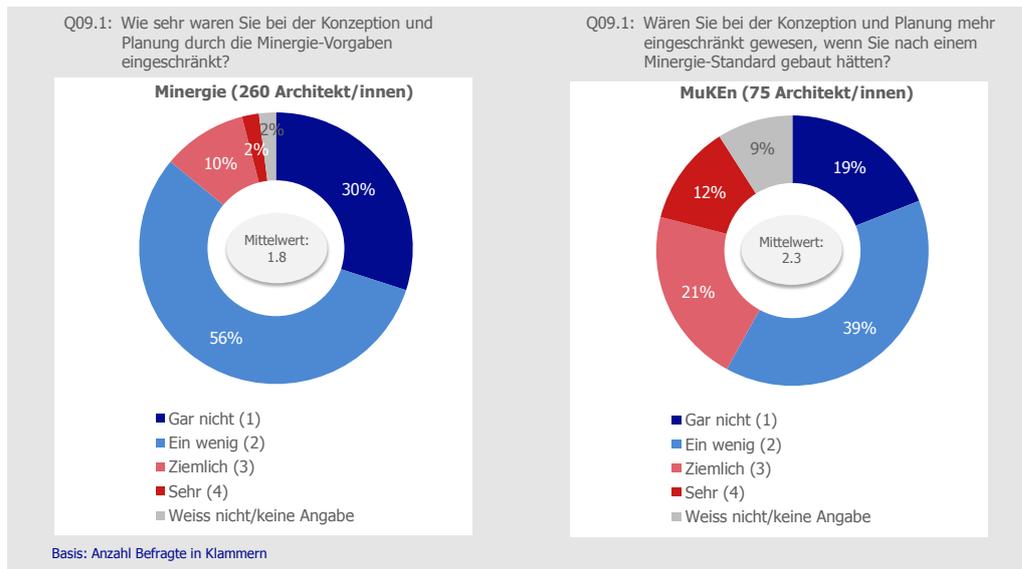
Auch zusätzliche Einschränkungen bei der Konzeption und Planung können Gründe sein, die gegen Minergie sprechen. Allerdings ist auch unter den MuKE n-Architekt/innen die Mehrheit der Meinung, sie wären „gar nicht“ oder nur „ein wenig“ mehr eingeschränkt gewesen, wenn sie nach einem Minergie-

⁷⁰ Lesehilfe: 55% der befragten Minergie-Architekt/innen, aber nur 39% der MuKE n-Architekt/innen stufen die Qualität der erbrachten Leistung der Planenden bei Minergiebauten höher ein als bei MuKE n-Objekten. Die übrigen Antwortenden sahen entweder keinen Unterschied zwischen den beiden Bauarten, glaubten im Gegenteil MuKE n im Vorteil oder enthielten sich einer Antwort.



Standard gebaut hätten. Zum Vergleich: Nur wenige Minergie-Architekt/innen hatten sich diesbezüglich „ziemlich“ oder sogar „sehr“ eingeschränkt gefühlt (vgl. Abbildung 22).

Abbildung 22: Einschränkungen bei der Konzeption und Planung durch Minergie



Interessant ist, dass unter den MuKEn-Architekt/innen diejenigen, die mit Umbauten befasst waren, sich diesbezüglich wesentlich skeptischer geben als jene, die Neubauten bearbeiteten. Auch wenn die Fallzahlen klein sind und deshalb Vorsicht bei der Interpretation geboten ist, sind die Unterschiede doch augenfällig und die beiden Mittelwerte (2.6 bzw. 2.0) unterscheiden sich signifikant voneinander. Auch die Antworten auf verschiedene offene Fragen bestätigen diesen Eindruck. Mehrfach wird darauf hingewiesen, dass ein Umbau nach Minergie-Standard aufgrund der vorhandenen Bausubstanz nicht oder nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand möglich gewesen wäre.

Die *qualitativen Gespräche* mit MuKEn-Bauherrschaften zeigen gleichzeitig, dass es diesen häufig sehr wichtig ist, nach ihren eigenen Vorstellungen zu planen. Sie wollen sich dabei so wenig wie möglich durch Vorgaben einschränken lassen. Dies heisst aber nicht, dass dabei Energiespar-Überlegungen gar keine Rolle spielen. Dazu folgendes Zitat eines MuKEn-Bauherren:

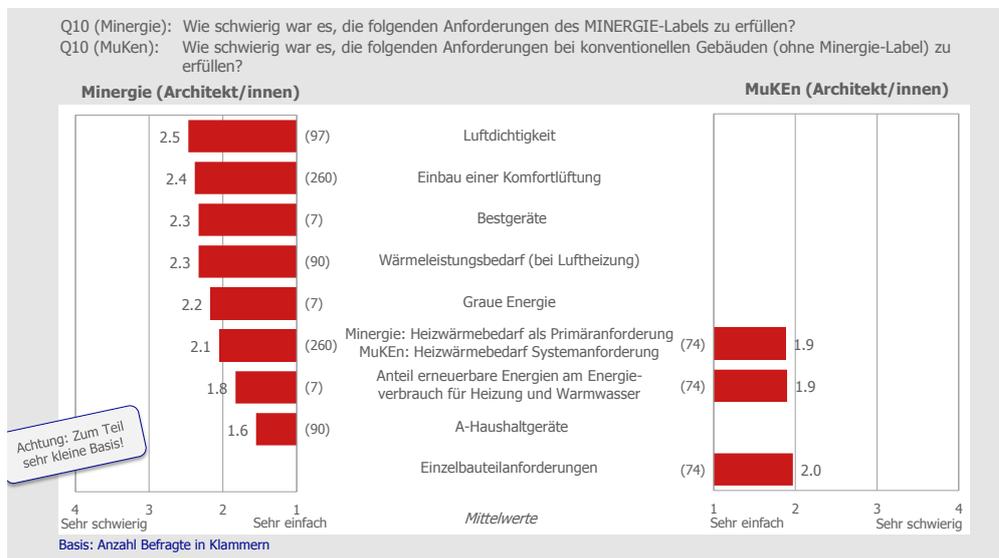
Ich habe das ganze Haus so geplant, dass es meine Anforderungen und Wünsche erfüllt und nicht irgendwelche (Minergie-)Vorgaben! [...] Ich wollte einfach nach meinen Wünschen bauen und habe dabei aus Eigenantrieb auf Energiesparen Wert gelegt. Andere Bauherren machen das nicht. (Bauherr privat, MuKEn)

Zweifellos sind die *Anforderungen bei MuKEn-Bauten* teilweise anders geartet als bei Minergie und lassen sich deshalb nur beschränkt miteinander vergleichen. Trotzdem lässt sich feststellen, dass die Anforderungen, die beim Bauen nach Minergie erfüllt sein müssen, von den Architekt/innen tendenziell höher eingeschätzt werden als beim konventionellen Bauen.⁷¹

⁷¹ Die Architekt/innen von Minergie-Objekten beurteilten die Erfüllbarkeit der Anforderungen bei Minergie, diejenigen von MuKEn-Gebäuden bezogen sich in ihren Antworten auf diese herkömmlich gebauten Liegenschaften. Die einzelnen Befragten wurden also nicht zu einem Vergleich von Minergie und MuKEn aufgefordert.



Abbildung 23: Erfüllbarkeit der Anforderungen



Dieses Kapitel kann abgeschlossen werden mit der Feststellung, dass Architekt/innen im MuKEN-Umfeld in ähnlichem Umfang wie bei Minergie für sich beanspruchen, *spezielle konzeptuelle Entwicklungen* gemacht zu haben (15% versus 21%). Auch haben sie gemäss ihrer Einschätzung bei MuKEN in ähnlichem Ausmass *andere Nachhaltigkeitsaspekte neben dem energetischen Aspekt berücksichtigt* wie bei Minergie (44% versus 47%). Am häufigsten wird auch von MuKEN-Architekt/innen die bewusste Wahl des Baumaterials genannt. Daneben wird auf die besonders gute Dämmung sowie auf den Einsatz von alternativen Methoden zur Energiegewinnung wie Wärmepumpen oder Solaranlagen verwiesen.

3.1.4 Zertifizierung

Der Zertifizierungsprozess wurde bei Minergie *als aufwändig erlebt* (vgl. Kapitel 2.1.4). Nun zeigt sich bei MuKEN-Bauten ein sehr ähnliches Bild. Auch hier beurteilt ein ähnlich grosser Anteil der befragten Architekt/innen den Prozess für die energietechnischen Nachweise im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens als aufwändig (vgl. Abbildung 23). Die Begründungen lesen sich ähnlich wie bei Minergie. In erster Linie wird dabei auf die vielen Formulare sowie die erforderlichen Nachweise und Berechnungen verwiesen. Auch erleben viele MuKEN-Fachleute den Prozess für die energietechnischen Nachweise als bürokratisch. Im Vergleich zu Minergie fallen die entsprechenden Aussagen allerdings weniger pointiert aus. Ausserdem sind die Kosten sowie lange Wartezeiten bei den entsprechenden Prozessen im Vergleich zu Minergie kaum ein Thema.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen lassen die *qualitativen Interviews* eher den Eindruck entstehen, dass die Zertifizierung bei MuKEN deutlich einfacher und weniger aufwändig ist als bei Minergie. In den Worten eines Fachplaners hört sich dies folgendermassen an:

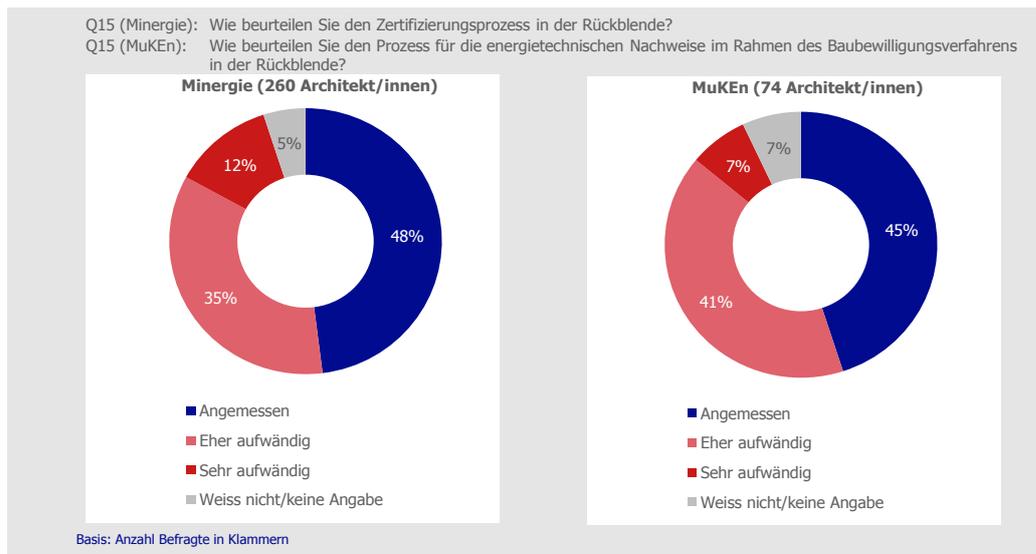
Bei den technischen Nachweisen bei MuKEN sind im Gegensatz dazu nur fünf Formulare nötig. Das ist ein Riesenunterschied! [...] Ein MuKEN-Nachweis ist eine knappe, gute Sache! An der Zertifizierung von Minergie muss dagegen extrem nachgebessert werden. (Fachplaner)

Allerdings gibt es unter den Fachleuten auch vereinzelte Stimmen, die diesen Unterschied relativieren:



Der Zertifizierungsprozess bei Minergie ist nicht wesentlich aufwändiger als bei MuKEn, etwa 15% mehr Zeitaufwand. [...] Die Prüfung geht etwas länger, aber wir haben noch nie eine Verhinderung der Baufreigabe erlebt, weil die Unterlagen zwar eingereicht, aber noch nicht geprüft worden waren. Vom Bauablauf her gibt's kein Handicap. (Fachplaner)

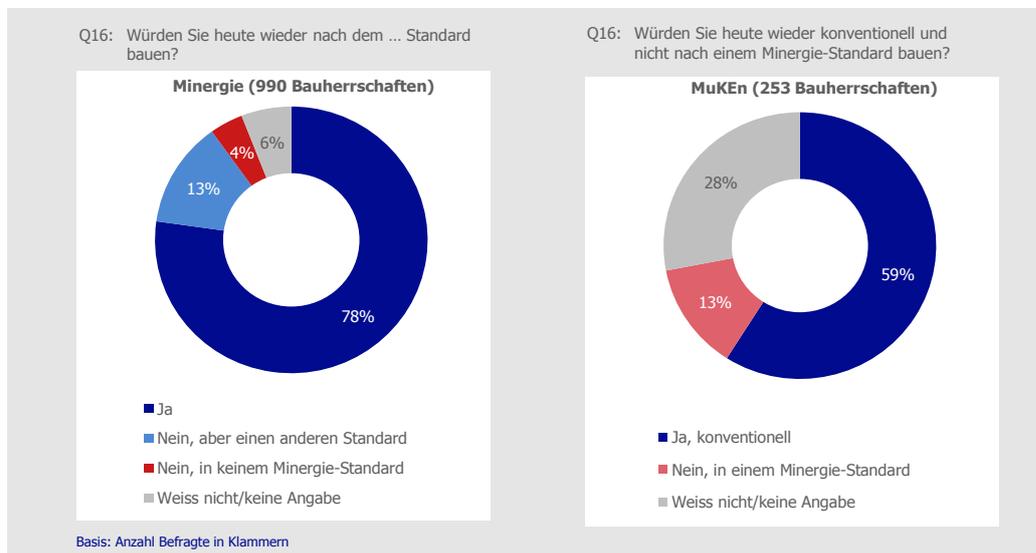
Abbildung 24: Beurteilung des Zertifizierungs- bzw. Nachweisprozesses



3.1.5 Rückblick

Die Befragung von Minergie-Bauherrschaften hatte ergeben, dass viele auch heute wieder mit dem gleichen Standard bauen oder zumindest einen anderen Minergie-Standard wählen würden (vgl. Kapitel 2.1.5). Etwas anders präsentiert sich die Situation bei MuKEn. Hier würden nur knapp zwei Drittel bestimmt wieder konventionell bauen. Zwar würden nur wenige explizit auf Minergie wechseln, darunter besonders viele in der Romandie. Der grosse Anteil, der diese Frage gar nicht beantwortete, lässt aber *Raum für Veränderungen*. Vermutlich haben sich viele MuKEn-Bauherrschaften diese Frage bisher gar nie gestellt.

Abbildung 25: Wiederwahl





3.2 Betreibende

3.2.1 Einstellungen

Betreibenden, welche nicht gleichzeitig auch als Nutzende angesprochen wurden und die entsprechenden Fragen schon in dieser Eigenschaft beantworteten, wurden ebenfalls sechs Statements zum Erwerben und Betreiben von Liegenschaften auf einer Viererskala von „trifft gar nicht zu,“ (1) bis „trifft sehr zu“ (4) vorgelegt.⁷²

Dabei zeigt sich: Betreibende von MuKEN-Liegenschaften haben *ähnliche Vorstellungen vom Erwerben und Betreiben von Liegenschaften* wie solche von Minergiebauten (vgl. Kapitel 2.2.1). Insbesondere spielen auch bei Betreibenden konventioneller Bauten Energiespar-Überlegungen eine wichtige Rolle, wenngleich in etwas geringerem Ausmass als bei Minergie-Gebäuden. Ähnlich wie bei Bauherrschaften und Architekt/innen (vgl. Kapitel 3.1.1) ist auch bei Betreibenden von konventionellen Bauten die Überzeugung gross, dass auch ein Haus, das ohne erhöhte Umweltauflagen (Minergie, LEED etc.) gebaut wurde, solide sein und im Lauf der Jahre wenige Schäden erleiden kann. Die Betreibenden im Minergie-Umfeld sind – wie auch Bauherrschaften und Architekt/innen - bei dem ihnen vorgelegten Statement wesentlich zurückhaltender, in dem es heisst, ein Haus im entsprechenden Minergie-Standard sei ein besonders solides Haus, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben werde.

Tabelle 34: Einstellungen zum Erwerben und Betreiben (Mittelwerte)

„Zum Erwerben und Betreiben von Liegenschaften kann man verschiedene Meinungen haben. Wie sehr teilen Sie die folgenden Meinungen?“	Minergie (n=111)	MuKEN (n=33)
«Energiesparende Technologien müssen in Gebäuden einfach zu bedienen sein.»	3.7	3.7
«Die Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren müssen sich längerfristig bezahlt machen.»	3.5	3.5
«Bei der Verwaltung eines Gebäudes spielen Energiespar-Überlegungen für mich eine wesentliche Rolle.»	3.4	3.2
«Eine hohe Behaglichkeit ist wichtiger als die energetischen Aspekte eines Gebäudes.»	2.6	2.7
«Ein Haus im (PROG: STANDARD EINBLENDEN) Standard ist ein besonders solides Haus, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben wird.» (Minergie) bzw. «Auch ein Haus, das ohne erhöhte Umweltauflagen (Minergie, LEED etc.) gebaut wurde, kann solide sein und im Lauf der Jahre wenige Schäden verursachen.» (MuKEN)	2.6	3.6
«Mir ist es egal, ob ein Gebäude, das ich betreibe/verwalte, energetisch gut oder schlecht ist. Hauptsache es ist warm im Winter.»	1.5	1.6

⁷² In diese Zielgruppe fielen nur 33 Personen, weshalb Vorsicht bei der Interpretation der Ergebnisse angebracht ist.



3.2.2 Situation und beobachtetes Verhalten

Die *Situation, die Betreibende bei konventionellen Bauten antreffen*, gleicht derjenigen der Betreibenden von Minergiegebäuden (vgl. Kapitel 2.2.2):

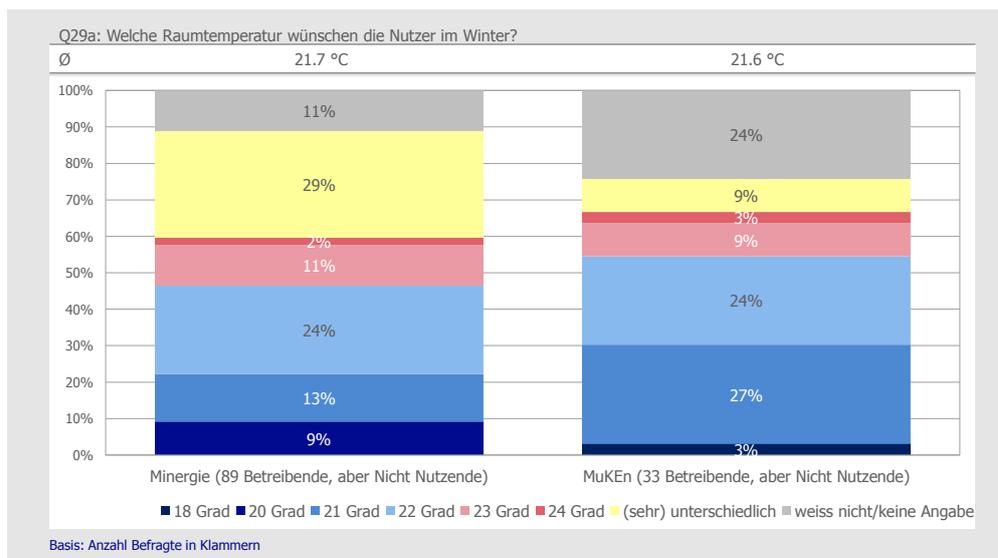
- Anteilmässig gleich viele Betreibende glauben bei Minergie und MuKEn, dass ihre Nutzenden im Winter Storen bzw. Fensterläden mindestens manchmal aktiv als Sonnenschutz einsetzen
- Sehr ähnlich viele nehmen dieses Nutzenden-Verhalten im Sommer wahr
- Über längere Zeit gekippte Fenster kommen eher selten vor, im Minergie-Umfeld noch seltener als bei MuKEn-Bauten

Tabelle 35: Wahrnehmungen der Betreibenden

	Minergie (n=111)	MuKEn (n=33)
Storen/Läden im <i>Winter</i> als Sonnenschutz eingesetzt (Anteil häufig+manchmal)	39%	39%
Storen/Läden im <i>Sommer</i> als Sonnenschutz eingesetzt (Anteil häufig+manchmal)	90%	87%
Fenster im Winter längere Zeit gekippt (Anteil Ja + Ja, vereinzelt)	23%	33%

Hinsichtlich *Temperaturwünschen der Nutzenden* (Raumtemperatur im Winter) gehen die Betreibenden sowohl bei Minergie- als auch bei MuKEn-Liegenschaften von einer ähnlichen durchschnittlichen Wunschtemperatur (21.7 Grad bzw. 21.6 Grad) aus. Bei Minergiebauten fällt der deutlich grössere Anteil an Antworten auf, die unterschiedliche Wünsche ihrer Nutzenden wahrnehmen, was auf eine heterogenere Zusammensetzung schliessen lässt (vgl. Abbildung 26).

Abbildung 26: Wahrnehmung Wunsch-Raumtemperatur der Nutzenden im Winter durch Betreibende





3.2.3 Selbstberichtetes Verhalten

Mit den *technischen Anlagen beschäftigen sich* die meisten Betreibenden (81%) wie auch bei Minergiebauten (87%) selber. Und wie dort (vgl. Kapitel 2.2.3) ist dies auch hier bei Einfamilienhäusern fast ausnahmslos der Fall, bei Mehrfamilienhäusern und Verwaltungsbauten immerhin in mehr als zwei von drei Fällen. In konventionellen Gebäuden werden die Anlagen keineswegs seltener *überprüft* als im Minergie-Umfeld.

Tabelle 36: Periodizität der Überprüfung von Anlagen

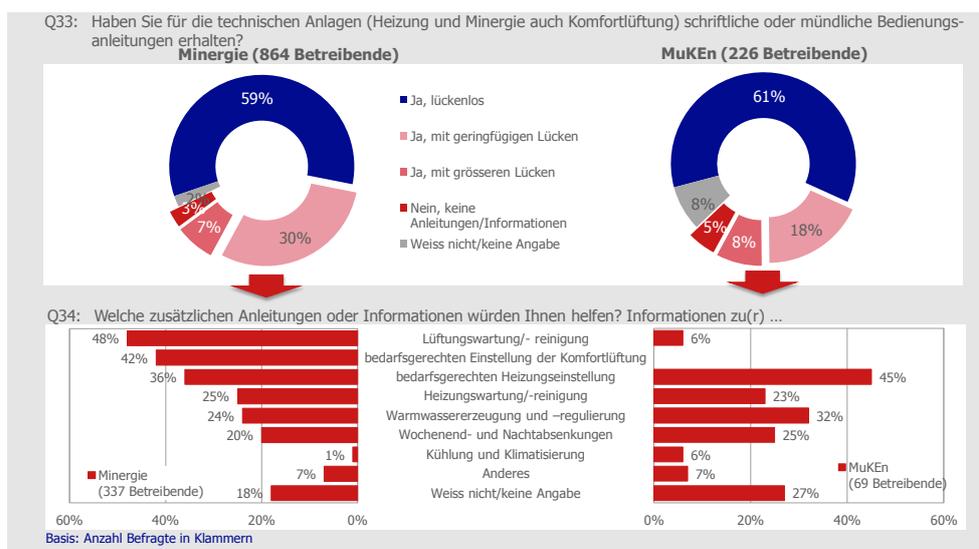
„Wurden oder werden die Einstellungen und die Funktionsweise der Heizungs- (und der Komfortlüftungsanlage ⁷³) überprüft?“	Minergie (n=862)	MuKE n (n=226)
(Bisher) keine Überprüfung	4%	5%
Nur bei Inbetriebnahme	31%	19%
Im Rahmen einer Betriebsprüfung ⁷⁴	7%	8%
Regelmässig in jeder Heizperiode	19%	33%
Regelmässig, aber seltener	9%	8%
Bei Bedarf	26%	22%
Weiss nicht/keine Angabe	4%	6%

Und schliesslich wurden sowohl in Minergie- als auch in MuKE n-Gebäuden von den befragten Betreibenden bisher *nur vereinzelt Schimmelpilz* festgestellt.

3.2.4 Informationsstand

Ähnliche Situationen sind bei Minergie- und MuKE n-Bauten auch zu verzeichnen, was den Informationsstand der Betreibenden betrifft: Je nicht ganz zwei Drittel unter ihnen haben eine *lückenlose Dokumentation für technische Anlagen* erhalten, sei dies schriftlich oder mündlich.

Abbildung 27: Besitz von Dokumentationen und zusätzliche Bedürfnisse



⁷³ Diesbezüglich wurde nur bei Minergie gefragt

⁷⁴ In den meisten Fällen fand diese Betriebsprüfung sowohl bei bei Minergie- als auch bei MuKE n-Bauten spätestens 3 Jahre nach Inbetriebnahme statt.



Bei denjenigen, die über keine lückenlose oder gar keine Dokumentation verfügen, sind die Bedürfnisse im Minergie- und im MuKEU-Umfeld ähnlich gelagert, mit einer Ausnahme: Bei MuKEU besteht praktisch kein Bedürfnis nach Informationen zur Lüftungswartung und –einstellung.⁷⁵

Nur wenige Nutzende wurden ferner gemäss den Betreibenden nicht in die Eigenheiten des Gebäudes eingeweiht. Bei MuKEU-Bauten sind es aber doch deutlich mehr (18%) als im Minergie-Umfeld (7%). Allerdings macht je rund ein Drittel der Betreibenden zu dieser Frage keine Angabe.

3.2.5 Ausblick

Würde man künftig weitere *Minergie-Gebäude betreiben/verwalten* bzw. kann man sich das bei Betreibenden von konventionellen Bauten vorstellen, künftig zu tun? Die Antworten fallen tendenziell in beiden Zielgruppen ähnlich aus. Sie zeigen, dass sich viele mit dieser Frage noch nicht beschäftigt haben und allein schon deshalb kurz- bis mittelfristig ein (weiteres) Engagement dieser Betreibenden im Minergiebereich kaum zu erwarten ist. Die 45% „Nein“-Antworten bei Minergie stammen dabei grösstenteils von Betreibenden von Einfamilienhäusern.

Bereits heute geben sich vor allem Betreibende von Mehrfamilien- und Verwaltungsbauten mit (weiteren) Minergieobjekten ab bzw. werden das bei Gelegenheit (wieder) tun (vgl. Tabelle 37).

Tabelle 37: *Künftiges Verhalten*

„Werden Sie in Zukunft weitere bzw. auch Minergie-Gebäude betreiben/verwalten?“	Minergie (n=862)	MuKEU (n=226)
Ja, tun wir schon	12%	10%
Ja, bei Gelegenheit	14%	8%
Nein	45%	8%
Frage hat sich bisher nicht gestellt/kein Ausbau des Portefeuilles geplant ⁷⁶	-	35%
Weiss nicht/keine Angabe	29%	39%

3.3 Nutzende

3.3.1 Einstellungen

Bei Nutzenden von Minergiebauten können sehr ähnliche Dispositionen festgestellt werden wie bei herkömmlichen Bauten. Sie laufen auf die Formel hinaus: Energiesparen ist gut, muss sich aber längerfristig auch rechnen. Auf einer Viererskala von „trifft gar nicht zu“ (1) bis „trifft sehr zu“ (4) resultieren die nachfolgenden Mittelwerte.

⁷⁵ Anders als bei der Minergie-Umfrage wurde im MuKEU-Umfeld bei der vorangehenden Frage bezüglich Informiertheit (Q33, in Abbildung 26 oben) nur die Heizung, nicht aber die Lüftung explizit angesprochen, weil hier keine Komfortlüftung erforderlich ist.

⁷⁶ Diese Antwortmöglichkeit stand bei Minergie (noch) nicht zur Verfügung



Tabelle 38: Einstellungen zum Bewohnen bzw. sonstigen Nutzen von Liegenschaften (Mittelwerte)

«Zum Bewohnen bzw. sonstigen Nutzen von Liegenschaften kann man verschiedene Meinungen haben. Wie sehr teilen Sie die folgenden Meinungen?»	Minergie (n=152)	MuKEn (n=91)
«Energiesparende Technologien müssen in Gebäuden einfach zu bedienen sein.»	3.6	3.5
«Bei einem energiesparenden Gebäude erwarte ich tiefere Nebenkosten als bei einem vergleichbaren Gebäude herkömmlicher Bauart.»	3.7	3.6
«Bei der Wahl einer Wohnung/eines Hauses spielen Energiespar-Überlegungen für mich eine wesentliche Rolle.»	3.2	3.2
«Eine hohe Behaglichkeit ist wichtiger als die energetischen Aspekte eines Gebäudes.»	2.5	2.6
«Ein Haus im (PROG: STANDARD EINBLENDEN) Standard ist ein besonders solides Haus, bei dem es im Lauf der Jahre keine oder nur wenige Schäden geben wird.» (Nur Minergie)	2.6	-
«Mir ist es egal, ob das Gebäude, in dem ich wohne, energetisch gut oder schlecht ist. Hauptsache es ist warm im Winter.»	1.6	1.7

3.3.2 Informationsstand

Was den Informationsstand der Nutzenden zu *Verbrauch und/oder Energiekosten von Heizung und Warmwasser* betrifft, ist die Situation bei Minergie- und MuKEn-Bauten weitgehend übereinstimmend. Auch bei MuKEn-Bauten gilt: wer in der Nebenkostenabrechnung die Energiekosten sehen kann, kennt in der Regel auch den Energieverbrauch und umgekehrt. Einzig bezüglich Informationen zum Fensterlüften zeigt sich, dass der Stand in Minergiebauten etwas höher ist. Diese Frage wurde separat und allgemein gestellt und bezieht sich nicht auf die Nebenkostenabrechnung.

Tabelle 39: Informationsstand (Ja-Anteile)

„Können Sie aufgrund der Nebenkostenabrechnung sehen...“	Minergie (n=930)	MuKEn (n=302)
Energiekosten Heizung ersichtlich	57%	56%
Energiekosten Warmwasser ersichtlich	43%	42%
Energieverbrauch Heizung ersichtlich	52%	50%
Energieverbrauch Warmwasser ersichtlich	39%	41%
Informationen zum Fensterlüften erhalten	57%	45%

Bei Nutzenden in Minergiebauten hatte sich gezeigt, dass vorab solche in Mehrfamilienhäusern über die Energiesituation gut auf dem Laufenden gehalten werden (vgl. Kapitel 2.3.2). Ähnliches ist auch in MuKEn-Liegenschaften der Fall. Im Unterschied zu Minergie sind aber hier auch Nutzende in Einfamilienhäusern auf einem relativ guten Informationsstand. Die Gemeinsamkeit von Minergie und MuKEn besteht somit darin, dass vor allem *bei Verwaltungsbauten ein Informationsmanko* besteht.



Tabelle 40: Informationen zu Energiekosten bzw. –verbrauch nach Gebäudetyp (Ja-Anteile)

„Können Sie aufgrund der Nebenkostenabrechnung sehen...“	Einfamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Verwaltungsbauten	
	Minergie (n=615)	MuKEn (n=89)	Minergie (n=223)	MuKEn (n=99)	Minergie (n=92)	MuKEn (n=114)
Energiekosten Heizung	53%	60%	72%	67%	52%	44%
Energieverbrauch Heizung	48%	55%	64%	59%	51%	39%
Energiekosten Warmwasser	37%	42%	64%	57%	32%	30%
Energieverbrauch Warmwasser	34%	44%	57%	53%	32%	29%

Ferner fällt bei konventionellen Bauten auf, dass ein grosser Unterschied zwischen Neubauten und Umbauten bezüglich Informationsstand zum Warmwasser besteht. Bei letzteren ist der Zugang zu den entsprechenden Informationen wesentlich geringer (vgl. Tabelle 41).

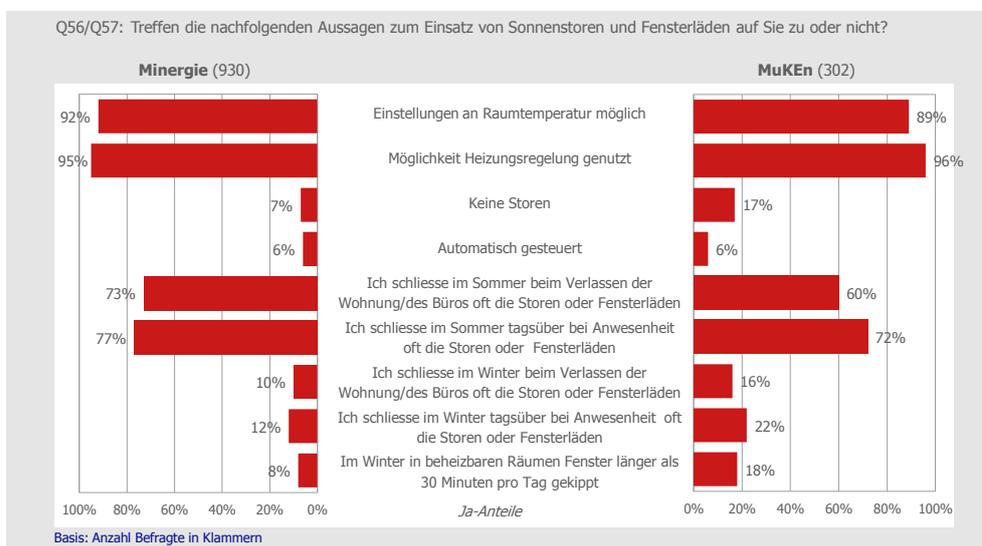
Tabelle 41: Informationen zu Energiekosten bzw. –verbrauch bei MuKEn nach Projektart (Ja-Anteile)

„Können Sie aufgrund der Nebenkostenabrechnung sehen...“	Neubauten (n=123)	Umbauten (n=179)
Energiekosten Heizung	58%	55%
Energieverbrauch Heizung	57%	45%
Energiekosten Warmwasser	51%	36%
Energieverbrauch Warmwasser	52%	34%

3.3.3 Situation und selbstberichtetes Verhalten

In den meisten konventionellen Gebäuden ist es den Nutzenden – ähnlich wie im Minergie-Umfeld – möglich, selbst Einfluss auf die Raumtemperatur zu nehmen (Heizungsregelung). Und ähnlich wie bei den Nutzenden von Minergiegebäuden (vgl. Kapitel 2.3.3) ist dies auch bei MuKEn-Häusern eher bei Wohnungen als bei Büros möglich.

Abbildung 28: Situation und selbstberichtetes Verhalten (Ja-Anteile)





Bei MuKEN-Liegenschaften fehlen deutlich häufiger als bei Minergiegebäuden *Sonnenstoren und/oder Fensterläden*. In je weiteren 6% der MuKEN- bzw. Minergiebauten sind die Storen automatisch gesteuert, sodass die Nutzenden sie nicht individuell bedienen können. Dort, wo es sie gibt und sie nicht automatisch gesteuert sind, werden Sonnenstoren bzw. Fensterläden in unterschiedlichem Mass benützt – im Sommer mehr als im Winter (vgl. Abbildung 28).

Interessant ist dabei, dass dieses Verhalten nach Gebäudetyp recht unterschiedlich ist - unabhängig davon, ob es sich um ein Minergiegebäude oder um einen konventionell erstellten Bau handelt:

- In Wohngebäuden, besonders intensiv in Einfamilienhäusern, werden Storen oft im Sommer bei Verlassen des Gebäudes (also bei längerer Abwesenheit) eingesetzt.
- Im Einfamilienhäusern und Verwaltungsbauten werden Storen im Sommer auch tagsüber bei Anwesenheit oft genutzt.
- In Verwaltungsbauten werden Storen im Winter deutlich häufiger geschlossen, wenn die befragte Person das Gebäude verlässt. Anders als bei Wohngebäuden dürfte dies heissen, dass dies vor allem nachts und über das Wochenende geschieht und die Storen somit gezielt als Kälteschutz eingesetzt werden.
- Allerdings werden die Storen bei Verwaltungsbauten auch tagsüber im Winter klar häufiger geschlossen. Dies könnte eher aus Gründen des Sonnenschutzes (Blendwirkung) erfolgen.

Tabelle 42: Situation und selbstberichtetes Verhalten (Ja-Anteile) nach Gebäudetyp

	Einfamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Verwaltungsbauten	
	Minergie (n=615)	MuKEN (n=89)	Minergie (n=223)	MuKEN (n=99)	Minergie (n=92)	MuKEN (n=114)
Einstellungen an Raumtemperatur möglich	95%	93%	89%	93%	76%	83%
Möglichkeit Heizungsregelung genutzt	95%	99%	96%	98%	91%	93%
Keine Storen / automatisch gesteuert	10%	25%	13%	19%	31%	25%
Ich schliesse im Sommer beim Verlassen der Wohnung/des Büros oft die Storen oder Fensterläden	77%	76%	66%	66%	55%	42%
Ich schliesse im Sommer tagsüber bei Anwesenheit oft die Storen oder Fensterläden	80%	75%	68%	63%	82%	78%
Ich schliesse im Winter beim Verlassen der Wohnung/des Büros oft die Storen oder Fensterläden	9%	19%	10%	8%	20%	22%
Ich schliesse im Winter tagsüber bei Anwesenheit oft die Storen oder Fensterläden	10%	14%	12%	14%	30%	36%
Im Winter in beheizbaren Räumen Fenster länger als 30 Minuten pro Tag gekippt	6%	17%	13%	21%	11%	17%

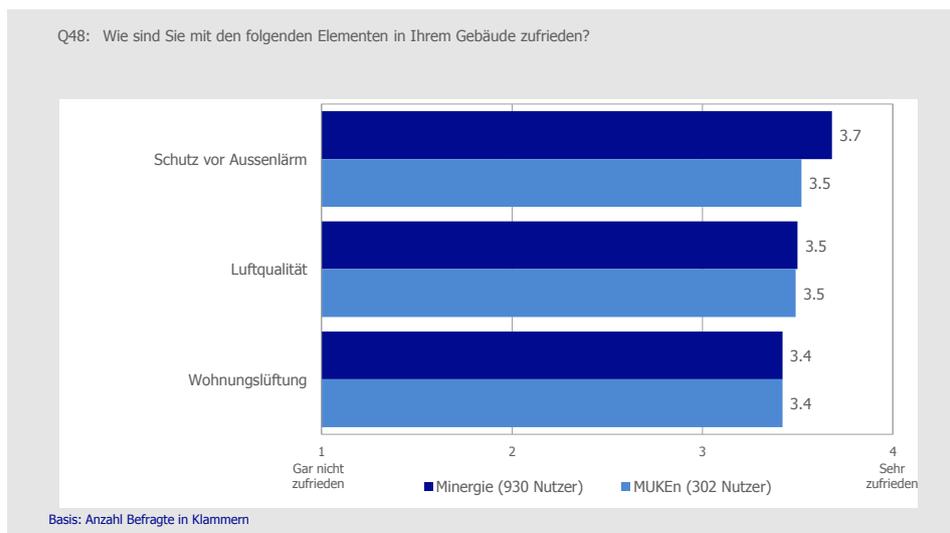
Schimmelpilz stellen im Übrigen nur 6% der Nutzenden von Minergiegebäuden bzw. 7% in konventionell erstellten Liegenschaften fest. Damit werden die von den Betreibenden gemachten Angaben bestätigt (vgl. Kapitel 3.2.3)



3.3.4 Zufriedenheit

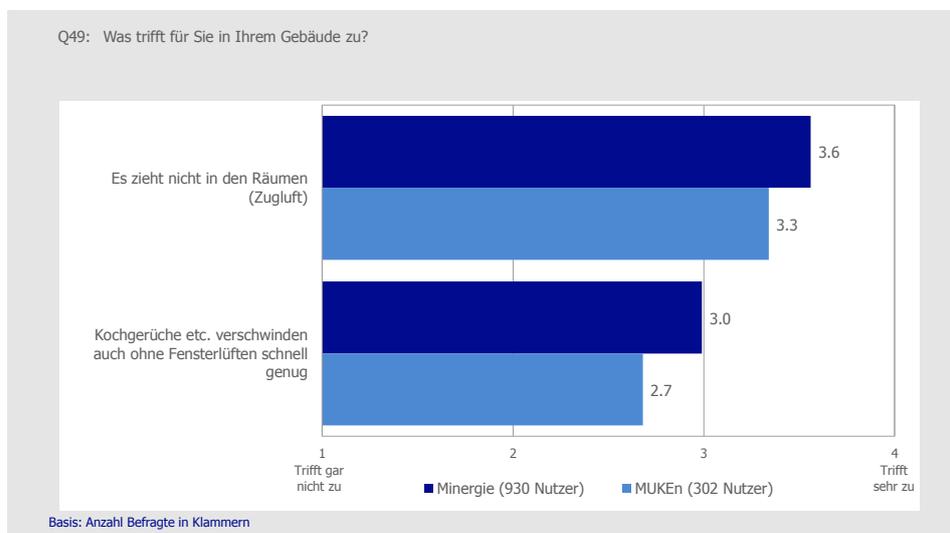
Nutzende in konventionellen Bauten sind in gleichem, hohem Mass mit der *Luftqualität und der Wohnungslüftung* zufrieden wie solche in Minergiegebäuden. Der *Schallschutz* scheint hingegen in letzteren deutlich besser zu sein. Auf einer Antwortskala von „gar nicht zufrieden“ (1) bis „sehr zufrieden“ (4) resultieren die nachfolgenden Mittelwerte.

Abbildung 29: Zufriedenheit mit Luft und Lärm



Auch *zieht es* in Minergiebauten weniger, und *Kochgerüche* verschwinden schneller (vgl. Abbildung 30). Nutzende von MuKEN-Verwaltungsbauten sind mit der Zugluft weniger zufrieden als diejenigen in Wohnhäusern. Das ist bei Minergiegebäuden nicht anders (vgl. Kapitel 2.3.4). Und Kochgerüche sind in Mehrfamilienhäusern sowohl bei Minergie als auch bei MuKEN eher ein Problem als bei Einfamilienhäusern.⁷⁷ Die Antworten konnten auf einer Viererskala von „trifft gar nicht zu“ (1) bis „trifft sehr zu“ (4) gegeben werden. Die nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse als Mittelwerte zusammen.

Abbildung 30: Beurteilung von Zugluft und Kochgerüchen

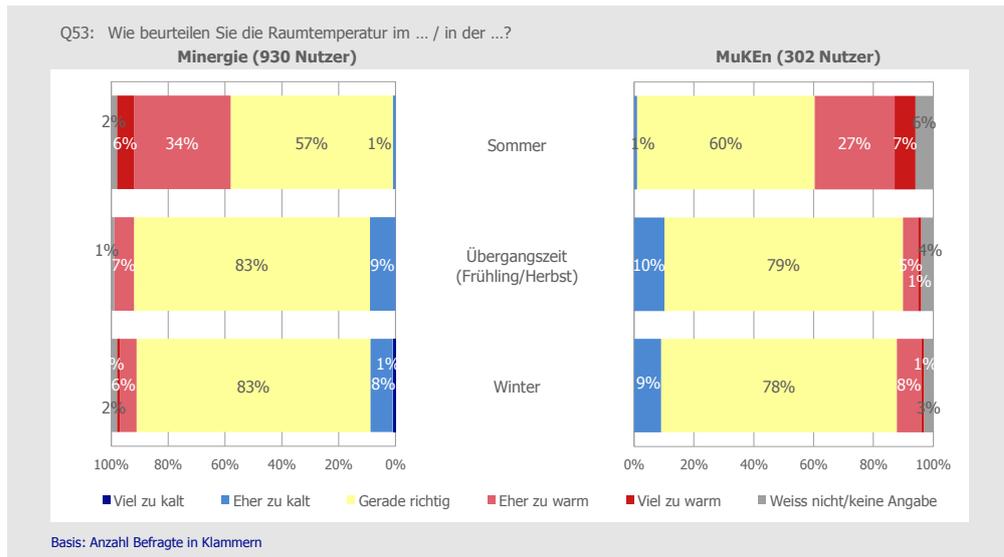


⁷⁷ Die Frage wurde auch Nutzenden von Verwaltungsbauten gestellt, macht aber in diesem Umfeld grösstenteils wenig Sinn. Entsprechend gaben hier 32% (Minergie) bzw. 37% (MuKEN) gar keine Antwort.



Ähnliche Zufriedenheiten resultieren bei Minergie- und MuKE-Bauten bei der *Raumtemperatur*. Hier wie da wird die Temperatur besonders oft in Verwaltungsbauten – wohl aufgrund der generell grossen Glasflächen – im Sommer als zu warm empfunden.

Abbildung 31: Zufriedenheit mit der Raumtemperatur



Auffallend ist schliesslich, dass es den Nutzenden bei Minergie *im Winter häufiger zu trocken* ist als bei konventionell erstellten Bauten. Während es im einen Fall mehr als die Hälfte ist (44% eher + 12% viel zu trocken), beschränkt sich die Kritik im anderen Fall auf gut einen Drittel (33% eher + 3% viel zu trocken).



Teil II: Energieauswertung



1 Fragestellung und Ziele der Energieerhebung

Wird ein Gebäude neu erstellt oder umgebaut, bedarf es eines Energienachweises für die Baubewilligung. So wird im Vorfeld rechnerisch nachgewiesen, dass sich der Gebäudeenergiebedarf im Rahmen der jeweiligen Anforderungen bewegen wird. Diese Anforderungen basieren entweder auf den kantonalen Energievorschriften, welche sich aktuell an den MuKE 2008 orientieren, oder können strengeren Vorschriften unterliegen, wenn die Gebäude nach speziellen Labels zertifiziert werden sollen, insbesondere nach einem Minergie-Label.

Im Vordergrund der Energieauswertung im Rahmen der Studie «Erfolgskontrolle Gebäudeenergiestandards» steht die Frage, ob der reale Energieverbrauch eines Gebäudes den theoretischen Anforderungen an den jeweiligen Energiestandard mit seinem individuellen Grenzwert entspricht. Es werden nicht die Gebäudestandards an sich untersucht sondern konkrete Gebäude im Betrieb. Das Minergie-Label wird aufgrund von planerischen Daten, nicht aufgrund des effektiven Energieverbrauchs im Betrieb erteilt. Die im Projekt allenfalls festgestellten Abweichungen bedeuten nicht, dass die entsprechenden Gebäude den Standard nicht einhalten, sondern dass möglicherweise z. B. wegen Nutzer- oder Betriebs-Einflüssen die Planungswerte überschritten werden. Ob allenfalls bauliche Mängel mitverantwortlich sind für die Überschreitung der Grenzwerte, wurde im Projekt nicht untersucht.

Beim untersuchten Sample handelt es sich nicht um eine repräsentative Stichprobe der Gebäude pro Standard sondern um ein Sample, welches Objekte umfasst, deren Eigentümerschaft sich bei der Online-Befragung zur Teilnahme bereit erklärt hat und entsprechende Energiedaten liefern konnte.

Gemäss Pflichtenheft stehen folgende Fragestellungen im Zentrum: «Wo liegen die realen Energiebedarfswerte der verschiedenen Kategorien? Erfüllen die Gebäude mit hohen Anforderungen die Erwartungen? Stimmen Vorgaben und effektiver Bedarf überein?» (Pflichtenheft zum Projekt (1374) 805 Erfolgskontrolle Gebäude-Energiestandards. Bundesamt für Energie. Seite 5)

Im Rahmen der Erhebung wurden die tatsächlich gemessenen Energiekennzahlen von Gebäuden unterschiedlicher Standards und den Nutzungskategorien «Einfamilienhaus», «Mehrfamilienhaus» und «Verwaltung» (=Bürobauten) ermittelt. Der Vergleich zwischen dem geforderten Grenzwert und der tatsächlich gemessenen Energiekennzahl zeigt, ob und wie stark die Soll- und die Ist-Werte im Betrieb voneinander abweichen. Es wird zudem ermittelt, ob sich diesbezüglich Unterschiede zwischen den Gebäudeenergiestandards erkennen lassen und ob es Hinweise auf die Ursachen für die Abweichungen gibt.

Frühere quantitative Studien stützen sich bezüglich des Energieverbrauchs allein auf die Angaben der befragten Gebäudeeigentümer/innen⁷⁸. Ziel der vorliegenden Studie ist die Analyse von Energieverbrauchsdaten, welche vor Ort im Gebäude auf ihre Plausibilität hin überprüft und bei Bedarf korrigiert werden.

⁷⁸ Lenel et al. (2004): Praxistest Minergie // Rütter et al. (2008): Praxistest Minergie-Modernisierung.



2 Vorgehen

Die Energieerhebung verlief in fünf Phasen:

Phase 1: Bildung des Objektsamples

Im Rahmen der durch DemoSCOPE durchgeführten Onlinebefragung⁷⁹ wurden die Teilnehmer/innen gefragt, ob sie Energiedaten zur Liegenschaft bereitstellen können und in einem weiteren Schritt eine Gebäudebegehung ermöglichen würden. Die Ja-Antworten bildeten die Basis der zu untersuchenden Objekte. Allerdings lag der Rücklauf der Objekte, bei welchen die Eigentümer/innen zu einer Energie-datenauswertung bereit waren, in mehreren Kategorien deutlich unter den angestrebten Zahlen. Zudem konnten einige Objekte nicht ausgewertet werden, weil trotz ursprünglich signalisierter Teilnahmebereitschaft keine Energiedaten geliefert wurden oder diese zu ungenau und damit nicht verwendbar waren.

Tabelle 43: Ausfälle beim Rekrutierungsprozess

	Standards						Total
	Minergie Neubau	Minergie Umbau	Minergie-P Neubau	Minergie-A Neubau	MuKEu Neu- bau	MuKEu Umbau	
Bauherrschaften an- geschrieben	766	791	1010	51	1524	1517	5659
Bauherrschaften Ant- worten	250	319	396	22	108	132	1227
./ Nicht mehr Eigen- tümer	32	10	17	1	26	10	96
./ Ermittlung Ener- gieverbrauch nicht möglich	79	80	110	10	44	66	389
./ Nicht bereit zu Be- gehung	34	47	34	3	11	22	151
Bereitschaft für Be- gehung	105	182	235	8	27	34	591
./ Auf Anfrage keine Daten geliefert	46	75	127	2	18	20	288
./ Daten nicht ver- wendbar*	17	35	59	4	2	4	121
Durchgeführte Bege- hungen**	54	68	44	5	19	24	214

* z. B. EFH mit Wärmepumpe ohne separaten Stromzähler

** nach Bereinigung um überzählige EFH in den Kategorien Minergie-Umbauten und Minergie-P-Neubau und inklusive nachrekrutierte Objekte

Schliesslich resultierte aufgrund der Online-Befragung und nach der Bitte an die Bauherren/innen zur Lieferung der Energieverbrauchsdaten die nachfolgende Verteilung der verwendbaren Objekte.

⁷⁹ Die Adressdaten stammten für die Minergie-Standards aus der Minergie-Adressdatenbank. Die Eigentümer/innen von konventionellen Gebäuden (MuKEu-Gebäuden) wurden aufgrund eines Auszugs aus der Schweizer Baugesuchsdatenbank der Berner Fachhochschule, Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur kontaktiert.



Tabelle 44: Zur Verfügung stehende Objekte nach der Online-Befragung und der Energiedatenanfrage

	Minergie-Neubau	Minergie-Umbau	Minergie-A-Neubau	Minergie-P-Neubau	MuKE-Neubau	MuKE-Umbau
EFH	16	52	2	40	2	6
MFH	8	18	0	4	2	3
Verwaltung	18	2	0	5	2	1

Weil insbesondere bei den MuKE-Gebäuden die verwendbaren Objektzahlen deutlich unter den angestrebten 20 Objekten pro Kategorie lagen, wurde die Rekrutierung erweitert auf Gebäude von grösseren Immobilienportfolieeigentümern/innen, die durch das Energieteam spezifisch kontaktiert wurden. Damit konnte das Objektsample insbesondere im Bereich der Mehrfamilienhäuser noch erweitert werden (vgl. Tabelle 46).

Phase 2: Entwicklung eines Tools zur Bestimmung der effektiven Energiekennzahl

Ein eigens für die Studie entwickeltes Erfassungstool gibt pro Objekt Überblick über Gebäudedaten, Energiestandard, Planungswerte und Anforderungen, Endenergieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Stromproduktion sowie Möglichkeiten zur Abschätzung des Energieverbrauchs für Lüftung, Kühlung und Hilfsenergie. Aufgrund der eingegebenen Daten wird die objektspezifische Energiekennzahl berechnet. Zudem lassen sich im Tool Informationen zum Nutzerverhalten, zu Einstellungsproblemen etc., die allenfalls Rückschlüsse auf die Gründe für eine Abweichung vom angestrebten Grenzwert zulassen, erfassen.

Phase 3: Beschaffung und Auswertung der Energiedaten

Alle Personen, welche sich in der Online-Befragung zu einer Energieauswertung und zur Lieferung von Energieverbrauchszahlen bereit erklärt hatten, wurden per Email oder per Post kontaktiert. Sie wurden gebeten, die Energieverbräuche in einem Excel-Formular zu erfassen oder entsprechende Unterlagen zu schicken.

Für die Berechnung der Gebäudeenergiekennzahl standen im Idealfall basierend auf Rechnungen oder Ablesewerten über den Zeitraum von mindestens zwei Jahren folgende Daten zur Verfügung:

- Endenergieverbrauch pro Jahr für Heizung, Warmwasser und gegebenenfalls Kühlung aufgeschlüsselt nach Energieträger
- Jahresstromertrag von Photovoltaikanlagen

Diese Energiedaten wurden in das Erfassungstool eingepflegt und im Anschluss an die Objektbegehungen im Bedarfsfall korrigiert.

Phase 4: Begehungen und Plausibilisierung der Energiedaten

Jedes Gebäude wurde durch eine/n Energieexperten/in besucht. Einerseits wurden so die Energiedaten plausibilisiert, andererseits konnte der Energiebedarf zusätzlicher zu berücksichtigender Verbraucher wie Lüftungsanlagen, Hilfsbetriebe oder Kühleinrichtungen erfasst werden. Zudem konnten Informationen wie andere Nutzungen im Gebäude oder unkorrekte Datenbankangaben zur Energiebezugsfläche erkannt werden. Im Rahmen der Begehungen war es zudem möglich, energierelevante Betriebsparameter und bestimmte Nutzerverhaltensaspekte zu erfragen. Die Begehung diente dazu, vor Ort Hinweise zu sammeln für eine Erklärung von allfälligen signifikanten Abweichungen der Energiekennzahl vom geforderten Grenzwert.

Die Begehungen stellten sich als wertvoll und notwendig für die Bereinigung der Energieverbrauchsdaten heraus. In zahlreichen Fällen konnten dadurch Abgrenzungsbedarf, Systemzusammenhänge und



zusätzliche Verbraucher (wie z. B. Begleitbandheizungen) erkannt und die Verbrauchsangaben entsprechend angepasst werden.

Die Begehungen wurden durch die folgenden Gebäudeenergieexperten/innen durchgeführt: Sebastian Krämer und Meta Lehmann von econcept AG, Martin Mühlebach, Valentin Müller, Martin Ménard und Lara Carisch von Lemon Consult AG.

Phase 5: Auswertung der Daten

Mit den plausibilisierten Energiedaten werden die gewichteten Energiekennzahlen berechnet und pro Standard und Gebäudekategorie ausgewertet.

Die Minergie-Gebäudedatenbank, die Resultate aus der Online-Befragung, die berechneten Energiekennzahlen und die Erkenntnisse aus den Begehungen bilden auch die Basis für die statistischen Tests zur Frage, was die Gründe für die Abweichungen von den Grenzwerten sein könnten.



3 Methodische Grundlagen

3.1 Energiekennzahl und Gewichtungsfaktoren

Die Energiekennzahl beschreibt den gewichteten Nettoenergiebedarf eines Gebäudes, der pro Quadratmeter Energiebezugsfläche über den Berechnungszeitraum von einem Jahr zum Heizen oder Kühlen aufgewendet wird, inklusive dem Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung. Um den Verbrauch unterschiedlicher Energieträger für verschiedene Gebäude vergleichbar zu machen, wird der Endenergiebedarf abhängig vom Energieträger und dessen Wertigkeit gewichtet. Für die Auswertung gelten die durch die EnDK (Konferenz Kantonalen Energiedirektoren) und das Bundesamt für Energie festgelegten nationalen Gewichtungsfaktoren⁸⁰.

Tabelle 45: Gewichtungsfaktoren nach Energieträger gemäss EnDK

Energieträger	Gewichtungsfaktor (f)
Elektrizität	2.0
Heizöl, Erdgas, Kohle	1.0
Biomasse (Holz, Biogas, Klärgas)	0.7
Abwärme (inkl. Fernwärme aus KVA, ARA, Industrie)	0.6

Die Praxis von Minergie, die Energiekennzahl aufgrund der gewichteten Energieträger zu bestimmen, wird im Rahmen der Studie zu Vergleichszwecken auch auf die MuKEN-Objekte angewendet. Für die einheitliche Darstellung werden die Energiedaten vereinfacht in kWh/m² angegeben. Die Werte beschreiben in allen Fällen die Energiemenge pro Jahr pro Quadratmeter Energiebezugsfläche. Auf die Schreibweise kWh/m²_{EBF}*a wird weitgehend verzichtet.

3.2 Gebäudeenergiestandards und Gebäudekategorien

3.2.1 Die untersuchten Kategorien

In der Studie sollen die sechs Standards Minergie-Neubau, Minergie-Umbau, Minergie-A-Neubau, Minergie-P-Neubau, MuKEN-Neubau und MuKEN-Umbau betrachtet werden. Gemäss Pflichtenheft wird angestrebt, pro Gebäudestandard je 20 Objekte der Kategorien Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus mit drei oder mehr Wohnungen (MFH) und Bürogebäude (Verwaltung) zu analysieren.

Das Sample der auswertbaren 214 Objekte verteilt sich auf die verschiedenen Standards- und Gebäudetypen wie in Tabelle 46: ersichtlich.

Tabelle 46: Ausgewertete Objekte nach Gebäudekategorie und Energiestandard

	Minergie-Neubau	Minergie-Umbau	Minergie-A-Neubau	Minergie-P-Neubau	MuKEN-Neubau	MuKEN-Umbau
EFH	21	33	4	19	2	7
MFH	18	22	0	16	14	15
Verwaltung	15	13	1	9	3	2

Bezüglich des Standards Minergie-A wurden keine Nachrekrutierungsbestrebungen gemacht. Wegen der erst kürzlich erfolgten Einführung des Labels im Jahr 2011 und der geringeren Verbreitung des Standards war von Beginn weg mit einer kleinen Vertretung im Antwortsample zu rechnen.

⁸⁰ BFE und EnDK (2009): Gebäudeenergieausweis der Kantone – Nationale Gewichtungsfaktoren, 1.5.2009



Bei den MuKEN-Gebäuden war der Rücklauf besonders niedrig. Bei den Mehrfamilienhäusern konnte schliesslich dank der Unterstützung von einzelnen grossen Immobilieneigentümern dennoch eine relevante Objektzahl erreicht werden.

3.2.2 Anforderungen an die Minergie-Kategorien

Die nachfolgende Tabelle fasst die geforderten Grenzwerte pro Minergie-Kategorie zusammen⁸¹. Das Zusatzzertifikat «ECO» hat keine speziellen Anforderungen in Bezug auf die Grenzwerte und wird hier nicht weiter untersucht.

Tabelle 47: Anforderung an Energiekennzahl nach Gebäudeenergiestandard

Kategorie	Minergie Neubau	Minergie Umbau	Minergie-A Neubau	Minergie-P Neubau
Wohnen EFH	38 kWh/m ²	60 kWh/m ²	0 kWh/m ²	30 kWh/m ²
Wohnen MFH	38 kWh/m ²	60 kWh/m ²	0 kWh/m ²	30 kWh/m ²
Verwaltung	40 kWh/m ²	55 kWh/m ²	0 kWh/m ²	25 kWh/m ²

In der Tabelle werden die zur Zeit der Erhebung gültigen Grenzwerte dargestellt. Bis Ende 2008 galten⁸² für EFH- und MFH-Neubauten der Grenzwert 42 kWh/m² (Umbau 80 kWh/m²) und für umgebaute Verwaltungsbauten 70 kWh/m². Objekte, die gemäss Grenzwerten früherer Minergie-Reglements erstellt wurden, werden an den zugehörigen Grenzwerten gemessen. Objekte mit gemischten Grenzwerten werden ebenfalls an ihrem spezifischen Grenzwert gemessen (z. B. Mischgrenzwert Neubau/Umbau).

In den Energiekennzahlen ist der gewichtete Energiebedarf für Raumheizung, Warmwasser, Elektrizität für mechanische Lüftung und die allfällige Raumklimatisierung mit Kühlung, Be- und Entfeuchtung enthalten. Für Minergie-P und -A-Bauten werden zusätzlich Hilfsbetriebe für die Wärme- und Kälteverteilung mitberücksichtigt.

3.2.3 Anforderungen an die MuKEN-Kategorien (konventionelle Bauten)

Für einen Vergleich der Minergie-zertifizierten Gebäude mit konventionellen Bauten wird die so genannte MuKEN-Kategorie einbezogen. Mit MuKEN-Objekten werden im vorliegenden Bericht die Gebäude bezeichnet, welche nach geltenden Energievorschriften (MuKEN2008) erstellt oder erneuert wurden.

Die Grenzwerte für MuKEN Gebäude sind abhängig von der jeweiligen Gebäudehüllzahl. Ein Gebäude, welches den geltenden Energievorschriften entspricht, muss einen bestimmten, von der Gebäudehüllzahl abhängigen Heizwärmebedarf nach SIA 380/1 einhalten. Der MuKEN-Grenzwert wird nach Neubauten und Umbauten differenziert. In der Befragung wurde angestrebt, möglichst nur Umbauten einzubeziehen, welche eine Gesamtanierung der Gebäudehülle umgesetzt hatten (Dach, Fassade, Fenster).

Die nachfolgende Tabelle gibt beispielhaft Aufschluss über die Richtgrössen der Grenzwerte für den Heizwärmebedarf von MuKEN-Gebäuden für folgende Gebäudehüllzahlwerte⁸³: EFH = 1.8, MFH = 1.3, Verwaltung = 1. Gemäss SIA380/1:2009 wird für MFH mit dem Basiswert $Q_{h,li0} = 55 \text{ MJ/ m}^2$ sowie für EFH und Verwaltung mit dem Basiswert $Q_{h,li0} = 65 \text{ MJ/ m}^2$ gerechnet⁸⁴. Dazu werden die geltenden

⁸¹ http://www.minergie.ch/standard_minergie.html [Stand: 21.09.2015]

⁸² Gemäss telefonischer Auskunft «Minergie Agentur Bau» Muttenz

⁸³ Vgl. Anhang Kapitel 0 Abschätzung der Gebäudehüllzahl

⁸⁴ Zur besseren Vergleichbarkeit mit den Minergie-Grenzwerten wird die Einheit kWh anstatt MJ verwendet. Berechnung gültig für die Klimastation Zürich SMA mit Klimakorrekturfaktor 0.928.



Steigerungsfaktoren $\Delta Q_{h,li} = 65 \text{ MJ/m}^2$ für EFH und MFH sowie 85 MJ/m^2 für Verwaltung addiert. Die Grenzwerte für Umbauten betragen 125 % der Neubaugrenzwerte.

Tabelle 48: Beispiel gesetzliche Grenzwerte Heizwärmebedarf nach MuKE n 2008 (ungewichtet)

Kategorie	$Q_{h,li}$ MuKE n Neubau	$Q_{h,li}$ MuKE n Umbau
Wohnen EFH	47 kWh/m ²	59 kWh/m ²
Wohnen MFH	36 kWh/m ²	45 kWh/m ²
Verwaltung	39 kWh/m ²	48 kWh/m ²

Um diesen Grenzwert mit den Grenzwerten der Energiekennzahl von Minergie-Gebäuden vergleichbar zu machen, wird zum Grenzwert für den Heizwärmebedarf der Endenergiebedarf für die Warmwasseraufbereitung summiert. Basis dazu bilden Werte der SIA 380/1:2009: $Q_{WW,EFH} = 50 \text{ MJ/m}^2$, $Q_{WW,MFH} = 75 \text{ MJ/m}^2$ und $Q_{WW,Verwaltung} = 25 \text{ MJ/m}^2$.

Zudem wird für die Angleichung an den Grenzwert gemäss Minergie den für Neubauten gesetzlich festgelegten maximal möglichen Anteil nicht erneuerbarer Energie von 80 % berücksichtigt und es wird von einem typischen Nutzungsgrad für Gas- oder Ölkessel von 85 % ausgegangen, wobei Öl und Gas mit 1 gewichtet werden (vgl. Tabelle 45). Damit wird die Anforderung an die gewichtete Energiekennzahl für die MuKE n-Gebäude errechnet⁸⁵. Es wird kein Stromverbrauch für allfällige Lüftungen, Klimatisierung oder Hilfsenergie in die Anforderung einbezogen.

Tabelle 49: Beispiel-Anforderungen an Energiekennzahl bei MuKE n-Gebäuden (gewichtete Endenergie)

Kategorie	EKZ _{MuKE n} , Neubau	EKZ _{MuKE n} , Umbau
Wohnen EFH	57 kWh/m ²	85 kWh/m ²
Wohnen MFH	53 kWh/m ²	77 kWh/m ²
Verwaltung	43 kWh/m ²	65 kWh/m ²

3.3 Parameterdefinitionen

Die gelieferten Energieverbrauchsdaten stellten sich als sehr heterogen heraus. Nicht immer wurden die relevanten Energieverbräuche dokumentiert oder separat ausgegeben. Um die Energiekennzahl möglichst genau abzubilden, wurden die Energiebezüger im Rahmen der Objektbegehungen erfasst. Für den Fall, dass unzureichende Informationen über den Energieverbrauch vorlagen, z. B. aufgrund von Abgrenzungsproblemen durch Wärmelieferung an Dritte, unbekannte Laufzeiten und Leistungen von Lüftungsgeräten oder Ungenauigkeiten von verbrauchten Holzmengen, mussten Annahmen basierend auf SIA-Standardwerten getroffen werden.

Gebäude mit Wärmepumpe

Einfamilienhäuser mit Wärmepumpen ohne separaten Stromzähler waren aufgrund des möglichen Fehlers in der Abgrenzung zum Haushaltsstrom nicht Teil der Studie.

Bei Mehrfamilienhäusern wird die Wärmepumpe oft zusammen mit dem Allgemeinstrom gemessen. In diesen Fällen wurde vom Allgemeinstrom 4 kWh/m^2 für den Verbrauch von Lifanlagen, Treppenhaus- und Kellerbeleuchtung abgezogen. Falls auch Lüftungsanlagen über den Allgemeinstrom versorgt werden, wurde auch deren Verbrauch abgezogen.

⁸⁵ Vgl. Anhang Kapitel 0

Herleitung der Anforderung an die MuKE n-Gebäude



Bei gewissen Energieversorgern (z. B. ewz) gilt der separat abgerechnete Wärmepumpentarif nur für die Wärmepumpe. Heizstab⁸⁶ und Begleitbandheizung⁸⁷ werden über den Allgemeinstrom versorgt. In diesen Fällen wurde der Verbrauch von Heizstab und Begleitbandheizung vom Allgemeinstromzähler, wiederum mit einem Abzug von 4 kWh/m², abgeleitet.

Verwaltungsbauten mit Wärmepumpe ohne separaten Stromzähler wurden nur im Ausnahmefall berücksichtigt. In diesen Fällen wurde vom allgemeinen Stromzähler 4 kWh/m² für den Allgemeinstrom abgezogen bzw. bei nur einem Nutzer 29 kWh/m² für den Bürostrom.

Klimakorrektur

Einige Kantone verfügen über mehrere Klimastationen, um die unterschiedlichen Jahresmitteltemperaturen im Grenzwert zu berücksichtigen. Ausgehend vom Objektstandort wurde die entsprechende Klimastation gewählt. Befand sich ein Gebäude höher als 800 m.ü.M. wurde pauschal die höher gelegene Klimastation gewählt. Objekte im Kanton Graubünden wurden mittels Gemeindeschlüssel der entsprechenden Klimastation zugeordnet.

Datenqualität

Die Datenqualität für Heizung, Lüftung und Kühlung des vorliegenden Energieverbrauchs wurde entsprechend der Anzahl dokumentierter Jahre und dem Detailierungsgrad in «sehr gut», «mittel» und «gering» kategorisiert. Für den seltenen Fall, dass die Energiedaten zwei Jahre oder weniger abdeckten, wurde eine Korrektur mit Hilfe der Heizgradtage durchgeführt.

Thermische Solaranlagen

Die gelieferte Energie thermischer Solaranlagen wird nicht separat erfasst. Die thermische Solarenergie reduziert jedoch den Verbrauch des Hauptenergieträgers und fliesst dadurch in die Untersuchung ein.

Photovoltaik-Anlagen

Die Produktion der Photovoltaikanlage wurde nur dann vom Energieverbrauch abgezogen, wenn die Anlage bereits im Minergie-Antrag vorgesehen war⁸⁸ und die Erträge nicht KEV-berechtigt (Kostendeckende Einspeisevergütung) sind⁸⁹. Bei den MuKE-Gebäuden wurde der PV-Strom nicht abgezogen.

Lüftung

Lagen keine Herstellerdaten oder bekannte Laufzeiten der Lüftungsanlage vor, wurde mit folgenden Standardannahmen gerechnet: Einfache Abluftanlage: 0.14 W/(m³/h), einfache Lüftungsanlage: 0.28 W/(m³/h), Lüftungsanlage mit Luftherwärmer: 0.34 W/(m³/h), einfache Klimaanlage: 0.55 W/(m³/h). Für die Betriebsstunden galt die Definition EFH, MFH: 8760 h pro Jahr, Verwaltung: 2700 h pro Jahr.

⁸⁶ Ein elektrischer Heizstab kann als Heizungsunterstützung in einen Wassererwärmer integriert werden. Er wird eingeschaltet, wenn das Hauptheizungssystem das Warmwasser nicht auf die gewünschte Temperatur erwärmen kann.

⁸⁷ Eine elektrische Begleitbandheizung hält das Warmwasser in den Leitungen zwischen Wassererwärmer und Bezugspunkt warm.

⁸⁸ Die Produktion von PV-Anlagen, welche nicht im Minergie-Antrag erfasst sind, kann für die Erfüllung des Grenzwerts nicht berücksichtigt werden. Sie leistet aber in der Regel einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des Strombezugs aus dem Netz.

⁸⁹ Der ökologische Mehrwert wird bei KEV-Anlagen an Swissgrid veräussert und darf daher vom Stromproduzenten nicht nochmals beansprucht werden. KEV-Anlagen dürfen daher gemäss Minergie-Reglement nicht angerechnet werden.



Energieverbrauch Kühlung

Für die Berechnung nicht dokumentierter Kühlenergie wurden Annahmen getroffen. Sofern die EER⁹⁰ nicht bekannt war, wurde diese je nach Anlagentyp wie folgt definiert: Kompaktkältemaschine 7 °C: 3.2; Kompaktkältemaschine 14 °C: 5.0; Kältemaschine wassergekühlt 37 °C: 4.0; Kältemaschine wassergekühlt 14 °C: 7.5; Direktkühlung (Erdsonden, Grundwasser): 15.0. Für nicht dokumentierte Betriebsstunden wurde eine Laufzeit von 500 h pro Jahr angenommen.

Hilfsenergie

Bei Minergie-P- und Minergie-A-Gebäuden wurde die Hilfsenergie für Umwälzpumpen der Wärme- und Kälteverteilung mit 1 kWh/m² abgeschätzt. Dies für den Fall, dass die Hilfsenergie nicht separat erfasst wurde.

Luftbefeuchtung

Lagen keine Daten vor, wurde eine Laufzeit von 500 h pro Jahr bei entsprechender Leistung des Herstellers angenommen.

Vereisungsschutz

Erfolgte der Vereisungsschutz des Lüftungsgeräts direkt elektrisch, wurden die Werte entsprechend der Herstellerangaben oder mit Hilfe der Deklarationsberichte der Prüfstelle Gebäudetechnik der Hochschule Luzern eingesetzt.

Begleitbandheizung

Falls keine Angaben zu Leistung und Laufzeit von Begleitheizbändern bekannt waren, wurde mit 8 W/m und einer Betriebszeit von 6570 h pro Jahr gerechnet.

Brennwerte

Um den Brennwert der verbrauchten Energieträger zu ermitteln, wurden entsprechend SIA 380/1:2009 folgende Werte angenommen: Öl: 10.5 kWh/l; Erdgas: 11.2 kWh/m³; Stückholz: 2200 kWh/Ster; Holz-schnitzel: 1100 kWh/m³; Pellets: 3630 kWh/m³.

⁹⁰ EER = Energy Efficiency Ratio (Leistungszahl)



4 Ergebnisse

4.1 Realisierte Stichprobe

Es konnten 214 Datensätze verwendet werden. Im Gegensatz zur Darstellung in Tabelle 46 wird aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich, dass bei den MuKEU-Umbauten für die Auswertung differenziert wurde, ob es sich tatsächlich um eine Gesamtsanierung handelte («Gesamt») oder ob weniger als drei Gebäudehüllenteile erneuert wurden («Teil»).

Tabelle 50: Die realisierte Stichprobe, Anzahl Gebäude pro Standard und Gebäudetyp

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Minergie-A-Neubau	4	0	1	5
Minergie-P-Neubau	19	16	9	43
Minergie-Neubau	21	18	15	54
Minergie-Umbau	33	22	13	69
MuKEU-Neubau	2	14	3	19
MuKEU-Umbau (Gesamt)	3	9	1	13
MuKEU-Umbau (Teil)	4	6	1	11
Total	86	85	43	214

20% der Objekte stammen aus der französischsprachigen Schweiz.

Tabelle 51: Die realisierte Stichprobe, Anteil Gebäude nach Sprachregion (n=214)

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Deutsch	29%	35%	17%	80%
Französisch	11%	5%	3%	20%
Total	40%	40%	20%	100%

Insgesamt wurde bei 184 Gebäuden (86%) die Qualität der Wärmeverbrauchsangabe im Rahmen der Begehungen vor Ort mit «mittel» oder «sehr gut» bewertet (bei einer Auswahl von «gering», «mittel» oder «sehr gut»). Bei 14% der Gebäude muss von einer geringen Datenverlässlichkeit ausgegangen werden (Tabelle 60 im Anhang).

4.2 Bei den Begehungen verifizierte Energiekennzahlen

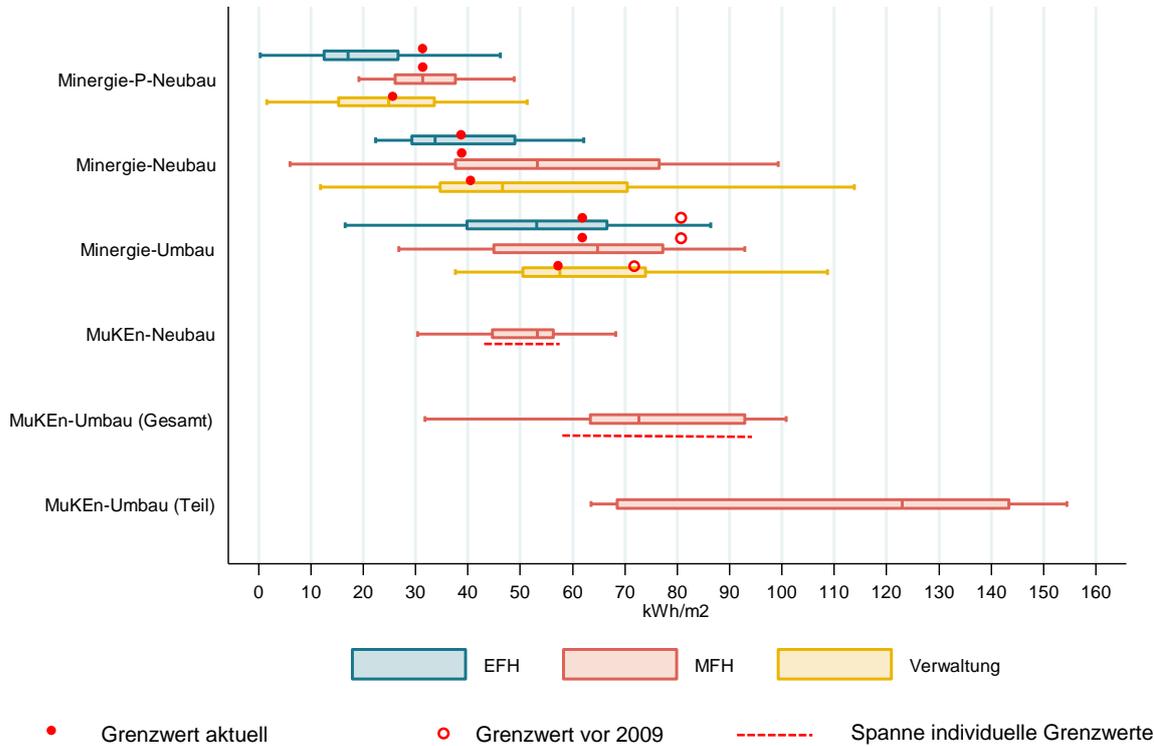
Die nachfolgende Abbildung illustriert die gewichteten Energiekennzahlen pro Standard und Gebäudekategorie. Ebenfalls eingetragen sind die Grenzwerte pro Standard. Weil im Sample der Minergie-Umbauten einige wenige Objekte enthalten sind, welche vor 2009 zertifiziert wurden, wird bei diesen auch der damalige Grenzwert angegeben. Bei den MuKEU-Gebäuden ist der jeweilige Grenzwert abhängig von der Gebäudehüllzahl des Objekts. Deshalb hat jedes Gebäude einen individuellen Grenzwert. Die Spanne der beobachteten Grenzwerte ist mit einer gestrichelten Linie markiert.

Wie aufgrund der Anforderungen an die Standards zu erwarten war, sinken die Energiekennzahlen je strenger der Standard ist. Es wird jedoch auch deutlich, dass es sich bei den Minergie-Bauten um ein sehr heterogenes Sample handelt. Bei den Mehrfamilienhäusern brauchen die Minergie-Bauten teilweise mehr Energie als die MuKEU-Neubauten. Die detaillierten Zahlen und insbesondere die Medianwerte werden aus der Tabelle 61 im Anhang ersichtlich.



Abbildung 32: Gewichtete EKZ [kWh/m²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.

Alle Gebäude (n = 214)



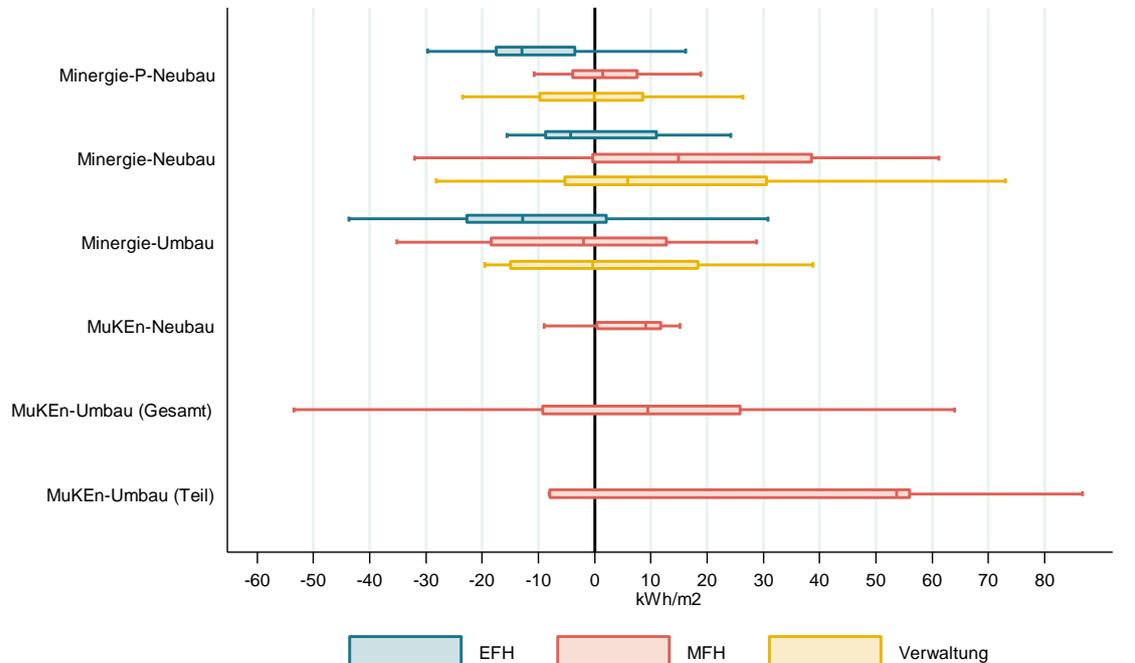
Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden mit dem Boxplot nicht dargestellt.

Um Fehlinterpretationen aufgrund zu geringer Datenqualität auszuschliessen, wurden die Energiekennzahlen auch unter Ausschluss der Objekte, bei welchem die Datenqualität für den Wärmeverbrauch während der Begehungen vor Ort als gering eingestuft wurde, berechnet. Die Ergebnisse verändern sich dadurch jedoch kaum (vgl. Tabelle 63 und Abbildung 41 im Anhang).

Die nachfolgende Grafik zeigt, wie weit pro Standard und Gebäudekategorie die effektiven Energiekennzahlen vom jeweils relevanten Grenzwert abweichen. Dabei wird jedes Objekt an dem für dieses Objekt relevanten Grenzwert gemessen. Das Sample enthält beispielsweise auch einige Mischgrenzwerte von Objekten mit Neubau- und Umbauteilen, die an diesem Mischgrenzwert gemessen werden. Es zeigt sich nochmals deutlich, dass bei den Minergie-Neubauten der Median der Energiekennzahlen für Mehrfamilienhäuser und Verwaltungsbauten über dem geforderten Grenzwert liegt. Im Minergie-P-Neubau werden die Grenzwerte mehrheitlich eingehalten oder unterschritten. Die detaillierten Zahlen und insbesondere die Medianwerte werden aus der Tabelle 64 im Anhang ersichtlich.



Abbildung 33: Absolute Abweichungen vom Grenzwert [kWh/m²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.



Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75} - Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden nicht dargestellt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welcher Anteil der Gebäude pro Kategorie den jeweiligen Grenzwert überschreitet. Es zeigt sich deutlich, dass bei fast allen Mehrfamilienhauskategorien (ausgenommen die Minergie-Umbau-MFH) eine deutliche Mehrheit der Objekte in den Samples die Grenzwerte nicht einhalten. Die zusätzliche Tabelle 65 im Anhang zeigt sowohl die Unter- wie die Überschreitungen und differenziert die Abweichungen nach solchen, die bis 10% abweichen und den Objekten, die mehr als 10% abweichen.



Tabelle 52: Anteil Objekte mit Überschreitung des jeweiligen Grenzwerts pro Standard und Gebäudekategorie

Rot markiert sind starke Überschreitungen bei gleichzeitig mehr als 5 Objekten als Basis.

	Anzahl Total	Anteil Überschreitung
Minergie-A-Neubau(A)		
EFH	4	50%
MFH		
Verwaltung	1	0%
Minergie-P-Neubau		
EFH	19	21%
MFH	16	63%
Verwaltung	9	44%
Minergie-Neubau		
EFH	21	43%
MFH	18	67%
Verwaltung	15	67%
Minergie-Umbau		
EFH	33	30%
MFH	22	45%
Verwaltung	13	46%
MuKEn-Neubau		
EFH	2	50%
MFH	14	78%
Verwaltung	3	67%
MuKEn-Umbau (Gesamt)		
EFH	3	0%
MFH	9	67%
Verwaltung	1	100%
MuKEn-Umbau (Teil)		
EFH	4	50%
MFH	6	67%
Verwaltung	1	100%

4.2.1 Minergie-Gebäude

Die Abbildung 32 zeigt die Verteilung der gewichteten Energiekennzahlen pro Gebäudestandard und Nutzungskategorie, die Abbildung 33 veranschaulicht die Abweichungen vom geforderten Grenzwert pro Kategorie.

Die **Minergie-P**-Anforderungen an die Energiekennzahl werden in allen Gebäudekategorien mehrheitlich erreicht. Die EFH unterschreiten die Anforderung mit 17 kWh/m² im Median deutlich und bei den



meisten Gebäuden liegt der Verbrauch unter dem Grenzwert. Die MFH halten die Anforderung im Median mit 31 kWh/m² nur knapp nicht ein. Bei den Bürobauteilen (Verwaltung) liegt der Verbrauch im Median leicht unter dem Grenzwert, das Sample ist mit 9 Gebäude jedoch sehr klein.

Bei den **Minergie-Neubauten** ist das Bild deutlich heterogener. Die EFH halten die Anforderung im Median ein und die Ausschläge nach oben sind nicht sehr gross (Maximum 62 kWh/m²). Die MFH überraschen mit einer Energiekennzahl im Median, die mit 53 kWh/m² deutlich über dem Grenzwert liegt. Zudem ist die Streuung der Kennzahlen sehr gross (Maximum 99 kWh/m²). Dasselbe gilt für die Verwaltungsbauteile. Im Median liegt der Verbrauch bei den Verwaltungsbauteilen mit 47 kWh/m² deutlich über dem Grenzwert und die Spanne der Verbräuche ist noch grösser als bei den MFH.

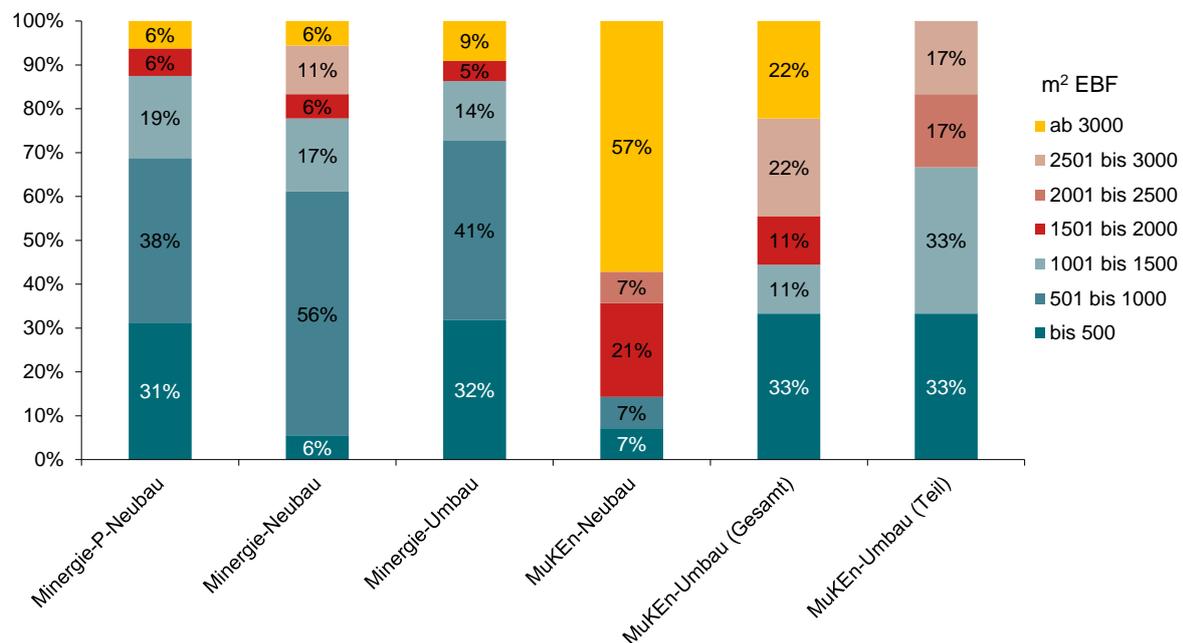
Die **Minergie-Umbaugrenzwerte** werden wiederum mehrheitlich eingehalten. Bei den EFH wird der Grenzwert deutlich unterschritten, aber auch bei den MFH und Verwaltungen liegen die Mediane unter den jeweiligen Grenzwerten. Dass der durchschnittliche Verbrauch der MFH mit 65 kWh/m² über dem aktuellen Grenzwert liegt, hat damit zu tun, dass es im Sample ein paar Bauteile gibt, welche noch nach den alten Anforderungen zertifiziert wurden. Die Verbrauchsstreuung ist bei allen Gebäudekategorien gross. Hier überrascht die Streuung jedoch weniger als bei den Minergie-Neubauten, weil beim Umbau auf die individuelle Situation des Bestandes Rücksicht genommen werden muss.

4.2.2 MuKEN-Gebäude

Aufgrund der geringen Fallzahlen kann bei den **MuKEN-Gebäuden** nur zu den Mehrfamilienhäusern eine gut datengestützte Aussage gemacht werden. Die **MFH-Neubauten** überschreiten im Median den individuell geforderten Grenzwert um 9 kWh/m².

Die Energieverbräuche streuen bei den MuKEN-Neubauten nur wenig, was mit einem eher homogenen Sample zu tun hat. Bei 57% der Gebäude handelt es sich um grosse Objekte mit mehr als 3'000 m² Energiebezugsfläche (vgl. nachfolgende Abbildung). Die Grösse der Objekte dürfte auch einer der Gründe sein, weshalb die gewichtete Energiekennzahl im Median mit 53 kWh/m² nicht höher liegt als der Median der Minergie-Neubauten. Bei den Minergie-Neubau-MFH handelt es sich mehrheitlich um Objekte mit weniger als 1'000 m² Energiebezugsfläche.

Abbildung 34: Mehrfamilienhäuser nach Standard und Energiebezugsflächenkategorie





Das MuKE-Neubau-MFH-Sample ist insbesondere aufgrund der Gröszenstruktur nur unter Vorbehalten mit dem Minergie-Neubau-MFH-Sample vergleichbar. Grosse, kompakte Bauten dürften einen tendenziell tieferen Energieverbrauch haben als kleinere Bauten. Dies konnte jedoch aufgrund der heterogenen Energieverbräuche kombiniert mit einem relativ kleinen Sample in der Studie statistisch nicht signifikant nachgewiesen werden. Andererseits ist die Belegungsdichte in grösseren, kompakten Miet-MFH, wie es die MuKE-Neubau-MFH im Sample mehrheitlich sind, tendenziell höher als bei kleineren Bauten, was zu einem überdurchschnittlichen Warmwasserverbrauch pro m² führen kann. Diese Tendenz wirkt in die andere Richtung, nämlich zu einer höheren Energiekennzahl. Das Projektteam kann aufgrund der Datenlage keine gesicherte Aussage dazu machen, welchen quantitativen Einfluss die grossen MuKE-Bauten in die eine oder andere Richtung haben. Wir vermuten jedoch, dass die beiden gegenläufigen Effekte (Kompaktheit und Warmwasser) dazu führen, dass das MuKE-Sample bezüglich Energieverbrauch nicht wesentlich von anderen, kleineren MuKE-MFH abweichen würde.

Die **MuKE-Umbauten** umfassen sowohl Gesamtsanierungen der Gebäudehülle (Gesamt), wie auch Teilsanierungen (Teil). Die gesamtsanierten MFH überschreiten den individuellen Grenzwert im Median um 10 kWh/m², die Streuung der Verbrauchswerte ist jedoch extrem gross. Bei den teilsanierten Gebäuden handelt es sich um Gebäude, bei denen die Gebäudehüllenelemente zu unterschiedlichen Anteilen erneuert wurden. Deshalb erstaunt es nicht, dass die Grenzwerte, welche eigentlich nur für Gesamtsanierungen gelten, massiv überschritten werden.

4.3 Erklärungsfaktoren für die Abweichungen von den Grenzwerten

Die vorangegangenen Kapitel zeigen, dass die im Rahmen der Begehungen erhobenen Energieverbrauchswerte⁹¹ sehr unterschiedlich sind (auch innerhalb der gleichen Gebäudekategorie und des gleichen Standards) und sowohl nach unten wie auch nach oben von den jeweils angestrebten Grenzwerten abweichen.

Die Frage nach den Ursachen für allfällige Abweichungen von den Anforderungen an den jeweiligen Gebäudestandard stand zwar nicht im Fokus des Pflichtenhefts für die Energieauswertung. Bei den Begehungen und anschliessend bei der Auswertung der Daten wurde jedoch zu ermitteln versucht, welche Faktoren für die Einhaltung oder Überschreitung der Grenzwerte relevant sein könnten.

4.3.1 Einschätzung der Experten/innen zu den Gründen für die Abweichungen

Die Experten/innen, welche die Energieverbrauchsdaten vor Ort plausibilisierten, hielten pro Objekt fest, wenn sie eine Vermutung hatten, weshalb eine Energiekennzahl deutlich über oder unter dem geforderten Grenzwert liegt. In vielen Fällen konnte jedoch auch vor Ort kein offensichtlicher Grund erkannt werden. Dazu waren die Besuche zu kurz und es war nicht Teil des Auftrags, die Anlagen im Detail zu prüfen.

Die nachfolgenden beiden Abbildungen zeigen die vermuteten Gründe für die Abweichung und die jeweiligen Abweichungen von den Grenzwerten der betroffenen Gebäude. Die dazugehörigen Tabellen dokumentieren die Anzahl Fälle.

Bei den Einfamilienhäusern wurden in 19% der Fälle die sehr sparsamen Bewohner als Grund für den niedrigen Energieverbrauch angegeben. Diese Beobachtung ging oft einher mit mindestens einer Person im Haushalt, welche einen fachlichen Hintergrund im Bereich Energie hatte. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Resultaten aus den qualitativen Interviews, dass bei Personen, die ihr Minergie-Haus selbst bauen lassen, ökologische Überlegungen bezüglich ihren Einstellungen im Vordergrund stehen (vgl. Seite 92).

⁹¹ gemessen anhand der gewichteten Energiekennzahl



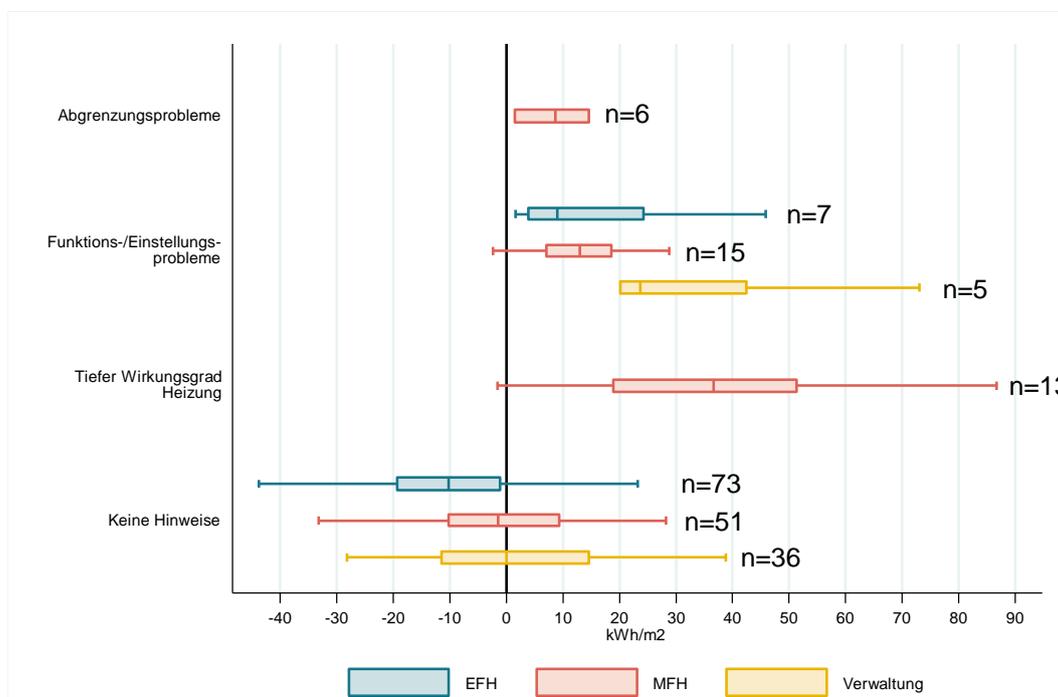
Das Lüftungsverhalten wurde ebenfalls mehrfach sowohl bei den EFH als auch bei den MFH als vermuteter Grund für ein Überschreiten der Grenzwerte angegeben.

Die Raumtemperaturen wurden in mehreren Fällen für eine Abweichung vom Grenzwert bei den EFH angegeben. Teilweise handelte es sich um eine Abweichung nach oben bei auffallend hoher Raumtemperatur, teilweise nach unten bei einer tiefen Raumtemperatur. Bei den Mehrfamilienhäusern wurde dieser Faktor nicht systematisch erhoben, weil die einzelnen Wohnungen meistens nicht besichtigt wurden.

Bei den Mehrfamilienhäusern wurden in einem Drittel der Fälle Funktions- und Einstellungsprobleme an der Haustechnik oder ein tiefer Wirkungsgrad der Heizungsanlage als Grund für ein Überschreiten der Grenzwerte vermutet. Die Annahme eines tiefen Wirkungsgrads der Heizungsanlage beruhte insbesondere auf einer sehr hohen beobachteten Vorlauf- oder Speichertemperatur sowie – sofern vorhanden – auf der Einstellung des Heizstabs.

Vereinzelte Abgrenzungsprobleme festgehalten. Damit wurden Situationen bezeichnet, bei welchen beispielsweise mit der Heizung des Hauptgebäudes noch ein weiteres Gebäude, z. B. eine Werkstatt oder ein anderes Wohnhaus, beliefert wurde, für die Abgrenzung der Wärmelieferung jedoch gewisse Annahmen getroffen werden mussten.

Abbildung 35: Abweichungen vom Grenzwert nach technischen Faktoren, die von den Experten/innen bei der Begehung als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser. (n=214)



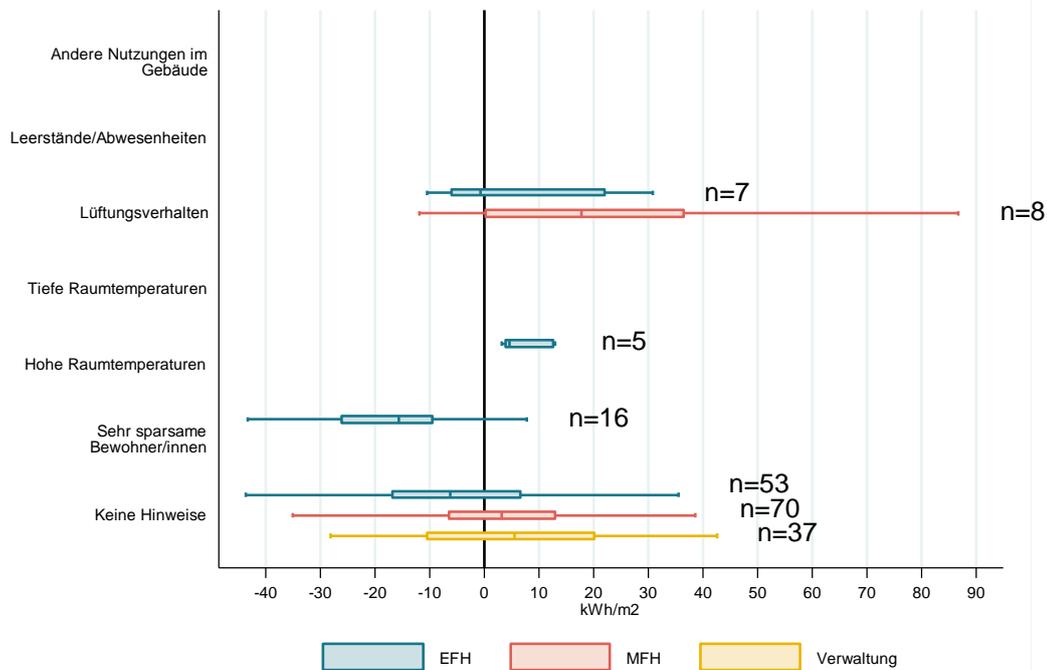
Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75} - Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden nicht dargestellt.



Tabelle 53: Technische Faktoren, die von den Experten/innen als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=214)

	EFH	MHF	Verwaltung	Total
Abgrenzungsprobleme	3	6	0	9
Funktions-/Einstellungsprobleme	7	15	5	27
Tiefer Wirkungsgrad Heizung	3	13	2	18
Keine Hinweise	73	51	36	160
Total	86	85	43	214

Abbildung 36: Abweichungen vom Grenzwert nach Verhaltens-Faktoren, die von den Experten/innen als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser. (n=214)



Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden nicht dargestellt.



Tabelle 54: Verhaltens-Faktoren, die von den Experten/innen als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=214)

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Andere Nutzungen im Gebäude	1	0	1	2
Leerstände/Abwesenheiten	0	2	0	2
Lüftungsverhalten	7	8	1	16
Tiefe Raumtemperaturen	4	1	1	6
Hohe Raumtemperaturen	5	4	2	11
Sehr sparsame Bewohner/innen	16	0	1	17
Keine Hinweise	53	70	37	160
Total	86	85	43	214

Für die Minergie-Mehrfamilienhäuser tauchen bei der individuellen Betrachtung verschiedene Erklärungen für die im Median deutlichen Überschreitungen der Grenzwerte nach oben auf. Von den Experten/innen wurden u. a. Einstellungsprobleme, hoher Energieverbrauch des Heizstabs oder ein geringer Jahresnutzungsgrad der Heizung genannt. Zudem muss angemerkt werden, dass die Annahmen zum Verbrauch von Begleitbandheizungen, Heizstäben und beispielsweise auch zum Heizwert der gelieferten Schnitzel mit Unsicherheiten behaftet sind.

Ob die Berechnungsformeln für den Energiebedarf gemäss SIA 380/1 dafür verantwortlich sind, dass die Mehrfamilienhäuser im tatsächlichen Betrieb mehr Energie benötigen als erwartet, war nicht Inhalt der Studie. Dieser Frage wird aktuell unter dem Titel «Performance Gap» in mehreren nationalen (BFE, EnDK) und internationalen Forschungsprojekten nachgegangen.

Bei den Einfamilienhäusern fällt auf, dass insbesondere Objekte, die von einer Person mit fachlichem Hintergrund im Energiebereich bewohnt werden, niedrige Verbrauchswerte aufweisen. Bei den Einfamilienhäusern dürfte zudem besonders zu Tragen kommen, dass Personen, die am Thema interessiert und auf Energiefragen sensibilisiert sind, sich wohl eher bereit erklärt hatten, ihre Verbrauchsdaten zur Verfügung zu stellen.

4.3.2 Methodische Ausführungen zu den statistischen Analysen

Ziel der in den nachfolgenden Unterkapiteln dargestellten statistischen Analysen ist eine empirische Annäherung an die Frage, welche Faktoren dazu führen, dass der Energieverbrauch eines Gebäudes über oder unter dem für das Gebäude geltenden Grenzwert liegt.

Bei den Begehungen wurden zahlreiche Werte erhoben bei denen eine Vermutung bestand, dass sie einen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Es bestand jedoch von Anfang an der Verdacht bzw. die Hypothese, dass nicht ein einzelner Faktor hauptauschlaggebend ist, sondern dass sich sehr viele Faktoren zu einem Wirkungsgeflecht formieren und die einzelnen Einflüsse kaum isoliert werden können. Dies hat sich bei den Auswertungen bestätigt.

Bei der Analyse möglicher Einflussfaktoren muss berücksichtigt werden, dass sich diese überlagern und/oder gegenseitig beeinflussen können. Bei Analysenmethoden, mit welchen nur der Einfluss eines einzigen Faktors auf den Energieverbrauch betrachtet wird, besteht deswegen die Gefahr, dass relevante Einflüsse nicht sichtbar werden oder dass sie aufscheinen, obwohl sie nicht vorhanden sind. Im vorliegenden Projekt war vor allem ersteres der Fall: Mit den isolierten Betrachtungen einzelner Variablen konnten kaum Einflussfaktoren empirisch bestätigt oder ausgeschlossen werden. Deswegen wurden zusätzlich zu diesen isolierten Betrachtungen Analyseverfahren eingesetzt, mit welchen gleichzeitig mehrere Einflussfaktoren betrachtet werden können (multivariate Verfahren).



Im Folgenden werden zuerst einige ausgewählte mögliche Einflussfaktoren deskriptiv beschrieben und ihr Einfluss auf den Energieverbrauch isoliert bzw. unabhängig von anderen Variablen betrachtet (Kapitel 4.3.3). Anschliessend werden die multivariaten Analysen und deren Ergebnisse beschrieben (Kapitel 4.3.4), wobei deren Aussagekraft höher einzustufen ist als diejenige der isolierten Betrachtungen. Im Gesamtfazit werden die statistischen Analysen und die Einschätzungen der Experten/innen zusammengeführt (Kapitel 5).

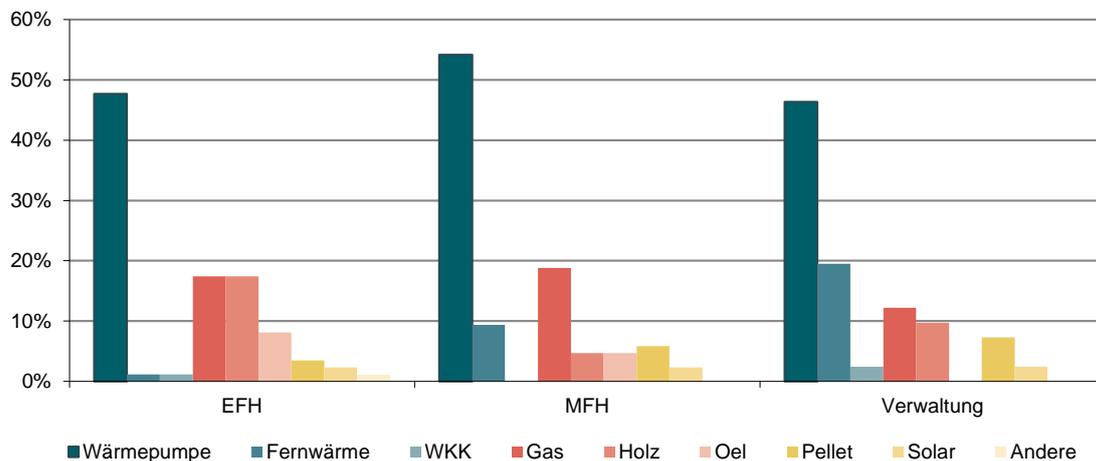
4.3.3 Deskriptive Darstellungen ausgewählter möglichen Einflussfaktoren

Die nachfolgenden Darstellungen zeigen einen Auszug der durchgeführten deskriptiven Analysen und einige isolierte Betrachtungen der Zusammenhänge zwischen möglichen Einflussfaktoren und Energieverbrauch. Mit den im Kapitel 4.3.4 dargestellten multivariaten Regressionsanalysen werden einige Ergebnisse dieser isolierten Betrachtungen bestätigt, andere jedoch widerlegt. Wie bereits einleitend beschrieben, sind die Ergebnisse der Regressionsanalysen aussagekräftiger. Die hier gezeigten Vorarbeiten sind jedoch hilfreich für das Verständnis und die Interpretation der Ergebnisse⁹².

Hauptenergieträger

Bei den Begehungen der Objekte wurden auch die Energieträger verifiziert bzw. die in den Daten bisher nicht erfassten Energieträger ergänzt. Die nachfolgende Abbildung zeigt den jeweiligen Hauptenergieträger pro Gebäudetyp.

Abbildung 37: Verteilung der Hauptheizungssysteme in den drei Gebäudekategorien EFH, MFH und Verwaltung. Bei Gebäuden mit mehreren Energieträgern wird jeweils nur der Energieträger bzw. das Heizungssystem mit dem höchsten Anteil an der Wärmeerzeugung berücksichtigt. (n=213)



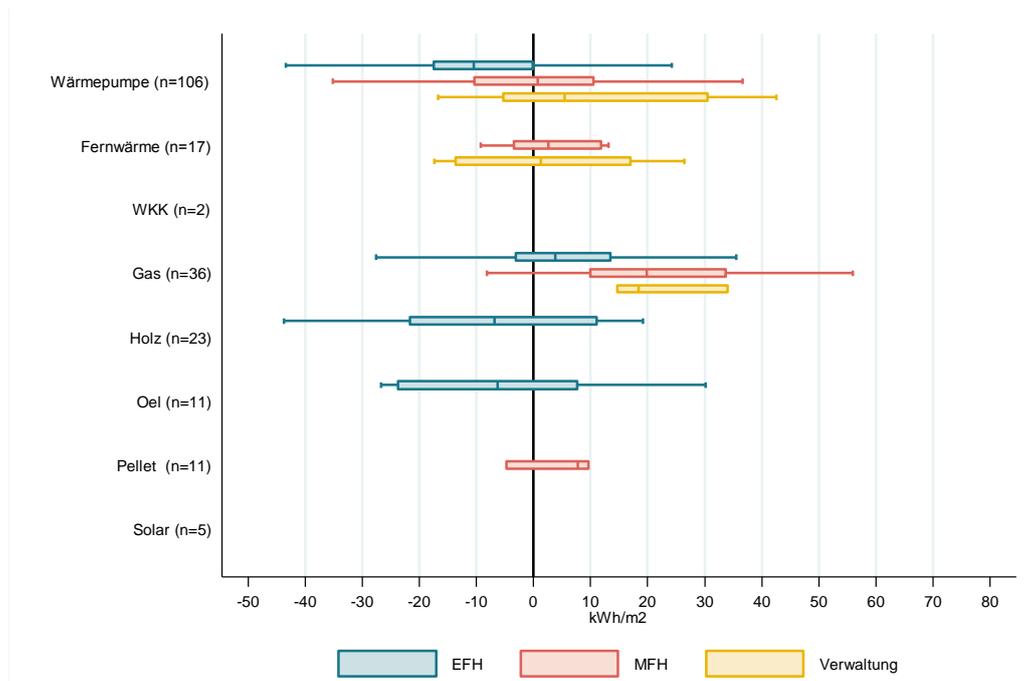
Die nachfolgende Abbildung bildet den jeweiligen Hauptenergieträger pro Gebäude und die Abweichung vom geforderten Grenzwert in kWh/m²*a ab. Es wird ersichtlich, dass bei mit Gas beheizten Gebäuden tendenziell eher Überschreitungen des Grenzwertes vorkommen als bei den übrigen. Dies wird sich

⁹² Bei einigen durchgeführten statistischen Analysen wurden die Abweichungen vom Grenzwert standardisiert, um mehrere energetische Standards oder Gebäudetypen zusammenfassen zu können. Eine Abweichung von 10 kWh/m² ist bei einem Minergie-P-Gebäude im Verhältnis zum Grenzwert viel grösser als bei einem MuKE-Gebäude. Um dies auszugleichen, wird die Standardisierung gemacht. Dies führt zu über die Standards und Gebäudetypen vergleichbaren Werten, welche jedoch nicht mehr als kWh/m² interpretiert werden können. Formel zur Standardisierung: x sei der Messwert, z der standardisierte Wert. $z = (x - \text{Mittelwert}(x)) / \text{Standardabweichung}(x)$



auch in den multivariaten Auswertungen bestätigen (vgl. Kapitel 4.3.4 Ergebnisse der multivariaten Analysen bei den Einfamilienhäusern).

Abbildung 38: Abweichungen vom Grenzwert kWh/m² nach Gebäudekategorie und Hauptenergieträger. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser. (n=212)



Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden nicht dargestellt.

Tabelle 55: Energieträger. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=212)

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Wärmepumpe	41	46	19	106
Fernwärme	1	8	8	17
WKK	1	0	1	2
Gas	15	16	5	36
Holz	15	4	4	23
Oel	7	4	0	11
Pellet	3	5	3	11
Solar	2	2	1	5
Andere	1	0	0	1
Total	86	85	41	212

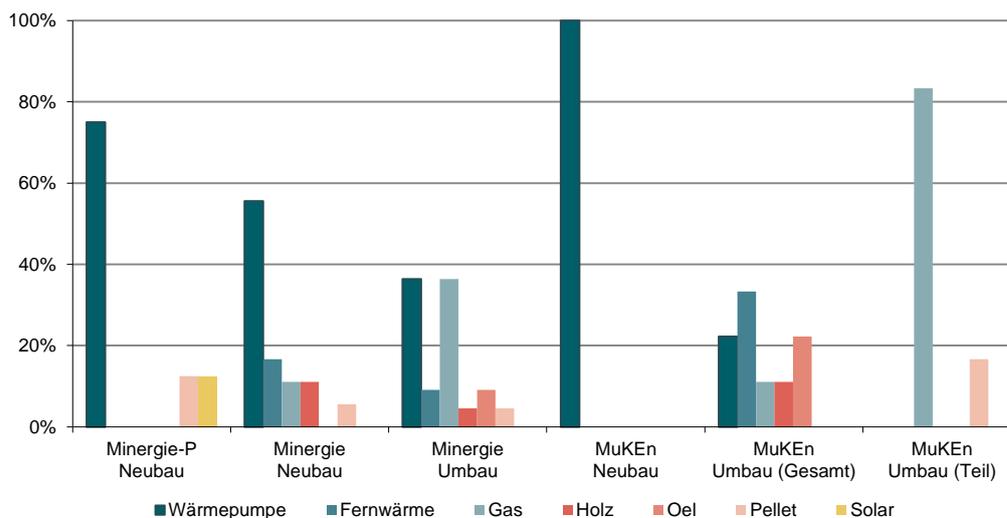
Hauptenergieträger als Erklärungsansatz für die Nähe von Minergie- und MuKEN-Verbrauch

Die Minergie-Neubau-Mehrfamilienhäuser und die MuKEN-Neubau-Mehrfamilienhäuser im Sample weisen eine identische gewichtete Energiekennzahl auf. Aufgrund der obigen Erkenntnisse, dass bei mit Gas beheizten Gebäuden tendenziell eher Überschreitungen des Grenzwertes vorkommen als bei den



übrigen, wurde untersucht, wie sich die Hauptenergieträger auf die verschiedenen Mehrfamilienhauskategorien verteilen. Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass im MuKEn-Sample ausschliesslich mit Wärmepumpen beheizte Objekte enthalten sind. Das Minergie-Sample ist heterogener und weist einen Anteil von 11% Gasheizungen auf. Der oben angedeutete negative Einfluss der Gasheizungen auf die gewichtete Energiekennzahl kommt also nur im Minergie-Neubau-MFH-Sample zum Tragen. Im Fall der MuKEn-Gebäude dürfte jedoch relevanter sein, dass alle MuKEn-Neubau-MFH möglicherweise vom Effekt profitieren, welcher im nachfolgenden Kapitel in der multivariaten Analyse für die Einfamilienhäuser statistisch nachgewiesen wurde: Gebäude mit Wärmepumpe erreichen bei den EFH tendenziell tiefere gewichtete Energiekennzahlen als Gebäude mit anderen Hauptheizsystemen. Beide Effekte lassen im Vergleich der beiden Standards Minergie-Neubau und MuKEn-Neubau den Schluss zu, dass die Gebäudehüllen bei den Minergie-MFH-Neubauten – wie zu erwarten – im Durchschnitt weniger Wärmeverluste aufweisen als bei den MuKEn-MFH-Neubauten.

Abbildung 39: Verteilung der Hauptheizungssysteme bei den Mehrfamilienhäusern pro Standard. Bei Gebäuden mit mehreren Energieträgern wird jeweils nur der Energieträger bzw. das Heizungssystem mit dem höchsten Anteil an der Wärmeerzeugung berücksichtigt. (n=85)



Betriebsanleitung

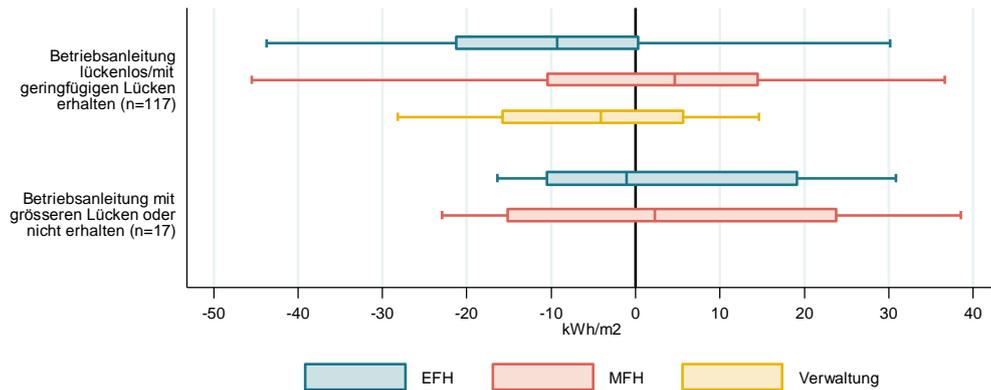
Ausgehend von der Hypothese, dass der Kenntnisstand der Personen, welche die Gebäudetechnikanlagen bedienen, einen Einfluss auf den Verbrauch hat, wurden sowohl bei der Online-Befragung wie auch bei der Begehung die Kontaktpersonen gefragt, ob sie Betriebsanleitungen für ihre Anlagen erhalten hatten und ob diese in ausreichender Qualität vorliegen. Die nachfolgende Abbildung stellt der ausreichenden oder ungenügenden Dokumentation die Abweichung vom Energieverbrauchsgrenzwert gegenüber.

Bei den Einfamilienhäusern erscheint es optisch einen leichten Zusammenhang zu geben, zwischen einer vollständigen Dokumentation und dem Einhalten der Grenzwerte. In der Regressionsanalyse liess sich dieser Zusammenhang jedoch nicht statistisch signifikant bestätigen.

Bei den Verwaltungsbauten lag nur bei ca. der Hälfte der Objekte eine Angabe zur Qualität der Dokumentation vor. Zudem befanden alle Personen, welche dazu Aussagen gemacht hatten, die erhaltenen Betriebsanleitungen als genügend.



Abbildung 40: Abweichungen vom Grenzwert nach Gebäudekategorie und Erhalt Betriebsanleitung (Antwort auf die Frage in der Online-Befragung: Haben Sie für die technischen Anlagen (Heizung/Komfortlüftung) schriftliche oder mündliche Bedienungsanleitungen erhalten?) Die Boxen werden nur dargestellt wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. (n=134)



Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden nicht dargestellt.

Tabelle 56: Erhalt der Betriebsanleitungen. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=134)

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Betriebsanleitung lückenlos / mit geringfügigen Lücken erhalten	67	30	20	117
Betriebsanleitung mit grösseren Lücken oder nicht erhalten	9	8	0	17
Total	76	38	20	134

Überprüfung der Betriebseinstellungen

Es bestand die Hypothese, dass eine neue Gebäudetechnikanlage oft noch nicht optimal eingestellt ist und dass mit einer Betriebsüberprüfung nach einer gewissen Betriebszeit der Energieverbrauch gesenkt werden kann. Die statistischen Analysen zeigen jedoch keinen empirischen Zusammenhang damit, ob seit der Inbetriebnahme der Anlagen eine Überprüfung der Betriebseinstellungen der Gebäudetechnik erfolgt ist oder nicht. Den Experten/innen ist jedoch bei den Begehungen aufgefallen, dass den Befragten nicht klar war, was mit der Überprüfung der Betriebseinstellungen gemeint ist. Sie gehen offensichtlich oft davon aus, dass das Service-Abonnement für die Heizung eine solche Überprüfung beinhaltet. Dies ist allerdings nicht der Fall. Deshalb muss davon ausgegangen werden, dass die Frage oft nicht korrekt beantwortet wurde.



Explizite Fragen aus dem Pflichtenheft

Gemäss Pflichtenheft sollte mit den Daten wenn möglich empirisch überprüft werden, ob ein Zusammenhang besteht zwischen einer allfälligen Abweichung vom Energieverbrauchsgrenzwert und der Zufriedenheit sowie dem Kenntnisstand der Benutzer bzw. Betreiber oder mit einer positiven bzw. negativen Einschätzung des Gebäudestandards durch den Bauherren.

Bezüglich der Zufriedenheit der Nutzenden konnte kein empirischer Zusammenhang ermittelt werden. Bezüglich des Kenntnisstands der Nutzenden und Betreibenden zeigte die Regressionsanalyse bei den Einfamilienhäusern zwar einen Zusammenhang mit dem Über- oder Unterschreiten des Grenzwerts, der jedoch nicht statistisch signifikant war.

Bezüglich der positiven oder negativen Einschätzung des Bauherrn zum jeweiligen Standard und der Abweichung vom Grenzwert konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass 97% der Antwortenden angeben, dass bei der Wahl einer Wohnung/eines Hauses Energiespar-Überlegungen eine wesentliche Rolle spielen. Allein aufgrund dieser geringen Antwortvariation ist hier keine Aussage zum Zusammenhang mit der Abweichung vom Grenzwert möglich.

4.3.4 Ergebnisse der multivariaten Analysen bei den Einfamilienhäusern

Wie in Kapitel 4.3.2 Methodische Ausführungen zu den statistischen Analysen beschrieben ist davon auszugehen, dass sich die verschiedenen Faktoren, welche den Energieverbrauch und damit auch allfällige Abweichungen vom Grenzwert bestimmen, teilweise gegenseitig beeinflussen und/oder überlagern. Ist dies der Fall, führen multivariate Verfahren, welche gleichzeitige die Wirkung mehrerer Faktoren berücksichtigen, auf validere Ergebnisse als die isolierte Betrachtung einzelner Einflussgrössen. Aus diesem Grund wurden in Ergänzung zu den Einzelbetrachtungen multivariate Regressionsanalysen⁹³ durchgeführt. Ausgewertet wurden die Daten der Einfamilienhäuser (ohne Minergie-A), insbesondere weil bei den Einfamilienhäusern auch Informationen zum Nutzerverhalten vorhanden sind, welche bei den Mehrfamilienhäusern und den Verwaltungsbauten fehlen.

Die für die Analyse verwendete Stichprobe enthält mehrheitlich Minergie-Gebäude, nur neun der Stichprobengebäude wurden gemäss MuKEN-Standard erstellt. Der Einbezug dieser MuKEN-Gebäude in den multivariaten Analysen ist aus unserer Sicht zulässig, da wir davon ausgehen und auch die durchgeführten statistischen Analysen darauf hinweisen, dass die betrachteten Faktoren gleichermassen auf Minergie- und MuKEN-Gebäude wirken. Ein definitiver empirischer Nachweis dieser Annahme ist jedoch mit der bestehenden Datenbasis nicht möglich, hierfür wäre eine deutliche grössere Anzahl MuKEN-Gebäude erforderlich.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die schliesslich im Modell verwendeten Einflussfaktoren und ihre Ausprägung im Sample. Aus der Tabelle wird beispielsweise ersichtlich, dass 51% der Einfamilienhäuser Neubauten sind. 18% der Einfamilienhäuser werden hauptsächlich mit Gas beheizt. Die durchschnittliche Energiebezugsfläche beträgt 69 m² pro Person.

⁹³ Verwendet wurde Ordinary Least Squares (OLS) mit gruppierten Standardfehlern.



Tabelle 57: Deskriptive Auswertung möglicher Einflussfaktoren für die Einfamilienhäuser

Einflussfaktoren		Einheit	Anzahl gültige Werte	ja-Anteil oder Durchschnittswert	Min	Max
Energieträger und -produktion	Gasheizung	ja/nein	82	18%	0	1
	Wärmepumpe	ja/nein	82	46%	0	1
	Thermische Solaranlage	ja/nein	82	63%	0	1
	Photovoltaik-Anlage ^(A)	ja/nein	82	26%	0	1
Gebäudeeigenschaften	Gebäudehüllzahl	keine	81	1.8	1.2	2.7
	EBF pro Person	m ² /Person	76	68.8	30.1	163.3
Verhalten und Information Bewohner/innen	Lüften mit Kippfenstern	ja/nein	79	33%	0	1
	Erhalt Betriebsanleitung	ja/nein	82	78%	0	1
Kontrollvariablen	MuKen	ja/nein	82	11%	0	1
	Minergie P	ja/nein	82	23%	0	1
	Neubau	ja/nein	82	51%	0	1

Anzahl Beobachtungen: 82 Einfamilienhäuser, ohne Minergie-A. Ja ist jeweils mit 1, nein mit 0 kodiert.

^(A) Nur bei 4 der 21 Gebäude mit Photovoltaik wird die Stromproduktion von der EKZ abgezogen, weil die PV-Anlage bereits im Minergie-Antrag vorgesehen war.

Bei der Untersuchung der Faktoren, welche zu Überschreitungen der Grenzwerte führen, wurden verschiedene Modelle getestet, wobei Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen zu berücksichtigen waren und eine Überladung des Modells vermieden werden musste. Die nachfolgende Tabelle zeigt die schliesslich im Modell verbliebenen erklärenden Variablen. Aus der zweitletzten Spalte wird ihr Einfluss auf den Energieverbrauch ersichtlich und aus der letzten Spalte, ob ein Einfluss auf die Einhaltung der Grenzwerte nachgewiesen werden konnte.

Gasheizungen und das Lüften mit Kippfenstern erhöhen den Energieverbrauch und erschweren damit auch die Einhaltung der Grenzwerte. Durch den Einsatz von Wärmepumpen wird weniger gewichtete Energie verbraucht und die Einhaltung der Grenzwerte oder deren Unterschreitung wird wahrscheinlicher. Auch Sonnenkollektoren und das Vorhandensein einer Photovoltaikanlage führen zu geringerem gewichteten Verbrauch und zur wahrscheinlicheren Einhaltung oder Unterschreitung der Grenzwerte.

Bei Vorhandensein einer Photovoltaikanlage ist der Energieverbrauch tendenziell geringer und die Grenzwerte werden eher eingehalten, selbst wenn der Stromertrag im Energieverbrauch nicht berücksichtigt, d. h. nicht abgezogen, wird. Dies führen wir u. a. darauf zurück, dass vor allem auf energetische Themen sensibilisierte EFH-Eigentümer/innen, die generell niedrige Energieverbrauchswerte anstreben, Photovoltaikanlagen installieren.



Tabelle 58: Zusammenfassung der Regressionsergebnisse bei EFH: Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und die Einhaltung der Grenzwerte im EFH-Sample.

Einflussfaktoren	Einheit	Einfluss auf Energieverbrauch	Einfluss auf Einhaltung der Grenzwerte	
Energieträger und -produktion	Gasheizung	ja/nein	+	erschwert Einhaltung
	Wärmepumpe	ja/nein	-	begünstigt Einhaltung
	Thermische Solaranlage	ja/nein	-	begünstigt Einhaltung
	Photovoltaik-Anlage	ja/nein	-	begünstigt Einhaltung
Gebäude-eigenschaften	Gebäudehüllzahl	keine	((+))	nicht nachweisbar
	EBF pro Person	m ² pro Person	((0))	nicht nachweisbar
Verhalten und Information Bewohner/innen	Lüften mit Kipfenstern	ja/nein	+	erschwert Einhaltung (schwach signifikant)
	Erhalt Betriebsanleitung	ja/nein	((-))	nicht nachweisbar
Kontrollvariablen^(A)	MuKE _n	ja/nein	(+)	nicht nachweisbar
	Minergie-P	ja/nein	-	nicht nachweisbar
	Neubau	ja/nein	-	erschwert Einhaltung

Anzahl Beobachtungen: 73 Einfamilienhäuser, ohne Minergie-A

Die doppelt in Klammern gesetzten Einflüsse sind statistisch nicht signifikant ($p > 0.1$). Die in Klammern gesetzten Einflüsse sind statistisch schwach signifikant ($0.05 < p < 0.1$).

^(A) Die Koeffizienten der Kontrollvariablen weisen in den Schätzgleichungen die aufgrund der deskriptiven Analysen erwarteten Werte auf, auch wenn sie bei den Kontrollvariablen «MuKE_n» und «Minergie-P» nicht signifikant sind.

Zwei Lesebeispiele zur obigen Tabelle:

1. Im Sample der ausgewerteten Einfamilienhäuser führt eine Gasheizung tendenziell zu einer Erhöhung des gewichteten Energieverbrauchs. Gleichzeitig erhöht im untersuchten Sample das Vorhandensein einer Gasheizung die Wahrscheinlichkeit, dass der für das Gebäude geltende Grenzwert überschritten wird.
2. Im untersuchten Einfamilienhaus-Sample haben Neubauten tendenziell einen tieferen gewichteten Energieverbrauch als Umbauten. Allerdings ist bei einem Neubau die Wahrscheinlichkeit grösser, dass der für Neubauten geltende Grenzwert überschritten wird.



Teil III: Empfehlungen

Auf der Basis der vorgängig referierten Ergebnisse formulieren wir nachfolgend Empfehlungen, wie die Marke Minergie optimiert und die Grenzwerte des Energieverbrauchs sowohl bei Minergie und als auch bei MuKE n besser eingehalten werden können. Dabei ist es zielführend, dass die Massnahmen bei verschiedenen relevanten Zielgruppen ansetzen und nicht nur den Planungs- und Bauprozess betreffen, sondern auch die Zeit nach der Inbetriebnahme der Gebäude.

Bauherrschaften sind gemäss Umfrage die wichtigsten Entscheidungsträger, wenn es darum geht, ob mit Minergie gebaut wird. Primär müssen sie von der Minergie-Idee überzeugt werden. Das kann mit klassischer Werbung direkt erfolgen, was mit grossem finanziellem Aufwand und Streuverlust verbunden ist. Denkbar ist alternativ dazu, die Architekt/innen als „Botschafter“ für die Minergie-Idee gewinnen (und halten!) zu können.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass potenziell interessierten Bauherrschaften *Kontakte zu Personen vermittelt* werden, die bereits Erfahrung mit Minergie-Bauten gemacht haben. Es sollte ihnen die Möglichkeit gegeben werden, bereits fertig erstellte Minergie-Häuser zu besichtigen. Damit können Bedenken und Vorurteile abgebaut werden.

Ebenfalls wichtig: Investitionen in energiesparendes Bauen und Renovieren sollen sich auch *ökonomisch bezahlt machen*. Bestehende Angebote, die Tipps vermitteln, Rechenbeispiele geben etc. sind deshalb weiterhin erwünscht und allenfalls noch auszubauen.

Viele **Architekt/innen** erleben das Planen und Bauen mit Minergie als aufwändig, kompliziert und damit auch teuer. Ein gewisser Mehraufwand lässt sich aus technischen Gründen kurzfristig wohl kaum vermeiden. Umso wichtiger ist es, wenigstens den *Zertifizierungsprozess* so einfach wie möglich zu gestalten und damit die Hürden für ein Bauen mit Minergie nicht zusätzlich zu erhöhen. Der entsprechende Prozess sollte, so die Erkenntnis aus der Studie, vereinfacht werden und unter Umständen auch alternative (energetisch ebenso sinnvolle) Lösungen zulassen, also mehr Flexibilität bieten.

Weil das Planen und Bauen mit Minergie vergleichsweise komplex ist, sollten konkrete und unkomplizierte *Hilfestellungen* für Fachpersonen wie Architekt/innen und Fachplanende (Beratungsangebote, Hotline, Netzwerk etc.) angeboten werden.

Nach Einschätzung der Bauherrschaften sind **Handwerker/innen** deutlich weniger gut über Minergie informiert als Architekt/innen, Fachplanende und Energieberatungsstellen. Es ist deshalb sinnvoll, *Handwerker/innen zu schulen und zu sensibilisieren*, um sie mit den spezifischen Anforderungen vertraut zu machen, die Minergie an sie und ihre Arbeit stellt.

Die Objektbegehungen haben gezeigt, dass vielen Heizungs- und Lüftungsanlagen nicht an das Objekt angepasst, sondern mit den Werkseinstellungen betrieben werden. Eine *Verschärfung der Anforderungen an die Inbetriebsetzung und Übergabe* von Minergie-Gebäuden, zum Beispiel durch das Einfordern aussagekräftiger Abnahmeprotokolle vor der definitiven Label-Vergabe, könnte dem entgegen wirken.

Die Objektbegehungen haben auch gezeigt, dass die Überschreitung der Anforderungen bei Gebäuden mit Wärmepumpen oft durch einen hohen Energieverbrauch von Heizstäben und/oder Begleitbandheizungen verursacht werden. Die Betreiber begründen die hohen eingestellten Temperaturen häufig mit dem Legionellenschutz, teilweise auch mit einem hohen Warmwasserbedarf am Morgen, der mit tieferen Speichertemperaturen nicht mehr gedeckt werden kann. Betroffen sind besonders Mehrfamilienhäuser und zwar sowohl Minergie als auch MuKE n Gebäude. Zu prüfen wäre daher eine Anpassung von Planungsnormen (SIA 385/1) und Energievorschriften, welche den rein elektrischen Legionellenschutz mit Heizstäben und Begleitbadheizungen einschränkt oder ganz verbietet.

Ungünstig sind zudem Tarifsysteme, bei denen Heizstäbe und Begleitbadheizung nicht über den vorhandenen Wärmepumpenzähler sondern über den Allgemestromzähler angeschlossen werden müs-



sen (z. B. im Verteilnetz des ewz). Dies erweckt bei den Betreibern den Eindruck eines effizienten Wärmepumpenbetriebs, wobei unbemerkt bleibt, dass der Allgemiestromverbrauch aufgrund der Heizstäbe und Begleitbandheizungen den Verbrauch der Wärmepumpe deutlich übersteigt.

Die Energieverbrauchsanalyse zeigt, dass die Grenzwerte tendenziell eher bei Mehrfamilienhäusern und Verwaltungsgebäuden und weniger bei Einfamilienhäusern überschritten werden. Eine Optimierung kann nur auf zwei parallelen Gleisen erfolgen: bei den **Betreibenden** und den **Nutzenden**. Ein „Fine Tuning“ des Minergie-Systems nach der Inbetriebnahme und die periodische Kontrolle und Optimierung der Betriebseinstellungen sind zentral, um im Betrieb effektiv Energie zu sparen. Ein normales Service- und Wartungs-Abonnement enthält keine solche Betriebsoptimierung, obwohl das teilweise angenommen wird. Die **Betreibenden** und Haustechnikdienste müssen für die Betriebsoptimierung sensibilisiert werden, damit sie die Vorteile einer periodischen Überprüfung erkennen und diese umsetzen oder umsetzen lassen. Nicht zufällig melden von jenen Betreibern, die sich nicht lückenlos informiert fühlen, besonders viele Informationsbedarf bezüglich Einstellung der Komfortlüftung bzw. der Heizung an.

Die Empfehlungen für eine Einregulierung bei der Inbetriebnahme und eine periodische Betriebsüberprüfung und –optimierung gilt nicht nur für Minergie-Gebäude sondern gleichermassen für die MuKEN-Bauten. Auch bei diesen wurden mehrfach suboptimale Technikeinstellungen festgestellt.

Auch bei den **Nutzenden** wird ein Informationsmanko sichtbar, weil viele gemäss Auskünften der Betreibenden nur beim Einzug, und auch dann mehrheitlich nur mündlich über die Eigenheiten des Gebäudes und das richtige Verhalten informiert wurden. Es scheint deshalb ratsam, den Nutzenden periodisch etwa alle zwei Jahre zu Beginn der Heizperiode Informationen insbesondere zum Fensterlüften zukommen zu lassen. Als Hilfestellung könnte vom Verein Minergie zentral ein adaptierbarer Minergie-Infolyer bereitgestellt werden.

In Ergänzung zu den zielgruppenspezifischen Befunden und Folgerungen halten wir fest: Die **kontrollierte Lüftung** ist integraler Bestandteil der Minergie-Bauweise. Thermische Behaglichkeit und hohe Innenluftqualität, zu denen diese Einrichtung Wesentliches beiträgt, sind wichtige Gründe für das Bauen mit Minergie. Für viele, die der konventionellen Bauweise verbunden sind, ist aber gerade die kontrollierte Lüftung weiterhin ein wesentlicher Aspekt, der sie davon abhält, mit Minergie zu bauen. Mancher Vorbehalt mag dank technischen Innovationen längst hinfällig geworden sein. Es kann sich deshalb lohnen, aktiv solchen Vorbehalten zu begegnen. Erst die Zukunft wird hingegen zeigen, ob die Ängste berechtigt waren, dass die Instandhaltung und allenfalls Renovation der Komfortlüftung längerfristig aufwändig sein werden. Technische Innovationen, die zu kostengünstigen Lösungen für die Instandhaltung und spätere Instandsetzung beitragen, wären wichtig, willkommen und müssten entsprechend bekannt gemacht werden.

Die kontrollierte Lüftung ist auch ein wesentliches, oft technisch bedingtes Hindernis bei **Sanierungen**. Nicht zuletzt deshalb erscheint den an Planung und Bau Beteiligten Minergie heute bei Neubauten besser einsetzbar als bei Sanierungen. Die Konzentration auf Neubauten ist aber nicht sinnvoll, weil der Gebäudebestand erneuert und verbessert werden muss. Erleichterungen und neue Ansätze für Minergie bei Sanierungen, wie sie heute schon diskutiert werden, sind deshalb erwünscht.

Schon heute gibt es offenbar einen Trend, zwar mit Minergie zu bauen, das Gebäude aber **nicht zertifizieren** zu lassen. Aufgrund der Informationen aus den Befragungen und den ergänzenden Qualitativ-Interviews geschieht dies oft, um eine kontrollierte Lüftung zu vermeiden, aber auch wegen des grossen (formalen) Aufwands, den der Zertifizierungsprozess verursacht. Wenn die Marke „Minergie“ auf eine möglichst grosse Zahl zertifizierter Bauten abzielt, sollte sie auch diese Befunde berücksichtigen.

Minergie ist – allen vorgängig genannten Hinderungsgründen zum Trotz - **ein Verkaufsargument** und kann als solches im Kontakt mit Interessenten verwendet werden.



Anhang zum Teil II: Energieerhebungen

Ergänzende Ausführungen zu den Analysen

Zur realisierten Stichprobe

Tabelle 59: Die realisierte Stichprobe, Anteil Gebäude pro Standard und Gebäudeart (n=214)

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Minergie-A-Neubau	2%	0%	0.5%	2%
Minergie-P-Neubau	9%	7%	4%	20%
Minergie-Neubau	10%	8%	7%	25%
Minergie-Umbau	15%	10%	7%	32%
MuKEn-Neubau	1%	7%	1%	9%
MuKEn-Umbau (Gesamt)	1%	4%	0.5%	6%
MuKEn-Umbau (Teil)	2%	3%	0.5%	5%
Total	40%	40%	20%	100%

Tabelle 60: Datenqualität: Anteil Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität bezüglich Wärmeverbrauch (Heizung) (n=214)

	EFH	MFH	Verwaltung	Total
Minergie-A-Neubau	75%		100%	80%
Minergie-P-Neubau	74%	81%	100%	81%
Minergie-Neubau	76%	89%	93%	85%
Minergie-Umbau	88%	91%	100%	91%
MuKEn-Neubau	50%	100%	100%	94%
MuKEn-Umbau (Gesamt)	50%	100%	100%	92%
MuKEn-Umbau (Teil)	75%	67%	100%	73%
Total	79%	89%	98%	87%



Zu den Energiekennzahlen

Tabelle 61: Gewichtete EKZ [kWh/m²]. Medianwerte basierend auf weniger als fünf Gebäuden in Klammern. Perzentile basierend auf weniger als fünf Gebäuden werden nicht ausgewiesen.

		EFH	MFH	Verwaltung
Minergie-A-Neubau	Min	-127		
	25. Perzentil			
	Median	(3)		(-213) (nur ein Gebäude)
	75. Perzentil			
	Max	23		
	n	4	0	1
Minergie-P-Neubau	Min	-11	-16	2
	25. Perzentil	13	26	15
	Median	17	31	25
	75. Perzentil	27	38	34
	Max	49	49	51
	n	19	16	9
Minergie-Neubau	Min	22	6	12
	25. Perzentil	29	38	35
	Median	34	53	47
	75. Perzentil	49	77	71
	Max	62	99	114
	n	21	18	15
Minergie-Umbau	Min	17	27	38
	25. Perzentil	40	45	51
	Median	53	65	57
	75. Perzentil	67	77	74
	Max	86	93	109
	n	33	22	13
MuKE-Neubau	Min	31	30	28
	25. Perzentil		45	
	Median	(71)	53	(64)
	75. Perzentil		57	
	Max	110	68	80
	n	2	14	3
MuKE-Umbau (Gesamt)	Min	55	32	
	25. Perzentil		63	
	Median	(73)	73	(65) (nur ein Gebäude)
	75. Perzentil		93	
	Max	75	160	
	n	3	9	1
MuKE-Umbau (Teil)	Min	48	64	
	25. Perzentil		69	
	Median	(99)	123	(87) (nur ein Gebäude)
	75. Perzentil		143	
	Max	128	154	
	n	4	6	1



Tabelle 62: Durchschnittsverbrauch und 95%-Konfidenzintervall [Gewichtete EKZ, kWh/m²], alle ausgewerteten Gebäude

	n	Durchschnitt [kWh/m ²]	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
EFH Minergie-A-Neubau	4	-24	35	-94	46
EFH Minergie-P-Neubau	19	20	3	13	27
EFH Minergie-Neubau	21	38	3	33	43
EFH Minergie-Umbau	33	53	3	46	59
EFH MuKEEn-Neubau	2	71	39	-7	148
EFH MuKEEn-Umbau (Gesamt)	3	68	6	55	81
EFH MuKEEn-Umbau (Teil)	4	94	20	55	132
<hr/>					
MFH Minergie-P-Neubau	0	30	4	23	37
MFH Minergie-Neubau	16	55	6	44	67
MFH Minergie-Umbau	18	62	4	54	70
MFH MuKEEn-Neubau	22	51	3	46	56
MFH MuKEEn-Umbau (Gesamt)	9	82	12	58	105
MFH MuKEEn-Umbau (Teil)	6	113	16	82	143
<hr/>					
Verwaltung Minergie-A-Neubau	1	-213	.	.	.
Verwaltung Minergie-P-Neubau	9	27	5	16	38
Verwaltung Minergie-Neubau	15	52	7	38	65
Verwaltung Minergie-Umbau	13	64	6	52	76
Verwaltung MuKEEn-Neubau	3	57	15	27	88
Verwaltung MuKEEn-Umbau (Gesamt)	1	65	.	.	.
Verwaltung MuKEEn-Umbau (Teil)	1	87	.	.	.



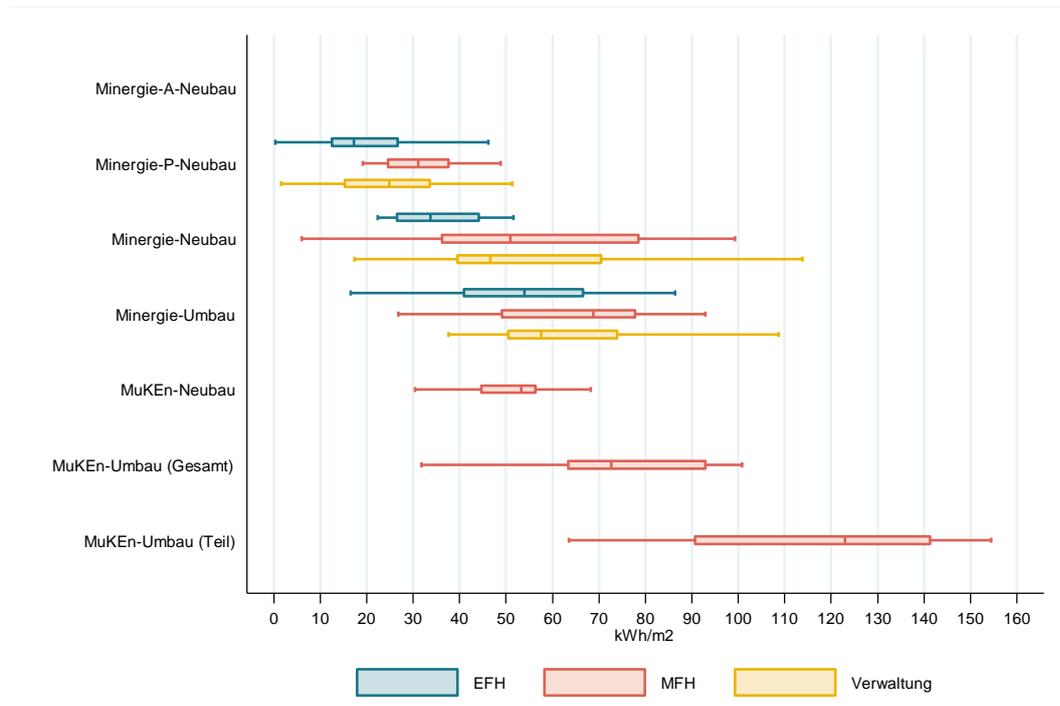
Tabelle 63: Durchschnittsverbrauch und 95%-Konfidenzintervall [Gewichtete EKZ, kWh/m²]
Nur Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität beim Wärmeverbrauch (Heizung)

	n	Durchschnitt [kWh/m ²]	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall	
EFH Minergie-A-Neubau	3	-27	50	-126	72
EFH Minergie-P-Neubau	14	19	4	11	27
EFH Minergie-Neubau	16	36	3	31	41
EFH Minergie-Umbau	29	54	3	47	60
EFH MuKE-Neubau	1	110	.	.	.
EFH MuKE-Umbau (Gesamt)	1	75	.	.	.
EFH MuKE-Umbau (Teil)	3	82	22	38	126
<hr/>					
MFH Minergie-P-Neubau	0	29	4	20	38
MFH Minergie-Neubau	13	54	7	41	67
MFH Minergie-Umbau	16	63	4	55	72
MFH MuKE-Neubau	20	52	3	47	57
MFH MuKE-Umbau (Gesamt)	13	82	12	58	105
MFH MuKE-Umbau (Teil)	9	116	19	78	154
<hr/>					
Verwaltung Minergie-A-Neubau	1	-213	.	.	.
Verwaltung Minergie-P-Neubau	8	27	6	16	38
Verwaltung Minergie-Neubau	14	54	7	41	67
Verwaltung Minergie-Umbau	14	64	6	52	76
Verwaltung MuKE-Neubau	3	57	15	27	88
Verwaltung MuKE-Umbau (Gesamt)	1	65	.	.	.
Verwaltung MuKE-Umbau (Teil)	1	87	.	.	.



Abbildung 41: Gewichtete EKZ [kWh/m²] der Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität. Die Boxen werden nur dargestellt wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser

Nur Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität beim Wärmeverbrauch (Heizung) (n=184)



Die Boxen erstrecken sich vom 25. bis zum 75. Perzentil. Die vertikale Linie im Inneren der Box markiert den Median. Die Linien ausserhalb der Boxen zeigen an, in welchem Wertebereich weitere Datenpunkte vorhanden sind, wobei ihre Länge maximal gleich dem 1.5-fachen Interquartilsabstand ($Q_{0.75}-Q_{0.25}$) ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Ausreisser werden mit dem Boxplot nicht dargestellt.



Zur Abweichung vom Grenzwert

Tabelle 64: Abweichung vom Grenzwert [kWh/m²]. Medianwerte basierend auf weniger als fünf Gebäuden in Klammern. Perzentile basierend auf weniger als fünf Gebäuden werden nicht ausgewiesen. Grün: unter oder am Grenzwert, rot: über dem Grenzwert

		EFH	MFH	Verwaltung
Minergie-A-Neubau	Min	-127		
	25. Perzentil			
	Median	(3)		(-213) (nur ein Gebäude)
	75. Perzentil			
	Max	23		
	n	4	0	1
Minergie-P-Neubau	Min	-41	-46	-23
	25. Perzentil	-17	-4	-10
	Median	-13	1	0
	75. Perzentil	-3	8	9
	Max	19	19	26
	n	19	16	9
Minergie-Neubau	Min	-16	-32	-28
	25. Perzentil	-9	0	-5
	Median	-4	15	6
	75. Perzentil	11	39	31
	Max	24	61	73
	n	21	18	15
Minergie-Umbau	Min	-44	-35	-19
	25. Perzentil	-23	-18	-15
	Median	-13	-2	0
	75. Perzentil	2	13	18
	Max	31	29	39
	n	33	22	13
MuKEN-Neubau	Min	-38	-22	-11
	25. Perzentil		0	
	Median	(4)	9	(15)
	75. Perzentil		12	
	Max	46	15	34
	n	2	14	3
MuKEN-Umbau (Gesamt)	Min	-27	-54	
	25. Perzentil		-9	
	Median	(-10)	9	(14) (nur ein Gebäude)
	75. Perzentil		26	
	Max	-1	64	
	n	3	9	1
MuKEN-Umbau (Teil)	Min	-24	-8	
	25. Perzentil			
	Median	(12)	54	(31) (nur ein Gebäude)
	75. Perzentil			
	Max	33	87	
	n	4	6	1



Tabelle 65: Einhaltung der Grenzwerte
 (A) Da bei Minergie A-Gebäuden der Grenzwert bei null liegt, sind die prozentualen Abweichungen nicht interpretierbar. Daher wird bei Minergie-A-Gebäuden auf eine weitere Differenzierung der prozentualen Abweichungen verzichtet.

	Anzahl	Einhaltung der Grenzwerte				Total
		Anteil Gebäude mit ...				
		Einhaltung/Unterschreitung		Überschreitung		
		mehr als 10% Unterschreitung	maximal 10% Unterschreitung	maximal 10% Überschreitung	mehr als 10% Überschreitung	
Minergie-A-Neubau^(A)						
EFH	4		50%		50%	100%
MFH						
Verwaltung	1		100%			100%
Total	5		60%		40%	100%
Minergie-P-Neubau						
EFH	19		79%		5%	16%
MFH	16		25%	13%	19%	44%
Verwaltung	9		44%	11%		44%
Total	44		52%	7%	9%	32%
Minergie-Neubau						
EFH	21		52%	5%	5%	38%
MFH	18		17%	17%	6%	61%
Verwaltung	15		27%	7%	7%	60%
Total	54		33%	9%	6%	52%
Minergie-Umbau						
EFH	33		58%	12%	9%	21%
MFH	22		36%	18%	9%	36%
Verwaltung	13		38%	15%	8%	38%
Total	68		47%	15%	9%	29%
MuKEn-Neubau						
EFH	2		50%			50%
MFH	14		14%	7%	7%	71%
Verwaltung	3		33%			67%
Total	19		21%	5%	5%	68%
MuKEn-Umbau (Gesamt)						
EFH	3		67%	33%		100%
MFH	9		33%		11%	56%
Verwaltung	1					100%
Total	13		38%	8%	8%	46%
MuKEn-Umbau (Teil)						
EFH	4		25%	25%		50%
MFH	6		33%			67%
Verwaltung	1					100%
Total	11		27%	9%		64%



Abschätzung der Gebäudehüllzahl

Berechnung der Gebäudehüllzahl aufgrund von $Q_{h,lim}$

$$GHZ = (Q_{h,lim} / (f_{STD} \cdot f_{KST}) - Q_{h,lim0}) / \Delta Q_{h,li} = A_{th}/A_E$$

GHZ	Gebäudehüllzahl
$Q_{h,lim}$	Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2009, in MJ/m ²
f_{STD}	Faktor Gebäudestandard
	Minergie und Minergie-A 0.9
	Minergie-P 0.6
	MuKE n Neubau 1.0
	MuKE n Sanierung 1.25
	Minergie-Sanierung - (kein Grenzwert für $Q_{h,lim}$ definiert)
f_{KST}	Faktor gemäss Jahresmitteltemperatur der massgebenden Klimastation (siehe Tabelle)
$Q_{h,li0}$	Minimaler Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2009, Tabelle 47 in MJ/m ²
$\Delta Q_{h,li}$	Steigung Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2009, Tabelle 47 in MJ/m ²
A_{th}	Thermische Gebäudehüllfläche gemäss SIA 416/1, in m ²
A_E	Energiebezugsfläche (EBF) gemäss SIA 416/1, in m ²

Faktor f_{KST} pro Kanton

Kanton		Jahresmitteltemperatur (SIA 2028) °C	Faktor f_{KST}
Aargau	AG	9.7	0.904
Appenzell-Ausserrhoden	AR	8.2	1.024
Appenzell- Innerrhoden	AI	8.2	1.024
Basel-Landschaft	BL	10.5	0.84
Basel-Stadt	BS	10.5	0.84
Bern	BE	9.1	0.952
Freiburg	FR	9.1	0.952
Genève	GE	10.7	0.824
Glarus	GL	8.8	0.976
		6 Klimastationen, Aufteilung manuell gemäss Liste	
Graubünden	GR		
Jura	JU	10.5	0.84
Luzern	LU	9.7	0.904
Neuenburg	NE	10.3	0.856
Nidwalden	NW	9.7	0.904
Obwalden	OW	9.7	0.904
St. Gallen	SG	8.2	1.024
Schaffhausen	SH	9.4	0.928
Schwyz	SZ	9.55	0.916
Solothurn	SO	9	0.96
Thurgau	TG	9.2	0.944
Uri	UR	9.9	0.888
Vaud	VD	9.4	0.928
Valais	VS	10.1	0.872
Zürich	ZH	9.4	0.928
Zug	ZG	9.7	0.904
Fürstentum	FL	10	0.88



Abschätzung der thermischen Gebäudehüllfläche

$$A_{th} = 1.7 \cdot A_0 + a \cdot h \cdot n_G \cdot f_{ABS}$$

A_{th}	Thermische Gebäudehüllfläche (Näherungswert), in m^2
A_0	Geschossfläche eines Vollgeschosses, in m^2 der Faktor 1.7 berücksichtigt die Dachfläche mit einem b-Wert von 1.0 und die Bodenfläche mit einem b-Wert von 0.7
a	Seitenlänge des Gebäudes, in m
h	Geschosshöhe, in m; Defaultwert = 2.8 m
n_G	Anzahl beheizte Geschosse
f_{ABS}	Faktor Anbausituation
	freistehend 4
	einseitig angebaut 3
	zweiseitig angebaut 2

$$A_0 = A_E / n_G$$

$$a = (A_E)^{0.5}$$

Herleitung der Anforderung an die MuKEEn-Gebäude

An MuKEEn-Gebäude sollen analoge Anforderungen wie an Minergie-Gebäude gestellt und diese mit dem gemessenen Energieverbrauch verglichen werden.

Die Anforderung an den **Heizwärmebedarf** (Q_h) wird nach SIA 380/1 aufgrund der geschätzten bzw. der korrigierten Gebäudehüllzahl berechnet.

Die Anforderung an die **Energiekennzahl** (Grenzwert) wird wie folgt berechnet:

$$EKZ_{MuKEEn, \text{Neubau}} = (Q_h + Q_{ww}) \cdot 0.8 / 0.85$$

$$EKZ_{MuKEEn, \text{Umbau}} = (Q_h + Q_{ww}) / 0.85$$

Q_h	Heizwärmebedarf bei Standardbedingungen
Q_{ww}	Wärmebedarf für Warmwasser
0.8	maximaler Anteil nichterneuerbarer Energie
0.85	typischer Nutzungsgrad eines Gas- oder Ölkessels

Der Energiebedarf von Lüftungs- und Klimaanlage wird in der Anforderung an die Energiekennzahl von MuKEEn-Gebäuden nicht berücksichtigt.



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gewichtete EKZ [kWh/m ²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.	6
Abbildung 2:	Einstellungen zum Bauen und Renovieren	19
Abbildung 3:	Unterschiede zwischen den Planungsprozessen in Minergie und beim konventionellen Bauen	20
Abbildung 4:	Situation und Selbstberichtetes Verhalten (Ja-Anteile)	23
Abbildung 5:	Absolute Abweichungen vom Grenzwert [kWh/m ²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.	24
Abbildung 6:	Gewichtete EKZ [kWh/m ²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.	26
Abbildung 7:	Einstellungen zum Bauen und Renovieren mit Minergie	75
Abbildung 8:	Einschätzung der Informiertheit durch Bauherrschaften	78
Abbildung 9:	Gründe für das Bauen in Minergie	79
Abbildung 10:	Unterschiede zwischen Bauen in Minergie und konventionellem Bauen	80
Abbildung 11:	Erfüllbarkeit der Minergie-Anforderungen	81
Abbildung 12:	Nachteile des Bauens in einem Minergie-Standard	82
Abbildung 13:	Einstellungen zum Erwerben und Betreiben von Minergie-Liegenschaften	86
Abbildung 14:	Fehlende Informationen für Betreibende	90
Abbildung 15:	Einstellungen zum Wohnen in energiesparenden Liegenschaften	92
Abbildung 16:	Zufriedenheit mit Elementen von Luft und Lärm	96
Abbildung 17:	Zufriedenheit mit Zugluft und Kochgerüchen	97
Abbildung 18:	Zufriedenheit mit der Raumtemperatur zu verschiedenen Jahreszeiten	97
Abbildung 19:	Wiederwahl Minergie-Standard (Ja-Anteile)	98
Abbildung 20:	Gründe gegen das Bauen in Minergie	103
Abbildung 21:	Unterschiede zwischen Bauen in Minergie und konventionellem Bauen	104
Abbildung 22:	Einschränkungen bei der Konzeption und Planung durch Minergie	105
Abbildung 23:	Erfüllbarkeit der Anforderungen	106
Abbildung 24:	Beurteilung des Zertifizierungs- bzw. Nachweisprozesses	107
Abbildung 25:	Wiederwahl	107
Abbildung 26:	Wahrnehmung Wunsch-Raumtemperatur der Nutzenden im Winter durch Betreibende	109
Abbildung 27:	Besitz von Dokumentationen und zusätzliche Bedürfnisse	110
Abbildung 28:	Situation und selbstberichtetes Verhalten (Ja-Anteile)	113
Abbildung 29:	Zufriedenheit mit Luft und Lärm	115
Abbildung 30:	Beurteilung von Zugluft und Kochgerüchen	115
Abbildung 31:	Zufriedenheit mit der Raumtemperatur	116
Abbildung 32:	Gewichtete EKZ [kWh/m ²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.	128
Abbildung 33:	Absolute Abweichungen vom Grenzwert [kWh/m ²]. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser.	129
Abbildung 34:	Mehrfamilienhäuser nach Standard und Energiebezugsflächenkategorie	131
Abbildung 35:	Abweichungen vom Grenzwert nach technischen Faktoren, die von den Experten/innen bei der Begehung als möglicher Grund für ein Abweichen vom	



	<i>Grenzwert angegeben wurden. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser. (n=214)</i>	133
Abbildung 36:	<i>Abweichungen vom Grenzwert nach Verhaltens-Faktoren, die von den Experten/innen als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser. (n=214)</i>	134
Abbildung 37:	<i>Verteilung der Hauptheizungssysteme in den drei Gebäudekategorien EFH, MFH und Verwaltung. Bei Gebäuden mit mehreren Energieträgern wird jeweils nur der Energieträger bzw. das Heizungssystem mit dem höchsten Anteil an der Wärmeerzeugung berücksichtigt. (n=213)</i>	136
Abbildung 38:	<i>Abweichungen vom Grenzwert kWh/m² nach Gebäudekategorie und Hauptenergieträger. Die Boxen werden nur dargestellt, wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser. (n=212)</i>	137
Abbildung 39:	<i>Verteilung der Hauptheizungssysteme bei den Mehrfamilienhäusern pro Standard. Bei Gebäuden mit mehreren Energieträgern wird jeweils nur der Energieträger bzw. das Heizungssystem mit dem höchsten Anteil an der Wärmeerzeugung berücksichtigt. (n=85)</i>	138
Abbildung 40:	<i>Abweichungen vom Grenzwert nach Gebäudekategorie und Erhalt Betriebsanleitung (Antwort auf die Frage in der Online-Befragung: Haben Sie für die technischen Anlagen (Heizung/Komfortlüftung) schriftliche oder mündliche Bedienungsanleitungen erhalten?) Die Boxen werden nur dargestellt wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. (n=134)</i>	139
Abbildung 41:	<i>Gewichtete EKZ [kWh/m²] der Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität. Die Boxen werden nur dargestellt wenn mindestens fünf Gebäude in der jeweiligen Untergruppe vorhanden sind. Darstellung ohne Ausreisser</i>	149



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ausfälle beim Rekrutierungsprozess	17
Tabelle 2:	Ausgewertete Objekte nach Gebäudekategorie und Energiestandard	18
Tabelle 3:	Wahrnehmungen der Betreibenden	22
Tabelle 4:	Informationsstand (Ja-Anteile)	22
Tabelle 5:	Einhaltung der jeweiligen Grenzwerte pro Standard und Gebäudekategorie im Median. k. A. = Kategorie mit weniger als fünf Objekten	24
Tabelle 6:	Anteil Objekte mit Überschreitung des jeweiligen Grenzwerts pro Standard und Gebäudekategorie Rot markiert sind starke Überschreitungen bei gleichzeitig mehr als 5 Objekten als Basis.	25
Tabelle 7:	Adressbereinigung für Pretest bei Minergie Neubauten	69
Tabelle 8:	Response-Rate nach Standards	70
Tabelle 9:	Response-Rate nach Zielgruppen und Standards	70
Tabelle 10:	Response-Rate nach Standards und Gebäudetypen	70
Tabelle 11:	Bereitschaft zur Energieauswertung nach Standards und Gebäudetypen	71
Tabelle 12:	Ausschlüsse für die MuKEB-Befragung wegen Nennung eines Minergie-Standards	72
Tabelle 13:	Response-Rate nach Bauart	72
Tabelle 14:	Response-Rate nach Zielgruppen und Bauart	73
Tabelle 15:	Response-Rate nach Bauart und Gebäudetypen	73
Tabelle 16:	Bereitschaft zur Energieauswertung nach Bauart und Gebäudetypen	74
Tabelle 17:	Längerfristige Rendite versus Wiederwahl Minergie	76
Tabelle 18:	Ästhetisches Bauen versus Zielgruppen	76
Tabelle 19:	Zielgruppen versus primärer Anstoss zum Minergie-Entscheid	77
Tabelle 20:	Beurteilung des Zertifizierungsprozesses nach Zielgruppen	84
Tabelle 21:	Rückblick nach Standards	86
Tabelle 22:	Umgang mit Überprüfungen technischer Anlagen nach Gebäudetyp	88
Tabelle 23:	Information der Nutzenden nach Gebäudetyp (Mehrfachantwort möglich)	91
Tabelle 24:	Bereitschaft, weitere Minergie-Objekte zu betreiben	91
Tabelle 25:	Informationen zum Fensterlüften erhalten nach Gebäudetyp	93
Tabelle 26:	Informationen zu Energiekosten bzw. –verbrauch nach Gebäudetyp (Ja-Anteile)	93
Tabelle 27:	Möglichkeit zur Einstellung der Raumtemperatur nach Gebäudetyp	94
Tabelle 28:	Zufriedenheit mit Luft und Lärm nach Gebäudetyp (Mittelwerte)	96
Tabelle 29:	Zufriedenheit mit Luft und Lärm nach Standard (Mittelwerte)	96
Tabelle 30:	Beurteilung der Raumluftfeuchtigkeit im Winter nach Gebäudetyp	98
Tabelle 31:	Einstellungen zum Bauen und Renovieren (Mittelwerte)	101
Tabelle 32:	Primärer Anstoss zum Entscheid versus Zielgruppen	102
Tabelle 33:	Einschätzung der Informiertheit durch Bauherrschaften (Mittelwerte)	103
Tabelle 34:	Einstellungen zum Erwerben und Betreiben (Mittelwerte)	108
Tabelle 35:	Wahrnehmungen der Betreibenden	109
Tabelle 36:	Periodizität der Überprüfung von Anlagen	110
Tabelle 37:	Künftiges Verhalten	111
Tabelle 38:	Einstellungen zum Bewohnen bzw. sonstigen Nutzen von Liegenschaften (Mittelwerte)	112
Tabelle 39:	Informationsstand (Ja-Anteile)	112
Tabelle 40:	Informationen zu Energiekosten bzw. –verbrauch nach Gebäudetyp (Ja-Anteile)	113
Tabelle 41:	Informationen zu Energiekosten bzw. –verbrauch bei MuKEB nach Projektart (Ja-Anteile)	113
Tabelle 42:	Situation und selbstberichtetes Verhalten (Ja-Anteile) nach Gebäudetyp	114



Tabelle 43:	Ausfälle beim Rekrutierungsprozess	119
Tabelle 44:	Zur Verfügung stehende Objekte nach der Online-Befragung und der Energiedatenanfrage	120
Tabelle 45:	Gewichtungsfaktoren nach Energieträger gemäss EnDK	122
Tabelle 46:	Ausgewertete Objekte nach Gebäudekategorie und Energiestandard	122
Tabelle 47:	Anforderung an Energiekennzahl nach Gebäudeenergiestandard	123
Tabelle 48:	Beispiel gesetzliche Grenzwerte Heizwärmebedarf nach MuKE n 2008 (ungewichtet)	124
Tabelle 49:	Beispiel-Anforderungen an Energiekennzahl bei MuKE n-Gebäuden (gewichtete Endenergie)	124
Tabelle 50:	Die realisierte Stichprobe, Anzahl Gebäude pro Standard und Gebäudetyp	127
Tabelle 51:	Die realisierte Stichprobe, Anteil Gebäude nach Sprachregion (n=214)	127
Tabelle 52:	Anteil Objekte mit Überschreitung des jeweiligen Grenzwerts pro Standard und Gebäudekategorie	130
Tabelle 53:	Technische Faktoren, die von den Experten/innen als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=214)	134
Tabelle 54:	Verhaltens-Faktoren, die von den Experten/innen als möglicher Grund für ein Abweichen vom Grenzwert angegeben wurden. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=214)	135
Tabelle 55:	Energieträger. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=212)	137
Tabelle 56:	Erhalt der Betriebsanleitungen. Anzahl Nennungen pro Gebäudekategorie. (n=134)	139
Tabelle 57:	Deskriptive Auswertung möglicher Einflussfaktoren für die Einfamilienhäuser	141
Tabelle 58:	Zusammenfassung der Regressionsergebnisse bei EFH: Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und die Einhaltung der Grenzwerte im EFH-Sample.	142
Tabelle 59:	Die realisierte Stichprobe, Anteil Gebäude pro Standard und Gebäudeart (n=214)	145
Tabelle 60:	Datenqualität: Anteil Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität bezüglich Wärmeverbrauch (Heizung) (n=214)	145
Tabelle 61:	Gewichtete EKZ [kWh/m ²]. Medianwerte basierend auf weniger als fünf Gebäuden in Klammern. Perzentile basierend auf weniger als fünf Gebäuden werden nicht ausgewiesen.	146
Tabelle 62:	Durchschnittsverbrauch und 95%-Konfidenzintervall [Gewichtete EKZ, kWh/m ²], alle ausgewerteten Gebäude	147
Tabelle 63:	Durchschnittsverbrauch und 95%-Konfidenzintervall [Gewichtete EKZ, kWh/m ²] Nur Gebäude mit mittlerer bis hoher Datenqualität beim Wärmeverbrauch (Heizung)	148
Tabelle 64:	Abweichung vom Grenzwert [kWh/m ²]. Medianwerte basierend auf weniger als fünf Gebäuden in Klammern. Perzentile basierend auf weniger als fünf Gebäuden werden nicht ausgewiesen. Grün: unter oder am Grenzwert, rot: über dem Grenzwert	150
Tabelle 65:	Einhaltung der Grenzwerte ^(A) Da bei Minergie A-Gebäuden der Grenzwert bei null liegt, sind die prozentualen Abweichungen nicht interpretierbar. Daher wird bei Minergie-A-Gebäuden auf eine weitere Differenzierung der prozentualen Abweichungen verzichtet.	151



Glossar

ARA	Abwasserreinigungsanlage
EBF	Energiebezugsfläche [m ²]
EFH	Einfamilienhaus
EKZ	Energiekennzahl [kWh/m ² (a)] oder [MJ/m ² (a)]
EnDK	Konferenz Kantonalen Energiedirektoren
Interquartilsabstand	Der Interquartilsabstand (Q _{0.75} -Q _{0.25}) ist ein Streuungsmass und entspricht der Differenz zwischen den Quartilen Q _{0.75} und Q _{0.25} . Die 4 Quartile teilen eine Menge von Messwerten in vier gleich grosse Gruppen auf.
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
MFH	Mehrfamilienhaus
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Verwaltung	Bauten mit Büronutzungen
Q _{0.25}	25% aller Messwerte liegen unter dem Wert Q _{0.75} , 75% darüber.
Q _{0.75}	25% aller Messwerte liegen über dem Wert Q _{0.75} , 75% darunter. Zwischen Q _{0.75} und Q _{0.25} liegen 50% aller Messwerte.
Q _{h,li}	Grenzwert für Heizwärmebedarf (total)
Q _{h,li0}	Grenzwert für Heizwärmebedarf (Basiswert)
ΔQ _{h,li}	Steigerungsfaktor Grenzwert Heizwärmebedarf
Q _{ww}	Wärmebedarf für Warmwasser [kWh/m ² (a)] oder [MJ/m ² (a)]



Literatur

Bundesamt für Energie und Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (2009): Gebäudeenergieausweis der Kantone – Nationale Gewichtungsfaktoren, BFE und EnDK, 01.05.2009, Chur/Bern

Lenel S., Gemperle S. (2004): Praxistext Minergie. Erfahrungen aus Planung, Realisierung und Nutzung von MINERGIE-Bauten. Hochschule für Technik, Wirtschaft und Soziale Arbeit St. Gallen im Auftrag der Konferenz Kantonaler Energiefachstellen, 16.6.2004, ohne Ort.

Rütter H., Rütter-Fischbacher U., Hässig W., Jakob M. (2008): Praxistext Minergie-Modernisierung. Im Auftrag des Bundesamts für Energie, Nov. 2008, Ittigen.

SIA, Schweiz. Ingenieur und Architektenverein (2009): SIA 380/1:2009 Thermische Energie im Hochbau, Ausgabe 2009, SIA, 2009, Zürich.