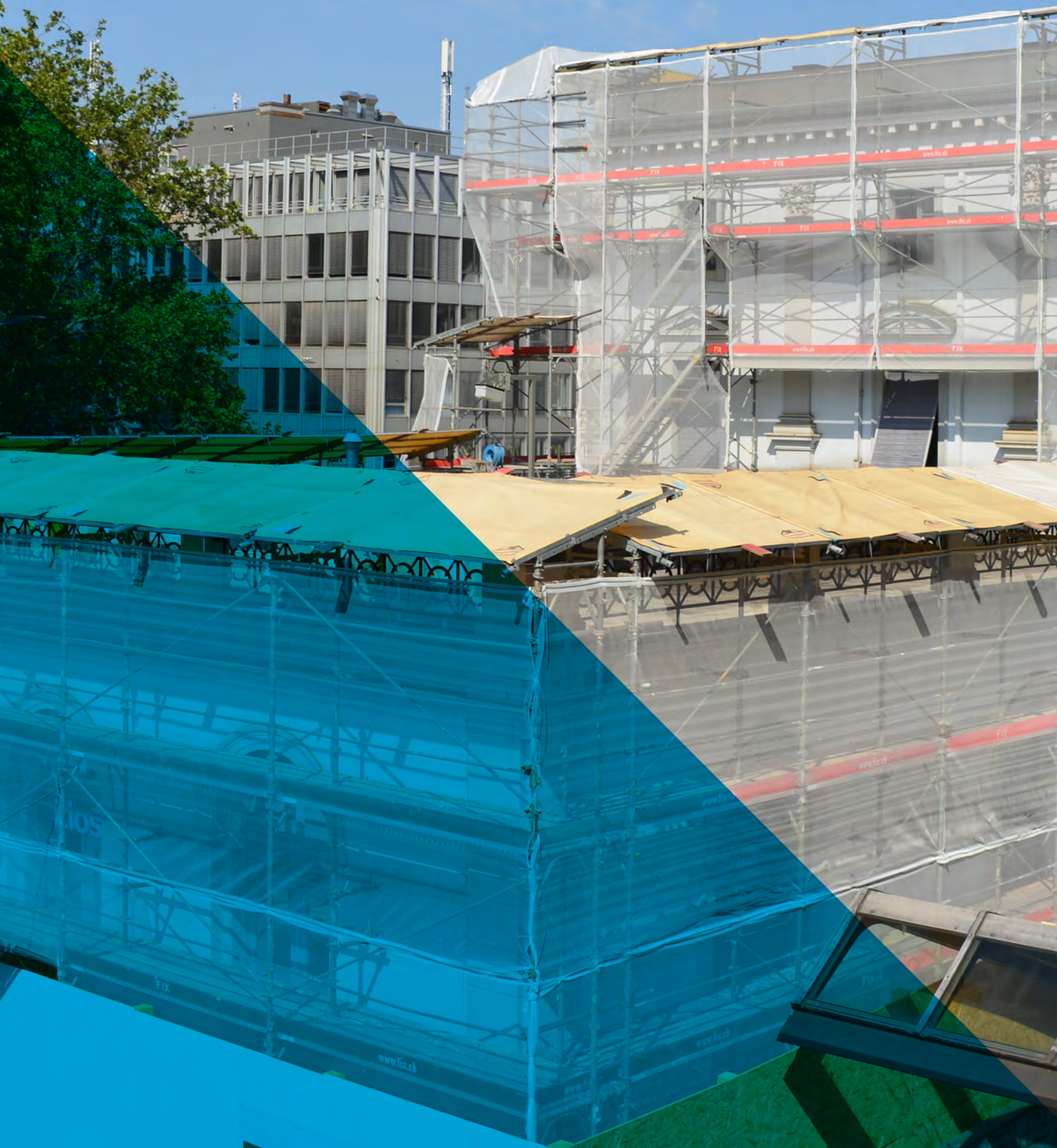




Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Vollzug der Energie- vorschriften 2018

Private Kontrolle im Kanton Zürich





Impressum

Juli 2019

Auftraggeber	Baudirektion Kanton Zürich Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Abteilung Energie Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zürich www.energie.zh.ch energie@bd.zh.ch
Auftragnehmer	Wichser Akustik & Bauphysik AG Schaffhauserstrasse 550 8052 Zürich
Projektteam	Stephan Huber, Oliver Stutz, Christina Alexandri
Autor	Oliver Stutz
Bezugsquelle	AWEL, Abteilung Energie www.energie.zh.ch/vu
Zitierempfehlung	AWEL, Abteilung Energie (Hrsg.) Vollzug der Energievorschriften 2018 Private Kontrolle im Kanton Zürich Wichser Akustik & Bauphysik AG, Zürich (Verfasser)

Inhaltsverzeichnis

1. Vollzug Private Kontrolle Energie 2018 – Kanton Zürich	5
1.1. Einführung und Zusammenfassung	5
1.2. Ausgangslage	5
1.3. Vorgehen	6
1.4. Ziele	7
1.5. Umfang der Untersuchung und Qualität Private Kontrolle	7
1.5.1. Erhobene Nachweise	8
1.5.2. Qualität der Privaten Kontrolle	10
1.5.3. Art der Kontrolle	11
1.5.4. Verteilung der Energieträger bei EFH und MFH	11
1.5.5. Entwicklung der U-Werte	12
1.5.6. Entwicklung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden	13
1.5.7. Vorliegen der Nachweise vor Baubeginn	14
1.6. Fazit Qualität Vollzug	16
2. Weitere Erhebungen zu den Fachbereichen	17
2.1. Höchstanteil nichterneuerbare Energien (EN-1a / b / c)	17
2.1.1. Lösung Höchstanteil nichterneuerbare Energien bei EFH und MFH	17
2.1.2. Gewählte Standardlösungen	18
2.2. Fachbereich Wärmedämmung (EN-2a/b)	19
2.2.1. Einhaltung der Wärmedämmvorschriften	19
2.2.2. Art des Nachweisverfahrens	19
2.2.3. Korrektheit der thermischen Gebäudehülle	20
2.2.4. Flächenauszug der Bauteile	21
2.2.5. Berechnungsmethode von U-Werten	22
2.2.6. Korrektheit der Berechnung homogener Bauteile	22
2.2.7. Korrektheit der Berechnung von inhomogenen Bauteilen	22
2.2.8. Berücksichtigung von Wärmebrücken	22
2.2.9. Verteilung von nachgewiesenen Wärmebrückentypen	23
2.2.10. Nachweisart von Wärmebrücken	23
2.2.11. Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz	23
2.2.12. Nachträglicher Ausbau von Räumen im UG	23
2.2.13. Nachweis Raumlufthygiene	23
2.3. Fachbereich Heizung / Warmwasser (EN-3)	24
2.3.1. Art der Wärmeabgabe	24
2.3.2. Auslegungstemperatur der Wärmeabgabe	24
2.3.3. Temperaturregelung	24
2.3.4. Übereinstimmung der Angaben zur Vorlauftemperatur	24
2.3.5. Übereinstimmung Deklaration Art der Wärmeerzeugung	24

3. Nebenuntersuchung Umbau	25
3.1. Zielsetzungen	25
3.1.1. Art des Umbaus	25
3.1.2. System oder Einzelbauteil	26
3.1.3. Nachgewiesene Bauteile	26
3.1.4. Entwicklung der U-Werte	27
3.1.5. Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz	27
3.1.6. Mögliche Förderbeiträge	28
3.1.7. Umbauten mit gleichzeitigem Energieträgerersatz	28
3.1.8. Qualität der Privaten Kontrolle	29
3.1.9. Fazit aus der Nebenuntersuchung „Umbau“	30
4. Nebenuntersuchung Schutz vor Lärm	31
4.1. Zielsetzungen	31
4.1.1. Nachweise Schallschutz Aussenlärm	31
4.1.2. Lärmquellen Aussenlärm	31
4.1.3. Qualität der Nachweise Aussenlärm	32
4.1.4. Nachweise Schallschutz Innenlärm	32
4.1.5. Qualität der Nachweise Schallschutz Innenlärm	32
4.1.6. Lärmschutznachweis Wärmepumpe	33
4.1.7. Aufstellungsstandort der Wärmepumpe	33
4.1.8. Art des Lärmschutznachweises der Wärmepumpe	34
4.1.9. Qualität der Lärmschutznachweise Wärmepumpe	34
4.1.10. Fazit aus der Nebenuntersuchung „Schutz vor Lärm“	35

1. Vollzug Private Kontrolle Energie 2018 – Kanton Zürich

1.1. Einführung und Zusammenfassung

Zur Erhebung der Qualität des Energievollzuges wurden bei 95 Neubauprojekten in 17 Gemeinden im Kanton Zürich die Energienachweise geprüft. Als Nebenuntersuchung wurden Daten über die Qualität des Energievollzuges bei 107 Umbauprojekten und über alle Bauprojekte zum Fachbereich „Schutz vor Lärm“ erfasst. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Energievollzug in den einzelnen Gemeinden grösstenteils von guter Qualität ist, der Bereich „Schutz vor Lärm“ aber in einzelnen Bereichen noch Verbesserungspotential aufweist.

Die Analyse der Energienachweise hat ergeben, dass bezüglich dem Dämmstandard grösstenteils deutlich besser gebaut wird, als das gesetzlich geforderte Minimum. Bei der Wärmeerzeugung sind weiterhin die Wärmepumpen am stärksten vertreten. Es ist ein weiterer Rückgang nichterneuerbarer Energieträger erkennbar.

Am häufigsten bemängelt wurde die zum Teil dürftige Dokumentation der Nachweise. Insbesondere die thermische Gebäudehülle wird oft schlecht eingezeichnet, obwohl sie als Orientierungshilfe beim Flächenauszug für den Systemnachweis oder die nachzuweisenden Bauteile beim Einzelbauteilnachweis dient. Die Qualität war teilweise jedoch stark unterschiedlich und es gibt viele gut dokumentierte Nachweise. Ebenfalls noch verbesserungswürdig ist das Einreichen der Nachweise Heizung EN-3 und Lüftung EN-4.

Im Teilprojekt "Vollzugsuntersuchung Ostschweizer Kantone" wurden bei 86 Neubau- und 35 Umbauprojekten (Total 121) analoge Erhebungen in den Ostschweizer Kantonen (OCH) AR, GL, SG und SZ durchgeführt. Die Resultate und Kernaussagen zur Qualität der Energienachweise sind weitgehend vergleichbar mit denjenigen aus dem Kanton Zürich. Der Fachbereich „Schutz vor Lärm“ fällt gegenüber den OCH Kantonen besser aus. Details dazu sind ersichtlich im separaten Bericht "Vollzug der Energievorschriften 2018, Private Kontrolle im den Kantonen AR, GL, SG und SZ".

1.2. Ausgangslage

Für den Nachweis und den Vollzug von energierelevanten Bauvorschriften stützt sich der Kanton Zürich seit 1981 auf das System „Private Kontrolle“. In den Jahren 1999, 2002, 2005, 2008, 2012, 2015 und 2018 wurden Stichprobenkontrollen bei den eingereichten Unterlagen direkt auf den Gemeinden durchgeführt. Eine Reihe ausgewählter Kriterien wur-



den erfasst und statistisch ausgewertet. Seit 2008 werden auch in den Ostschweizer Kantonen (OCH) Appenzell Ausserrhoden, Glarus, St. Gallen und seit 2012 auch im Kanton Schwyz Stichprobenuntersuchungen durchgeführt, nachdem sich diese 2005/2006 respektive 2010 im Rahmen einer interkantonalen Vereinbarung zusammengeschlossen haben. Die Kantone arbeiten dabei eng zusammen, die administrative Führung liegt in Zürich.

Ziel des Systems Private Kontrolle ist es, den Vollzug für die Baubehörden zu vereinfachen und administrativ zu entlasten. Akkreditierte Fachleute prüfen das Einhalten der Energievorschriften bei Projektierung und Ausführung und melden dies den Behörden mittels den Formularen des Energienachweises und den Ausführungskontrollen.

Die vorliegende Untersuchung soll Aufschluss über die Qualität des Energievollzugs geben, sowie den Stand der Bautechnik aufzeigen. Durch eine inhaltliche Prüfung der Energienachweise wird die Vollständigkeit und Richtigkeit der Nachweise erhoben.

Die Untersuchung wurde von der Abteilung Energie des AWEL in Auftrag gegeben (in der Funktion als verantwortliche Stelle für die Belange der Privaten Kontrolle).

1.3. Vorgehen

Grundlage der Untersuchung bilden die Energienachweise zu 95 Neubauprojekten aus 17 Gemeinden aus dem Kanton Zürich. Die Nachweise wurden vom Auftragnehmer in Absprache mit den Gemeinden ausgewählt. Es handelt sich um Neubauten von Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern sowie andere Bauten (Kindergärten, Schule, Werkhof etc.), für welche der Bauentscheid ab dem Jahr 2017 ausgestellt wurde. Die Energienachweise stammen alle aus dem Zeitraum Mitte 2017 bis Ende erstem Quartal 2019. Sie wurden auf Vollständigkeit sowie fachliche Richtigkeit überprüft, relevante Angaben erfasst und statistisch ausgewertet.

Dank Ergebnissen aus den früheren Untersuchungen können Trends in der Baupraxis erkannt und aufgezeigt werden.

Folgende Formulare und deren Beilagen waren Gegenstand der Untersuchung:

- Grundformular Projektkontrolle des Kantons EN-ZH
- Höchstanteil nichterneuerbare Energien EN-1a/b/c
- Wärmedämmung EN-2a/b
- Heizung und Warmwasser EN-3
- Lüftungstechnische Anlagen EN-4

Es wurden bewusst Energienachweise ausgewählt, bei denen das Eingabedatum noch nicht lange zurückliegt, so dass sich die Bauprojekte noch in der Ausführungsplanung oder im Bau befinden, und so notwendige Projektkorrekturen noch umgesetzt werden konnten. Aus diesem Grund wurden keine Ausführungskontrollen geprüft.

Bei klaren Fehlern im Nachweis, die auf eine Vorschriftenverletzung hinwiesen oder bei unvollständigen und nicht nachvollziehbaren Unterlagen, wurde ein Mängelbericht erstellt und der Private Kontrolleur vom AWEL zur Stellungnahme aufgefordert.

1.4. Ziele

Die bestehenden Datenreihen aus dem Kanton Zürich sollen weitergeführt und so die Vergleichbarkeit gewährleistet werden. Aus den Resultaten sind drei Fragen zu beantworten:

- I. Qualität der Privaten Kontrolle bei der Projektierung
- II. Vollständigkeit der Nachweise
- III. Stand der Technik (Wärmedämmwerte von Bauteilen, Art des Wärmeerzeugersystems und damit Art der Deckung des Heizenergiebedarfes – Höchstanteil)

1.5. Umfang der Untersuchung und Qualität Private Kontrolle

Nachfolgend wird ein Überblick über den Umfang der Untersuchung und die wichtigsten Erkenntnisse daraus zusammengefasst.

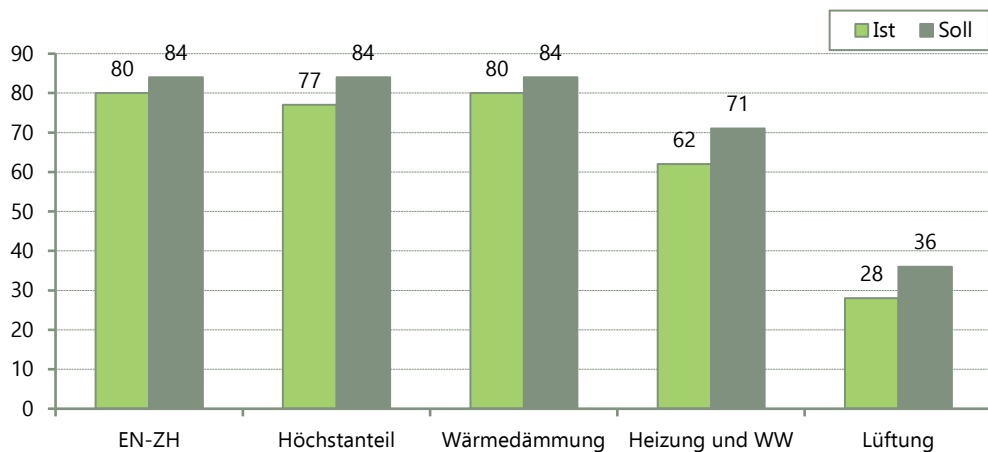
- Erhobene Nachweise
- Qualität der Privaten Kontrolle
- Verteilung der Wärmeerzeugung
- Entwicklung der U-Werte
- Qualität der Kontrolle durch die Behörde
- Vollständigkeit der Nachweise

Eine Auswahl weiterer erfasster Kriterien ist zwecks Übersichtlichkeit im Kapitel 2 des Berichts aufgeführt.

1.5.1. Erhobene Nachweise

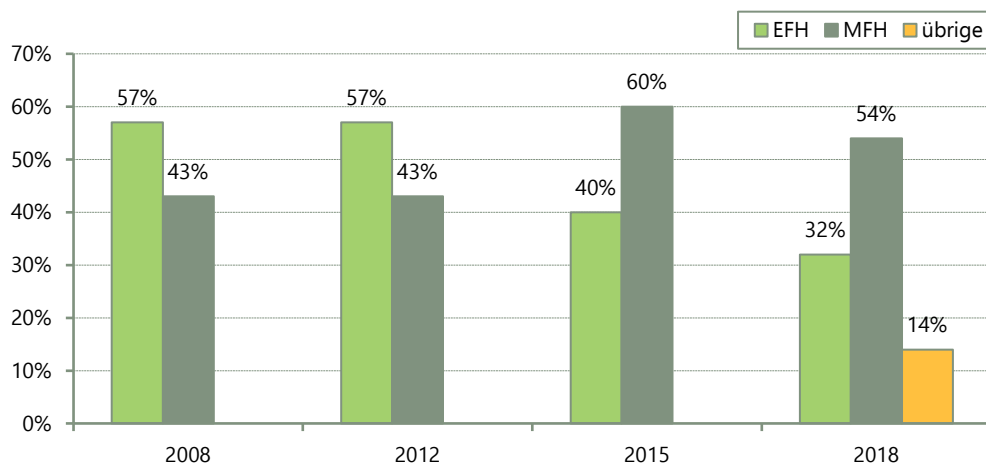
Von den 95 untersuchten Neubauprojekten waren 8 Projekte welche nach Minergie zertifiziert wurden und 11 Projekte, von welchen uns nur Formulare betreffend Lärm- und Schallschutz vorlagen. Von den nach Minergie geplanten Gebäuden waren die EN-Formulare trotzdem vorhanden.

Am meisten gefehlt haben die Formulare Heizung- und Warmwasser (EN-3) gefolgt von Lüftung (EN-4) und Höchstanteil (EN-1).



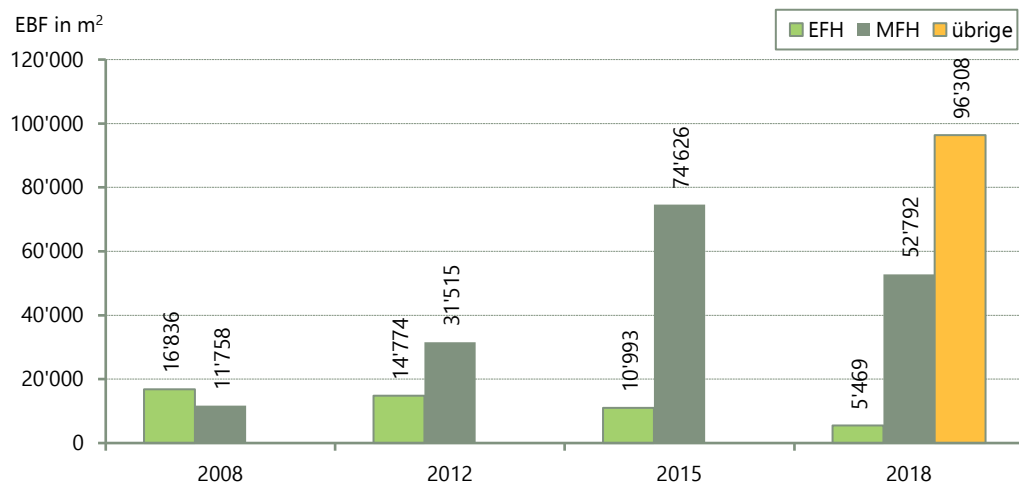
Figur 1: Anzahl erhobene Nachweise je Fachbereich

Insgesamt wurden die Nachweise von 30 Einfamilienhäusern, 51 Mehrfamilienhäusern und 14 anderen Objekten (Fabrik, Schule, Werkhof, Gewerbe etc.) geprüft.



Figur 2: Erhobene Nachweise je Gebäudekategorie

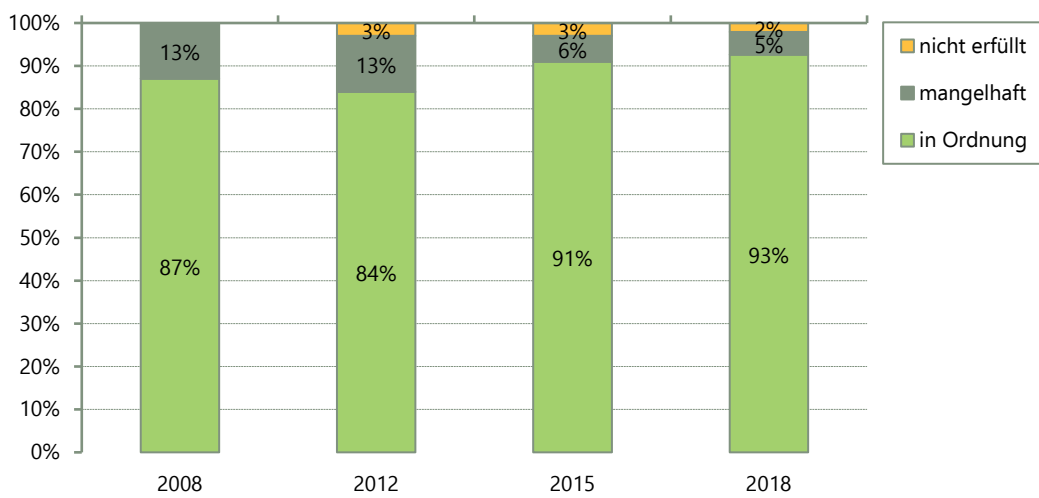
Da für die Einfamilienhäuser mehrheitlich Einzelbauteilnachweise vorlagen, konnte die EBF nicht immer ermittelt werden und entsprechend sind sie in der Grafik 3 schlechter dargestellt. Ein Verkaufs- und Geschäftshaus macht fast ein Drittel der EBF von den «übrigen Gebäudekategorien aus». Entsprechend fallen die Gewerbebauten bei der Untersuchung stärker ins Gewicht, wenn pro Energiebezugsfläche ausgewertet wird.



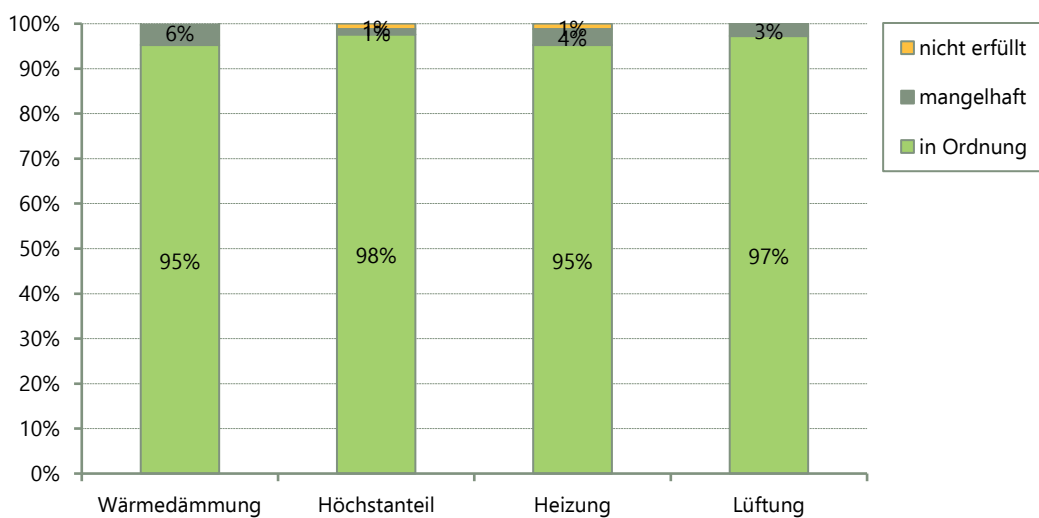
Figur 3: Erhobene EBF je Gebäudekategorie

1.5.2. Qualität der Privaten Kontrolle

Die Qualität über alle Fachbereiche befindet sich weiterhin auf hohem Niveau. Die Anzahl Nachweise, welche die Anforderungen in der Untersuchung nicht erfüllen, hat sich seit der letzten Untersuchung um einen Antrag gesenkt. Bei den bemängelten Nachweisen wurden die Stellungnahmen und nachgereichten Unterlagen kontrolliert. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Grenzwerte immer noch eingehalten werden konnten, auch wenn mit ver-ringerter Reserve. Bei einigen Objekten waren die Beilagen mangelhaft aber das Erfüllen der Anforderungen war nicht in Frage gestellt.



Figur 4: Qualität der Nachweise der Privaten Kontrolle über alle Fachbereiche



Figur 5: Qualität der Nachweise der Privaten Kontrolle der einzelnen Fachbereiche im 2018

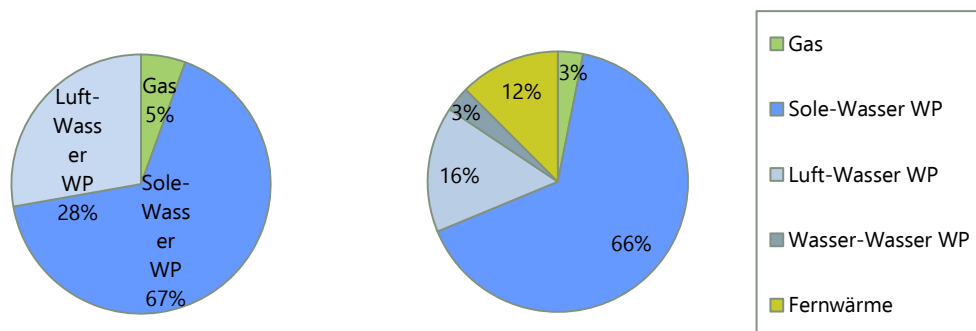
In zwei Fällen entsprach der Heizungstyp von EN-2 nicht jenem von EN-3. Bei einigen aktuellen Projekten waren noch nicht alle Formulare vollständig eingereicht und entsprechend die Baufreigabe noch nicht erteilt. Dies wurde nicht als mangelhaft gewertet. Geringfügige Mängel in der Berechnung der U-Werte oder Wärmebrücken wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Da die Beurteilung der Mängel vom Prüfer abhängig ist, wird auf einen Vergleich zur letzten Untersuchung verzichtet.

1.5.3. Art der Kontrolle

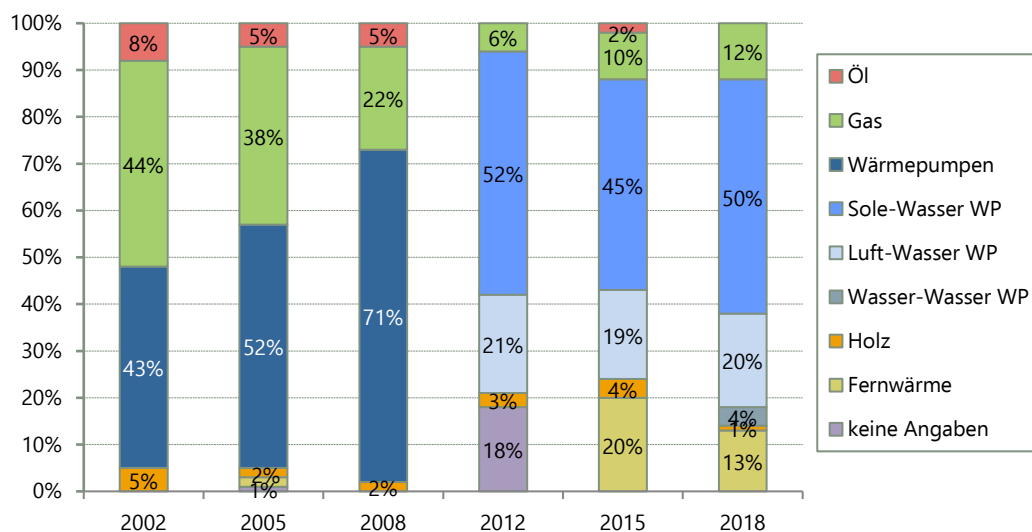
Nur bei vier Projekten erfolgte statt der üblichen «Privaten Kontrolle» eine behördliche Kontrolle.

1.5.4. Verteilung der Energieträger bei EFH und MFH

Bei den zur Untersuchung vorliegenden Projekten dominierte die Erdsonden-WP sowohl bei den EFH als auch bei den MFH. Es wird vermutet, dass auf Grund der sinkenden Preise für die Bohrung, die Erdsonden-WP gegenüber der Luft-Wasser-WP einen höheren Anteil erzielen. Gasheizungen wurden bei den Neubauten in zwei Fällen noch angetroffen. Eine Pelletheizung wurde nur bei einem Werkhof vorgesehen.



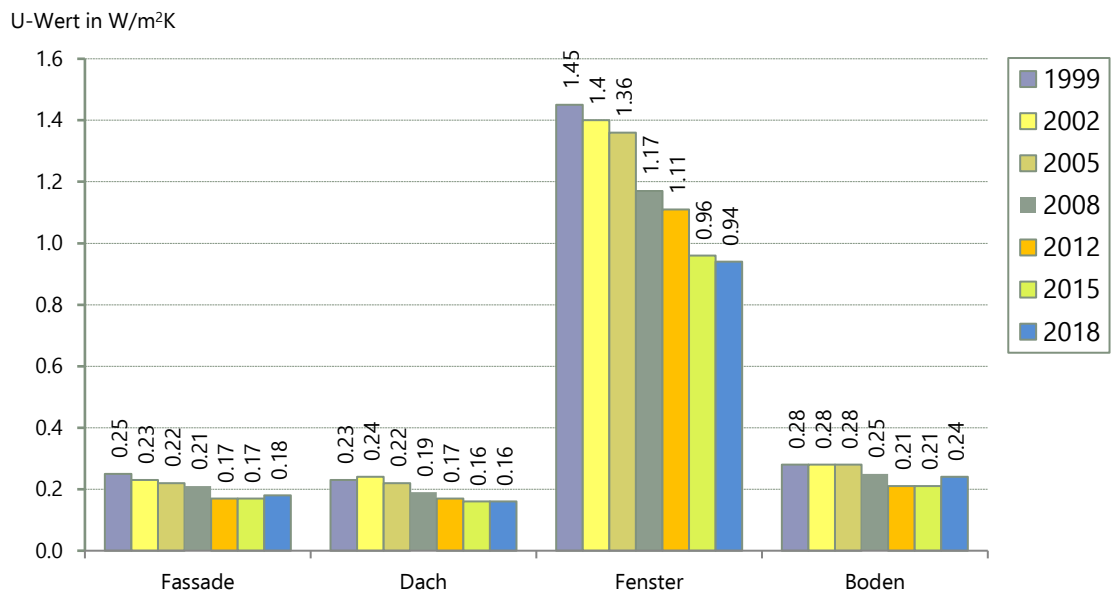
Figur 6: Anteil der Energieträger bei EFH (links) und MFH (rechts)



Figur 7: Anteil der Energieträger nach EBF

1.5.5. Entwicklung der U-Werte

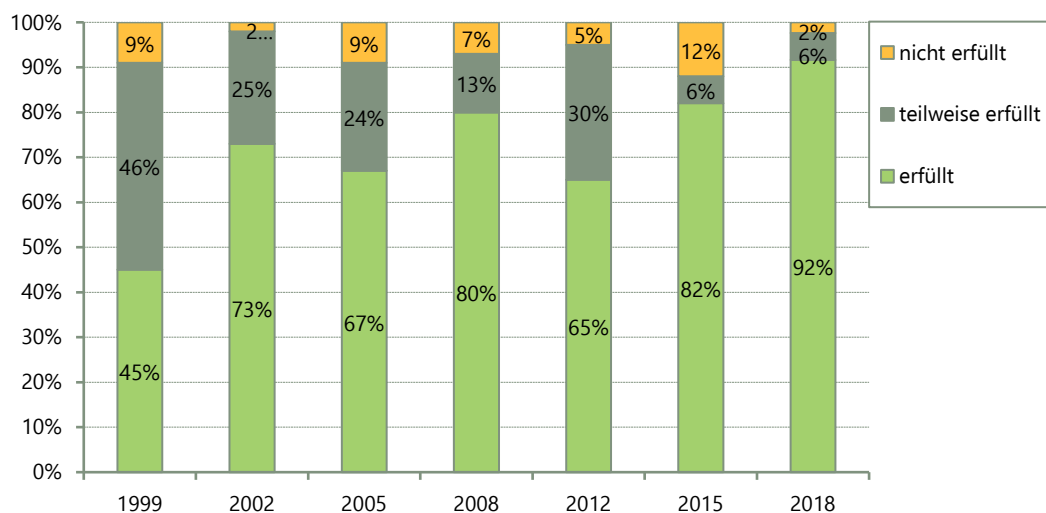
Die erfassten mittleren U-Werte der Fassaden und Böden haben sich leicht verschlechtert und bei den Dächern ist der Wert stagniert. Es wird spannend sein, ob mit Umsetzung der MuKE 2014 noch eine Verbesserung stattfindet oder ob das Augenmerk vom winterlichen Wärmeschutz auf den sommerlichen Wärmeschutz wechselt.



Figur 8: Entwicklung der U-Werte

1.5.6. Entwicklung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden

Bei 92% der untersuchten Objekte ist die Qualität des Vollzugs in den Gemeinden zufriedenstellend. Kleinere Ungereimtheiten konnten meist vor Ort geklärt werden. Teilweise fehlten noch die Formulare und Beilagen. Zweimal hatte eine Person unterschrieben die nicht berechtigt ist. Wenn die Baufreigabe noch nicht erteilt war, wurde die Gemeinde darauf hingewiesen, die fehlenden Unterlagen noch einzufordern. Der Vollzug wurde dann als erfüllt betrachtet. Bei einigen Objekten, welche sich im Bau befinden, wurden die Unterlagen durch die Gemeinden auch nachgefordert. Wenn nur ein Formular fehlte (meistens EN-3) wurde der Vollzug als «teilweise erfüllt» gewertet. Als «nicht erfüllt» wurde gewertet, wenn mehr als ein Formular fehlte oder mehrere wichtige Beilagen fehlten. Wenn die Gemeinde die Unterlagen noch nachfordern konnte, wurde dies als erfüllt gewertet.

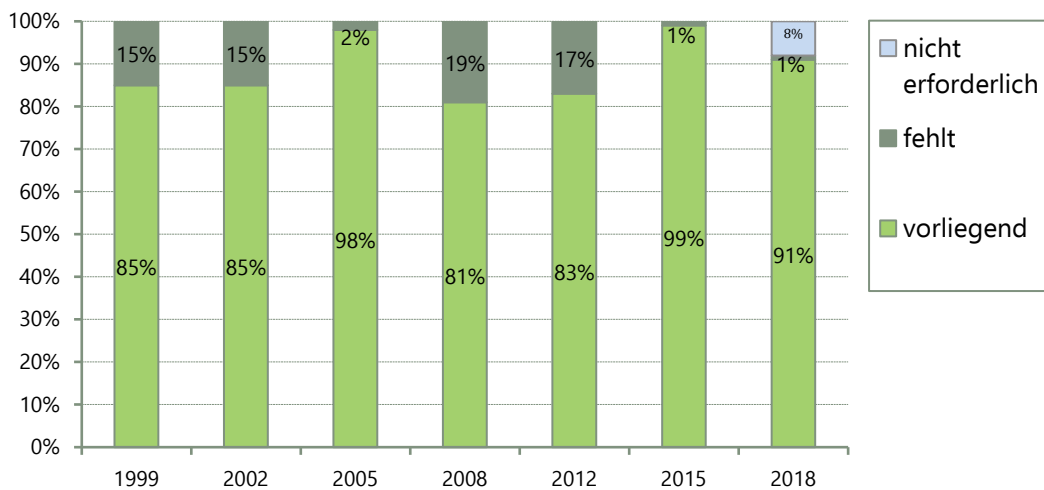


Figur 9: Bewertung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden

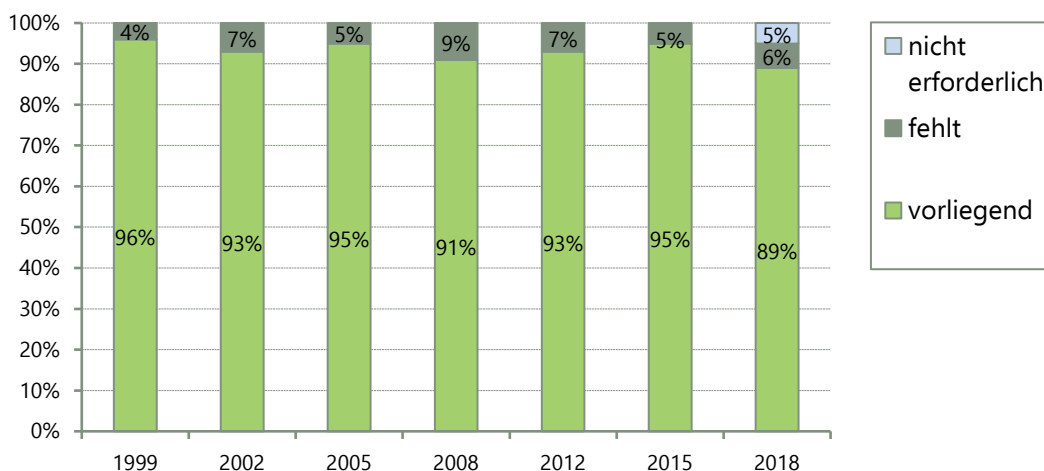
1.5.7. Vorliegen der Nachweise vor Baubeginn

Die Baubehörden verlangen das Einreichen des Energienachweises vor der Baufreigabe. Im Gespräch auf den Bauämter wurde festgestellt, dass das Wissen betreffend den erforderlichen Nachweisen vorhanden war und die Auflagen auch grundsätzlich erledigt werden.

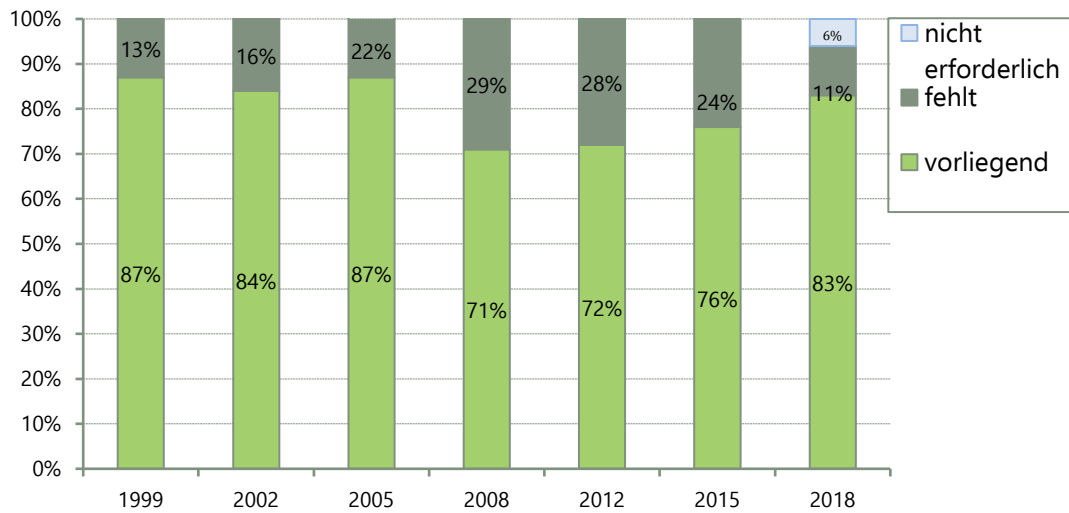
Der hohe Prozentsatz, bei dem der Nachweis für den Höchstanteil und die Heizung „nicht erforderlich“ war, ist auf eine Bagatellerweiterung, Behördliche Kontrolle und mehrere nach Minergie geplanten Bauten zurückzuführen. Wenn das provisorische Minergie-Zertifikat jedoch noch nicht vorhanden ist, müssen die EN-Formulare eingefordert werden. Bei den Nachweisen der Wärmedämmung, dem Höchstanteil nichterneuerbaren Energien und der Heizung, bewegt sich der Wert (Anzahl vorliegende Formulare) auf hohem Niveau. Bei den Nachweisen für die Lüftung ist noch Verbesserungspotential vorhanden.



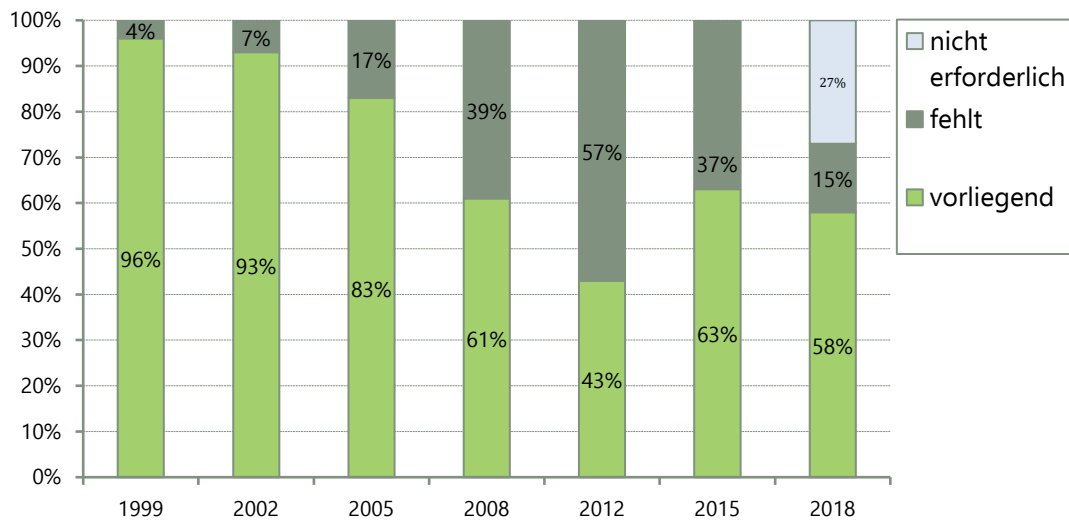
Figur 10: Vorliegen der Nachweise Wärmedämmung (EN-2) vor Baubeginn



Figur 11: Vorliegen der Nachweise Höchstanteile nicht erneuerbare Energie (EN-1) vor Baubeginn



Figur 12: Vorliegen der Nachweise Heizung (EN-3) vor Baubeginn



Figur 13: Vorliegen der Nachweise Lüftung (EN-4) vor Baubeginn

Bei 27% der Neubauten wurde eine Lüftungs- oder Klimaanlage installiert, bei 7 Objekten fehlten die Angaben zur Lüftung. Jedoch war bei den aktuellen Projekten noch nicht in jedem Fall eine Baufreigabe erteilt worden.

1.6. Fazit Qualität Vollzug

Folgend sind die grössten Mängel aufgeführt, welche im Laufe der Untersuchung ersichtlich wurden:

In einzelnen Gemeinden waren die Energienachweise nicht vollständig oder es fehlten Formulare, welche hätten vorliegen müssen – trotzdem wurde eine Baufreigabe erteilt. Einzelne Nachweise waren zudem von tiefer Qualität, dass eine gewissenhafte Prüfung unmöglich war und Plangrundlagen, Flächenauszüge oder die Heizwärmebedarfsberechnung auf Verlangen beim Privaten Kontrolleur nachgefordert werden mussten.

Das korrekte Nachweisen der thermischen Gebäudehülle sowie die korrekte Flächenzugehörigkeit zur EBF und Gebäudehüllfläche bereiten am meisten Mühe. Saubere Planbeilagen fehlten manchmal.

Grundsätzlich leisten die meisten Privaten Kontrolleure jedoch gute Arbeit. Das System funktioniert mit einer hohen Qualität und die Nachweise werden in der überwiegenden Mehrheit gewissenhaft ausgefüllt.

Bei sieben Projekten wurden die Unstimmigkeiten an das AWEL weitergeleitet. Bei kleineren Mängeln wurden die Behörden direkt mündlich informiert. Nur bei einem Projekt waren die Nachforderungen weiterhin nicht zufriedenstellend und es musste eine Verwarnung ausgesprochen werden. Betreffend der Befugnis-Verletzung von nicht unterschriftsberechtigten Personen, wurden ebenfalls drei Projekte dem AWEL gemeldet. Die Unterlagen waren in diesen Fällen jedoch von guter Qualität.

Grundsätzlich ist der Vollzug in den einzelnen Gemeinden von guter Qualität. Das Zusammenspiel von Behörden und Planern funktioniert und die Behörden können sich bei entsprechendem lenkendem Verhalten auf die Seriosität der Privaten Kontrolleure verlassen. Die Behörden stellen das bewilligende Organ dar und dürfen entsprechend Nachforderungen stellen, wenn gewisse Beilagen fehlen oder diese nicht korrekt sind. Wichtig ist der gesunde Menschenverstand um das Bauen nicht zu verteuern aber stimmige Unterlagen zu den Bauprojekten zu erhalten. Die Vorschriften müssen grundsätzlich eingehalten werden damit alle Bauherrschaften gleich behandelt werden.

Aktuell wird dem sommerlichen Wärmeschutz zu wenig Beachtung geschenkt. Ob der Bauherr entsprechend beraten wurde, oder ob nur ein Haken auf dem Formular EN-2 gesetzt wurde, entzieht sich unserem Wissen. Beispielsweise erfüllte ein dreiseitig verglaster Raum mit g-Wert von 75% den Nachweis allein mit einer aussenliegenden Markise. In einem Fall hatten die Behörden eine Verfügung erlassen, dass nachträglich keine Kühlung installiert werden dürfe.

Trotzdem, dass einige Beilagen unvollständig waren, wurde eine sehr grosse Papierflut auf den Ämtern angetroffen. Weshalb einige Behörden die Nachweise in doppelter Ausführung auf Papier verlangen, war nicht nachvollziehbar. Ziel sollte sein, dass die Nachweise und Beilagen als PDF elektronisch eingesendet werden können, wie dies z.B. in Winterthur bereits der Fall ist.

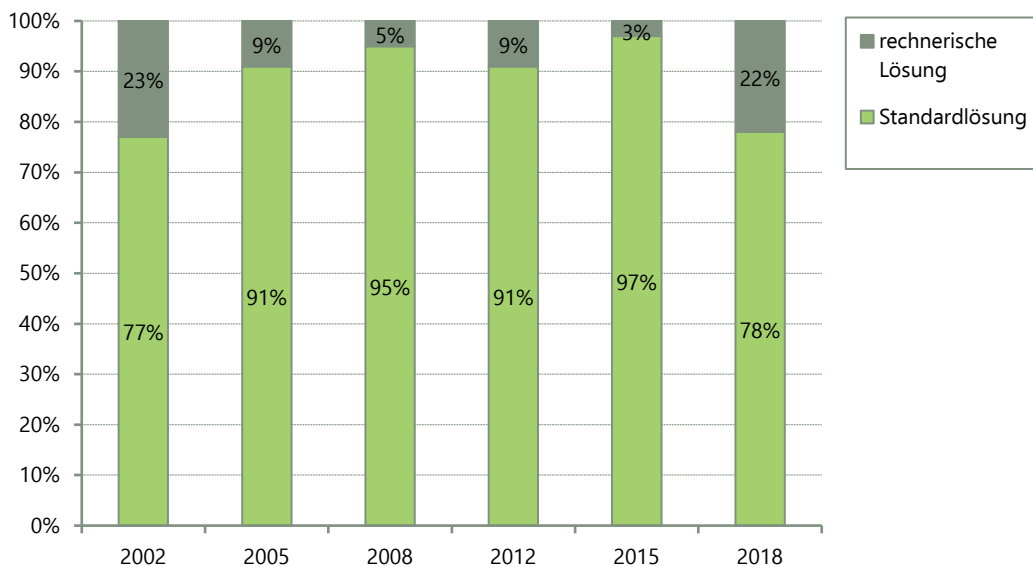
2. Weitere Erhebungen zu den Fachbereichen

In diesem Teil werden weiterführende Untersuchungen und Vergleiche vorgestellt, welche spezifisch über die Formulare EN-1, EN-2 und EN-3 durchgeführt wurden.

2.1. Höchstanteil nichterneuerbare Energien (EN-1a / b / c)

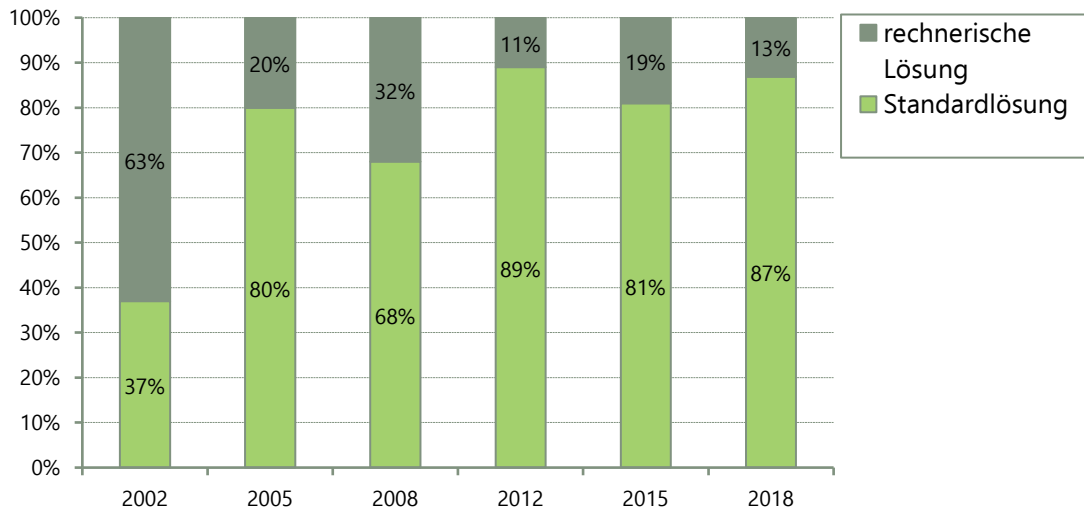
2.1.1. Lösung Höchstanteil nichterneuerbare Energien bei EFH und MFH
Bei 14 von 77 Neubauten wurde eine rechnerische Lösung (EN-1 b oder EN-1c) als Nachweis des gesetzlich geregelten Höchstanteils nichterneuerbare Energien gewählt. Dies war grundsätzlich der Fall, wenn eine Gasheizung eingeplant war. In der Kategorie «Sonstige Gebäude» wurde 3 Mal von den 12 Bauprojekten die rechnerische Lösung gewählt.

Bei 6 von 27 Einfamilienhäuser wurde der Nachweis mit einer rechnerischen Lösung erbracht.



Figur 14: Lösungsart § 10a Energiegesetz bei EFH

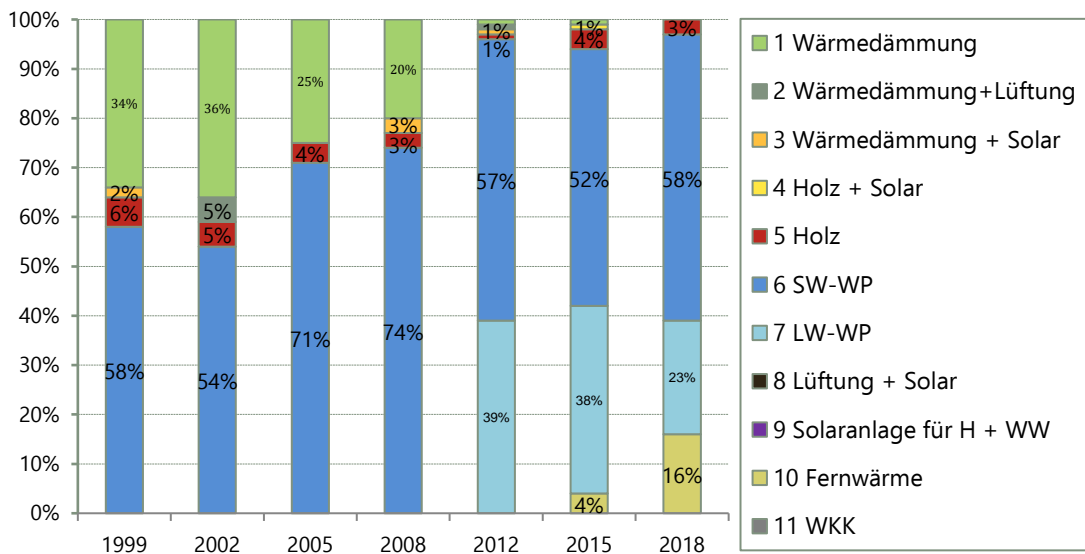
Bei den Mehrfamilienhäusern wurde in 33 von 38 Fällen eine Standardlösung angewendet. Es ist möglich, dass bei einem grösseren Investitionsvolumen oder professioneller Bauherrschafft, eine Standardlösung mit einer Wärmepumpe grundsätzlich einfacher einzuplanen ist.



Figur 15: Lösungsart § 10a Energiegesetz bei MFH

2.1.2. Gewählte Standardlösungen

Die Standardlösung 6 „Wärmepumpe mit Erdsonde“ (Sole-Wasser), die Standardlösung 7 „Wärmepumpe mit Ausserluft“ (Luft-Wasser) und die Standardlösung 10 „Fernwärme“ wurden am meisten nachgewiesen. Wobei 7 von 10 Fernwärmenutzungen auf die Stadt Zürich entfallen.



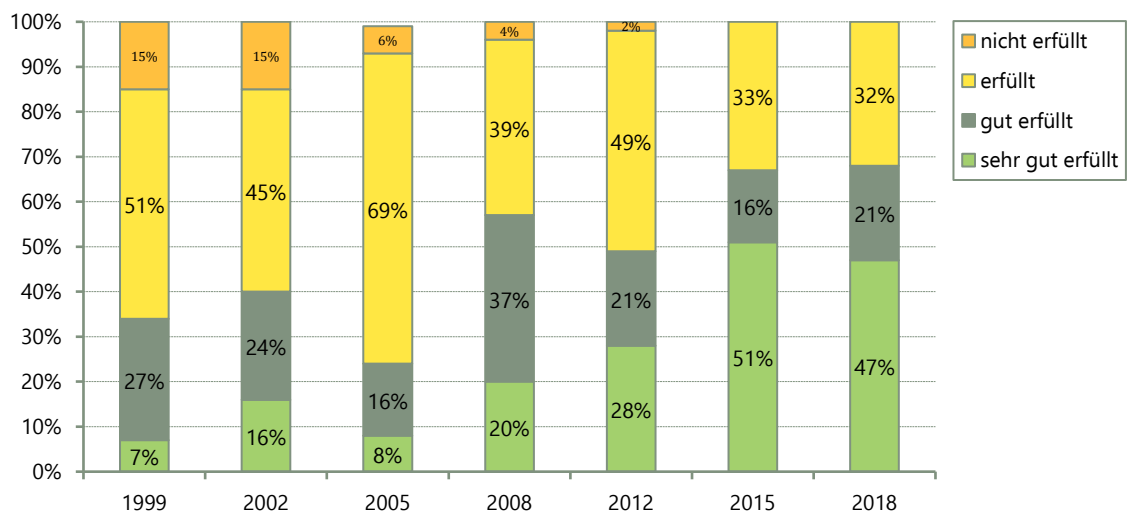
Figur 16: Anteile der gewählten Standardlösungen

2.2. Fachbereich Wärmedämmung (EN-2a/b)

2.2.1. Einhaltung der Wärmedämmvorschriften Die Klassierung erfolgte nach folgender Einteilung:

- sehr gut erfüllt $Q_h < 85\% Q_{h,li}$
- gut erfüllt $Q_h = 85-90\% Q_{h,li}$
- erfüllt $Q_h > 90\% Q_{h,li}$ und $Q_h < Q_{h,li}$
- nicht erfüllt $Q_h > Q_{h,li}$

34 von 72 geprüften Objekten mit Systemnachweis erfüllen die Anforderungen an den Heizwärmebedarf sehr gut. Kein Objekt wurde mit einer Grenzwertüberschreitung eingereicht.



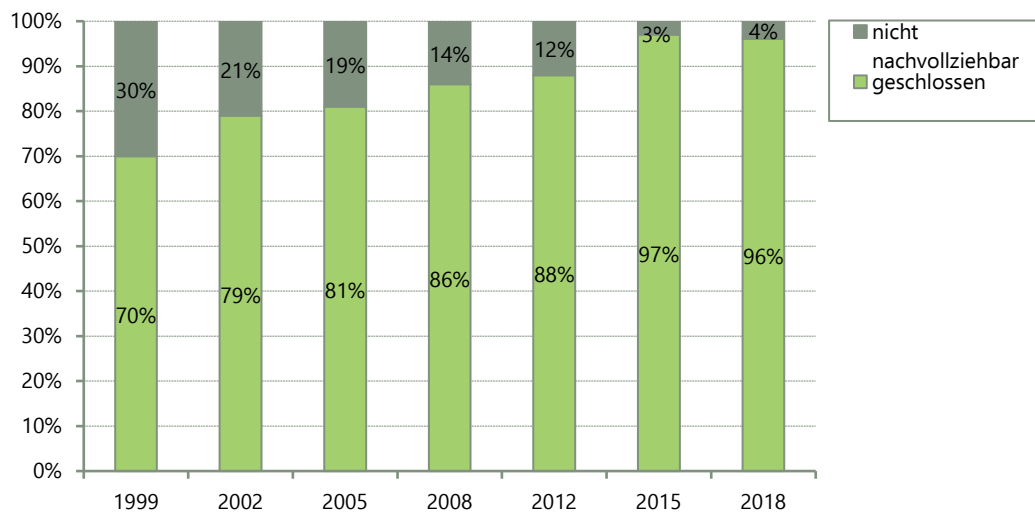
Figur 17: Klassifizierung Einhaltung der Wärmedämmvorschriften (nur Systemnachweis)

2.2.2. Art des Nachweisverfahrens

Mit 74 Objekten wurde am häufigsten der Systemnachweis angewendet. Für 9 Objekte wurde ein Einzelbauteilnachweis erstellt. Nach Minergie zertifizierte Bauprojekte wurden berücksichtigt, wenn das provisorische Zertifikat noch nicht vorlag.

2.2.3. Korrektheit der thermischen Gebäudehülle

Der Verlauf der thermischen Gebäudehülle bei Neubauten, war bei 96% nachvollziehbar und geschlossen. Es gab drei Nachweise bei denen die Dokumentation der thermischen Gebäudehülle nicht nachvollzogen und dessen Verlauf auch anhand der Gebäudehüllflächen nicht genau eruiert werden konnte.

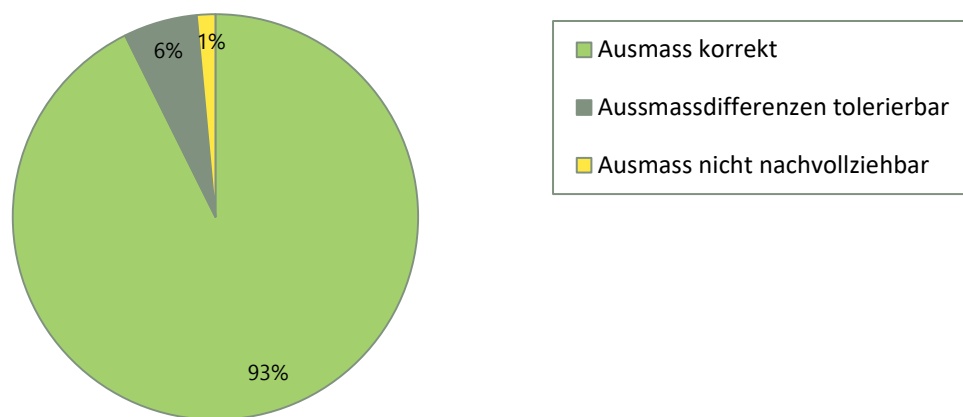


Figur 18: Korrektheit der thermischen Gebäudehülle

2.2.4. Flächenauszug der Bauteile

Die Flächen in den Systemnachweisen wurden bei 93% korrekt ausgezogen oder die Fehler hatten keine Auswirkungen, beziehungsweise waren vernachlässigbar. Bei gesamthaft 6% war der Auszug nachvollziehbar und mit tolerierbaren Differenzen. Bei dieser Untersuchung gab es einen Flächenauszug der nicht nachvollziehbar war. Möglich war auch, dass der Planstand neueren Datums war als die Berechnung. Wenn es Änderungen im Zentimeterbereich gab, wurde dies auch immer noch als korrekt betrachtet. Als tolerierbar wurde die Differenz gewertet, wenn der Einfluss auf den Q_h respektive auf den $Q_{h,li}$ vernachlässigbar war.

Es konnten nur Systemnachweise untersucht werden, da bei Einzelbauteilnachweisen keine Flächen ausgezogen werden müssen.



Figur 19: Korrektheit Flächenauszug der Bauteile

2.2.5. Berechnungsmethode von U-Werten

Rund 83% aller U-Werte wurden mittels EDV-Programmen berechnet. Bei 17% der Nachweise wurde auf vorgegebene U-Werte in Bauteilkatalogen oder Produktdatenblätter zurückgegriffen.

2.2.6. Korrektheit der Berechnung homogener Bauteile

Die U-Werte homogener Bauteile wurden nur bei 75% der Nachweise korrekt berechnet. Falsche Wärmeübergangskoeffizienten oder nicht Berücksichtigung der Fussbodenheizung beim Wärmedurchlasswiderstand wurden als tolerierbare Fehler berücksichtigt. Diese kleinen Fehler wirken sich selten massgeblich auf den Grenzwert aus. Bei 3% wurden die Fehler als nicht tolerierbar gewertet. Dies war der Fall, wenn ein falsches Lambda für einen Dämmstoff berücksichtigt wurde oder Bauteile fehlten. Wenn jedoch genügend Reserve bestand oder die betroffene Fläche sehr gering war, wurde auf ein Nachreichen verzichtet.

Nicht berücksichtigt bei der Untersuchung wurden bauphysikalische Mängel in den Aufbauten und Produkteverträglichkeit.

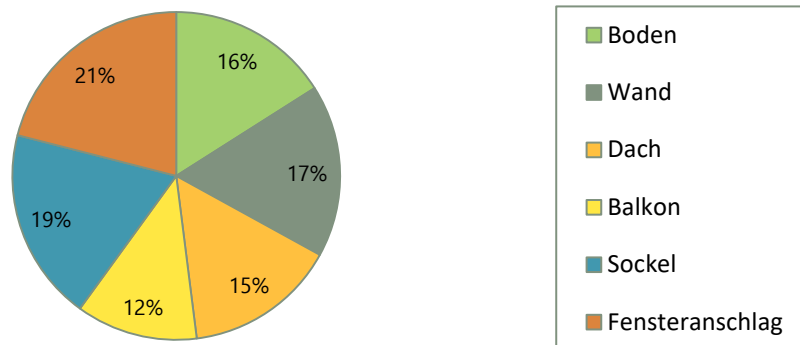
2.2.7. Korrektheit der Berechnung von inhomogenen Bauteilen

Die inhomogenen Bauteile wiesen ähnlich viele fehlerhafte Berechnungen auf, wie die homogenen. 75% wurden korrekt und 20% wurden als homogen gerechnet, bei 5% waren Fehler als «nicht tolerierbar» gewertet. Wenn jedoch genügend Reserve bestand oder die betroffene Fläche sehr gering war, wurde auf ein Nachreichen verzichtet.

2.2.8. Berücksichtigung von Wärmebrücken

Zu 92% wurden Wärmebrücken lückenlos berücksichtigt. Bei 5% wurden bestimmte Wärmebrücken nur teilweise berücksichtigt oder es wurde ein ungenügender Pauschalzuschlag gewählt. Hingegen fehlten bei 3% der untersuchten Objekte einzelne Wärmebrückentypen komplett. Am häufigsten fehlten die Wärmebrücken im Untergeschoss beim Boden-Wandanschluss. Bei den Wärmebrücken Balkon und Fenster traten kaum Fehler auf.

2.2.9. Verteilung von nachgewiesenen Wärmebrückentypen



Figur 20: Verteilung der berücksichtigten Wärmebrückentypen

2.2.10. Nachweisart von Wärmebrücken

Die stärkste Nachweisart stellte die Checkliste mit 50% dar, gefolgt vom BFE-Katalog mit 8% und in 10% der Nachweise wurden Wärmebrücken mit Isothermen Programmen berechnet. Bei 32% der Nachweise fehlte die Beilage zu den Wärmebrücken.

2.2.11. Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz

Wo das Formular Wärmedämmung vorlag, wurde in 94% der Fälle ein aussenliegender Sonnenschutz nachgewiesen. Bei 5% wurde der Nachweis über den g-Wert nachgewiesen und bei einem Nachweisverfahren wurde der sommerliche Wärmeschutz als zweifelhaft angeschaut. Es handelte sich dabei jedoch um eine Industriehalle. (Siehe auch Kap.1.6)

2.2.12. Nachträglicher Ausbau von Räumen im UG

Bei der heutigen verdichteten Bauweise werden viele Flächen maximal ausgenutzt. Bei 85% der untersuchten Projekte sind nachträgliche Ausbauten im UG aufgrund der Gegebenheiten unmöglich. Bei 7% der Objekte wäre ein Ausbau möglich und bei 8% muss mit einem Ausbau gerechnet werden (dies betrifft hauptsächlich EFH und DEFH Bauten).

2.2.13. Nachweis Raumlufthygiene

Das Lüftungskonzept sieht bei 73% der untersuchten Objekte eine manuelle Fensterlüftung vor. Bei 27% resp. in 22 Fällen wird bei nicht Minergie-Bauten eine kontrollierte Wohnungslüftungsanlage nachgewiesen, bei 20% dieser Projekte fehlte jedoch das Formular EN-4 für die Lüftung.

2.3. Fachbereich Heizung / Warmwasser (EN-3)

2.3.1. Art der Wärmeabgabe

Bei 88% der untersuchten Nachweise von Neubauten wurden Flächenheizungen nachgewiesen, 11% wurden mit Radiatorenheizungen oder einer Kombination aus Flächenheizungen und Radiatoren nachgewiesen.

2.3.2. Auslegungstemperatur der Wärmeabgabe

Der hohe Anteil an Flächenheizungen widerspiegelte sich auch in der Verteilung der projektierten Auslegungstemperaturen. 87% geben den Bereich 31-35°C an, bei 9% wurden 41-50°C nachgewiesen. Bei 4% lag die Auslegungstemperatur bei unter 30°C.

2.3.3. Temperaturregelung

Das System der Einzelraum-Temperaturregelung ist mit 86% das am häufigsten nachgewiesene. Die restlichen 14% entfallen auf Thermostatventile oder eine Vorlauftemperatur von unter 30°C.

2.3.4. Übereinstimmung der Angaben zur Vorlauftemperatur

Die Angaben über die Vorlauftemperatur auf dem Formular EN-3 stimmte in 57 Fällen mit den Angaben im Formular EN-2 überein. In 6 Fällen waren Abweichungen zwischen den Angaben festgestellt worden und in 10 Fällen fehlten Angaben auf einem der Formulare oder in der Berechnung. Bei zwei Objekten wurde im Systemnachweis eine tiefere Temperatur angenommen als auf dem EN-3, was kritisch ist. Zweimal wurde im Systemnachweis eine höhere Auslegungstemperatur angenommen als auf dem EN-3 was unkritisch ist.

Nachweise mit fehlenden Formularen EN-2, EN-3, Einzelbauteilnachweise oder Gebäude mit Minergie-Antrag flossen nicht in die Beurteilung ein.

2.3.5. Übereinstimmung Deklaration Art der Wärmeerzeugung

In 63 Fällen stimmten die Angaben aus dem Fachbereich Wärmedämmung mit dem Formular Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien überein. Bei einem Objekt wurde auf dem EN-3 eine Gasheizung angegeben, während auf dem EN-1 eine Erdsonden-WP berücksichtigt wurde. Die Restlichen Abweichungen kamen daher, dass entweder ein Formular fehlte oder der rechnerische Nachweis erstellt wurde, was nicht als Fehler betrachtet wurde. Dass Luft-Wasser Wärmepumpen mit Sole-Wasser Wärmepumpen vertauscht wurden, kam bei dieser Untersuchung nicht mehr vor.

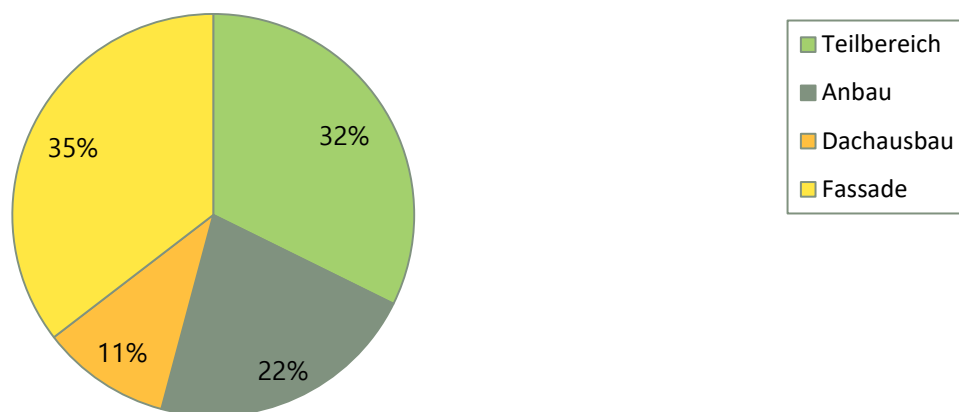
3. Nebenuntersuchung Umbau

3.1. Zielsetzungen

Zur Erhebung der Qualität des Energievollzuges wurden bei 107 Umbauprojekten in 17 Gemeinden des Kanton Zürich die Energienachweise geprüft. Von 11 Projekten lagen uns nur Unterlagen zum Lärmschutz vor. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Energievollzug in den einzelnen Gemeinden grösstenteils von guter Qualität ist.

3.1.1. Art des Umbaus

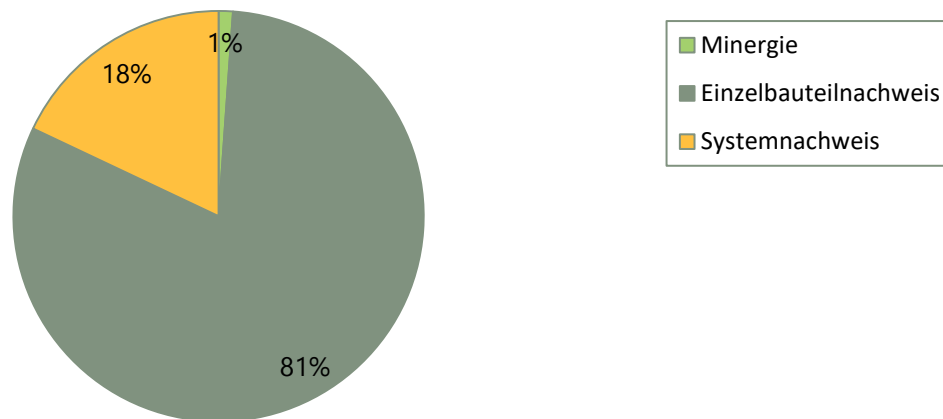
In 21 von 96 untersuchten Umbauten wurde ein Anbau realisiert, bei 34 Objekten wurde eine reine Fassadensanierung durchgeführt und bei 31 Objekten wurden verschiedene Teilbereiche saniert. Bei 10 Objekten wurde ein reiner Dachausbau angestrebt.



Figur 21: Vom Umbau betroffene Gebäudeteile

3.1.2. System oder Einzelbauteil

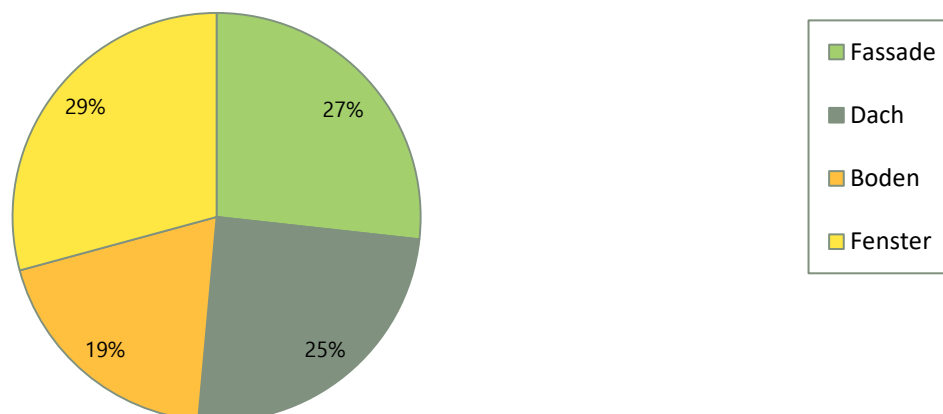
Bei den Umbauten ist klar ersichtlich, dass der grösste Anteil der Nachweise über den Einzelbauteilnachweis erstellt wurde. Aus den 96 untersuchten Objekten waren insgesamt 81% als Einzelbauteil und 18% als Systemnachweis erfasst worden. Demzufolge ist keine Aussage zum Verhältnis der EBF von Neubauten zu Umbauten möglich.



Figur 22: Nachweis des Heizwärmebedarfs bei Umbauten

3.1.3. Nachgewiesene Bauteile

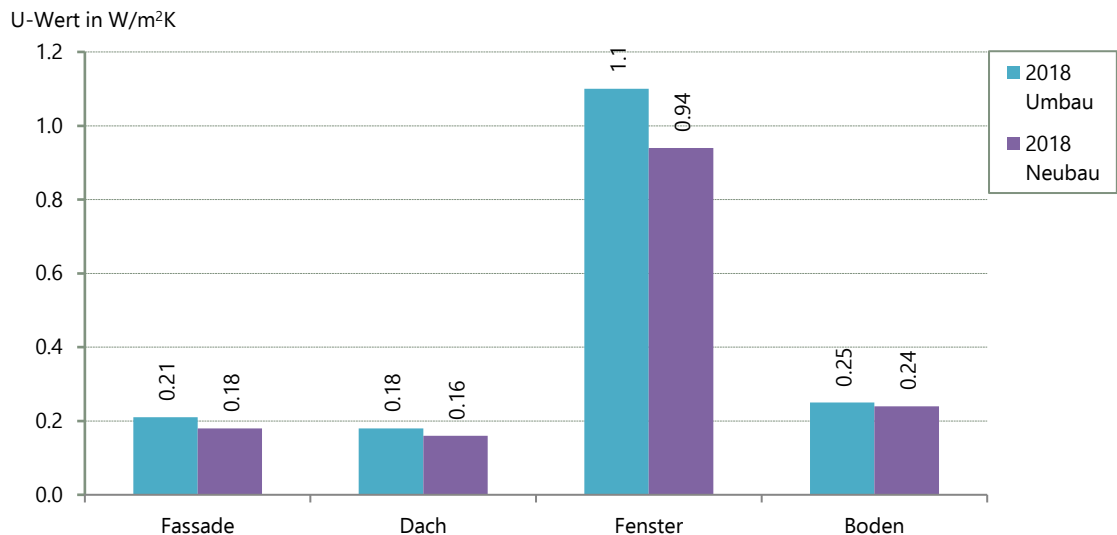
Bei den 98 untersuchten Umbauten wurden insgesamt 243 Bauteile (Fassade, Dach, Boden, Fenster) erfasst. Diese verteilen sich relativ gleichmässig auf die Bauteiltypen.



Figur 23: Nachgewiesene Bauteile

3.1.4. Entwicklung der U-Werte

Die mittleren erfassten U-Werte der Fassaden, Dächer, Fenster und Böden weisen gegenüber den Neubauprojekten sehr ähnliche U-Werte auf. Es zeigt sich, dass wenn Objekte saniert werden, dann offensichtlich ein Neubaustandard angestrebt wird. Mit ein Grund ist sicherlich auch, dass das Gebäudeprogramm bei Sanierungen erst Förderbeiträge ab einem U-Wert $\leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ vergibt. Es dürfte spannend werden, wie sich diese U-Werte in den nächsten Untersuchungen verändern. Zwei Projekte welche rechnerisch gelöst (EN-1c) wurden und die U-Wert teils nicht mal die Bauschadensfreiheit nach SIA 180 erreichten, verschlechterten die durchschnittlichen U-Werte um $0.01 \text{ W/m}^2\text{K}$.



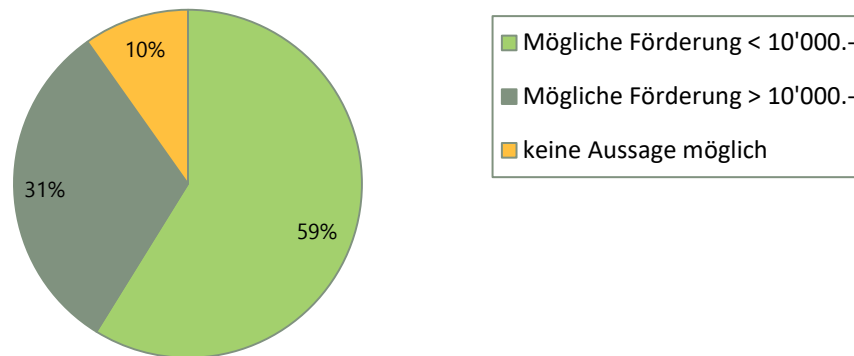
Figur 24: Entwicklung der U-Werte im Umbau

3.1.5. Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz

Bei 90 der 98 Umbauobjekte lag das Formular Wärmedämmung (EN-2) vor. Davon wurde in 67 Fällen ein aussenliegender Sonnenschutz nachgewiesen. Bei drei Objekten wurde der Nachweis über den g-Wert erstellt. Bei acht Objekten ist es zweifelhaft ob wirklich ein aussenliegender Sonnenschutz eingebaut wird, da auf den Planbeilagen keine Massnahmen ersichtlich waren.

3.1.6. Mögliche Förderbeiträge

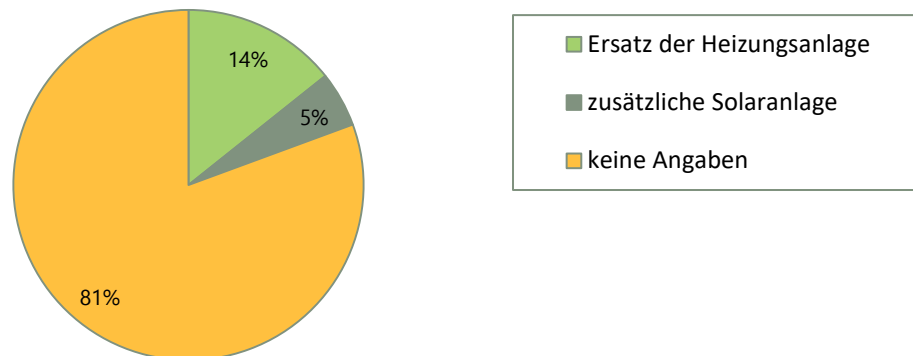
Anhand der U-Werte der Bauteile und der Fassaden- und Dachflächen wurde in der Untersuchung eine mögliche Förderung Fr. < 10'000.- oder Fr. > 10'000.- erfasst. Dadurch konnte festgestellt werden, bei wie vielen Umbauprojekten ein GEAK-Plus Bericht nötig gewesen wäre.



Figur 25: Mögliche Förderbeiträge anhand der U-Werte und Fassadenflächen

3.1.7. Umbauten mit gleichzeitigem Energieträgerersatz

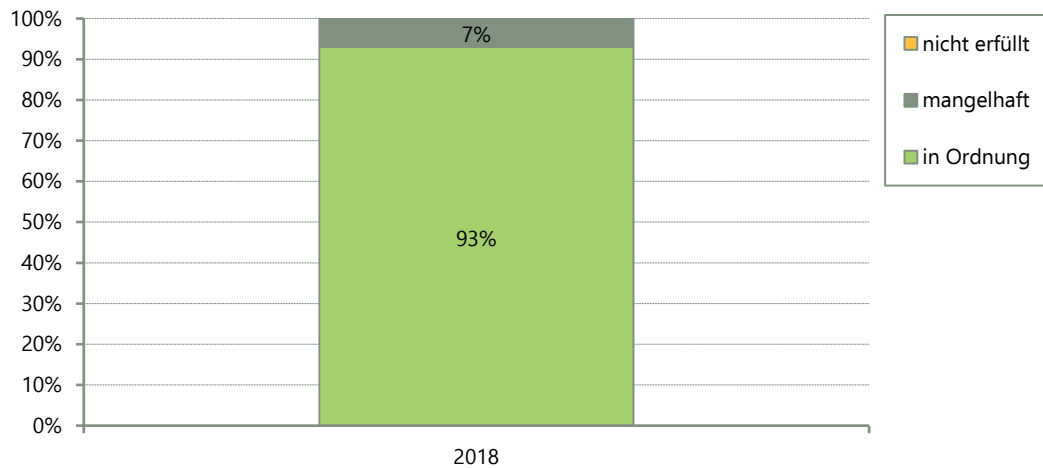
Anhand der 98 untersuchten Umbauprojekte konnte erfasst werden, ob nebst einer energetischen Gebäudehüllensanierung auch ein Energieträgerersatz realisiert wurde. Die Auswertung zeigte eine Tendenz, dass bei einer Teilsanierung der Gebäudehülle oder bei einem Anbau, nicht immer gleich der Energieträger gewechselt wird. Tendenziell wird nur bei Gesamtsanierungen eine Fossile-Heizung durch erneuerbare Energie ersetzt. Wenn uns keine Angaben vorlagen, ist es auch möglich, dass die Unterlagen noch nicht eingereicht wurden.



Figur 26: Energieträgerersatz bei Umbauprojekten

3.1.8. Qualität der Privaten Kontrolle

Die Qualität über den Fachbereich Wärmedämmung befindet sich bei den Umbauprojekten auf einem hohen Niveau. Bei den bemängelten Nachweisen wurden die Stellungnahmen und nachgereichten Unterlagen kontrolliert. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Nachweise inhaltlich korrekt waren und es sich weitgehend um formelle Fehler handelte.



Figur 27: Qualität der Nachweise der Privaten Kontrolle über den Fachbereich Wärmedämmung

3.1.9. Fazit aus der Nebenuntersuchung „Umbau“

Bei Umbauten wurde überwiegend die Fassade und Teilbereiche saniert. Die Energienachweise wurden mit einem Anteil von 81% als Einzelbauteilnachweis eingereicht. Dadurch konnte kein Verhältnis der EBF von Neubauten zu Umbauten ausgewertet werden. Die Anzahl der nachgewiesenen Bauteile verteilt sich relativ gleichmässig auf die Bauteiltypen Fassade, Dach, Boden und Fenster.

Die U-Werte der einzelnen Bauteiltypen sind fast identisch mit denen der Neubauten, wenn die zwei extremen Projekte nicht mitberücksichtigt werden. Für die Fenster wurde bei den Einzelbauteilnachweisen in der Regel einfachheitshalber nur ein gesamt Uw-Wert von kleiner gleich $1.30 \text{ W/m}^2\text{K}$ angegeben, weshalb aus der Auswertung ein höherer Uw-Wert als bei den Neubauten resultiert. Schlussfolgernd kann davon ausgegangen werden, dass bei einer Sanierung eines Bauteils der Neubaustandard angestrebt wird um Fördergelder zu erhalten.

Die Qualität über den Fachbereich Wärmedämmung befindet sich auf hohem Niveau und bei den kontrollierten Unterlagen konnten keine schwerwiegenden Abweichungen festgestellt werden.

Dem sommerlichen Wärmeschutz wird eher weniger Beachtung geschenkt als bei Neubauten. Aus den vorliegenden Unterlagen, war nicht immer zweifelsfrei ersichtlich, ob ein aussenliegender Sonnenschutz eingeplant wurde. Auch wenn im Projektnachweis ein aussenliegender Sonnenschutz nachgewiesen wird, ist mit der Ausführungskontrolle sicherzustellen, dass dieser auch korrekt umgesetzt wurde.

Die U-Werte von Innhomogenen Bauteilen (Steildach etc.) wurden häufig homogen mit einem zu geringen Wärmebrückenzuschlag gerechnet. Auf die Dämmstärke war dies jedoch meist vernachlässigbar. Speziell bei den Lukarnenwänden neigen die Planer zu kreativen Aufbauten.

Grundsätzlich war es meistens so, dass wenn saubere Planbeilagen vorhanden waren, es auch bei den Formularen und Aufbauten nichts zu beanstanden gab.

4. Nebenuntersuchung Schutz vor Lärm

4.1. Zielsetzungen

Zur Erhebung der Qualität des Energievollzuges wurden bei total 202 Bauprojekten (95 Neu- und 107 Umbauten) in 17 Gemeinden des Kanton Zürich in einer Nebenuntersuchung die Nachweise zum Fachbereich „Schutz vor Lärm“ geprüft. Bei nicht allen Projekten lag uns das gesamte Dossier vor. Entsprechend variiert die Anzahl Wärmedämm- und Schallschutznachweise. Wenn das Amt die Nachweise nach Fachbereiche getrennt beurteilte, lagen uns nicht immer alle Unterlagen pro Objekt vor.

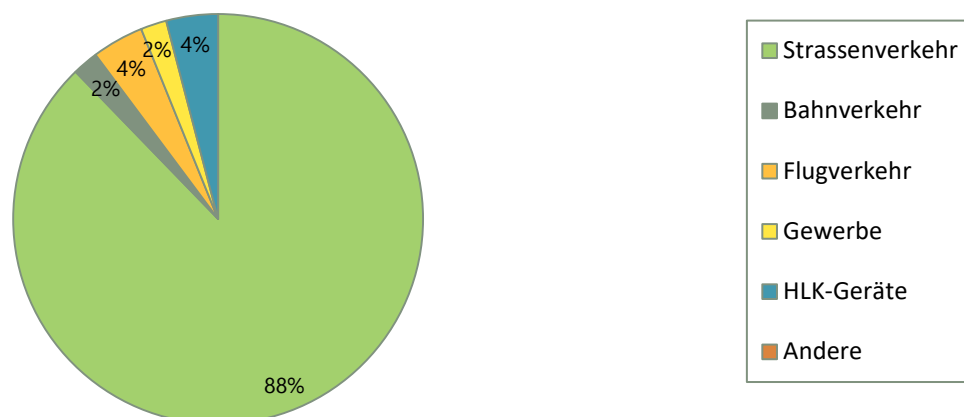
Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass beim Vollzug in den einzelnen Gemeinden im Fachbereich „Schutz vor Lärm“ noch ein Verbesserungspotential vorhanden ist.

4.1.1. Nachweise Schallschutz Aussenlärm

Von insgesamt 202 untersuchten Objekten, hätte bei 141 Bauprojekten ein Nachweis über den Aussenlärm erstellt werden müssen. Davon wurden 80 Nachweise eingereicht und 61 Nachweise lagen nicht vor. In der Regel fehlten die Nachweise bei Einfamilienhäusern und bei Gebäuden an ruhiger Lage.

4.1.2. Lärmquellen Aussenlärm

Die Lärmquelle Strassenverkehr weist mit 89% den höchsten Anteil auf. Bei der Untersuchung wurde nur ein geringer Anteil an Flug-, Bahnlärm etc. vorgefunden.

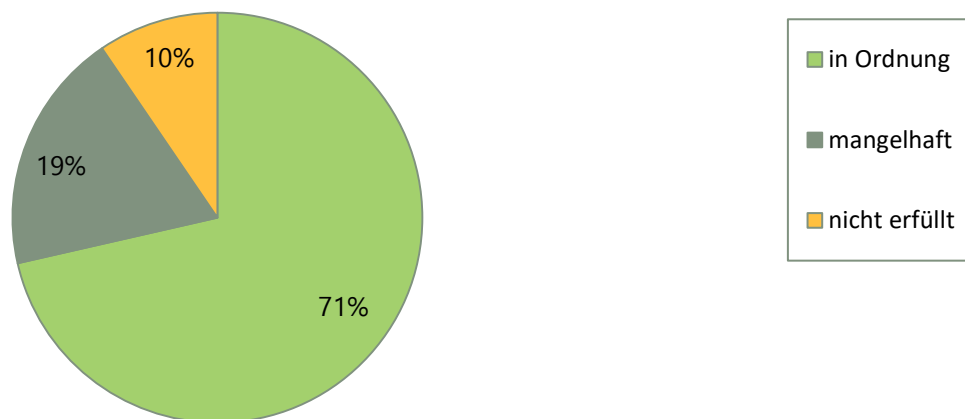


Figur 28: Lärmquellen Aussenlärm

4.1.3. Qualität der Nachweise Aussenlärm

Von den insgesamt 80 vorliegenden Formularen-S, bei welchen ein Nachweis über den Aussenlärm erforderlich gewesen wäre, waren 71% der Nachweise von guter Qualität und 10% haben infolge Nichteinreichen den Vollzug nicht erfüllt.

Als Mangelhaft wurde gewertet, wenn der Aussenlärm nicht ausgefüllt (gerechnet) wurde oder die Beilagen fehlten. Nachweise in welchen nur einzelne massgebende Bauteile (Trennwand, Wohnungstüren, Terrasse, Balkon etc.) fehlten wurden trotzdem als «in Ordnung» gewertet.



Figur 29: Qualität Nachweise Aussenlärm

4.1.4. Nachweise Schallschutz Innenlärm

Bei insgesamt 77 Bauprojekten, hätte ein Nachweis über den Innenlärm erstellt werden müssen. Davon fehlten 16 Nachweise und nur 61 Nachweise wurden eingereicht.

Beim Schallschutz Innenlärm wäre dann ein Nachweis erforderlich, wenn beim Bauprojekt zwei Nutzungseinheiten durch ein oder mehrere Bauteile aneinandergrenzen. So wäre eigentlich bei allen Mehr- und Doppelfamilienhäuser ein Nachweis zum Schallschutz Innenlärm (Formular S) immer nötig.

4.1.5. Qualität der Nachweise Schallschutz Innenlärm

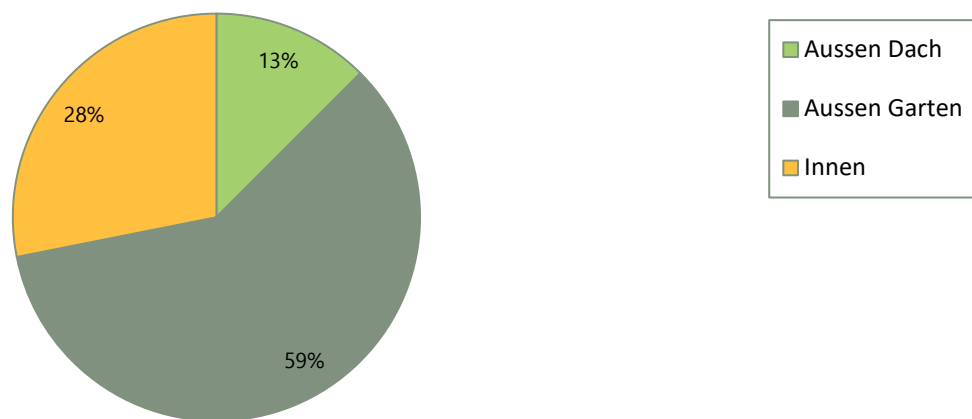
Die Qualität der eingereichten Nachweise war gut. Vielfach wurden jedoch Wohnungstüren, Treppenlager und Nasszellentrennwände im Schallschutznachweis nicht nachgewiesen / deklariert. Es ist zu hoffen, dass der Architekt vom Akustiker betreffend den Anforderungen beraten wurde oder ihm einen Bericht zugestellt wurde.

4.1.6. Lärmschutznachweis Wärmepumpe

Insgesamt lagen uns von den 202 untersuchten Objekten 33 Daten von Luft-Wasser Wärmepumpen vor. Bei dieser Nebenuntersuchung wurde deren Standort, dessen Nachweisverfahren sowie deren Qualität geprüft.

4.1.7. Aufstellungsstandort der Wärmepumpe

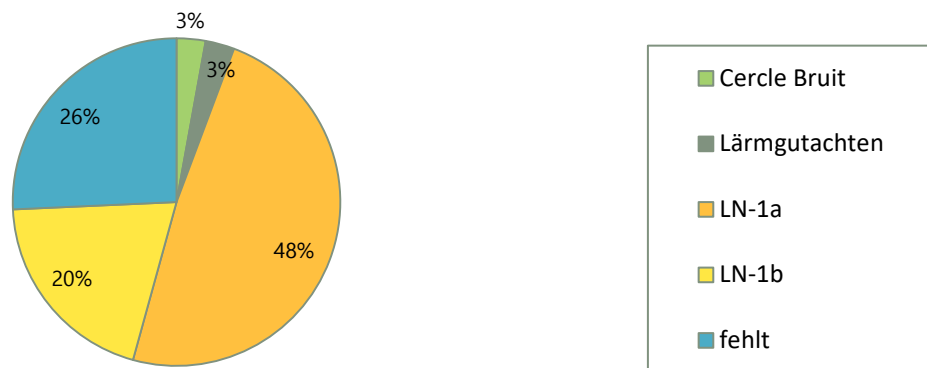
Neun der 33 Wärmepumpen wurden innen aufgestellt, 19 der Anlagen wurden im Garten und vier Anlagen auf dem Hausdach positioniert.



Figur 30: Aufstellungsstandort der Wärmepumpe

4.1.8. Art des Lärmschutznachweises der Wärmepumpe

Für den Lärmschutznachweis der Wärmepumpe stehen verschiedene Nachweisformulare zur Verfügung. Ebenfalls ist es in komplizierten Fällen möglich eine genaue Berechnung (Lärmgutachten) zu erstellen. Das einfache Formular EN-1a, welches auch von Installateuren ausgefüllt werden darf, wurde am meisten eingereicht. Luft-Wasser Wärmepumpen benötigen auch dann einen Lärmschutznachweis, wenn sie im Keller stehen. Über die grossen Zu- und Abluftöffnungen sind Lärmimmissionen möglich. Bei einem Viertel der LW-Wärmepumpen fehlte uns die Berechnung.



Figur 31: Art des Lärmschutznachweises der Wärmepumpe

4.1.9. Qualität der Lärmschutznachweise Wärmepumpe

74% der Lärmschutznachweise waren von guter Qualität und konnten mit dem Datenblatt und dem dazugehörigen Nachweisformular gut nachvollzogen werden. Sechs der Nachweise waren mangelhaft wobei meistens die Datenwerte fehlten oder nur das Nachbarhaus nachgewiesen wurde. Nicht erfüllt haben infolge falschen oder gänzlich fehlenden Angaben 8 Nachweise.

Vielfach wurde nur das Nachbarhaus und nicht das nächst gelegene Lüftungsfenster (am eigenen Haus) nachgewiesen. Wenn der Bauherr und allfällige zukünftige Besitzer sich dem bewusst sind mag dies für die Gemeinden vertretbar sein, auch wenn es nicht der Lärmschutzverordnung entspricht.



Figur 32: Qualität des Lärmschutznachweises der Wärmepumpe

4.1.10. Fazit aus der Nebenuntersuchung „Schutz vor Lärm“

Wie aus der Auswertung der Nebenuntersuchung hervorgeht, wird dem Nachweis des Schallschutzes, insbesondere bei Aussenlärm an lärmarmen Lagen und bei Innenlärm bei DEFH und MFH, zu wenig Beachtung geschenkt. Obwohl der Nachweis für den Innenlärm bei einem Drittel der untersuchten Objekte hätte erbracht werden müssen, wurde dies nur in den wenigsten Fällen gemacht. Die Gemeinden kennen ihre lärmbelasteten Standorte meist und fordern häufig nur dort Nachweise ein.

Ein Grund dafür könnte sein, dass einige Bauverwaltungen keine oder nur ungenügende Kenntnis über den korrekten Vollzug des Schallschutzes haben. Auch für ein Einfamilienhaus an ruhiger Lage müssen die Grenzwerte gemäss Lärmschutzverordnung und Norm SIA 181 eingehalten werden. Das in der Regel massgebende Aussenbauteil ist das Fenster, welches bei üblichen Fenstergrössen die Anforderungswerte an ruhigen Lagen mit einem Standardfenster erreicht. Es wurden Nachweise entdeckt, welchen keine Berechnungen zu Grunde lagen und die darauf hinwiesen, dass kein Lärm vorhanden ist. Dies ist nicht korrekt, da auch an ruhigen Orten mit einem $De = 27\text{dB}$ gerechnet werden muss (DEFH und Eigentumswohnungen $De = 30\text{dB}$). Jene Nachweise, welche eingereicht wurden, waren meist in Ordnung. Häufig fehlten nur einzelne Bauteile betreffend Innenlärm.

Der Lärmschutz für Luft-Wasser Wärmepumpen wurde bei 26 % der untersuchten Objekte nicht nachgewiesen. Hier muss besonders die Bewilligungsbehörde darauf achten, dass die Nachweise in jedem Fall, ob innen oder aussen aufgestellte Luft-Wasser Wärmepumpe, korrekt erstellt und eingereicht werden. Es gilt das nächst gelegene Lüftungsfenster (auch beim eigenen Haus). Einige Bauämter haben bewusst davon abgesehen das eigene Haus nachzuweisen. Ob die aktuelle und die zukünftige Bauherrschaft sich dem bewusst ist und dass auch sie ein Anrecht auf Lärmschutz haben kann bezweifelt werden.

