



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

# **Vollzug der Energie- vorschriften 2021**

**Private Kontrolle im Kanton Zürich**





## **Impressum**

September 2022

Auftraggeber	Baudirektion Kanton Zürich Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Abteilung Energie Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zürich <a href="http://www.zh.ch/energie">www.zh.ch/energie</a> <a href="mailto:energie@bd.zh.ch">energie@bd.zh.ch</a>
Auftragnehmer	HERRMANN PARTNER AG Landstrasse 55, 8450 Andelfingen
Projektteam	Claudio Fuchs, Marcel Frauenfelder
Autor	Claudio Rutishauser, DAS Bauphysik Waldburger & Rutishauser AG, St. Gallen
Bezugsquelle	AWEL, Abteilung Energie <a href="http://www.zh.ch/en-vu">www.zh.ch/en-vu</a>
Zitierempfehlung	AWEL, Abteilung Energie (Hrsg.) Vollzug der Energievorschriften 2018 Private Kontrolle im Kanton Zürich Waldburger & Rutishauser AG, St. Gallen (Verfasser)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vollzug Private Kontrolle Energie 2021 Kanton Zürich</b>	<b>5</b>
1.1. Einführung und Zusammenfassung	5
1.2. Ausgangslage	6
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
<b>2. Weitere Erhebungen zu den Fachbereichen</b>	<b>17</b>
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	21
2.2.6. Korrektheit der Berechnung homogener Bauteile	21
2.2.7. Korrektheit der Berechnung von inhomogenen Bauteilen	22
2.2.8. Berücksichtigung von Wärmebrücken	22
2.2.9. Verteilung von nachgewiesenen Wärmebrückentypen	22
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
2.4. Fachbereich Lüftungstechnische Anlagen (EN-4)	25
2.4.1. Dokumentation der Anlagen	25



<b>3. Nebenuntersuchung VHKA</b>	<b>26</b>
3.1. Zielsetzungen	26
3.1.1. Vollzug bei den Gemeinden	27
3.1.2. Praxis Umsetzung der VHKA Abrechnung	28
3.1.3. Fazit aus der Nebenuntersuchung „VHKA“	29

# 1. Vollzug Private Kontrolle Energie 2021 Kanton Zürich

## 1.1. Einführung und Zusammenfassung

Zur Erhebung der Qualität des Energievollzuges wurden bei 101 Neubauprojekten in 32 Gemeinden im Kanton Zürich die Energienachweise geprüft. Als Nebenuntersuchung wurden Daten über die Qualität der verbrauchsabhängigen Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung "VHKA" von Mehrfamilienhäusern erfasst. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Energievollzug in den einzelnen Gemeinden grösstenteils von guter Qualität ist. Der Rücklauf der angefragten Daten im Bereich VHKA war mittelmässig, dennoch deuten die ausgewerteten Daten darauf hin, dass die VHKA gut umgesetzt wird.

Die Analyse der Energienachweise hat ergeben, dass bezüglich dem Dämmstandard im Kanton Zürich deutlich besser gebaut wird als das gesetzlich geforderte Minimum. Die Entwicklung der U-Werte der Bauteile im Kanton Zürich ist auffallend, denn diese haben sich seit der letzten Untersuchung von 2018 zu 2021 um 15-20% verbessert. Woher dies rührt, konnte nicht abschliessend ausgewertet werden. Eine mögliche Erklärung ist, dass sich die Baustandards der neuen MuKE 2014 angleichen, da diese in diversen Kantonen bereits in Kraft getreten sind. Der ausgewertete mittlere U-Wert der Fenster, welcher bei  $0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$  zu liegen kommt, wird hinterfragt (siehe S. 12). Bei der Wärmeerzeugung sind weiterhin die Wärmepumpen am stärksten vertreten. Ein weiterer Rückgang nichterneuerbarer Energieträger ist klar erkennbar.

Die Qualität und die Dokumentation der meisten Nachweise sind gut, einzelne Nachweise fallen aber stark ab. Am häufigsten bemängelt wurde das dürftige Einzeichnen der thermischen Gebäudehülle, obwohl sie als Orientierungshilfe beim Flächenauszug für den Systemnachweis oder die nachzuweisenden Bauteile beim Einzelbauteilnachweis dient. Ebenfalls noch verbesserungswürdig ist das Einreichen der Nachweise Heizung EN-3 und Lüftung EN-4.

Im Teilprojekt "Vollzugsuntersuchung Ostschweizer Kantone" wurden bei 87 Neubauprojekten 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. Die Entwicklung der U-Werte der Bauteile hat sich im Kanton St. Gallen langsam mit einer leichten Steigerung an die anstehenden Vorgaben an die MuKE 2014 angeglichen. Die Nebenuntersuchung „VHKA“ konnte in den Ostschweizer Kantonen analog dem Kanton Zürich nicht bewertet werden. Details dazu sind ersichtlich im separaten Bericht "Vollzug der Energievorschriften 2021, Private Kontrolle in 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, 2018 und 2021 wurden Stichprobenkontrollen bei den eingereichten Unterlagen direkt auf den Gemeinden durchgeführt. Eine Reihe ausgewählter Kriterien wurden 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 der Privaten 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 der Energienachweise und den Ausführungskontrollen der verschiedenen Fachbereiche (Wärmedämmung, Heizung, Klima/Lüftung).

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 101 Neubauprojekten aus 32 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, für welche der Bauentscheid ab dem Jahr 2019 ausgestellt wurde. Die Energienachweise stammen alle aus dem Zeitraum 2019-2022 und mussten gemäss den Anforderungen nach SIA 380/1:2009 erstellt worden sein. Somit wurden nur Energienachweise aus der Zeit vor der Harmonisierung zur MuKE 2014 erfasst. 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. Allfällige Projektkorrekturen konnten so in den Bauprozess einfließen und umgesetzt werden. 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 jeweilige Private Kontrolleur vom AWEL zur Stellungnahme aufgefordert.

## **1.4. Ziele**

Die bestehenden Datenreihen der letzten Untersuchungen aus dem Kanton Zürich sollen weitergeführt und so die Vergleichbarkeit gewährleistet werden. Aus den Resultaten sind folgende drei Punkte zu bewerten:

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

## **1.5. Umfang der Untersuchung und Qualität der Privaten Kontrolle**

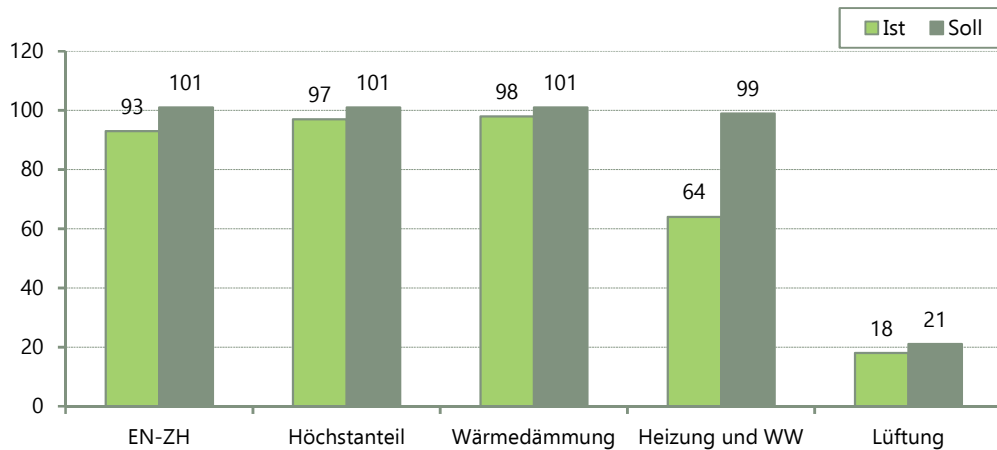
Nachfolgend wird ein Überblick über den Umfang der Untersuchung und die wichtigsten Erkenntnisse daraus zusammengefasst.

- 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.

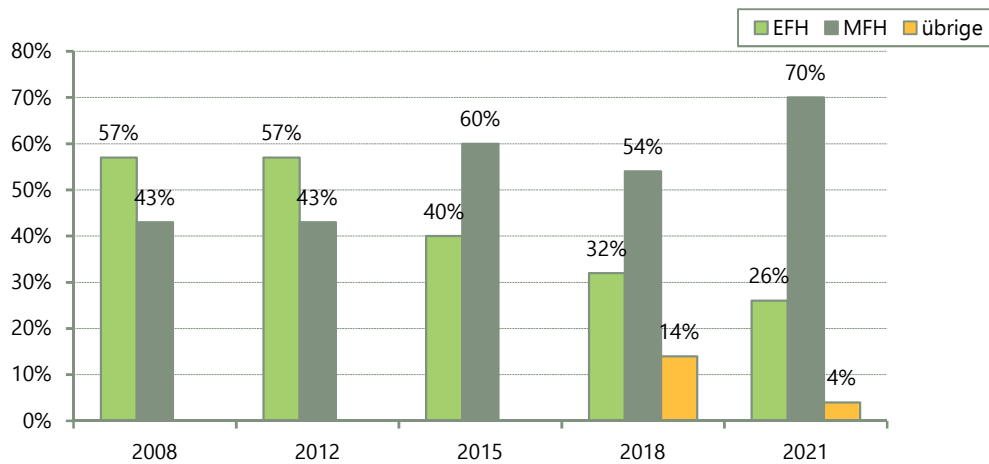
### 1.5.1. Erhobene Nachweise

Von den 101 untersuchten Bauprojekten waren insgesamt 370 von 423 Nachweisformularen vorliegend. 53 Formulare haben gefehlt, am meisten das Formular für Heizung und Warmwasser (EN-3), gefolgt vom Lüftungsformular (EN-4).



Gratik 1: Anzahl erhobene Nachweise je Fachbereich

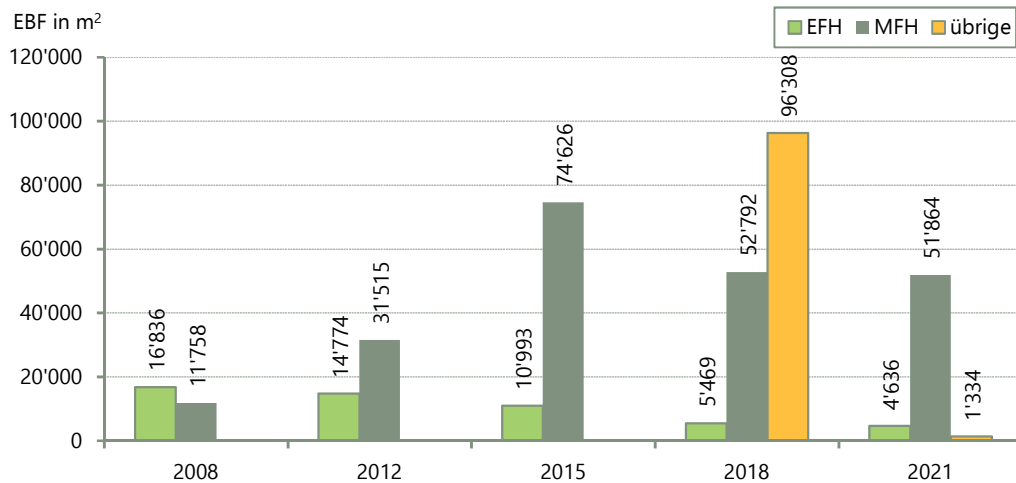
Insgesamt wurden im Jahr 2021 die Nachweise von 26 Einfamilienhäusern, 71 Mehrfamilienhäusern und 4 anderen Objekten (Gewerbe, Büros und Mischnutzungen) geprüft.



Gratik 2: Erhobene Nachweise je Gebäudekategorie



Die Gesamtsumme der Energiebezugsfläche (EBF) der untersuchten Einfamilienhäuser sowie der Mehrfamilienhäuser hat sich kaum verändert. Es wurden lediglich 4 Objekte in der Kategorie «übrige» ausgewertet. Da bei der letzten Untersuchung 2018 sehr grosse Verkaufs- und Geschäftshäuser mituntersucht wurden, fällt die EBF der übrigen Gebäudekategorien sehr stark ab.

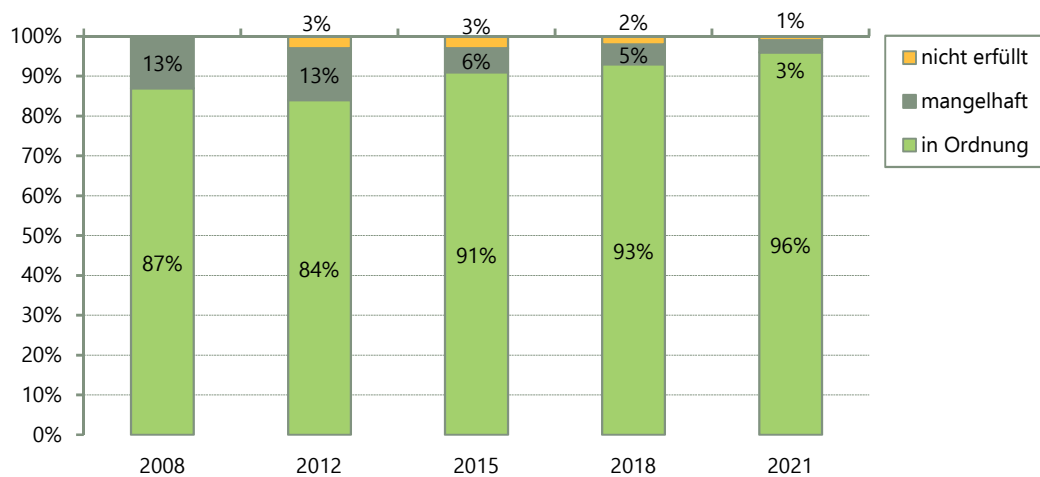


Gratik 3: Erhobene EBF je Gebäudekategorie

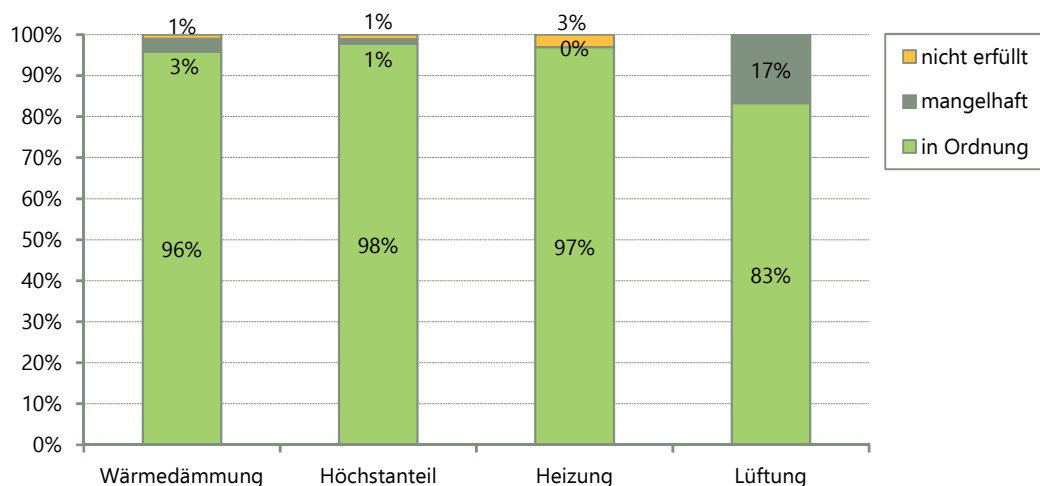
## 1.6. Resultate

### 1.6.1. 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, ist weiter rückläufig. 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 verringerter Reserve. Bei einigen Objekten waren die Beilagen mangelhaft, aber das Erfüllen der Anforderungen war nicht in Frage gestellt.



Graphik 4: Anteil der Nachweise der Privaten Kontrolle über alle Fachbereiche je nach Qualität



Graphik 5: Anteil der Nachweise der Privaten Kontrolle je nach Qualität der einzelnen Fachbereiche im Jahr 2021

In drei 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

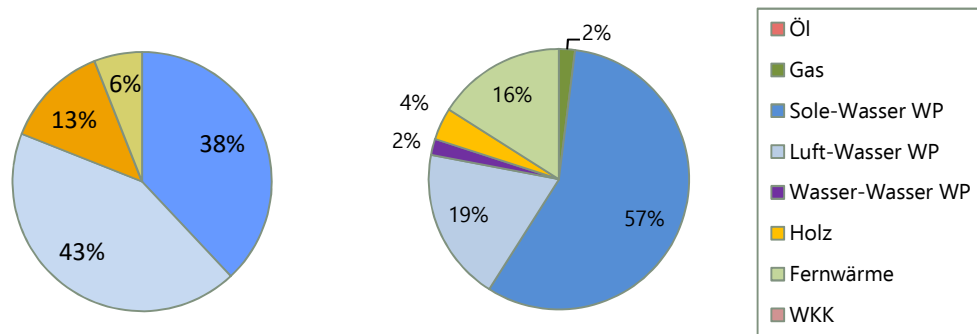
die Baufreigabe noch nicht erteilt. Dies wurde nicht als mangelhaft gewertet. Geringfügige Mängel in der Berechnung der U-Werte oder Wärmebrücken wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Da die Beurteilung der Mängel vom Prüfer abhängig ist, wird auf einen Vergleich zur letzten Untersuchung verzichtet.

### 1.6.2. Art der Kontrolle

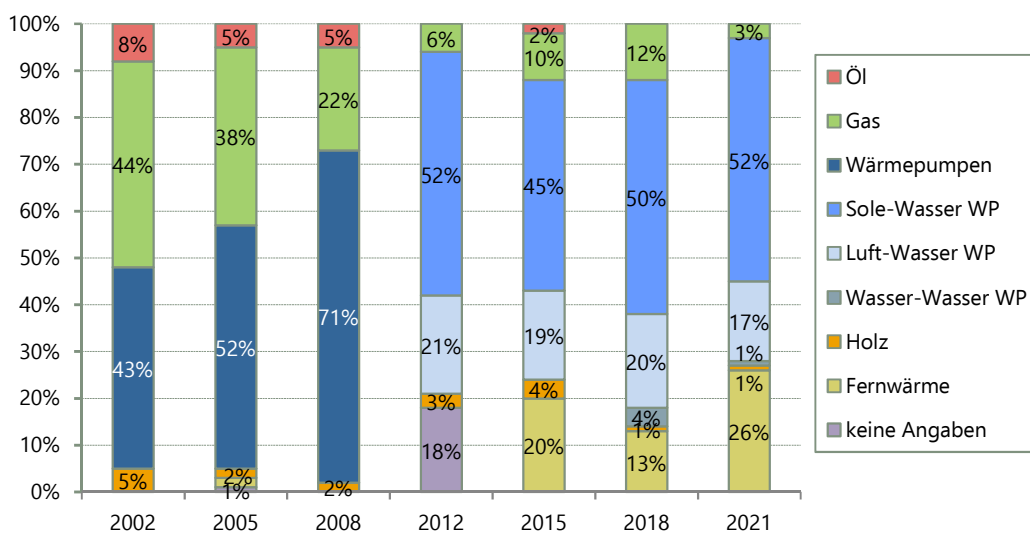
Sämtliche geprüfte Nachweise der Fachbereiche Höchstanteil, Wärmedämmung, Heizung und Lüftung wurden mit Privater Kontrolle eingereicht.

### 1.6.3. Verteilung der Energieträger bei EFH und MFH

Bei den zur Untersuchung vorliegenden Projekten dominierte die Erdsonden-WP bei den MFH's, bei den EFH's sind die Luft-Wasser-WP in der Mehrzahl. Es wurde lediglich eine Gasheizung bei einem MFH angetroffen. Insgesamt wurden lediglich nur zwei Stückholz- und zwei Holzpelletsheizungen vorgesehen.



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



Graphik 7: Entwicklung der Anteile der Energieträger zwischen 2002 und 2021

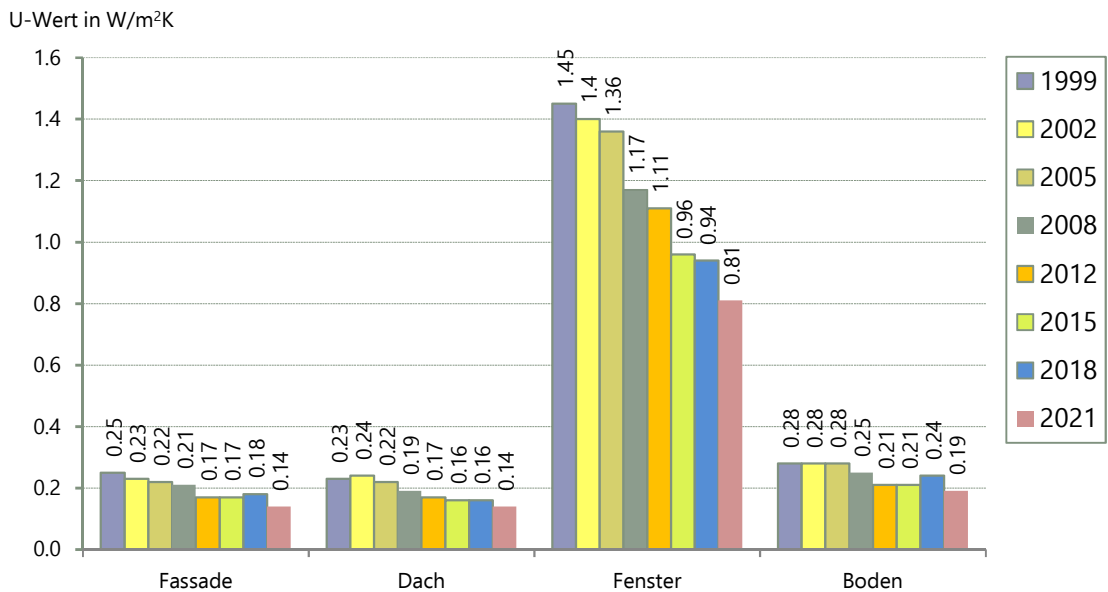
### 1.6.4. Entwicklung der U-Werte

Alle erfassten mittleren U-Werte haben sich nochmals stark verbessert.

Die doch sehr starke Veränderung des U-Wertes bei den Fenstern wirft Fragen auf. Ausschlaggebend dafür könnte das Nachweisverfahren des U-Wertes der Fenster sein. Ein Grossteil der U-Werte der Fenster wurde berechnet, obwohl auch die Standardwerte für ein Normfenster zulässig wären. Gerade bei grösseren Fenstern liegt der berechnete U-Wert einiges unter dem Standardwert.

Dem steht in der Praxis der Einbau von VSG- und ESG-Gläsern gegenüber, welche seit der Inkrafttretung der SIGAB 002-Richtlinie vorgeschrieben ist. Dies hat zur Folge, dass bei raumhohen Verglasungen die U-Werte oft von 0.6 W/m<sup>2</sup>K auf 0.7 W/m<sup>2</sup>K oder sogar auf 0.8 W/m<sup>2</sup>K korrigiert werden müssten. Solche VSG- oder ESG-Verglasungen erreichen zudem nur g-Werte ≤ 0.48. Es stellt sich die Frage, ob dieses Wissen bei den Privaten Kontrolleuren vorhanden ist?

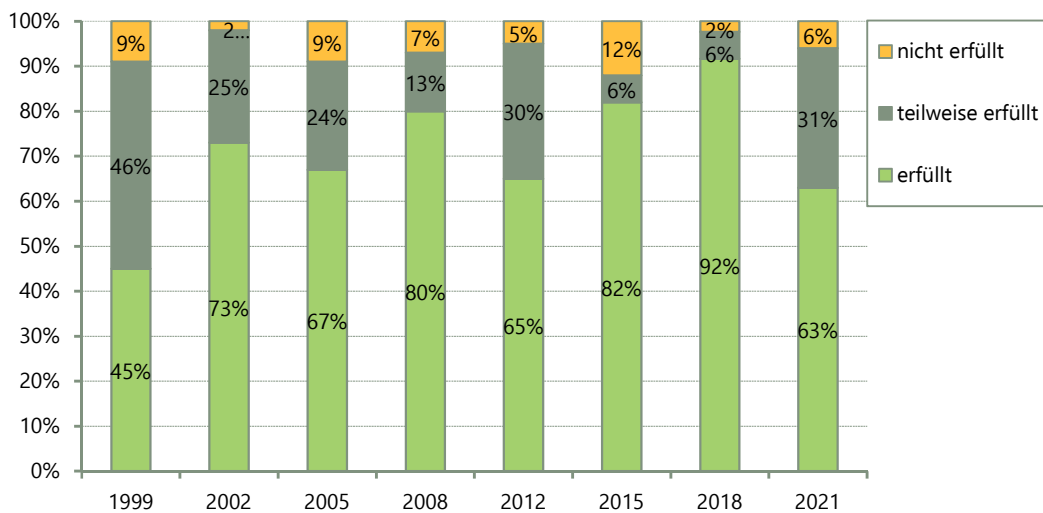
Es wird sich zeigen, ob sich bei der nächsten Untersuchung die einzelnen Bauteile und deren U-Werte infolge der nun umgesetzten Anpassung der Energiegesetze an die MuKE 2014 nochmals verändern werden.



Grapik 8: Entwicklung der U-Werte

### 1.6.5. Entwicklung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden

Bei 63% der untersuchten Objekte ist die Qualität des Vollzugs in den Gemeinden zufriedenstellend. Kleinere Ungereimtheiten konnten meist vor Ort geklärt werden. Teilweise fehlten einzelne Formulare und Beilagen. Zweimal hatte eine Person unterschrieben, welche nicht berechtigt ist. Bei Projekten, bei welchen die Baufreigabe noch nicht erteilt war, wurde die Gemeinde darauf hingewiesen, die fehlenden Unterlagen noch einzufordern. Der Vollzug wurde dann als erfüllt betrachtet. Wenn nach Erteilung der Baufreigabe nur ein Formular fehlte (meistens EN-3) wurde der Vollzug als «teilweise erfüllt» gewertet. Als «nicht erfüllt» wurde gewertet, wenn mehr als ein Formular oder wichtige Beilagen fehlten.

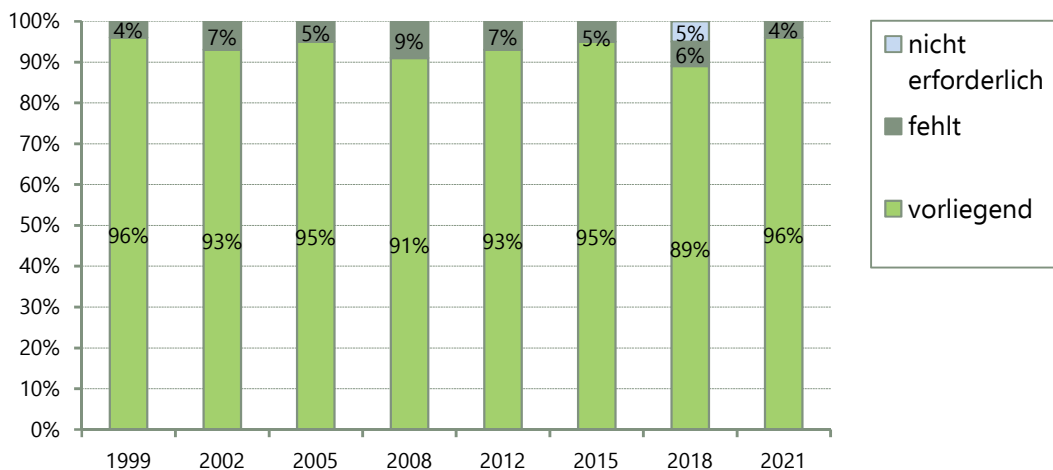


Grapik 9: Bewertung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden

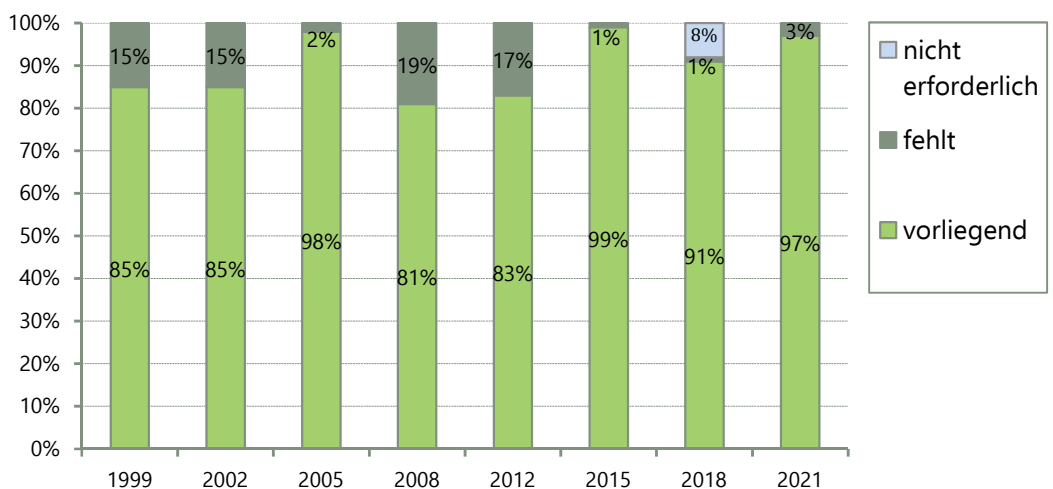
### 1.6.6. Vorliegen der Nachweise vor Baubeginn

Die Baubehörden verlangen das Einreichen des Energienachweises spätestens vor Baufreigabe. Vermehrt werden die Dokumente bereits im Zusammenhang mit der Baueingabe eingefordert. Den Forderungen der Gemeinde wird im Normalfall nachgekommen.

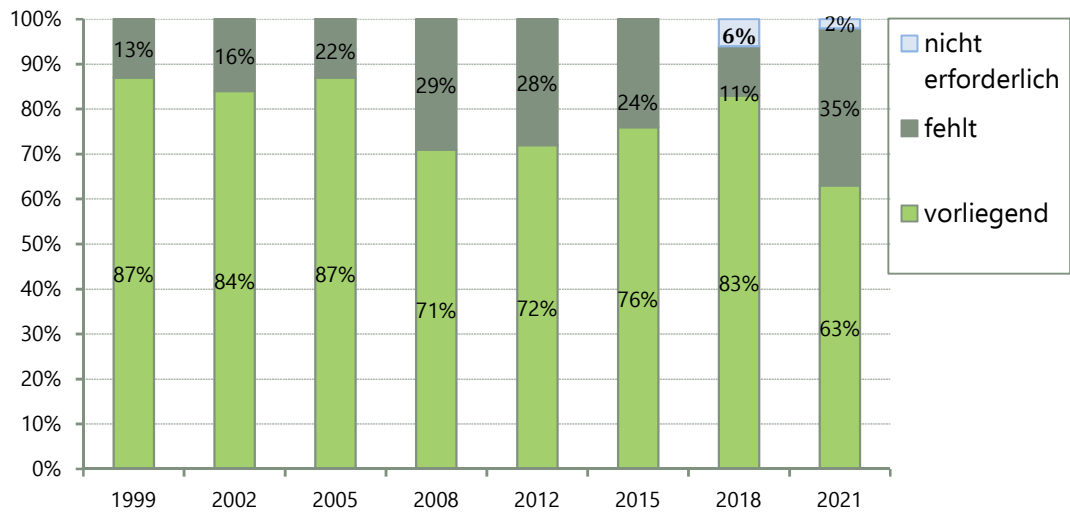
Bei den Nachweisen «Höchstanteil nichterneuerbare Energien» und «Wärmedämmung» bewegt sich der Wert (Anzahl vorliegende Formulare) auf hohem Niveau. Der Nachweis für die Heizung (EN-3) fehlt auffallend oft und hat grosses Verbesserungspotential. Es wurde festgestellt, dass in solchen Fällen die meisten zur Privaten Kontrolle befugten Personen nur für den Fachbereich Wärmedämmung unterschriftsberechtigt sind. Dies führt dazu, dass in den jeweiligen Dossiers der Nachweis für die Heizung fehlte und durch eine Person mit entsprechender Befugnis hätte ergänzt werden müssen.



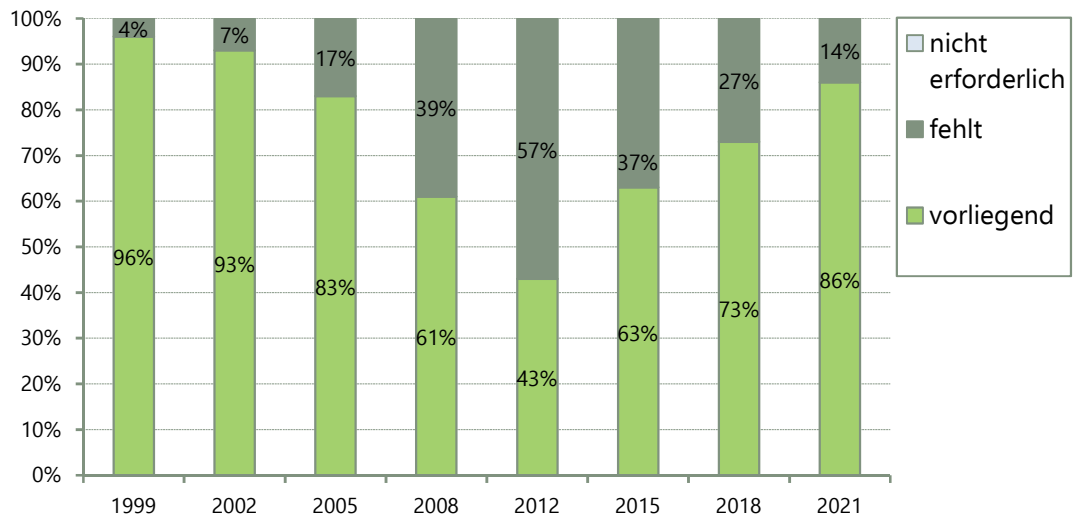
Graphik 10: Vorliegen der Nachweise Höchstanteile nicht erneuerbare Energie (EN-1) vor Baubeginn



Graphik 11: Vorliegen der Nachweise Wärmedämmung (EN-2) vor Baubeginn



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



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

Bei 21 der geprüften Bauten wurde eine Lüftungs- oder Klimaanlage installiert, bei drei Objekten fehlten die Angaben zur Lüftung.



## 1.7. Fazit Qualität Vollzug

Der Vollzug auf den einzelnen Gemeinden ist von guter Qualität. Die Zusammenarbeit zwischen Gemeinden und Planern funktioniert. Gerade bei kleineren Gemeinden ist der Vollzug (Prüfung Vollständigkeit und Plausibilität) stark personenabhängig und wird in einigen wenigen Fällen leider kaum praktiziert.

Grundsätzlich führen die privaten Kontrolleure ihre Arbeit gut und gewissenhaft aus. Das System funktioniert und erbringt eine hohe Qualität der Nachweise.

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

Einzelne Energienachweise waren nicht vollständig, hauptsächlich fehlte das Formular Heizung und Warmwasser (EN-3). Obwohl das vollständige Dossier hätte vorliegen müssen, wurde eine Baufreigabe erteilt.

Das Nachweisen der thermischen Gebäudehülle sowie die Flächenzugehörigkeit zur EBF und Gebäudehüllfläche waren in Einzelfällen nicht korrekt. Oft steht dies im Zusammenhang mit unsauberen oder fehlenden Plänen.

Bei sieben Projekten wurden Unstimmigkeiten festgestellt. Mit geringem Aufwand konnten mit dem jeweiligen privaten Kontrolleur die Mängel geklärt und bereinigt werden. Es konnten keine vorsätzlichen oder fahrlässigen Verletzungen der Energievorschriften festgestellt werden. Betreffend der Befugnisverletzung von nicht unterschriftsberechtigten Personen wurden zwei Projekte dem AWEL gemeldet. Die Unterlagen waren in diesen Fällen jedoch von guter Qualität.



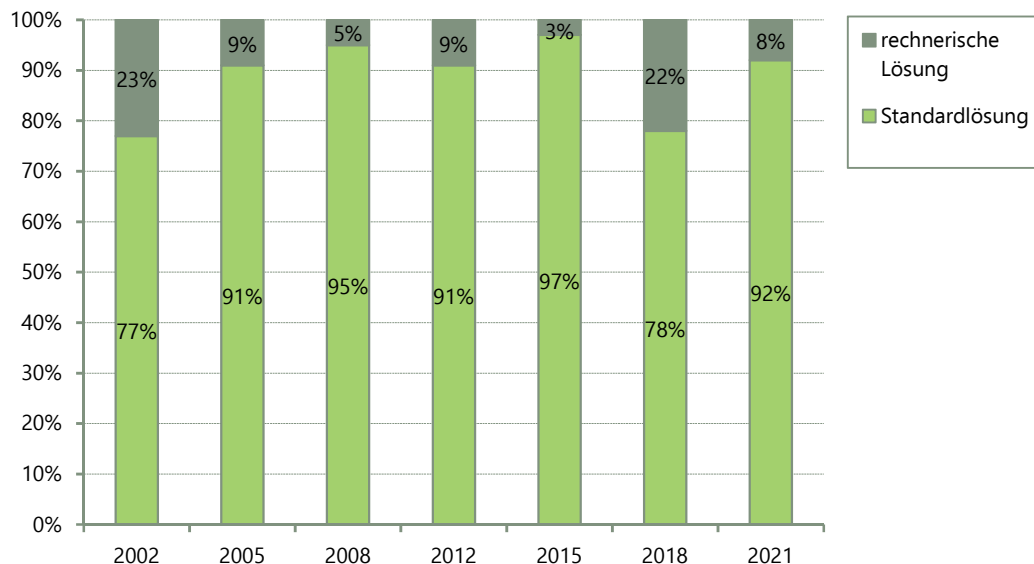
## 2. Weitere Erhebungen zu den Fachbereichen

In diesem Kapitel 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)

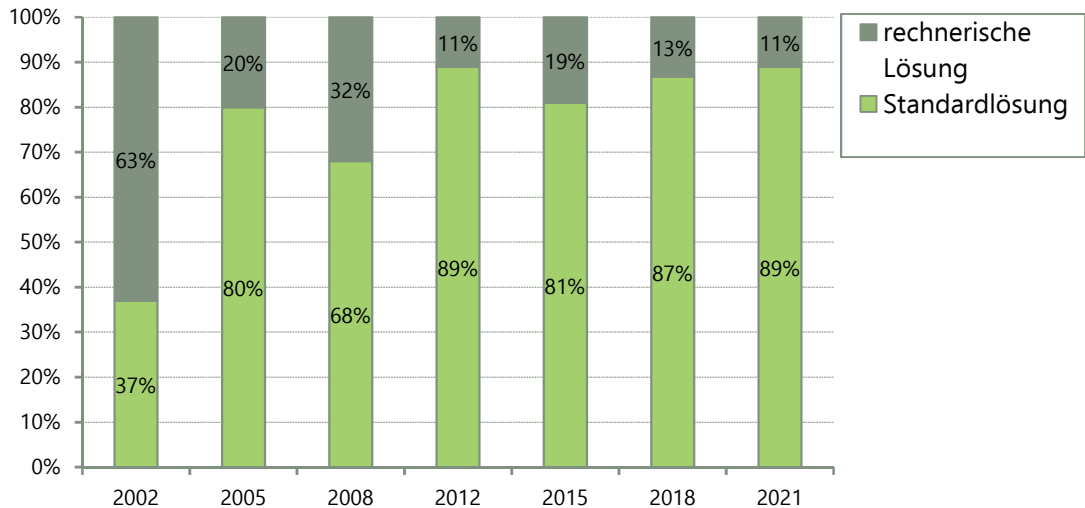
**2.1.1. Lösung Höchstanteil nichterneuerbare Energien bei EFH und MFH**  
Bei 10 von 97 Neubauten wurde eine rechnerische Lösung (EN-1 b oder EN-1c) als Nachweis des gesetzlich geregelten Höchstanteils nichterneuerbare Energien gewählt. Dies war grundsätzlich der Fall, wenn eine Gasheizung eingeplant war.

Bei 2 von 26 Einfamilienhäusern wurde der Nachweis mit einer rechnerischen Lösung erbracht.



Graphik 14: Lösungsart § 10a Energiegesetz bei EFH

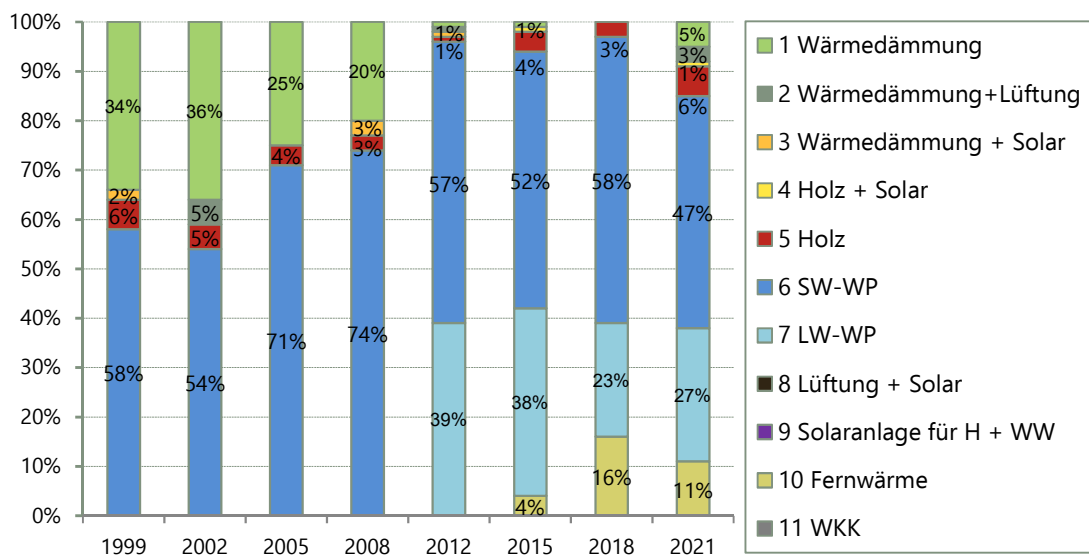
Bei den Mehrfamilienhäusern wurde in 63 von 71 Fällen eine Standardlösung angewendet.



Graphik 15: Lösungsart § 10a Energiegesetz bei MFH

### 2.1.2. Gewählte Standardlösungen

Die Standardlösung 6 „Wärmepumpe mit Erdsonde“ (Sole-Wasser), die Standardlösung 7 „Wärmepumpe mit Aussenluft“ (Luft-Wasser) und die Standardlösung 10 „Fernwärme“ wurden am meisten nachgewiesen.



Graphik 16: Anteile der gewählten Standardlösungen

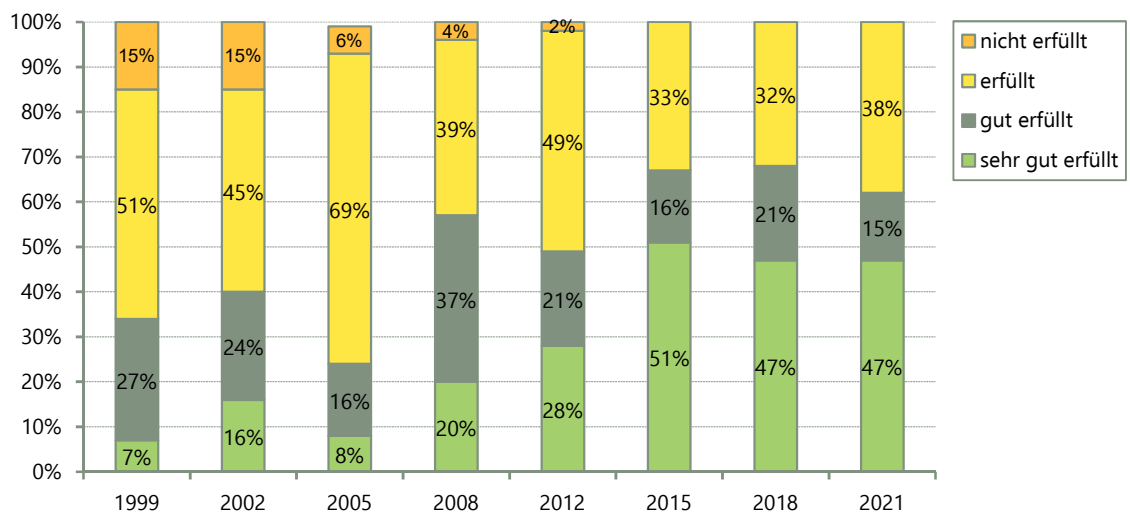
## 2.2. Fachbereich Wärmedämmung (EN-2a/b)

### 2.2.1. Einhaltung der Wärmedämmvorschriften

Die Klassierung erfolgte gemäss 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  $Q_h > Q_{h,li}$

40 von 85 geprüften Objekten mit Systemnachweis erfüllen die Anforderungen an den Heizwärmebedarf sehr gut. Kein Objekt wurde mit einer Grenzwertüberschreitung eingereicht.



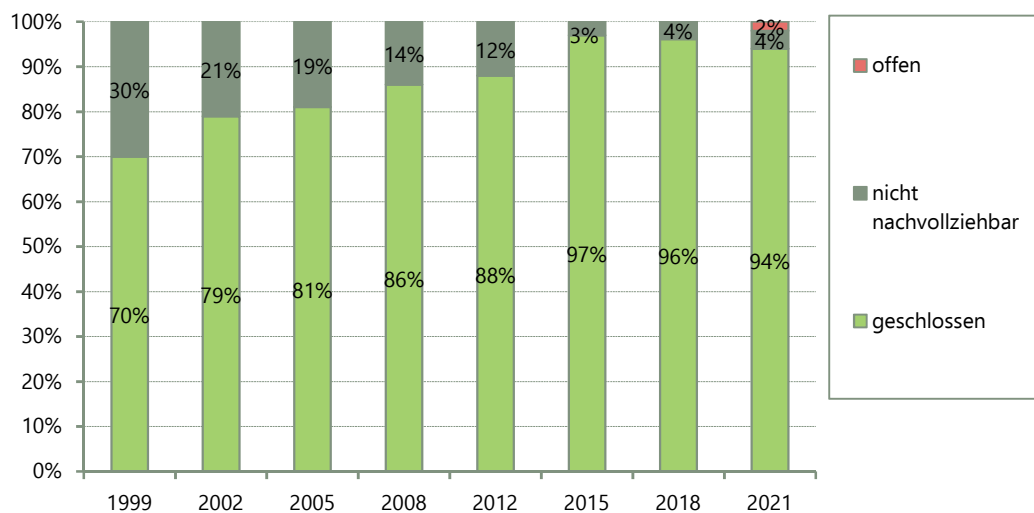
Gratik 17: Klassifizierung Einhaltung der Wärmedämmvorschriften (nur Systemnachweis)

### 2.2.2. Art des Nachweisverfahrens

Bei 85 von 101 Objekten wurde am häufigsten der Systemnachweis angewendet. Für 16 Objekte wurde ein Einzelbauteilnachweis erstellt. Nach Minergie zertifizierte Bauprojekte wurden keine kontrolliert und ausgewertet.

### 2.2.3. Korrektheit der thermischen Gebäudehülle

Der Verlauf der thermischen Gebäudehülle bei Neubauten war bei 94% nachvollziehbar und geschlossen. Es gab vier Nachweise, bei denen die Dokumentation der thermischen Gebäudehülle nicht nachvollzogen und dessen Verlauf auch anhand der Gebäudehüllflächen nicht genau eruiert werden konnte und bei zwei Objekten war die thermische Gebäudehülle offen.

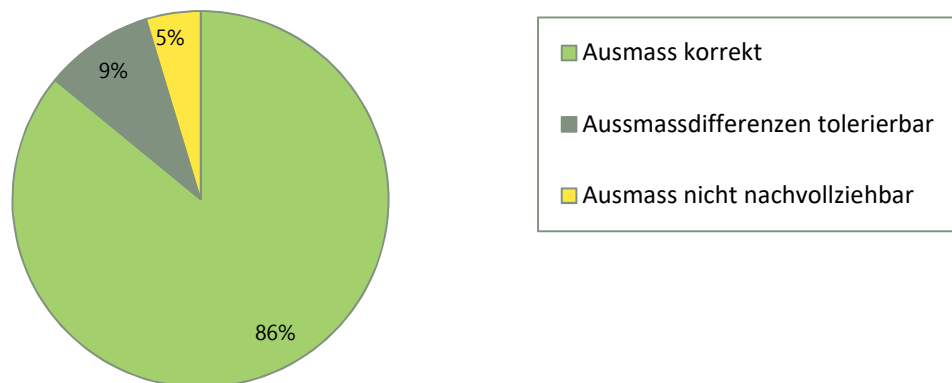


Graphik 18: Korrektheit der thermischen Gebäudehülle

### Flächenauszug der Bauteile

Die Flächen in den Systemnachweisen wurden bei 86% korrekt ausgezogen oder die Fehler hatten keine Auswirkungen, beziehungsweise waren vernachlässigbar. Bei gesamthaft 9% war der Auszug nachvollziehbar und mit tolerierbaren Differenzen. Bei dieser Untersuchung gab es drei Flächenauszüge, die nicht nachvollziehbar waren. 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.



Gravik 19: Korrektheit Flächenauszug der Bauteile

### Berechnungsmethode von U-Werten

Rund 80% aller U-Werte wurden mittels EDV-Programmen berechnet. Bei 11% der Nachweise wurde auf vorgegebene U-Werte in Bauteilkatalogen oder Produktdatenblätter zurückgegriffen. Die restlichen 9% wurden mit Handberechnungen nachgewiesen.

#### 2.2.4. Korrektheit der Berechnung homogener Bauteile

Die U-Werte homogener Bauteile wurden bei 97% der Nachweise korrekt berechnet. 3% der Nachweise hatten falsche Wärmeübergangskoeffizienten oder die Fussbodenheizung beim Wärmedurchlasswiderstand wurde nicht berücksichtigt. Diese kleinen Fehler wirken sich selten massgeblich auf den Grenzwert aus. Bei keinem der Nachweise wurden Fehler als nicht tolerierbar gewertet. Dies wäre der Fall gewesen, wenn ein falsches Lambda für einen Dämmstoff berücksichtigt worden wäre oder Bauteile gefehlt hätten. Wenn jedoch genügend Reserve bestand oder wenn die betroffene Fläche sehr gering war, wurde auf ein Nachreichen verzichtet.

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

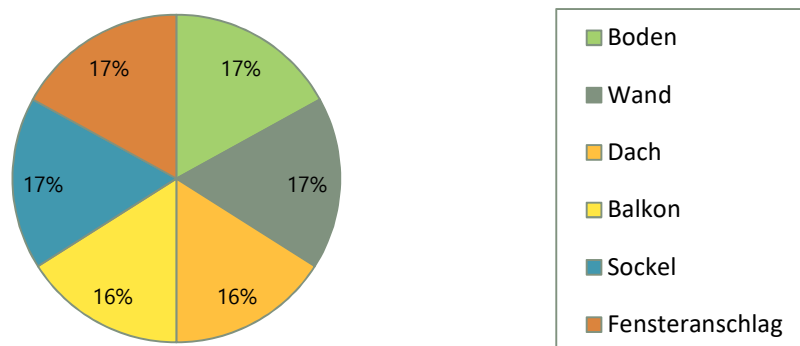
### **Korrektheit der Berechnung von inhomogenen Bauteilen**

Die inhomogenen Bauteile wiesen mehr fehlerhafte Berechnungen auf als die homogenen. 86% wurden korrekt und 10% wurden als homogen gerechnet, bei 4% waren Fehler als «nicht tolerierbar» gewertet. Wenn jedoch genügend Reserve bestand oder die betroffene Fläche sehr gering war, wurde auf ein Nachreichen verzichtet.

### **Berücksichtigung von Wärmebrücken**

Zu 88% wurden Wärmebrücken lückenlos berücksichtigt. Bei 6% wurden bestimmte Wärmebrücken nur teilweise berücksichtigt oder es wurde ein ungenügender Pauschalzuschlag gewählt. Hingegen fehlten bei 6% der untersuchten Objekte einzelne Wärmebrückentypen komplett. Am häufigsten fehlten die Wärmebrücken im Untergeschoss beim Boden-Wandanschluss und beim Dach. Bei den Wärmebrücken Balkon und Fenster traten kaum Fehler auf.

### **Verteilung von nachgewiesenen Wärmebrückentypen**



Gratik 20: Verteilung der berücksichtigten Wärmebrückentypen

### **2.2.5. Nachweisart von Wärmebrücken**

Die stärkste Nachweisart stellte die Checkliste mit 67% dar, gefolgt vom BFE-Katalog mit 12% und in 2% der Nachweise wurden Wärmebrücken mit isothermen Programmen berechnet. Bei 19% der Nachweise fehlte die Beilage zu den Wärmebrücken.

### **2.2.6. Nachweis sommerlicher Wärmeschutz**

Wo das Formular Wärmedämmung vorlag, wurde in 98% der Fälle ein aussenliegender Sonnenschutz nachgewiesen. Bei einem Objekt wurde der Nachweis über den g-Wert nachgewiesen. Bei keinem Nachweisverfahren wurde der sommerliche Wärmeschutz als zweifelhaft angeschaut.

### **2.2.7. Nachträglicher Ausbau von Räumen im UG**

Bei der heutigen verdichteten Bauweise werden viele Flächen maximal ausgenutzt. Bei 79% der untersuchten Projekte sind nachträgliche Ausbauten im UG aufgrund der Gegebenheiten unmöglich. Bei 11% der Objekte wäre ein Ausbau möglich und bei 10% muss mit einem Ausbau gerechnet werden (dies betrifft hauptsächlich EFH und DEFH Bauten).

### **2.2.8. Nachweis Raumlufthygiene**

Das Lüftungskonzept sieht bei 77% der untersuchten Objekte eine manuelle Fensterlüftung vor. Bei nicht nach Minergie zertifizierten Bauten wurden bei 22%, resp. in 21 Fällen eine kontrollierte Wohnungslüftungsanlage nachgewiesen, bei 14% 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 98% der untersuchten Nachweise von Neubauten wurden Flächenheizungen nachgewiesen, 2% wurden mit Radiatoren Heizungen 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. 96% geben den Bereich 31-35°C an, ein Objekt wurden mit 41-50°C nachgewiesen. Bei einem Objekt lag die Auslegungstemperatur bei unter 30°C.

### **2.3.3. Temperaturregelung**

Das System der Einzelraum-Temperaturregelung ist mit 95% das am häufigsten nachgewiesene. Die restlichen 5% 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 59 Fällen mit den Angaben im Formular EN-2 überein. In 5 Fällen waren Abweichungen zwischen den Angaben festgestellt worden und in 25 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. Dreimal wurde im Systemnachweis eine höhere Auslegungstemperatur angenommen als auf dem EN-3, was unkritisch ist.

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

### **2.3.5. Übereinstimmung Deklaration Art der Wärmeerzeugung**

In 56 Fällen stimmten die Angaben der Wärmeerzeugung aus dem Fachbereich Wärmedämmung mit dem Formular Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien überein. Bei 23 Objekten fehlten die Angaben zur Wärmeerzeugung. Die restlichen fünf Abweichungen kamen daher, dass entweder ein Formular fehlte oder der rechnerische Nachweis erstellt wurde, was nicht als Fehler betrachtet wurde.





## **2.4. Fachbereich Lüftungstechnische Anlagen (EN-4)**

### **2.4.1. Dokumentation der Anlagen**

Bei 20% der Neubauten (18 Stück) wurde eine Lüftungs- oder Klimaanlage installiert, bei drei Objekten fehlten die Angaben zur Lüftung.

## 3. Nebenuntersuchung VHKA

### 3.1. Zielsetzungen

Für Bauten ab fünf Nutzungseinheiten verlangen die Energievorschriften eine verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA). Dazu sind bei Neubauten die nötigen Geräte einzubauen; die Einhaltung dieser Vorschriften wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens (Energienachweis EN-3 "Heizungs- und Warmwasseranlagen") durch private Fachleute überprüft (sog. Private Kontrolle).

Die Zielsetzung der Nebenuntersuchung VHKA:

- Die Stichprobe berücksichtigt nur VHKA-pflichtige Gebäude
- Bewilligungsjahr ab 1995 bis heute
- 95% Wohnbauten, 5% Zweckbauten (Maximal 10% der Gebäude sollen Minergie zertifiziert sein)
- Was wurde bewilligt und ist eine Abweichung bewilligt worden oder gelten die "normalen" Vorschriften:
  - Baubewilligung
  - Projektnachweis
  - Ausführungskontrolle
- Pro Gebäude muss die VHKA von mindestens einer Nutzungseinheit aus dem Jahr 2020 kontrolliert werden. Dabei soll bei den Verwaltungen oder Eigentümern die Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung eingefordert und ausgewertet werden, wie die Abrechnung umgesetzt wird.
  - Wird diese gemäss Verbrauch umgesetzt oder wird verbrauchs-un-abhängig (z.B. über die Energiebezugsfläche, das Volumen oder die Wertquote der Nutzungseinheit oder mit einem anderen Verteilschlüssel) abgerechnet?

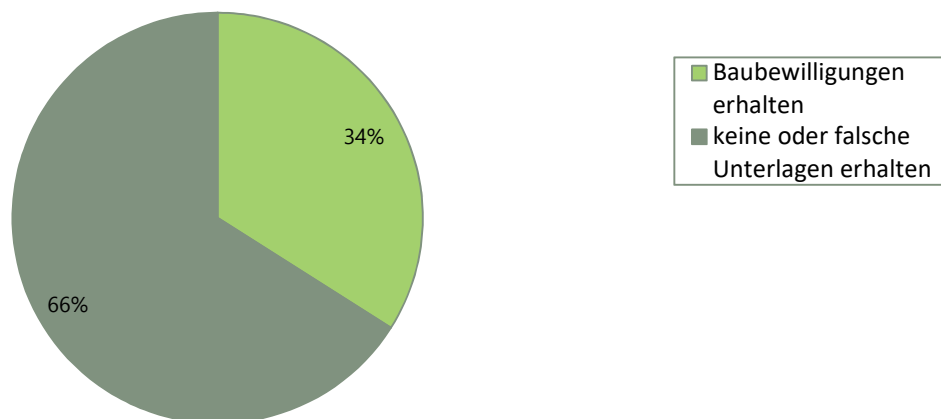
### 3.1.1. Vollzug bei den Gemeinden

Zur Erhebung der Qualität des Vollzuges der VHKA wurden bei total 126 Gebäuden in 30 Gemeinden des Kantons Zürich geprüft.

Für diese Untersuchung erhielten die Auftragnehmer vom Kanton eine Auswahl geeigneter Projekte. Anhand dieser Projektliste wurde bei den jeweiligen Gemeinden/Städten die nötigen Unterlagen zur Baueingabe, dem Energienachweis (EN-3) und zur Baubewilligung angefragt.

Infolge mangelnden Rücklaufes (ca. 1/3 der Gemeinden) konnte keine aussagekräftige Untersuchung erstellt werden. Die Gründe waren:

- Die Baubewilligungen, respektive die EN-3 Formulare sind von den Gemeinden nur spärlich eingetroffen (auch bei mehrfachem Nachfassen)
- Viele Gemeinden meldeten zurück, dass keine Unterlagen mehr vorhanden seien, da nur eine zehnjährige Aufbewahrungsfrist vorgeschrieben ist.
- Unterlagen nur in Papierform vorhanden, Zustellung sei aus Zeitgründen/Personalkapazität nicht möglich
- Zustellung von unbrauchbaren oder falschen Unterlagen



Gratik 21: Rücklauf zu den Baubewilligungen

Insgesamt haben die Auftragnehmer gerade einmal bei 43 von 126 Objekten eine Rückmeldung von den Eigentümerinnen und Eigentümern erhalten. Es ist nicht klar, wie der Vollzug in den Gemeinden funktionieren soll, wenn die Gemeinden von den Objekten keine Dokumente mehr haben.

### 3.1.2. Praxis Umsetzung der VHKA Abrechnung

Bei den Verwaltungen, respektive den Liegenschaftseigentümern, wurden zu den ausgewählten 126 Objekten die VHKA-Abrechnungen angefragt. Dabei wurden folgende Informationen angefragt:

- Gliederung der Kostenrechnung
  - Gesamtabrechnung nach Einheiten
  - Einzelabrechnung je Nutzer
- Anteil Nebenkosten verbrauchsabhängig
  - Wie viele Nebenkostenabrechnungen werden verbrauchsabhängig abgerechnet? → Vorgabe 60%
- Aufteilung der Nebenkostenabrechnung nach effektivem Bezüger
  - Allgemeine oder spezifische Wohnungsquote
  - Spezifischer Anteil Heizkosten
  - Spezifischer Anteil Wasser
  - Spezifischer Anteil für Strom für Warmwasser
  - Spezifischer Anteil für Allgemein Strom
- Geräteunterhalt
  - Ist erkennbar ob die Geräte unterhalten werden
- Abrechnung nach Energieträger
  - Öl
  - Gas
  - Fernwärme
  - Holz / Pellets
  - Strom

Die grösste Herausforderung bestand darin den Kontakt zu den Eigentümern resp. den Verwaltungen herzustellen. Dies gelang bei total 81 Gebäuden und die entsprechenden Abrechnungen wurden zugestellt. Bei 70 Objekten wird die verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung gemacht, bei sechs wird nicht verbrauchsabhängig abgerechnet, sondern die Heiz- und Warmwasserkosten werden über die Fläche der Wohnungen abgerechnet und bei fünf wird nur das Warmwasser verbrauchsabhängig abgerechnet. Drei dieser Gebäude sind Minergie-zertifiziert und müssen nur das Warmwasser verbrauchsabhängig abrechnen.

Es stellt sich die Frage, wie seriös die VHKA bei den 45 fehlenden Projekten umgesetzt wird. Trotz den fehlenden Unterlagen vermuten wir, dass die Umsetzung der VHKA auf einem guten Niveau ist. Das Problem war jeweils, dass auf die mehrmaligen Anfragen nicht reagiert wurde (z-B. Überlastung von Verwaltungen) und so kein Kontakt hergestellt werden konnte.

Mit Ausnahme von 3 Objekten mit über 50 Wohneinheiten liegt der Schnitt bei 8 Einheiten pro Gebäude.



### **3.1.3. Fazit aus der Nebenuntersuchung „VHKA“**

Die Nebenuntersuchung zur verbrauchsabhängigen Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA) konnte im Kanton Zürich bei einem Rücklauf von ca. 64% ausgewertet werden und daraus können folgende Tendenzen abgeleitet werden:

Obwohl die Gemeinden bezüglich EN-3 Formulare schwach dokumentiert sind, wird die Qualität der VHKA als genügend eingestuft, da 73 der 126 angefragten Objekten die Vorgaben der VHKA richtig umsetzen. Bei den 45 Objekten, für die keine Rückmeldung einging oder keine Abrechnung ausgehändigt wurde, werden die betroffenen Stellen noch einmal angeschrieben und zur Stellungnahme aufgefordert.