



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

Vollzug der Energievorschriften 2024

**Private Kontrolle in den Kantonen
AR, GL, GR, SG und SZ**

Impressum

Juli 2025

Auftraggeber	Baudirektion Kanton Zürich Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Abteilung Energie Stampfenbachstrasse 12, 8090 Zürich www.zh.ch/energie energie@bd.zh.ch
Auftragnehmer	Waldburger & Rutishauser AG Teufener Strasse 25, 9000 St. Gallen
Projektteam	Claudio Rutishauser, Silvano Harder
Autor	Claudio Rutishauser, DAS Bauphysik
Bezugsquelle	AWEL, Abteilung Energie www.energie.zh.ch/vu
Zitierempfehlung	AWEL, Abteilung Energie (Hrsg.) Vollzug der Energievorschriften 2024 Private Kontrolle in den Kantonen AR, GL, SG und SZ Waldburger & Rutishauser AG, St. Gallen (Verfasser)

Inhaltsverzeichnis

1. Vollzug Private Kontrolle Energie 2024 Kantone AR, GL, GR, SG, SZ	5
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	17
2. Weitere Erhebungen zu den Fachbereichen	18
2.1. Deckung des Energiebedarfes (EN-101a / b / c)	18
2.1.1. Lösung des Energiebedarfes bei Ein- und Mehrfamilienhäusern	18
2.1.2. Gewählte Standardlösungskombinationen	20
2.2. Fachbereich Wärmedämmung (EN-102a/b)	22
2.2.1. Einhaltung der Wärmedämmvorschriften	22
2.2.2. Art des Nachweisverfahrens	22
2.2.3. Korrektheit der thermischen Gebäudehülle	23
2.2.4. Flächenauszug der Bauteile	24
2.2.5. Berechnungsmethode von U-Werten	24
2.2.6. Korrektheit der Berechnung homogener Bauteile	24
2.2.7. Korrektheit der Berechnung von inhomogenen Bauteilen	25
2.2.8. Berücksichtigung von Wärmebrücken	25
2.2.9. Verteilung von nachgewiesenen Wärmebrückentypen	25
2.2.10. Nachweisart von Wärmebrücken	26
2.2.11. Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz	26
2.2.12. Nachträglicher Ausbau von Räumen im UG	26
2.2.13. Nachweis Raumlufthygiene	26
2.3. Fachbereich Heizung/Warmwasser (EN-103)	27
2.3.1. Art der Wärmeabgabe	27
2.3.2. Auslegungstemperatur der Wärmeabgabe	27
2.3.3. Temperaturregelung	27
2.3.4. Übereinstimmung der Angaben zur Vorlauftemperatur	27
2.3.5. Übereinstimmung Deklaration Art der Wärmeerzeugung	27
2.4. Fachbereich Lüftungstechnische Anlagen (EN-105)	28
2.4.1. Dokumentation der Anlagen	28

3. Nebenuntersuchung EN-104 Eigenstromerzeugung	29
3.1. Zielsetzung	29
3.1.1. Gewählte Lösung zur Erfüllung der Eigenstromerzeugung	30
3.1.2. Durchschnittlich projektierte Leistung kWp/m ² EBF	30
3.1.3. Projektierter Anlagetyp	31
3.1.4. Projektierter Anlagetyp beim Steildach	31
3.1.5. Projektierte Ausrichtung der PV-Anlagen auf dem Flachdach	32
3.1.6. Projektierte Ausrichtung der PV-Anlagen auf dem Steildach	32
3.1.7. Abschätzung der maximalen Dachflächenbelegung	33
3.1.8. Fazit aus der Nebenuntersuchung „Eigenstromerzeugung“	34

1. Vollzug Private Kontrolle Energie 2024 Kantone AR, GL, GR, SG, SZ

1.1. Einführung und Zusammenfassung

Zur Erhebung der Qualität des Energievollzuges wurden bei 85 Neubauprojekten in 17 Gemeinden der Kantone AR, GL, SG, GR und SZ die Energienachweise geprüft. Erstmals wurden die Daten zur Eigenstromerzeugung (EN-104) erfasst. Die Untersuchung belegt, dass der Energievollzug in den einzelnen Gemeinden grösstenteils von guter Qualität ist.

Die Analyse der Energienachweise zeigt, dass der geplante Dämmstandard meist den gesetzlichen Vorgaben entspricht und nur selten darüber hinaus verbessert wird. Die mittleren U-Werte der opaken Bauteile wurden gegenüber der Untersuchung 2021 leicht verbessert, dies ist auf die Anpassung der kantonalen Energiegesetze an die MuKE 2014 zurück zu führen. Bei der Wärmeerzeugung sind Wärmepumpen weiterhin am stärksten vertreten; nicht erneuerbare Energieträger wurden in keinem der untersuchten Objekte geplant.

Die Überprüfung der einzelnen Fachbereiche lässt vermuten, dass die Anwendung der Standardlösungskombinationen EN-101a bei den privaten Kontrolleuren nicht durchgängig verstanden wird. Dies führte zu inkonsistenten Nachweisen, bei welchen jedoch die Einhaltung der Grenzwerte nachträglich nachgewiesen werden konnte. Hinsichtlich der Nachweise der gewichteten Energiekennzahl besteht also Schulungsbedarf, um die einheitliche Anwendung der Vorgaben zu gewährleisten.

Für den Nachweis der «Eigenstromproduktion EN-104» wurde in den Ostschweizer Kantonen oft das Standardformular der ENDK-Plattform statt der kantonal angepassten Formulare genutzt. Das ist problematisch, da die Bestimmungen zwischen den Kantonen variieren.

Die Qualität des Vollzugs in den Gemeinden nimmt im Vergleich zu 2021 leicht ab, wird insgesamt aber als gut bewertet. Teilweise waren Energienachweise unvollständig und wurden trotz fehlender Formulare akzeptiert. Die Prüfung der Unterlagen hängt stark von den zuständigen Personen und ihren Ressourcen ab – sie wird mancherorts kaum durchgeführt.

Im Teilprojekt "Vollzugsuntersuchung Kanton ZH" wurden bei 102 Neubauprojekten parallele Erhebungen im Kanton Zürich durchgeführt. Die Resultate und Kernaussagen zur Qualität der Energienachweise sind weitgehend analog zu jenen aus den Ostschweizer Kantonen (OCH) AR, GL, GR, 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, 2021 und 2024 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 Ausserhoden, Glarus, St. Gallen, seit 2012 Schwyz und seit 2024 auch im Kanton Graubünden, Stichprobenuntersuchungen durchgeführt, nachdem sich diese 2005/2006, 2010 respektive 2023 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 der Formulare der Energienachweise und den Ausführungskontrollen der verschiedenen Fachbereiche (Energiebedarf, Wärmedämmung, Heizung- und Warmwasseranlagen, Eigentstromproduktion und Lüftungstechnische Anlagen).

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 81 Neubau- und vier Umbauprojekten aus 17 Gemeinden aus den Ostschweizer Kantonen AR, GL, GR, SG und SZ. Die Nachweise wurden vom Auftragnehmer in Absprache mit den Kantonen und Gemeinden ausgewählt. Der Schwerpunkt lag auf Neubauten, insbesondere auf Mehrfamilienhäusern mit Dachflächen über 300 m². Zusätzlich wurden auch Einfamilienhäuser berücksichtigt, sofern der entsprechende Bauentscheid ab dem Jahr 2023 erteilt wurde. Alle untersuchten Energienachweise stammen aus dem Zeitraum zwischen 2023 und Januar 2025 und mussten gemäss den Vorgaben der Norm SIA 380/1:2016 erstellt worden sein. Damit umfasst die Auswertung ausschliesslich Nachweise, die vor der Umsetzung der Harmonisierung zur MuKE 2014 eingereicht wurden. Im Rahmen der Analyse wurden die Nachweise auf ihre Vollständigkeit und fachliche Korrektheit geprüft. Relevante Angaben wurden systematisch erfasst und statistisch ausgewertet.

Der Vergleich mit Ergebnissen aus früheren Vollzugsuntersuchungen ermöglicht das Identifizieren und Aufzeigen von Trends in der Baupraxis.

Folgende Formulare und deren Beilagen waren Gegenstand der Untersuchung:

- Grundformular Projektkontrolle des jeweiligen Kantons (EN-AR, EN-GL, EN-GR, EN-SG, EN-SZ)
- Energiebedarf EN-101a/b/c
- Wärmedämmung EN-102a/b
- Heizung- und Warmwasseranlagen EN-103
- Eigenstromerzeugung EN-104
- Lüftungstechnische Anlagen EN-105

Es wurden bevorzugt Energienachweise ausgewählt, bei denen das Eingabedatum nicht lange zurückliegt, so dass sich die Bauprojekte noch in der Ausführungsplanung oder im Bau befinden. Projektkorrekturen konnten so in den Bauprozess einfließen.

Bei klaren Fehlern im Nachweis oder unvollständigen Unterlagen wurde ein Mängelbericht erstellt und der Private Kontrolleur vom AWEL zur Stellungnahme aufgefordert.

1.4. Ziele

Die bestehenden Datenreihen der letzten Untersuchungen, aus den vier Kantonen OCH, 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 die Art der Deckung des Heizenergiebedarfes)

1.5. Umfang der Untersuchung und Qualität Private Kontrolle

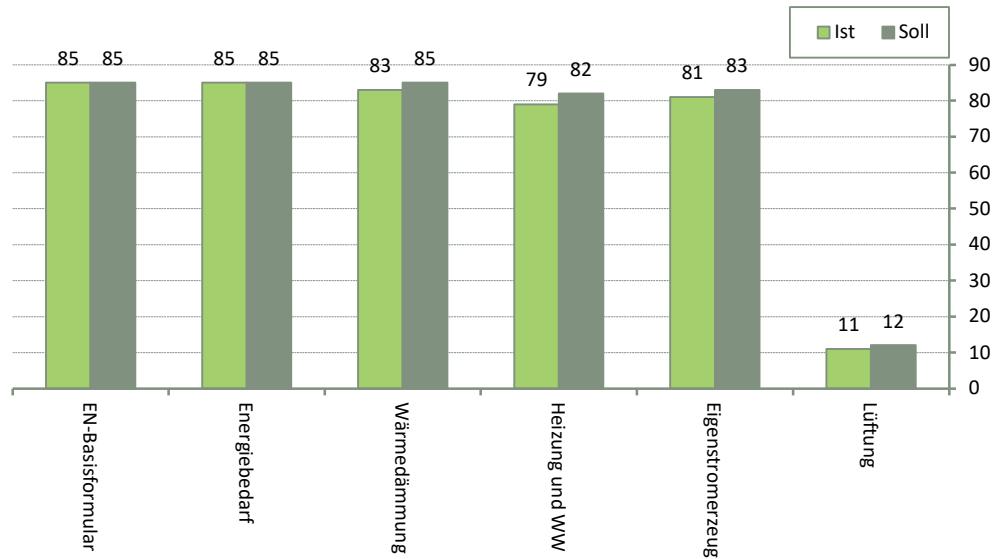
Im Folgenden werden der Umfang der Untersuchung und die wichtigsten Erkenntnisse dar- aus zusammengefasst.

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

Weitere erfasste Kriterien sind zur Übersicht in Kapitel 2 dieses Berichts aufgeführt.

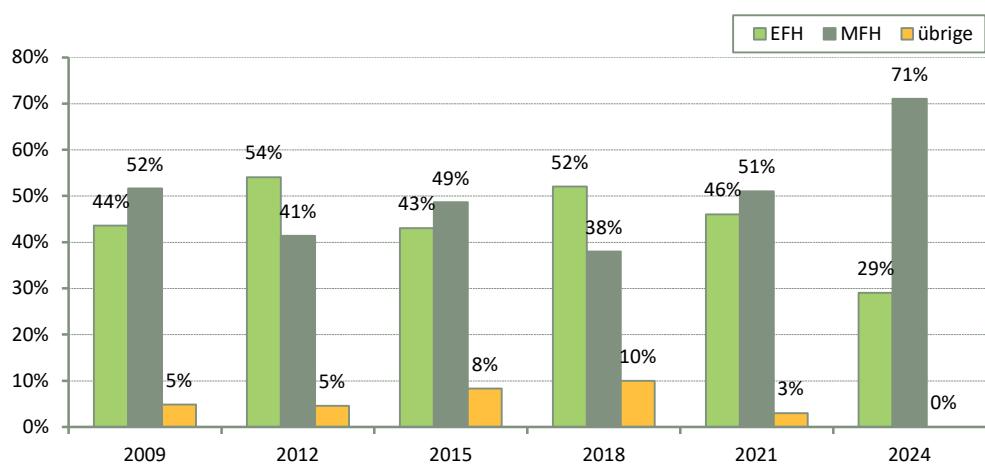
1.5.1. Erhobene Nachweise

Bei 85 untersuchten Bauprojekten lagen insgesamt 422 von 430 erforderlichen Nachweisformularen vor. 6 Formulare haben gefehlt, am meisten das Formular für Heizung und Warmwasser (EN-103), gefolgt von Wärmedämmung (EN-102) der Eigenstromerzeugung (EN-104) und dem Lüftungstechnische Anlagen (EN-105).



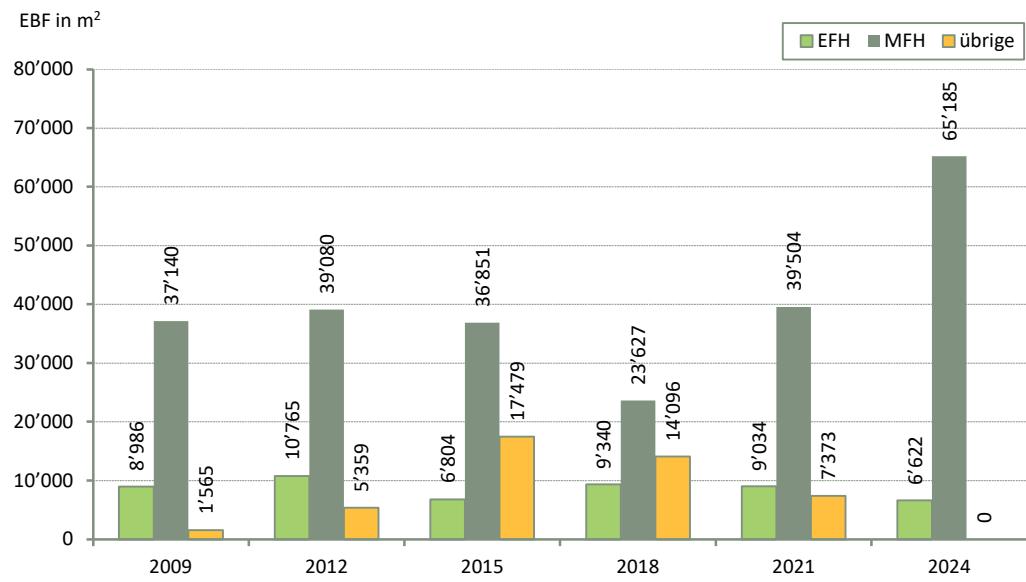
Figur 1: Anzahl erhobene Nachweise je Fachbereich

Insgesamt wurden Nachweise von 24 Einfamilienhäusern und 61 Mehrfamilienhäusern geprüft. Der Anteil MFH ist klar gestiegen, dies vor allem wegen den Anforderungen an die zu prüfende Grösse «grosse Dächer $\geq 300 \text{ m}^2$ »



Figur 2: Erhobene Nachweise je Gebäudekategorie

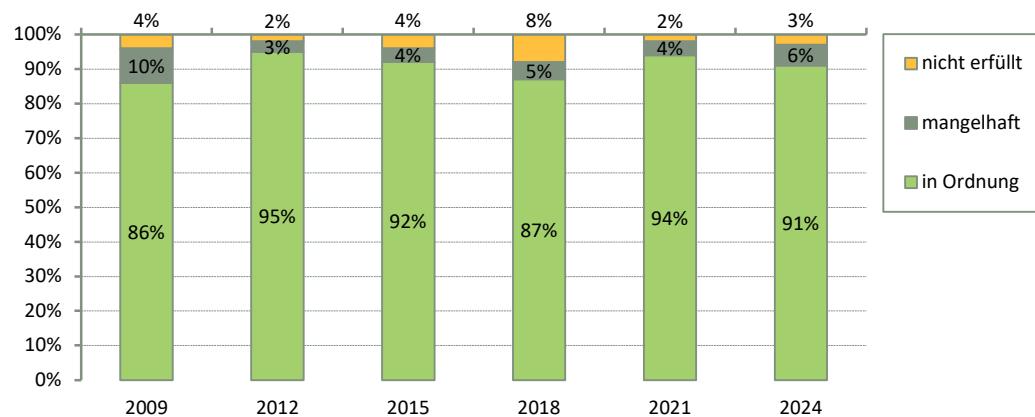
Die totale Energiebezugsfläche (EBF) der untersuchten Objekte hat sich gegenüber den Vorjahren stark verändert, da diesmal vor allem grosse Gebäude berücksichtigt wurden. Die Gesamtfläche beträgt rund 71'800 m².



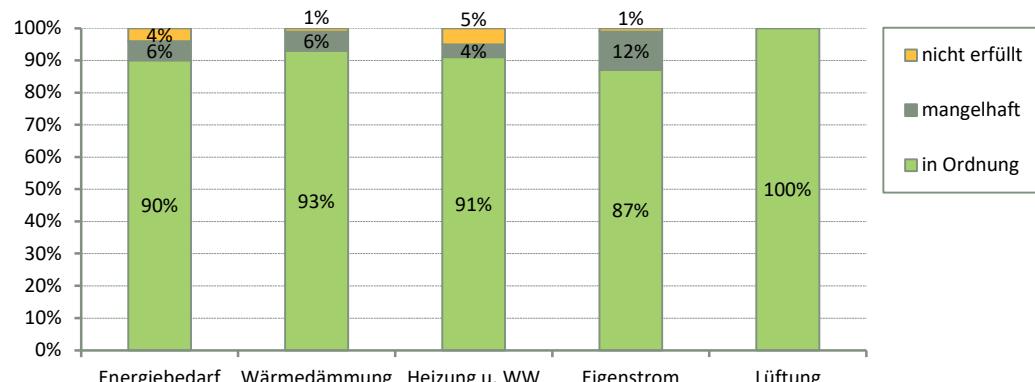
Figur 3: Erhobene EBF je Gebäudekategorie

1.5.2. Qualität der Privaten Kontrolle

Die Qualität über alle Fachbereiche bleibt auf sehr hohem Niveau. Die Zahl der beanstandeten Nachweise ist leicht gestiegen. Bei den bemängelten Nachweisen wurden die Stellungnahmen und nachgereichten Unterlagen kontrolliert. Die Überprüfung zeigte, dass es sich überwiegend um formelle Mängel handelte; inhaltlich erfüllten die geplanten Gebäude die Anforderungen des Energiegesetzes.



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



Figur 5: Qualität der Nachweise der Privaten Kontrolle der einzelnen Fachbereiche im Jahr 2024

Die Nachweisqualität der spezifischen Energiekennzahl (EN-101) und der Wärmedämmung (EN-102) hat im Vergleich zur Untersuchung 2021 abgenommen. Im neuen Fachbereich Eigenstromproduktion (EN-104) verwendeten viele Private Kontrolleure nicht die kantonsspezifischen Formulare.

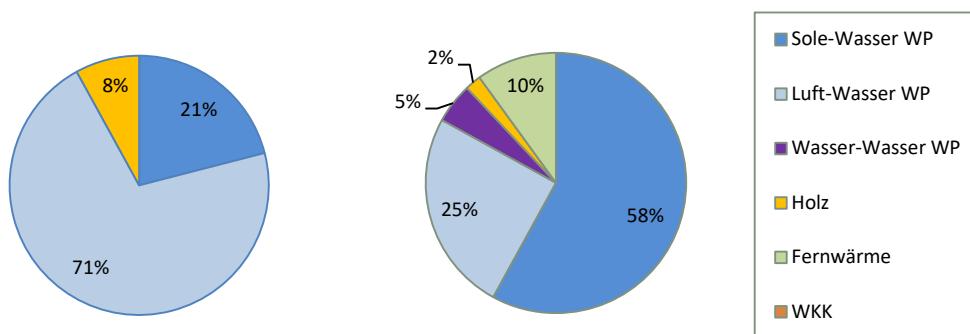
Die Anwendung der Standardlösungskombinationen EN-101a wurde von den Privaten Kontrolleuren nicht durchgängig richtig verstanden. Dies führte zu inkonsistenten Nachweisen. Auf die Einhaltung der Grenzwerte hatte dies keinen entscheidenden Einfluss. Die Mängel verdeutlichen einen Schulungsbedarf, um eine korrekte Anwendung sicherzustellen.

1.5.3. Art der Kontrolle

Alle geprüften Nachweise der Fachbereiche Energiebedarf, Wärmedämmung, Heizung und Warmwasser, Eigenstromproduktion und Lüftung wurden durch Private Kontrolleure eingereicht. Von 85 untersuchten Objekten wurden 14 (16 %) zusätzlich von den Gemeinden durch ein externes Prüfingenieurbüro geprüft.

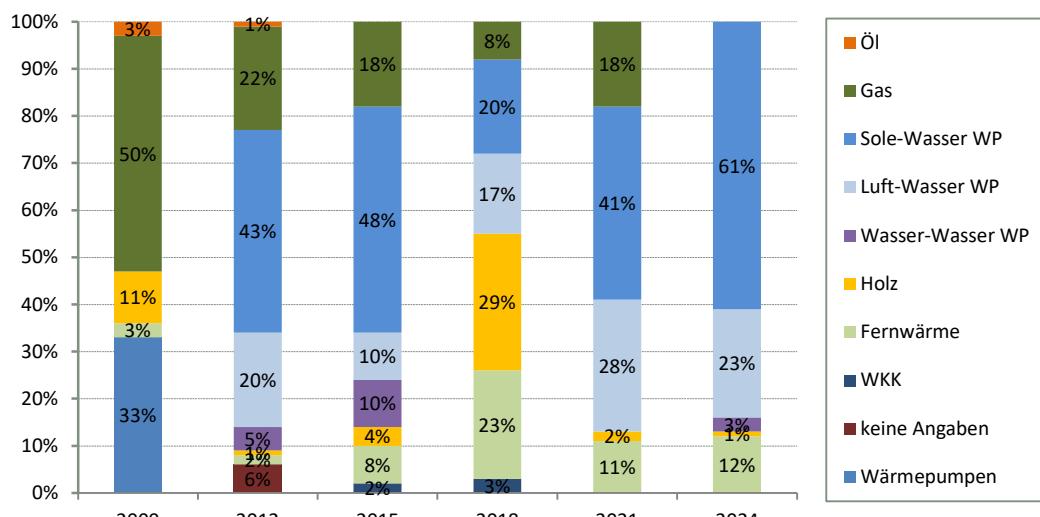
1.5.4. Verteilung der Energieträger bei EFH und MFH

Bei den Wärmeerzeugungssystemen dominieren bei Einfamilienhäusern klar Luft-Wasser-Wärmepumpen. In Mehrfamilienhäusern kommen überwiegend Sole-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Insgesamt wurden sechs Fernwärmeschlüsse und drei Holzheizungen eingegeben. Die Auswertung basiert auf 24 EFH und 61 MFH.



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

Im Neubau werden ausschliesslich erneuerbare Systeme installiert. 87% der untersuchten Energiebezugsfläche werden mit Wärmepumpen beheizt; 12% mit Fernwärme.

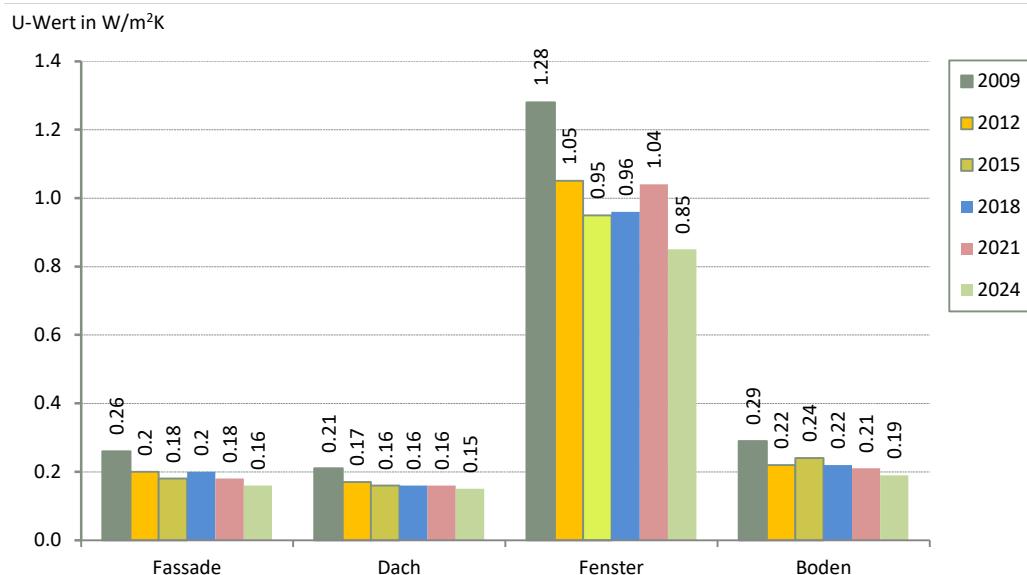


Figur 7: Anteil der Wärmeerzeuger nach EBF

1.5.5. Entwicklung der U-Werte

Die mittleren U-Werte von Fassaden, Dächern und Böden haben sich gegenüber der letzten Untersuchung weiter verbessert. Der durchschnittliche U-Wert der Fenster wurde deutlich gesenkt und liegt nun bei 0,85 W/m²K.

Diese Verbesserungen sind weitgehend auf die Überführung der MuKEN 2014 in die kantonalen Energiegesetze zurück zu führen. In den Ostschweizer Kantonen wurde der Energiebedarf bei 64 % der untersuchten Objekte mit der rechnerischen Lösung EN-101b nachgewiesen. Diese Nachweisvariante erlaubt im Vergleich zur Standardlösung EN-101a grössere Flexibilität bei den U-Werten einzelner Bauteile.

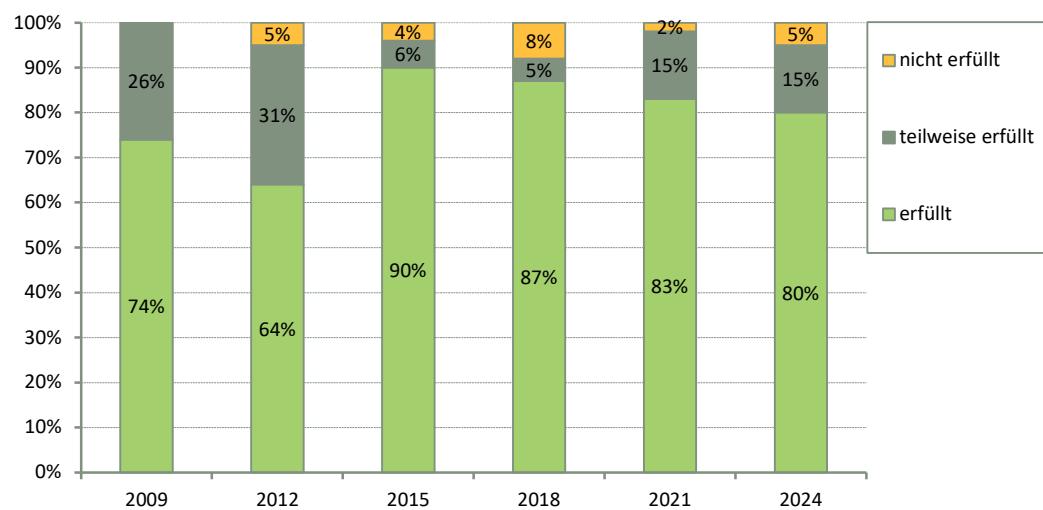


Figur 8: Entwicklung der U-Werte

1.5.6. Entwicklung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden

Bei 80 % der untersuchten Objekte wurde die Qualität des Vollzugs durch die Gemeinden als zufriedenstellend bewertet. Im Vergleich zu den Untersuchungen von 2018 und 2021 wurde ein erneuter Qualitätsrückgang festgestellt.

Wurde lediglich ein Formular (häufig EN-103 oder EN-105) nicht eingereicht, galt der Vollzug als teilweise erfüllt – dies traf auf fünf Objekte zu. In vier Fällen wurde der Vollzug als nicht erfüllt bewertet, da mehrere Formulare fehlten, unvollständig waren oder wesentliche Beilagen wie Grundrisse mit Flächenauszug fehlten.

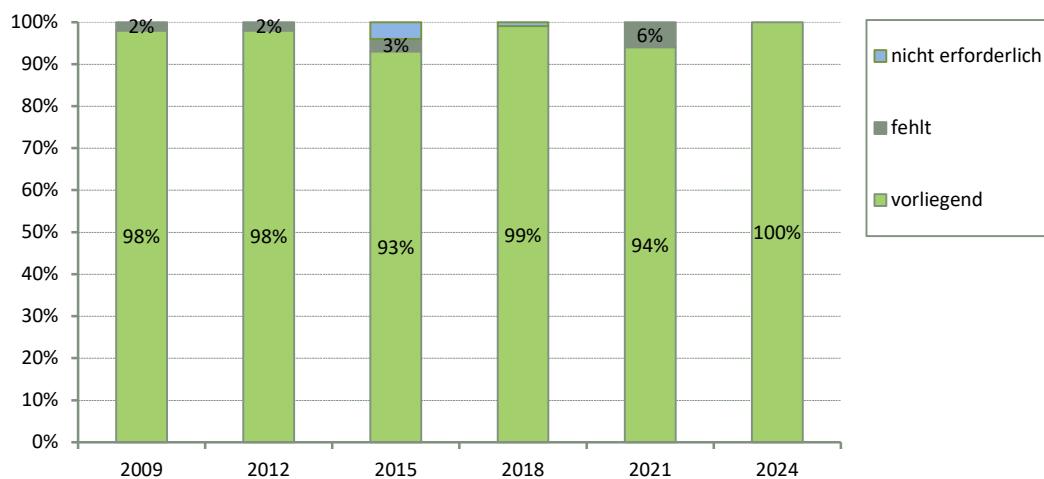


Figur 9: Bewertung der Qualität des Vollzugs in den Gemeinden

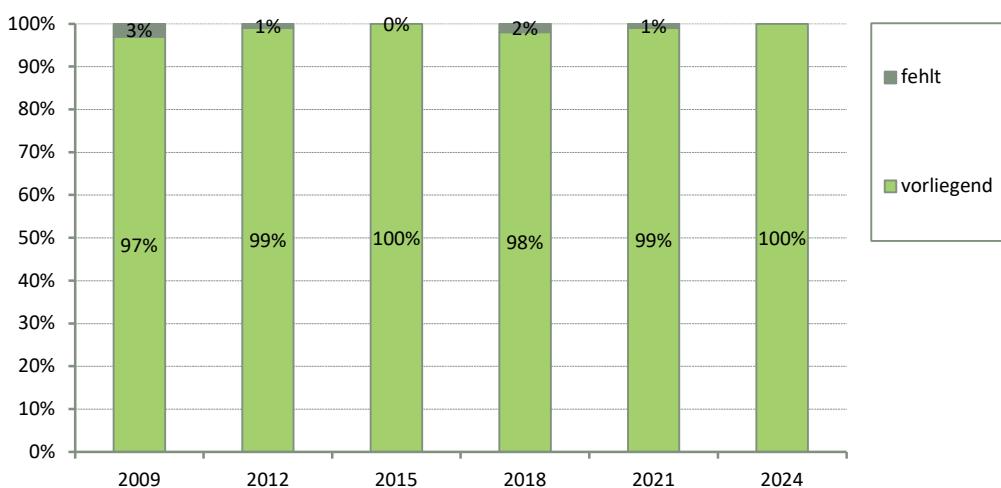
1.5.7. Vorliegen der Nachweise vor Baubeginn

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

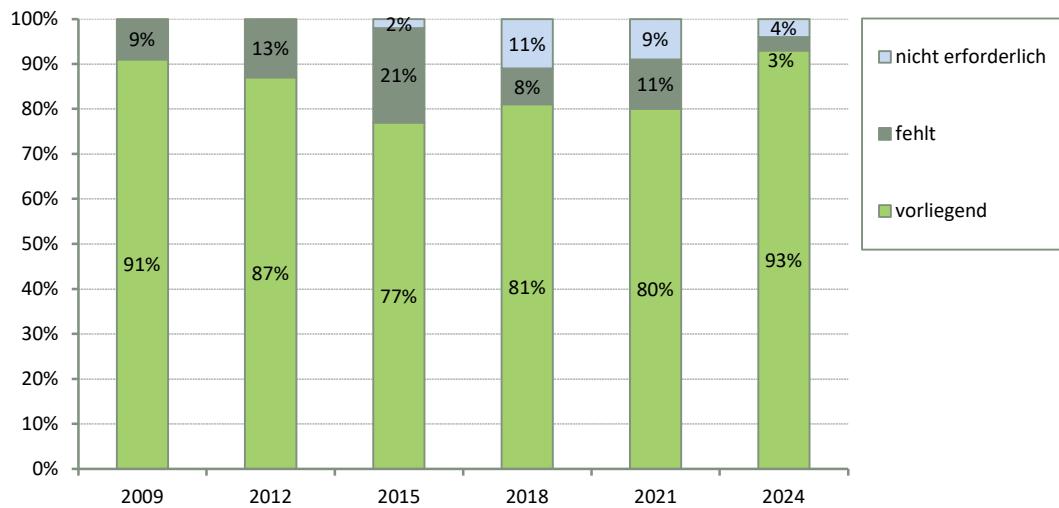
In allen Projekten lagen die Nachweise für Energiebedarf und Wärmedämmung vor. Der Nachweis für Heizung und Warmwasseranlagen (EN-103) fehlte jedoch in drei Fällen. Dabei zeigte sich, dass viele der unterzeichnenden Privaten Kontrolleure nur für den Fachbereich Wärmedämmung unterschriftsberechtigt sind. Der fehlende EN-103-Nachweis hätte von einer entsprechend befugten Fachperson geprüft werden müssen.



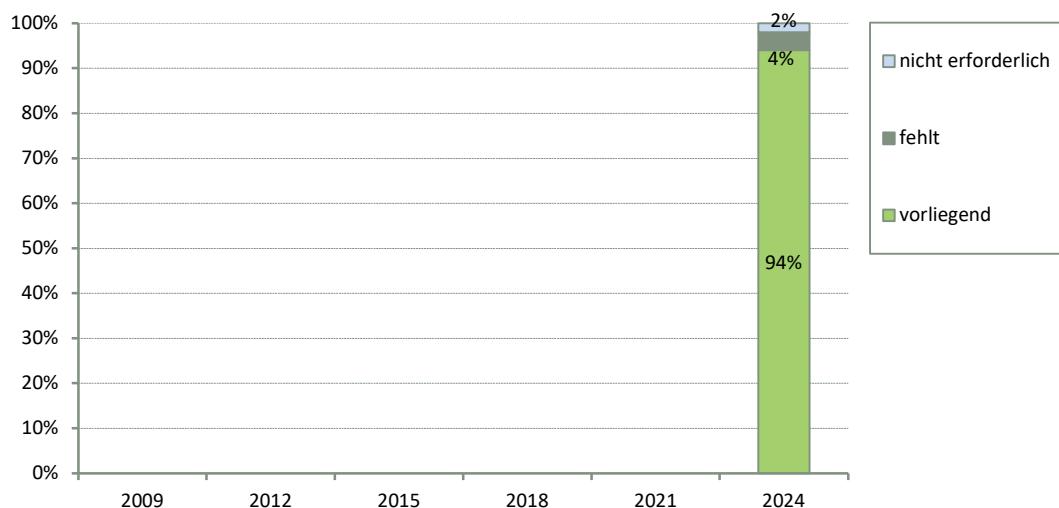
Figur 10: Vorliegen der Nachweise Energiebedarf (EN-101) vor Baubeginn



Figur 11: Vorliegen der Nachweise Wärmedämmung (EN-102) vor Baubeginn

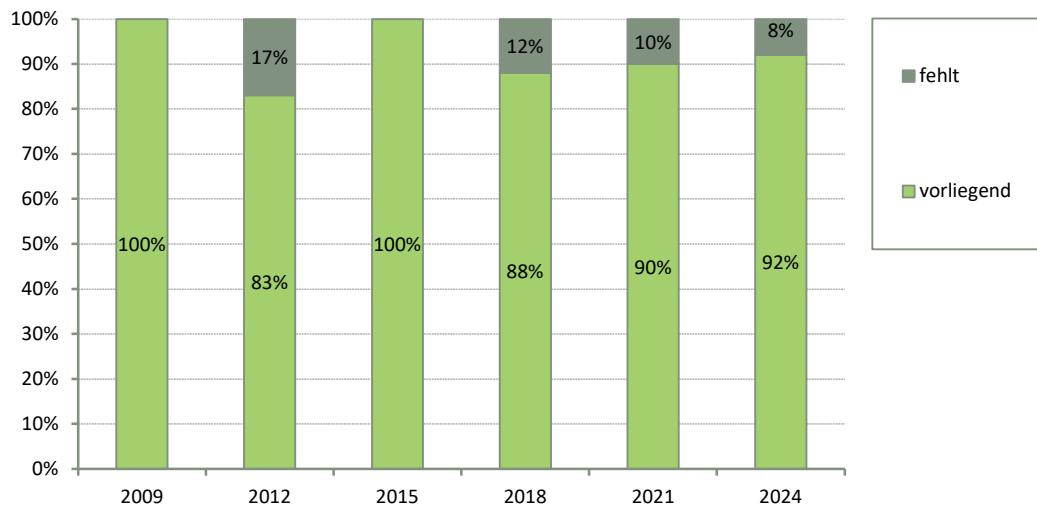


Figur 12: Vorliegen der Nachweise Heizungs- und Warmwasseranlagen (EN-103) vor Baubeginn



Figur 13: Vorliegen der Nachweise Eigenstromerzeugung (EN-104) vor Baubeginn

Erstmals wurden Nachweise zur Eigenstromerzeugung erfasst. Bei zwei Objekten fehlten die Formulare (EN-104). Da diese aber über eine separate Baueingabe der PV-Anlage eingereicht wurden, wurden sie als «vorliegend» gewertet. Bei vier Objekten war kein Nachweis erforderlich.



Figur 14: Vorliegen der Nachweise Lüftungstechnische Anlagen (EN-105) vor Baubeginn

Bei 12 der geprüften Bauten wurde eine lüftungstechnische Anlage installiert, bei einem Objekt fehlten die Angaben.

1.6. Fazit Qualität Vollzug

Die Qualität des Vollzugs in den Gemeinden wird trotz eines leichten Rückgangs gegenüber 2021 weiterhin als gut bewertet. In einzelnen Gemeinden wurden Energienachweise oder erforderliche Formulare nicht vollständig vorgelegt, dennoch erfolgte die Baufreigabe. Die Prüfung der Unterlagen auf Vollständigkeit und Plausibilität ist stark personenabhängig und wird in wenigen Fällen kaum durchgeführt.

Bei den untersuchten Bauprojekten wurden 422 von 430 erforderlichen Nachweisen eingereicht. Die Qualität der Arbeit der Privaten Kontrolleure ist insgesamt hoch, dennoch traten in allen Fachbereichen formelle Fehler auf. Besonders auffällig war die wiederholte Anwendung der Standardlösungskombination EN-101a für den Nachweis der spezifischen Energiekennzahl, obwohl die Voraussetzungen dafür nicht erfüllt waren.

Die Prüfung der Nachweise der Fachbereiche Energiebedarf, Wärmedämmung, Heizung und Warmwasseranlagen, Eigenstromproduktion und Lüftungstechnische Anlagen zeigt zusammenfassend, dass:

- die U-Werte der Gebäudehülle sich gegenüber früheren Untersuchungen weiter verbessert haben, insbesondere bei den Fenstern
- Wärmepumpen das dominierende Wärmeerzeugungssystem bei Ein- und Mehrfamilienhäusern bleiben
- bei den erstmals erfassten Nachweisen zur Eigenstromproduktion (EN-104) in Einzelfällen Formulare fehlten und häufig nicht die kantonsspezifischen Formulare verwendet wurden

Bei acht Nachweisen war die Qualität tief, eine gewissenhafte Prüfung war nicht möglich, Formulare fehlten oder waren falsch, Plangrundlagen oder Flächenauszüge mangelhaft. Hier wurden die Privaten Kontrolleure zur Nachbesserung aufgefordert.

Bei vier Projekten konnten grobe Unstimmigkeiten durch direkte Meldung an die Privaten Kontrolleure geklärt und bereinigt werden. Ein Nachweis erfüllte die Anforderungen zunächst nicht und musste nachbearbeitet werden. Im Nachtrag wurde nachgewiesen, dass die gewichtete Energiekennzahl unter Berücksichtigung des korrigierten WPesti eingehalten wurde.

2. Weitere Erhebungen zu den Fachbereichen

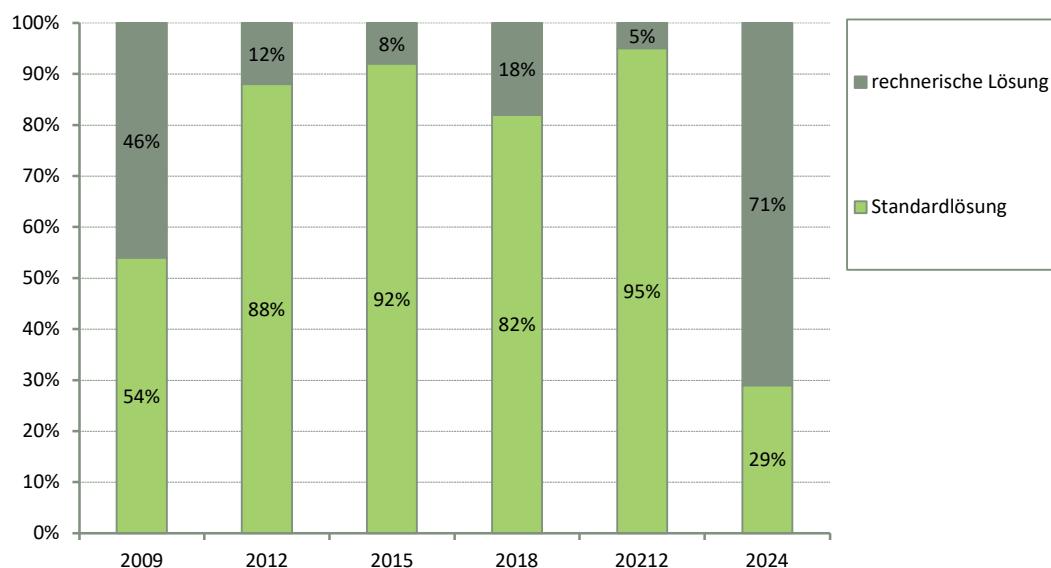
In diesem Teil werden weiterführende Untersuchungen und Vergleiche vorgestellt, die sich spezifisch auf die Formulare EN-101, EN-102, EN-103 und EN-105 beziehen. Der neue Nachweis über die Eigenstromproduktion EN-104 wird im Kapitel 3 behandelt.

2.1. Deckung des Energiebedarfes (EN-101a / b / c)

2.1.1. Lösung des Energiebedarfes bei Ein- und Mehrfamilienhäusern

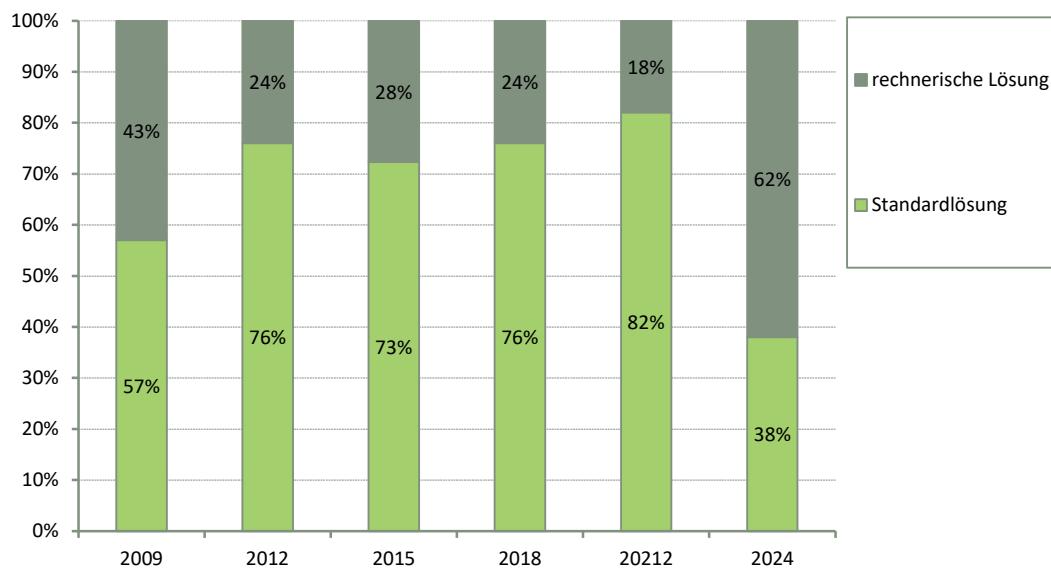
Bei 7 von 24 Einfamilienhäusern wurde eine Standardlösung (EN-101a) als Nachweis der gewichteten Energiekennzahl gewählt.

Bei 15 Einfamilienhäusern wurde der Nachweis mit einer rechnerischen Lösung (EN-101b) und bei zwei Objekten mit der vereinfachten rechnerischen Lösung «Energie Nachweistool für einfache Bauten» (EN-101c) erbracht.



Figur 15: Lösungsart § 10a Energiegesetz bei EFH

Bei den 61 untersuchten Mehrfamilienhäusern wurde in 23 Fällen die Standardlösungs-kombination (EN-101a) angewendet. In 35 Fällen erfolgte der Nachweis mit der rechneri-schen Lösung (EN-101b), für drei Objekte wurde die vereinfachte rechnerische Lösung mit-tels des «Energie-Nachweistools für einfache Bauten» (EN-101c) verwendet.

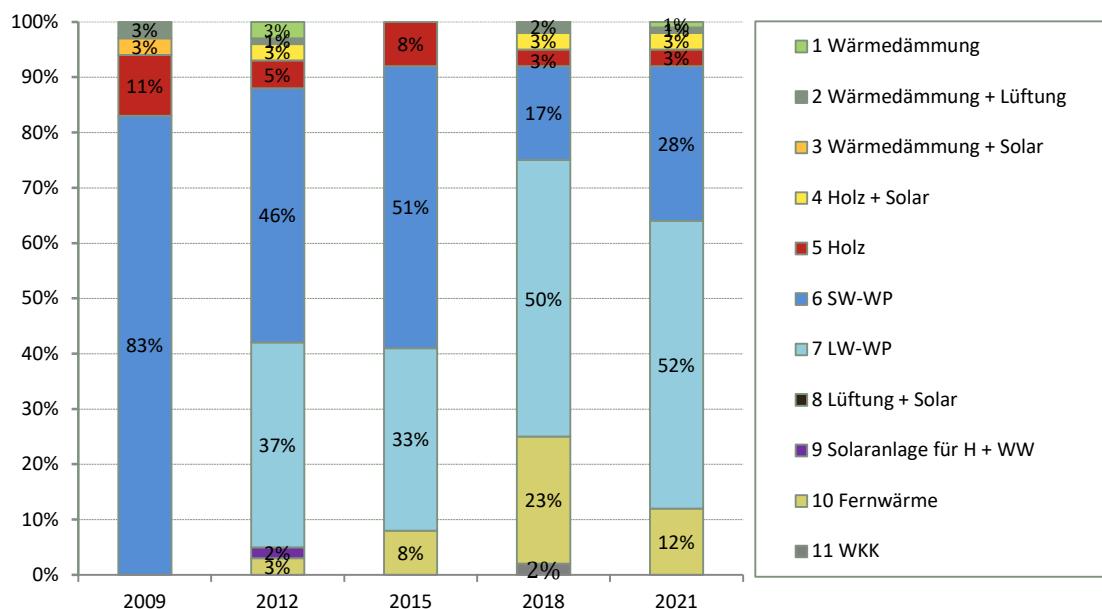


Figur 16: Lösungsart § 10a Energiegesetz bei MFH

Die Verschiebung von den Standardlösungskombinationen EN-101a zur rechnerischen Lö-sung EN-101b bei den Einfamilien- sowie Mehrfamilienhäuser ist klar ersichtlich. Die rechnerische Variante des Nachweises gewährt gegenüber der Standarlösungs-kombinationen hinsichtlich der U-Werte der einzelnen Bauteile mehr Flexibilität.

2.1.2. Gewählte Standardlösungskombinationen

Mit der Überarbeitung der Energievorschriften wurden die bisherigen Standardlösungen (EN-1) durch die Standardlösungskombinationen (EN-101a) abgelöst. Der Trend zur Planung von Wärmepumpen bei Wohngebäuden setzt sich fort. In der Figur 17 sind die Standardlösungen aus den Jahren 2009-2021 ersichtlich.

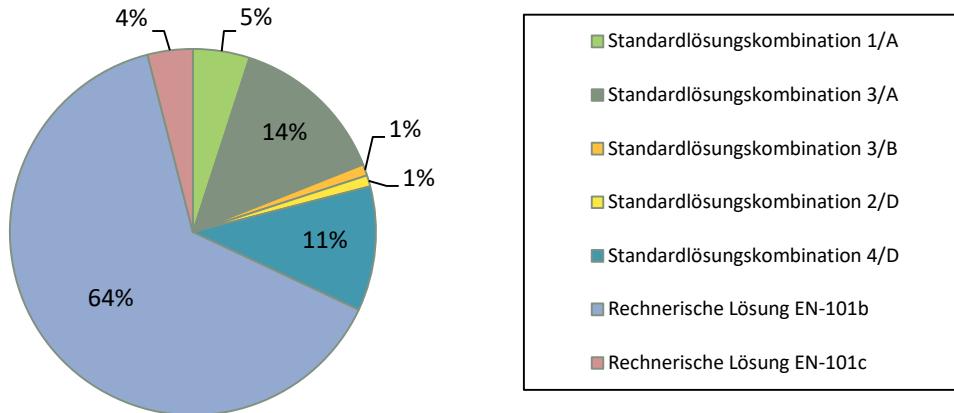


Figur 17: Anteile der gewählten Standardlösungen aus den Jahren 2009 - 2021

Neubauten und Erweiterungen von bestehenden Gebäuden (Aufstockungen, Anbauten etc.) müssen so gebaut und ausgerüstet werden, dass ihr Bedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung nahe bei null liegt. Die Anforderung an die Deckung des Energiebedarfes wird durch Effizienzmassnahmen (z.B. bessere Wärmedämmung, Kontrollierte Wohnungslüftung etc.), durch die Nutzung von Abwärme, durch die Nutzung von erneuerbaren Energien oder durch den Einsatz einer Wärme-Kraft-Kopplungsanlage (WKK) erreicht.

Die Einhaltung der Anforderungen an die Deckung des Energiebedarfs von Neubauten kann entweder mittels einer Standardlösungskombination (Formular EN-101a), rechnerisch (Formular EN-101b) oder vereinfacht (Formular EN-101c) erfolgen.

Bei der Vollzugsuntersuchung 2024 wurden in den Fällen mit Standardlösungskombinationen überwiegend Varianten mit elektrischen Wärmepumpen gewählt. Von insgesamt 83 Nachweisen entfielen 27 auf die Standardlösungskombination (EN-101a), 53 auf die rechnerische Lösung (EN-101b) und 3 auf die vereinfachte rechnerische Lösung für einfache Bauten (EN-101c).



Figur 18: Nachweis des Energiebedarfes (EN-101a/b/c)

	A	B	C	D	E	F	G
Anforderungen:							
1 Opake Bauteile gegen aussen Fenster Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-
2 Opake Bauteile gegen aussen Fenster Th. Solaranlage für WW mit mind. 2% der EBF	<input type="checkbox"/>	-	-				
3 Opake Bauteile gegen aussen Fenster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-	-
4 Opake Bauteile gegen aussen Fenster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-
5 Opake Bauteile gegen aussen Fenster Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL) Th. Solaranlage für WW mit mind. 2% der EBF	<input type="checkbox"/>	-					
6 Opake Bauteile gegen aussen Fenster Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL) Th. Solaranlage für H+WW mit mind. 7% der EBF	<input type="checkbox"/>						

Figur 19: Standardlösungskombinationen (EN-101a)

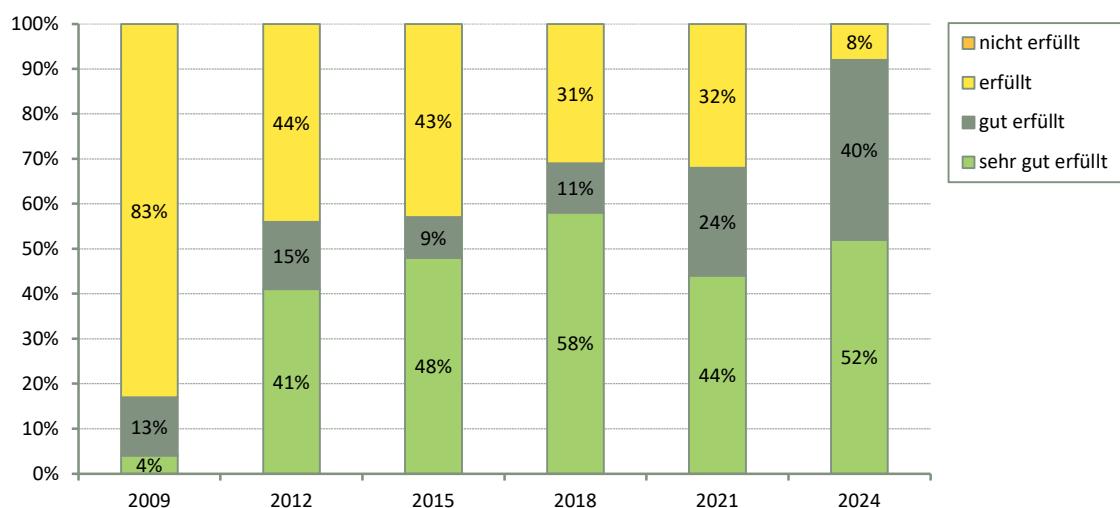
2.2. Fachbereich Wärmedämmung (EN-102a/b)

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 $Q_h > Q_{h,li}$

36 von 69 geprüften Objekten mit Systemnachweis erfüllen die Anforderungen an den Heizwärmebedarf sehr gut. Kein Objekt wurde mit einer Grenzwertüberschreitung eingereicht.



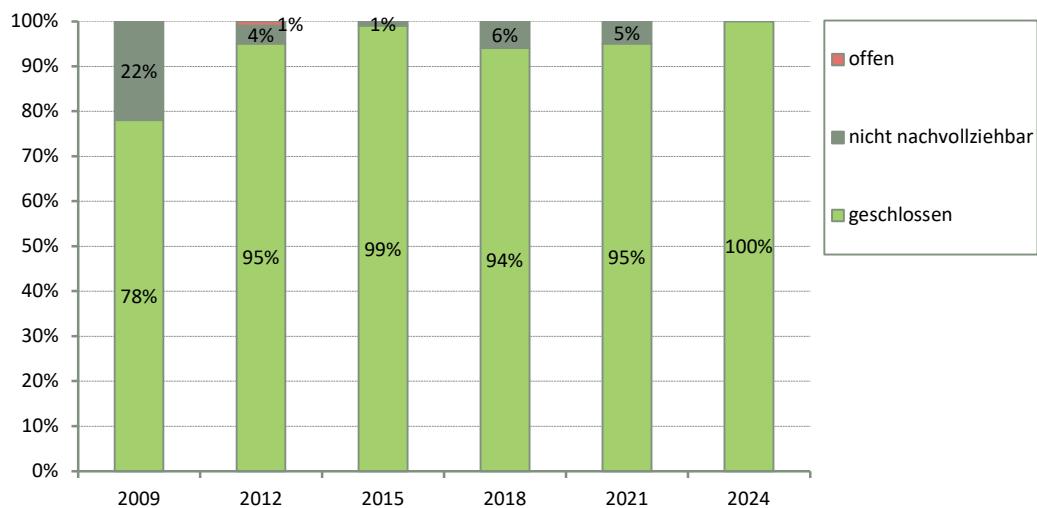
Figur 20: Klassifizierung Einhaltung der Wärmedämmvorschriften (nur Systemnachweis)

2.2.2. Art des Nachweisverfahrens

Mit 69 von 85 Objekten wurde am häufigsten der Systemnachweis angewendet. Für 16 Objekte wurde ein Einzelbauteilnachweis erstellt. Es wurden keine Minergie zertifizierten Bauprojekte kontrolliert und ausgewertet.

2.2.3. Korrektheit der thermischen Gebäudehülle

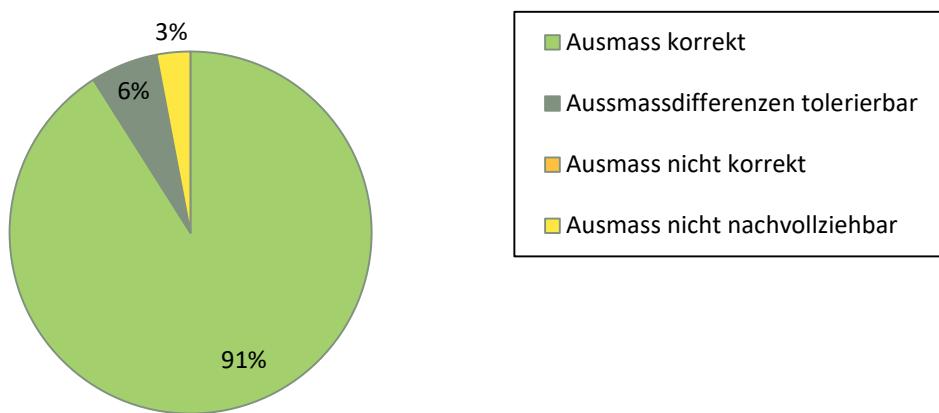
Der Verlauf der thermischen Gebäudehülle bei Neubauten war bei allen Nachweisen nachvollziehbar und geschlossen. Es gab keinen Nachweis, bei dem Anhand der Dokumentation die thermischen Gebäudehülle dürlig ausfiel oder dessen Verlauf auch anhand der Gebäudehüllflächen nicht genau nachvollzogen werden konnte.



Figur 21: Korrektheit der thermischen Gebäudehülle

2.2.4. Flächenauszug der Bauteile

Die Flächen in den Systemnachweisen wurden bei 91% korrekt ausgezogen oder die minimalen Abweichungen hatten keine Auswirkungen. Bei gesamthaft 6% war der Auszug nachvollziehbar und mit tolerierbaren Differenzen zu bewerten. Bei dieser Untersuchung gab es zwei Nachweise (3%) welche nicht nachvollziehbar waren und nachgeprüft werden mussten. Die nachgereichten Unterlagen der Privaten Kontrolleure bestätigten das korrekte Ausmass. Einzelbauteilnachweise konnten nicht untersucht werden, da dort keine Flächenauszüge erforderlich sind.



Figur 22: Korrektheit Flächenauszug der Bauteile

2.2.5. Berechnungsmethode von U-Werten

96% aller U-Wert Berechnungen wurden mittels zertifiziertem EDV-Programmen erstellt. Bei einem Nachweis wurde auf vorgegebene U-Werte aus einem Bauteilkatalog und bei einem anderen Nachweis auf Baustoffinformationen der Hersteller zurückgegriffen und bei zwei der Nachweise wurden die U-Wert Berechnungen mit einfachen Handberechnung eingereicht.

2.2.6. Korrektheit der Berechnung homogener Bauteile

Die U-Werte homogener Bauteile wurden bei 98% der Nachweise als korrekt bewertet. Es konnten bei zwei Nachweisen tolerierbare Fehler wie zum Beispiel bei Bodenaufbauten, bei welchem die Unterlagsböden mit Fussbodenheizung in die Berechnung miteinbezogen wurden, festgestellt werden. Solche kleinen Fehler wirken sich selten massgeblich auf den Grenzwert aus. Bei keinem der Nachweise wurden Fehler als nicht tolerierbar gewertet. Dies wäre z.B. der Fall gewesen, wenn ein falsches Lambda für einen Dämmstoff berücksichtigt worden wäre oder Bauteile gefehlt hätten.

Bei der Untersuchung wurden bauphysikalische Mängel in den Aufbauten und Produkteverträglichkeit nicht berücksichtigt.

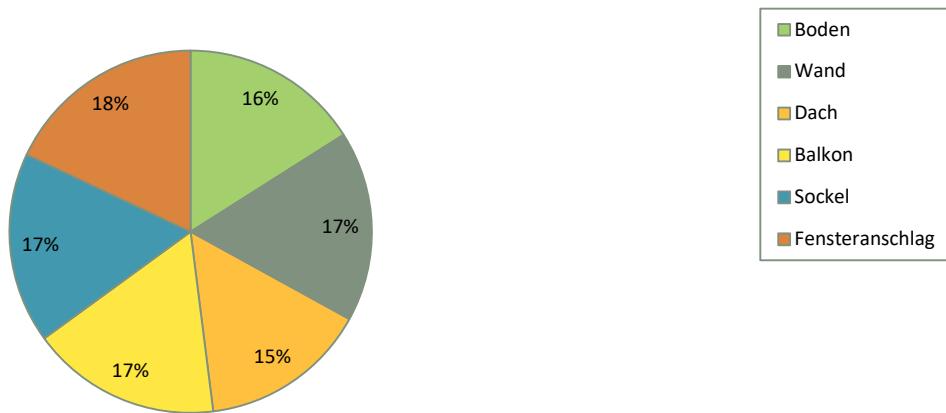
2.2.7. Korrektheit der Berechnung von inhomogenen Bauteilen

Inhomogenen Bauteile wurden in den letzten Untersuchungen häufiger falsch berechnet als homogene. In der aktuellen Vollzugsuntersuchung 2024 wurden jedoch alle inhomogenen Bauteilkonstruktionen korrekt berechnet.

2.2.8. Berücksichtigung von Wärmebrücken

Zu 99% wurden Wärmebrücken lückenlos berücksichtigt. Bei 1% wurden bestimmte Wärmebrücken (Boden, Wand und Dach) nur teilweise berücksichtigt oder es wurde ein ungenügender Pauschalzuschlag gewählt. Bei den Wärmebrücken Balkon, Sockel und Fenster traten keine Fehler auf.

2.2.9. Verteilung von nachgewiesenen Wärmebrückentypen



Figur 23: Verteilung der berücksichtigten Wärmebrückentypen

2.2.10. Nachweisart von Wärmebrücken

Die häufigste Nachweisart stellte die Checkliste mit 85% dar, gefolgt vom BFE-Katalog mit 11%. Bei vier Projekten wurden die Wärmebrücken mit einem Isothermen Programm berechnet.

2.2.11. Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz

Wenn das Formular Wärmedämmung vorlag, wurden in 98% der Fälle der aussenliegende Sonnenschutz nachgewiesen. Bei einem Projekt wurde der sommerliche Wärmeschutz nicht berücksichtigt und bei keinem Objekt wurde ein Nachweis über den g-Wert nachgewiesen.

2.2.12. Nachträglicher Ausbau von Räumen im UG

Bei der heutigen verdichteten Bauweise werden viele Flächen maximal ausgenutzt. So sind bei 98% der untersuchten Projekte nachträgliche Ausbauten im UG unmöglich. Bei einem der Objekte wäre ein späterer Ausbau mit grösserem Aufwand noch möglich.

2.2.13. Nachweis Raumlufthygiene

Das Lüftungskonzept sieht bei 81% der untersuchten Objekte eine manuelle Fensterlüftung vor. In 15 Fällen, respektive bei 18% der Bauten wurde eine lüftungstechnische Anlage (EN-105) nachgewiesen. Bei drei Objekten fehlten die Angaben.

2.3. Fachbereich Heizung/Warmwasser (EN-103)

2.3.1. Art der Wärmeabgabe

Bei 98% der untersuchten Nachweise wurden Flächenheizungen nachgewiesen. Ein Objekt hatte einen Nachweis mit Radiatoren Heizungen.

2.3.2. Auslegungstemperatur der Wärmeabgabe

Der hohe Anteil an Flächenheizungen widerspiegelt sich auch in der Verteilung der projektierten Auslegungstemperaturen. 98% geben den Bereich 31-35°C an.

Übereinstimmend mit dem Nachweis der Radiatoren Heizungen wurden bei 2% die Auslegungstemperatur von 41-50 ° C gewählt.

2.3.3. Temperaturregelung

Das System der Einzelraum-Temperaturregelung ist mit 95% das am häufigsten nachgewiesene. Die restlichen 5% entfallen auf Thermostatventile, bei keinem der Objekte wurde eine Vorlauftemperatur von unter 30°C gewählt.

2.3.4. Übereinstimmung der Angaben zur Vorlauftemperatur

Die Angaben über die Vorlauftemperatur auf dem Formular EN-103 stimmte in 67 Fällen, respektive 100% mit den Angaben im Formular EN-102 überein.

Nachweise mit fehlenden Formularen EN-102, EN-103 und/oder Einzelbauteilnachweise flossen nicht in die Beurteilung ein.

2.3.5. Übereinstimmung Deklaration Art der Wärmeerzeugung

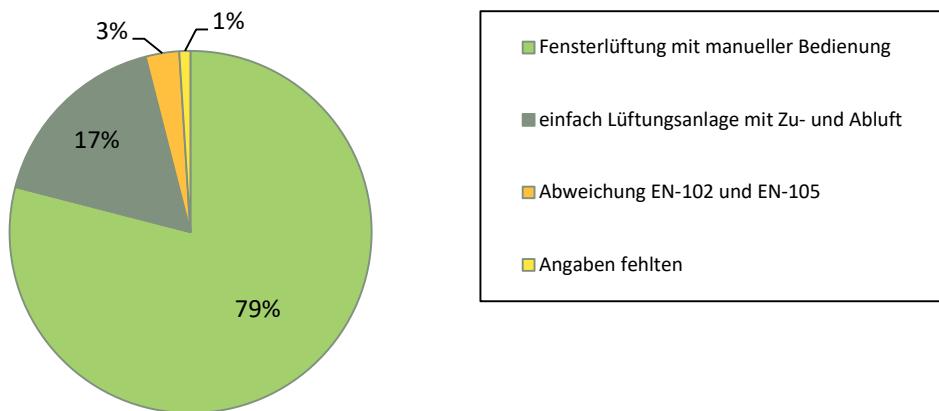
In dieser Auswertung wurde die Übereinstimmung zwischen den in EN-101 und EN-103 der projektierten Heizsysteme geprüft. In 55 Fällen wurde eine rechnerische Lösung erstellt, hierbei wurde das Heizsystem nicht erfasst, weshalb kein Vergleich zum EN-103 erstellt werden konnte.

In 24 Fällen stimmten die Angaben aus dem Fachbereich Energiebedarf mit dem Formular Heizungs- und Warmwasseranlagen überein. Bei 2 Nachweisen war eine Beurteilung nicht möglich, es fehlten die Nachweise EN-101 oder EN-103. Lediglich bei zwei Projekt wurde eine Abweichung der deklarierten Heizsysteme festgestellt.

2.4. Fachbereich Lüftungstechnische Anlagen (EN-105)

2.4.1. Dokumentation der Anlagen

Bei 15 Objekten wurde eine einfach Lüftungsanlage mit Zu- und Abluft installiert, 79% der Bauten (67 Stück) werden über die «Fensterlüftung mit manueller Bedienung» gelüftet, bei zwei Projekten gab es Abweichungen zwischen dem EN-102 und dem EN-105 und bei einem Objekt fehlten die Angaben zur Lüftung.



Figur 24: Dokumentation der Lüftungstechnischen Anlagen

3. Nebenuntersuchung EN-104 Eigenstromerzeugung

3.1. Zielsetzung

Seit der Umsetzung der MuKE 2014 sind Neubauten gesetzlich verpflichtet, einen Teil ihres Strombedarfs selbst zu erzeugen. Die Anforderungen sind in den kantonalen Energieverordnungen geregelt und enthalten teils kantonale Sonderbestimmungen sowie verschiedene Erfüllungsoptionen.

Kantonale Versionen EN-104							
	EN-104	EN-104 AR	EN-104 GL	GR = EN-104	EN-104 SG	SZ = EN-104	EN-104 ZH
Möglichkeiten zur Befreiung							
Bagetellerweiterung (Anbau, Aufstockung)	x	x	x	x	x	x	x
Andere Elektrizitätserzeugungsanlage	x	x	x	x	x	x	x
Ersatzabgabe	x	x	x	x	x		
Ersatzinvestition			x	x	x		x
Globalstrahlung zu tief				x		x	
Anforderung an E_{HWL} mind. 20% unterschritten						x	
Weiteres							
Reduktion des gewichteten Energiebedarfs					x		x
maximale Anforderung 30 kWp	x		x	x	x	x	
Pläne 1:100	x	x	x	x	x	x	x

Figur 25: Tabelle Kantonale Unterschiede EN-104

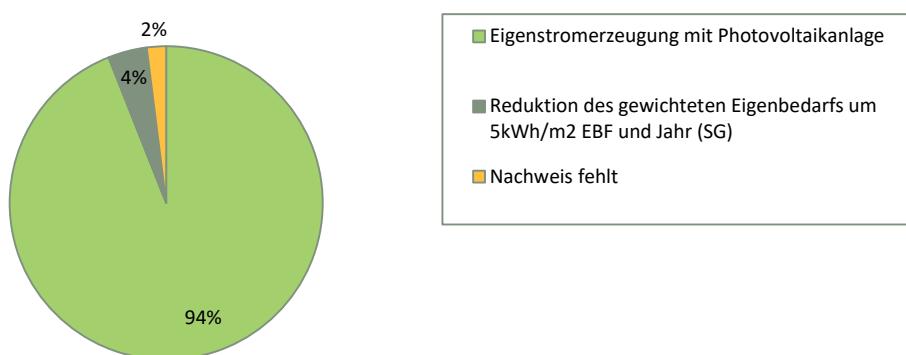
Erstmals wurden Daten bezüglich «Eigenstromerzeugung» erfasst. Insbesondere:

- Gewählte Lösung: z.B. PV-Anlage auf Gebäude, Stromerzeugung mittels Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV), Andere Elektrizitätserzeugung, Befreiung von der Eigenstromerzeugung, Ausnahmegesuch, etc.
- Projektete Leistung kWp/m² EBF
- Projektierter Anlagetyp: Aufdach, Indach, Fassade, Balkon, Andere
- Projektete Ausrichtung der Anlage
- Projektete Dachneigung der Anlage
- Abschätzung der maximalen Dachflächenbelegung (Potential)

3.1.1. Gewählte Lösung zur Erfüllung der Eigenstromerzeugung

Die Anforderung der Eigenstromerzeugung bei Neubauten kann durch eine frei gewählte Art der Stromerzeugung gedeckt. Es besteht auch die Möglichkeit zur Befreiung, hier regelt der jeweilige Kanton die Vorgaben.

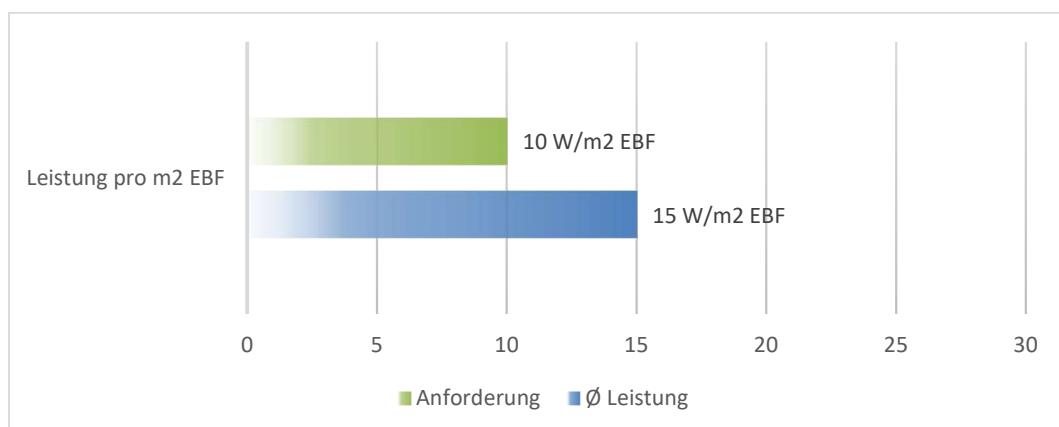
Von 85 geprüften Nachweisen waren 81 nachweispflichtig. Bei 76 Objekten erfolgte der Nachweis der Eigenstromerzeugung mittels Photovoltaikanlage (PV). Bei drei Objekten im Kanton St. Gallen wurde der Nachweis durch die Reduktion des gewichteten Eigenbedarfs um 5 kWh/m² EBF und Jahr nachgewiesen, bei 2 Objekten fehlte der Nachweis.



Figur 26: Gewählte Lösung zur Erfüllung der Eigenstromerzeugung

3.1.2. Durchschnittlich projektierte Leistung kWp/m² EBF

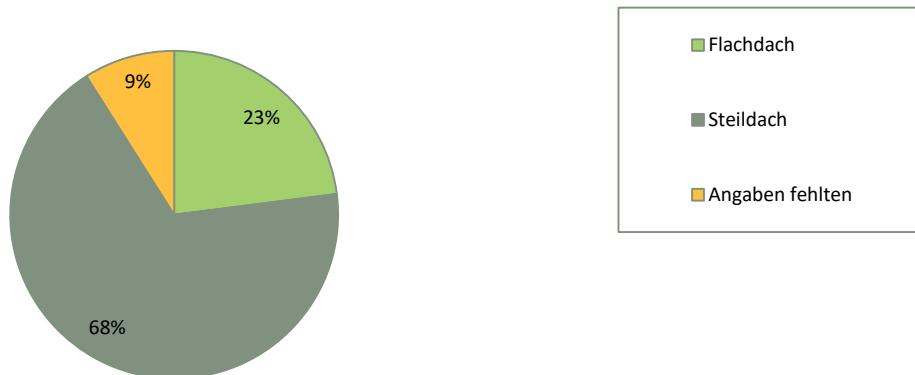
Die gesetzliche Mindestanforderung für die Eigenstromerzeugung bei Neubauten liegt bei 10 Watt (W) pro m² EBF. Eine Photovoltaik-Anlage kann auf, am oder im Gebäude installierte werden. In den Ostschweizer Kantonen liegt die durchschnittlich projektierte Leistung bei 15 W pro m² EBF.



Figur 27: Durchschnittlich projektierte Leistung

3.1.3. Projektierter Anlagetyp

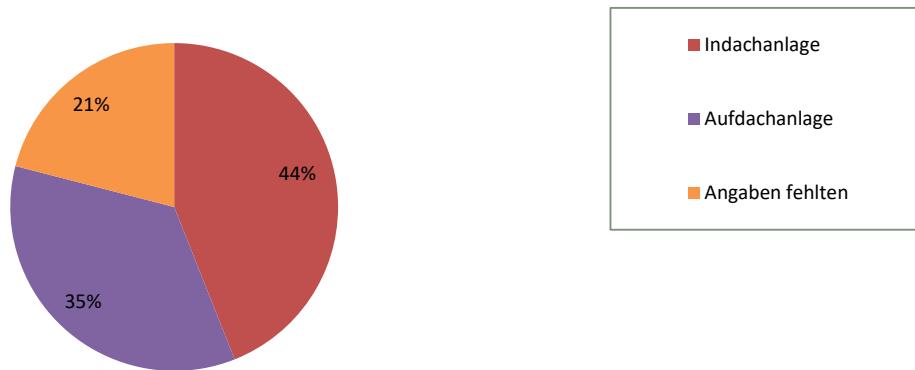
Von den 81 geprüften Neubauprojekten konnten bei 74 Anlagen der Anlagetyp bestimmt werden. Davon wurden 19 Anlagen auf Flachdächern und 55 auf Steildächern installiert. Bei 7 Objekten fehlten Angaben zur Dachkonstruktion oder sie waren aufgrund kombinierter Steil- und Flachdachkonstruktionen aus den Plänen nicht ersichtlich.



Figur 28: Projektierter Anlagetyp

3.1.4. Projektierter Anlagetyp beim Steildach

Von 55 PV-Anlagen auf Steildächern wurden 24 als Indach- und 19 als Aufdachanlagen nachgewiesen. Bei 12 Anlagen war die Ausführungskonstruktion nicht eindeutig zuordenbar.



Figur 29: Projektierter Anlagetyp beim Steildach

3.1.5. Projektierte Ausrichtung der PV-Anlagen auf dem Flachdach

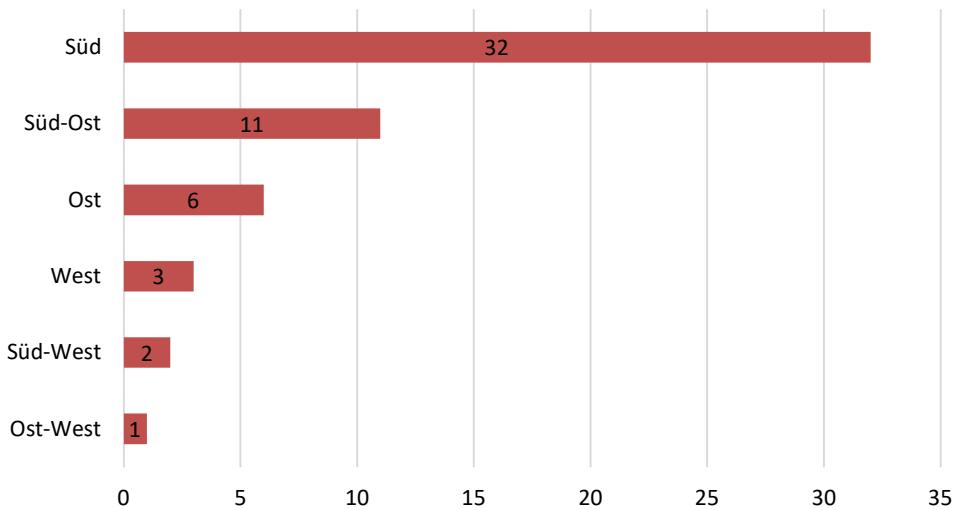
Von 19 PV-Anlagen auf Flachdächern konnten bei drei Anlagen eine Ost-West- und bei weiteren drei eine Südausrichtung ermittelt werden. Bei 13 Anlagen war anhand der Baueingabeunterlagen keine Ausrichtung definierbar.

Die Auswertung ist erschwert, da zum Zeitpunkt der Baueingabe oft noch keine genauen Angaben zur PV-Anlage vorliegen. Das Formular EN-104 verlangt keine Angabe zur Ausrichtung; eine konkrete Planung erfolgt meist erst in der Projektphase «Bauprojekt» nach rechtskräftiger Baubewilligung.

3.1.6. Projektierte Ausrichtung der PV-Anlagen auf dem Steildach

Von 55 PV-Anlagen auf Steildächern hatten 38 Anlagen eine Ausrichtung, 17 Anlagen waren auf zwei Dachflächen verteilt, und bei zwei Objekten erstreckten sich die Anlagen auf drei Dachflächen.

Die Ausrichtung der Steildächer war aufgrund besserer Plangrundlagen klarer dokumentiert, was eine genauere Zuordnung in der Auswertung ermöglichte.



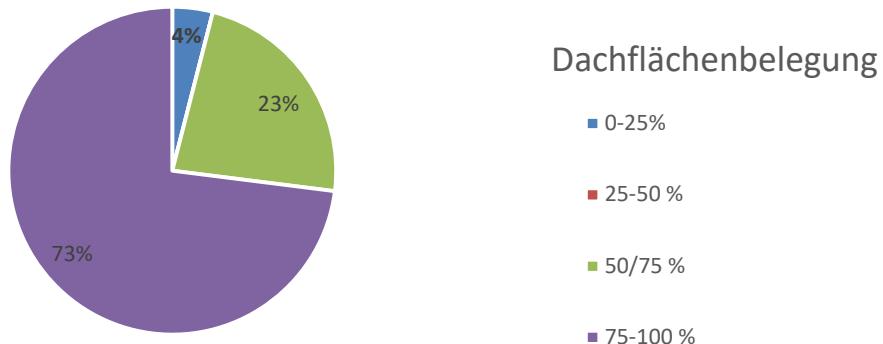
Figur 30: Projektierte Ausrichtung der PV-Anlagen auf den Steildächern

3.1.7. Abschätzung der maximalen Dachflächenbelegung

Anhand der Plangrundlagen wurde eine Abschätzung der geplanten im Verhältnis zur maximalen Dachflächenbelegung evaluiert. Als Grundlagen zur Definition der Maximalbelegung diente die Vollzugshilfe Minergie.

- bereits belegte / projektierte Dachflächen
- freie Dachflächen unter Berücksichtigung des Neigungswinkels und der Dachausrichtung
- Berücksichtigung von Verkehrsflächen für Unterhalt und Dachaufbauten etc.
- mögliche Flächen an Anbauten (z.B. Garagen, Nebengebäuden etc.)

In den Ostschweizer Kantonen liegen rund 70 % der Projekte bereits nahe der maximal möglichen Dachflächenbelegung. Bei 17 Anlagen besteht ein geringes und bei 3 Anlagen ein grosses Erweiterungspotenzial.



Figur 31: Abschätzung Dachflächenbelegung

3.1.8. Fazit aus der Nebenuntersuchung „Eigenstromerzeugung“

Die Pflicht zur Eigenstromerzeugung bei Neubauten kann auf verschiedenen Wegen erfüllt werden: Eine Übersicht über die kantonalen Varianten ist in Figur 25 auf Seite 29 zu finden. Die Vorschrift wird überwiegend durch Photovoltaikanlagen erfüllt. Von 81 pflichtigen Objekten erbrachten 76 den Nachweis mittels PV-Anlagen, bei drei Objekten wurde eine Reduktion des gewichteten Energiebedarfs um 5 kWh/m² EBF nachgewiesen, bei 2 Objekten fehlte der erforderliche Nachweis. Die durchschnittlich geplante Leistung beträgt 15 W/m² EBF – dies ist 50% mehr Leistung als die gesetzliche Mindestanforderung.

Über 70 % der erhobenen Projekte nutzen die Dachflächen bereits weitgehend aus. Etwa ein Viertel der Dächer verfügen über begrenztes, nur 4% über grosses Ausbaupotenzial für zusätzliche PV-Leistung. Zwei Drittel der Stichprobe waren auf Steildächern geplante Anlagen. Bei Flachdächern ist die Ausrichtung mehrheitlich nicht dokumentiert, während sie bei Steildächern meist klar ersichtlich ist. Auf Steildächern sind Indach- etwas häufiger als Aufdachanlagen vertreten. Die häufigste Exposition der PV-Anlagen ist nach Süden.

Im Vergleich zu der Erhebung im Kanton Zürich resultierte in den Ostschweizer Kantonen eine höhere Nutzung des solaren Potenzials (Belegung der möglichen Fläche in Prozent) bei einer geringeren mittleren spezifischen Leistung. Diese Feststellung ist auf den ersten Blick kontraintuitiv: Werden 20 Watt pro m² Energiebezugsfläche (Kt. Zürich) geplant, wird eine höhere Belegung der Dachflächen als bei 15 W/m² EBF (OCH-Kantone) erwartet. Geometrisch bedingt steigt die Ausnutzung der Dächer mit der Gebäudehöhe, weil das Verhältnis von Dachfläche zu Energiebezugsfläche sinkt (die Anforderung jedoch gleichbleibt).

Im Kanton Zürich ist der Anteil Steildächer in der Stichprobe markant kleiner als in der Ostschweiz. Flachdächer bieten mehr Flexibilität bei der Ausrichtung und Neigung der Module. Steildächer weisen oft eine höhere Eigenverschattung auf. Da heute bei vielen Projekten das Dachgeschoss zu Wohnfläche ausgebaut wird, resultieren architektonisch Dachflächen, welche durch Einschnitte, Lukarnen und Fensterflächen geprägt sind. In solchen Fällen sinkt das nutzbare Solarpotenzial markant. Der Unterschied in der Ausnutzung kann dahin gehend gedeutet werden, dass Flachdächer eine höhere Belegung erlauben, das ökonomische Optimum vermeintlich nicht in der Vollbelegung ist.

Die Stichprobe der Vollzugsuntersuchung ist nicht repräsentativ für die Dachlandschaft insgesamt. Um ein umfassenderes Bild über die projektierte und umgesetzte Ausnutzung des solaren Potenzials zu erhalten, wird eine spezifische Untersuchung zu diesem Thema empfohlen.