

Revisionsentwurf 2013 der Norm SIA 380/1 und mögliche Auswirkungen auf kantonale Vorschriften

Bericht zuhanden der Konferenz Kantonalen Energiefachstellen (EnFK), AG MuKE

Überarbeitung 12. Dezember 2013

MINERGIE®  MADE IN SWITZERLAND

MINERGIE® Agentur Bau

St. Jakobs-Strasse 84, 4132 Muttenz, Telefon 061 467 45 10, Fax 061 467 45 43, agentur@minergie.ch

Auftraggeberin

Konferenz Kantonaler Energiefachstellen (EnFK)
vertreten durch Arbeitsgruppe MuKE, c/o. AWEL, Abteilung Energie, 8090 Zürich

Auftragnehmerin

MINERGIE Agentur Bau, 4132 Muttenz

Verfasser und Bearbeitung

Heinrich Huber, Leiter MINERGIE Agentur Bau
Christoph Sibold
Benjamin Flückiger
Caroline Roth
Martin Pfirter

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage und Auftrag	5
2. Vorgehen und Methode	5
Vorgehen	5
Gebäude-Sample	6
Methode und Werkzeuge	7
Berechnung Heizwärmebedarf Q_h und Energiebedarf E	8
Heizwärmebedarf und Energiebedarf:	9
Berechnungen für drei Energiestandards der Gebäudehüllen	10
3. Analyse der Gebäude mit Originaldaten	11
Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser	12
4. Analyse der Gebäude mit Standard-U-Werten	14
Gebäudekategorie I. Mehrfamilienhäuser	14
5. b-Werte im Nachweis	16
Erkenntnisse und Kommentar	17
6. Klimakorrektur	17
Grenzwerte für drei Klimastationen	18
Erkenntnisse und Kommentar	20
7. Wärmerückgewinnung bei Lüftungen und Abluftanlagen	21
Untersuchung	21
Lüftungswärmeverluste	21
Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser	23
Erkenntnisse und Kommentar	26
8. Ausnutzungsgrad, g-Werte von Fenstern	27
Variation g -Werte	27
Vergleich Klimastationen	30
9. Einzelbauteilnachweis und Wärmebrücken	32
Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser	33
Gebäudekategorie: II. Einfamilienhäuser	34
Erkenntnisse und Kommentar	35
10. Äquivalenter Fenster-U-Wert	36
Orientierungen im Vergleich	37
11. b-Werte in der Energiebilanz	37
Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizt	37
Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen Erdreich	37
12. Verschattungsfaktoren	37
13. Ausnutzungsgrad	38
14. Schlussfolgerungen	39

Anhang 1:	Gebäude mit Originaldaten	41
Anhang 2:	Gebäude mit Standard-U-Werten	57
Anhang 3:	Wärmerückgewinnung bei Lüftungen und Abluftanlagen	62
Anhang 4:	Ausnutzungsgrad, g-Werte von Fenstern	76
Anhang 5:	Vergleich Standardnutzung und Rechenwerte	86
Beilage:	Vergleich Vernehmlassungsentwurf SIA 380/1 Gartenmann Engineering AG	

1. Ausgangslage und Auftrag

Die Norm SIA 380/1, Thermische Energie im Hochbau wird überarbeitet. Die Vernehmlassung dauert bis am 30. November 2013. Die Energiefachstellenkonferenz (EnFK) hat die MINERGIE Agentur beauftragt, die Unterschiede zwischen der geltenden Norm SIA 380/1 "Thermische Energie im Hochbau", Ausgabe 2009 und SIA 380/1 "Heizwärmebedarf", Entwurf zur Vernehmlassung 2013, festzustellen und deren Auswirkungen auf die Berechnung der Energiebilanz und auf die Definition der Anforderungen aufzuzeigen. Dieser Bericht dient als Basis für die Stellungnahme der EnFK zur Vernehmlassung.

2. Vorgehen und Methode

Vorgehen

Die Änderungen in der Norm haben Auswirkung auf den Energienachweis (Grenzwert $Q_{h,li}$) und auf die Berechnung des Heizwärmebedarfs Q_h . Entsprechend werden die Untersuchungen in diesen beiden Bereichen durchgeführt. Im Vordergrund stehen einerseits die Berechnung des Grenzwertes mit und ohne b-Werte und die Temperaturkorrektur und andererseits die Untersuchungen zum Einbezug der Lüftungsanlagen in die Energiebilanz.

Zusätzlich werden die Anpassungen betreffend Wärmebrücken im Einzelbauteilnachweis überprüft und der neu eingeführte äquivalente Fenster-U-Wert beschrieben.

Im Anhang sind die Unterschiede von alter und neuer Norm einander gegenübergestellt.

Die Berechnungen wurden für ein 300 Gebäude umfassendes Gebäudesample durchgeführt. Die Resultate werden getrennt für die Gebäudekategorien dargestellt.

Zusätzlich wurden 7 ausgewählte Gebäude detailliert berechnet und im Speziellen die Auswirkungen der b-Werte im Nachweis untersucht. Der Bericht liegt bei.

Die folgende Abbildung zeigt eine thematische Übersicht der Untersuchungen:

Änderungen der Norm mit Auswirkungen auf:



Abbildung 1: thematische Übersicht der Untersuchungen

Gebäude-Sample

Als Basis für die Berechnungen dient eine Datensammlung von gesamthaft 300 Gebäuden aus verschiedenen Gebäudekategorien. Das Baujahr der Gebäude bewegt sich zwischen 2006 und 2013. Von den zwölf Gebäudekategorien gemäss SIA 380/1 wurden Gebäude aus neun Kategorien erfasst, Hallenbäder, Spitäler und Versammlungslokale fehlen in der Datengrundlage. Restaurants und Sportbauten sind je nur mit einem Gebäude vertreten, sie fliessen nur als Einzelbeispiele in die Untersuchung ein. Die folgende Tabelle zeigt Anzahl Gebäude und Gesamtfläche der Gebäudekategorien.

Gebäudekategorie gemäss SIA 380/1	Anzahl	EBF in m ²
I Wohnen Mehrfamilienhaus	74	216'849
II Wohnen Einfamilienhaus	73	18'817
III Verwaltung	59	253'826
IV Schulen	8	66'065
V Verkauf	27	156'376
VI Restaurants	1	5776
IX Industrie	39	83'402
X Lager	18	69'754
XI Sportbauten	1	6401
Total	300	877'266

Tabelle 1: Übersicht Gebäudesample 300 Gebäude

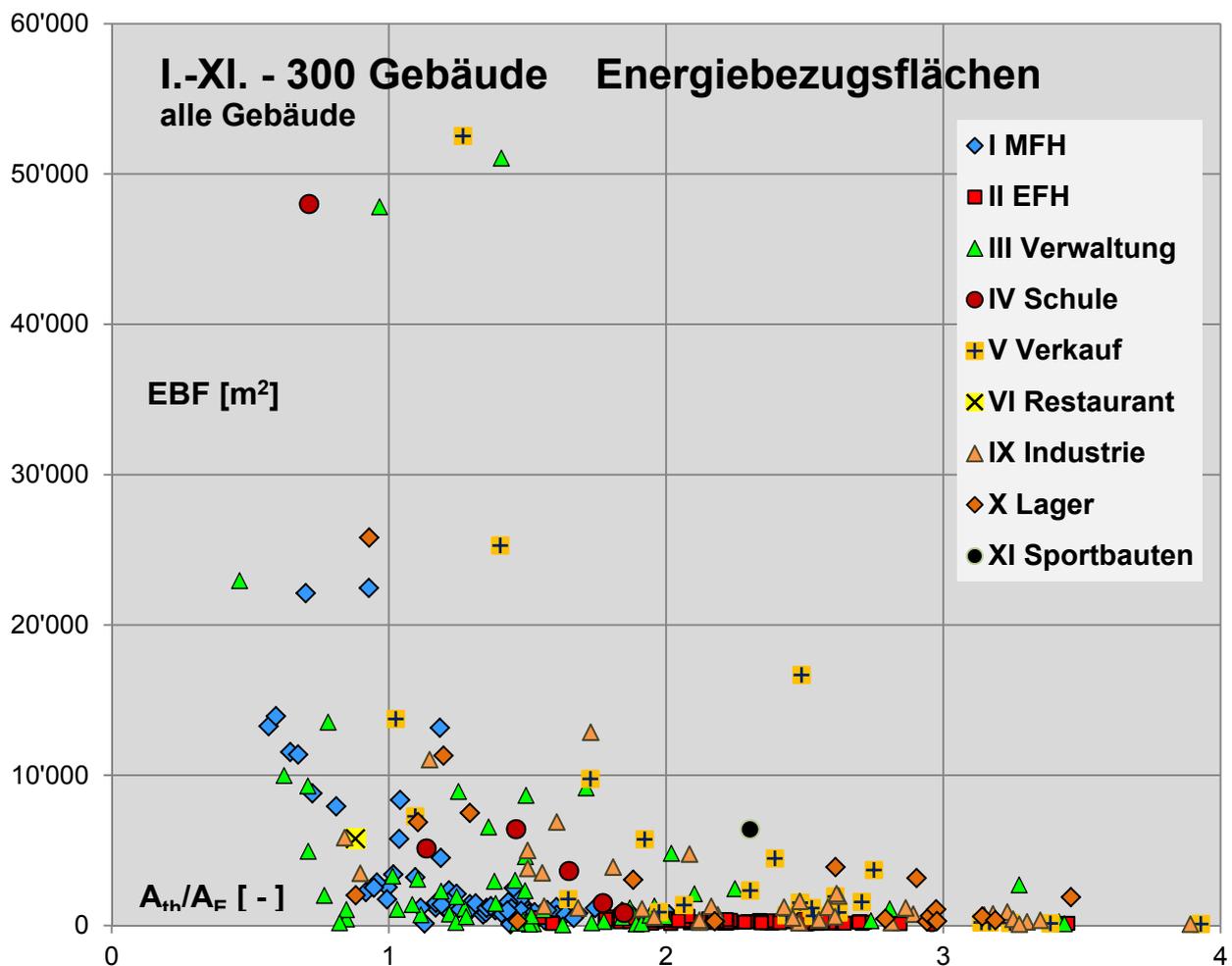


Abbildung 2: 300 Gebäude, Energiebezugsfläche und Gebäudehüllzahl nach Gebäudekategorien

Die Gesamtübersicht zeigt neben der Konzentration von kleineren Bauten bis ca. 1500m² auch die grosse Spannweite der Energiebezugsflächen (EBF) bei Verwaltungsbauten, Schulen und Verkaufsräumen bis 50'000m².

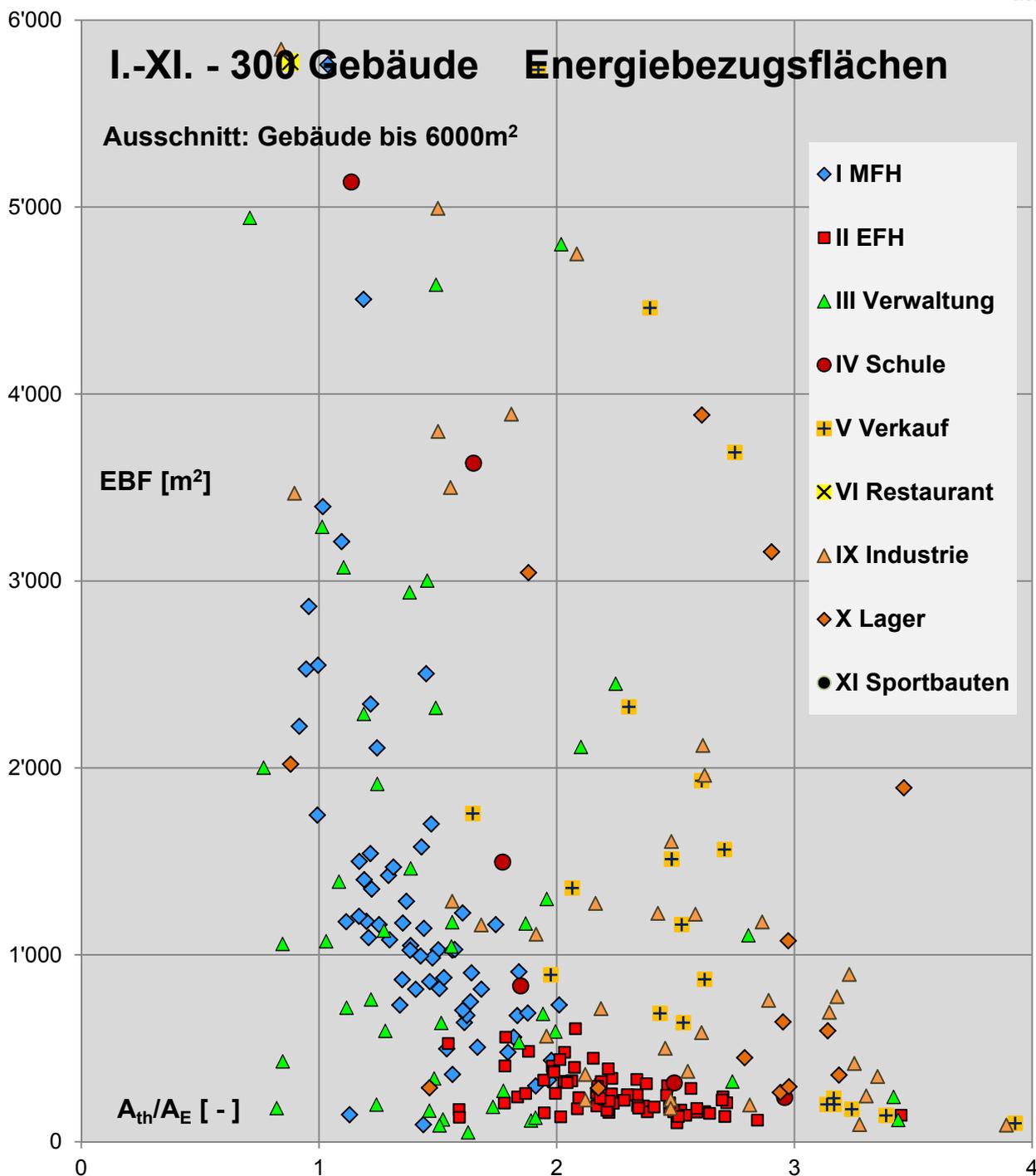


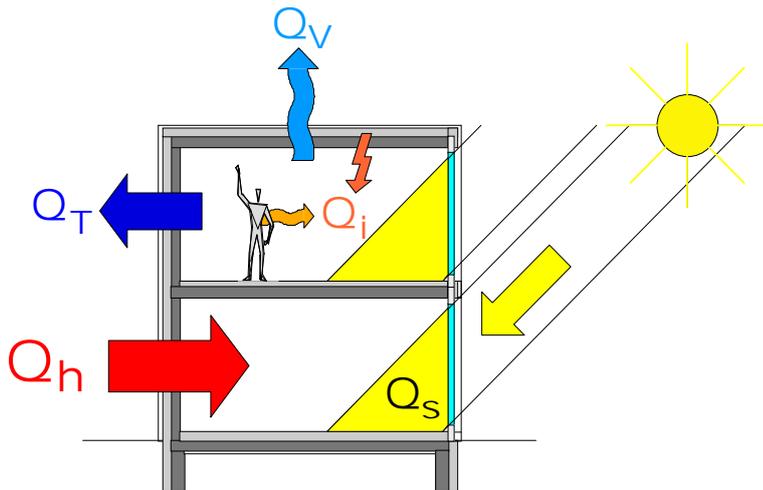
Abbildung 3: 300 Gebäude, Energiebezugsflächen und Gebäudehüllzahlen nach Gebäudekategorien (Ausschnitt bis 6000 m² EBF)

Wird der Fokus auf die Gebäude bis 6000m² EBF gelegt, werden Datenwolken erkennbar mit typischen Grössenordnungen der Gebäudehüllzahl: Mehrfamilienhaus: 1 bis 2, Einfamilienhaus: 1.4 bis 2.8, Verwaltung: 0.7 bis 2.1.

Methode und Werkzeuge

In dieser Untersuchung werden Berechnungen des Heizwärmebedarfs gemäss SIA 380/1:2009 ("ALT") und SIA 380/1, Vernehmlassung 2013 ("NEU") einander gegenüber gestellt. Wie schon in früheren Arbeiten wurden die Auswertungen mit dem MuKen-Tool (Blatt "Grenzwert Untersuchung") an den Gebäuden mit Originaldaten (Blatt DB_Geb_orig") und mit neuen Daten gemäss Einzelbauteilanforderungen im Jahr 2009 (ALT) und 2013 (NEU) durchgeführt. Für die jeweiligen Berechnungen waren Anpassungen des Tools erforderlich, es wurden Makros erweitert und neue Formeln in die Excel-Blätter integriert.

Berechnung Heizwärmebedarf Q_h und Energiebedarfe



Berechnung Heizwärmebedarf Q_h

Norm SIA 380/1: Thermische Energie im Hochbau

$$Q_T + Q_V - \eta_g \times (Q_i + Q_s) = Q_h \leq Q_{h,li} = (Q_{h,li0} + \Delta Q_{h,li0} \times (A_{th}/A_E)) \times f_{TK}$$

Heizwärmebedarf	Q_h kWh/m ²	Grenzwert	$Q_{h,li}$ kWh/m ²
Transmissionswärmeverluste	Q_T kWh/m ²	Basiswert	$Q_{h,li0}$ kWh/m ²
Lüftungswärmeverluste	Q_V kWh/m ²	Basiswert	$\Delta Q_{h,li}$ kWh/m ²
Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge	η_g -	Thermische Gebäudehüllfläche	A_{th} m ²
Interne Wärmegewinne	Q_i kWh/m ²	Energiebezugsfläche	A_E m ²
Solare Wärmegewinne	Q_s kWh/m ²	Temperaturkorrektur	f_{TK} -

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs ist nur ein Zwischenschritt für die Berechnung des gesamten Energiebedarfs eines Gebäudes .

Berechnung Energiebedarf E

Norm SIA 416/1: Kennzahlen für die Gebäudetechnik

$$E = g \times (Q_h/\eta_h) + g \times (Q_{ww}/\eta_{ww}) + g \times E_{el}$$

Energiekennzahl	E kWh/m ²	
Heizwärmebedarf	Q_h kWh/m ²	(Berücks.: allfällige Solaranlagen für Heizung)
Nutzungsgrad Heizung	η_h -	
Wärmebedarf Warmwasser	Q_{ww} kWh/m ²	(Berücks.: allfällige Solaranlagen für Warmwasser)
Nutzungsgrad Warmwasser	η_{ww} -	
Energiebedarf Elektrizität	E_{el} kWh/m ²	
Gewichtungsfaktor	g -	

Heizwärmebedarf und Energiebedarf:

Einfluss von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und von Abluftanlagen mit Wärmepumpen, die die Wärme aus der Abluft nutzen, auf die Berechnung der Energiebilanz eines Gebäudes.

Wärme- und Energiebilanz mit Standardnutzung

Berechnung Heizwärmebedarf Q_h

$$Q_T + Q_V - \eta_g \times (Q_i + Q_s) = Q_h \leq Q_{h,li} = (Q_{h,li0} + \Delta Q_{h,li0} \times (A_{th}/A_E)) \times f_{TK}$$

↑
Standardnutzung
Lüftungswärmeverluste

Berechnung Energiebedarf E

$$E = g \times (Q_h/\eta_h) + g \times (Q_{ww}/\eta_{ww}) + g \times E_{el}$$

Wärme- und Energiebilanz mit Lüftungsanlagen mit WRG (50%/70%/80%)

Berechnung Heizwärmebedarf Q_h

$$Q_T + Q_V - \eta_g \times (Q_i + Q_s) = Q_h \leq Q_{h,li} = (Q_{h,li0} + \Delta Q_{h,li0} \times (A_{th}/A_E)) \times f_{TK}$$

↑
Einfluss WRG
reduziert die Lüftungswärmeverluste

Berechnung Energiebedarf E

$$E = g \times (Q_h/\eta_h) + g \times (Q_{ww}/\eta_{ww}) + g \times E_{el}$$

↑
"Strombedarf Lüftung"
erhöht elektrizitätsbedarf

Wärme- und Energiebilanz mit Abluftanlage

Berechnung Heizwärmebedarf Q_h

$$Q_T + Q_V - \eta_g \times (Q_i + Q_s) = Q_h \leq Q_{h,li} = (Q_{h,li0} + \Delta Q_{h,li0} \times (A_{th}/A_E)) \times f_{TK}$$

↑
Einfluss der Abluftanlage
erhöht die Lüftungswärmeverluste

Berechnung Energiebedarf E

$$E = g \times (Q_h/\eta_h) + g \times (Q_{ww}/\eta_{ww}) + g \times E_{el}$$

↑
Erhöhte Jahresarbeitszahl
der Abluft- Wärmepumpe
⇒ Strombezug ABL-WP

↑
"Strombedarf Lüftung"
(erhöht elektrizitätsbedarf)

Berechnungen für drei Energiestandards der Gebäudehüllen

Die Analysen werden an den 300 Gebäuden für drei energetische Standards durchgeführt. Die Betrachtung der Gebäude mit Originaldaten dient als Übersicht über die Gebäudesammlung und mit standardisierten U-Werten können die Unterschiede zwischen geltender Norm und Vernehmlassungsentwurf gezeigt werden.

Standard 1: Gebäude mit Originaldaten

Gebäudehülle:

U-Werte: gemäss Gebäude-Sample

Berechnung:

Heizwärmebedarf Q_h ALT (SIA 380/1:2009) und Q_h NEU (SIA 380/1:2013)

Grenzwert $Q_{h,li}$ ALT (SIA 380/1:2009) und $Q_{h,li}$ NEU (SIA 380/1:2013)

Die Eingabedaten aus dem Gebäudesample werden unverändert in die Berechnung eingesetzt. Der Wärmeschutz der betrachteten Gebäude reicht von MINERGIE-P-Standard bis "gesetzliche Anforderung knapp nicht erreicht".

Standard 2: Gebäude mit Standard-U-Werten ALT

Gebäudehülle:

U-Werte: Grenzwerte Neubau, Einzelbauteilanforderungen ALT (SIA380/1:2009)

U-Wert aussen, opak = 0.20 W/m²K

U-Wert-Fenster U_w = 1.00W/m²K

Berechnung:

Heizwärmebedarf Q_h ALT (SIA 380/1:2009)

Grenzwert $Q_{h,li}$ ALT (SIA 380/1:2009)

Die U-Werte aller Bauteile werden gemäss Einzelbauteilanforderungen Neubau, SIA 380/1:2009, in Abweichung dazu die Fenster mit $U_w=1.00$ in die Berechnung eingesetzt.

Standard 3: Gebäude mit Standard-U-Werten NEU

Gebäudehülle:

U-Werte: Grenzwerte Neubau, Einzelbauteilanforderungen NEU (SIA380/1:2013)

U-Wert aussen, opak = 0.17 W/m²K

U-Wert-Fenster U_w = 1.00 W/m²K

Berechnung:

Heizwärmebedarf Q_h NEU (SIA 380/1:2013)

Grenzwert $Q_{h,li}$ NEU (SIA 380/1:2013)

Variationen:

An den Gebäuden mit Standard-U-Werten NEU werden weitere Analysen durchgeführt:

Berechnungen für die Klimastationen Zürich MeteoSchweiz, Lugano und Davos

Klimakorrektur

Variation Lüftungswärmeverluste

Variation g-Werte

3. Analyse der Gebäude mit Originaldaten

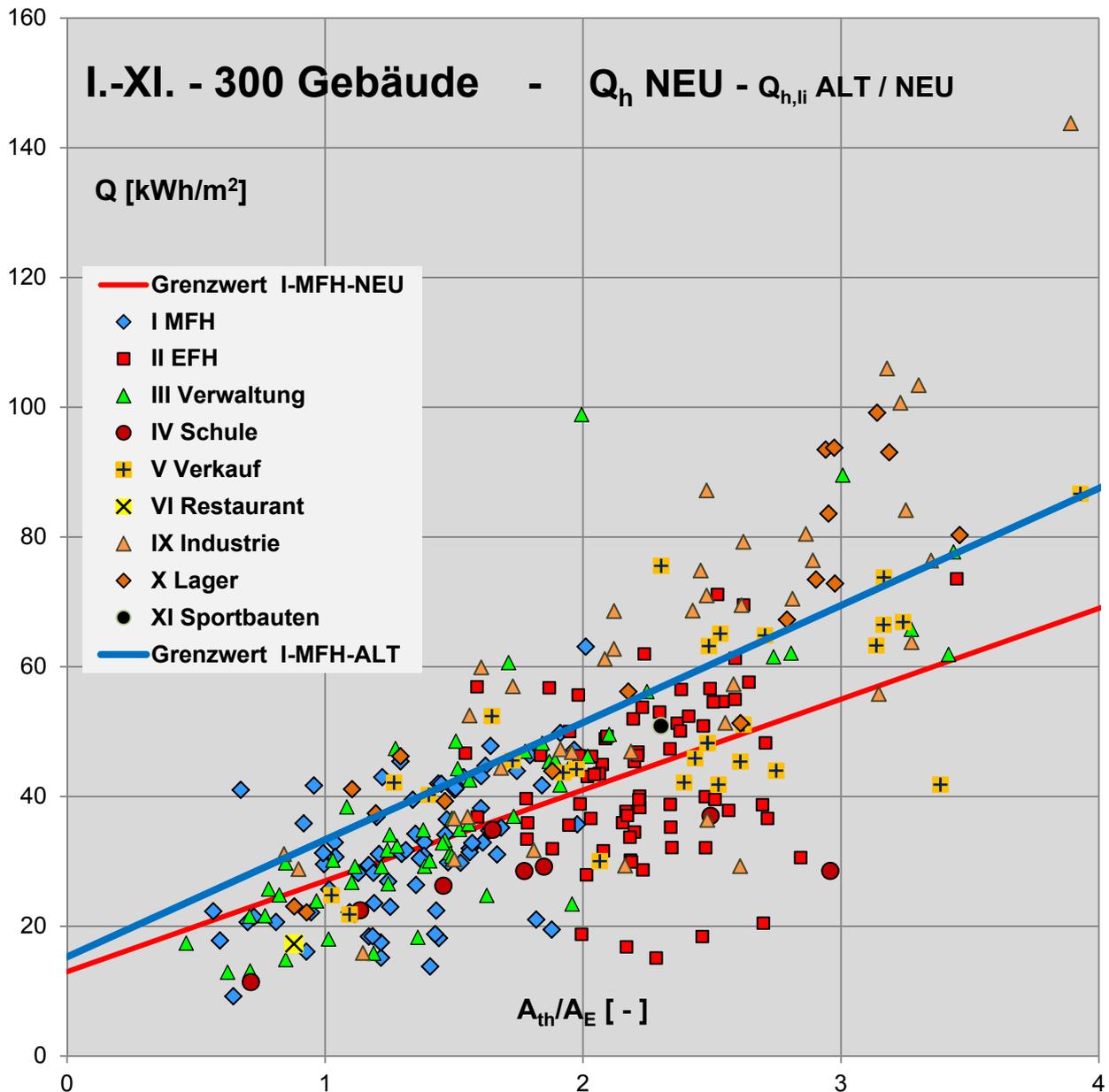


Abbildung 4: Alle Gebäude: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 300 Gebäude Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Die Übersicht zeigt den Heizwärmebedarf für alle 300 Gebäude. Die energetische Qualität der erfassten Gebäude ist sehr unterschiedlich und der Streubereich der Resultate ist gross. Für eine bessere Übersicht der Resultate müssen die Gebäudekategorien einzeln betrachtet werden.

Im folgenden Bericht werden die Resultate beispielhaft an den 74 Mehrfamilienhäusern gezeigt. Die ausführlichen Berechnungen über weitere Gebäudekategorien sind im Anhang zu finden.

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

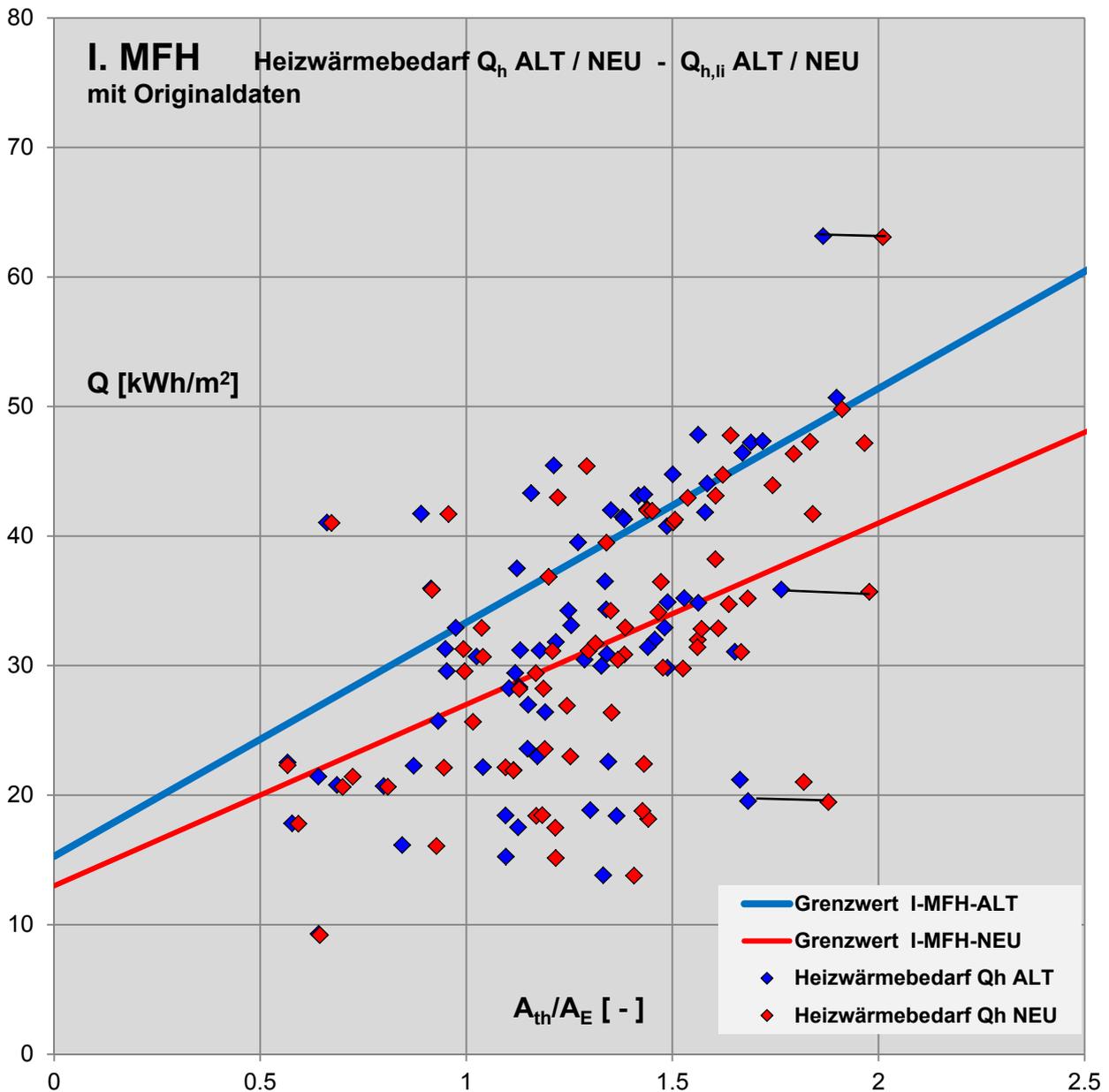


Abbildung 5: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Die Gegenüberstellung von alter und neuer Berechnung des Heizwärmebedarfs zeigt die Unterschiede:

- Die Gebäudehüllzahl steigt und damit bewegen sich die Gebäude in der Grafik nach rechts.
- Die Bewegung ist praktisch ausschliesslich horizontal, d.h. Heizwärmebedarf ALT und NEU liegen nahe beieinander, die Unterschiede in der Energiebilanz sind marginal
- Der Grenzwert erfährt eine deutliche Verschärfung (ca. 15%). Der Basiswert ($Q_{h,li0}$) sinkt und die Steigung der Kurve wird verringert.

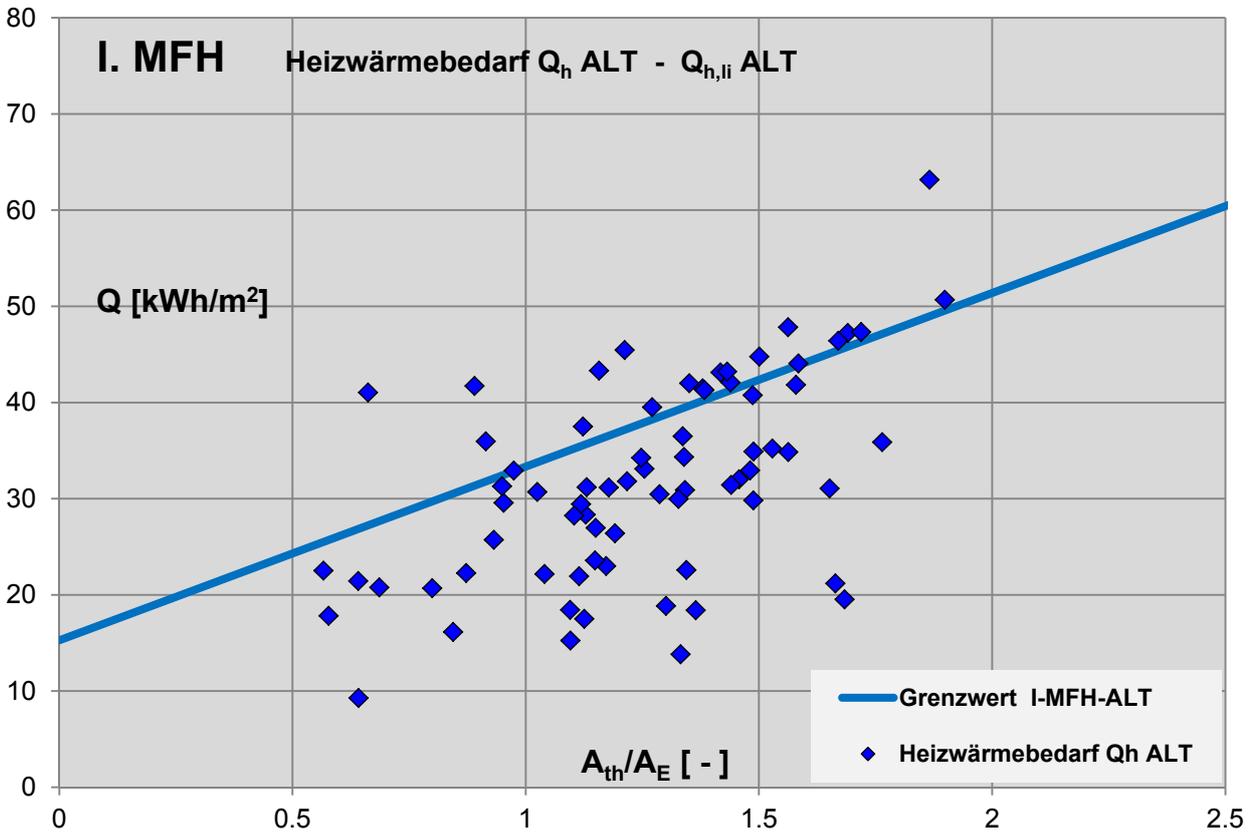


Abbildung 6: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT (Standardnutzung) und Grenzwert ALT. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

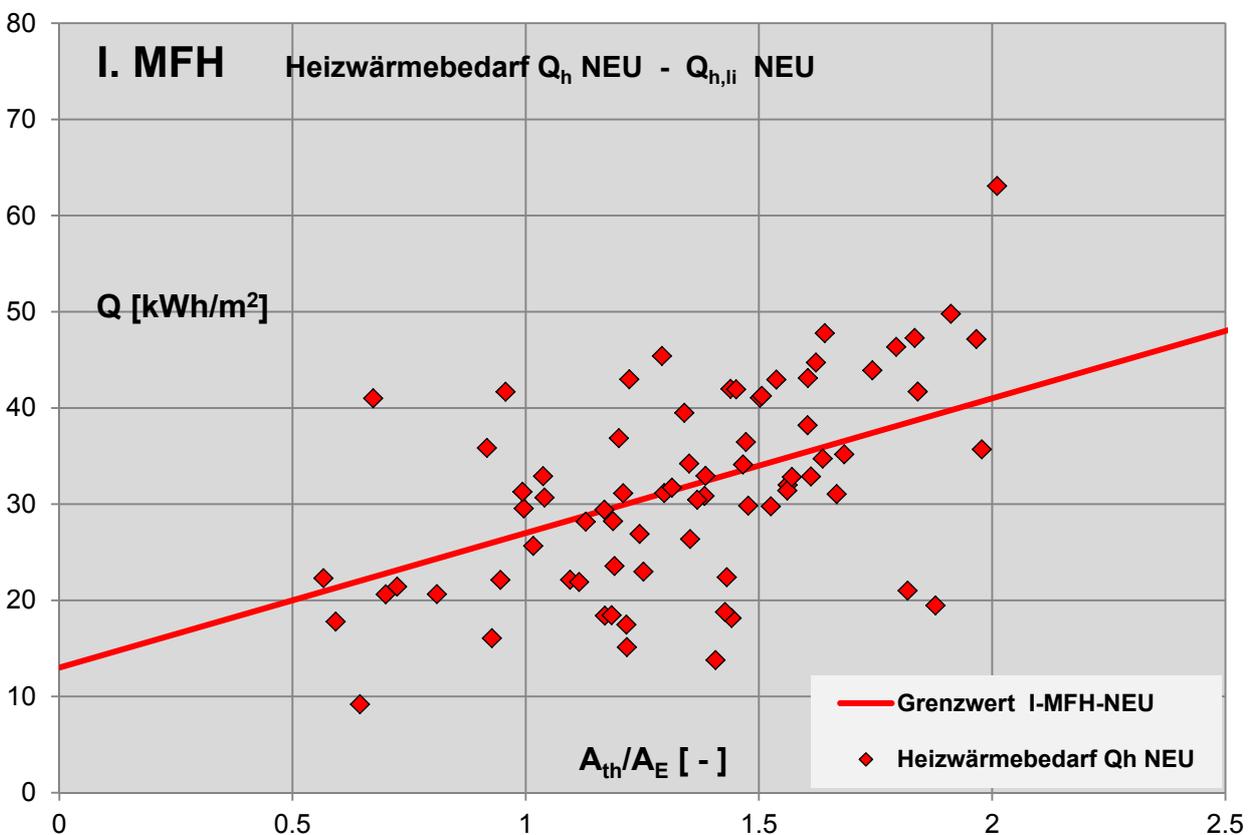


Abbildung 7: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert NEU. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

4. Analyse der Gebäude mit Standard-U-Werten

Gebäudekategorie I. Mehrfamilienhäuser

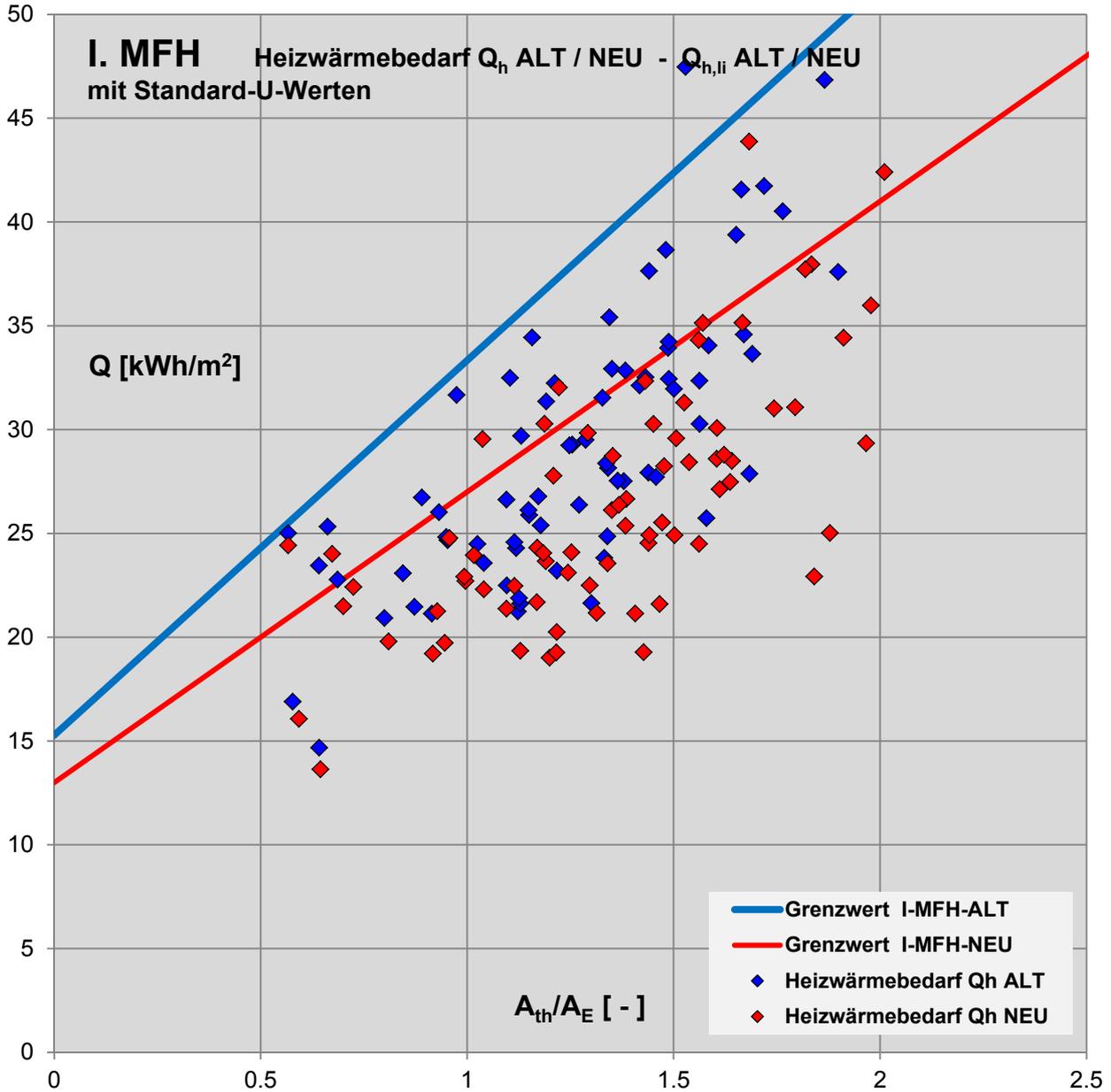
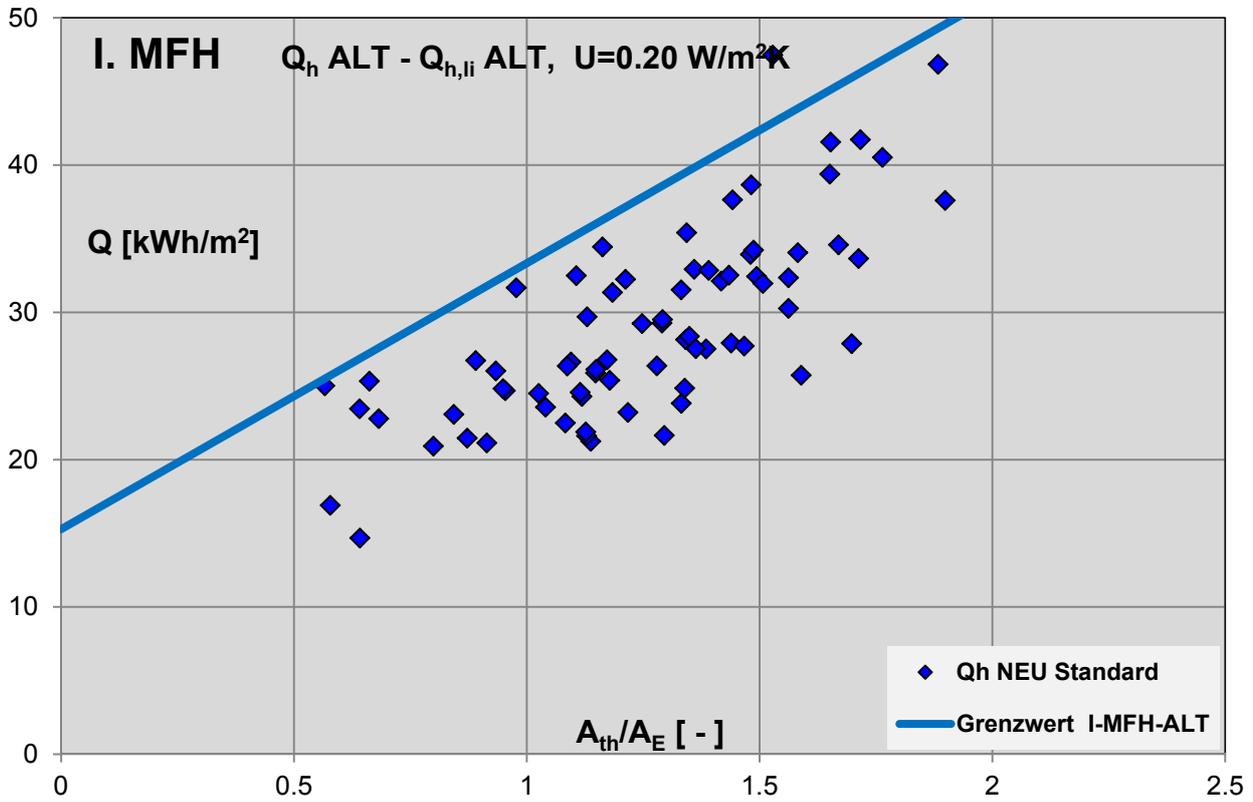


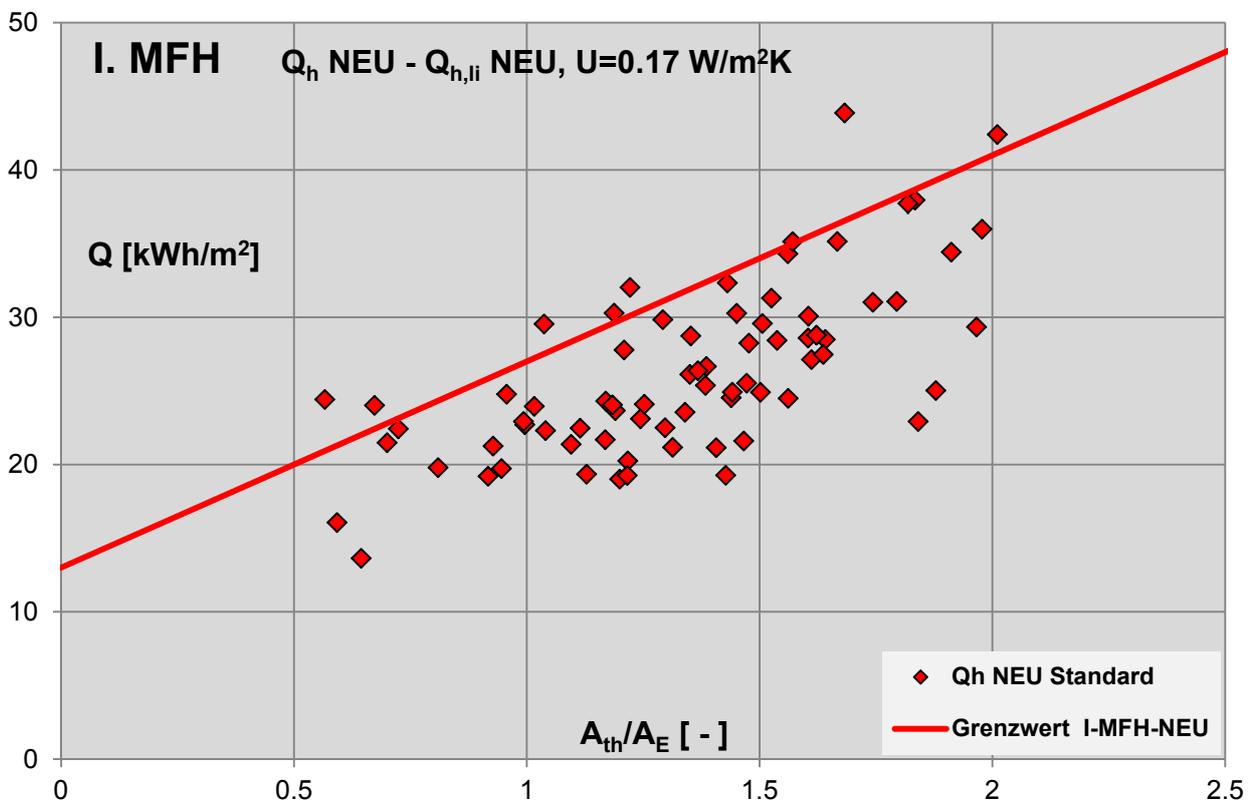
Abbildung 8: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT/NEU. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen ALT/NEU, Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, Zürich MeteoSchweiz

Die Einstellung aller U-Werte der Mehrfamilienhäuser auf die Grenzwerte Neubau bringt die Werte für Q_h im Vergleich zu den Gebäuden mit Originaldaten näher zusammen. Trotz identischen U-Werten bleibt aber geometriebedingt und stark abhängig von den solaren Wärmegewinnen eine Streuung der Resultate.



- 73 von 74 Gebäuden erfüllen den Grenzwert "ALT"

Abbildung 9: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen ALT, Fenster: $U_w=1.00\text{W/m}^2\text{K}$, Zürich MeteoSchweiz



- 67 von 74 Gebäuden erfüllen den Grenzwert "NEU"

Abbildung 10: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte NEU. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00\text{W/m}^2\text{K}$, Zürich MeteoSchweiz

5. b-Werte im Nachweis

Änderung in der Norm: b-Werte werden bei der Berechnung der thermischen Gebäudehüllfläche nicht mehr berücksichtigt.

Das hat einen Einfluss auf die Grenzwerte $Q_{h,li}$. Weiterhin fließen die b-Werte in die Ermittlung der Wärmeverluste, bzw. in die Berechnung des Heizwärmebedarfs ein, genau wie bereits in der SIA 380/1: 2009 üblich.

Ohne Berücksichtigung der b-Werte wird die Thermische Gebäudehüllfläche grösser. In Abhängigkeit vom Anteil Flächen gegen unbeheizt und gegen Erdreich beträgt die Vergrößerung der Hüllfläche je nach Gebäudekategorie und Gebäudegeometrie 7 bis 25%.

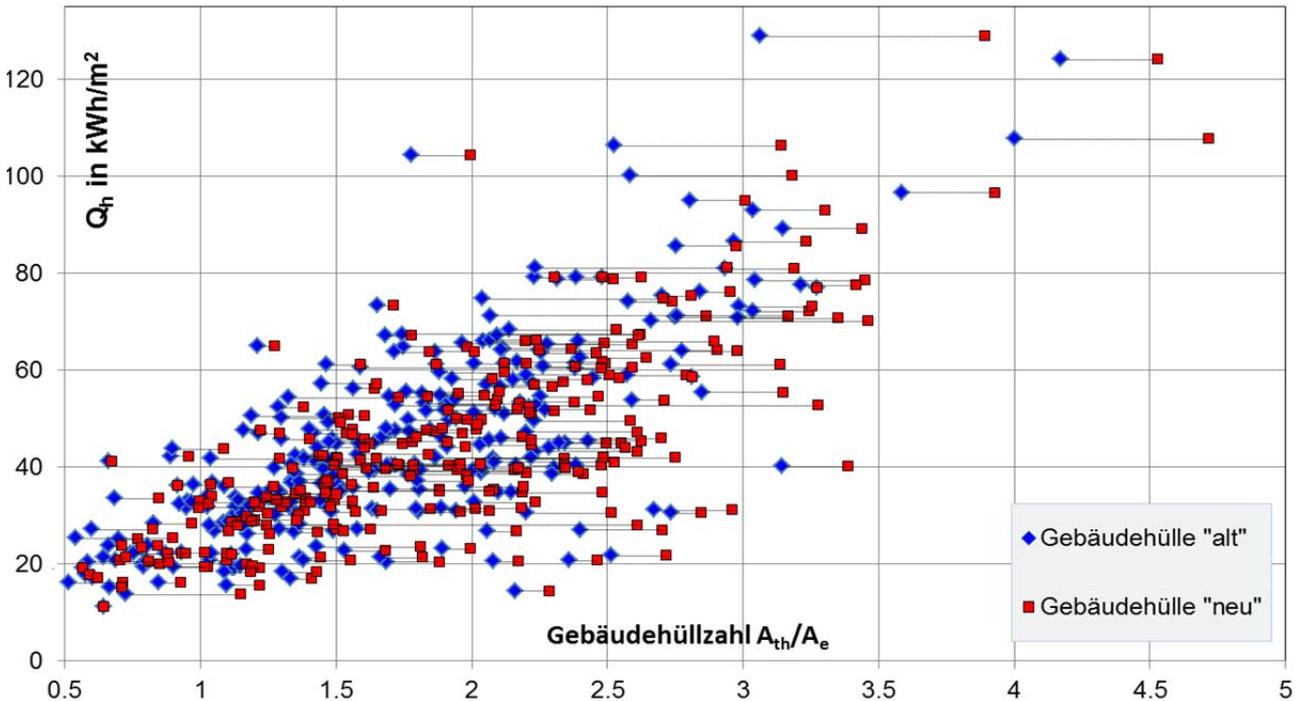


Abbildung 11: Anstieg der Gebäudehüllzahlen in der Berechnung $Q_{h,li}$ (ohne Berücksichtigung der b-Werte)

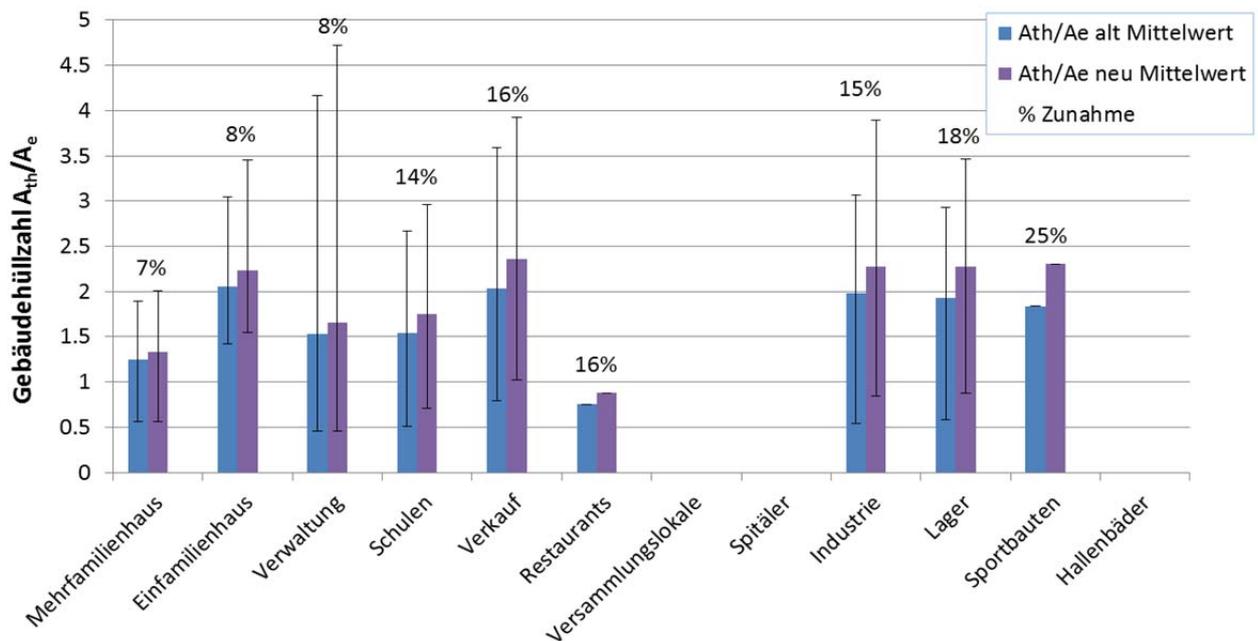


Abbildung 12: Änderung der Gebäudehüllzahl nach Gebäudekategorie

Ohne Berücksichtigung der b-Werte steigen die Gebäudehüllzahlen aller Gebäudekategorien an. Bei Wohn- und Verwaltungsbauten beträgt der durchschnittliche Anstieg 7 bis 8%, bei Schulen, Verkauf, Industrie- und Lagergebäuden 14 bis 18%. Die Streuung kann in Abhängigkeit der Gebäudegeometrie stark variieren.

Erkenntnisse und Kommentar

Das Weglassen der b-Werte bei der Berechnung der Gebäudehüllfläche bringt einen Anstieg des Grenzwerts $Q_{h,li}$ um 3 bis 4% bei Wohn- und Verwaltungsbauten und rund 7 bis 9% bei den anderen untersuchten Gebäudekategorien.

Der Anstieg ist abhängig vom Flächenanteil der Bauteile gegen unbeheizt und gegen Erdrreich an der Gebäudehüllfläche und im Besonderen von der Grösse einzelner Bodenflächen gegen Erdrreich. Bei Hallenbauten mit grossen Bodenflächen gegen Erdrreich wirkt sich dieser Effekt am stärksten aus.

6. Klimakorrektur

Änderung in der Norm: Die Jahresmitteltemperatur wird von 8.5 auf 9.4°C erhöht.

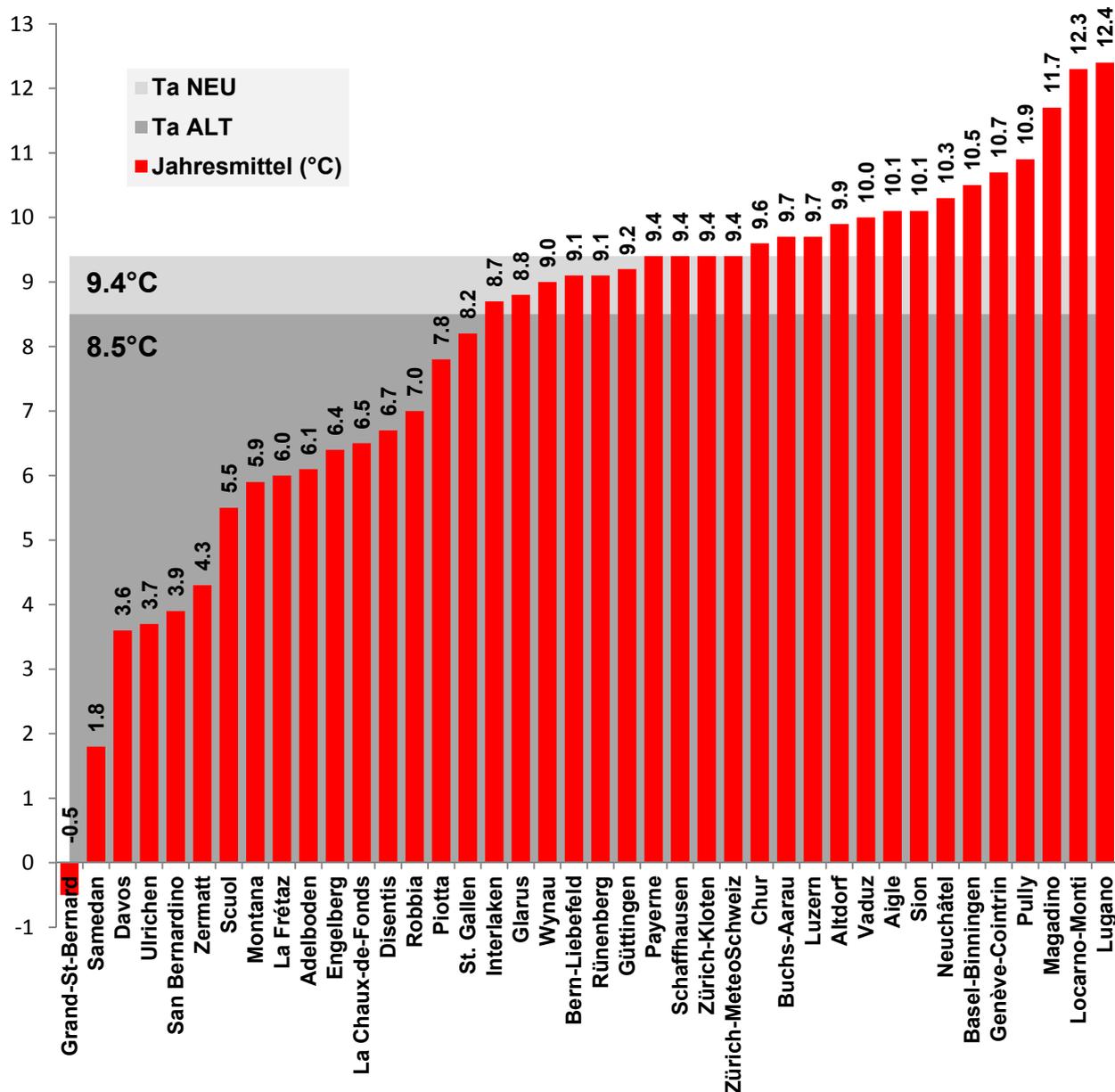


Abbildung 13: Mittlere Jahrestemperaturen der Klimastationen nach Merkblatt SIA 2028

Die mittleren Jahrestemperaturen der 40 Klimastationen aus SIA 2028 liegen zwischen minus 0.5°C (Grand St. Bernard) und 12.4°C (Lugano). Die beiden Stationen in Zürich (MeteoSchweiz und Kloten), Schaffhausen und Payerne bilden das Mittelfeld mit exakt 9.4°C durchschnittlicher Jahrestemperatur.

Die Bezugsgrösse der Temperaturkorrektur (Jahresmitteltemperatur) wird neu von 8.5°C auf 9.4°C angehoben. 0.9K Temperaturdifferenz bedeutet eine Erleichterung, der Grenzwert steigt allein durch diesen Effekt um 7.2%. Nach wie vor werden die Grenzwerte um 8% pro Kelvin Temperaturdifferenz korrigiert.

Grenzwerte für drei Klimastationen

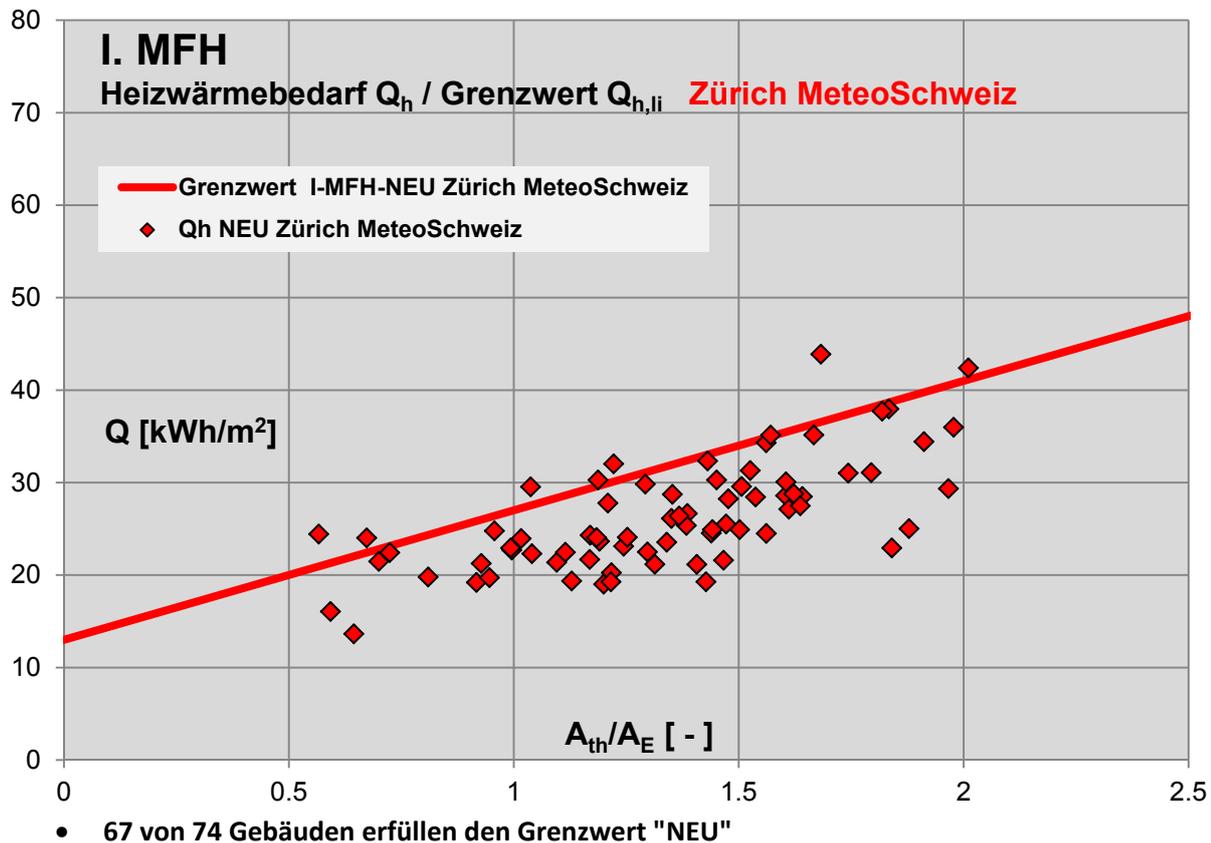


Abbildung 14: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert NEU. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, **Zürich MeteoSchweiz**

Die Heizwärmebedarfswerte der 74 Mehrfamilienhäuser liegen im Klima Zürich bei 15 bis 35 kWh/m² nahe bei einander. Transmissionsverluste und Sonnenenergiegewinne sind "klein" und deren Auswirkung auf den Heizwärmebedarf geringer als in Davos. Hier ist Wärmeleitung um rund 42% und das Globalstrahlungsangebot um bis 45% höher. In Lugano scheint es wenig einfacher zu sein, den Grenzwert einzuhalten. Nur 1 Gebäude liegt hoch. Die Transmissionsverluste sind um ca. 24% geringer als in Zürich, dagegen ist die jährliche Globalstrahlung von Süden um ca. 18% grösser.

Die Transmissionsverluste verhalten sich in etwa proportional zur Temperaturkorrektur. Das grosse Optimierungspotential liegt bei den solaren Wärmegewinnen. Deren geschickte Nutzung ermöglicht erst eine sehr energieeffiziente Bauweise.

Die Streuung beim Klima Davos zeigt den Einfluss der Strahlung auf den Heizwärmebedarf. Inwieweit ein Grenzwert an den Heizwärmebedarf ($Q_{h,li}$) eine Anforderung an die Qualität der Gebäudehülle darstellt, ist zu hinterfragen (vgl. dazu die Abbildungen im Anhang 4 ab Seite 76).

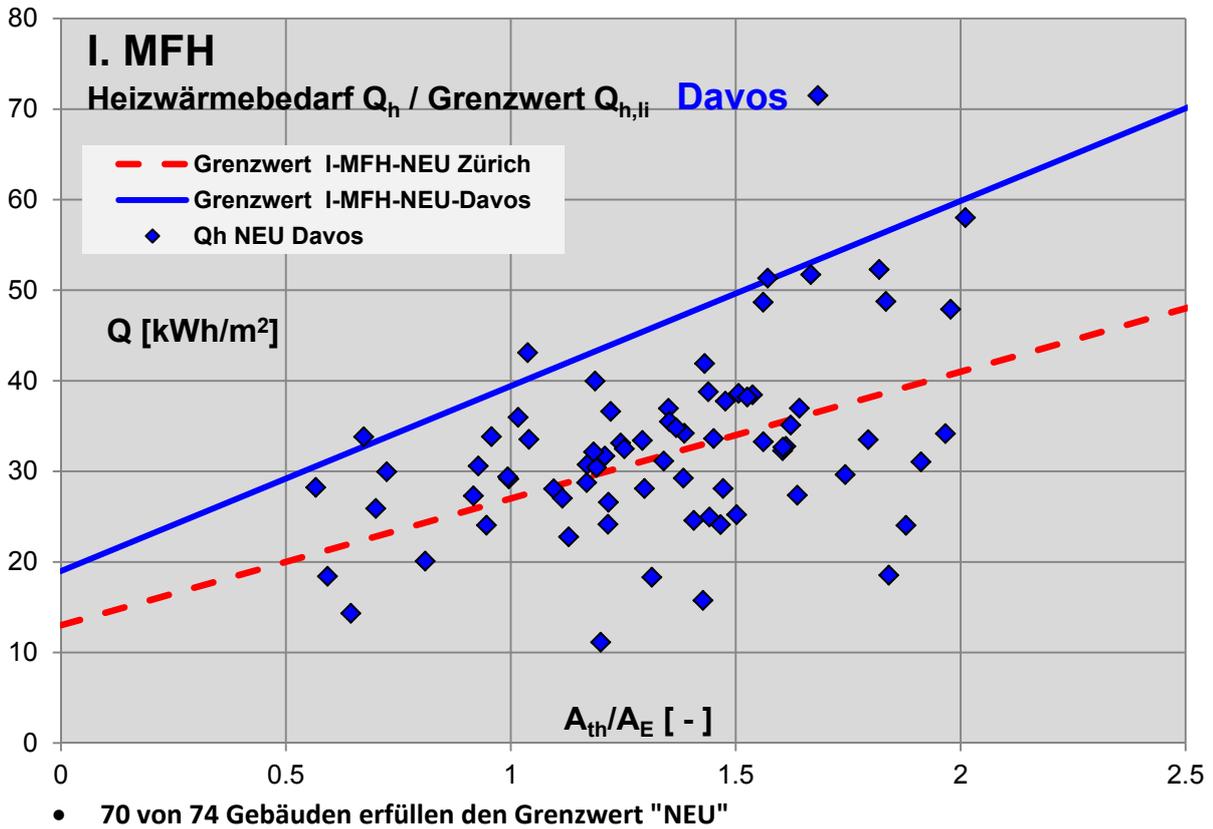


Abbildung 15: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert NEU. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, Davos

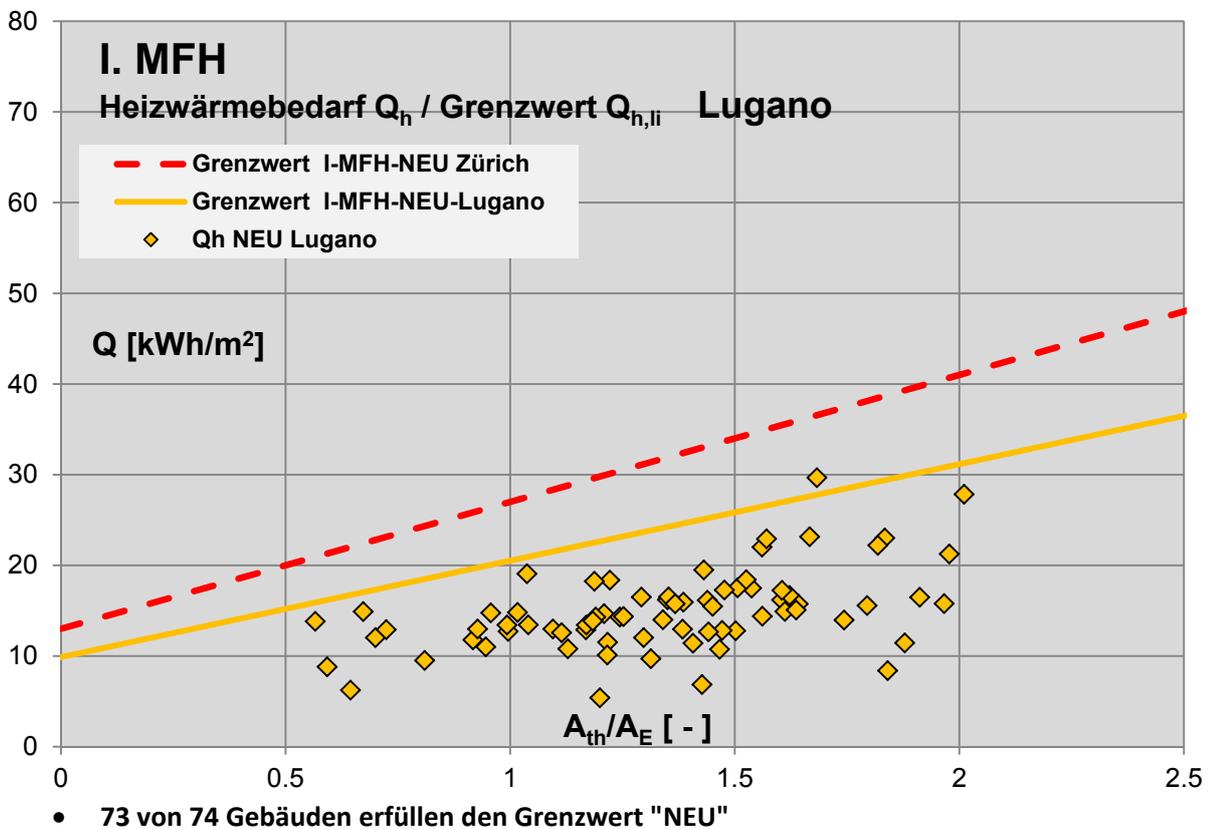


Abbildung 16: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert NEU.

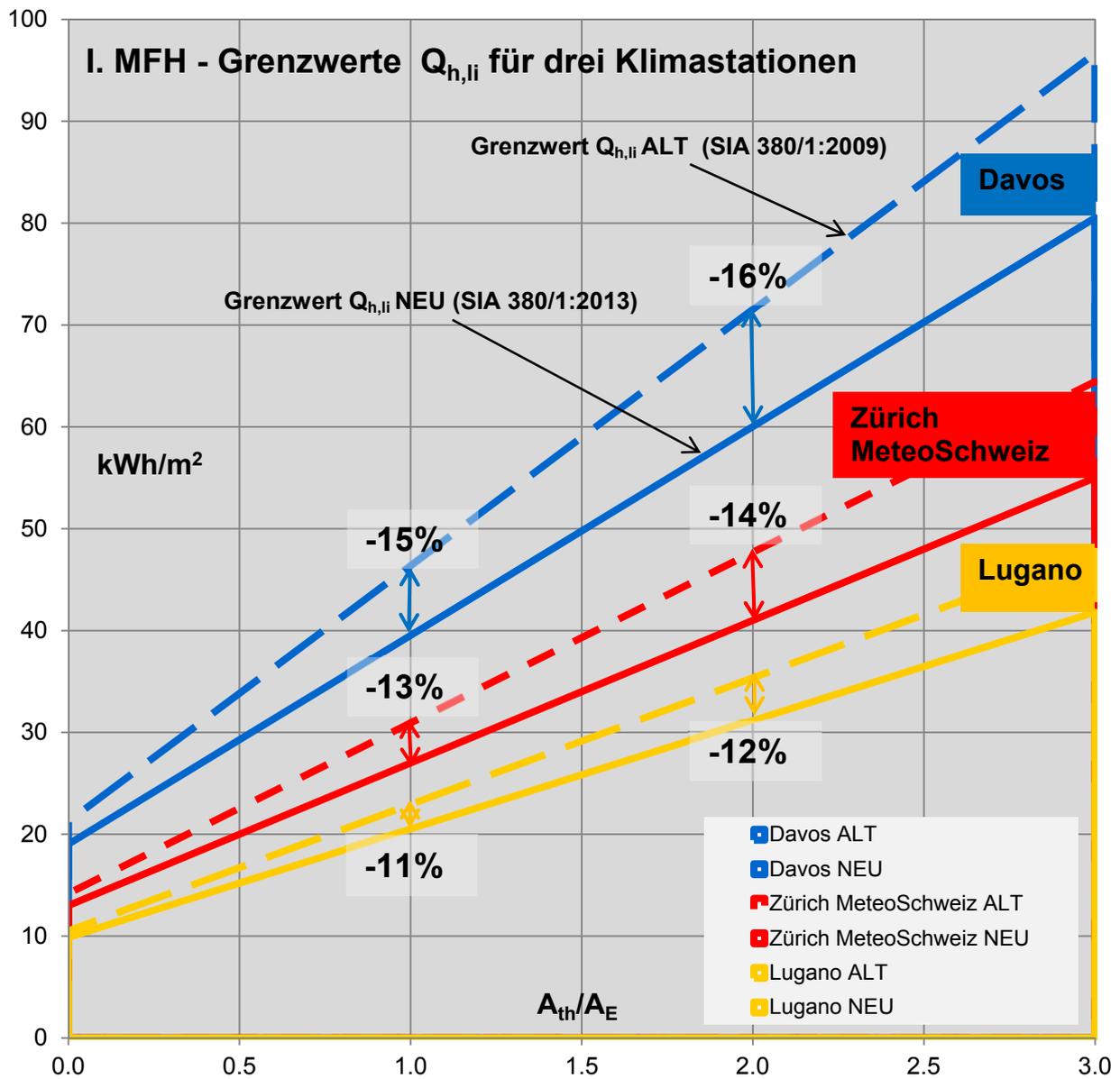


Abbildung 17: Grenzwerte $Q_{h,li}$ ALT und NEU im Vergleich, für Davos, Zürich, Lugano.

Erkenntnisse und Kommentar

Die neuen Grenzwerte liegen um 11 bis 16% tiefer als die alten, wobei der Anteil an $Q_{h,li}$ in % mit grösserer Gebäudehüllzahl und mit tieferer Aussentemperatur leicht zunimmt.

Die Veränderung des Grenzwertes nach Anpassung der Temperaturkorrektur beträgt in Davos plus 46% und in Lugano minus 24%.

7. Wärmerückgewinnung bei Lüftungen und Abluftanlagen

Änderung in der Norm:

"3.5.5 Thermisch wirksamer Aussenluft-Volumenstrom pro Energiebezugsfläche q_{th} ($m^3/(h \cdot m^2)$)"

Die neue Norm bietet eine Berechnungsmethode für den thermischen Aussenluft-Volumenstrom bei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) an. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Abluftanlagen sollen im Nachweis berücksichtigt werden können.

Untersuchung

Lüftungswärmeverluste und Transmissionswärmeverluste werden einander gegenübergestellt. Die durch die WRG eingesparte Wärme wird mit höheren U-Werten ausgeglichen, bei Abluftanlagen wird der Wärmeverlust des erhöhten Luftvolumenstroms durch tiefere U-Werte kompensiert. Der Heizwärmebedarf bleibt konstant.

Untersucht werden Wärmerückgewinnungen mit Temperatur-Verhältnissen 50%, 70% und 80%. Für die Abluftanlage wird ein Aussenluftvolumenstrom von $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ eingesetzt. Die Betrachtung umfasst die Gebäudekategorien I. MFH, II. EFH und III. Verwaltung mit einem Aussenluft-Volumenstrom von $0.7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ (Standardnutzung). Die Berechnungen mit Standardnutzung und mit Lüftung mit WRG werden in einer Grafik gegenübergestellt. Eine weitere Grafik zeigt die Auswirkungen auf die U-Werte: Vergrößerung und Verkleinerung der U-Werte werden als Differenz angegeben. Die Berechnung umfasst alle Bauteile am Gebäude. Die Bauteile gegen unbeheizt werden mit b-Werten korrigiert.

Folgende Fragen werden beantwortet:

Um wie viel können die U-Werte steigen, so dass die Vergrößerung der Transmissionswärmeverluste der Verringerung der Lüftungswärmeverluste entspricht? Bzw. Wie tief müssen die U-Werte sinken, um die Wärmeverluste durch erhöhten Luftwechsel auszugleichen?

Lüftungswärmeverluste

Der Aussenluft-Volumenstrom ist für die drei untersuchten Gebäudekategorien mit $0.70 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ identisch. Entsprechend sind auch die Lüftungswärmeverluste gleich gross. Gemäss Berechnung aus der Norm SIA 380/1: 2013 (Kap 3.5.5) kann mit dem Temperaturverhältnis der Wärmerückgewinnung die Differenz der Lüftungswärmeverluste und der thermische Aussenluftvolumenstrom ermittelt werden.

thermisch wirksamer Aussenluft-Volumenstrom und Lüftungswärmeverluste						
Berechnung für Gebäudekategorien I. EFH / II. EFH / III. Verwaltung, mit Aussenluftvolumenstrom $0.7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, Klima: Zürich, MeteoSchweiz						
				q_{th}	Q_v	ΔQ_v
				thermischer Aussenluft-Volumenstrom	Lüftungswärmeverlust	Differenz Lüftungswärmeverlust
Aussenluft-Volumenstrom (Standard)	q	0.70	$\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$		74.00 MJ/m ²	
q durch Luftundichtigkeit	q_{INF}	0.15	$\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$		20.56 kWh/m ²	
Lüftungseffektivität	ϵ_v	1.00	—			
Effektives Temperaturverhältnis der Wärmerückgewinnung	$\eta_{\theta,ex}$	0.50	—	0.43 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$	12.48 kWh/m ²	8.08 kWh/m ²
		0.70	—	0.32 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$	9.25 kWh/m ²	11.31 kWh/m ²
		0.80	—	0.26 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$	7.63 kWh/m ²	12.92 kWh/m ²
Abluftanlage				1.00 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$	29.37 kWh/m ²	-8.81 kWh/m ²

Tabelle 2: Thermisch wirksamer Aussenluft-Volumenstrom und Lüftungswärmeverluste bei Lüftungen mit Wärmerückgewinnung, bzw. bei Abluftanlagen

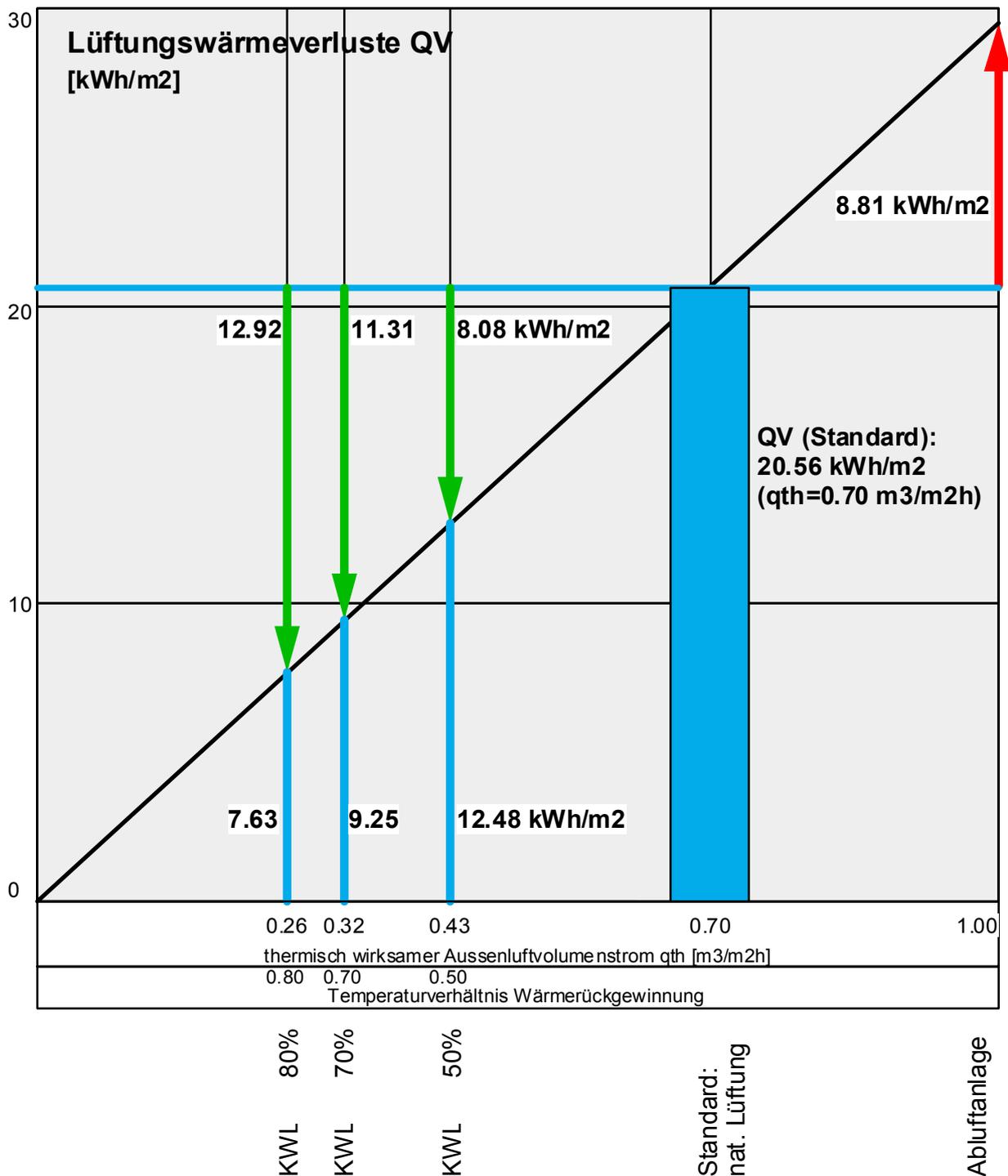


Abbildung 18: Lüftungswärmeverluste (Standardnutzung), Einsparung durch Lüftung mit WRG, Vergrößerung der Wärmeverluste bei Abluftanlagen

Die folgenden Abbildungen zeigen die Berechnungen des Heizwärmebedarfs der Mehrfamilienhäuser mit Standardnutzung, mit drei Varianten Lüftungen mit WRG und Abluftanlage mit erhöhtem Luftwechsel und die resultierenden U-Wert-Differenzen. Entsprechende Analysen für die Gebäudekategorien II. und III. sind im Anhang zu finden.

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

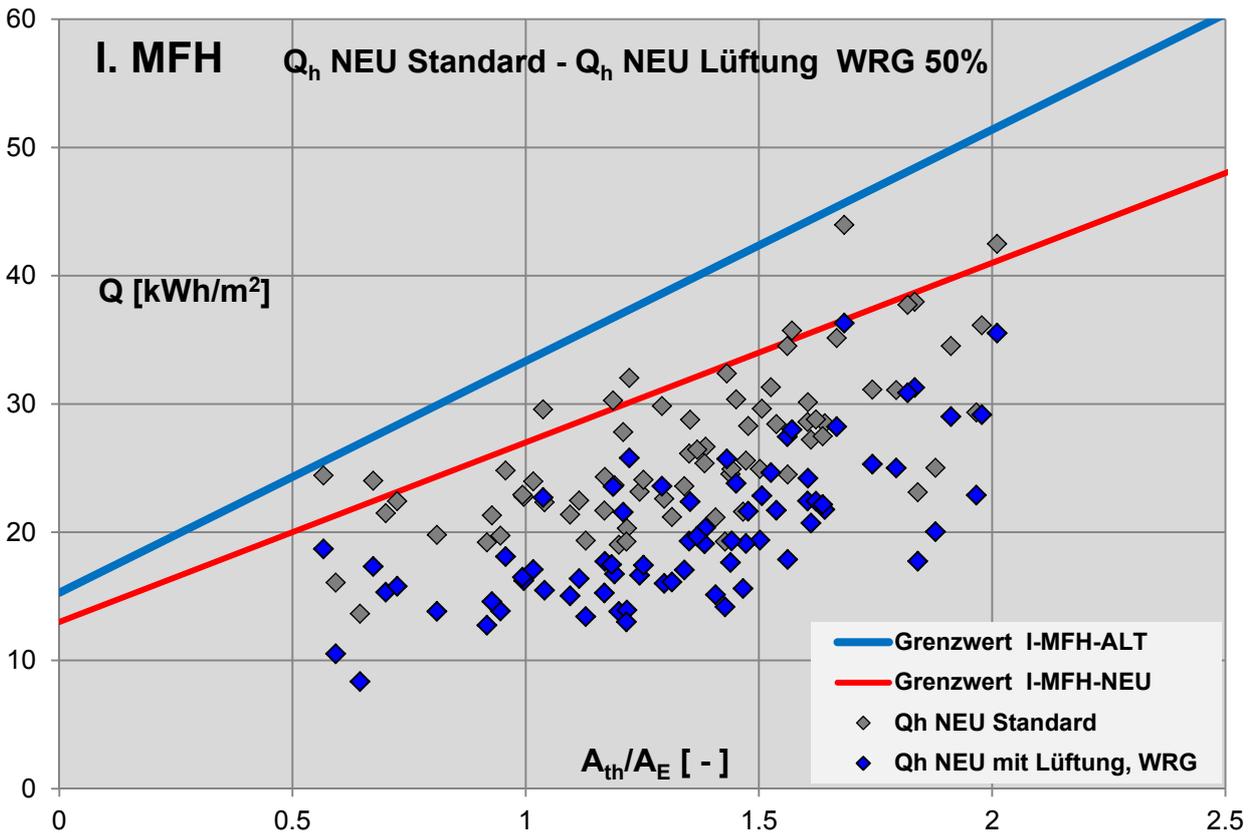


Abbildung 19: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausser 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

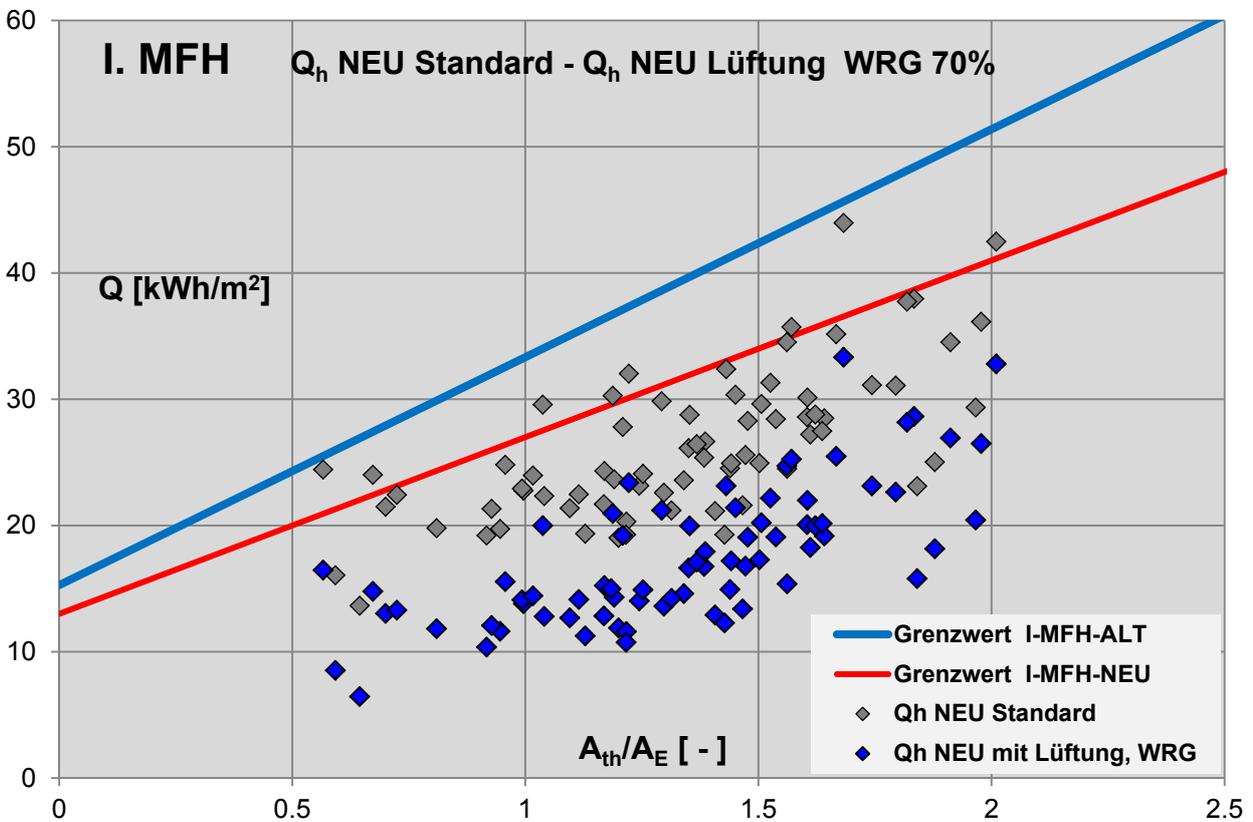


Abbildung 20: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausser 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

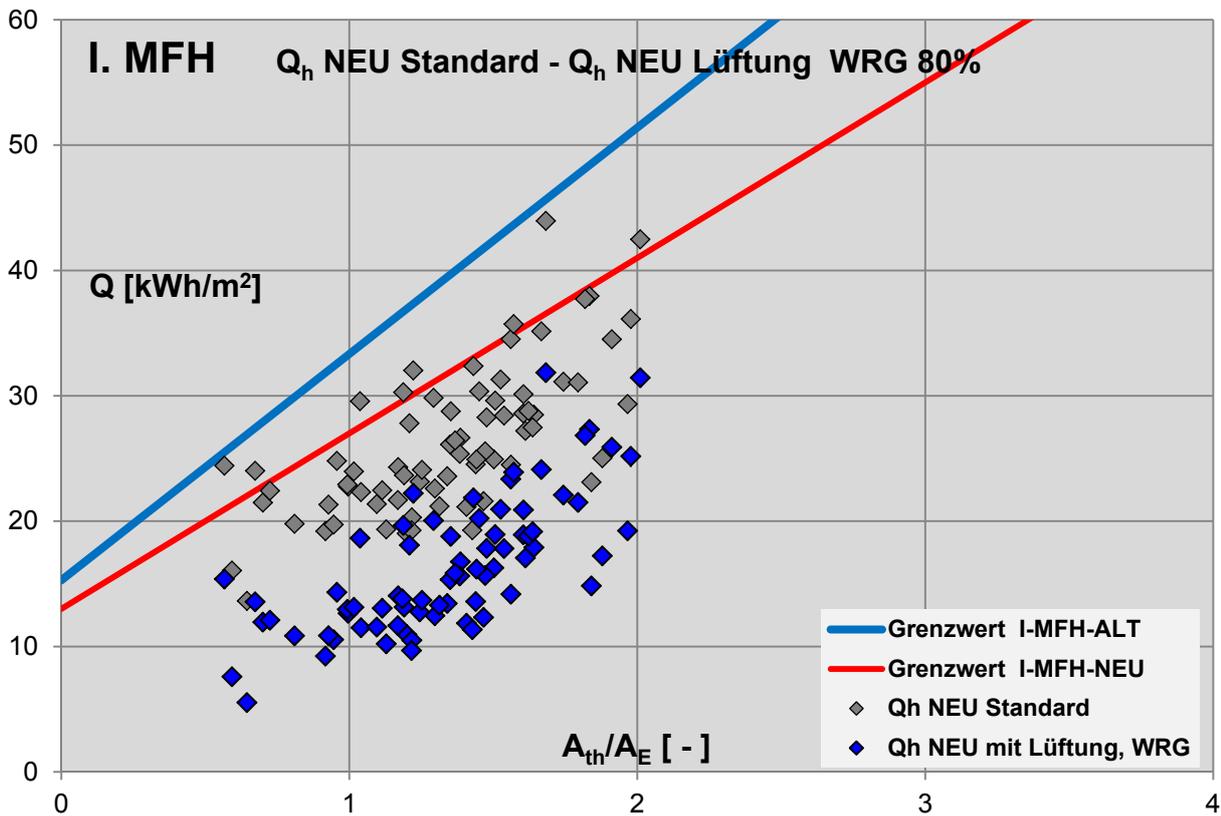


Abbildung 21: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

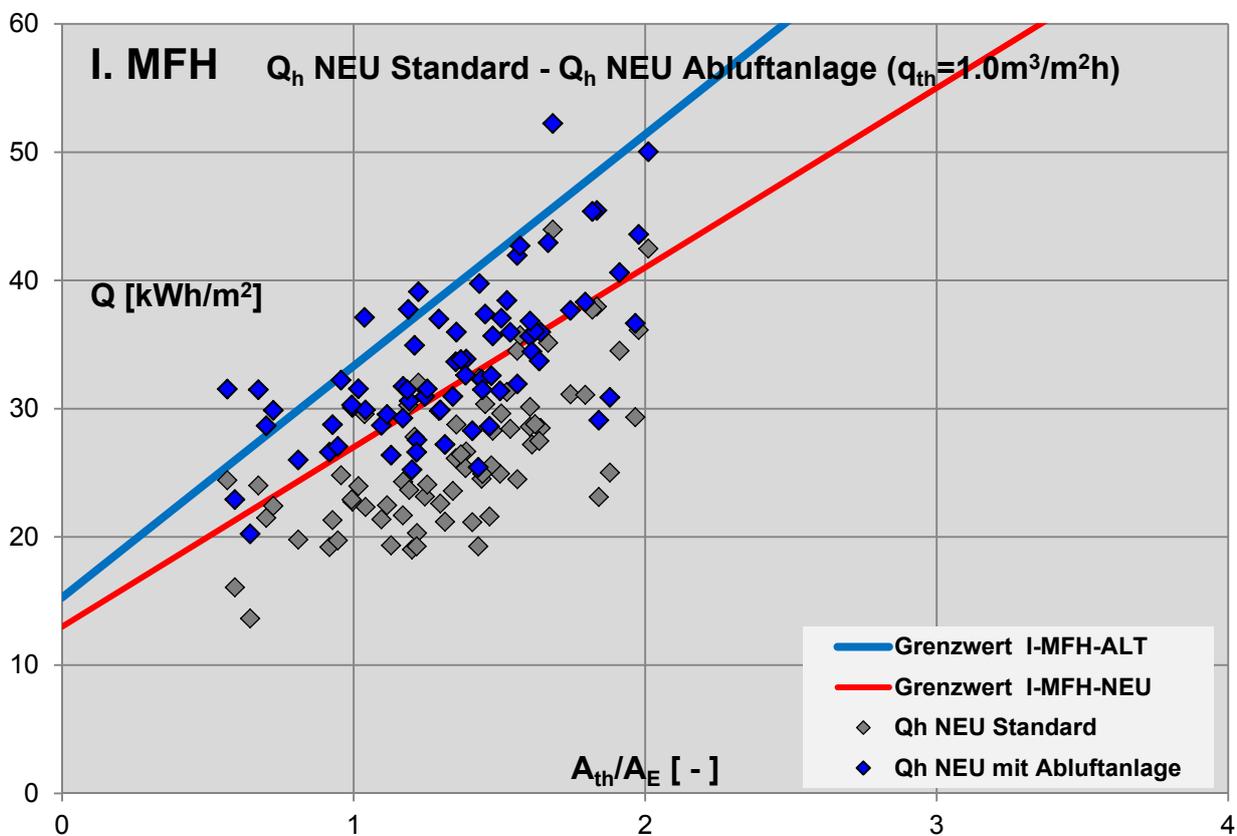


Abbildung 22: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

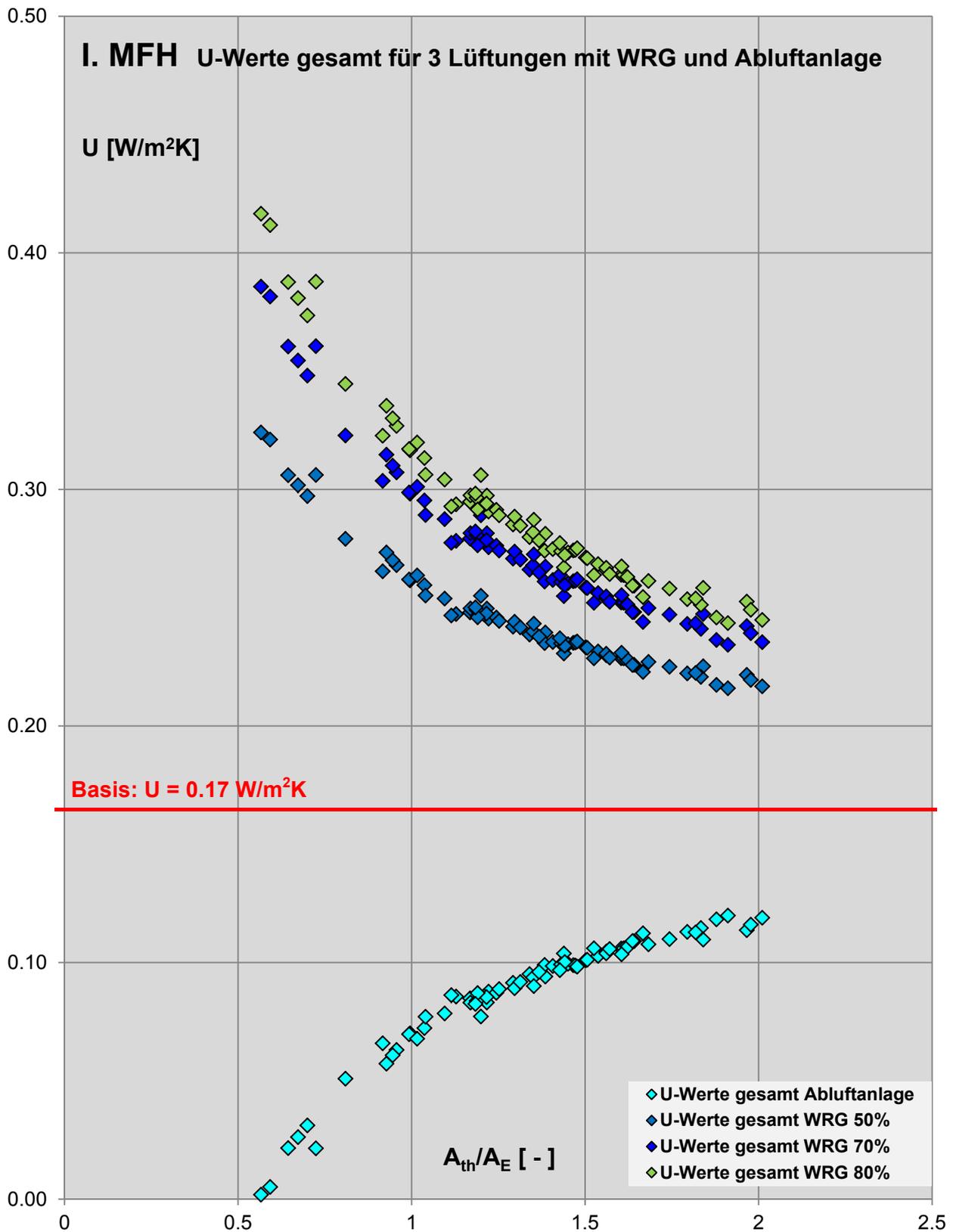


Abbildung 23: Mehrfamilienhäuser: U-Werte gesamt, Lüftung mit WRG 50%/70%/80%, mit Abluftanlage.
 Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU
 (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

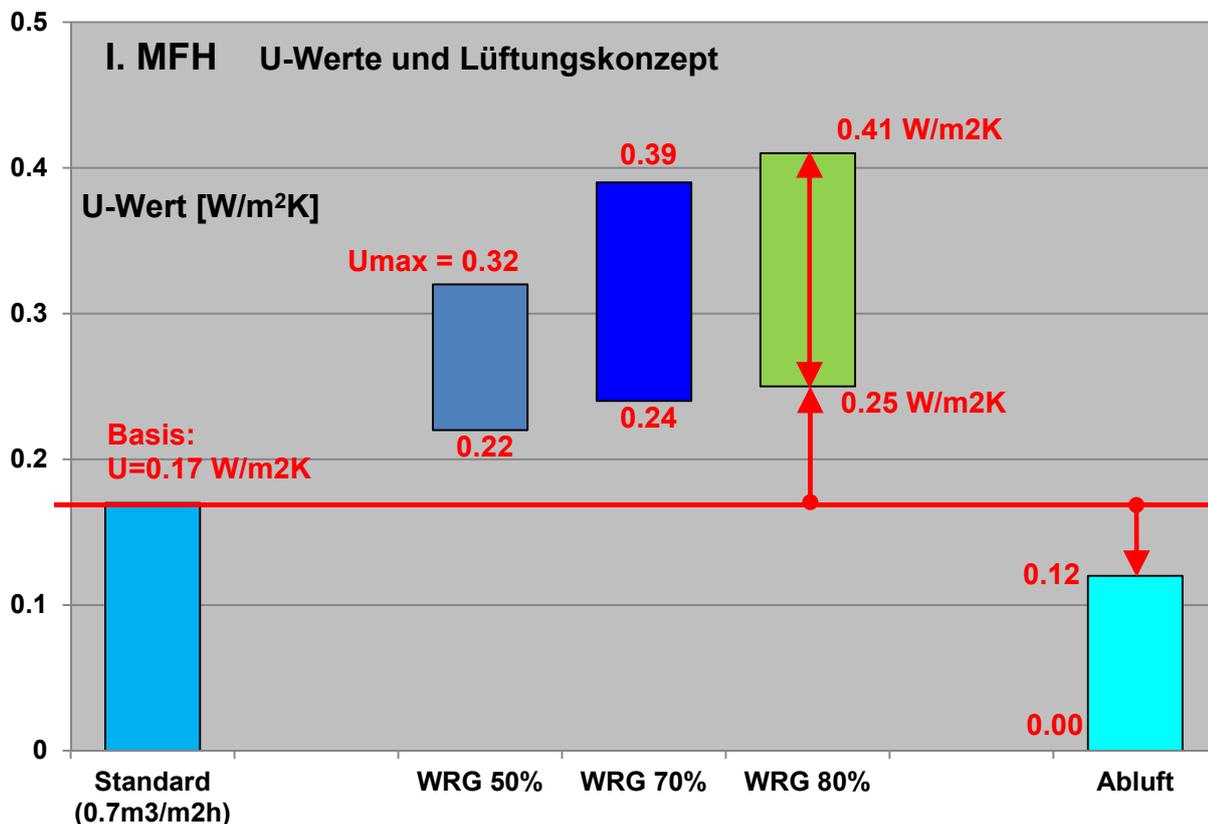


Abbildung 24: Mehrfamilienhäuser: U-Werte: absolut und Differenzen gegenüber der Standardnutzung, für 3 Varianten WRG und mit Abluftanlage. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Erkenntnisse und Kommentar

Bei Mehrfamilienhäusern beträgt die eingesparte Wärme je nach Standard der Wärmerückgewinnung konstant 8.1, 11.3 und 12.9 kWh/m². Werden die Transmissionsverluste um diese Werte erhöht, sind deutlich grössere U-Werte möglich. Beim Mehrfamilienhaus können Werte bis 0.41W/m²K erreicht werden. Damit wird die nach SIA 180 definierte bauphysikalische Grenze erreicht. Um andererseits den erhöhten Wärmebedarf bei Abluftanlagen zu kompensieren sind im Extremfall Werte bis 0.00 W/m²K erforderlich.

Die Berücksichtigung der Lüftung bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs ist einschneidend. Besonders bei grossen Gebäuden mit tiefer Gebäudehüllzahl bringt die Umlagerung der eingesparten Lüftungswärmeverluste auf die Transmissionswärmeverluste eine deutliche Erhöhung der U-Werte.

Einerseits würde diese Regelung den Einbau von Lüftungsanlagen begünstigen, andererseits kann diese Bevorteilung zu einer starken Verschlechterung der Gebäudehüllen führen. Damit würde die Qualität der Lüftungsanlage zu einem entscheidenden Einflussfaktor für die Gebäudehülle.

8. Ausnutzungsgrad, g-Werte von Fenstern

Variation g -Werte

Um den Einfluss der Wärmegewinne durch die Fenster abzuschätzen, wurden bei den Gebäude mit Standard-U-Werten der g-Wert des Glases mit den Werten 0.6/0.5/0.4/0.3/0.2 in die Berechnung eingesetzt. Die folgenden Abbildungen zeigen die Berechnungen der Mehrfamilienhäuser für die Klimastation Zürich und ein Glas mit g-Wert 0.5 für Lugano und Davos. Die ausführliche Berechnungsreihe ist im Anhang zu finden.

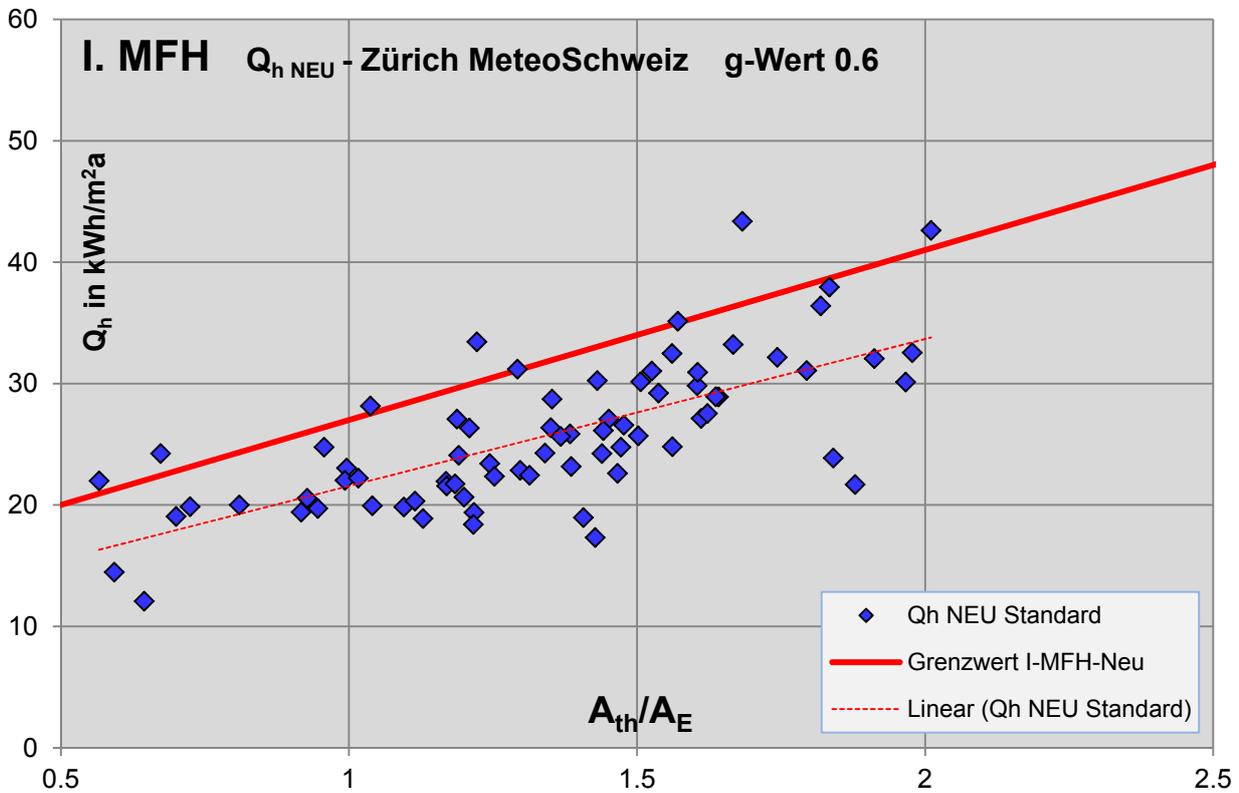


Abbildung 25: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

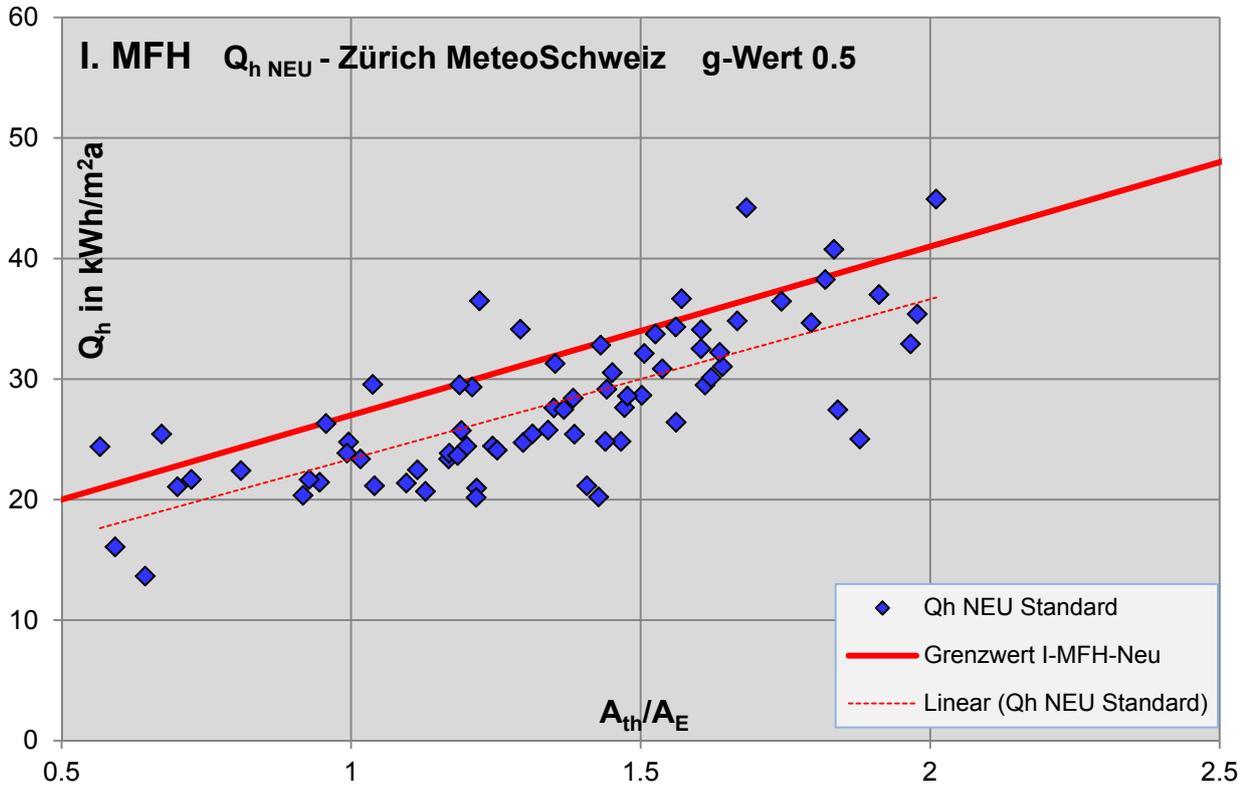


Abbildung 26: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausser 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

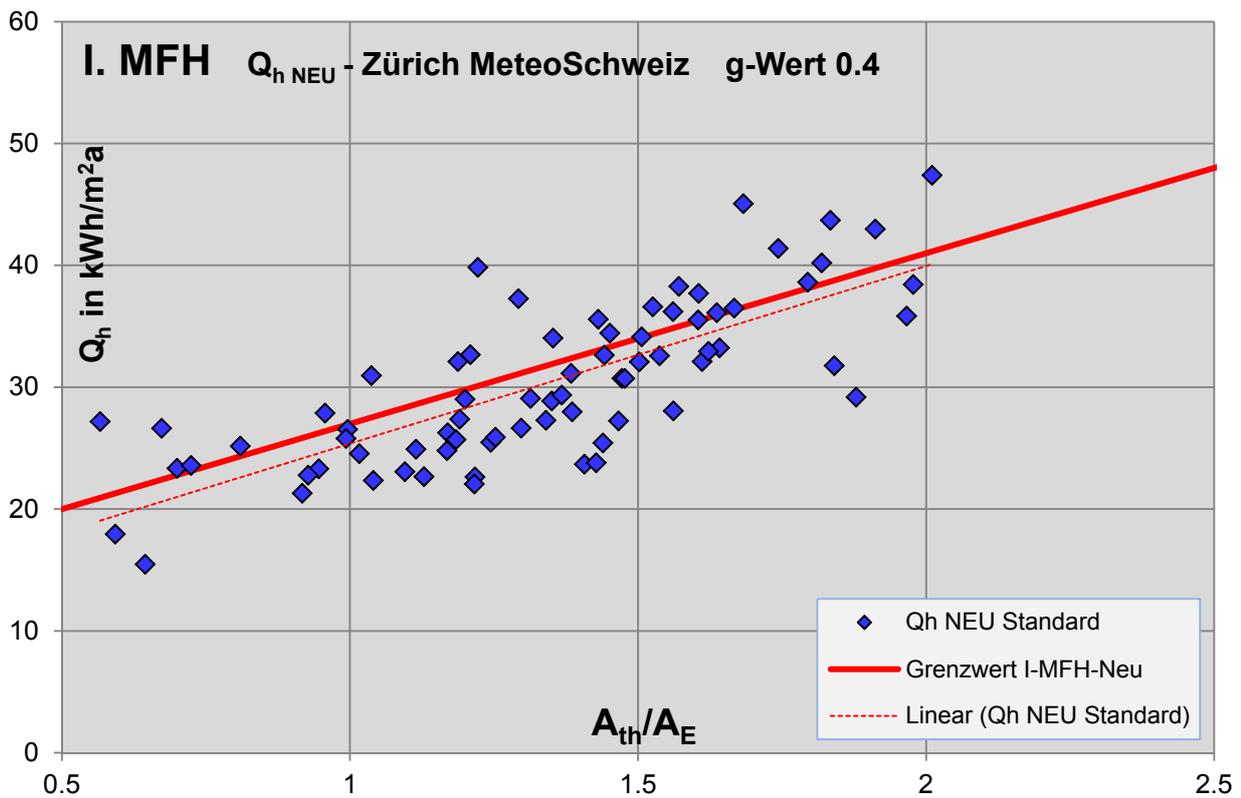


Abbildung 27: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausser 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

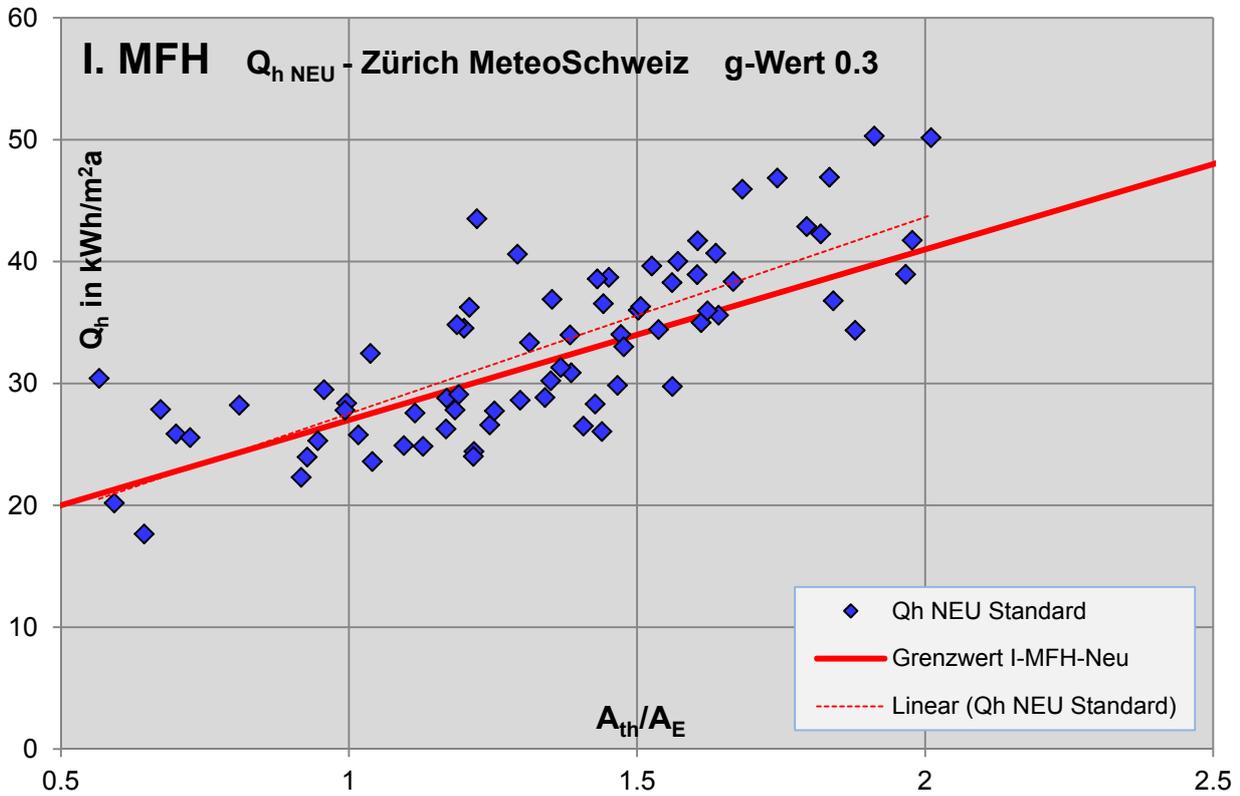


Abbildung 28: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

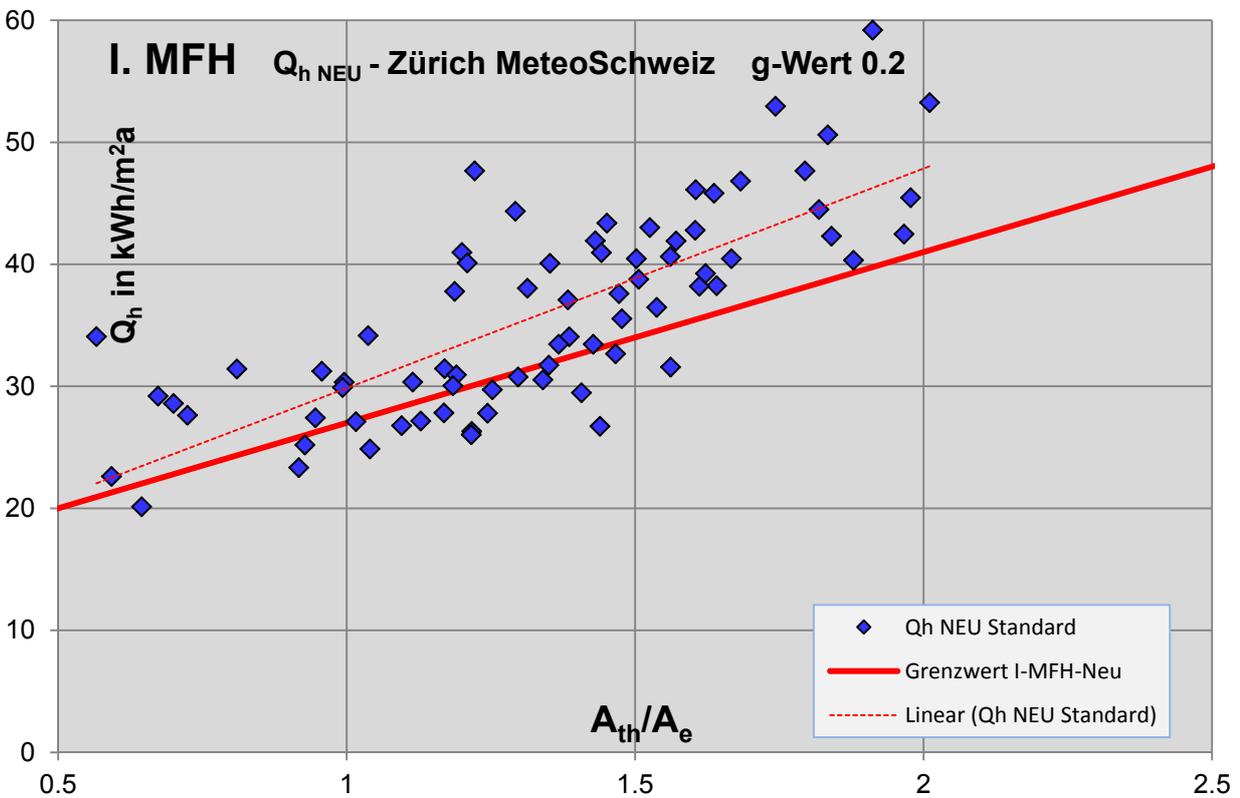


Abbildung 29: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Vergleich Klimastationen

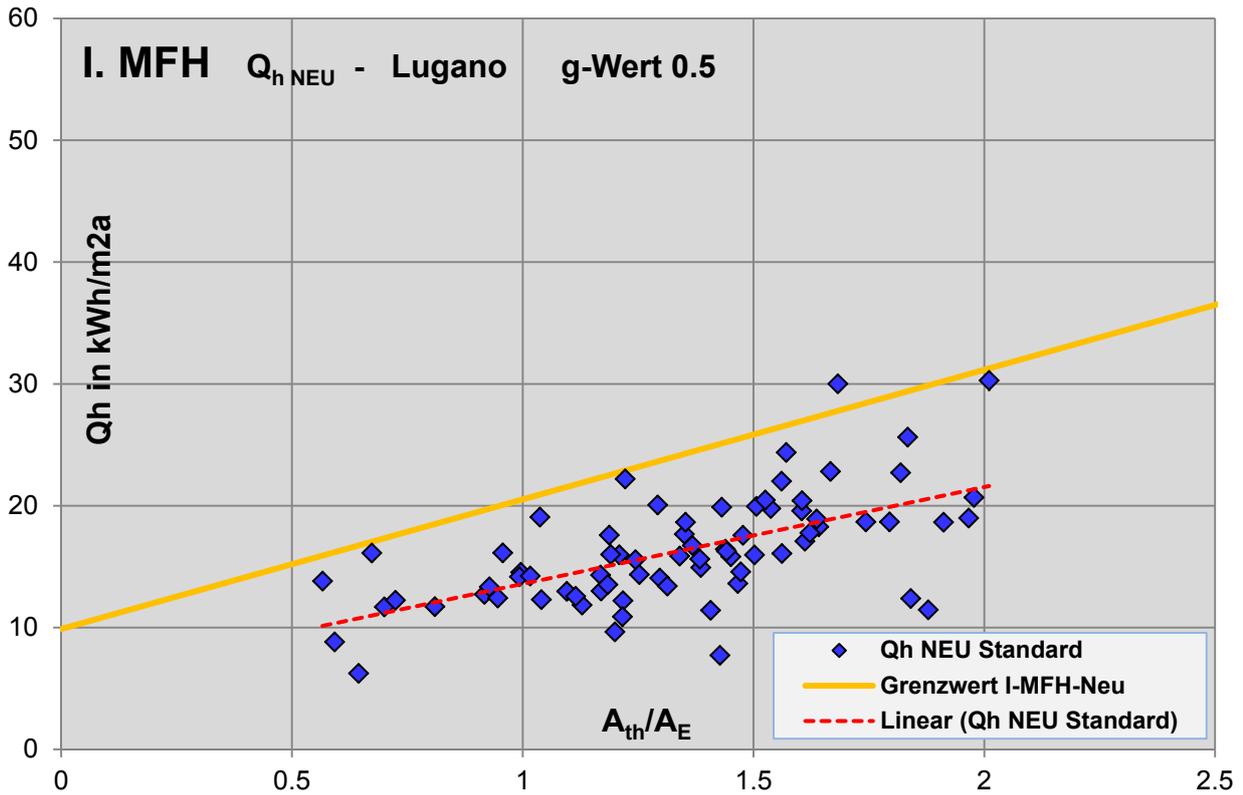


Abbildung 30: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Lugano

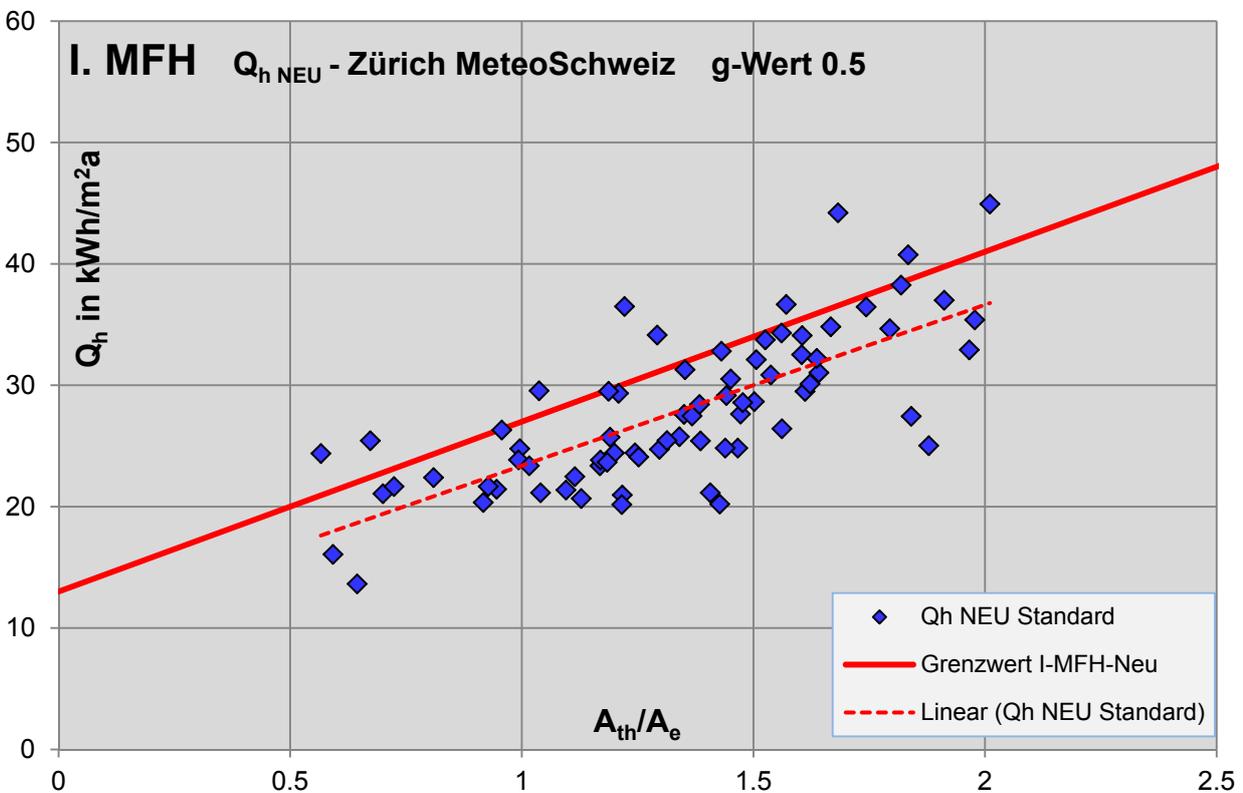


Abbildung 31: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MetroSchweiz

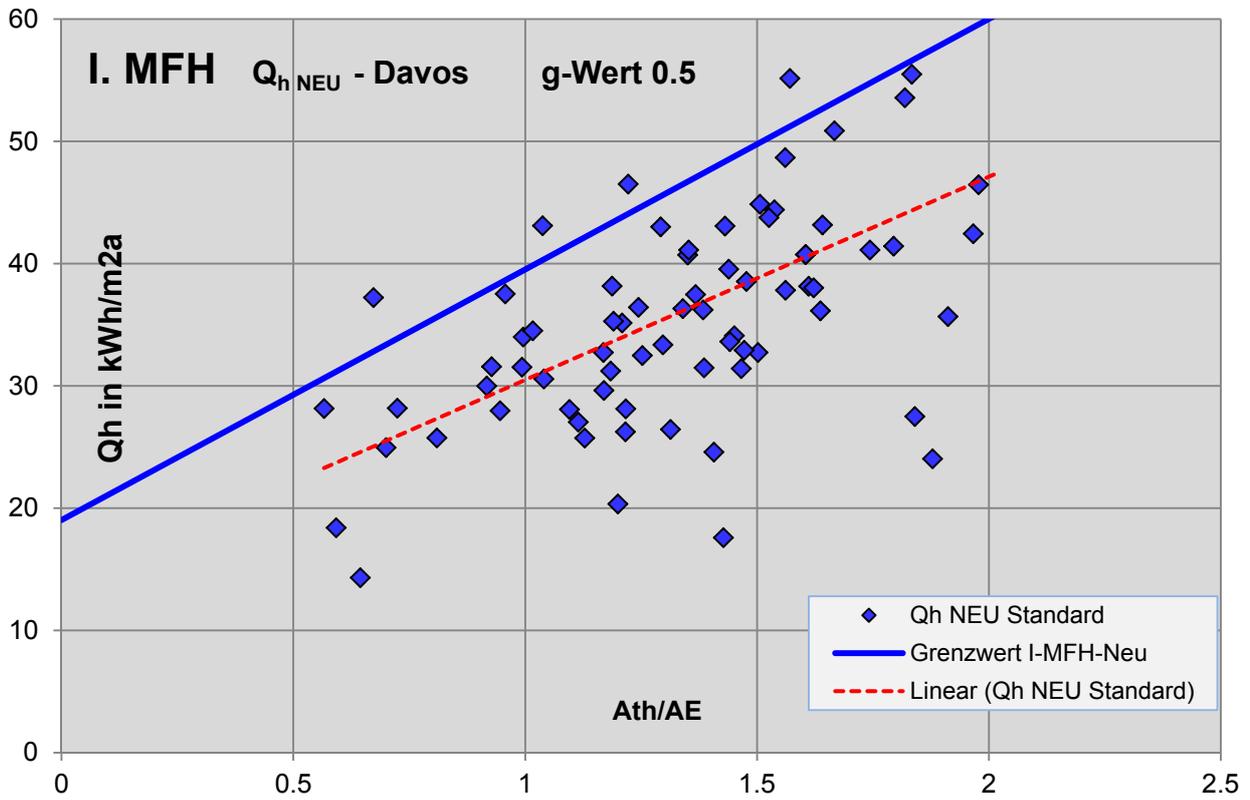
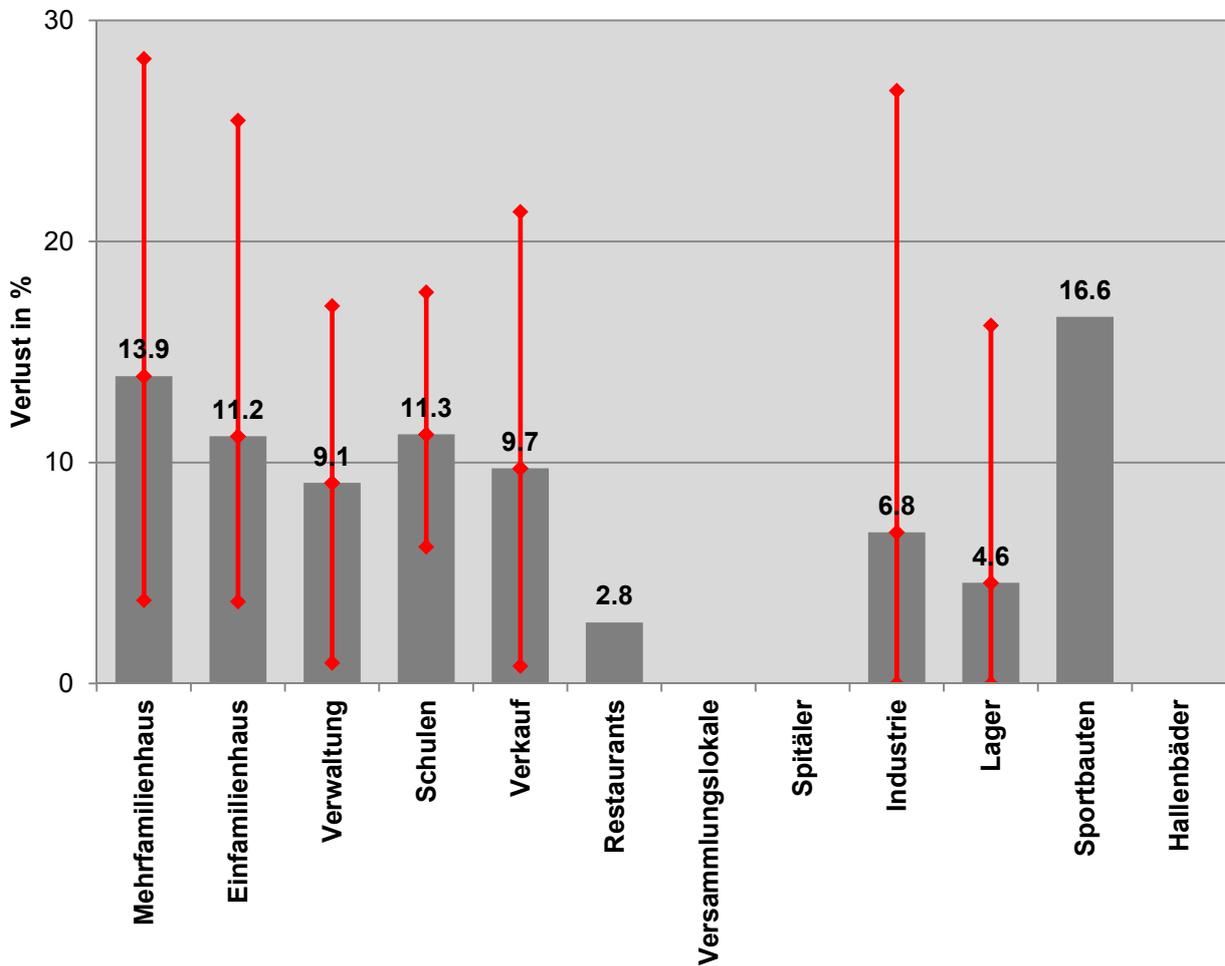


Abbildung 32: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Davos

9. Einzelbauteilnachweis und Wärmebrücken

Änderung in der Norm: Die Anforderungen an die Einzelbauteile werden verschärft. Bei opaken Bauteilen gegen Aussenklima wird der Grenzwert bei Neubauten von 0.20 auf 0.17 W/m²K, bei Umbauten von 0.25 auf 0.22 W/m²K abgesenkt. Für Einzelbauteile mit Flächenheizung gelten neu dieselben Grenzwerte. Auf den Nachweis der Wärmebrücken soll in Zukunft verzichtet werden.



*Daten für Versammlungslokale, Spitäler und Hallenbäder nicht verfügbar

Abbildung 33: Anteil Wärmebrückenverluste am Transmissionswärmeverlust, Berechnung nach SIA 380/1:2009 für alle Gebäudekategorien

Der Wärmebrückenanteil am Transmissionswärmeverlust beträgt für die Gebäudekategorien I. bis V. im Mittel zwischen 9.7 und 13.9%.

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

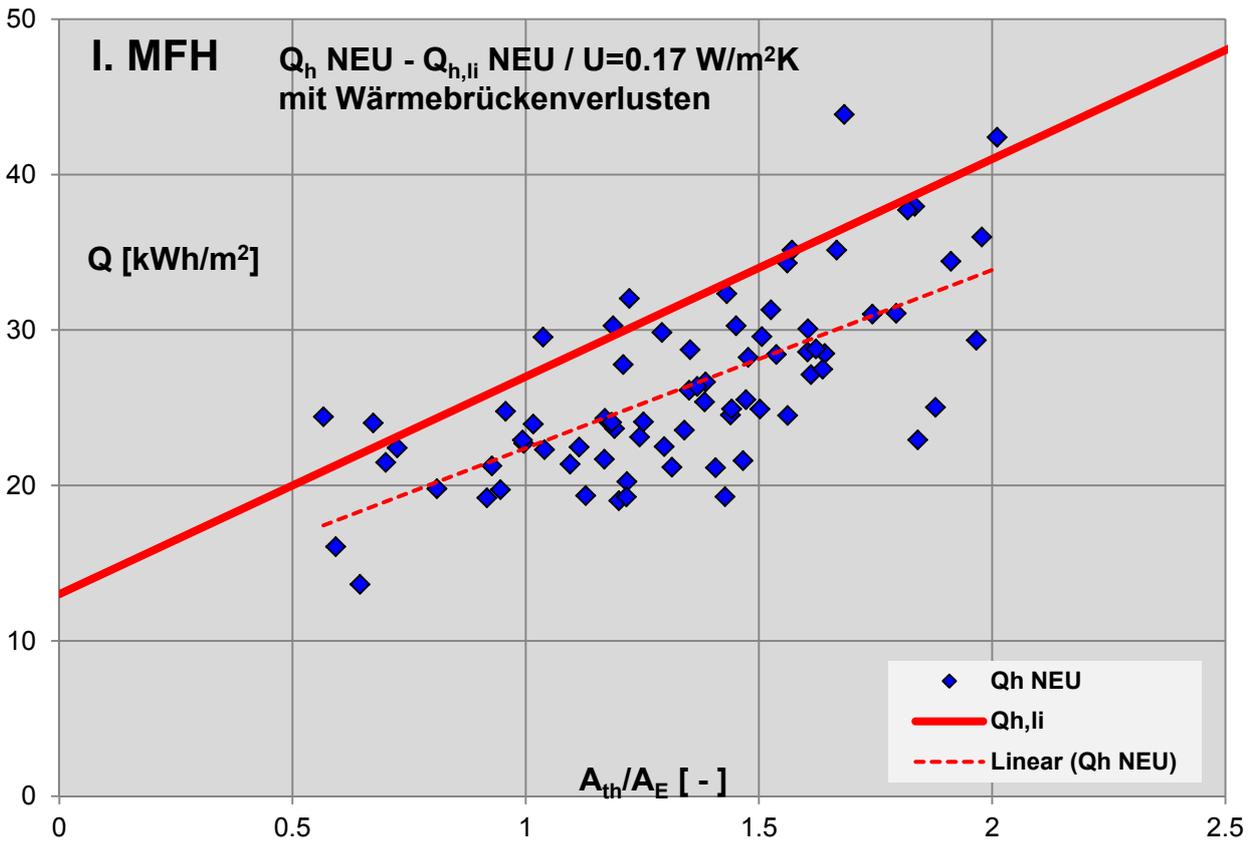


Abbildung 34: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte NEU. Datenbasis: 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen NEU, Fenster: $U_m=1.00\text{W/m}^2\text{K}$, mit Wärmebrücken, Zürich MeteoSchweiz

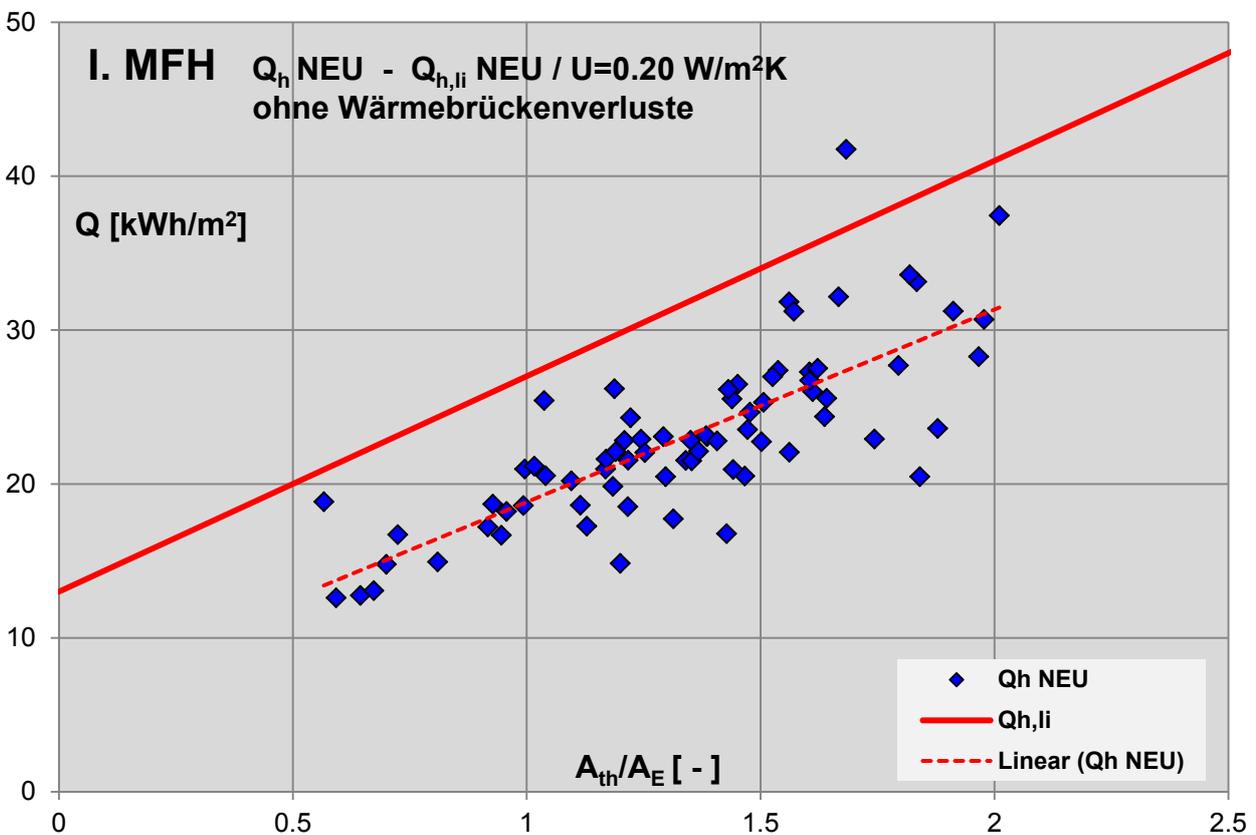


Abbildung 35: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte NEU. Datenbasis: 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen ALT, Fenster: $U_m=1.00\text{W/m}^2\text{K}$, ohne Wärmebrücken, Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: II. Einfamilienhäuser

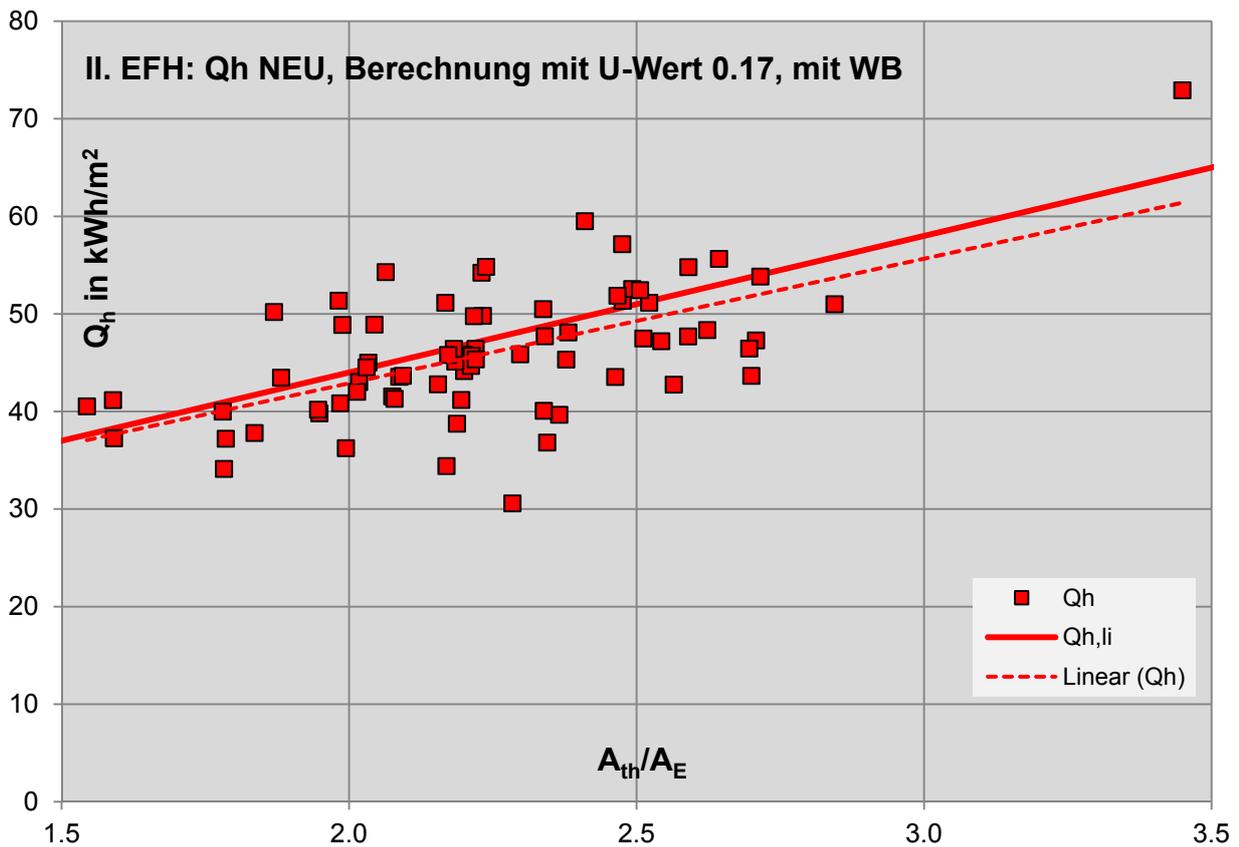


Abbildung 36: Heizwärmebedarf der MFH (opake Bauteile gegen aussen: $U=0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit Berücksichtigung von Wärmebrücken

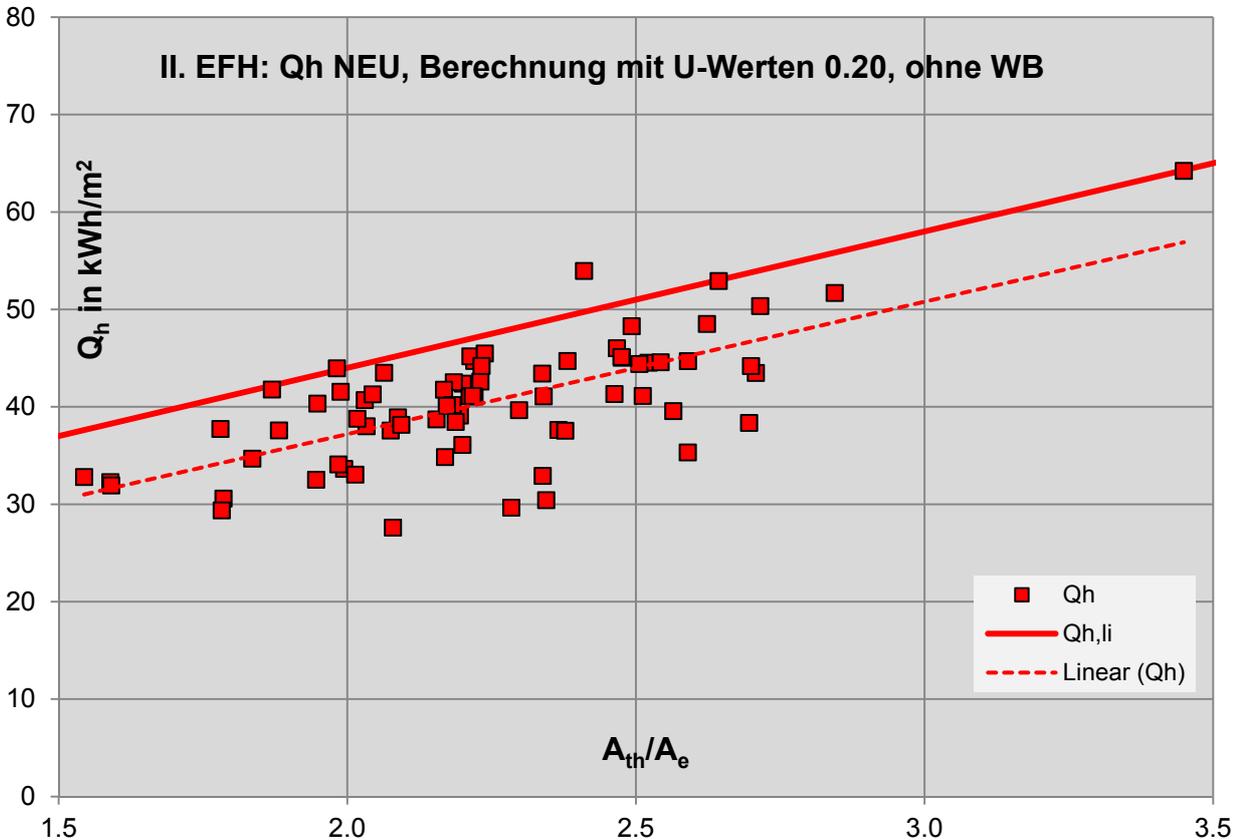


Abbildung 37: Heizwärmebedarf der MFH (opake Bauteile gegen aussen: $U=0.20 \text{ W/m}^2\text{k}$ ohne Berücksichtigung von Wärmebrücken

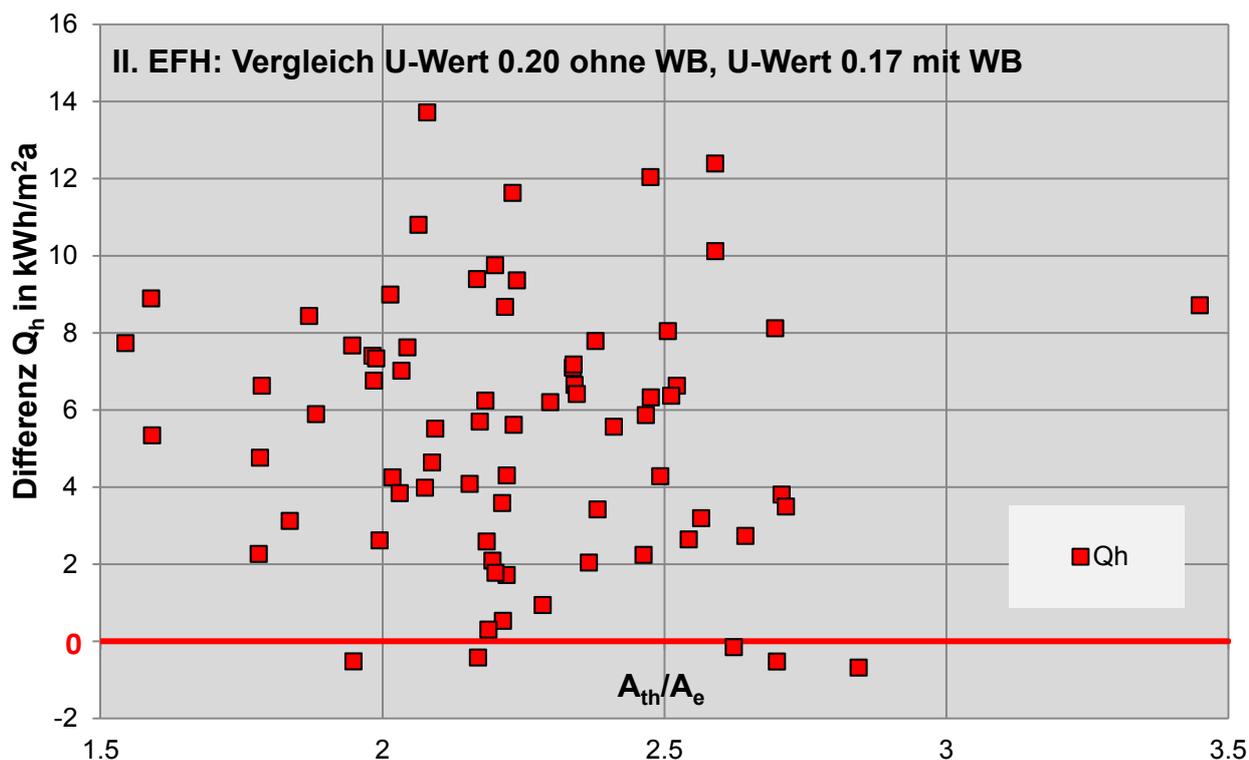


Abbildung 38: Differenz des Heizwärmebedarfs von Einfamilienhäusern nach Berechnung den Grenzwerten für die U-Werte nach SIA 380/1:2013 (U-Wert 0.17) unter Einbezug der Wärmebrücken und den bisherigen Grenzwerten nach SIA 380/1:2009 (U-Wert 0.21) ohne Einbezug der Wärmebrücken.

Bei 68 von 73 Einfamilienhäuser liegt der Heizwärmebedarf bei Berechnung mit $U=0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$, mit Wärmebrücken höher als bei $U=0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$, ohne Wärmebrücken. Nur in fünf Fällen sinkt der berechnete Heizwärmebedarf.

Erkenntnisse und Kommentar

Der durchschnittliche Anteil der Wärmebrücken am Transmissionswärmeverlust liegt zwischen 2.8 und 16.6%. Die Schwankung ist bei allen Gebäudekategorien sehr gross. Bei den Mehrfamilienhäusern liegt der Anteil bei 14% im Schnitt, variiert aber zwischen 4 und 28%. Die grosse Varianz entsteht durch unterschiedliche Konstruktionsweisen, bei hohem Anteil an inhomogenen Bauteilen, aber auch durch die unterschiedliche Berücksichtigung der Wärmebrücken in der Energiebilanz.

Ohne Wärmebrücken im Einzelbauteilnachweis ändert primär die Nachweispraxis. Der energetische Standard der Konstruktionsdetails wird neu nicht mehr abgefragt. Im Systemnachweis sind die Wärmebrückenverluste nach wie vor einzurechnen.

In der bisherigen Praxis mit Wärmebrückennachweis werden die Wärmebrücken wenigstens einmal im Planungsprozess beachtet. Dem gegenüber steht der in der Regel frühe Zeitpunkt der Erstellung des Energienachweises. Oft ist dann die Planung noch nicht genügend fortgeschritten und Detailkonstruktionen sind noch unbekannt.

Auch sind die Wärmeflüsse durch Wärmebrücken im Besonderen von der Ausführung abhängig. Nur im Idealfall bei exakter Bauweise wird die im Energienachweis definierte Qualität der Detailkonstruktion, bzw. der deklarierte Psi-Wert erreicht werden können.

10. Äquivalenter Fenster-U-Wert

Änderung: Anhang D (informativ), Einführung des neuen Kennwerts $U_{w,eq}$

Beim Einzelbauteilnachweis wird mit dem energieäquivalenten U-Wert $U_{w,eq}$ - unter Berücksichtigung der Energieverluste und der nutzbaren Energiegewinne - die Energieeffizienz des Fensters bestimmt.

Die Berechnung wird auf folgende Parameter standardisiert:

Klimastation: Zürich Meteo Schweiz

Referenzfenster: Breite 1.55m, Höhe: 1.15m, zweiflügelig

Orientierung: 50% Süd, 20% West, 20% Ost, 10% Nord,

Verschattungsfaktor: $F_s = 0.9$

Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge $\eta_g = 0.6$

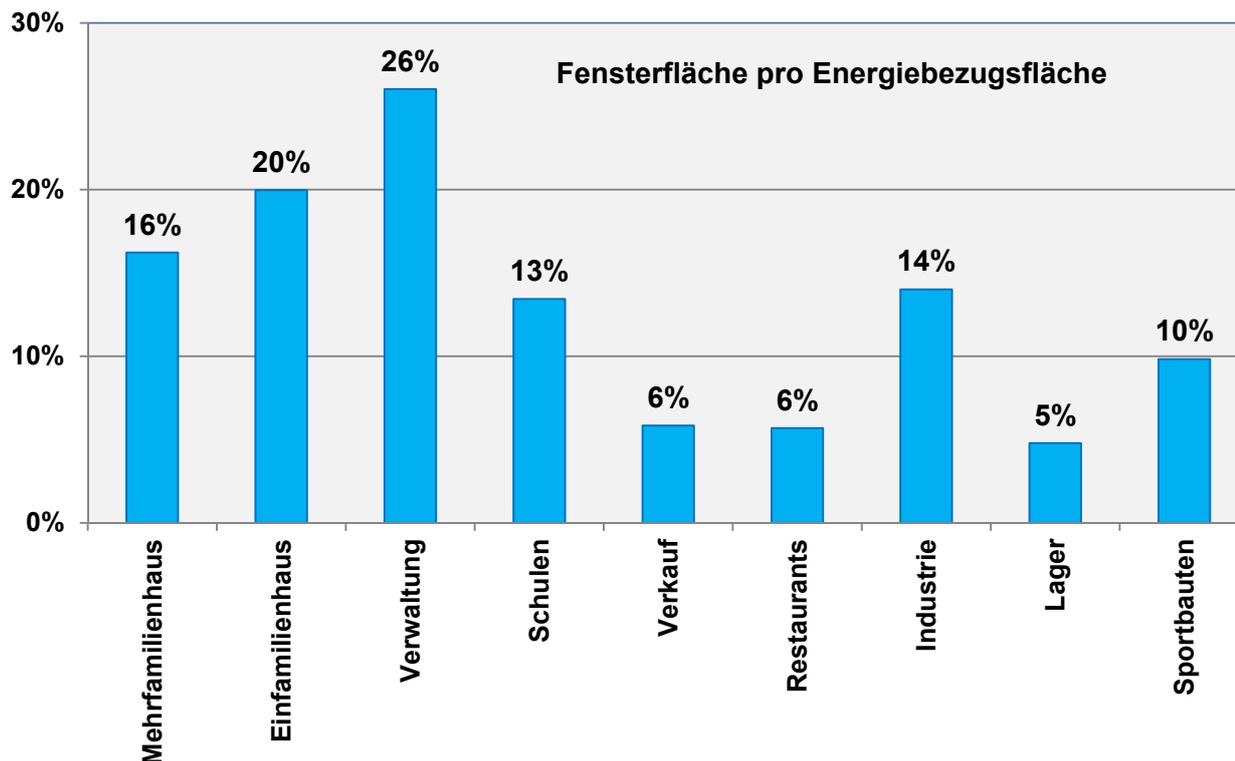


Abbildung 39: Fensterflächen pro Energiebezugsflächen nach Gebäudekategorie

	I MFH	II EFH	III Verwaltung	IV Schulen	V Verkauf	VI Restaurant	IX Industrie	X Lager	XI Sportbauten	alle
Nord	8%	10%	15%	1%	7%	46%	28%	14%	0%	4%
Nord-Ost	9%	3%	9%	22%	3%	0%	7%	7%	0%	16%
Ost	12%	16%	12%	7%	13%	32%	13%	16%	76%	12%
Süd-Ost	15%	7%	12%	12%	6%	0%	4%	8%	0%	16%
Süd	16%	32%	17%	3%	23%	22%	10%	14%	3%	13%
Süd-West	11%	9%	9%	21%	6%	0%	3%	10%	0%	11%
West	14%	16%	16%	11%	19%	0%	23%	11%	21%	9%
Nord-West	14%	5%	9%	12%	7%	0%	5%	0%	0%	9%
horizontal	0%	1%	2%	11%	16%	0%	7%	21%	0%	10%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabelle 3: Alle Orientierungen der 300 Gebäude nach Kategorie

Orientierungen im Vergleich

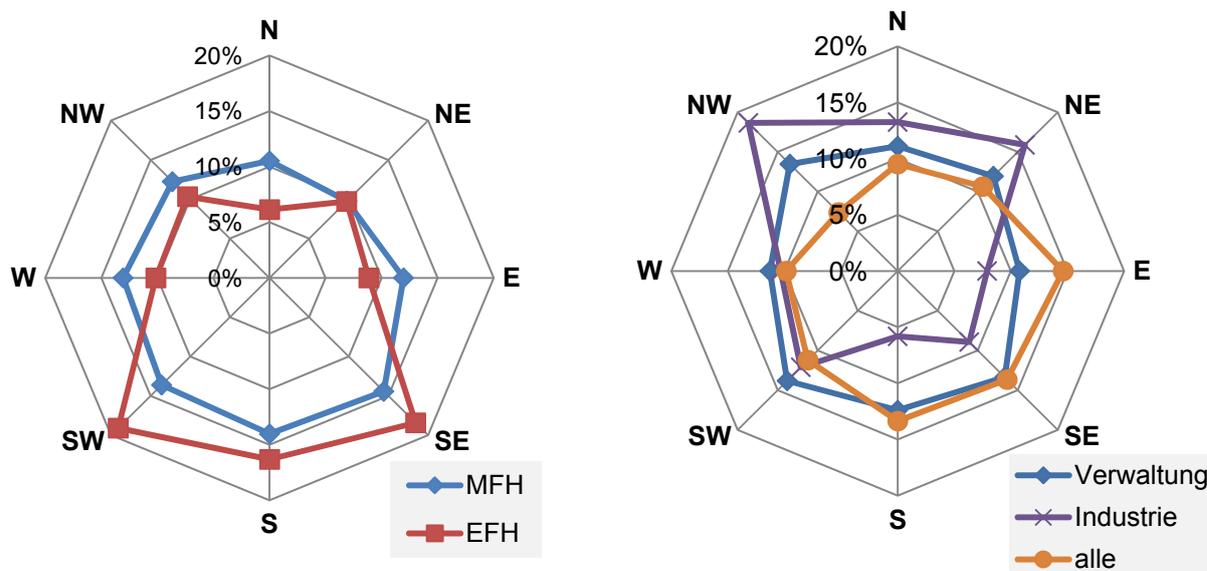


Abbildung 40: Alle Orientierungen für die Gebäudekategorien

11. b-Werte in der Energiebilanz

Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizt

Änderung in der Norm: In Abhängigkeit von Luftdichtigkeit und Wärmedämmung des unbeheizten Raums werden die b-Werte ergänzt und präziser definiert.

Ergänzung und Präzisierung der b-Werte bringen bei gedämmter und luftdichter Bauweise der Hülle des unbeheizten Raums eine Reduktion der b-Werte um 0.1. Da die Geometrie der Gebäude nicht bekannt ist, konnte die Auswirkung dieser Änderung nicht geprüft werden. Erwartungsgemäss ist die Auswirkung gering, da nur ein Teil der Flächen gegen unbeheizt betroffen sind.

Die Änderungen der b-Werte sind in Anhang, in der Gegenüberstellung der Änderung in der Norm dargestellt.

Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen Erdreich

Änderung in der Norm: In der Tabelle 15 der neuen Norm tauchen einzelne neue, teilweise stark abweichende Werte für b auf.

Aus energetischer Sicht lassen sich die neuen b-Werte nicht begründen. Der Verdacht liegt nahe, dass es sich um fehlerhafte Angaben handelt.

12. Verschattungsfaktoren

Änderung in der Norm: Ergänzung der Datentabelle für starke Beschattungen (Winkel für Horizont, Überhang und Seitenblende bis 75°möglich)

Die Ergänzung mit Verschattungsfaktoren für grössere Winkel bedeutet eine Reduktion der solaren Wärmegewinne bei hohem Horizont und grossen Überhängen und Seitenblenden.

Die Ergänzungen der Verschattungsfaktoren sind im Anhang dokumentiert.

13. Ausnutzungsgrad

Änderung in der Norm: Ergänzung der Datentabelle für starke Beschattungen (Winkel für Horizont, Überhang und Seitenblende bis 75°möglich)

Der Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne heisst neu: "Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge". Neu werden alle Gebäudenutzungen gleich behandelt, d.h. die spezielle Berechnung für nur während speziellen Tageszeiten benutzte Gebäude entfällt. Kleine Abweichungen beim Heizwärmebedarf entstehen durch die Umrechnung der Wärmekapazität von MJ/m^2 auf kWh/m^2 und durch die Rundung der Werte.

14. Schlussfolgerungen

Seit ihrer Einführung und bis zur Version 2009 hat die SIA 380/1 immer zwei Funktionen erfüllt:

- Definition der Berechnungsmethode des Heizwärmebedarfs
- Festlegung von Anforderungen (Grenz- und Zielwerte für Einzelbauteilnachweis und Systemnachweis)

Die Anforderungen waren bisher so konzipiert, dass damit die maximalen U-Werte von Bauteilen gesteuert wurden. Dies ist auch nachvollziehbar, da die Norm SIA 380/1 bei ihrer Einführung die alte Methode des mittleren U-Werts abgelöst hatte. Aus Sicht der Verfasser werden bei Gebäuden mit mittlerer bis geringer Kompaktheit für opake Bauteile gegen Aussenluft maximale U-Werte von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ von der Mehrheit der Bauwirtschaft, sowie auch von Bauträgern und Behörden als Stand der Bautechnik akzeptiert. Für kompakte Gebäude (Gebäudehüllzahl nach bisheriger Definition $< 0,8$) werden aber von vielen Akteuren maximale U-Werte ca. $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ akzeptiert. Bei sehr kompakten Gebäuden (Gebäudehüllzahl im Bereich von $0,5$) können die akzeptierten U-Wert bis gegen $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ steigen. Dies entspricht jedenfalls der Auswertung der zulässigen U-Werte auf Grund der heutigen Grenzwerte des Systemnachweises.

Der Vernehmlassungsentwurf 2013 erfüllt aus Sicht der Verfasser die Funktion der Berechnungsmethode nach wie vor gut. Die Funktion der Steuerung von U-Werten (von opaken Bauteilen gegen Aussenluft) wird aber nur noch teilweise erfüllt. Beim Einzelbauteilnachweis ist diese Steuerfunktion per Definition gegeben. Beim Systemnachweis sind aber bei kompakten Gebäuden, wegen der optionalen Berücksichtigung der Lüftung, neu unerwartet hohe U-Werte möglich.

Im Rahmen der Vernehmlassung zur SIA 380/1 können folgende Varianten diskutiert werden:

a) Zustimmung zur neuen Systemanforderung mit Berücksichtigung der Lüftung

Bei dieser Variante würde von vielen Baufachleuten nicht verstanden, dass die neue SIA 380/1 bei Neubauten zu einer wesentlichen Lockerung bei den U-Werten führen würde. Es wäre denkbar, dass dann einzelne Kantone oder Gemeinden trotzdem in ihren Bauvorschriften Minimalanforderungen einführen würden.

b) Steuerung der U-Werte

Die SIA 380/1 würde dabei wieder die Steuerfunktion für U-Werte übernehmen. Dabei könnte der mittlere U-Wert wieder eingeführt werden.

Bei dieser Variante können sich die Verfasser vorstellen, dass an Fenster und Türen Minimalanforderungen an U-Wert gestellt werden. Der mittlere U-Wert könnte sich auf die opaken Bauteile beschränken und mit b-Werten gewichtet werden. Analog zur heutigen Grenzwertkurve könnte eine Kurve für den zulässigen mittleren U-Wert definiert werden, die von der Gebäudehüllzahl abhängig ist (z.B. im Bereich von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für sehr kompakte Gebäude, bis $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für Gebäudehüllzahlen von $> 1,5$).

c) Keine Anforderungen in der SIA 380/1

Die SIA 380/1 könnte auf Anforderungen verzichten. Anforderungen an den Heizwärmebedarf, resp. die Wärmedämmung der Gebäudehülle würden im Rahmen der MuKE 2014 definiert.

Äquivalenter Fenster-U-Wert

Mit dem äquivalenten Fenster-U-Wert können Energieverluste und Gewinne des Standardfensters mit definierter Orientierung im U-Wert berücksichtigt werden. Bei geschickter Setzung der Randbedingungen wird so die Verwendung von $U_{w,eq}$ im Einzelbauteilnachweis möglich.

Die in der Vernehmlassung definierte Verteilung der Orientierungen der Fenster ist am ehesten auf Einfamilienhäuser zugeschnitten, bei den anderen untersuchten Gebäudekategorien ist der Anteil südorientierter Fassade deutlich geringer als 50%. Damit kann aber der jetzt im Normentwurf vorgeschlagene äquivalente Fenster-U-Wert seine Funktion als einfaches Beurteilungskriterium bei allen andern Gebäudekategorien als EFH nicht erfüllen.

b-Werte im Energienachweis

Bei Gebäudehüllzahlen zwischen 1 und 2 ist allgemein ein eher moderater Anstieg der Grenzwerte zu beobachten. Es ist zu erwarten, dass hier die Abstimmung des Grenzwerts auf die Berechnung genügend genau möglich sein wird. In den Bereichen mit Gebäudehüllzahl unter 1 und über 2 weichen einige neuen Grenzwerte stärker von den alten ab. Der Einfluss der b-Wert-Verschiebung im Nachweis ist ungewiss und die Grenzwertlegung schwierig. Für eine genaue Definition sind weitere Abklärungen notwendig

Mit einer Anpassung der Nachweispraxis und Einführung neuer Grenzwertparameter (z.B. mittlerer U-Wert) könnte diesen Schwierigkeiten begegnet werden.

Anhang 1:

Analyse der Gebäude mit Originaldaten

Standard 1: Gebäude mit Originaldaten

Gebäudehülle:

Eingabedaten aus Gebäudesample unverändert übernommen

.

Berechnung:

Heizwärmebedarf Q_h ALT (SIA 380/1:2009) und Q_h NEU (SIA 380/1:2013)

Grenzwert Q_{h,li} ALT (SIA 380/1:2009) und Q_{h,li} NEU (SIA 380/1:2013)

Gebäudekategorien:

I. Mehrfamilienhaus

II. Einfamilienhaus

III. Verwaltung

IV. Schule

V. Verkauf

IX. Industrie

X. Lager

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

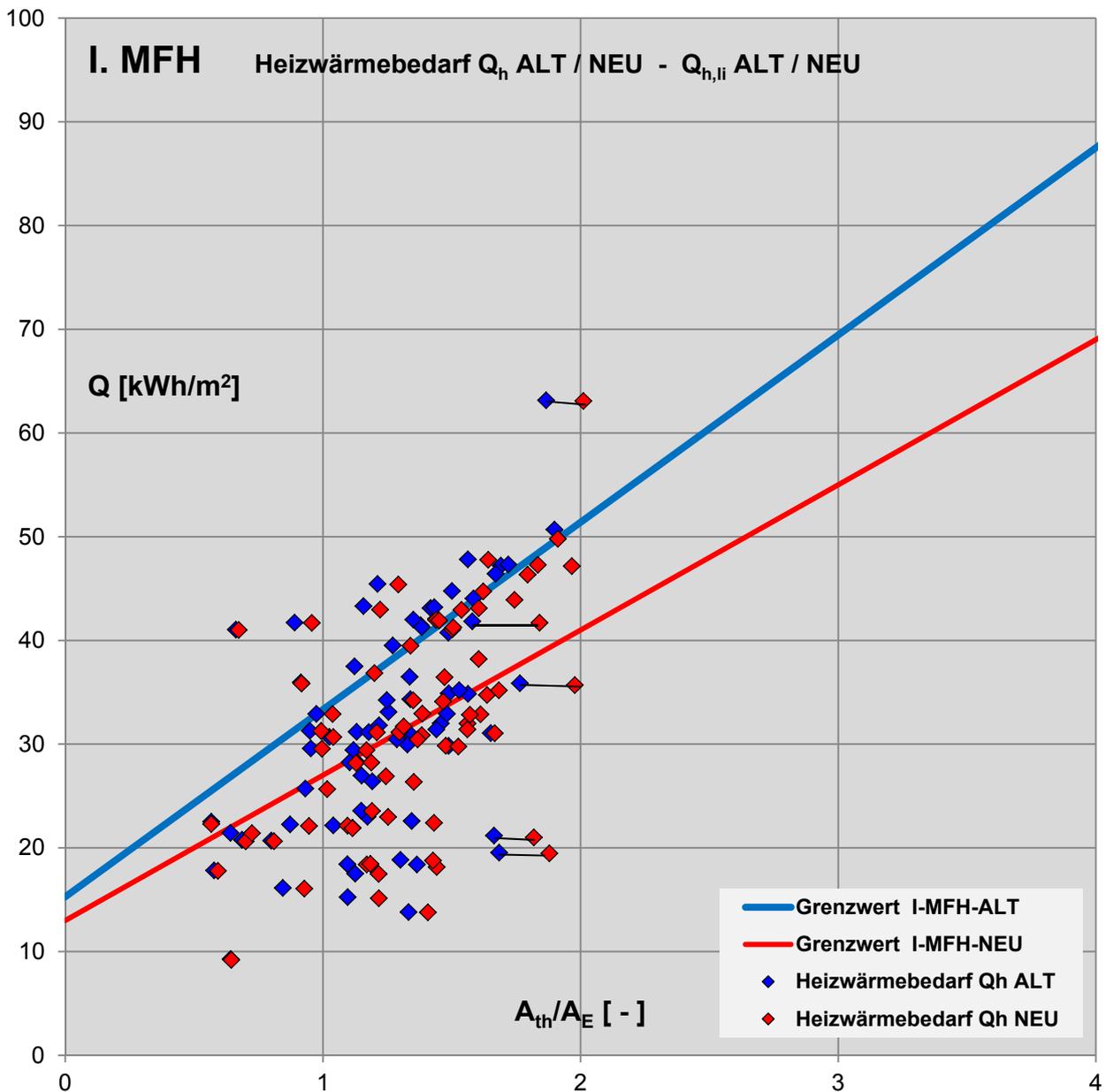


Abbildung 41: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Die Gegenüberstellung von alter und neuer Berechnung des Heizwärmebedarfs zeigt die Unterschiede:

- Die Gebäudehüllzahl steigt und damit bewegen sich die Gebäude in der Grafik nach rechts.
- Die Bewegung ist praktisch ausschliesslich horizontal, d.h. Heizwärmebedarf ALT und NEU liegen nahe beieinander, die Unterschiede in der Energiebilanz sind marginal
- Der Grenzwert erfährt eine deutliche Verschärfung. Der Basiswert ($Q_{h, li0}$) sinkt und die Steigung der Kurve wird verringert.

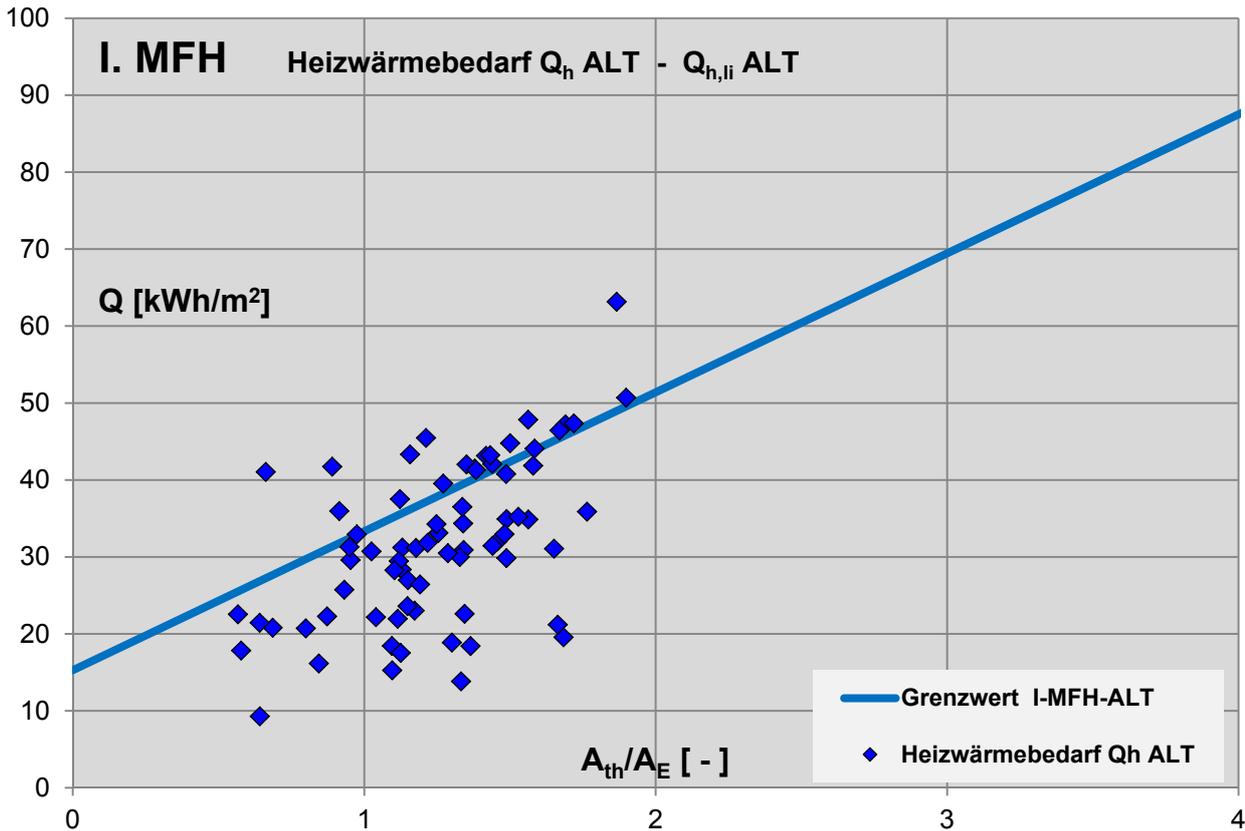


Abbildung 42: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT (Standardnutzung) und Grenzwert ALT. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

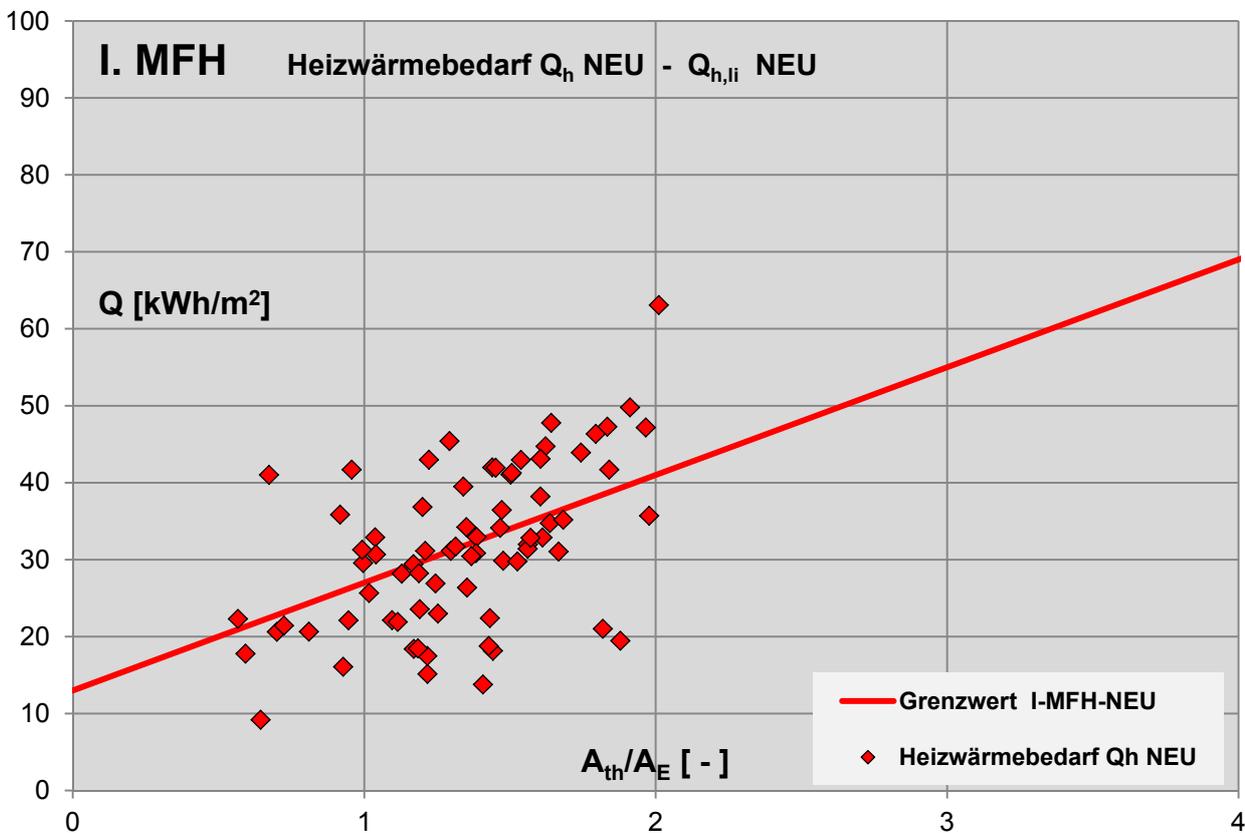


Abbildung 43: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert NEU. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie II. Einfamilienhäuser

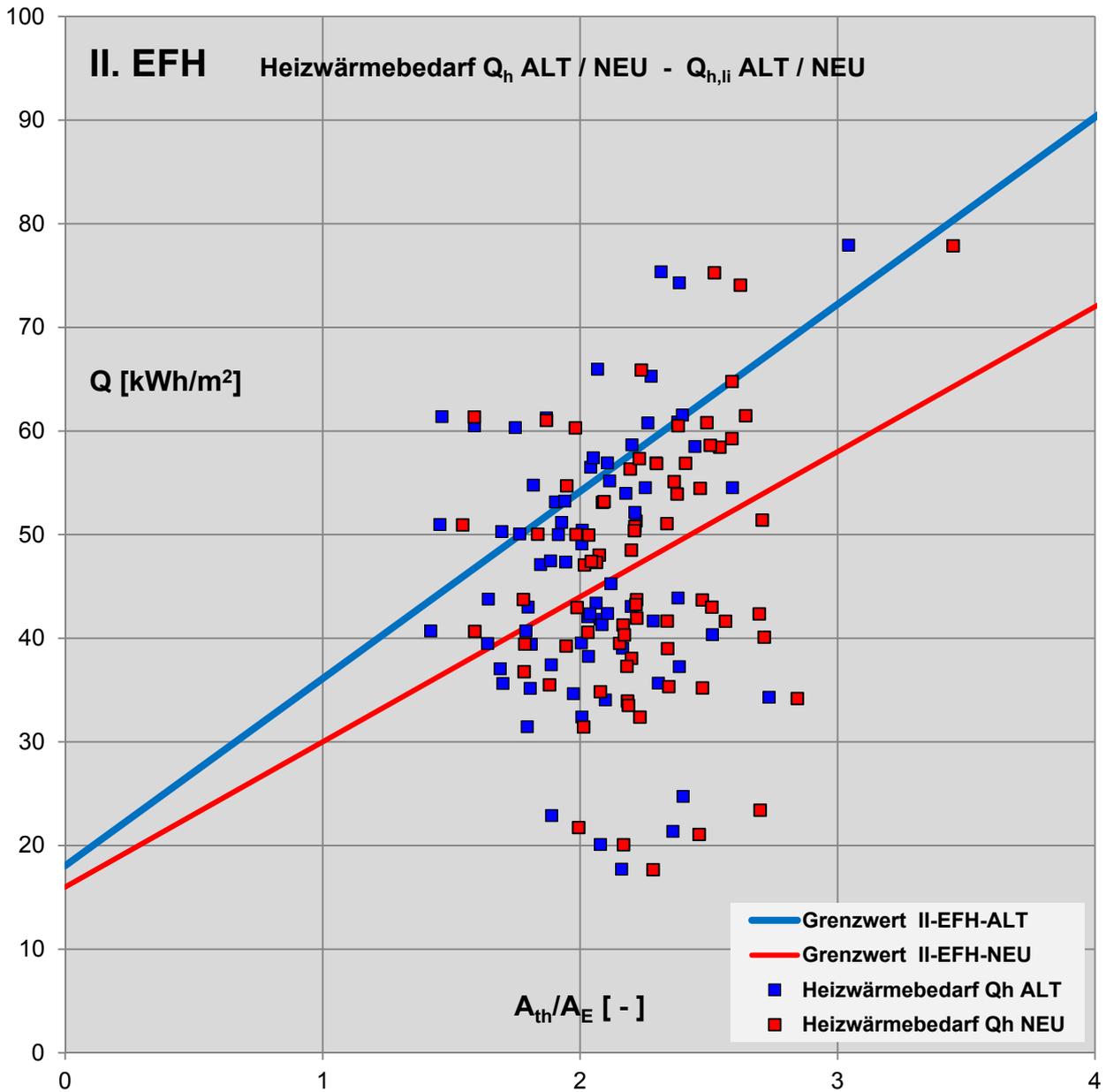


Abbildung 44: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

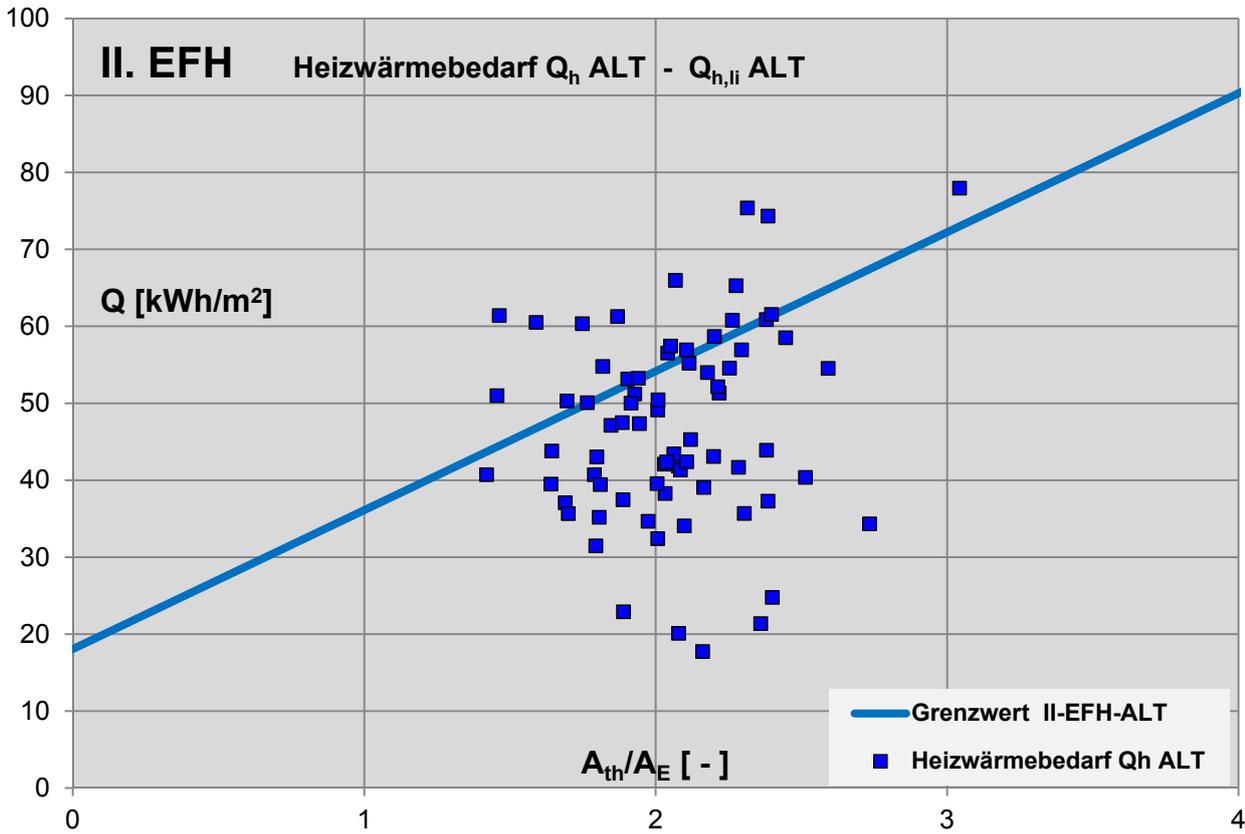


Abbildung 45: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

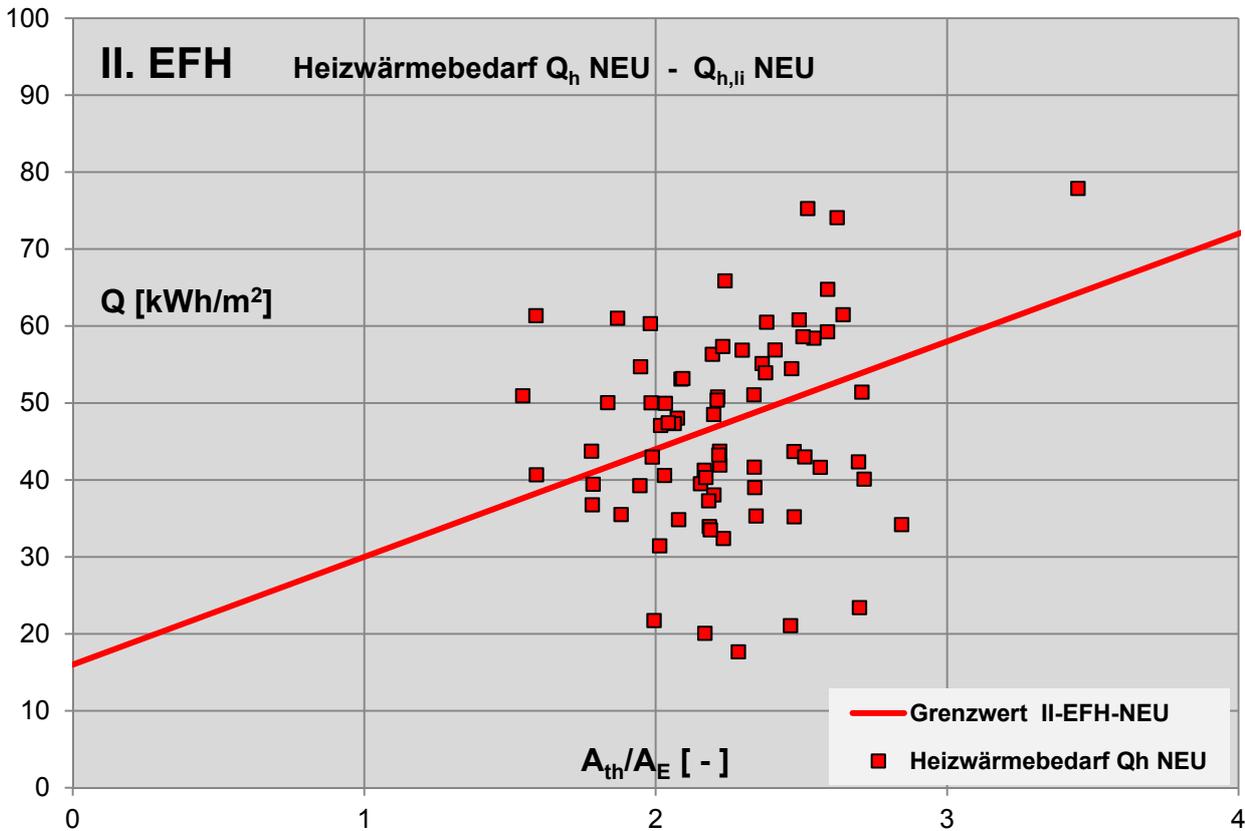


Abbildung 46: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie III. Verwaltung

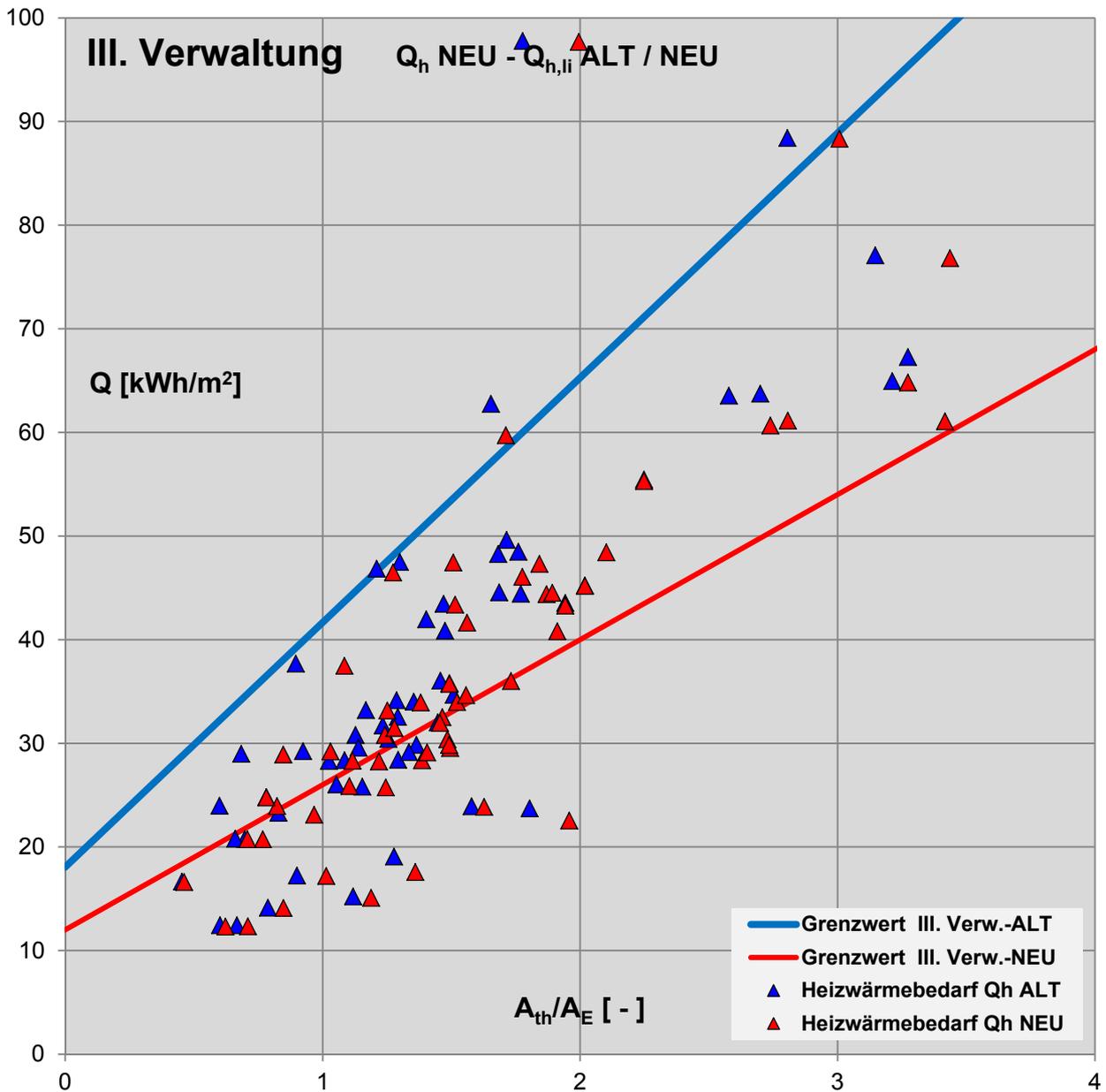


Abbildung 47: Kategorie III. Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

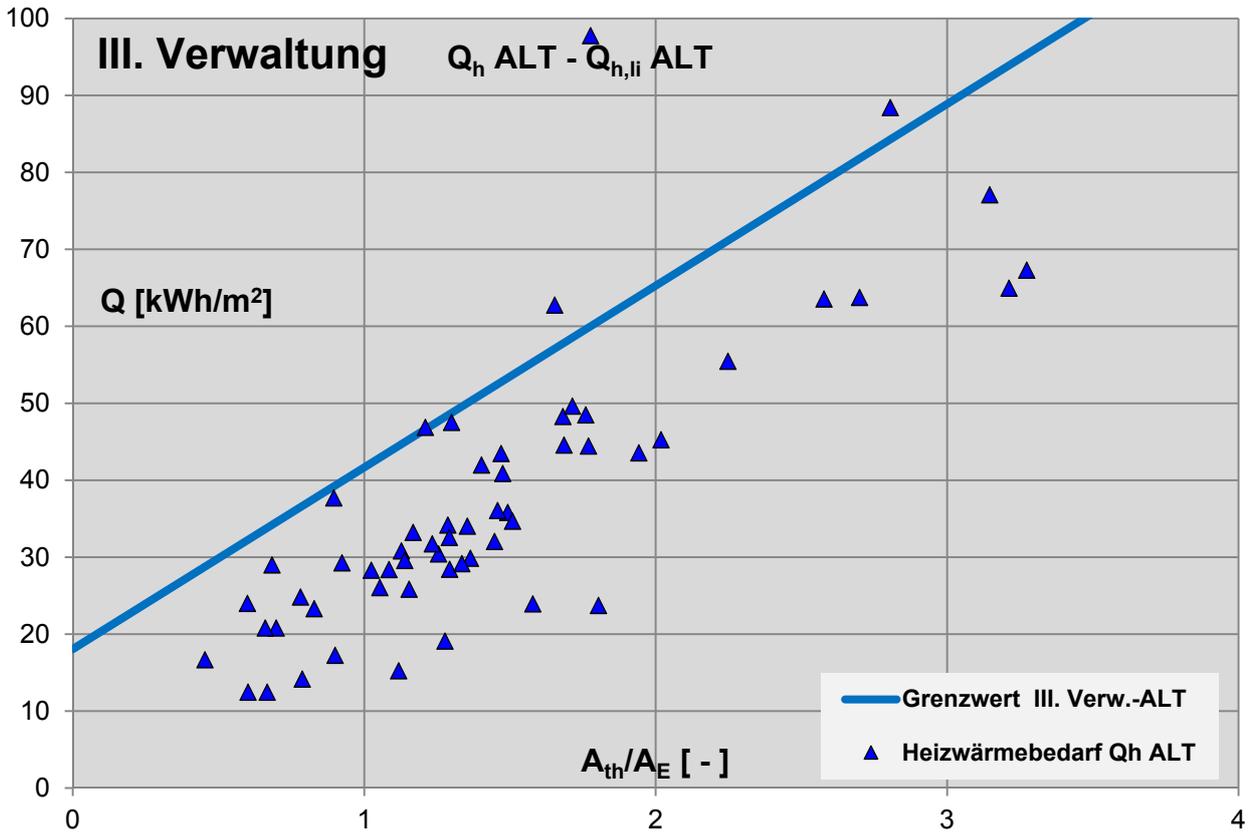


Abbildung 48: Kategorie III. Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf ALT (Standardnutzung) und Grenzwert ALT. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

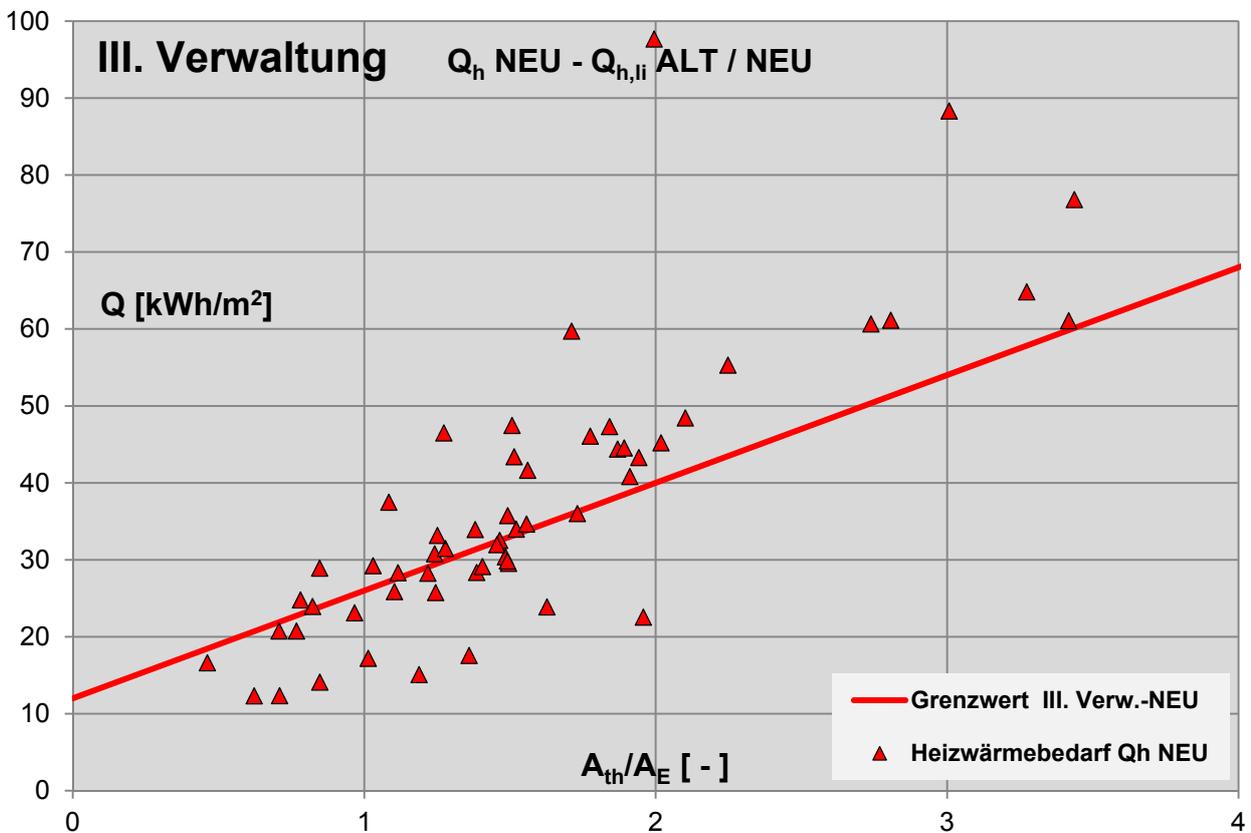


Abbildung 49: Kategorie III. Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwert NEU. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie IV. Schule

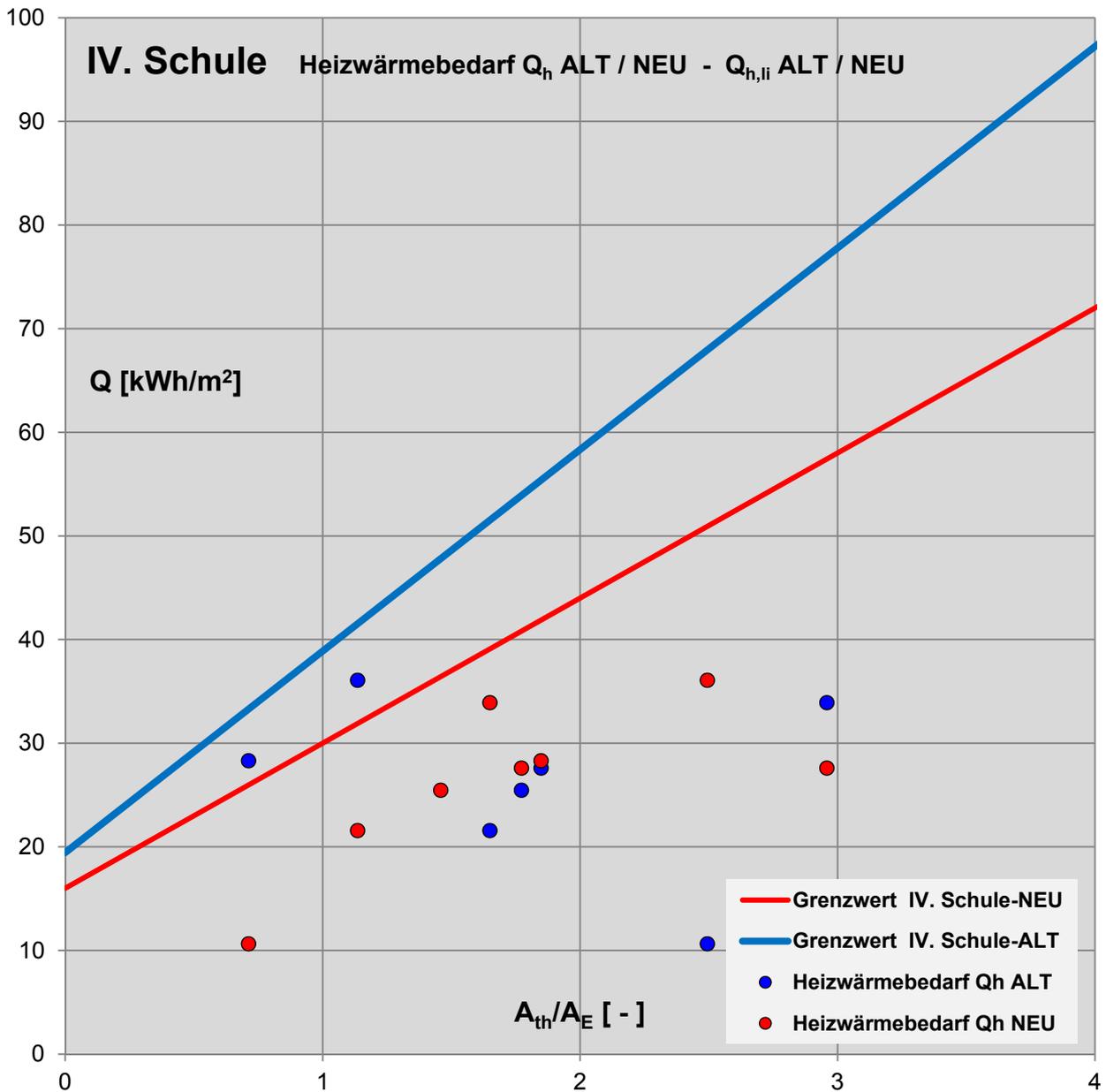


Abbildung 50: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

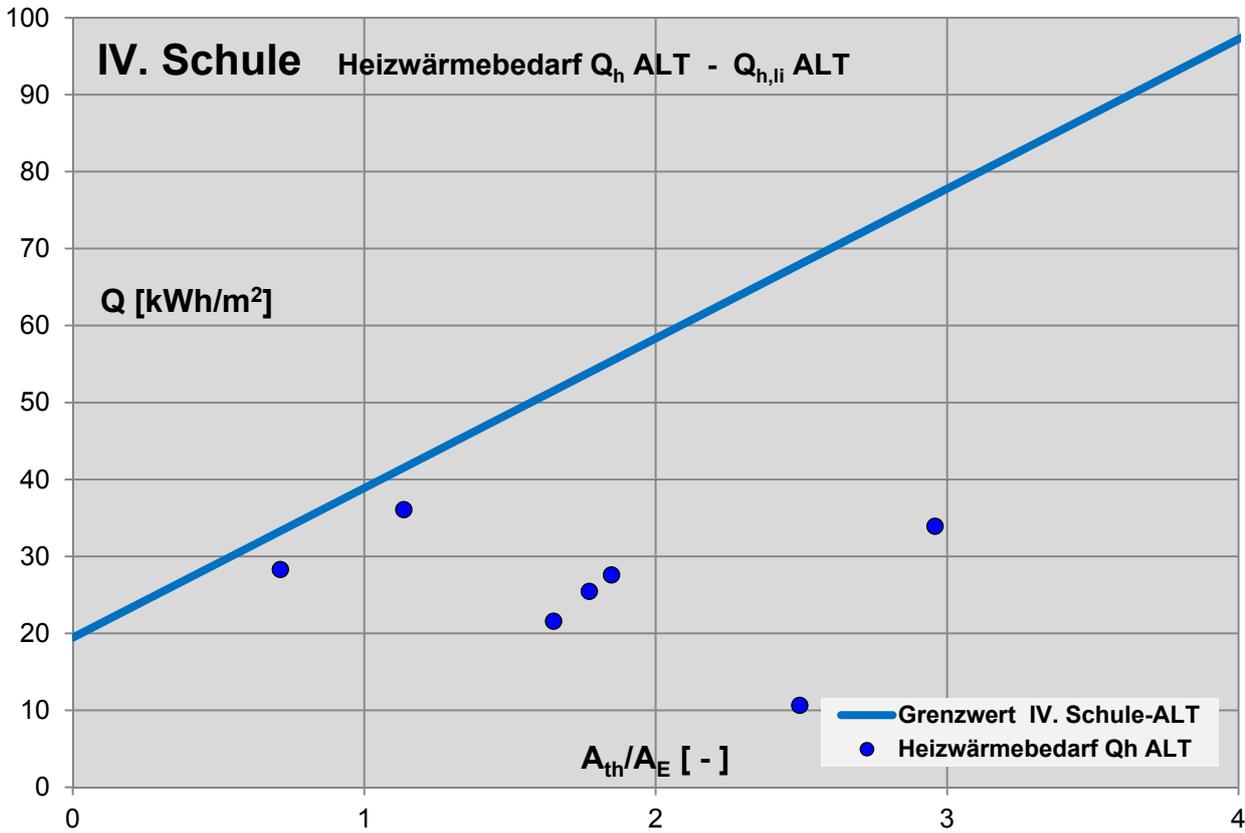


Abbildung 51: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

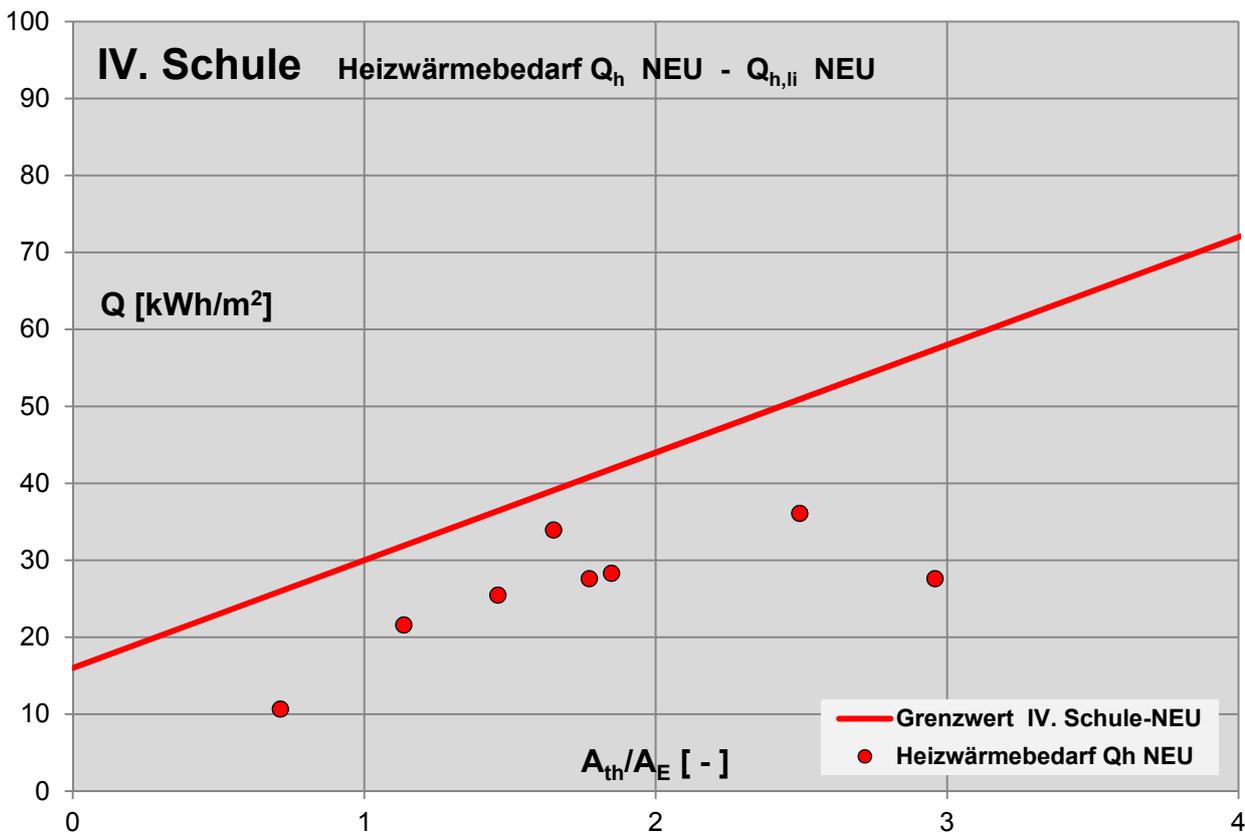


Abbildung 52: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie V. Verkauf

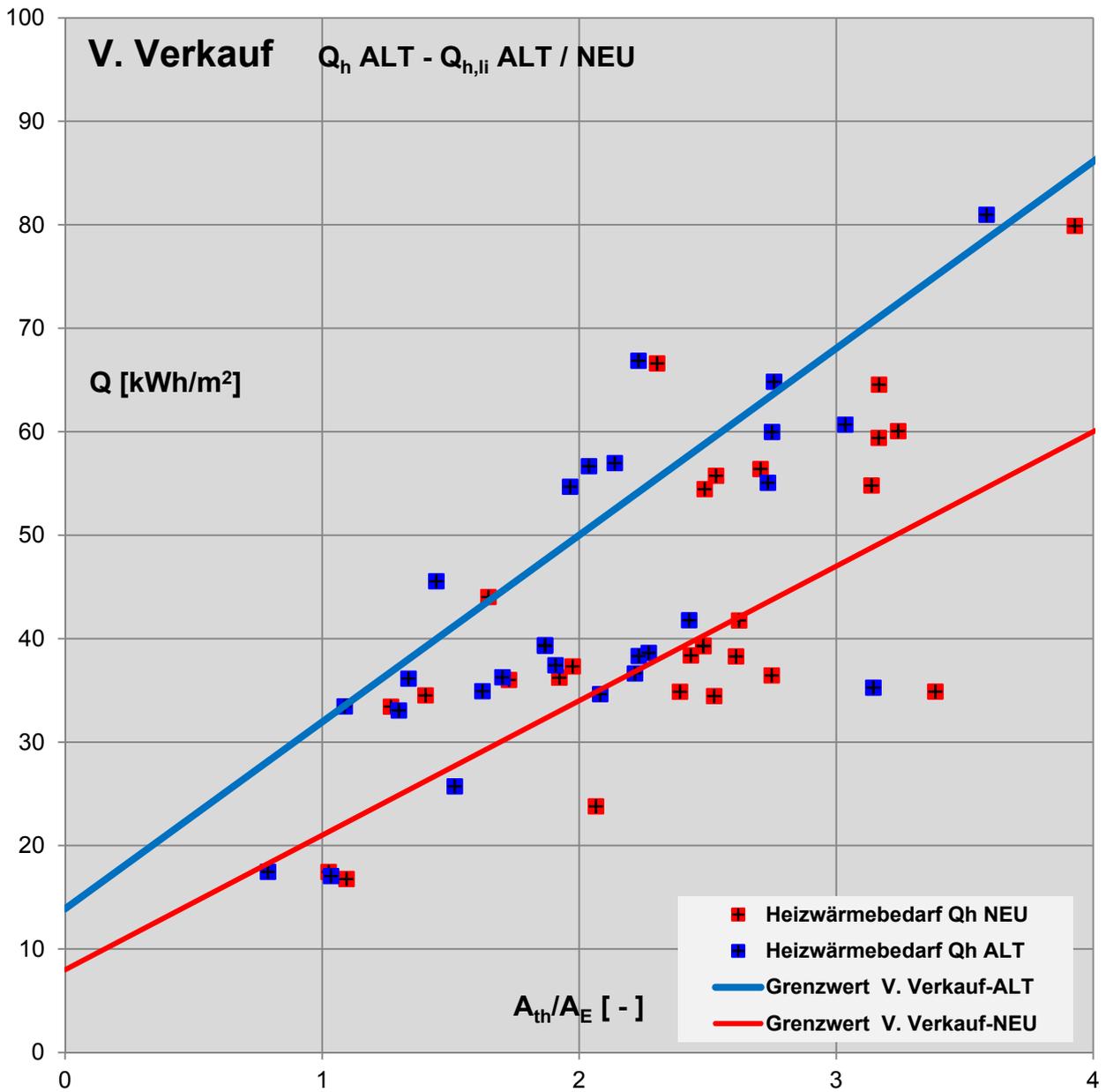


Abbildung 53: Kategorie V. Verkauf: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 27 Verkaufslokale, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

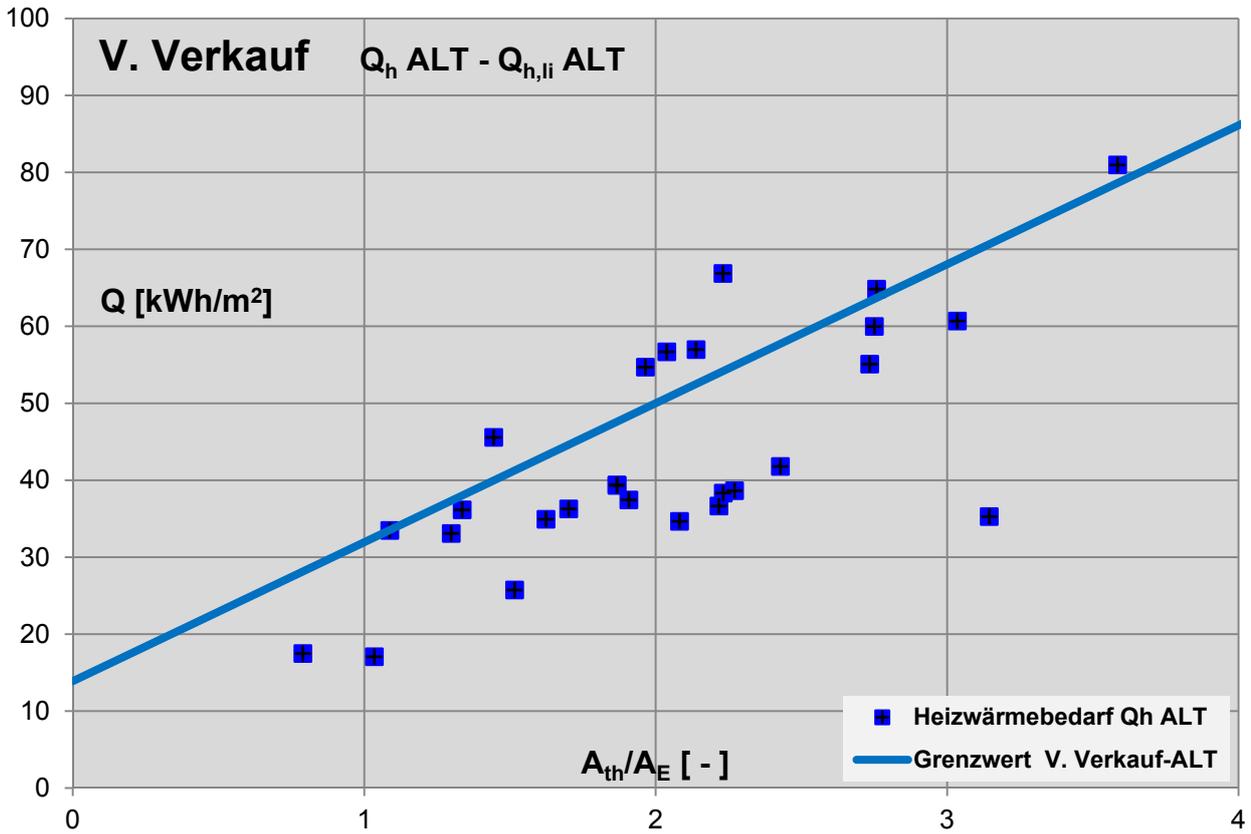


Abbildung 54: Kategorie V. Verkauf: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 27 Verkaufslokale, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

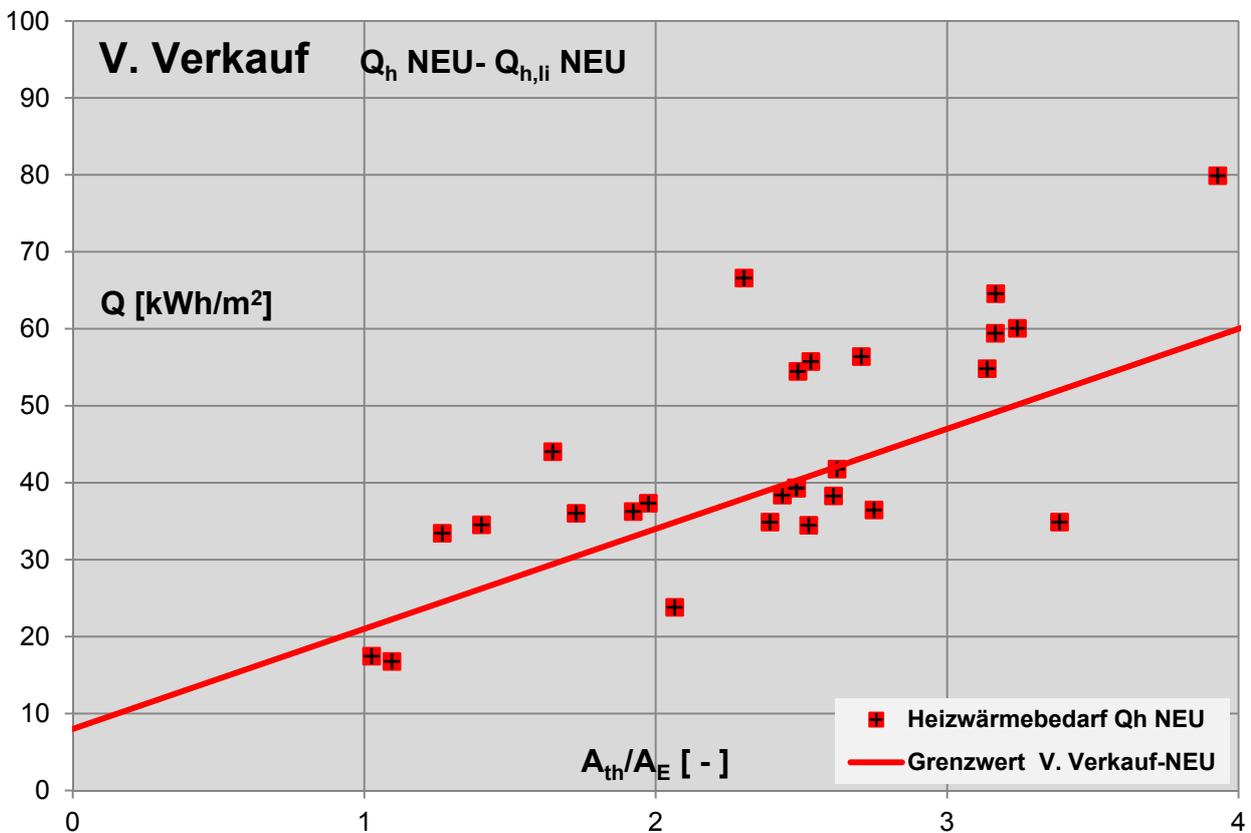


Abbildung 55: Kategorie V. Verkauf: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 27 Verkaufslokale, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie IX. Industrie

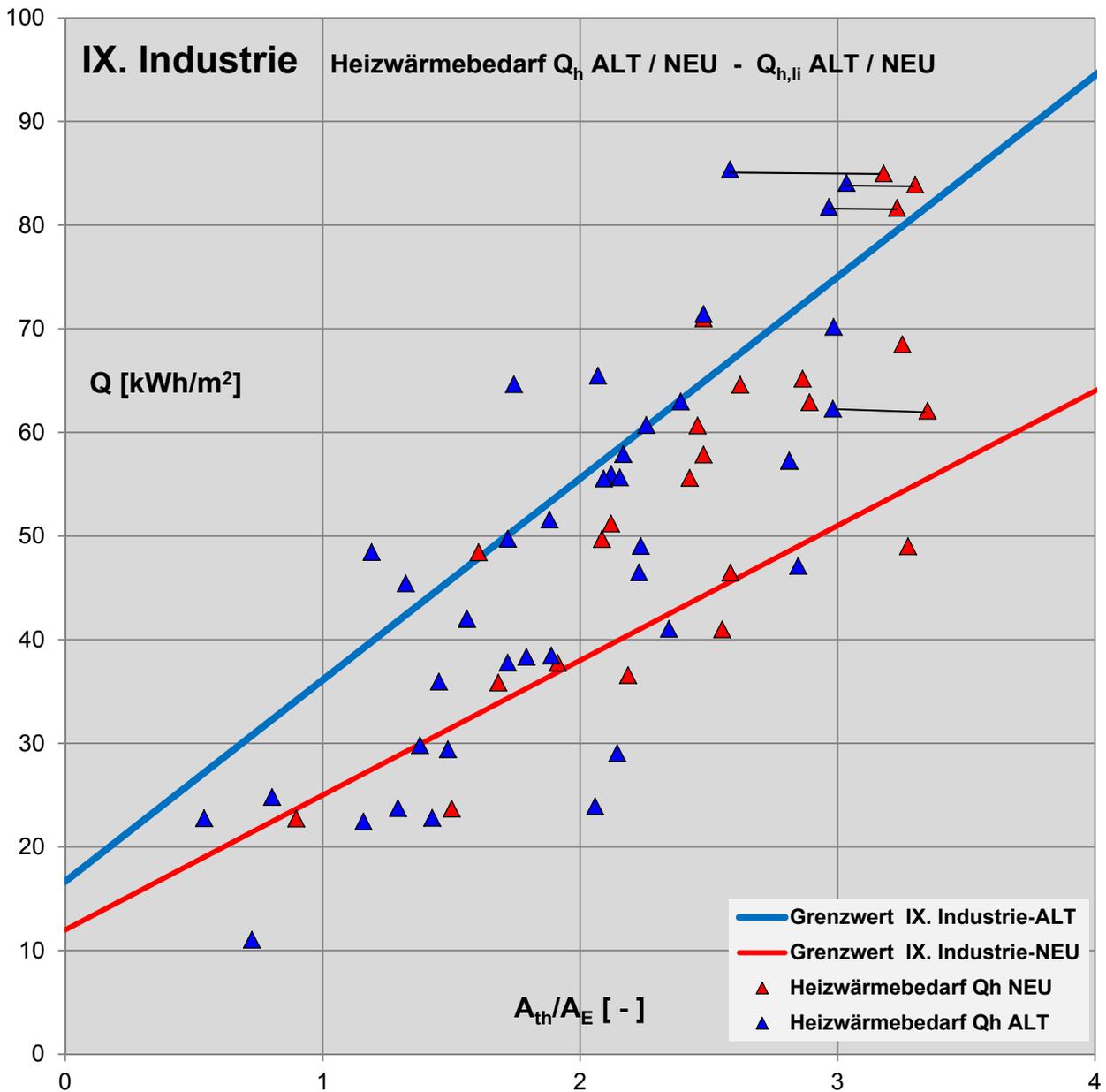


Abbildung 56: Kategorie IX. Industrie: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 39 Industriebauten, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

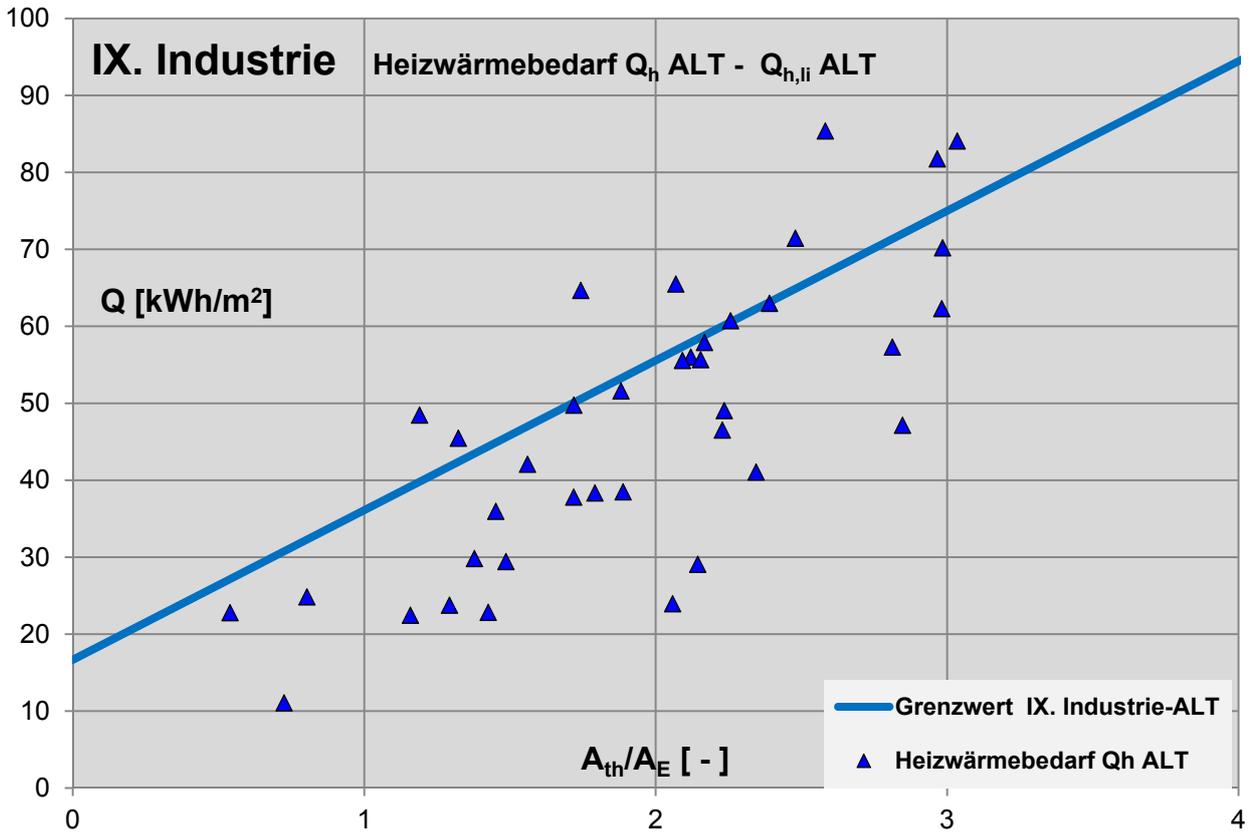


Abbildung 57: Kategorie IX. Industrie: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 39 Industriebauten, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

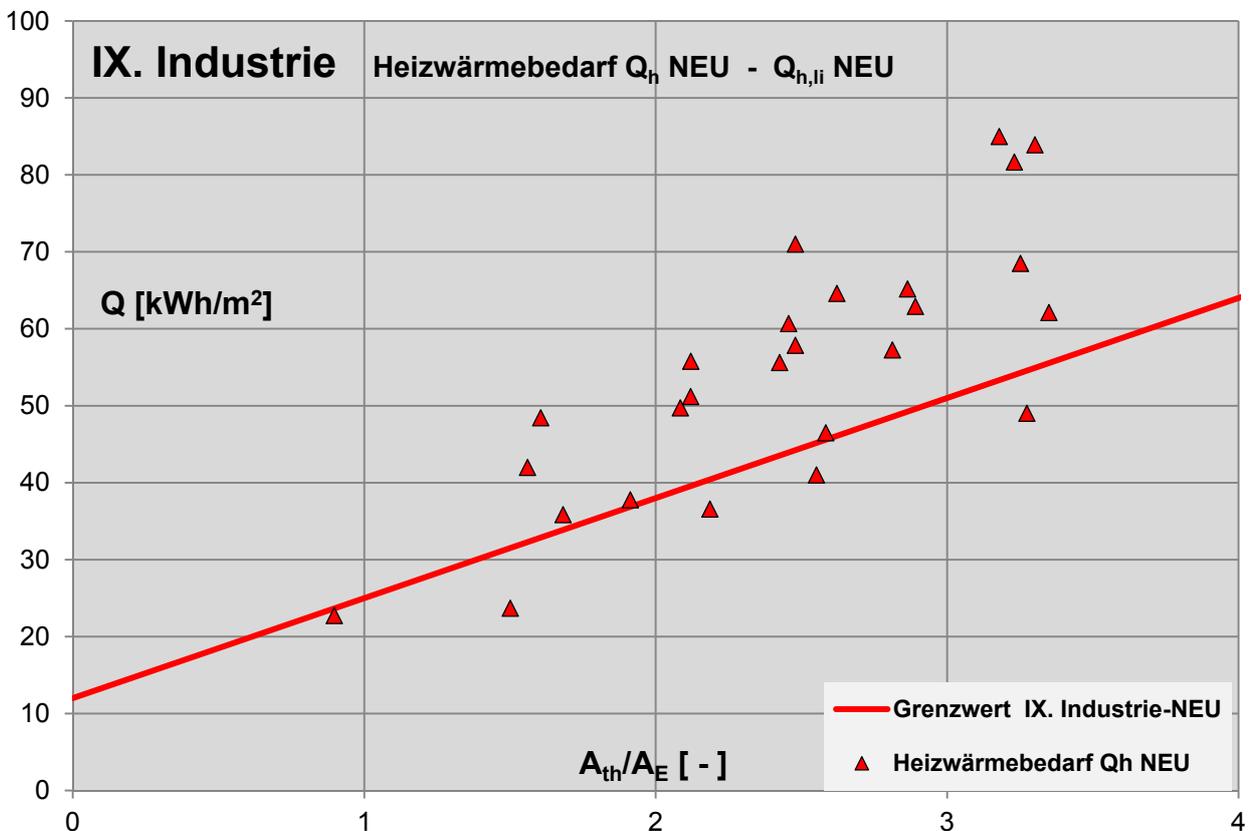


Abbildung 58: Kategorie IX. Industrie: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 39 Industriebauten, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie X. Lager

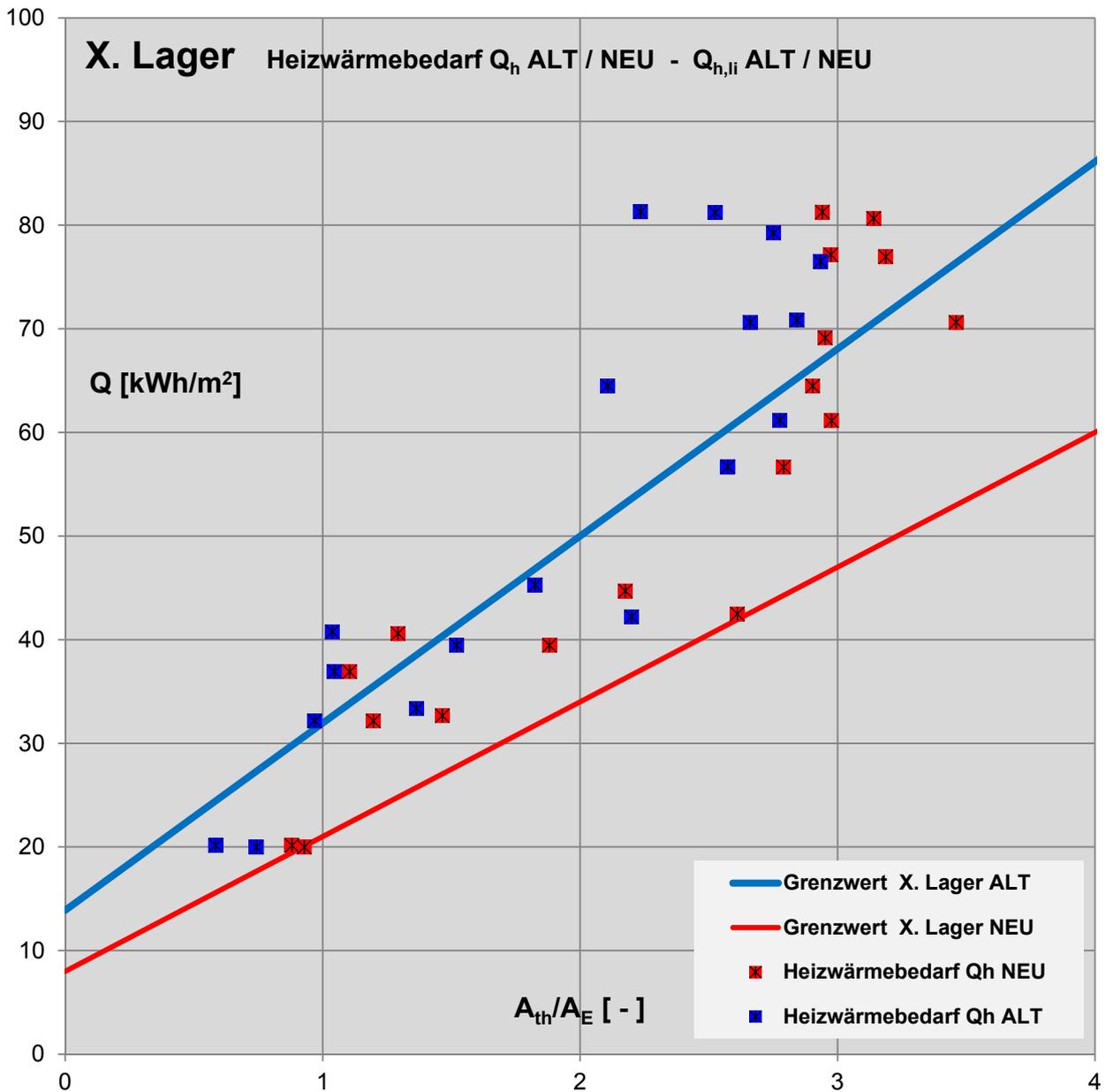


Abbildung 59: Kategorie X. Lager: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 27 Verkaufslokale, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

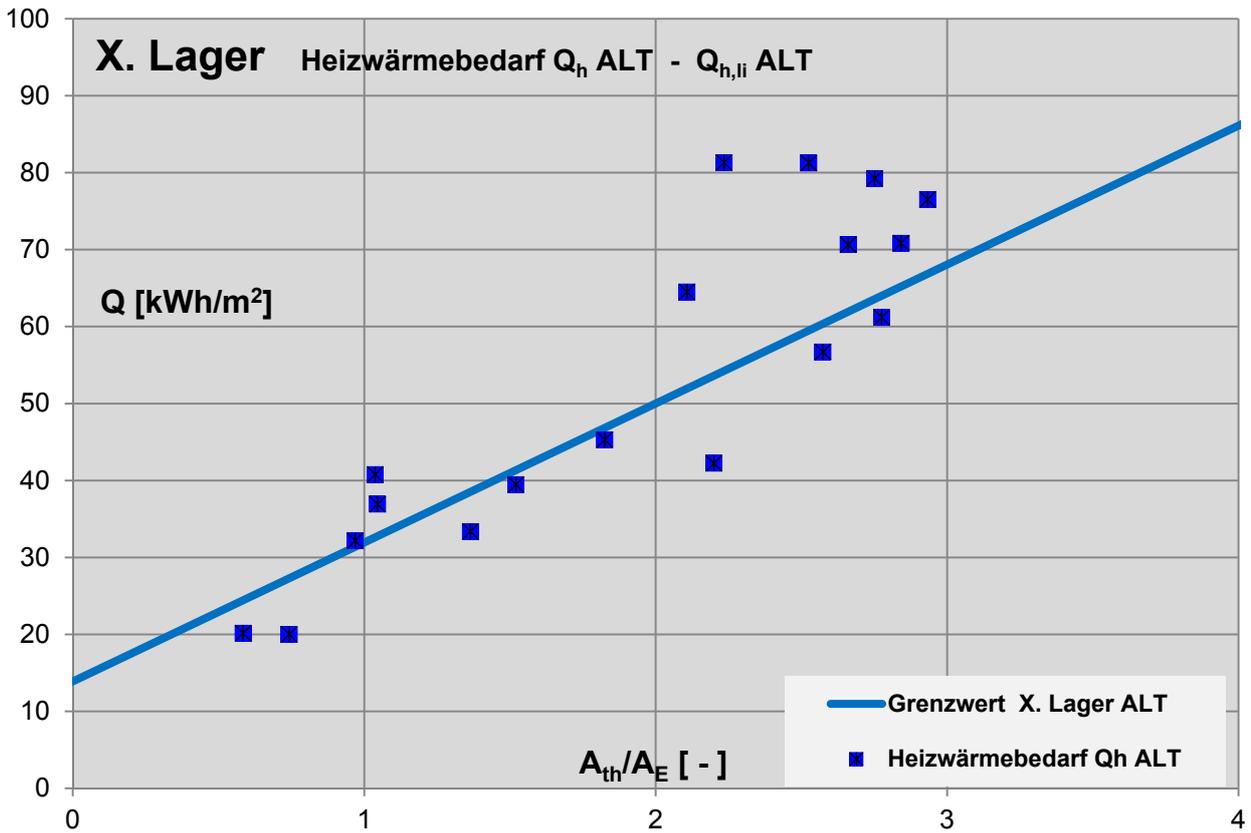


Abbildung 60: Kategorie X. Lager: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 27 Verkaufslokale, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

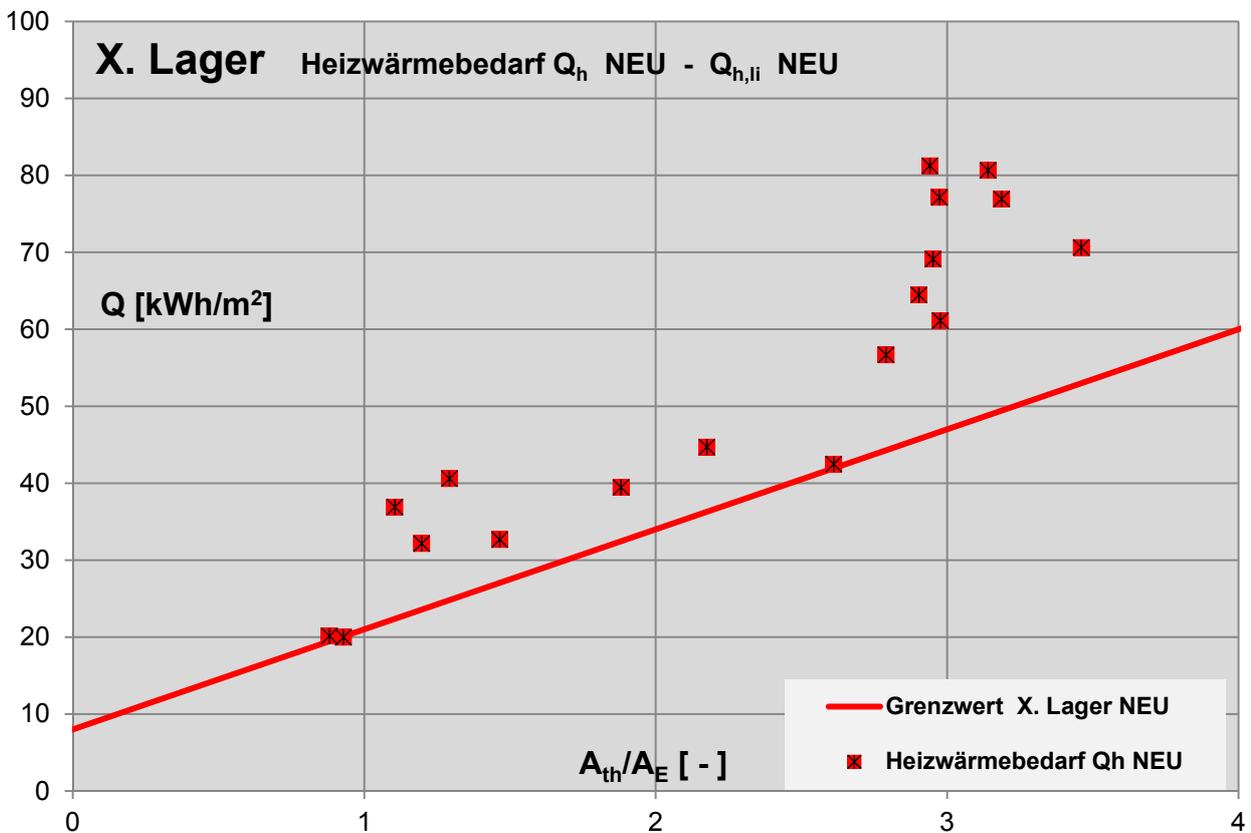


Abbildung 61: Kategorie X. Lager: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwert ALT/NEU. Datenbasis: 27 Verkaufslokale, Originaldaten, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Anhang 2:

Gebäude mit Standard-U-Werten

U-Werte Grenzwert Neubau, Einzelbauteilanforderungen ALT/NEU

Gebäudekategorien:

I. Mehrfamilienhaus

II. Einfamilienhaus

Gebäudekategorie I. Mehrfamilienhäuser

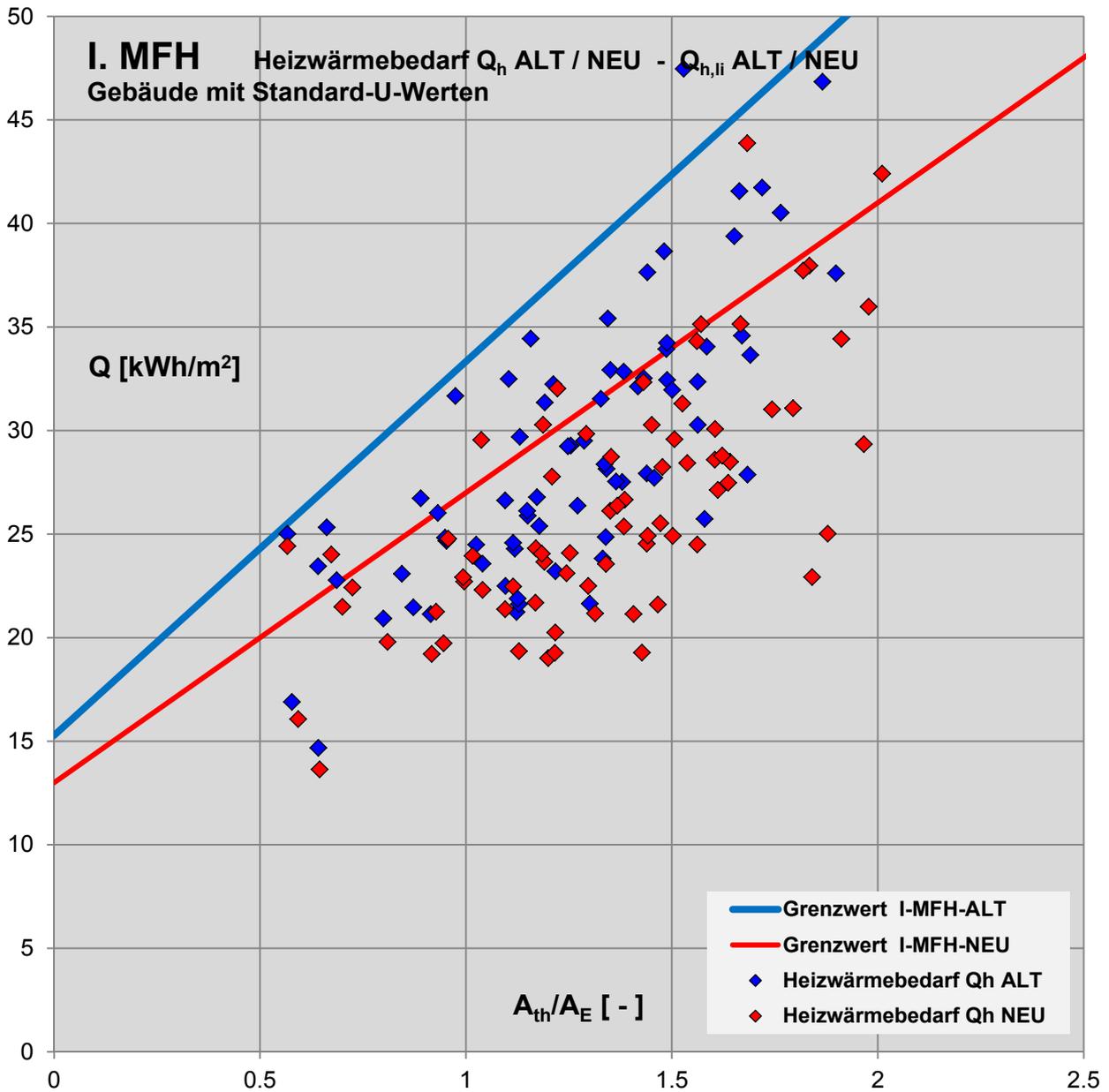
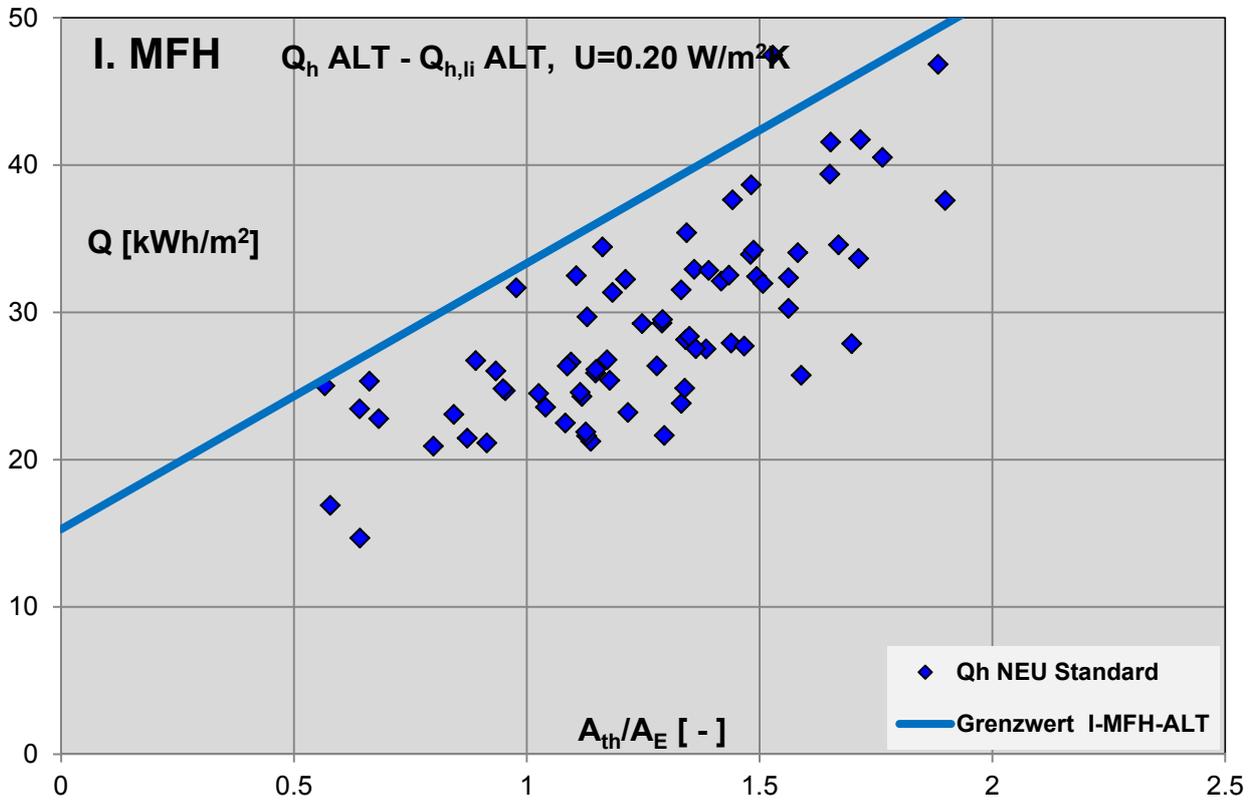
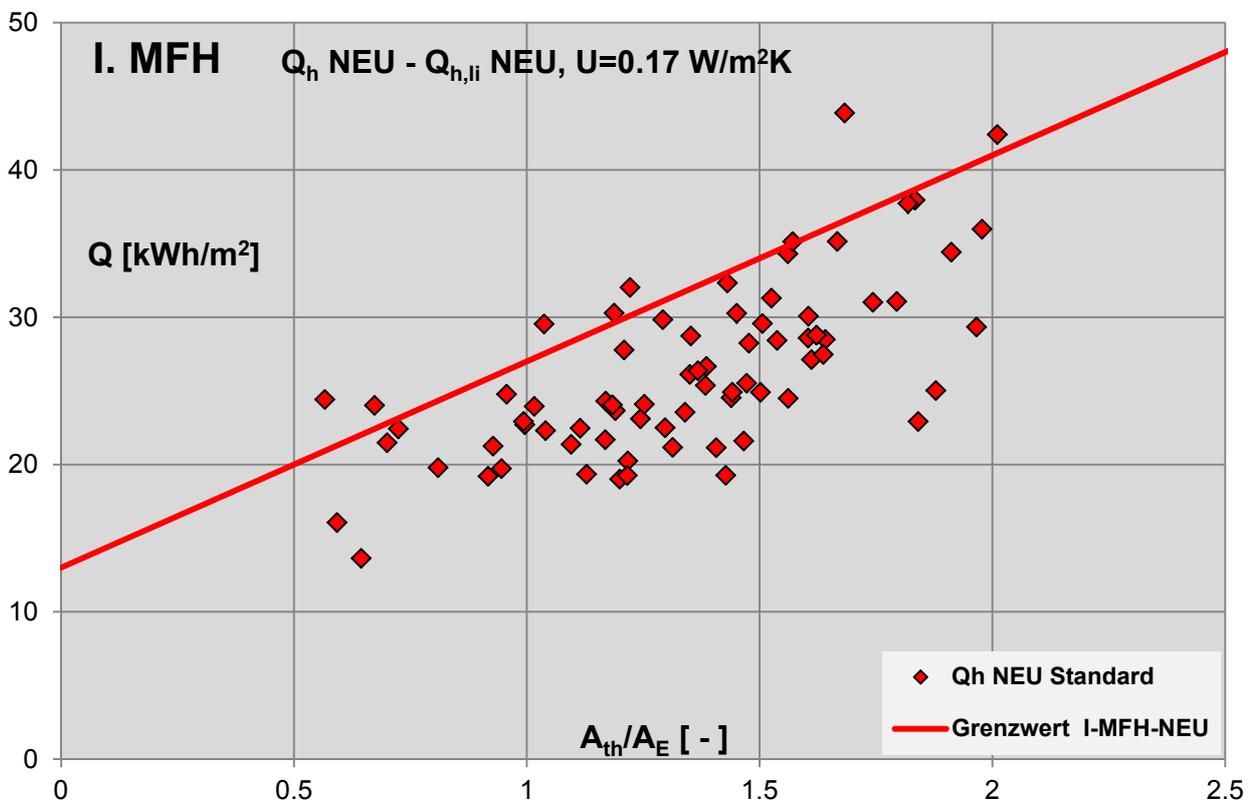


Abbildung 62: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT/NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT/NEU. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen ALT/NEU, Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, Zürich MeteoSchweiz



- 73 von 74 Gebäuden erfüllen den Grenzwert "ALT"

Abbildung 63: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf ALT (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen ALT, Fenster: $U_w=1.00\text{W/m}^2\text{K}$, Zürich MeteoSchweiz



- 67 von 74 Gebäuden erfüllen den Grenzwert "NEU"

Abbildung 64: Kategorie I. MFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte NEU. 74 MFH, U-Werte Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00\text{W/m}^2\text{K}$, Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie II. Einfamilienhäuser

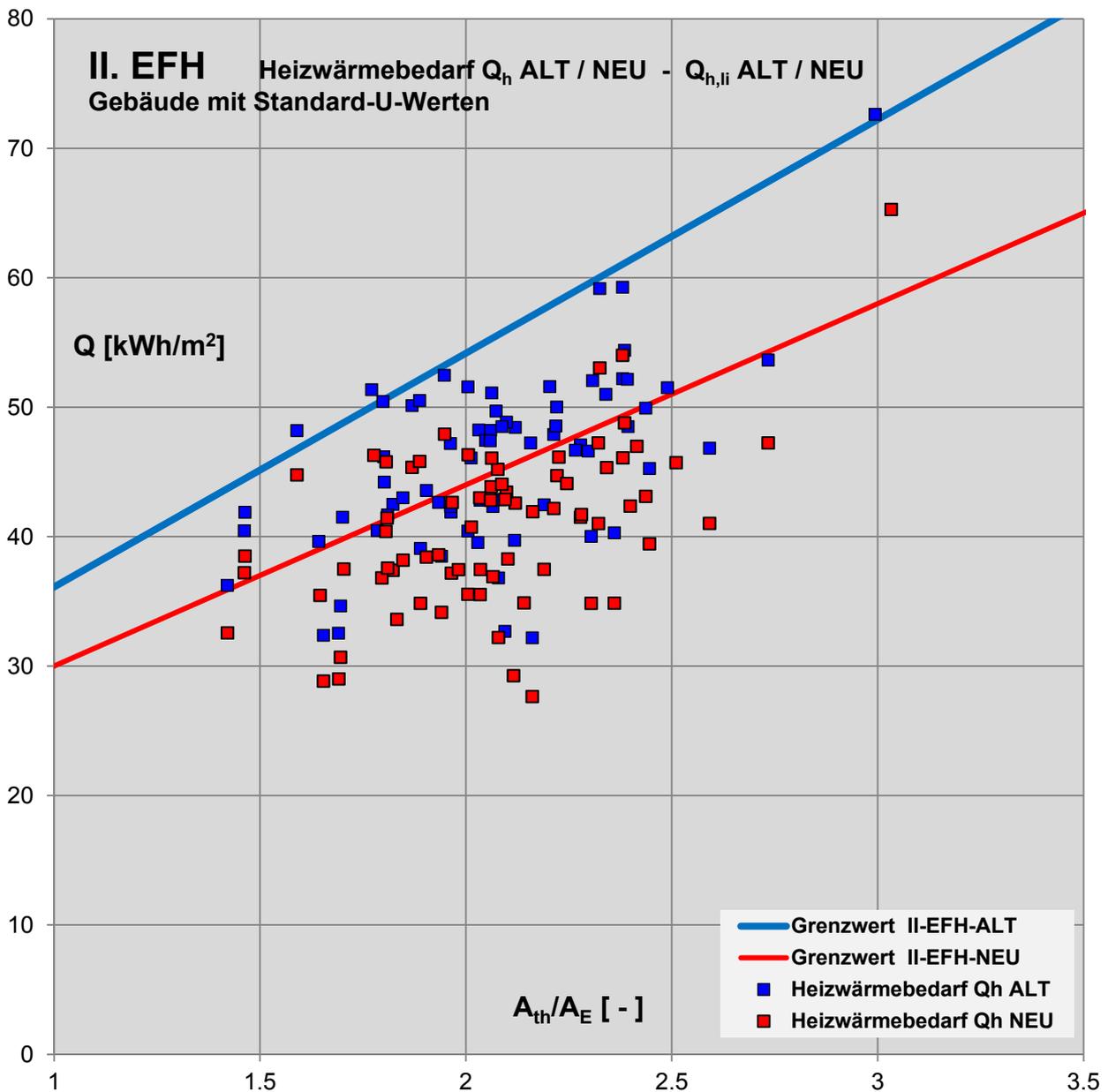


Abbildung 65: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, U-Werte gemäss Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

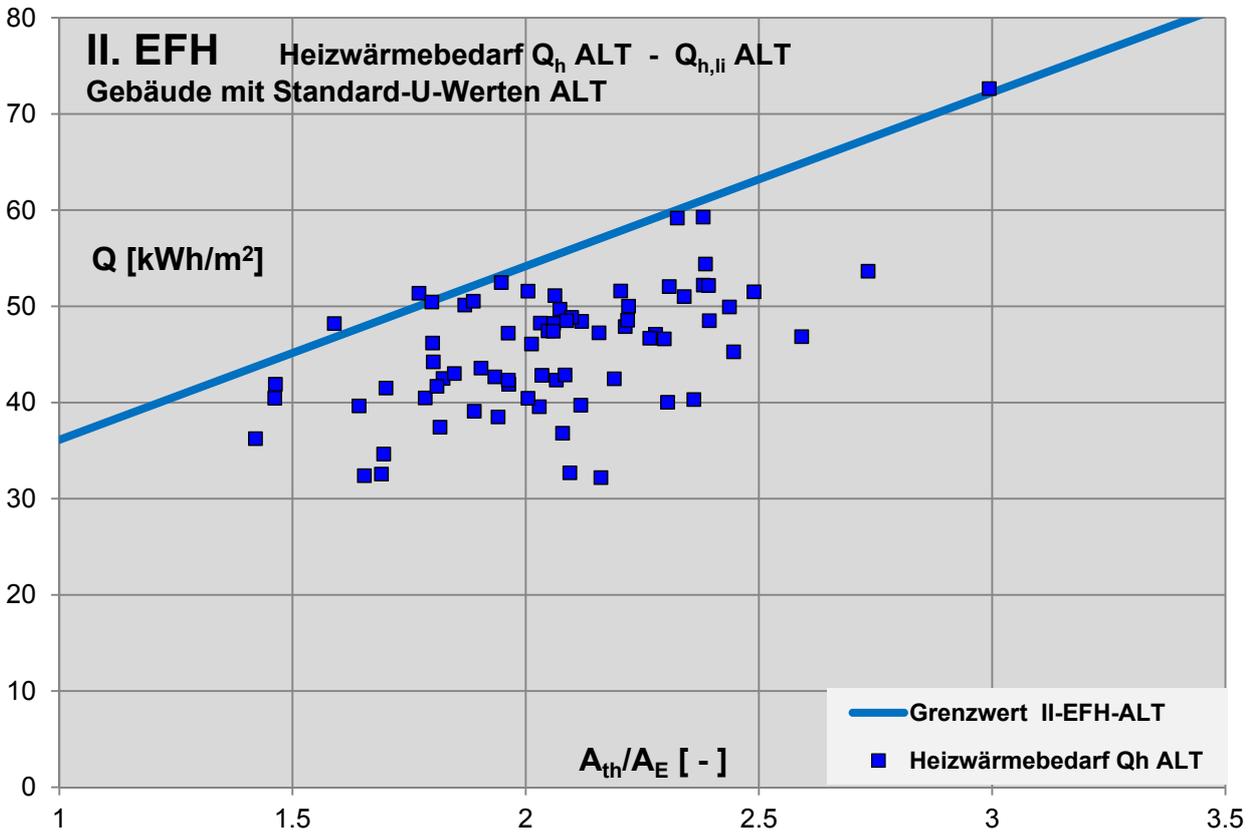


Abbildung 66: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, U-Werte gemäss Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

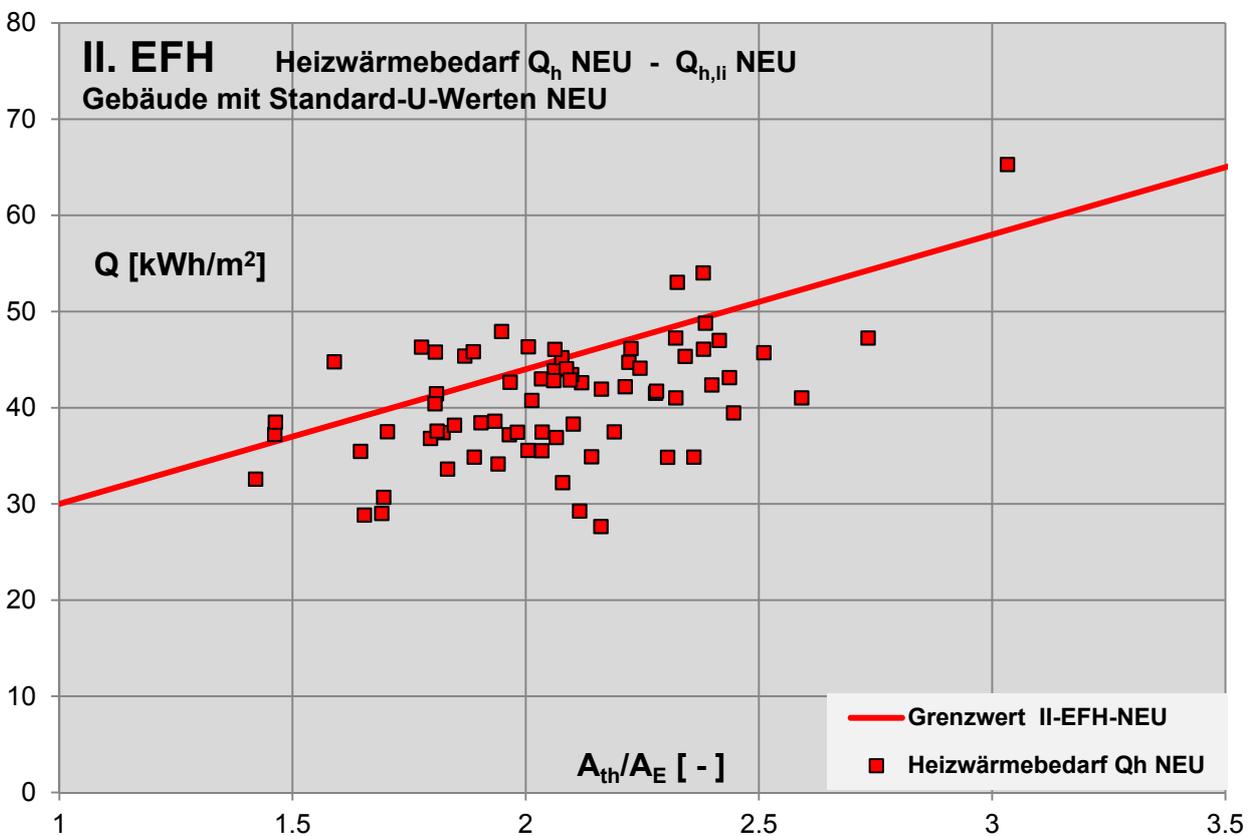


Abbildung 67: Kategorie II. EFH: Berechnung Heizwärmebedarf NEU (Standardnutzung) und Grenzwerte ALT/NEU. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, U-Werte gemäss Einzelbauteilanforderungen NEU/Fenster: $U_w=1.00W/m^2K$, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Anhang 3:

Wärmerückgewinnung bei Lüftungen und Abluftanlagen

Gebäude mit Standard-U-Werten

U-Werte Grenzwert Neubau, Einzelbauteilanforderungen ALT/NEU

Variation: Lüftungswärmeverluste und resultierende U-Werte

Gebäudekategorien:

I. Mehrfamilienhaus

II. Einfamilienhaus

III. Verwaltung

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

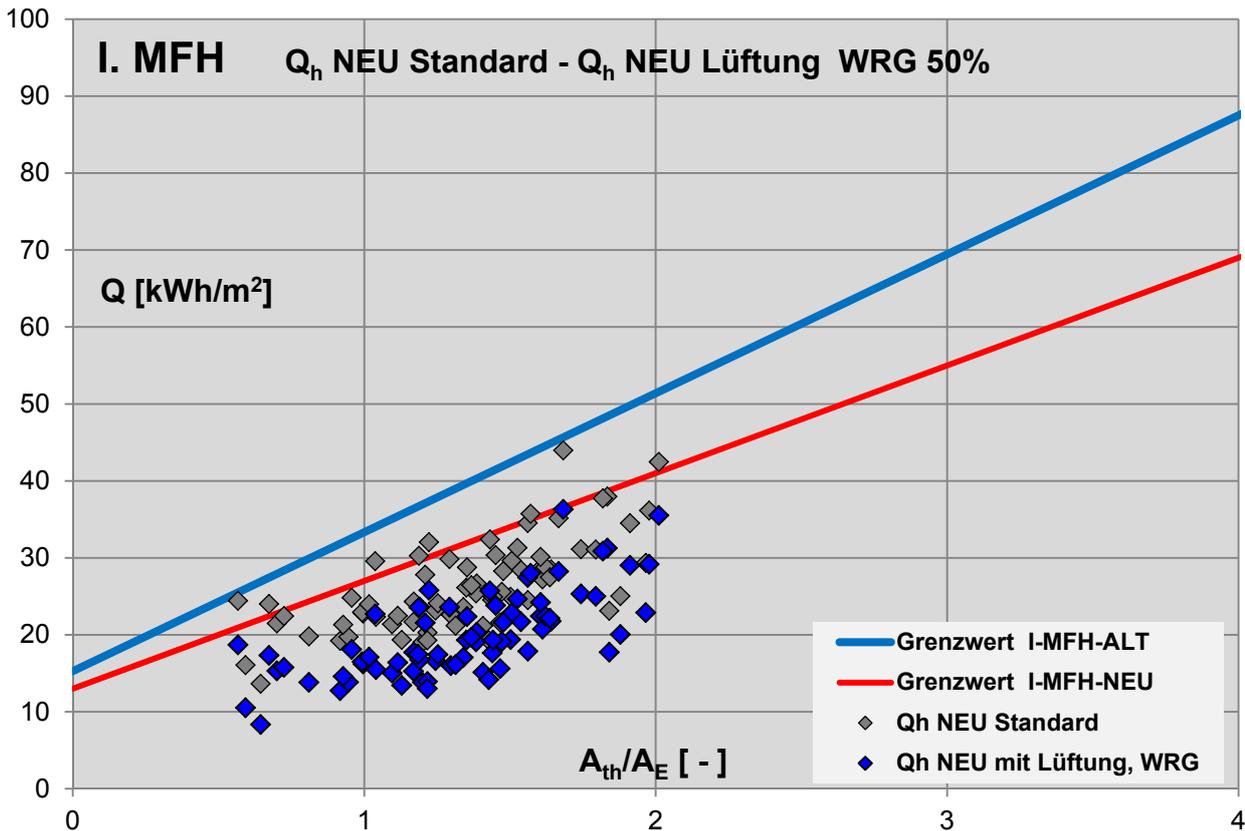


Abbildung 68: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausser 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

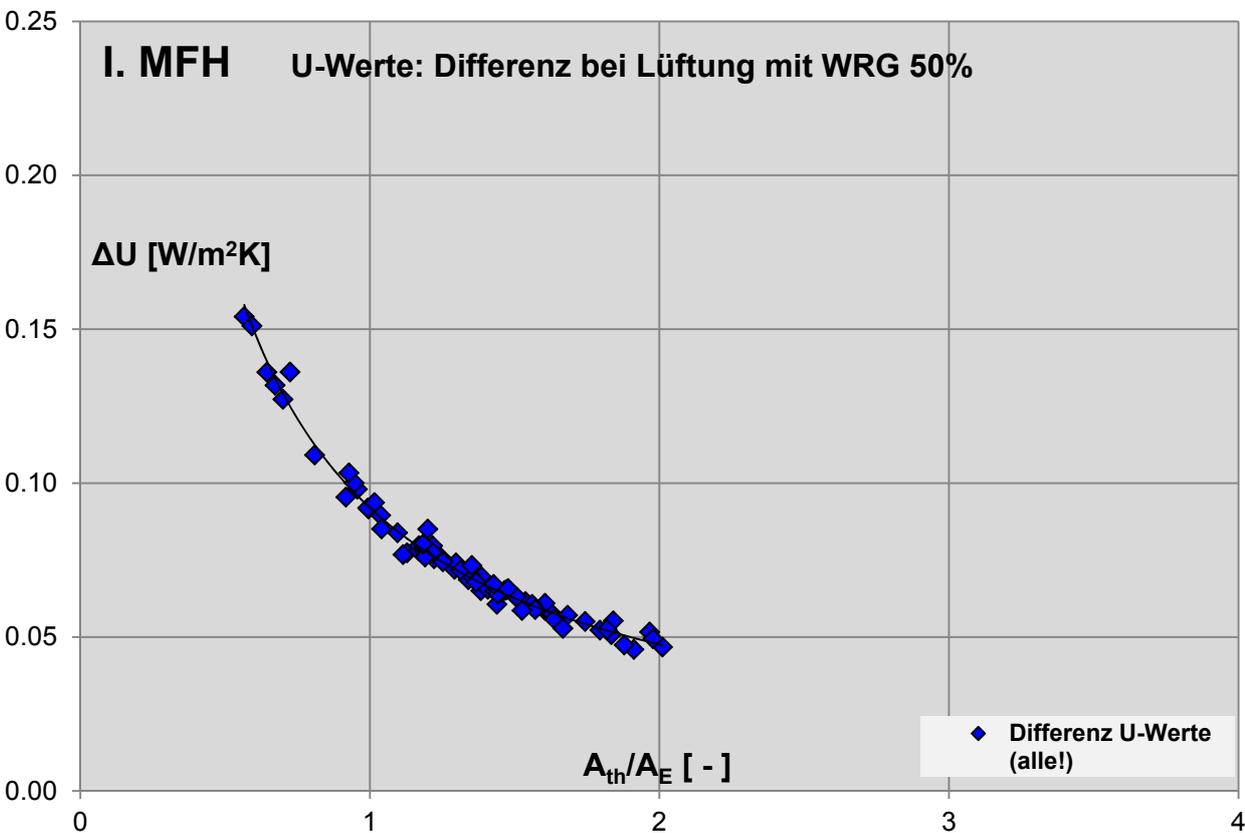


Abbildung 69: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausser 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

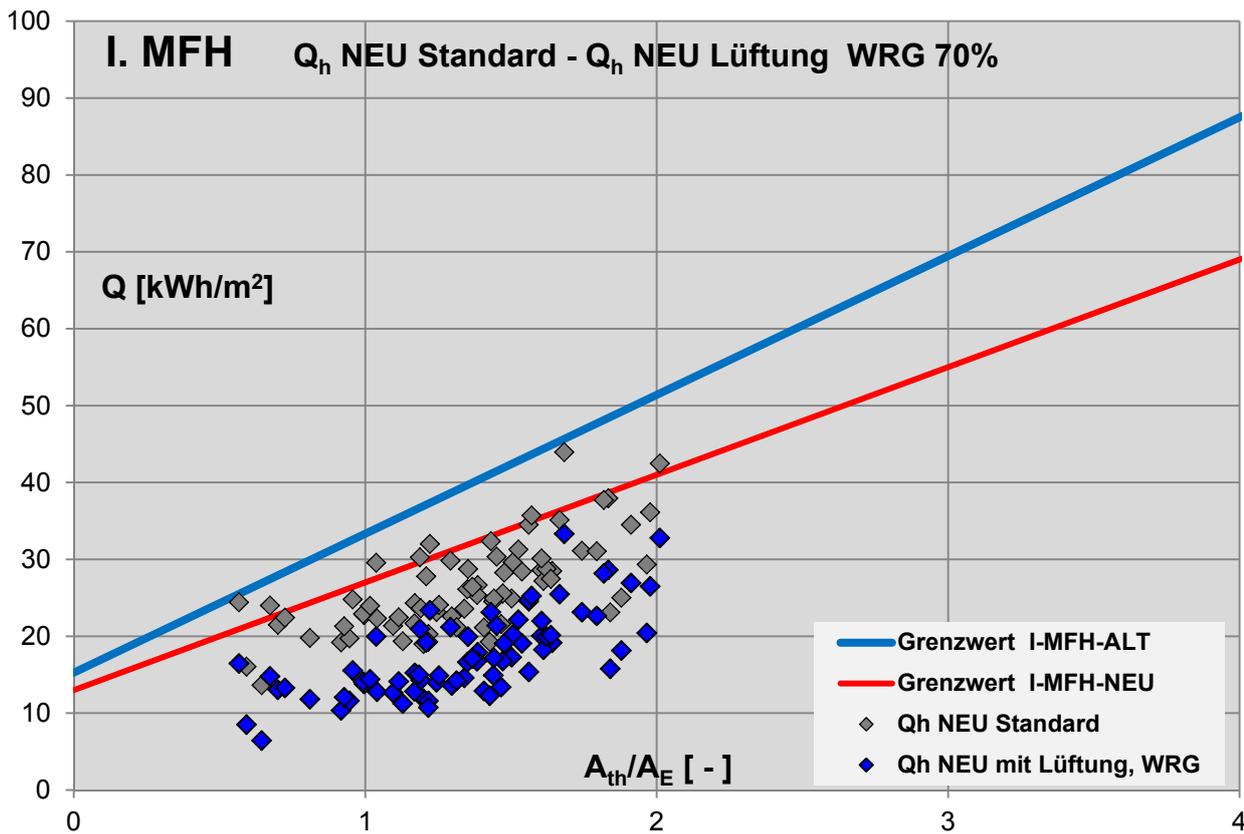


Abbildung 70: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aus-sen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

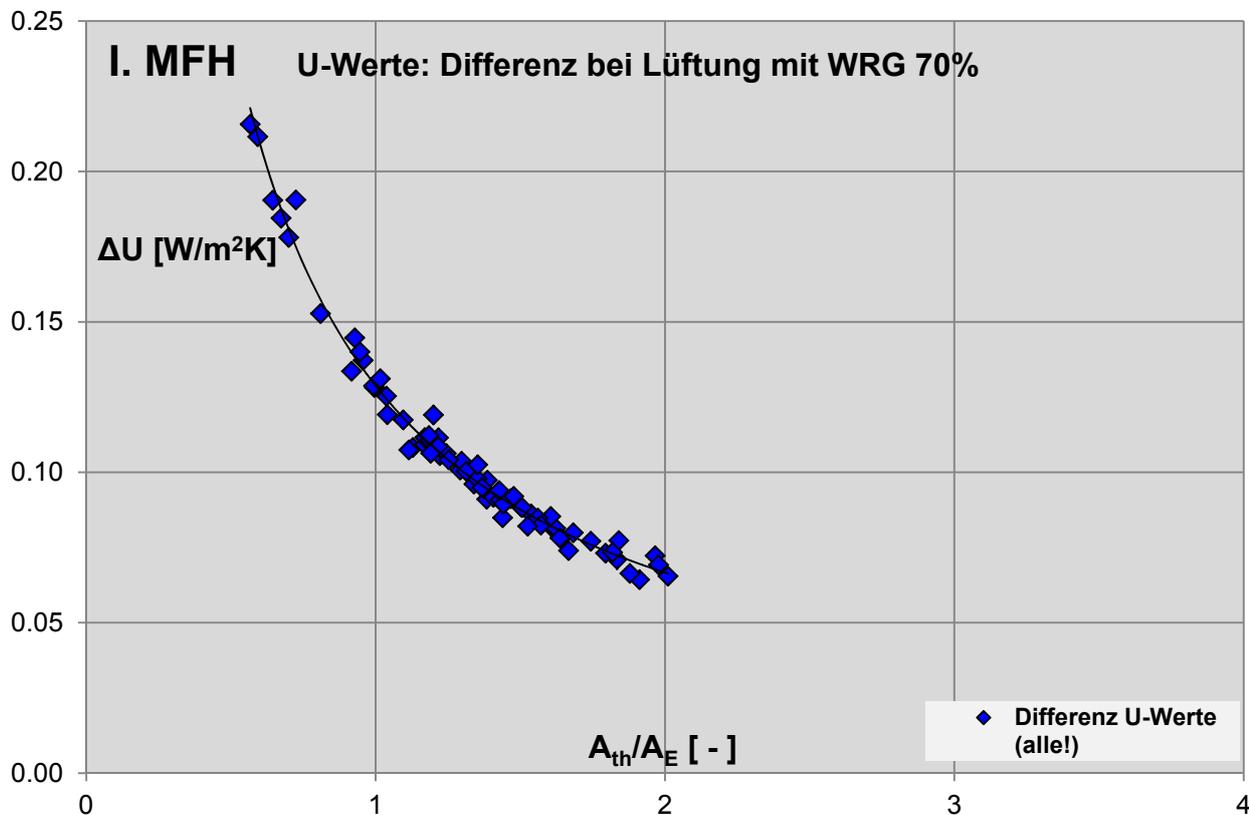


Abbildung 71: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aus-sen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

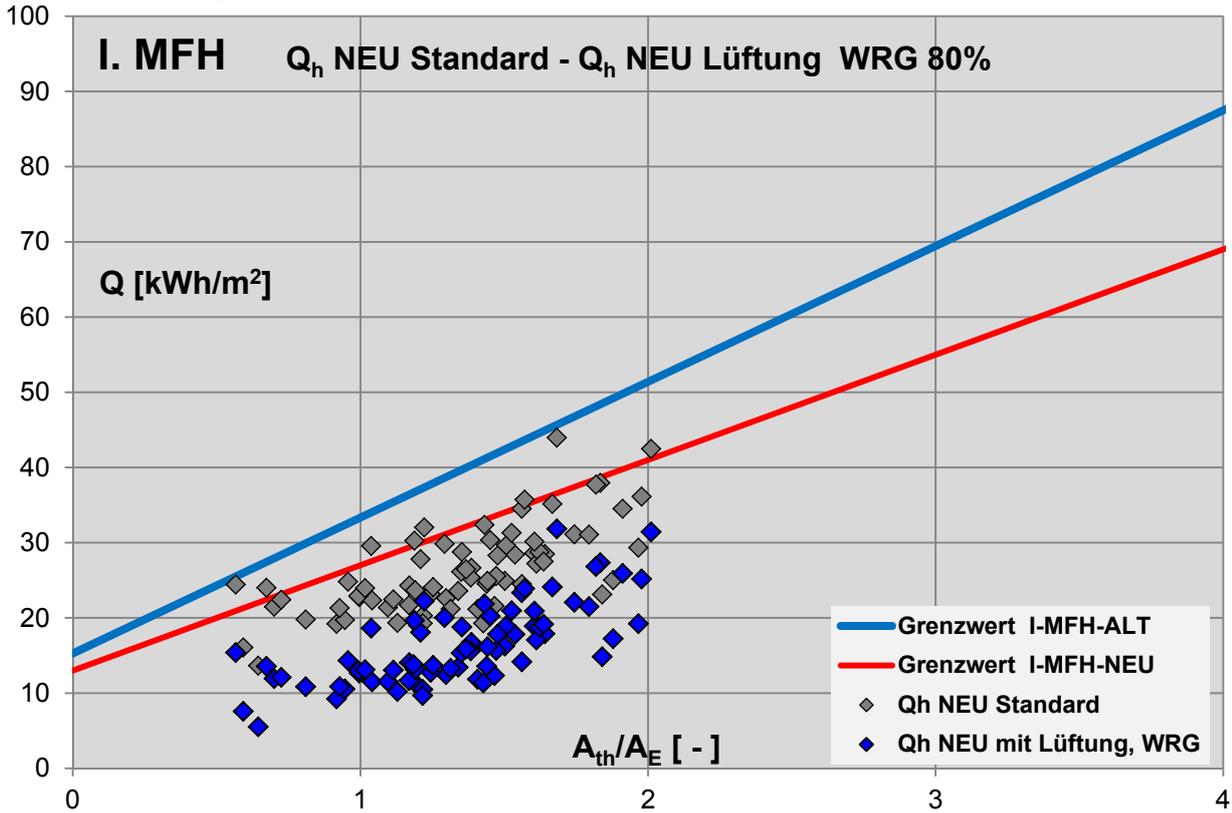


Abbildung 72: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

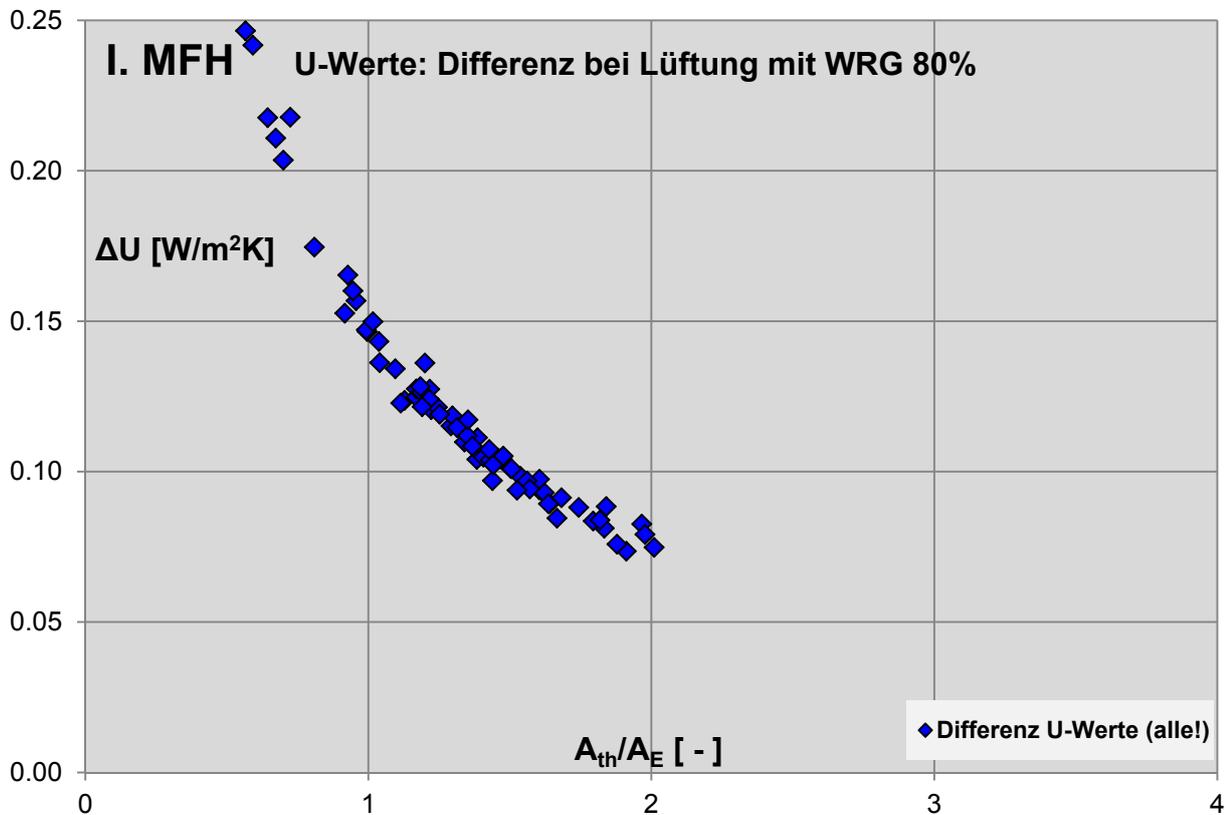


Abbildung 73: Mehrfamilienhäuser: Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: I. Mehrfamilienhäuser

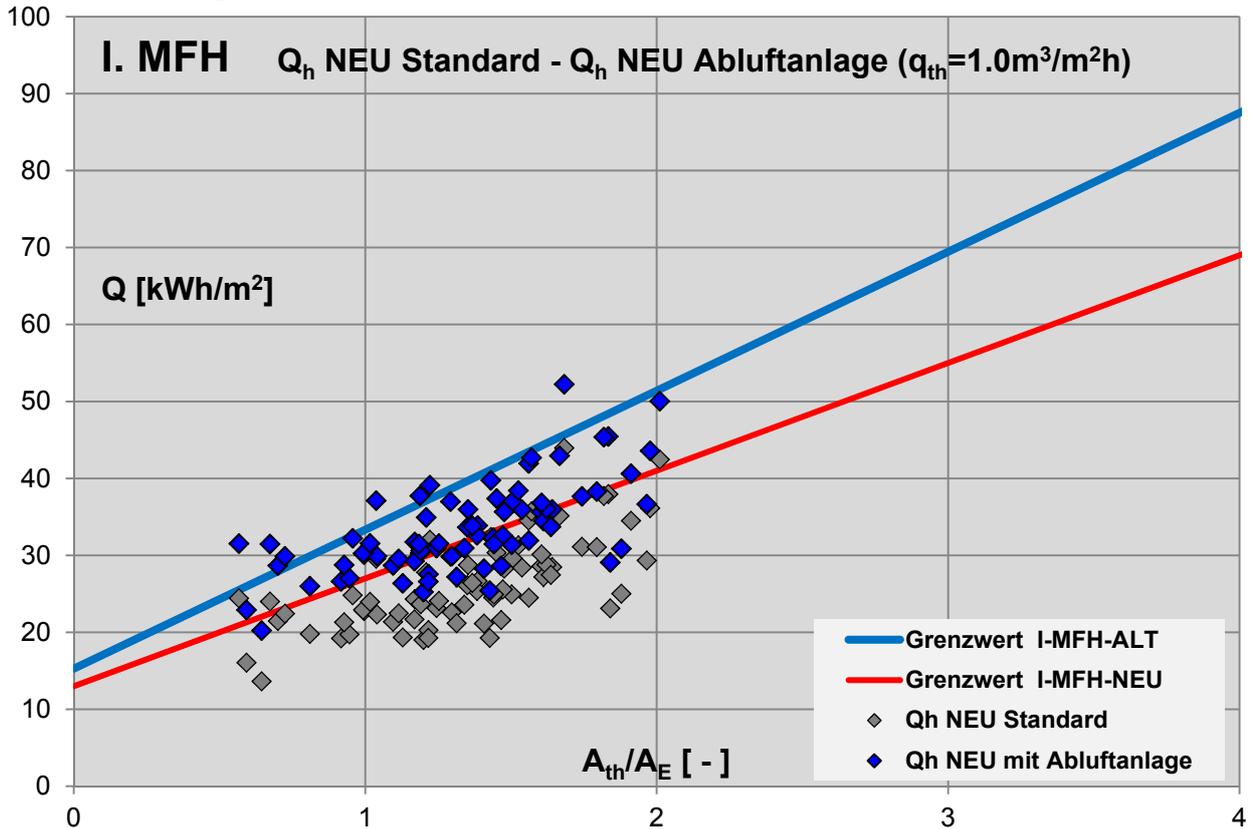


Abbildung 74: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

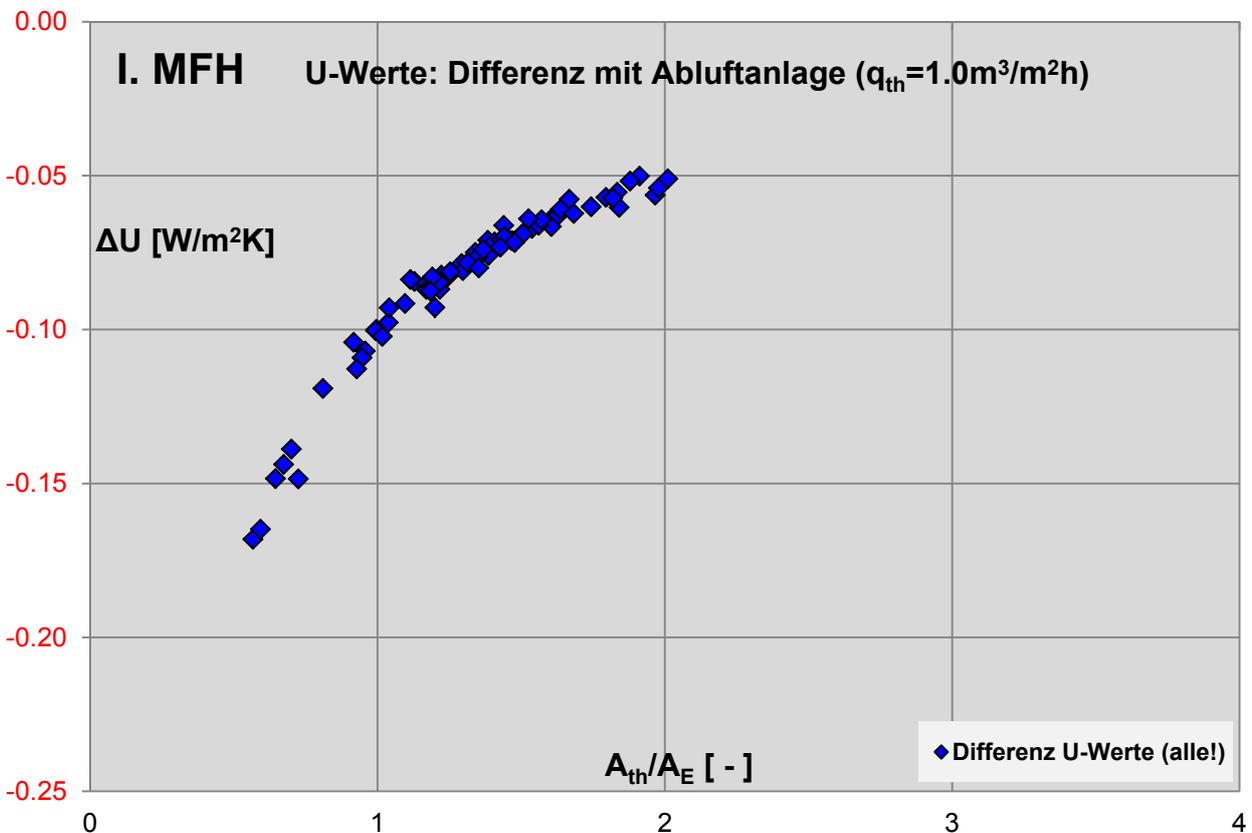


Abbildung 75: Mehrfamilienhäuser: Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

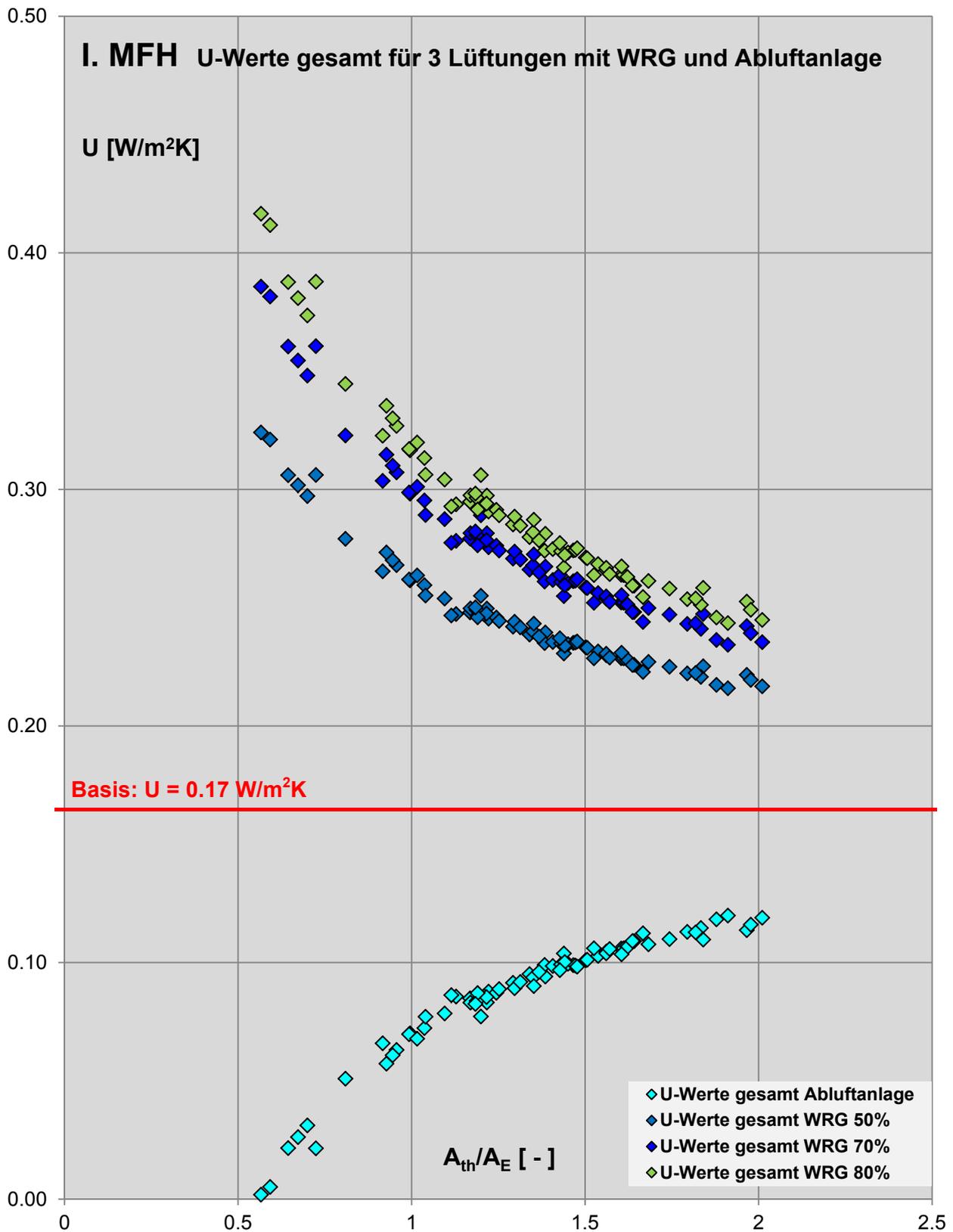


Abbildung 76: Mehrfamilienhäuser: U-Werte gesamt, Lüftung mit WRG 50%/70%/80%, mit Abluftanlage.
 Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU
 (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: II. Einfamilienhäuser

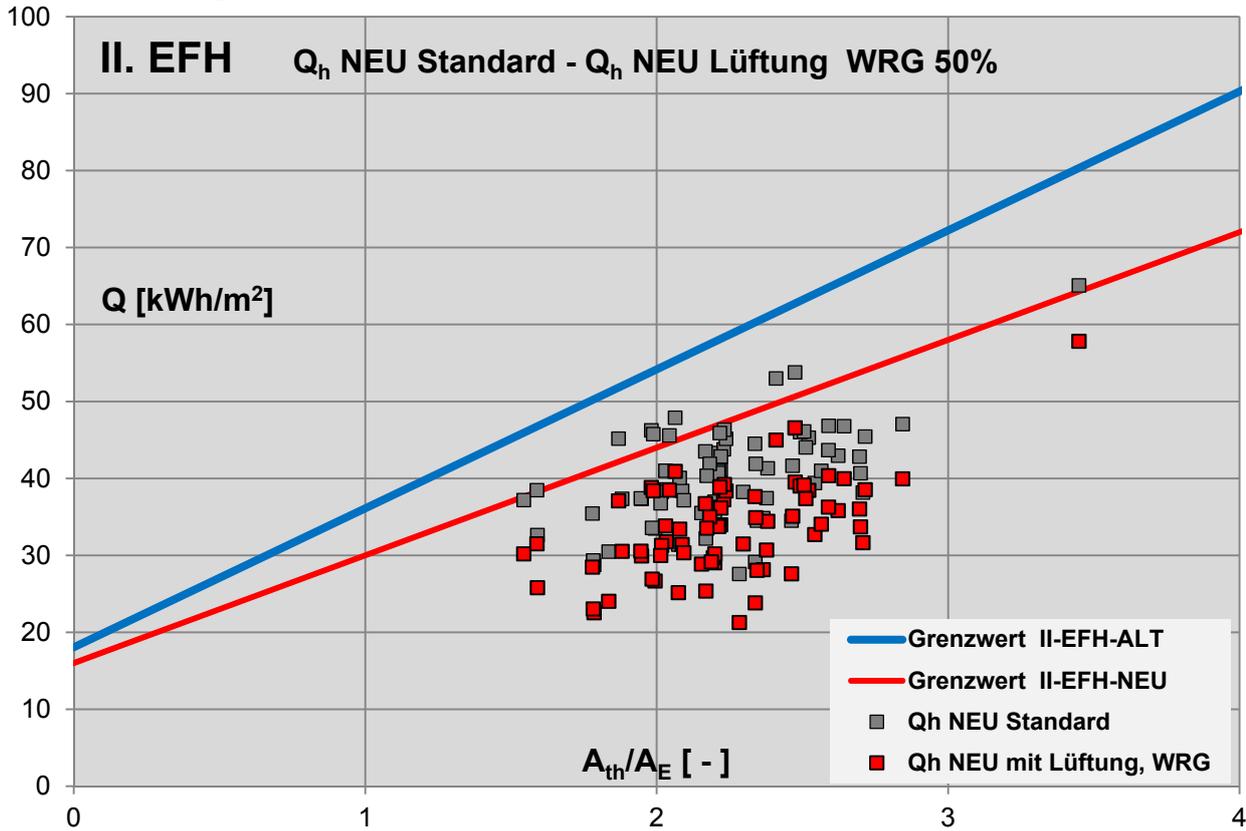


Abbildung 77: Einfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausssen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

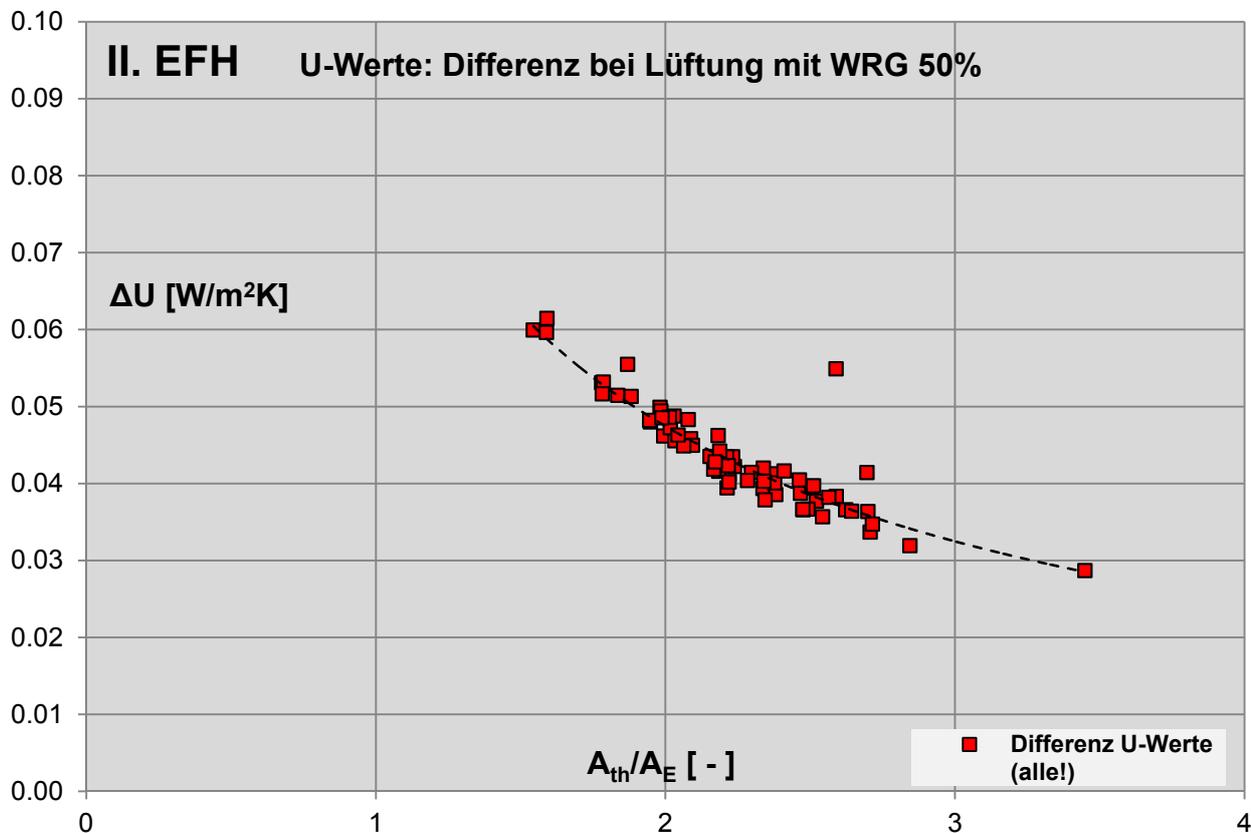


Abbildung 78: Einfamilienhäuser: Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, ausssen 0.17 W/m²K), Fenster: $U_m=1.00$ W/m²K, Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: II. Einfamilienhäuser

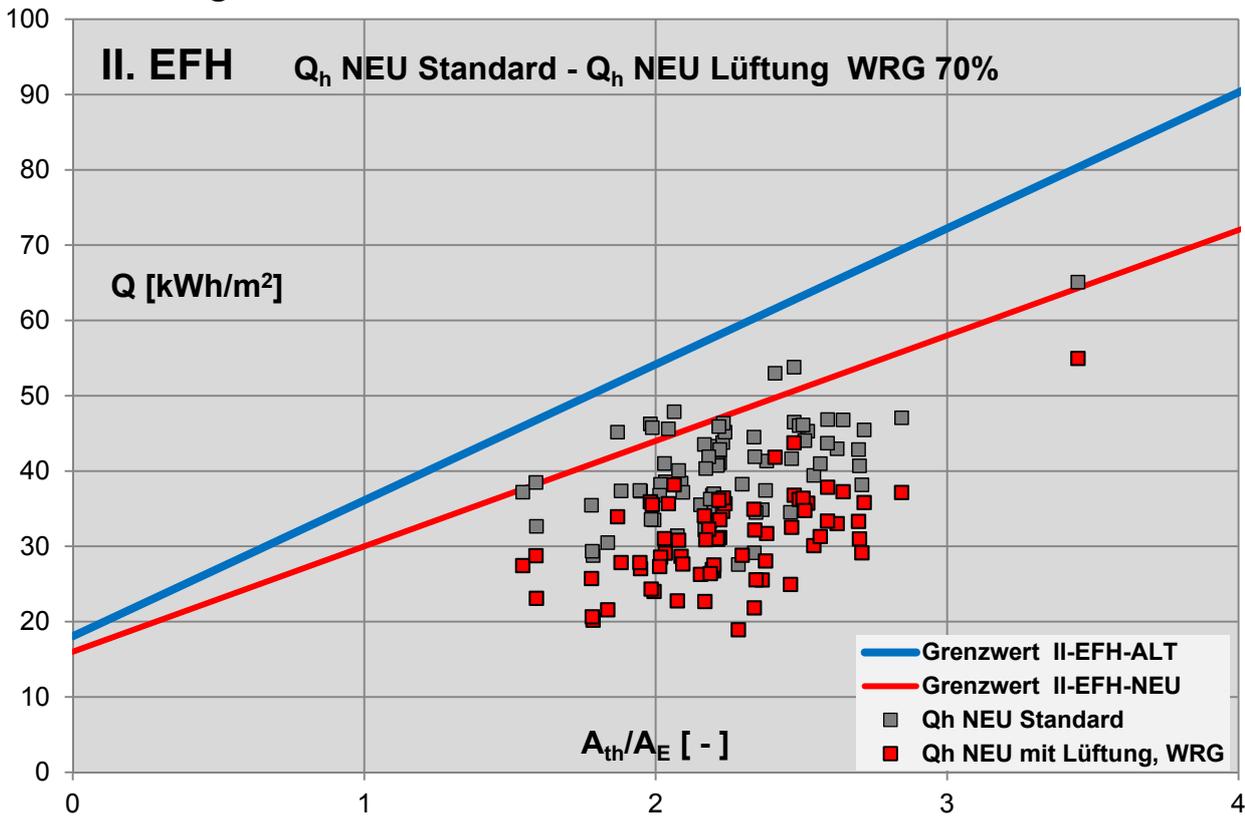


Abbildung 79: Einfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

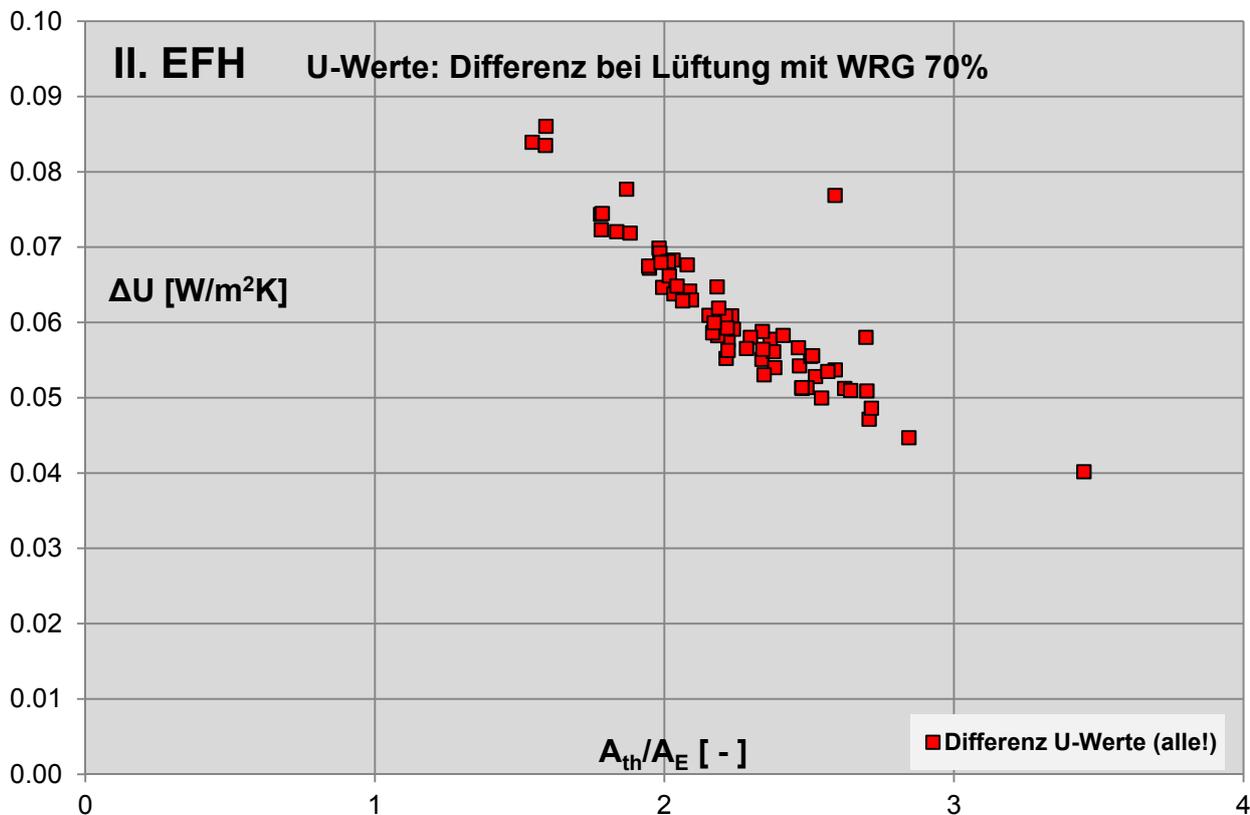


Abbildung 80: Einfamilienhäuser: Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: II. Einfamilienhäuser

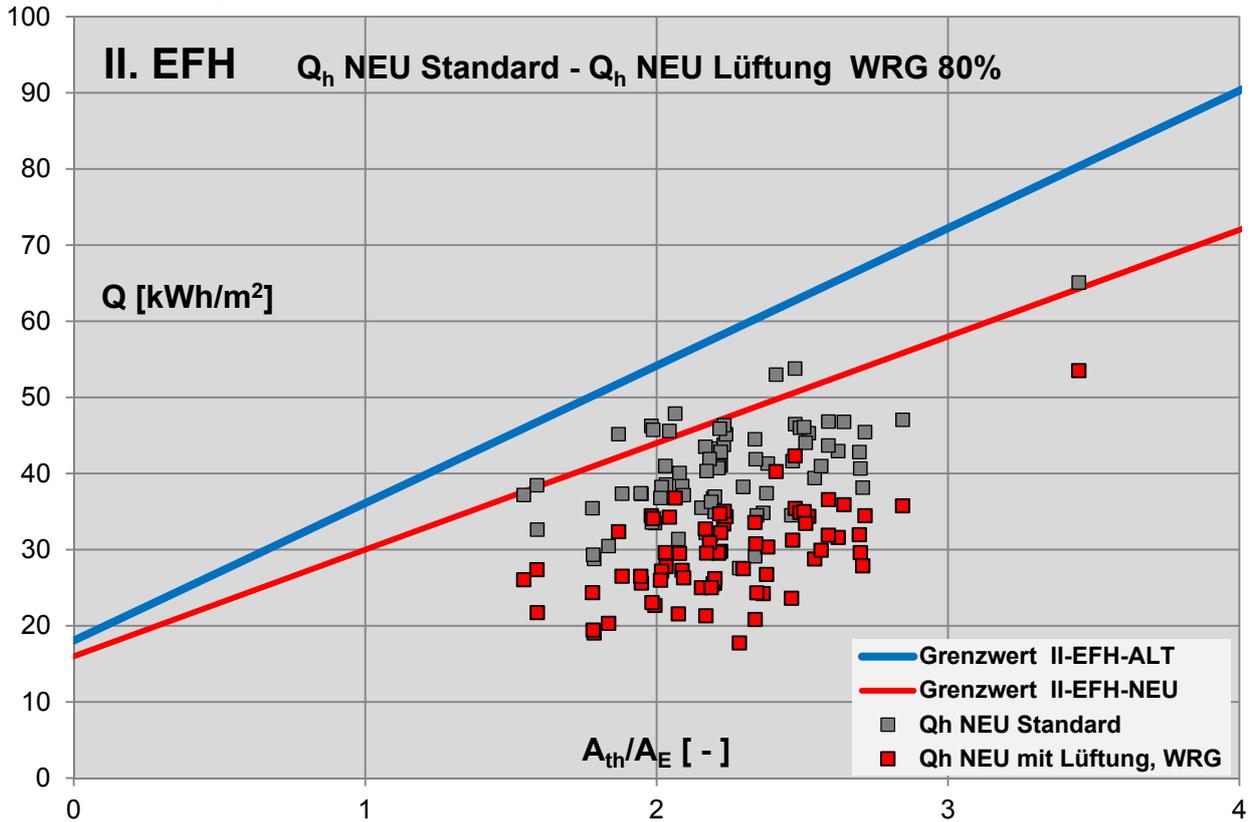


Abbildung 81: Einfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

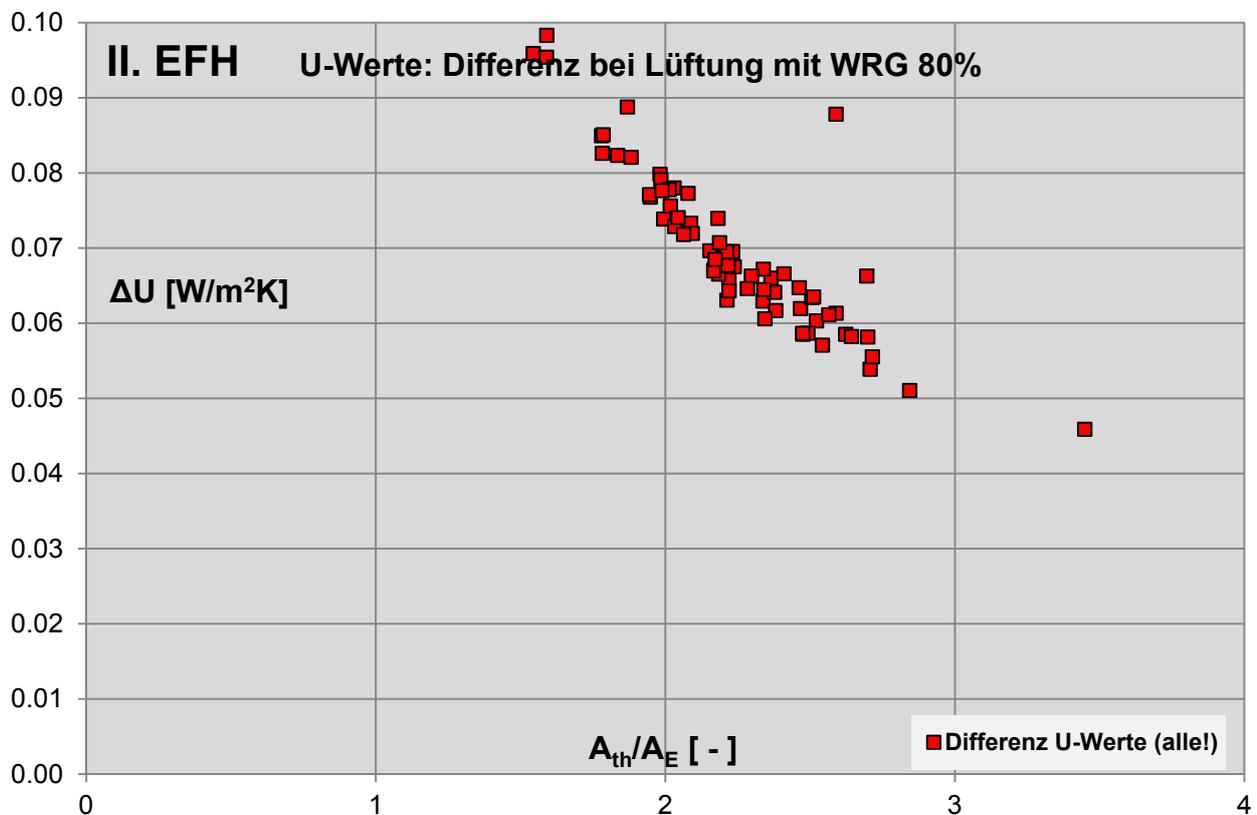


Abbildung 82: Einfamilienhäuser: Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: II. Einfamilienhäuser

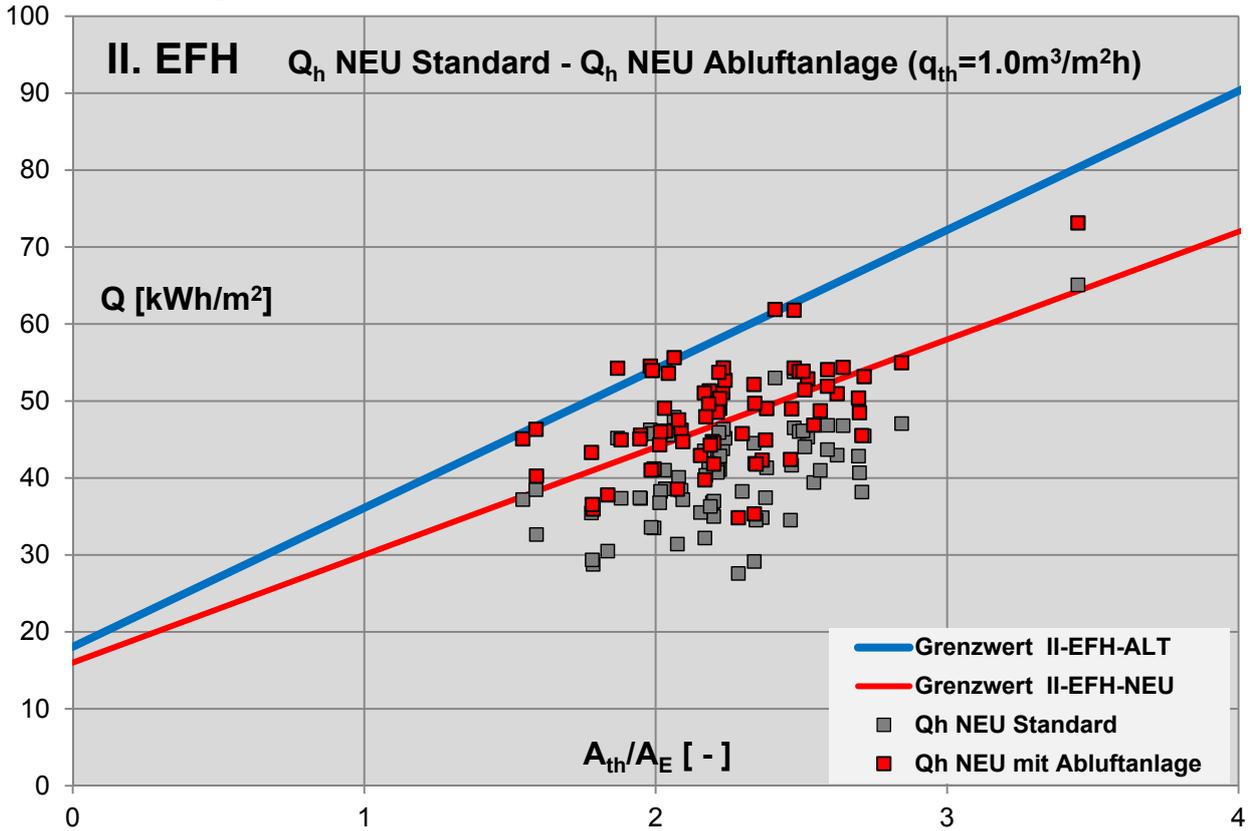


Abbildung 83: Einfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

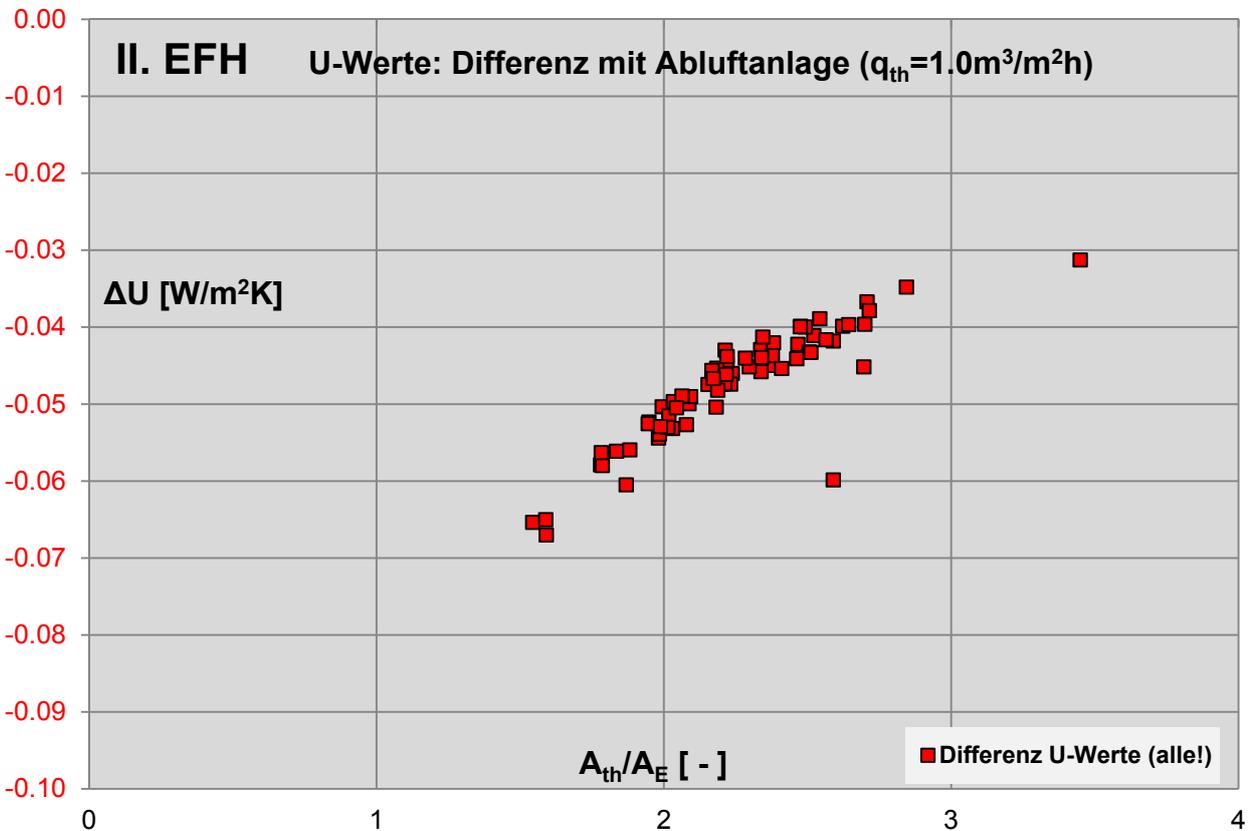


Abbildung 84: Einfamilienhäuser: Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 73 Einfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: III. Verwaltungsbauten

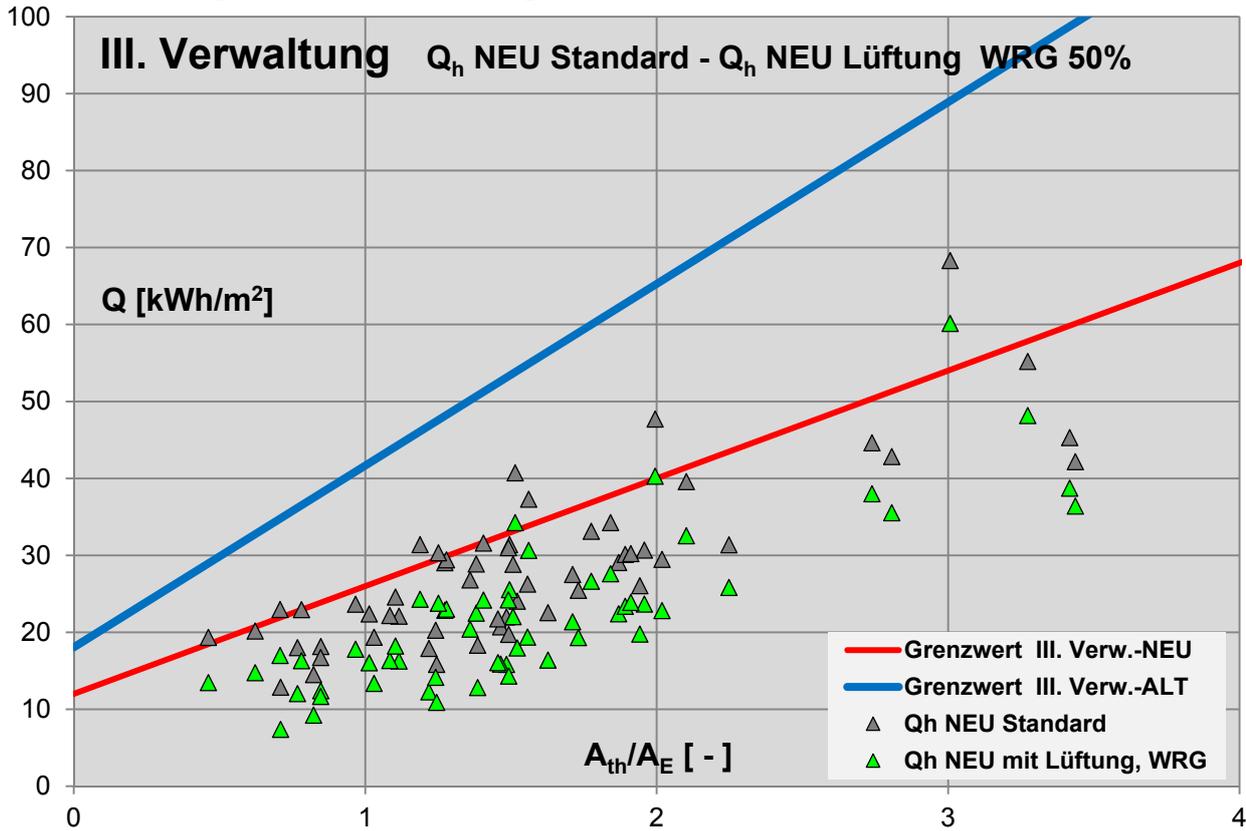


Abbildung 85: Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

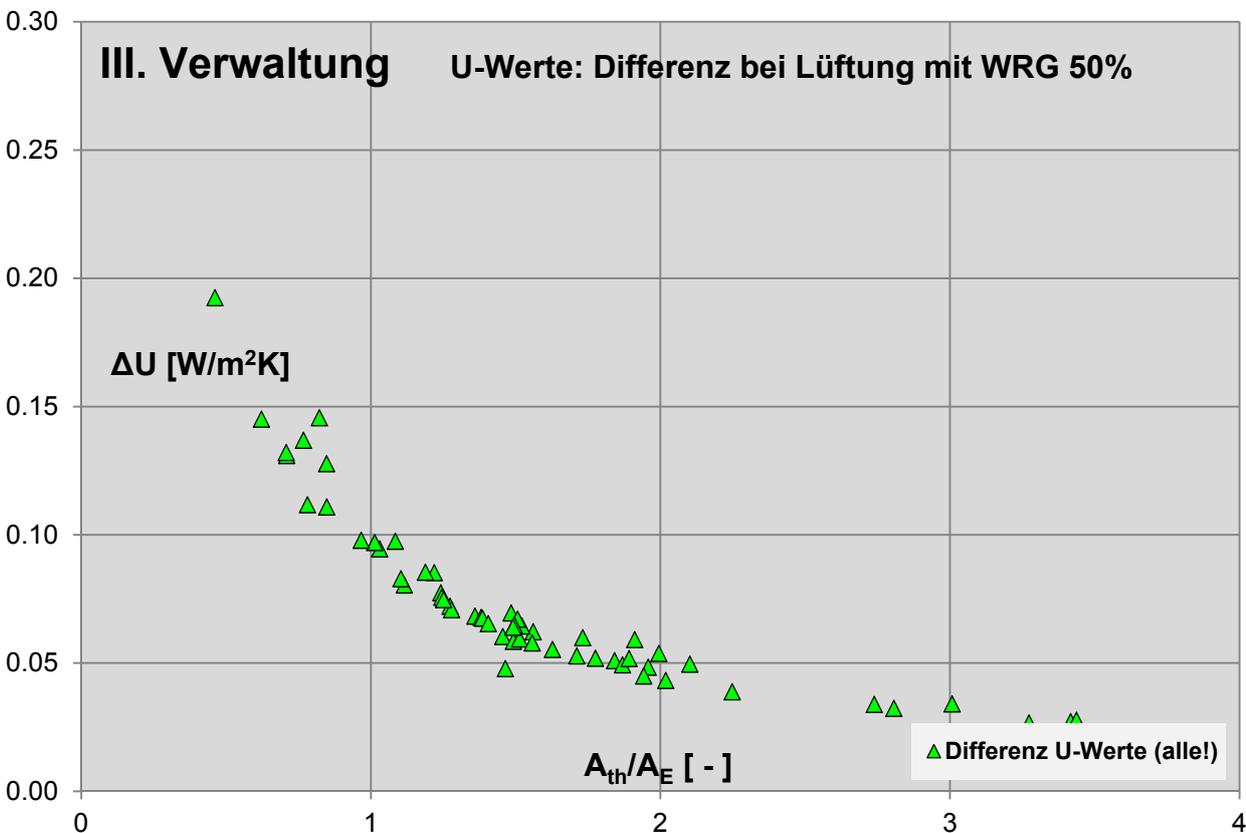


Abbildung 86: Verwaltung: Berechnung Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: III. Verwaltungsbauten

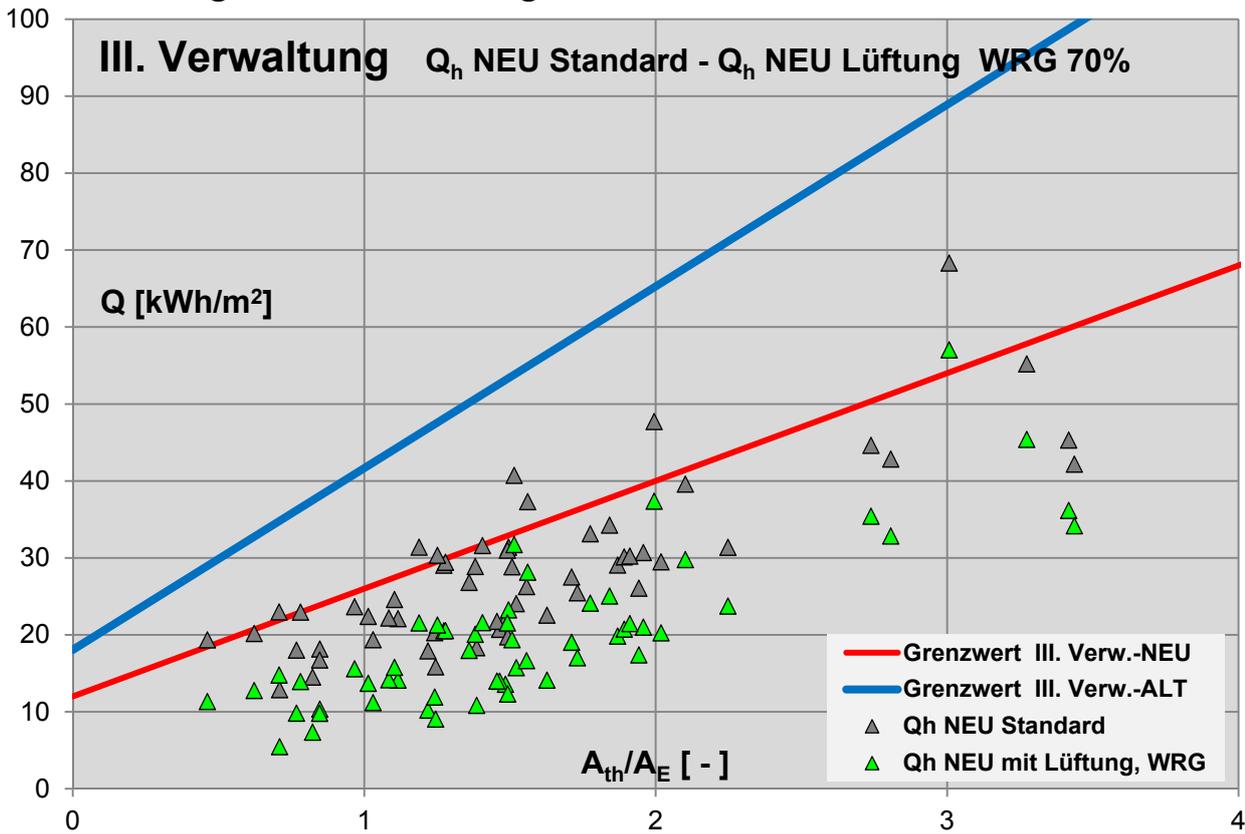


Abbildung 87: Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m2K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

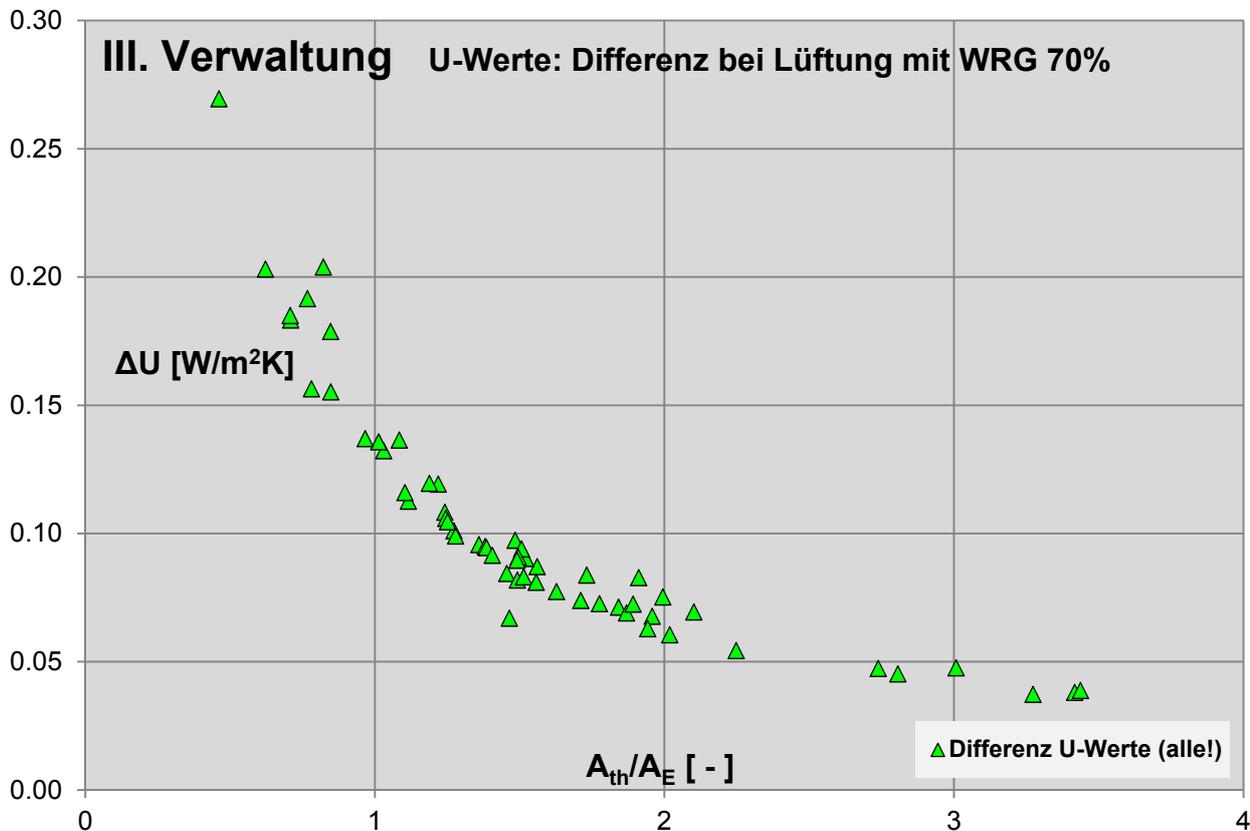


Abbildung 88: Verwaltung: Berechnung Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m2K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: III. Verwaltungsbauten

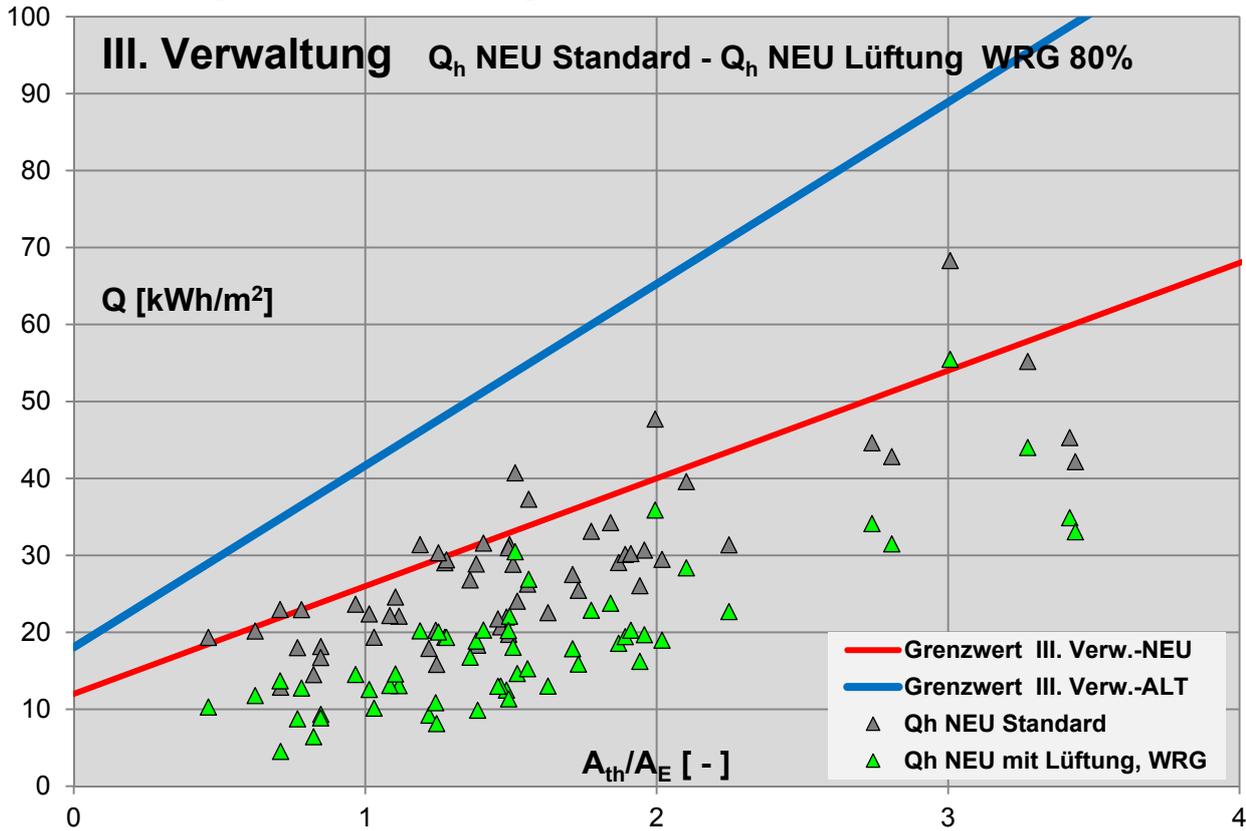


Abbildung 89: Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

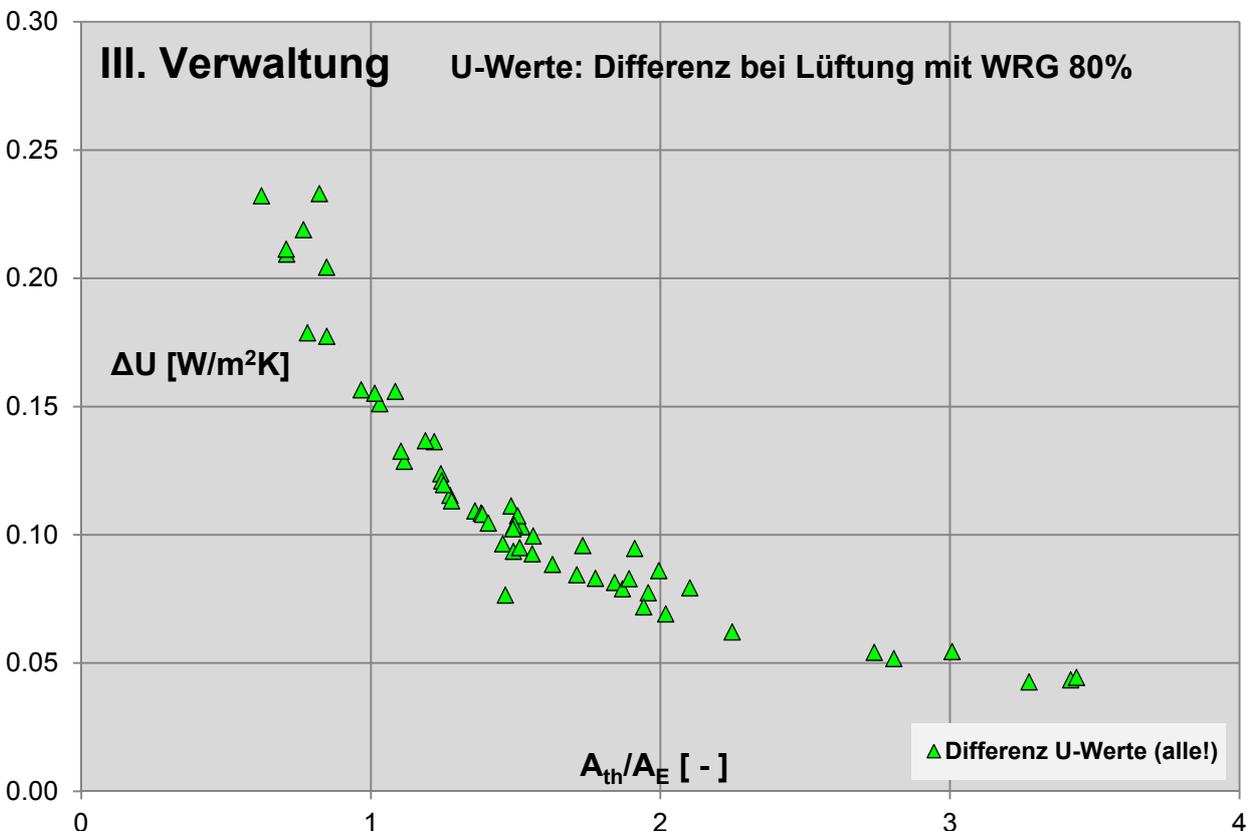


Abbildung 90: Verwaltung: Berechnung Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Lüftungsanlage mit WRG. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Gebäudekategorie: III. Verwaltungsbauten

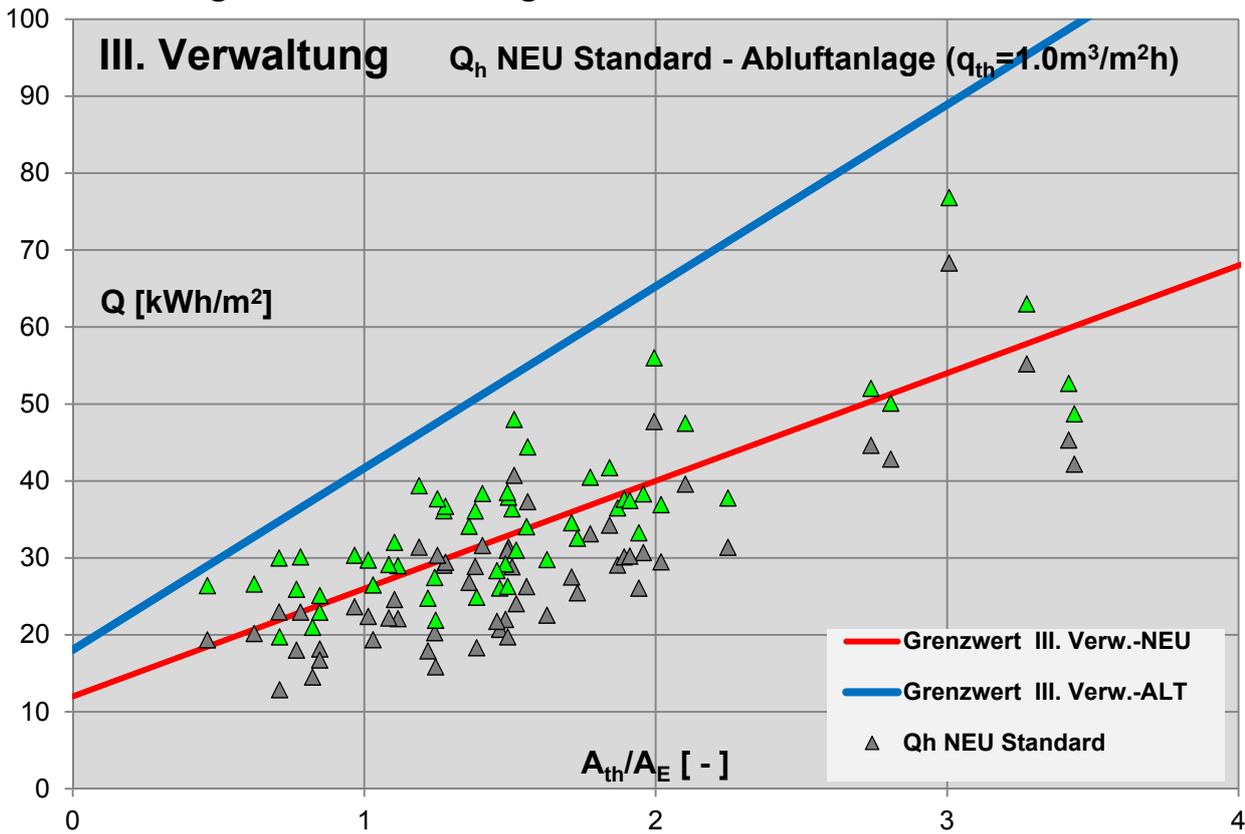


Abbildung 91: Verwaltung: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m2K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

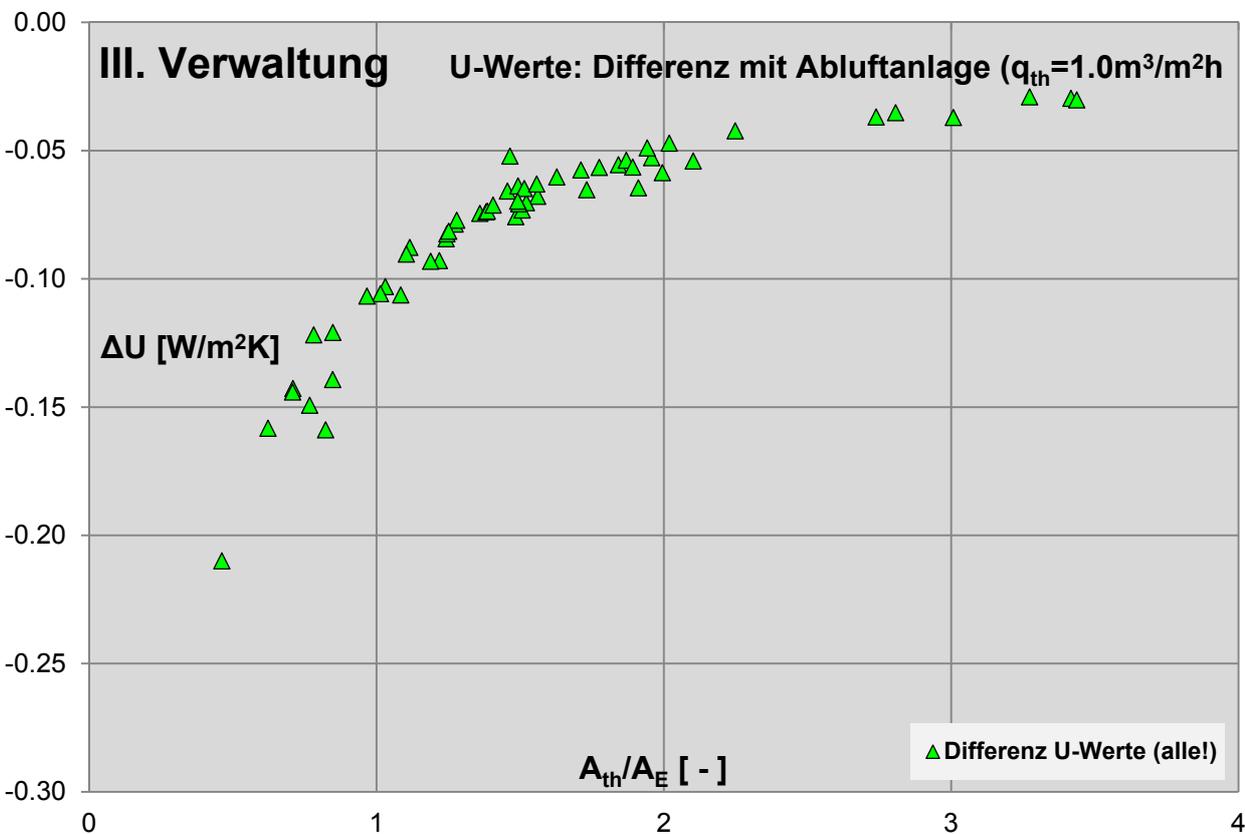


Abbildung 92: Verwaltung: Berechnung Differenz U-Werte, Standardnutzung und mit Abluftanlage. Datenbasis: 59 Verwaltungsbauten, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17W/m2K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

Anhang 4:

Ausnutzungsgrad, g-Werte bei Fenstern

Gebäude mit Standard-U-Werten

U-Werte Grenzwert Neubau, Einzelbauteilanforderungen ALT/NEU

Variation: g-Werte

Klimastationen:

Zürich MeteoSchweiz

Lugano

Davos

Gebäudekategorien:

I. Mehrfamilienhaus

Ausnutzungsgrad, g-Werte von Fenstern

Variation g-Wert

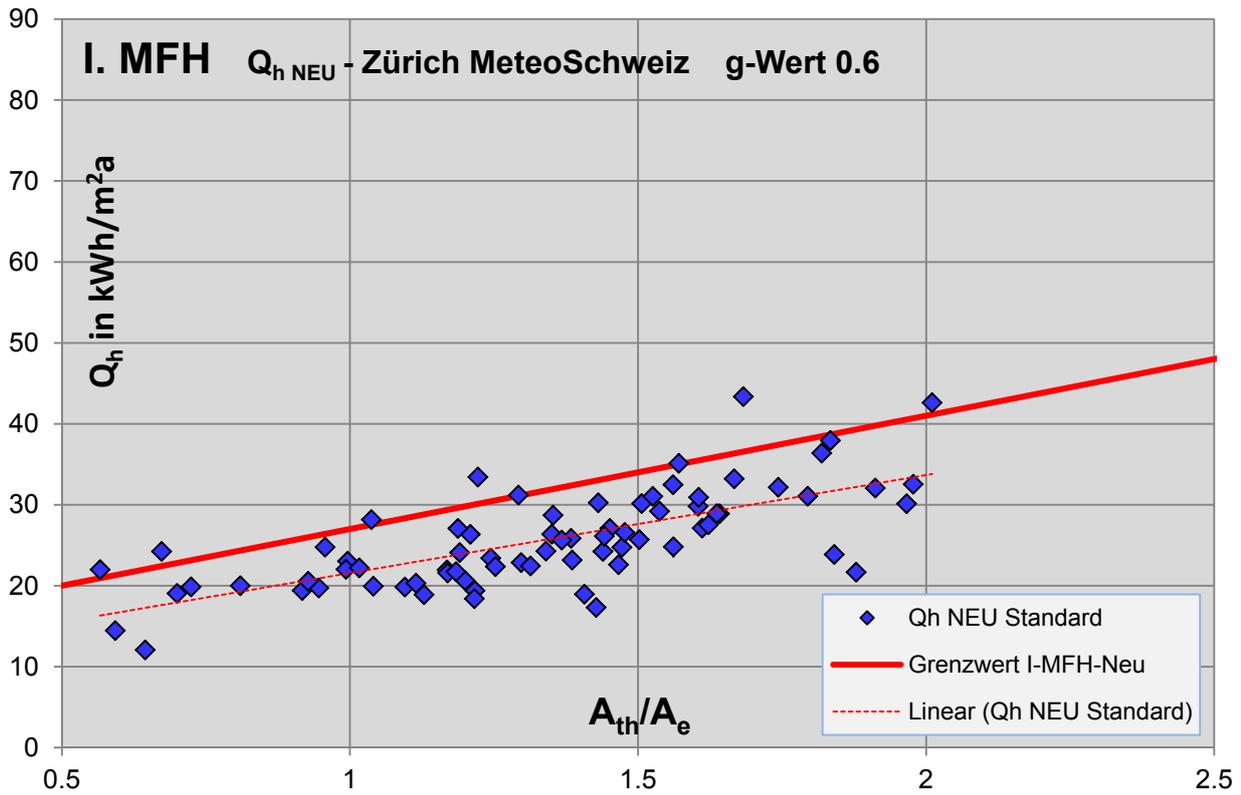


Abbildung 93: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

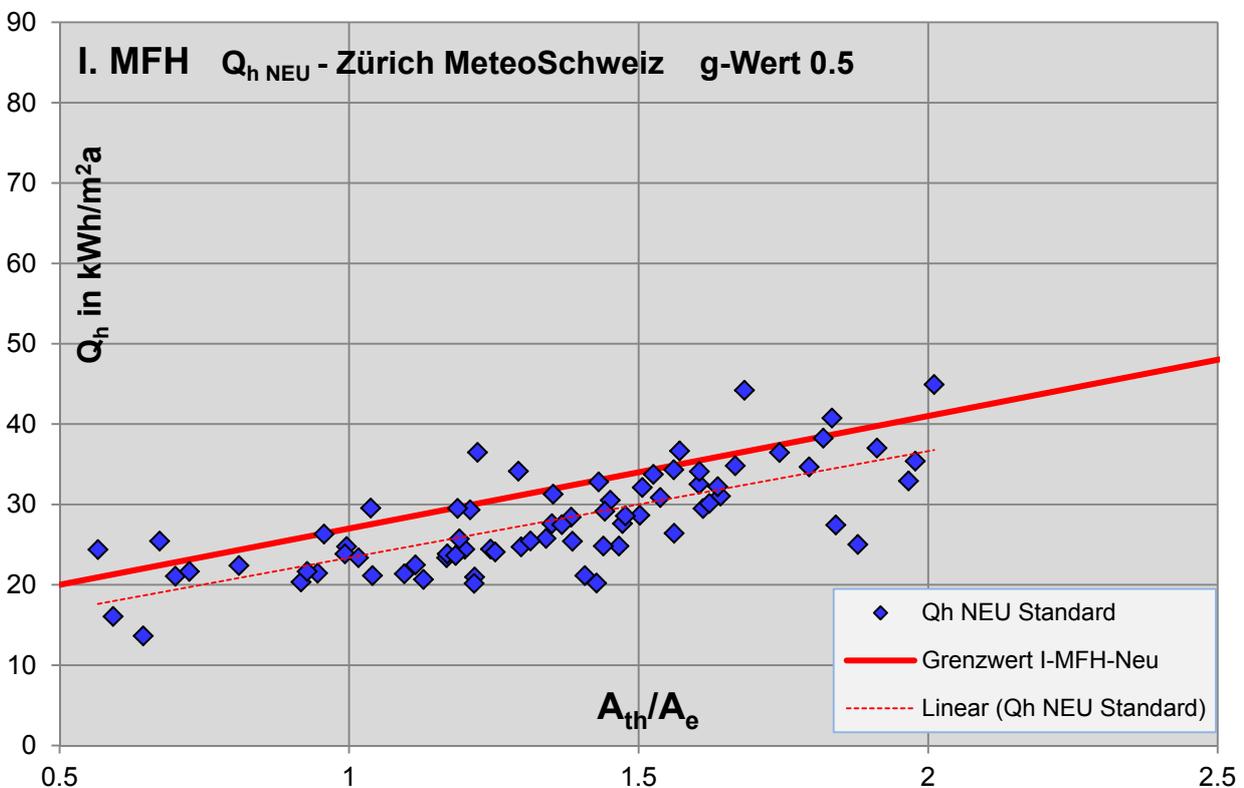


Abbildung 94: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

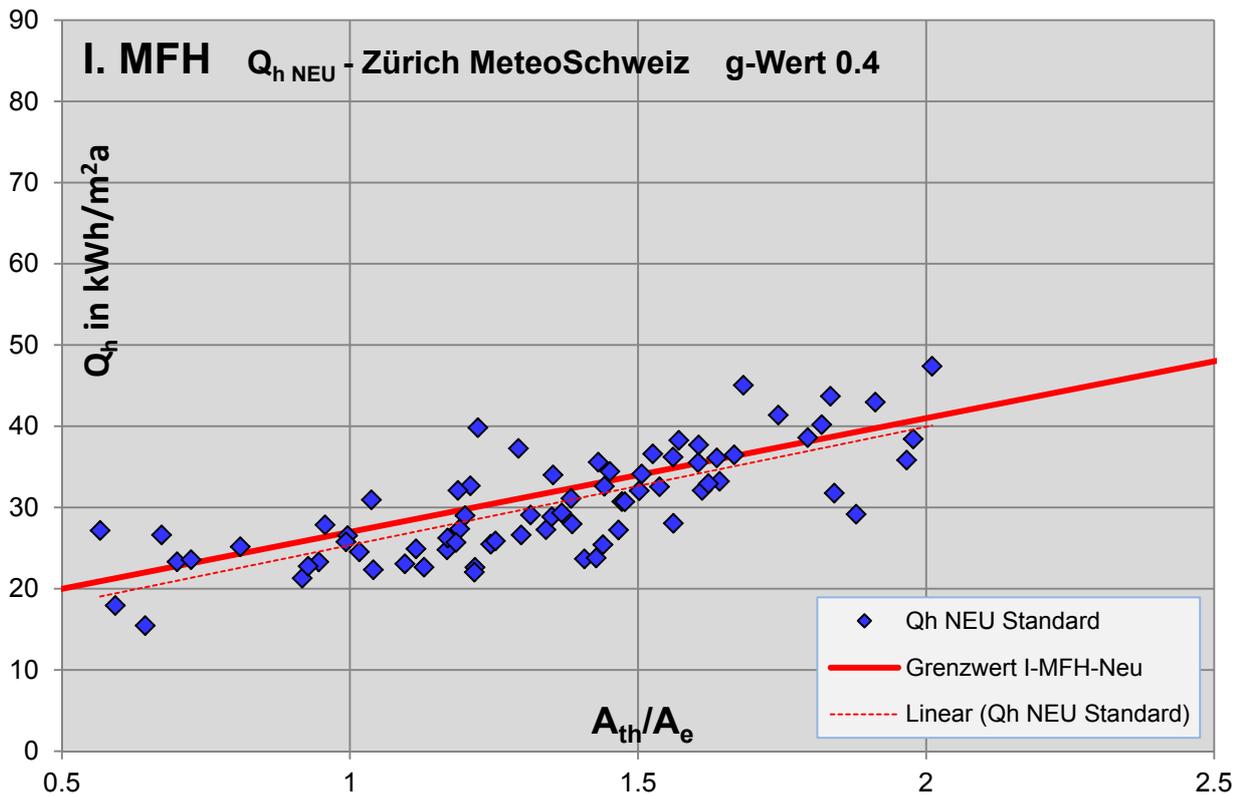


Abbildung 95: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

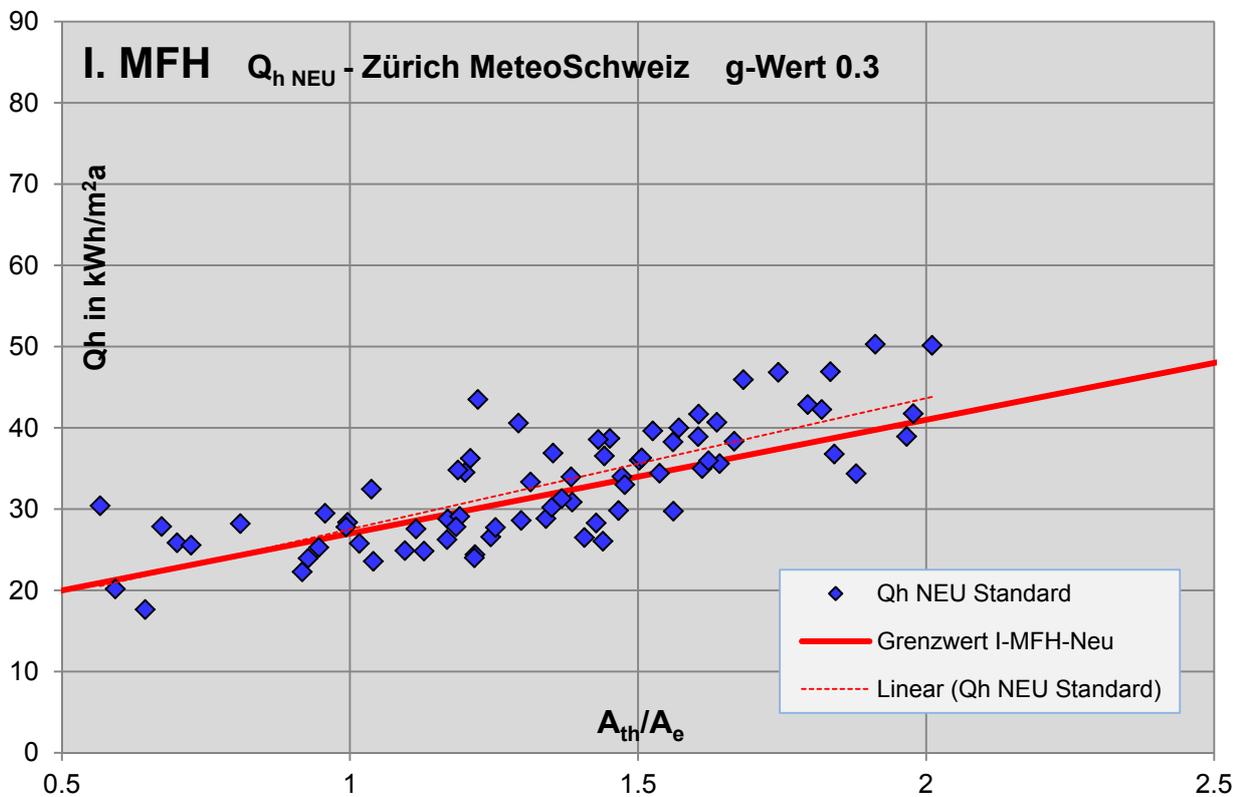


Abbildung 96: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

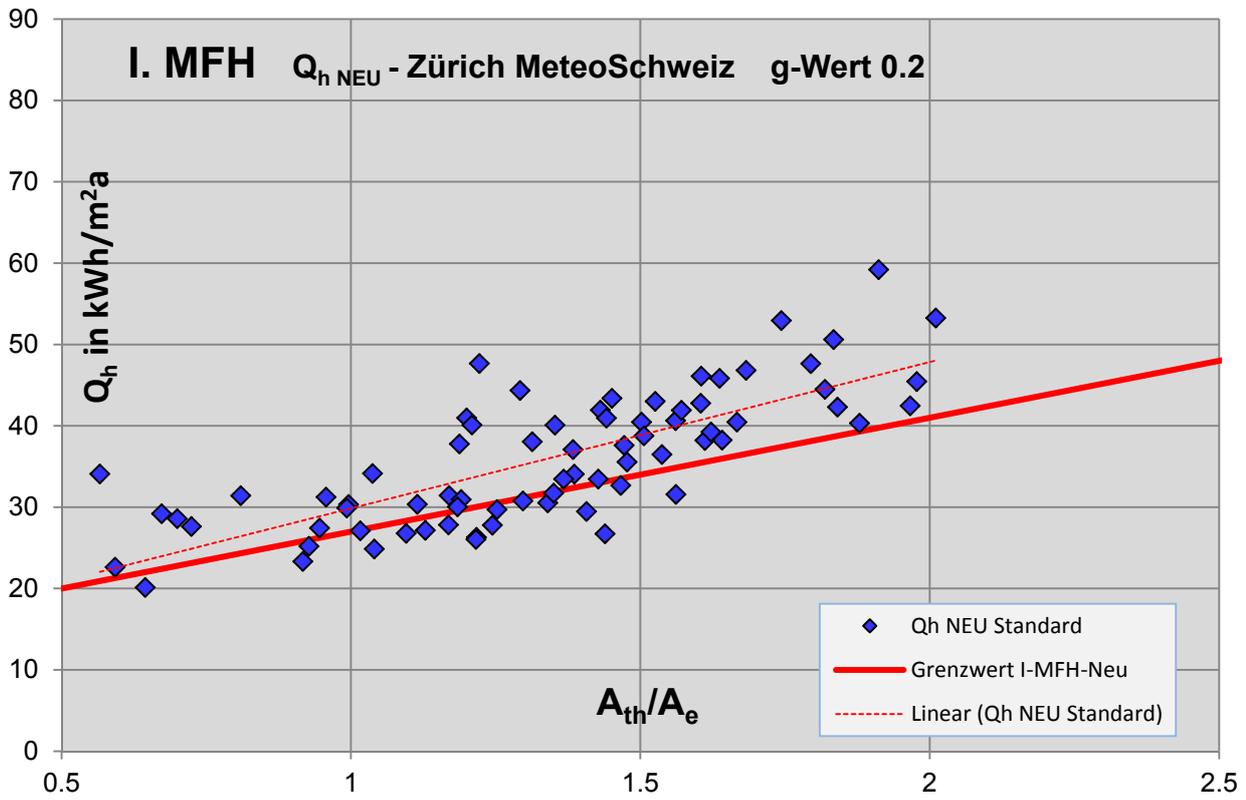


Abbildung 97: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K), Klimastation Zürich MeteoSchweiz

I. MFH Davos g-Wert 0.6

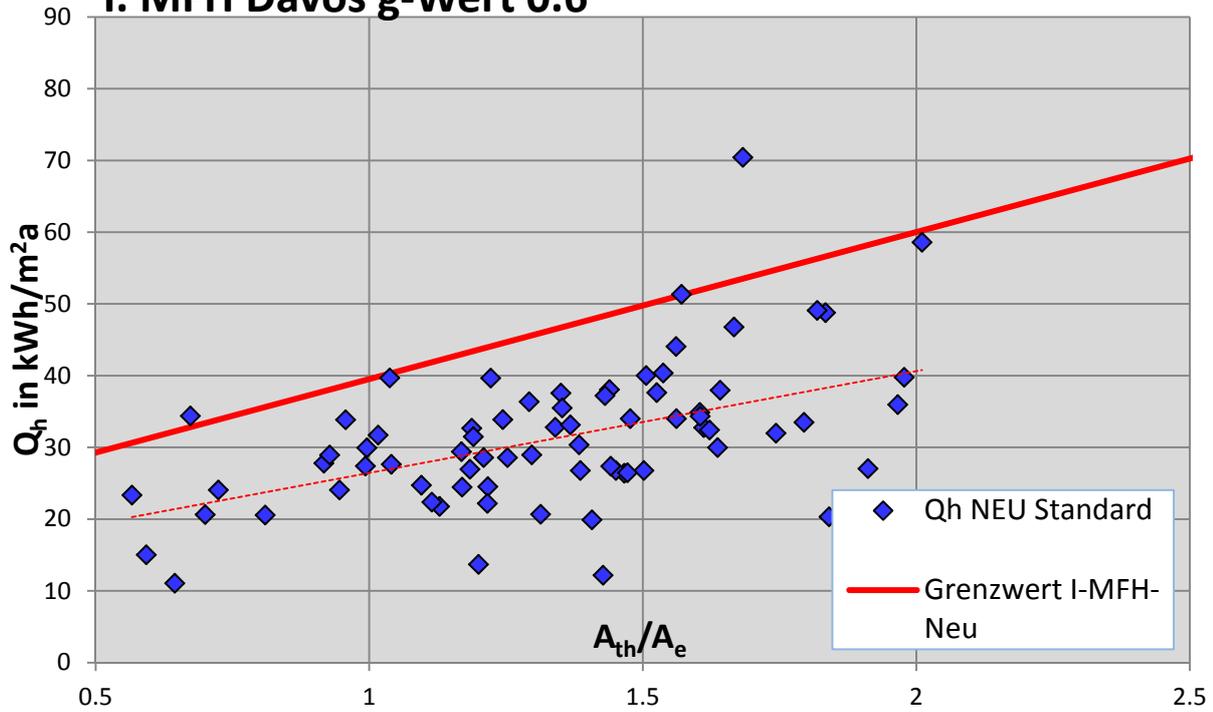


Abbildung 98: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

I. MFH Davos g-Wert 0.5

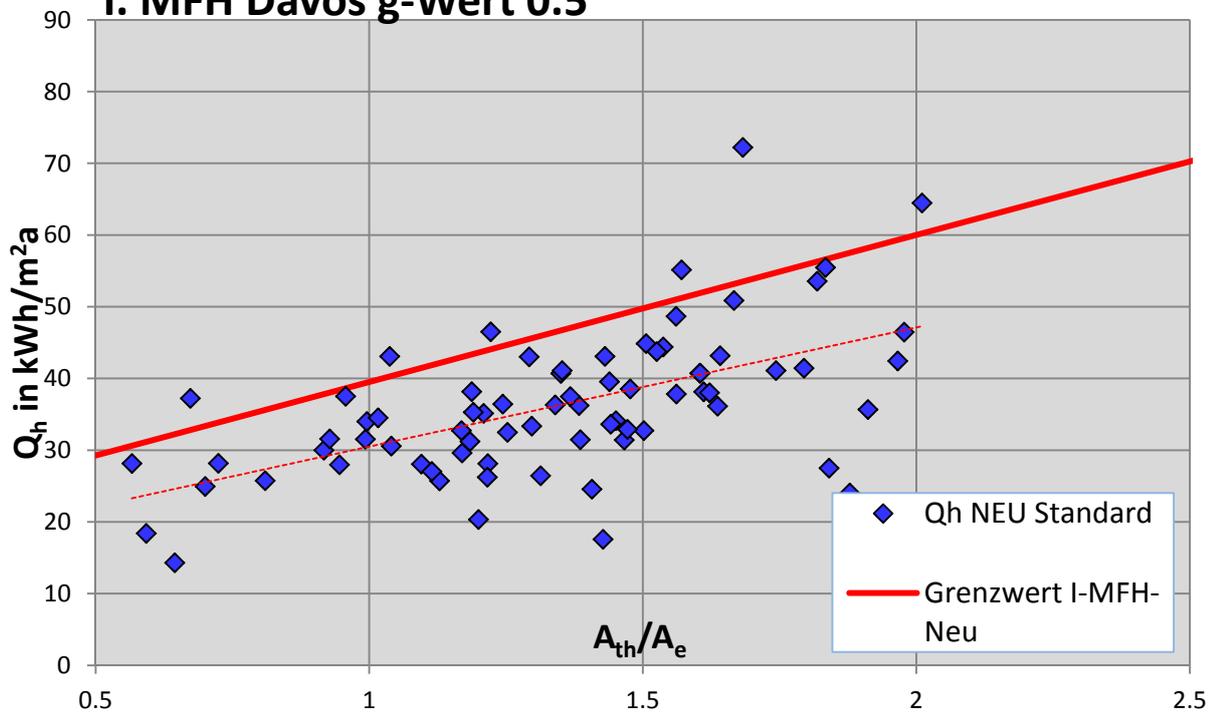


Abbildung 99: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

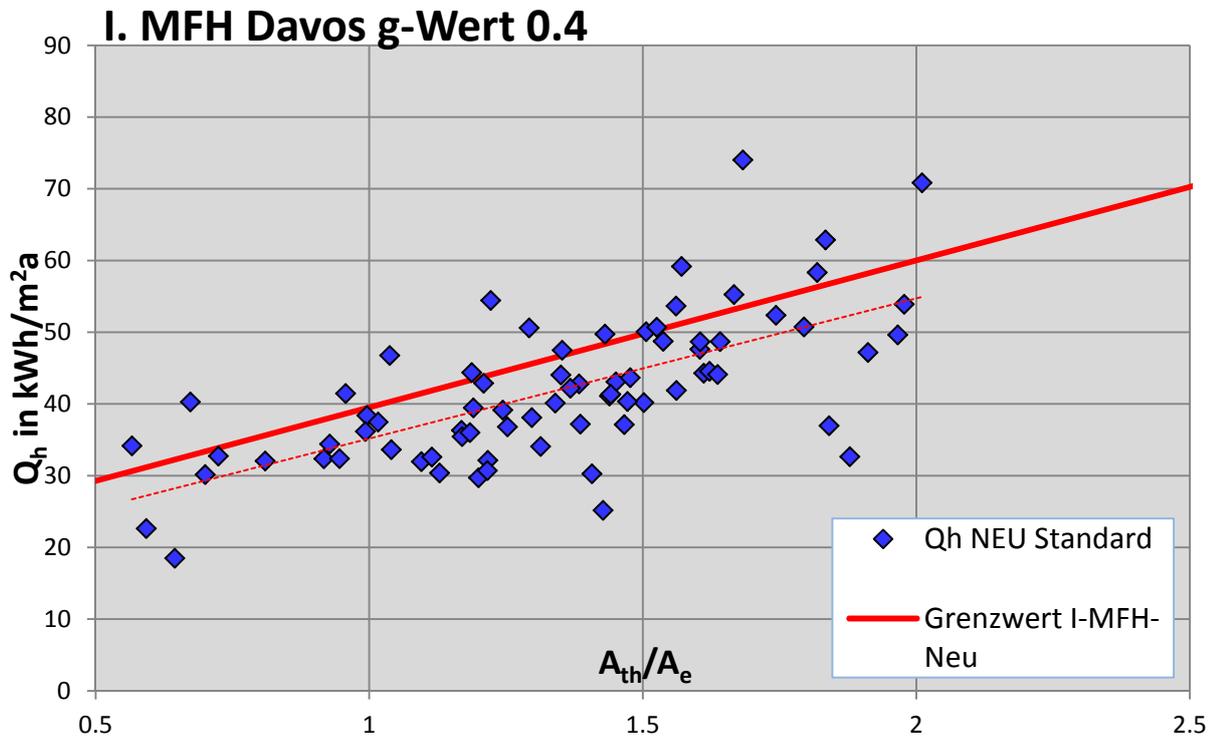


Abbildung 100: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

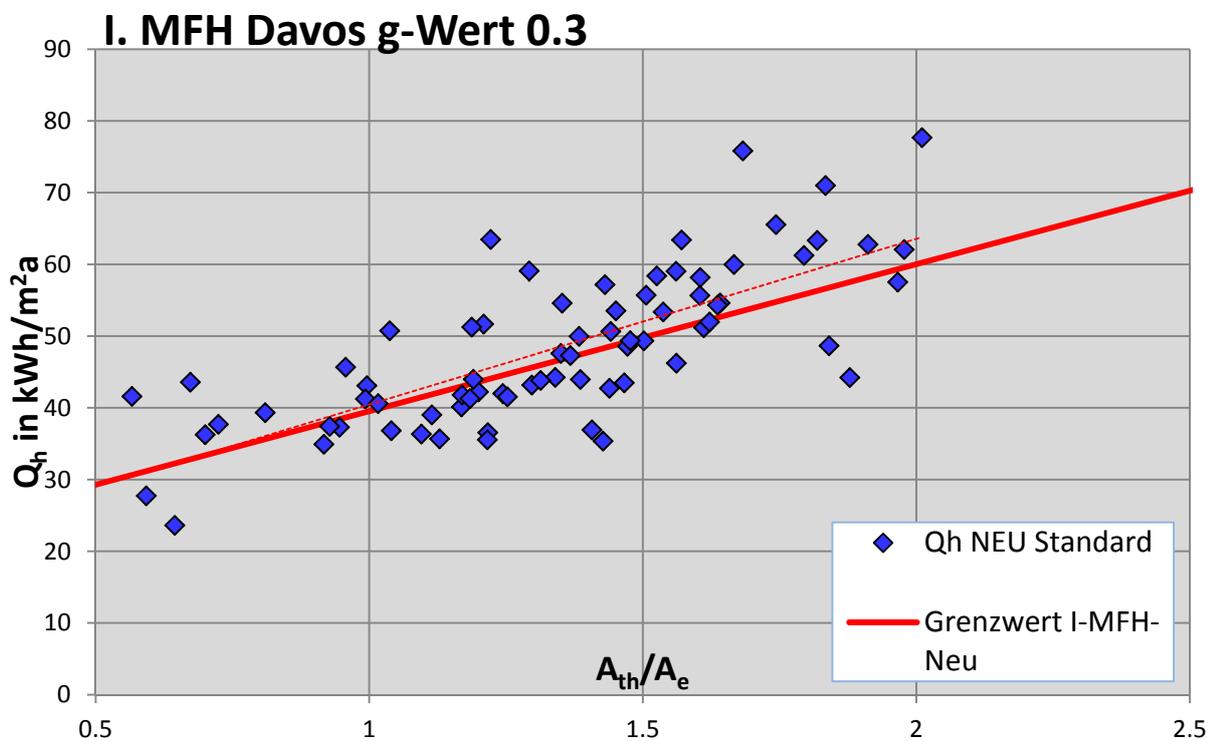


Abbildung 101: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

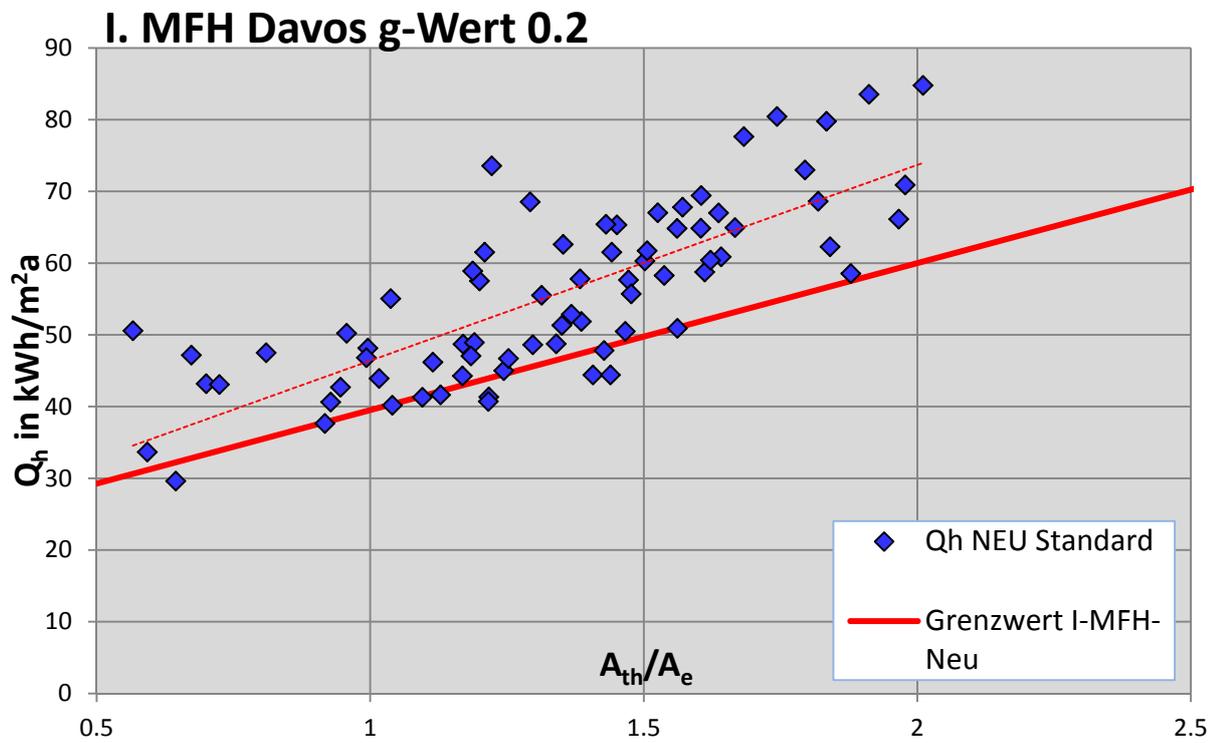


Abbildung 102: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

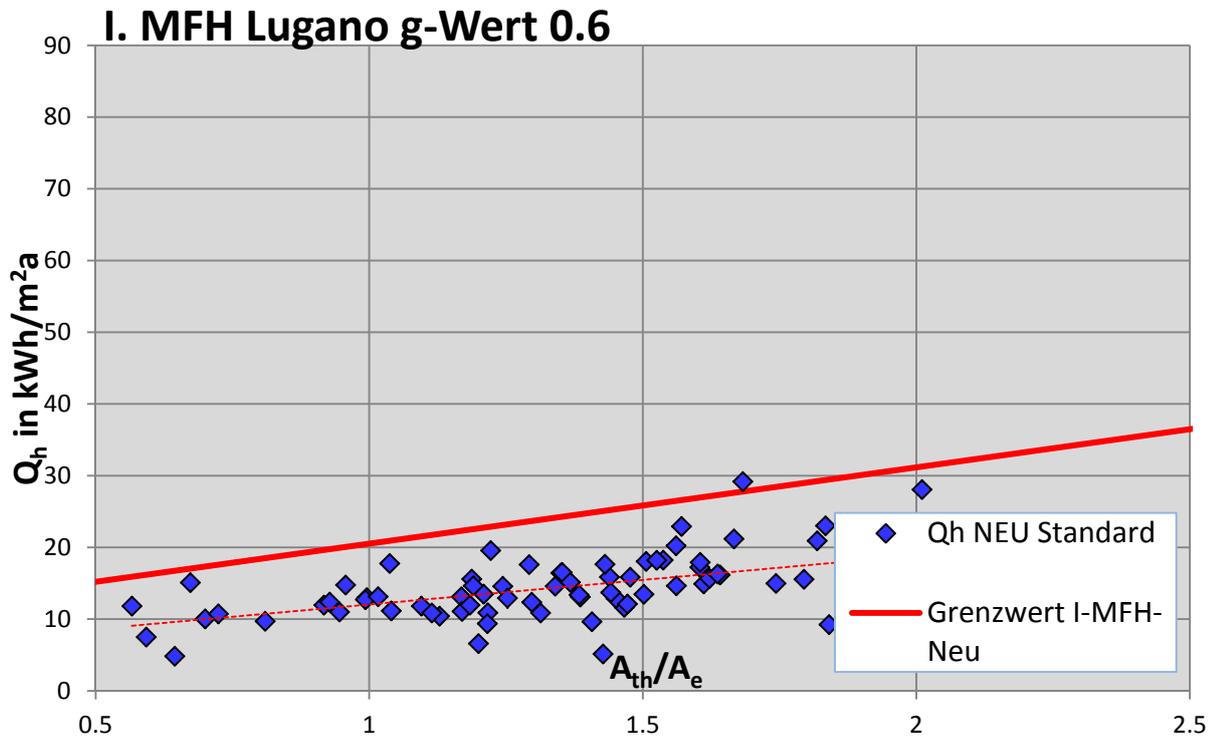


Abbildung 103: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

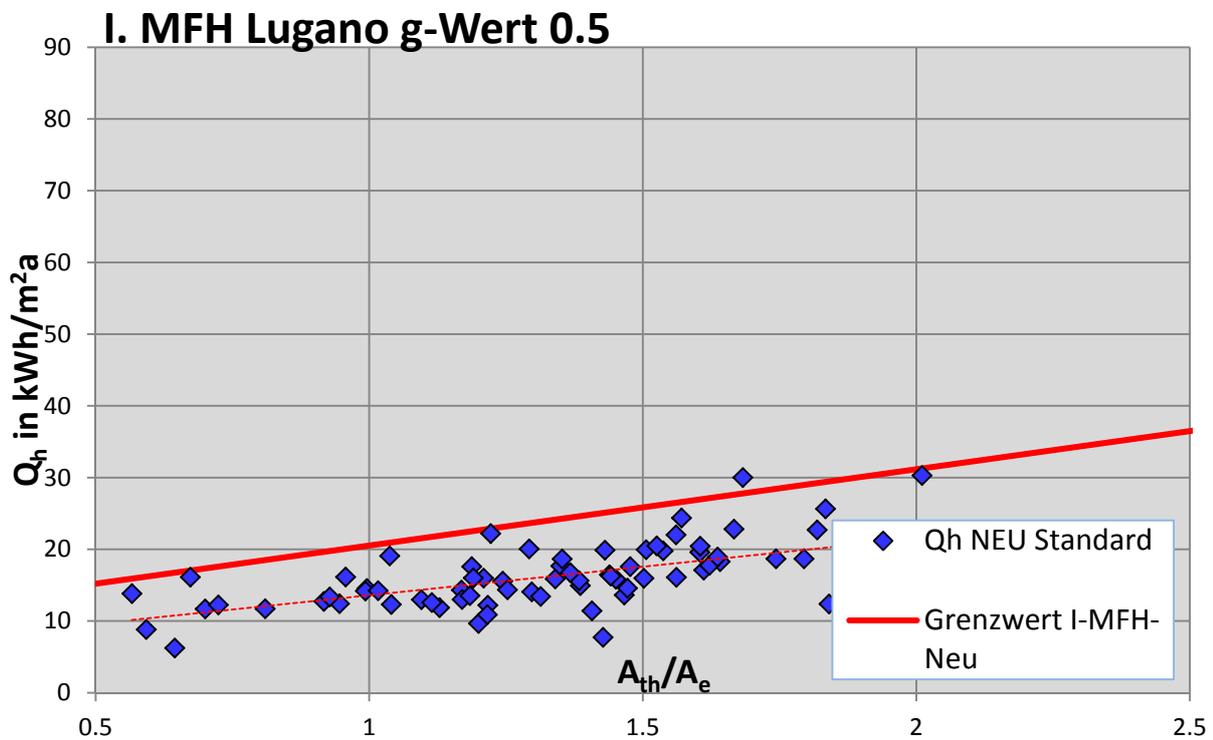


Abbildung 104: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

I. MFH Lugano g-Wert 0.4

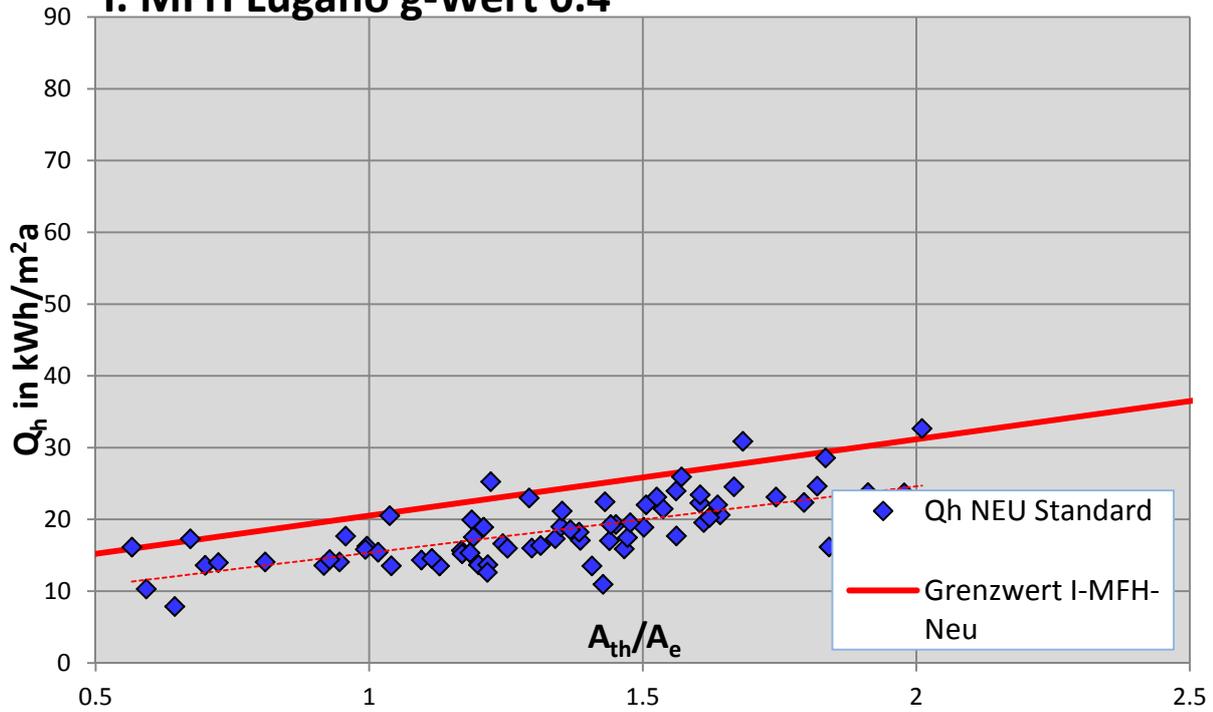


Abbildung 105: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

I. MFH Lugano g-Wert 0.3

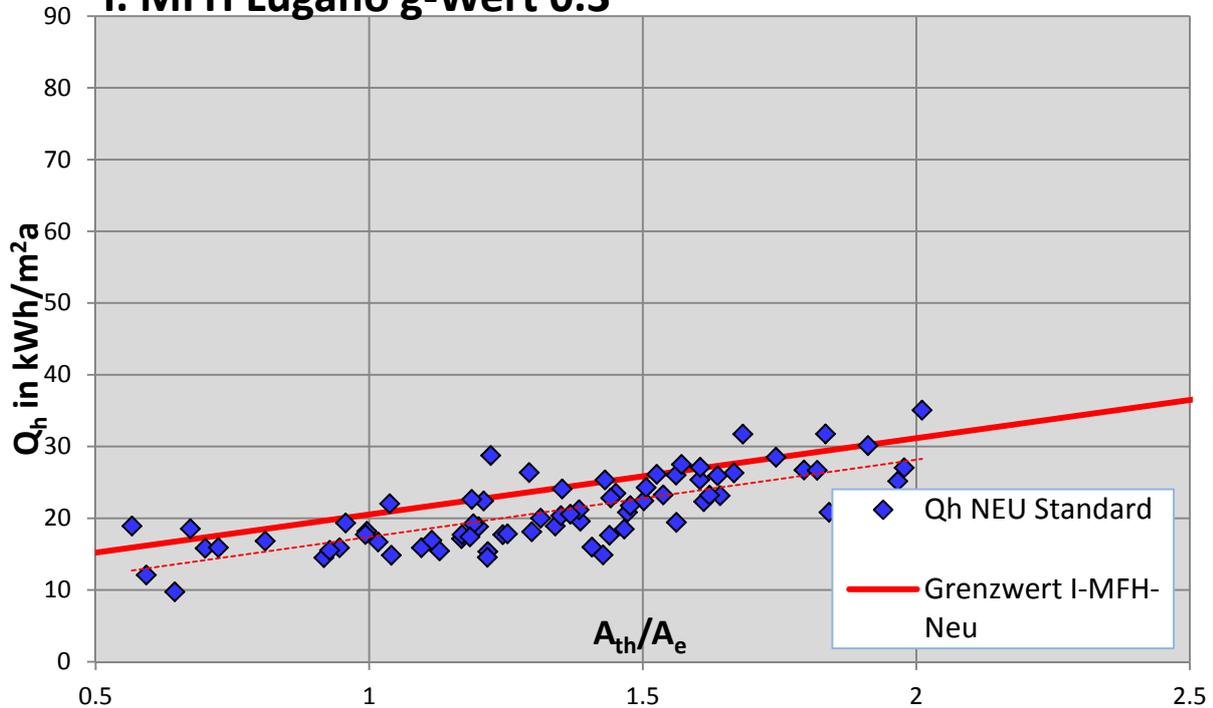


Abbildung 106: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

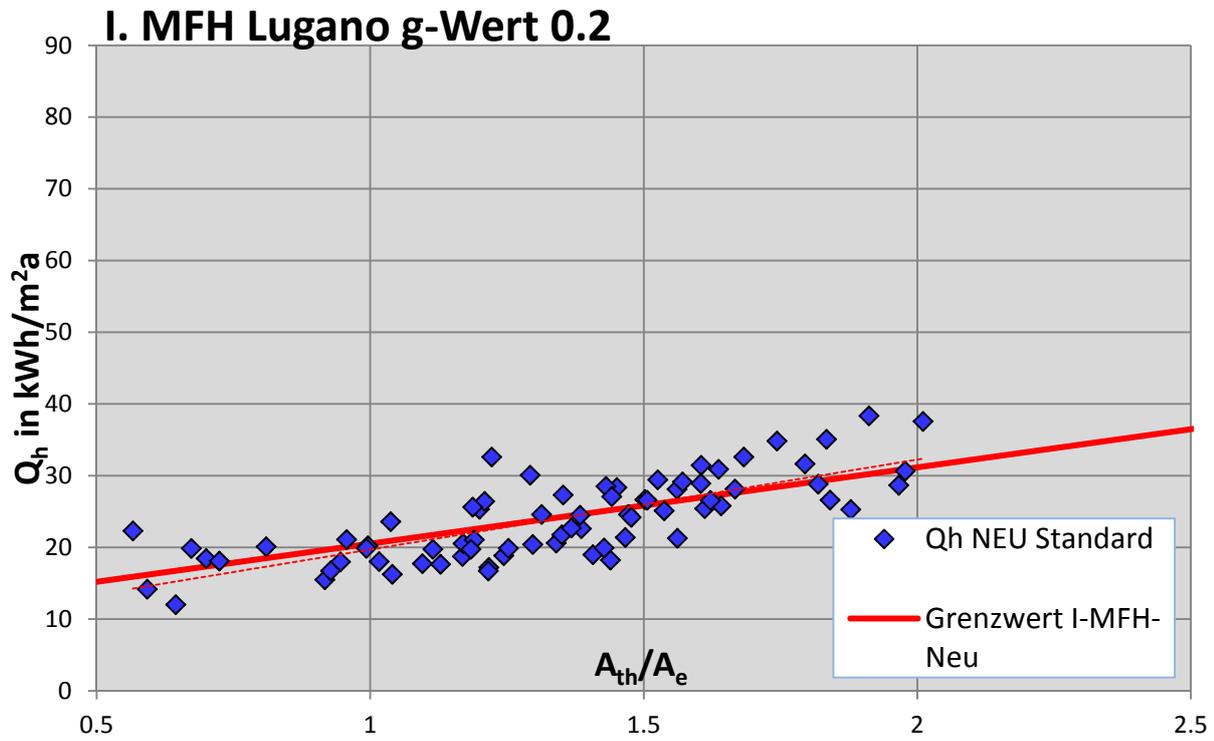


Abbildung 107: Mehrfamilienhäuser: Berechnung Heizwärmebedarf NEU, Datenbasis: 74 Mehrfamilienhäuser, Gebäudehülle nach Einzelbauteilanforderungen NEU (U-Werte opak, aussen 0.17 W/m²K),

Anhang 5:

Vergleich Standardnutzung und Rechenwerte der Norm SIA 380/1: 2009 / Vernehmlassung SIA 380/1: 2013

SIA 380/1: 2009

Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizte Räume

Tabelle 15 Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizte Räume (Rechenwerte)

unbeheizter Raum	b_{uR}, b_{uW}, b_{uF}
Estrichraum, Schrägdach ungedämmt	0,9
Estrichraum, Schrägdach gedämmt: $U_e < 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,7
Kellerraum ganz im Erdreich	0,7
Kellerraum teilweise oder ganz über dem Erdreich	0,8
angebauter Raum	0,8
Glasvorbau	0,9

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizte Räume

Tabelle 14 Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizte Räume (Rechenwerte)

unbeheizter Raum	b_{uR}, b_{uW}, b_{uF}	
	ungedämmt und/oder undicht	gedämmt und luftdicht: $U_{unbeh. \text{Raum}} < 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Estrichraum, Schrägdach	0,9	0,7
Kellerraum ganz im Erdreich	0,7	0,6
Kellerraum teilweise oder ganz über dem Erdreich	0,8	0,7
angebauter Raum	0,8	0,7
Glasvorbauten	0,9	--

Die Reduktionsfaktoren werden auch auf Wärmebrücken gegen unbeheizte Räume angewendet. Im Wärmebrückenkatalog [4] sind die Reduktionsfaktoren bereits berücksichtigt.

Die Unterscheidung **undicht** und **luftdicht** ist neu.

Die folgenden Reduktionsfaktoren gegen gedämmt und luftdicht sind für folgende Bauteile neu:

- Kellerraum ganz im Erdreich 0.6 W(m²K)
- Kellerraum ganz im Erdreich 0.7 W(m²K)
- Angebauter Raum 0.7 W(m²K)

SIA 380/1: 2009

Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen Erdreich

Tabelle 16 Reduktionsfaktoren b_{GW} bzw. b_{GF} für Wärmeverluste gegen Erdreich (Rechenwerte)

U_{WGO} bzw. U_{FGO} in $W/(m^2 \cdot K)$		Wand				Boden											
						$A_{FG}/P_{FG} = 2 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 5 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 10 \text{ m}$			
		0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0
Tiefe UK Bodenplatte unter OK Erdreich	0,0 m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,60	0,49	0,67	0,52	0,43	0,31	0,53	0,37	0,29	0,20
	0,5 m	0,92	0,88	0,85	0,80	0,80	0,67	0,57	0,46	0,66	0,51	0,41	0,30	0,53	0,36	0,28	0,20
	1,0 m	0,88	0,83	0,78	0,70	0,79	0,65	0,55	0,43	0,65	0,49	0,40	0,29	0,52	0,36	0,27	0,19
	2,0 m	0,82	0,73	0,66	0,56	0,76	0,61	0,51	0,39	0,63	0,47	0,37	0,27	0,50	0,34	0,26	0,18
	3,0 m	0,77	0,66	0,58	0,48	0,73	0,57	0,47	0,35	0,61	0,45	0,35	0,25	0,49	0,33	0,25	0,17
	5,0 m	0,69	0,56	0,47	0,37	0,68	0,51	0,41	0,30	0,57	0,41	0,32	0,22	0,47	0,31	0,23	0,16
	10,0 m	0,55	0,41	0,33	0,25	0,58	0,41	0,32	0,22	0,50	0,33	0,25	0,17	0,42	0,27	0,20	0,13

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen Erdreich

Tabelle 15 Reduktionsfaktoren b_{GW} bzw. b_{GF} für Wärmeverluste gegen Erdreich (Rechenwerte)

U_{WGO} bzw. U_{FGO} in $W/(m^2 \cdot K)$		Wand				Boden											
						$A_{FG}/P_{FG} = 2 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 5 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 10 \text{ m}$			
		0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0
Tiefe UK Bodenplatte unter OK Erdreich	0,0 m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,37	0,49	0,67	0,52	0,43	0,31	0,53	0,37	0,29	0,20
	0,5 m	0,92	0,88	0,85	0,28	0,28	0,67	0,57	0,46	0,66	0,51	0,41	0,36	0,53	0,36	0,28	0,20
	1,0 m	0,88	0,83	0,78	0,27	0,27	0,65	0,55	0,43	0,65	0,49	0,52	0,29	0,52	0,36	0,27	0,19
	2,0 m	0,82	0,73	0,6	0,56	0,6	0,61	0,51	0,39	0,63	0,47	0,37	0,27	0,50	0,34	0,26	0,18
	3,0 m	0,77	0,66	0,58	0,48	0,3	0,57	0,47	0,35	0,61	0,35	0,35	0,25	0,49	0,33	0,25	0,17
	5,0 m	0,69	0,56	0,47	0,37	0,68	0,41	0,41	0,31	0,57	0,41	0,32	0,22	0,47	0,31	0,23	0,16
	10,0 m	0,55	0,41	0,33	0,25	0,58	0,41	0,42	0,2	0,55	0,33	0,25	0,17	0,42	0,27	0,20	0,13

Die eingefärbten Werte der Reduktionsfaktoren weichen von den Werten der SIA 380/1 - 2009 ab, aber die Abweichungen sind unsystematisch d. h. es sind wahrscheinlich Fehler.

Verschattungsfaktoren

Verschattungsfaktor Horizont F_{S1}

Der Verschattungsfaktor Horizont kann fassadenweise bestimmt werden. Der Horizontwinkel wird bezüglich der Fassadenmitte bestimmt. Es wird die im Zeitpunkt der Berechnung effektiv vorhandene Bauweise und bei aus mehreren Gebäuden bestehenden Projekten die Beschattung durch andere Gebäude des Projekts berücksichtigt.

Tabelle 18 Verschattungsfaktor Horizont F_{S1} (Rechenwerte)

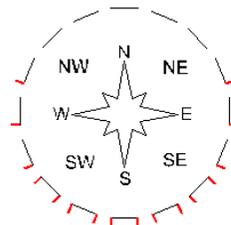
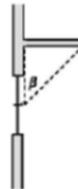
Horizontwinkel α	Orientierung der Fassade		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,96	0,94	1,00
20°	0,82	0,81	0,97
30°	0,59	0,68	0,94
40°	0,45	0,60	0,90

Verschattungsfaktor Überhang F_{S2}

Der Verschattungsfaktor Überhang muss fensterweise bestimmt werden. Der Winkel wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt.

Tabelle 19 Verschattungsfaktor Überhang F_{S2} (Rechenwerte)

Winkel β des Überhangs	Orientierung des Fensters		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,95	0,95	0,96
30°	0,91	0,89	0,91
45°	0,75	0,77	0,80
60°	0,52	0,59	0,66



Verschattungsfaktoren

Tabelle 18 Verschattungsfaktor Horizont F_{S1} (Rechenwerte)

Horizontwinkel α	Orientierung der Fassade		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,96	0,94	1,00
20°	0,82	0,81	0,97
30°	0,59	0,68	0,94
40°	0,45	0,60	0,90
50°	0,36	0,50	0,86
60°	0,27	0,40	0,82
$\geq 70^\circ$	0,19	0,30	0,78

Tabelle 19 Verschattungsfaktor Überhang F_{S2} (Rechenwerte)

Überhang Winkel β	Orientierung der Fassade		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,95	0,95	0,96
30°	0,91	0,89	0,91
45°	0,75	0,77	0,80
60°	0,52	0,59	0,66
$\geq 75^\circ$	0,26	0,34	0,48

Verschattungsfaktor Seitenblende F_{S2}

Der Verschattungsfaktor Seitenblende muss fensterweise bestimmt werden. Der Winkel wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt. Der Rechenwert gilt für eine einseitige Blende. Bei nach Osten oder Westen orientierten Fenstern gilt er für auf der Südseite des Fensters liegende Seitenblenden; für auf der Nordseite liegende Seitenblenden gilt der Faktor 1,0. Für Südfenster mit beidseitigen Seitenblenden müssen die beiden Rechenwerte miteinander multipliziert werden.

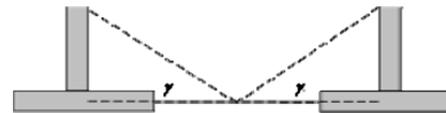
Tabelle 20 Verschattungsfaktor Seitenblende F_{S2} (Rechenwerte)

Winkel γ der Seitenblende	Orientierung des Fensters		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,97	0,96	1,00
30°	0,94	0,92	1,00
45°	0,84	0,84	1,00
60°	0,72	0,75	1,00



Seitenblende Winkel γ	Orientierung der Fassade		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,97	0,96	1,00
30°	0,94	0,92	1,00
45°	0,84	0,84	1,00
60°	0,72	0,75	1,00
≥75°	0,57	0,65	1,00

Die eingefärbten Werte sind neu hinzugekommen und führen die bestehenden Zahlenreihen der SIA 380/1 - 2009 logisch fort.



Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne

3.5.5.2 Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne η_g (-)

Der Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne ist abhängig vom Verhältnis der Gewinne zu den Verlusten und von der thermischen Trägheit des Gebäudes. Er wird mit folgender Formel beschrieben:

$$\eta_g = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) \quad \text{wenn } \gamma \neq 1 \quad (8)$$

$$\eta_g = a / (a + 1) \quad \text{wenn } \gamma = 1$$

γ Wärmegewinn/-verlust-Verhältnis

τ Zeitkonstante des Gebäudes

$$a = a_0 + (\tau / \tau_0)$$

Tabelle 22 Konstanten zur Bestimmung des Ausnutzungsgrads für Wärmegewinne

	a_0	τ_0 in h
für rund um die Uhr benutzte Gebäude (Standardnutzungen: Wohnen MFH, Wohnen EFH, Spitäler)	1,0	15
für nur während bestimmter Tageszeiten benutzte Gebäude (Standardnutzungen: Verwaltung, Schulen, Verkauf, Restaurants, Versammlungslokale, Industrie, Lager, Sportbauten, Hallenbäder)	0,8	70

Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge η_g (-)

Der Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge ist abhängig vom Verhältnis der Gewinne zu den Verlusten und von der thermischen Trägheit des Gebäudes. Er wird mit folgender Formel beschrieben:

Der Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge ist abhängig vom Verhältnis der Gewinne zu den Verlusten und von der thermischen Trägheit des Gebäudes. Er wird mit folgender Formel beschrieben:

$$\eta_g = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) \quad \text{wenn } \gamma \neq 1 \quad (18)$$

$$\eta_g = a / (a + 1) \quad \text{wenn } \gamma = 1$$

$$a = 1 + (\tau / \tau_0) \quad (19)$$

η_g Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge -

γ Wärmegewinn/-verlust-Verhältnis -

τ Zeitkonstante des Gebäudes h

a Numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad -

τ_0 Basiswert für die Zeitkonstante. In der Berechnung mit 15 h berücksichtigt h

Die mathematische Formel zum Ausnutzungsgrad der Wärmeeinträge ist unverändert.

Jedoch sieht die Vernehmlassung der SIA 380/1: 2013 keine Konstante für rund um die Uhr benutzte Gebäude (z.B. Spitäler) und nur während einer bestimmten Tageszeit benutzte Gebäude (z. B. Restaurants) mehr vor.

SIA 380/1 - 2009

Jahresmitteltemperatur

- 2.3.9 Die mit den Tabellenwerten errechneten Grenzwerte gelten für eine Jahresmitteltemperatur $\theta_{e,e}$ von 8,5°C. Sie werden um 8% pro K höhere oder tiefere Jahresmitteltemperatur reduziert bzw. erhöht. Es gilt die Jahresmitteltemperatur der für die Berechnung verwendeten Klimastation.¹

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Jahresmitteltemperatur

- 2.3.9 Die mit den Tabellenwerten errechneten Grenzwerte gelten für eine Jahresmitteltemperatur $\theta_{e,avg}$ von 9,4°C. Sie werden um 8% pro K höhere oder tiefere Jahresmitteltemperatur reduziert bzw. erhöht. Es gilt die Jahresmitteltemperatur der für die Berechnung verwendeten Klimastation.¹

$$f_{TK} = 1 + ((9,4^\circ\text{C} - \theta_{e,avg}) \cdot 0.08 \text{ K}^{-1})$$

(4)

f_{TK}	Temperaturkorrektur	–
$\theta_{e,avg}$	Jahresmitteltemperatur	°C

Die Jahresmitteltemperatur $\theta_{e,avg}$ von 9,4°C. ist neu aber die Berechnung für Abweichungen ist unverändert.

SIA 380/1 - 2009

Flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beim **Neubau**

Tabelle 2 Grenz- und Zielwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten bei 20°C Raumtemperatur

Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte U_{fi} W/(m ² ·K)		Zielwerte U_{fa} W/(m ² ·K)	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
opake (Dach, Decke) Bauteile (Wand, Boden)	0,20	0,25	0,09	0,15
opake Bauteile mit Flächenheizungen	0,20	0,25	0,09	0,15
Fenster, Fenstertüren ¹	1,3	1,6	0,90	1,1
Fenster mit direkt vorge- lagerten Heizkörpern ²	1,0	1,3	0,80	1,0
Türen	1,3	1,6	1,1	1,3
Tore (Türen grösser als 6 m ²)	1,7	2,0	1,2	1,4
Storenkasten	0,50	0,50	0,30	0,30

Flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) im **Neubau ohne Wärmebrücken-Nachweis**

Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte U_{fi} W/(m ² ·K)	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
opake Bauteile (Dach, Decke, Wand, Boden)	0,17	0,25
opake Bauteile mit Flächenheizungen	0,17	0,25
Fenster, Fenstertüren	1,3	1,6
Fenster mit direkt vorgelagerten Heizkörpern	1,0	1,3
Türen	1,3	1,6
Tore (Türen grösser als 6 m ²)	1,7	2,0
Storenkasten	0,50	0,50

Für die linearen und punktuellen Wärmebrücken bei Neubauten und bei neuen Bauteilen bei Umbauten und Umnutzungen gelten beim Nachweis mittels Einzelanforderungen die Grenzwerte gemäss Tabelle 3.¹ Der Wärmebrücken-Nachweis für die Grenzwerte entfällt, wenn für die flächigen Bauteile die verschärften Grenzwerte der Tabelle 2b eingehalten sind.

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) bei **Neubau/ Umbau**

Grenzwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten bei 20°C Raumtemperatur.

Neu werden die Wärmebrücken bei opaken Bauteilen nicht mehr einzeln nachgewiesen sondern sind im U-Wert integriert.
Die Grenzwerte der Vernehmlassung sind teilweise identisch mit den verschärften Grenzwerten der Norm vom 2009 im Neubau ohne separaten Wärmebrückennachweis.

Bauteil	Grenzwerte in W/(m ² ·K)		
	Neubau	Umbau	
opake Bauteile gegen Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	Dach, Decke, Boden	0,17	0,22
	Wand	0,17	0,25
opake Bauteile gegen unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich (Dach, Decke, Wand, Boden)	0,21	0,28	
Fenster, Fenstertüren, Türen ¹	1,2	1,2	
Fenster mit direkt vorgelagerten Heizkörpern ²	0,90	0,90	
Tore (Türen grösser als 6 m ²)	1,7	1,7	
Storenkasten	0,50	0,50	

SIA 380/1 - 2009

Flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beim **Umbau**

Bei Umbauten und Umnutzungen gelten in Abweichung von Tabelle 2 für vom Umbau oder der Umnutzung betroffene Bauteile die Grenz- und Zielwerte gemäss Tabelle 2a.

Tabelle 2a Grenz- und Zielwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten bei 20°C Raumtemperatur, für vom Umbau oder von der Umnutzung betroffene Bauteile

Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte U_{ij} W/(m ² ·K)		Zielwerte U_{ta} W/(m ² ·K)	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
opake (Dach, Decke) Bauteile (Wand, Boden)	0,25	0,28	0,15	0,20
opake Bauteile mit Flächenheizungen	0,25	0,28	0,15	0,20
Fenster, Fenstertüren	1,3	1,6	0,90	1,1
Fenster mit direkt vorge- lagerten Heizkörpern	1,0	1,3	0,80	1,0
Türen	1,3	1,6	1,1	1,3
Tore (Türen grösser als 6 m ²)	1,7	2,0	1,2	1,4
Storenkasten	0,50	0,50	0,30	0,30

Längen- und punktbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten

Tabelle 3 Grenz- und Zielwerte für lineare und punktuelle Wärmebrücken¹

längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient ψ	Grenzwert ψ_{ij} W/(m·K)	Zielwert ψ_{ta} W/(m·K)
Typ 1 Auskragungen in Form von Platten oder Riegeln (z.B. Balkone, Vordächer, vertikale Riegel)	0,30	0,15
Typ 2 Unterbrechung der Wärmedämmschicht durch Wände oder Decken (z.B. Kellerdeckendämmung durch Keller- wände oder Innendämmung durch Innenwände oder Geschossdecken)	0,20	0,10
Typ 3 Unterbrechung der Wärmedämmschicht an horizontalen oder vertikalen Gebäudekanten	0,20	0,10
Typ 5 Fensteranschlag (Leibung, Fensterbank, Fenstersturz)	0,10	0,05
punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient χ	Grenzwert χ_{ij} W/K	Zielwert χ_{ta} W/K
Typ 6 punktuelle Durchdringungen der Wärmedämmung (Stützen, Träger, Konsolen; Befestigungen von Ladenklöben und -rückhaltern, Sonnenstoren, Aussen- lampen, Spalieren usw.)	0,30	0,15

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beim **Umbau/Neubau**

Grenzwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten bei 20°C Raumtemperatur.

Neu werden die Wärmebrücken bei opaken Bauteilen nicht mehr einzeln nachgewiesen sondern sind im U-Wert integriert.
Die Grenzwerte der Vernehmlassung sind teilweise identisch mit den verschärften Grenzwerten der Norm vom 2009 im Neubau ohne separaten Wärmebrückennachweis.

Bauteil		Grenzwerte in W/(m ² ·K)	
		Neubau	Umbau
opake Bauteile gegen Aussenklima oder weni- ger als 2 m im Erdreich	Dach, Decke, Boden	0,17	0,22
	Wand	0,17	0,25
opake Bauteile gegen unbeheizte Räu- me oder mehr als 2 m im Erdreich (Dach, Decke, Wand, Boden)		0,21	0,28
Fenster, Fenstertüren, Türen ¹		1,2	1,2
Fenster mit direkt vorgelagerten Heizkörpern ²		0,90	0,90
Tore (Türen grösser als 6 m ²)		1,7	1,7
Storenkasten		0,50	0,50

SIA 380/1 - 2009

Standardnutzungswerte

Tabelle 25 Übersicht über die Standardnutzungswerte

Ziffer			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
			Wohnen MFH	Wohnen EFH	Verwaltung	Schulen	Verkauf	Restaurants	Versammlungslokale	Spitäler	Industrie	Lager	Sportbauten	Hallenbäder
3.5.1.2	Raumtemperatur	θ_o °C	20	20	20	20	20	20	20	22	18	18	18	28
3.5.1.4	Personenfläche	A_P m ² /P	40	60	20	10	10	5	5	30	20	100	20	20
3.5.1.5	Wärmeabgabe pro Person	Q_P W/P	70	70	80	70	90	100	80	80	100	100	100	60
3.5.1.6	Präsenzzeit pro Tag	t_p h	12	12	6	4	4	3	3	16	6	6	6	4
3.5.1.7	Elektrizitätsbedarf	E_{FEI} MJ/m ²	100	80	80	40	120	120	60	100	60	20	20	200
3.5.1.8	Reduktionsfaktor Elektrizitätsbedarf	f_{EI} -	0,7	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7
3.5.1.9	Aussenluft-Volumenstrom	V/A_E m ³ /(h·m ²)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	0,3	0,7	0,7
4.3	Wärmebedarf Warmwasser	Q_{ww} MJ/m ²	75	50	25	25	25	200	50	100	25	5	300	300

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Standardnutzungswerte

Die Standardwerte des Elektrizitätsbedarfes und der Wärmebedarfes in der Vernehmlassung SIA 380/1 2013 wird neu in kWh angegeben.
Die Werte entsprechen aber denjenigen der Norm vom 2009.

Ziffer			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
			Wohnen MFH	Wohnen EFH	Verwaltung	Schulen	Verkauf	Restaurants	Versammlungslokale	Spitäler	Industrie	Lager	Sportbauten	Hallenbäder
3.5.1.2	Raumtemperatur	θ_o °C	20	20	20	20	20	20	20	22	18	18	18	28
3.5.1.4	Personenfläche	A_P m ² /P	40	60	20	10	10	5	5	30	20	100	20	20
3.5.1.5	Wärmeabgabe pro Person	Q_P W/m ²	70	70	80	70	90	100	80	80	100	100	100	60
3.5.1.6	Präsenzzeit pro Tag	t_p h	12	12	6	4	4	3	3	16	6	6	6	4
3.5.1.7	Elektrizitätsbedarf	E_{FEI} kWh/m ²	28	22	22	11	33	33	17	28	17	6	6	56
3.5.1.8	Reduktionsfaktor Elektrizitätsbedarf	f_{EI} -	0,7	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7
3.5.1.9	Aussenluft-Volumenstrom	q_m m ³ /(h·m ²)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	0,3	0,7	0,7
	Wärmebedarf Warmwasser	Q_{ww} kWh/m ²	21	14	7	7	7	56	14	28	7	1	83	83

SIA 380/1 - 2009

Grenzwerte für den Heizwärmebedarf von Neubauten bei 8.5 °C Jahresmitteltemperatur

Tabelle 4 Grenzwerte für den Heizwärmebedarf pro Jahr von Neubauten bei 8,5°C Jahresmitteltemperatur

Gebäudekategorie		Grenzwerte	
		$Q_{h,li0}$ MJ/m ²	$\Delta Q_{h,li}$ MJ/m ²
I	Wohnen MFH	55	65
II	Wohnen EFH	65	65
III	Verwaltung	65	85
IV	Schulen	70	70
V	Verkauf	50	65
VI	Restaurants	95	75
VII	Versammlungslokale	95	75
VIII	Spitäler	80	80
IX	Industrie	60	70
X	Lager	60	70
XI	Sportbauten	75	70
XII	Hallenbäder	70	90

SIA 380/1 - Vernehmlassung

Grenzwerte für den Heizwärmebedarf von Neubauten bei 9.4 °C Jahresmitteltemperatur

Die Grenzwerte der Norm SIA 380/1 - 2009 wurden von MJ in kWh umgerechnet. Die Standardwerte der Vernehmlassung 2013 liegen allesamt tiefer.

Gebäudekategorie		Grenzwerte	
		$Q_{h,li0}$ kWh/m ²	$\Delta Q_{h,li}$ kWh/m ²
I	Wohnen MFH	13 *(55MJ=15.27kWh)	14 *(65MJ=18.06kWh)
II	Wohnen EFH	16 *(65MJ=18.06kWh)	14 *(65MJ=18.06kWh)
III	Verwaltung	12 *(65MJ=18.06kWh)	14 *(85MJ=23.61kWh)
IV	Schulen	16 *(70MJ=19.44kWh)	14 *(70MJ=19.44kWh)
V	Verkauf	8 *(50MJ=13.89kWh)	13 *(65MJ=18.06kWh)
VI	Restaurants	16 *(95MJ=26.39kWh)	14 *(75MJ=20.83)
VII	Versammlungslokale	18 *(95MJ=26.39kWh)	14 *(75MJ=20.83)
VIII	Spitäler	19 *(80MJ=22.22kWh)	15 *(80MJ=22.22)
IX	Industrie	10 *(60MJ=16.67kWh)	13 *(70MJ=19.44kWh)
X	Lager	12 *(60MJ=16.67kWh)	13 *(70MJ=19.44kWh)
XI	Sportbauten	16 *(75MJ=20.83kWh)	13 *(70MJ=19.44kWh)
XII	Hallenbäder	15 *(70MJ=19.44kWh)	16 *(90MJ=25kWh)

Wärmespeicherfähigkeit pro Energiebezugsfläche C/A_E (MJ/m²·K)

Bauweise	Beispiele	C/A_E
schwer	– mindestens zwei der drei thermisch aktiven Elemente (Decke, Boden, alle Wände) massiv und ohne Abdeckung	0,5 MJ/(m ² ·K)
mittel	– mindestens eines der drei thermisch aktiven Elemente (Decke, Boden oder alle Wände) massiv und ohne Abdeckung – Holzbau: Blockbauweise	0,3 MJ/(m ² ·K)
leicht	– Holzbau: Ständerbauweise	0,1 MJ/(m ² ·K)
sehr leicht	– Industrie-Stahlbau	0,05 MJ/(m ² ·K)

Wärmespeicherfähigkeit pro Energiebezugsfläche C/A_E (kWh/m² K)

Die Wärmespeicherfähigkeit wird in der Vernehmlassung der SIA 380/1:2013 in kWh/(m²·K) angegeben.

Die Werte wurden von der SIA 380/1 2009 von MJ/(m²·K) in kWh/(m²·K) umgerechnet und differenzieren nur in der zweiten Nachkommastelle.

Wärmespeicherfähigkeit pro Energiebezugsfläche (Ziffer 3.5.6.1)

Bauweise	Beispiele	C/A_E
schwer	Die Zone weist folgende thermisch aktive Element auf: Boden Stahlbeton, belegt mit Platten oder einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Aussenwände überwiegend gemauert Wärmedämmschicht aussenliegend, Fensteranteil ist kleiner als 50%. Innenwände überwiegend gemauert, Wärmedämmschicht aussenliegend Decke Stahlbeton	0,15 kWh/(m ² ·K)
mittel	Zwei der thermisch aktiven Elemente weichen von der Bauweise Schwer ab. Zum Beispiel: Boden Holzboden mit Zementestrich von mindestens 6 cm Dicke oder Calciumsulfatestrich von mindestens 5 cm Dicke, belegt mit Platten, Parkett. Aussenwände überwiegend verputzt, 2xGipskartonplatten oder Gipskartonplatte beplankt mit 15 mm Faserzement. Innenwände überwiegend verputzt, 2xGipskartonplatten oder Gipskartonplatte beplankt mit 15 mm Faserzement Decke überwiegend verputzt, 2xGipskartonplatten oder Gipskartonplatte beplankt mit 15 mm Faserzement	0,10 kWh/(m ² ·K)
leicht	Alle thermisch aktiven Elemente weichen von der Bauweise Schwer ab. Zum Beispiel: Boden Aus Massivholz und Bodenplatten Aussenwände Beplankt mit Tanne/Fichte Innenwände Beplankt mit Tanne/Fichte Decke Beplankt mit Tanne/Fichte	0,05 kWh/(m ² ·K)
sehr leicht	Industrie-Stahlbau	0,01 kWh/(m ² ·K)



Vergleich Vernehmlassungsentwurf SIA 380/1:2013 mit der SIA 380/1:2009

Auswirkung Berechnung Gebäudehüllfläche ohne Berücksichtigung der b-Faktoren

Inhalt:

1. Ausgangslage
2. Grundlagen
3. Untersuchungen
4. Fazit

Basel, 30. Oktober 2013



Vergleich Vernehmlassungsentwurf SIA 380/1:2013 mit der SIA 380/1:2009: Auswirkung Berechnung Gebäudehüllfläche ohne Berücksichtigung der b-Faktoren

1. Ausgangslage

Der Entwurf der revidierten SIA 380/1 ist bis am 30. November 2013 in Vernehmlassung. Der Vernehmlassungsentwurf weist gegenüber der Version 2009 markante Änderungen auf. Bei diversen Punkten sind die Auswirkungen unklar. So ist es nicht eindeutig, ob die Gesamtheit der Änderungen zu einer Verschärfung oder Lockerung der Anforderungen an die Wärmedämmung führen. Aus Sicht der Kantone stellt sich daher die Frage, ob der Vernehmlassungsentwurf der SIA 380/1 in der aktuellen Form eine geeignete Basis für die künftigen gesetzlichen Anforderungen ist.

Um Klarheit über die Auswirkung der geänderten Punkte zu schaffen, erhielt die MINERGIE Agentur Bau den Auftrag, diese zu untersuchen. Die Gartenmann Engineering AG hat hierbei als Unterauftragnehmer die Untersuchung vorgenommen, welche Auswirkungen es hat, dass bei der Berechnung der Gebäudehüllfläche der b-Faktor nicht mehr berücksichtigt wird.

2. Grundlagen

Der Bericht wurde auf der Basis folgender Grundlagen durchgeführt:

- Bestehende SIA 380/1-Berechnungen von insgesamt sieben Objekten, erstellt durch die Gartenmann Engineering AG
- Diverse Besprechungen mit Heinrich Huber und Christoph Sibold von der MINERGIE Agentur Bau
- Vernehmlassungsentwurf Norm SIA 380/1: „Heizwärmebedarf“ (Ausgabe 2013)
- Norm SIA 380/1: „Thermische Energie im Hochbau“ (Ausgabe 2009)

3. Untersuchungen

3.1 Vorgehen

In Absprache mit der MINERGIE Agentur Bau wurden Gebäude ausgewählt, deren SIA 380/1:2009-Berechnungen durch die Gartenmann Engineering AG für die jeweiligen Baueingaben erstellt wurden. Insgesamt wurden sieben Objekte ausgewählt, welche für die Untersuchung als geeignet betrachtet werden.

Anhand dieser Objekte wurde untersucht, zu welchen Auswirkungen die geplante Änderung (keine Berücksichtigung der b-Faktoren bei Berechnung der Gebäudehüllfläche) im Zusammenhang mit der neuen Grenzwertfunktion führt. Hierbei wurde so vorgegangen, dass für die Gebäude der Heizwärmebedarf Q_h und die Grenzwerte $Q_{h,li}$ jeweils gemäss Ausgabe 2009 und Vernehmlassungsentwurf Ausgabe 2013 berechnet wurde. Die Berechnungen wurden jeweils



für die ursprüngliche Klimastation, sowie - um einen Vergleich zu ermöglichen - für die Klimastation Zürich - Meteo Schweiz, Davos und Lugano vorgenommen. Die b-Werte wurden nicht angepasst, dementsprechend resultiert bei einem Objekt für eine Klimastation bei beiden Berechnungen (Ausgabe 2009 und Vernehmlassungsentwurf 2013) jeweils der gleiche Heizwärmebedarf Q_h .

3.2 Untersuchte Objekte / Varianten

Die ausgewählten Objekte können im Rahmen dieser Arbeit, aus Datenschutzgründen, nur anonymisiert verwendet werden. Im Folgenden sollen die Objekte jedoch so beschrieben werden, dass man sich eine gute Vorstellung davon machen kann. In der Folgenden Tabelle sind die Objekte mit den wichtigsten Daten gegenübergestellt.

Bezeichnung	Gebäudekategorie	Energiebezugsfläche A_E	Gebäudehüllzahl A_{Hf}/A_E	Energiestandard Gebäudehülle
EFH	II Wohnen EFH	225.3 m ²	2.12	Primäranforderung MINERGIE
REFH 1	II Wohnen EFH	289.0 m ²	1.91	Primäranforderung MINERGIE-P
REFH 2	II Wohnen EFH	308.0 m ²	1.53	Primäranforderung MINERGIE-P
MFH	I Wohnen MFH	1'245.6 m ²	1.25	Grenzwert $Q_{h,li}$ SIA 380/1:2009
Hochhaus	I Wohnen MFH	7'786.2 m ²	0.92	Primäranforderung MINERGIE
Verwaltung	III Verwaltung	7'987.2 m ²	1.05	Primäranforderung MINERGIE
Sporthalle	XI Sportbauten	4'771.0 m ²	1.22	Primäranforderung MINERGIE-P

Für alle Objekte wurde ein Systemnachweis gemäss Norm SIA 380/1:2009 erstellt. Im Folgenden werden die einzelnen Objekte kurz beschrieben.

EFH

Es handelt sich hierbei um ein einfaches Einfamilienhaus mit rechteckigem Grundriss, bestehend aus UG, EG und OG. Der unterirdische Keller befindet sich ausserhalb der thermischen Gebäudehülle, d.h. die thermische Gebäudehülle wird über die Kellerdecke gebildet. Im Rahmen dieser Arbeit wurde zusätzlich eine Variante (Bezeichnung des Objekts jeweils „EFH – Variante“) untersucht, hierbei befindet sich der Keller innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

REFH 1 und 2

Bei diesem Projekt wurden drei baugleiche Reiheneinfamilienhäuser erstellt. Beim REFH 1 handelt es sich um einen der Kopfbauten, das REFH 2 bildet den Mittelbau. Die Gebäude mit rechteckigem Grundriss, verfügen jeweils über ein UG, ein EG und zwei OGs. Der unterirdische Keller befindet sich jeweils innerhalb der thermischen Gebäudehülle.



MFH

Es handelt sich hierbei um ein einfaches Mehrfamilienhaus mit rechteckigem Grundriss, bestehend aus UG, EG und drei OGs mit insgesamt 11 Wohnungen. Der unterirdische Keller befindet sich ausserhalb der thermischen Gebäudehülle, d.h. die thermische Gebäudehülle wird über die Kellerdecke gebildet.

Hochhaus

Es handelt sich hierbei um ein einfaches Mehrfamilienhaus mit rechteckigem Grundriss bestehend aus zwei UGs, EG und 18 OGs mit insgesamt 72 Wohnungen. Die unterirdischen UGs befinden sich ausserhalb der thermischen Gebäudehülle, d.h. die thermische Gebäudehülle wird über die Kellerdecke gebildet.

Verwaltung

Es handelt sich hierbei um einen einfachen, rechteckigen Verwaltungsbau bestehend aus zwei UGs, EG und 4 OGs. Die unterirdischen UGs befinden sich innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

Sporthalle

Es handelt sich hierbei um eine Dreifachsporthalle mit rechteckigem Grundriss. Sie befindet sich komplett unter der Erde und ist drei UGs tief.

3.3 Ergebnisse

Wie unter 3.1 beschrieben, wurden keine Anpassungen der b-Werte vorgenommen. Aus diesem Grund ergibt sich bei den Berechnungen des Heizwärmebedarfs Q_h nach Ausgabe 2009 und nach Entwurf 2013 kein Unterschied. Differenzen bestehen jedoch einerseits bei der Gebäudehüllfläche (und daraus resultierend bei der Gebäudehüllzahl), sowie beim Grenzwert $Q_{h,li}$.

Eine detaillierte Tabelle mit allen Berechnungsergebnissen kann der Beilage 1 entnommen werden. Im Folgenden sollen anhand von Diagrammen aufgezeigt werden, welche Änderungen sich bei der Gebäudehüllfläche und bei der Grenzwertbildung gezeigt haben.

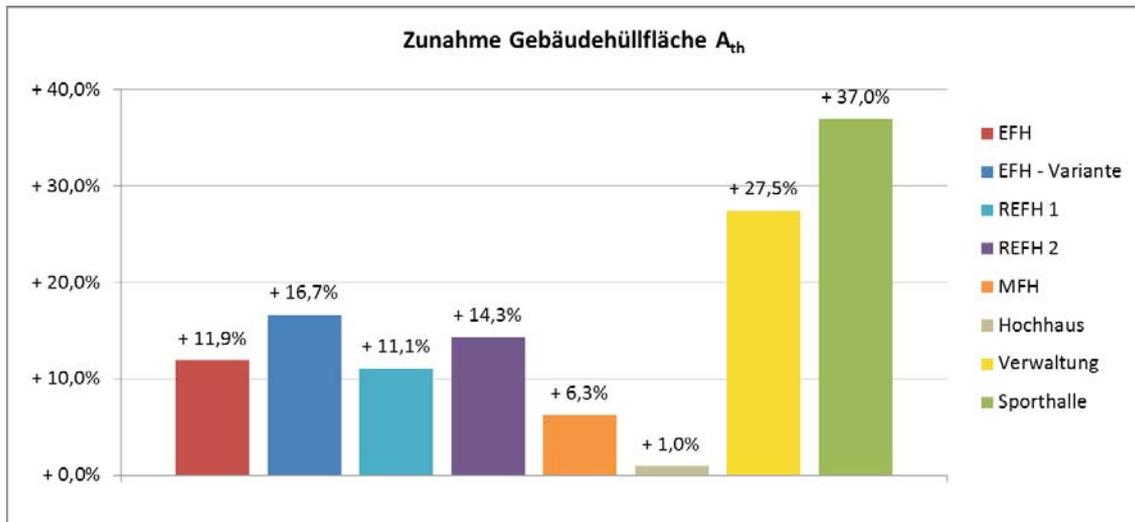
3.3.1 Auswirkung auf die Gebäudehüllfläche A_{th}

Die folgende Grafik 1 zeigt auf, um wieviel Prozent sich die Gebäudehüllfläche bei den einzelnen Gebäuden verändert hat. Es zeigt sich, dass die grössten Änderungen erwartungsgemäss bei den Gebäuden auftreten, welche grosse Flächen gegen das Erdreich aufweisen. Es handelt sich hierbei um die Gebäude *Verwaltung* und *Sporthalle*. Die Veränderungen liegen hierbei zwischen rund 27% und 37%.

Die geringste Veränderung ergibt sich beim Hochhaus: Dies liegt daran, dass die Fläche, welche einen b-Wert aufweist (Boden gegen unbeheizten Keller) im Verhältnis zur übrigen Gebäudehüllfläche sehr klein ist. Bei den EFHs zeigt sich, dass die Veränderungen im Bereich von 11% bis 17% liegen. Anhand der Objekte *EFH* und *EFH – Variante* zeigt sich, dass es einen Unter-



schied von rund 5% ausmacht, ob der Keller inner- oder ausserhalb der thermischen Gebäudehülle liegt. Beim Mehrfamilienhaus ergibt sich eine Änderung von etwas mehr als 6%.



Grafik 1: Zunahme der Gebäudehüllfläche A_{th} für die einzelnen Gebäude

3.3.2 Auswirkung auf den Grenzwert $Q_{h,li}$

In der folgenden Grafik 2 ist wiedergegeben, wie stark die Grenzwerte für die einzelnen Gebäude und Klimastationen verschärft werden.

Generell zeigt sich, dass die Verschärfungen bei der kalten Klimastation Davos am stärksten und bei der warmen Klimastation Lugano am schwächsten ausgeprägt ist.

Am Schärfsten zeigt sich dies beim Gebäude *Verwaltung*, die Grenzwerte werden hierbei um 16% bis 21% strenger. Bei der *Sporthalle* ergibt sich eine Verschärfung von rund 5% bis 10%.

Anhand des *Hochhauses* zeigt sich, dass bei einem Wohngebäude, welches nur einen sehr kleinen Anteil mit b-Wert-Flächen aufweist, die Verschärfung bei rund 9% bis 14% liegt. Ähnliches zeigt sich beim *MFH*, welches im Verhältnis zu den verschiedenen EFH ebenfalls einen kleinen Anteil mit b-Wert-Flächen aufweist: Die Verschärfungen liegen im Bereich von 7% bis 12%.

Bei den EFH zeigt sich, dass diejenigen Gebäude, bei denen der Keller innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegt, geringfügig milder bewertet werden: Die Verschärfungen liegen hierbei zwischen rund 0% und 8%. Beim *EFH* mit Keller ausserhalb der thermischen Gebäudehülle liegt diese bei 4% bis 10%. Anhand der Objekte *EFH* und *EFH – Variante* zeigt sich, dass es auch hier einen Unterschied von rund 5% ausmacht, ob der Keller inner- oder ausserhalb der thermischen Gebäudehülle liegt.

Ein Sonderfall bildet das *EFH – Variante*: Beim der Klimastation Lugano ergibt eine geringfügige Erleichterung von 0.5%. Es handelt sich jedoch hierbei um den einzigen untersuchten Berechnungsfall, bei dem eine Erleichterung auftritt.



Grafik 2: Verschärfung des Grenzwerts $Q_{h,li}$ für die einzelnen Gebäude und verschiedene Klimastationen



4. Fazit

Die Berechnungen haben aufgezeigt, dass trotz der steigenden Gebäudehüllflächen A_{th} , bis auf eine Ausnahme, in allen Fällen eine Verschärfung des Grenzwerts $Q_{h,li}$ eintritt. Die Gebäude werden somit in den meisten Fällen strenger beurteilt, bei den untersuchten Beispielen liegt diese Verschärfung im Bereich von 0% bis 20%.

Gartenmann Engineering AG

i. V. Martin Pfirter
BSc FHNW in Bauingenieurwesen
DAS FHNW Energieexperte Bau

i. V. Schirmer Xavier
Msc Thermik und Energie

Beilagen: Nr. 130153.1

Objekt: Vergleich Vernehmlassungsentwurf SIA 380/1:2013 mit der SIA 380/1:2009
Auftrag: Auswirkung Berechnung Gebäudehüllfläche ohne Berücksichtigung der b-Faktoren

	Gebäudekategorie	Klimastation	SIA 380/1 (2009)					SIA 380/1 (2013)					Abweichung	
			Ath	Ath/AE	Qh_2009	Qh,li_2009	ΔQh_2009	Ath	Ath/AE	Qh_2013	Qh,li_2013	ΔQh_2013	Ath	Qh,li
EFH	Wohnen EFH	Basel-Binningen	478.1	2.12	41.6	48.2	14%	535.2	2.38	41.6	44.9	7%	+ 11,94%	- 6,80%
EFH	Wohnen EFH	Zürich - Meteo Schweiz	478.1	2.12	47.0	53.3	12%	535.2	2.38	47.0	49.3	5%	+ 11,94%	- 7,59%
EFH	Wohnen EFH	Davos	478.1	2.12	73.2	79.8	8%	535.2	2.38	73.2	72.1	-2%	+ 11,94%	- 9,63%
EFH	Wohnen EFH	Lugano	478.1	2.12	32.3	39.1	17%	535.2	2.38	32.3	37.4	14%	+ 11,94%	- 4,26%
EFH - Variante	Wohnen EFH	Basel-Binningen	537.9	2.39	44.2	51.3	14%	627.6	2.79	44.2	50.2	12%	+ 16,68%	- 2,22%
EFH - Variante	Wohnen EFH	Zürich - Meteo Schweiz	537.9	2.39	50.0	56.8	12%	627.6	2.79	50.0	55.0	9%	+ 16,68%	- 3,17%
EFH - Variante	Wohnen EFH	Davos	537.9	2.39	78.5	85.0	8%	627.6	2.79	78.5	80.5	3%	+ 16,68%	- 5,27%
EFH - Variante	Wohnen EFH	Lugano	537.9	2.39	34.4	41.6	17%	627.6	2.79	34.4	41.8	18%	+ 16,68%	+ 0,48%
REFH 1	Wohnen EFH	Basel-Binningen	552.8	1.91	24.5	44.1	44%	614.2	2.13	24.5	41.7	41%	+ 11,11%	- 5,38%
REFH 1	Wohnen EFH	Zürich - Meteo Schweiz	552.8	1.91	28.7	48.8	41%	614.2	2.13	28.7	45.8	37%	+ 11,11%	- 6,24%
REFH 1	Wohnen EFH	Davos	552.8	1.91	31.7	73.1	57%	614.2	2.13	31.7	67.0	53%	+ 11,11%	- 8,37%
REFH 1	Wohnen EFH	Lugano	552.8	1.91	15.5	35.8	57%	614.2	2.13	15.5	34.8	55%	+ 11,11%	- 2,87%
REFH 2	Wohnen EFH	Basel-Binningen	471.9	1.53	22.5	38.4	41%	539.5	1.75	22.5	37.0	39%	+ 14,33%	- 3,76%
REFH 2	Wohnen EFH	Zürich - Meteo Schweiz	471.9	1.53	26.4	42.4	38%	539.5	1.75	26.4	40.5	35%	+ 14,33%	- 4,43%
REFH 2	Wohnen EFH	Davos	471.9	1.53	30.5	63.6	52%	539.5	1.75	30.5	59.3	49%	+ 14,33%	- 6,72%
REFH 2	Wohnen EFH	Lugano	471.9	1.53	15.1	31.1	51%	539.5	1.75	15.1	30.8	51%	+ 14,33%	- 0,97%
MFH	Wohnen MFH	Basel-Binningen	1560.2	1.25	29.2	31.8	8%	1658.0	1.33	29.2	28.9	-1%	+ 6,27%	- 9,27%
MFH	Wohnen MFH	Zürich - Meteo Schweiz	1560.2	1.25	33.6	35.2	5%	1658.0	1.33	33.6	31.6	-6%	+ 6,27%	- 10,13%
MFH	Wohnen MFH	Davos	1560.2	1.25	46.9	52.7	11%	1658.0	1.33	46.9	46.3	-1%	+ 6,27%	- 12,12%
MFH	Wohnen MFH	Lugano	1560.2	1.25	21.4	25.8	17%	1658.0	1.33	21.4	24.0	11%	+ 6,27%	- 6,81%
Hochhaus	Wohnen MFH	Basel-Binningen	7175.2	0.92	22.6	26.8	16%	7245.4	0.93	22.6	23.7	5%	+ 0,98%	- 11,43%
Hochhaus	Wohnen MFH	Zürich - Meteo Schweiz	7175.2	0.92	26.6	29.6	10%	7245.4	0.93	26.6	26.0	-2%	+ 0,98%	- 12,07%
Hochhaus	Wohnen MFH	Davos	7175.2	0.92	31.0	44.4	30%	7245.4	0.93	31.0	38.1	19%	+ 0,98%	- 14,18%
Hochhaus	Wohnen MFH	Lugano	7175.2	0.92	14.4	21.7	34%	7245.4	0.93	14.4	19.8	27%	+ 0,98%	- 8,84%
Verwaltung	Verwaltung	Basel-Binningen	8406.4	1.63	28.6	33.5	15%	10717.3	2.06	28.6	27.4	-4%	+ 27,49%	- 18,14%
Verwaltung	Verwaltung	Zürich - Meteo Schweiz	8406.4	1.63	32.5	37.1	12%	10717.3	2.06	32.5	30.1	-8%	+ 27,49%	- 18,95%
Verwaltung	Verwaltung	Davos	8406.4	1.63	49.3	55.5	11%	10717.3	2.06	49.3	44.0	-12%	+ 27,49%	- 20,68%
Verwaltung	Verwaltung	Lugano	8406.4	1.63	21.8	27.2	20%	10717.3	2.06	21.8	22.9	5%	+ 27,49%	- 15,99%
Sporthalle	Sportbauten	Buchs-Aarau	5839.7	1.22	23.9	40.3	41%	8001.2	1.68	23.9	36.9	35%	+ 37,01%	- 8,45%
Sporthalle	Sportbauten	Zürich - Meteo Schweiz	5839.7	1.22	24.1	41.4	42%	8001.2	1.68	24.1	37.8	36%	+ 37,01%	- 8,69%
Sporthalle	Sportbauten	Davos	5839.7	1.22	39.5	62.0	36%	8001.2	1.68	39.5	55.3	29%	+ 37,01%	- 10,74%
Sporthalle	Sportbauten	Lugano	5839.7	1.22	16.5	30.4	46%	8001.2	1.68	16.5	28.7	43%	+ 37,01%	- 5,50%

Erläuterungen :

 - Alle Ergebnisse in kWh/m²

- Bedeutung ΔQh_2009 bzw. ΔQh_2013: Zeigt auf, um wieviel Prozent der Heizwärmebedarf unterhalb des jeweiligen Grenzwerts liegt.