

Bericht

Horw, 25. Juli 2016
Seite 1/10

Überprüfung Grenzwerte prSIA 380/1:2016

Überprüfung der Heizwärmebedarfs-Grenzwerte der Norm prSIA 380/1:2016 auf Übereinstimmung mit den Anforderungen der MuKE n 2014



Impressum

Auftraggeber	Konferenz Kantonaler Energiefachstellen EnFK Arbeitsgruppe MuKE	
Auftragnehmer	Hochschule Luzern Technik & Architektur Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG Technikumstrasse 21 6048 Horw	
Verfasser	Reto Gadola	HSLU
Qualitätsprüfung	Urs-Peter Menti	HSLU
Verteiler	z.Hd. Christoph Gmür Stefan Mennel Adrian Tschui	AG MuKE SIA 380/1 Enerhaus Engineering
SAP-Nr.	1101443	
Dateiname	r_20160824_AGMuKEGrenzüberprüfung.docx	

Änderungsverzeichnis

Datum	Status	Änderungen und Bemerkungen	Bearbeitet von
12.5.2016	Entwurf	Das Dokument wird erstellt	Reto Gadola
28.5.2016	Vernehmlassungs- exemplar	Inputs von Christoph Gmür sind eingeflossen. Die Resultate der Berechnung nach prSIA 380/1:2016 wurden alle neu berechnet, die Diagramme wurden angepasst. Neues Kapitel Diskussion aufgenommen und Anpassungen in den übrigen Kapitel.	Reto Gadola
25.7.2016	Definitive Version	QS erfolgt	Urs-Peter Menti / Reto Gadola
24.08.2016	Definitive Version	Rückmeldungen der EnFK wurde eingepflegt.	Reto Gadola

1. Ausgangslage

Die Konferenz Kantonaler Energiedirektoren EnDK hat im Januar 2015 die Musterverordnung der Kantone im Energiebereich (MuKE 2014) verabschiedet. Darin enthalten sind die Grundlagen für die Berechnung des Grenzwertes $Q_{H,li}$ nach der Norm SIA 380/1:2009 (die Bezeichnung hat geändert: $Q_{h,li}$ nach 2009er-Norm heisst neu $Q_{H,li}$). Aktuell liegt nun eine revidierte Fassung der SIA 380/1 vor, welche 2016 Gültigkeit erlangen soll. Die Anforderungen an die Einzel- U -Werte im einfachen Nachweisverfahren sind identisch mit denjenigen der MuKE 2014, die Systemanforderungen ändern sich auf Grund verschiedener Anpassungen, insbesondere wegen der Anpassung der Referenztemperatur für die Klimastationsbereinigung der Systemanforderung. Auch die Anpassung der Ausnutzungsfunktion in der zugrundeliegenden Norm EN13790:2008 hat bei einigen Kategorien Auswirkungen.

Im Rahmen der SIA 380/1-Revision hat eine Abstimmung mit der EnFK Arbeitsgruppe MuKE stattgefunden. Die Firma Enerhaus Engineering GmbH hatte im Auftrag der EnFK unter anderem die Basiswerte $Q_{H,li,0}$ und die Steigungswerte $\Delta Q_{H,li}$ mit dem Rechenverfahren der Norm prSIA 380/1:2016 neu gerechnet („20160518_Tool_Grenzwertdefinition_Bericht.pdf“, Stand Mai 2016“). Ziel war, die Anforderungen der MuKE 2014 mit dem Rechenverfahren der Norm SIA 380/1:2009 so gut wie möglich in die Norm prSIA 380/1:2016 zu übernehmen. Als Grundlage diente die EnFK-eigene Gebäudedatenbank mit rund 300 Gebäuden, die Berechnung berücksichtigt die Neuerungen der prSIA 380/1:2016.

2. Aufgabe / Ziel

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, diese Berechnungen der EnFK zu überprüfen. Vorgabe war, dass nicht mit dem gleichen SIA 380/1-Programm gerechnet wird, um auch diese mögliche Fehlerquelle auszuschliessen. Zudem sind prophylaktisch Erklärungen zu liefern für abweichende Anforderungen je nach Rechenverfahren.

3. Vorgehen

3.1. Allgemein

Für die Überprüfung der EnFK-Berechnungen werden für die Gebäude der Heizwärmebedarf Q_H nach der Norm SIA 380/1 2009 und Norm prSIA 380/1:2016 berechnet. Die Grenzwerte $Q_{H,li}$ wurden separat berechnet, einerseits mit den Basis- und Steigungswerten aus der MuKE 2014, andererseits mit den neu gerechneten Werten für die prSIA380/1:2016. Für die Berechnungen stand das SIA TEC-Tool der Hochschule Luzern zur Verfügung welches zu diesem Zweck an die Norm prSIA 380/1: 2016, Stand Einspracheverfahren, angepasst wurde.

Überprüft wurden in einem ersten Schritt drei Objekte aus der EnFK-eigenen Datenbank. Der Vergleich stellt sicher, dass die Berechnungen des Heizwärmebedarfs identisch sind. In einem zweiten Schritt werden Gebäude mit einem hohen Flächenanteil gegen Erdreich oder unbeheizte Räume im SIA TEC-Tool neu erfasst und berechnet. Die neuen Gebäude werden mit allen Standardnutzungen der SIA 380/1 und der Klimastation Zürich-MeteoSchweiz durchgerechnet. Die Wohngebäude werden zusätzlich mit den Klimastationen Davos, Genf, Lugano und Luzern gerechnet.

3.2. Eingabedaten

In beiden Berechnungen sind die Bauteilflächen, b -Werte, Verschattungsfaktoren, g -Werte (0.48), Glasanteil ($F_f = 70\%$), Wärmebrücken und EBF identisch. Die U -Werte sind ebenfalls identisch und entsprechen den Anforderungen an Einzelbauteile der Norm prSIA 380/1:2016 (und damit den Werten aus der MuKE n 2014). Bei Gebäudenutzungen mit abweichenden Raumtemperaturen werden die U -Werte gemäss der Norm prSIA 380/1:2016 korrigiert.

4. Vergleiche und Resultate

4.1. Vergleichende Berechnungen

Für die Berechnungen musste das SIA TEC-Tool mit den Vorgaben der Norm prSIA 380/1:2016 erweitert werden. Nach Abschluss dieser Arbeiten wurde mit den Gebäuden Nr. 001, 050 und 279 aus der EnFK-Datenbank die neu implementierte Berechnung überprüft. Die gefundenen Abweichungen wurden in verschiedenen iterativen Schritten im SIA TEC-Tool, wie auch in den Berechnungen der EnFK, korrigiert. Der überwiegende Teil der Abweichungen wurde behoben, folgende Abweichungen blieben bestehen:

- Das SIA TEC-Tool rechnet bei den U -Werten mit zwei Stellen nach dem Komma. Dies führt bei Nutzungen mit einer Raumtemperatur von 18°C, 22°C und 28°C zu Abweichungen bei den Transmissionswärmeverlusten von bis zu 3 MJ/m² (rund 1.5%).
- Im SIA TEC-Tool werden alle Nutzungen mit den gleichen b -Werten gerechnet. Bei der Berechnung der EnFK werden die b -Werte aufgrund der angepassten U -Werte korrigiert.
- Bei Gebäude Nr. 050 liegt eine Abweichung bei der Solarstrahlung vor. Die Abweichung beträgt bis zu 5 MJ/m² (rund 7%) und kommt in den Resultaten nach SIA 380/1 2009 und 2016 vor. Grund der Abweichung liegt im Glasanteil beim Fenster: Im SIA TEC-Tool wird konstant mit $F_f = 0.7$ gerechnet, bei der EnFK sind es bei diesem Gebäude $F_f = 0.75$.

Das Gebäude Nr. 279 ist eine Erweiterung eines Industriebaus mit einem grossen Anteil von Bauteilen gegen beheizte Zonen. Leider gehen die Raumtemperaturen gegen diese beheizten Zonen nicht aus der Berechnung der EnFK hervor, der Vergleich mit diesem Gebäude wurde daher fallen gelassen.

4.2. Erfassung neuer Gebäude

In der Norm prSIA 380/1:2016 wird der b -Wert bei der thermischen Gebäudehülle nicht mehr berücksichtigt. Dies wirkt sich über eine höhere Gebäudehüllzahl auf den Grenzwert aus. Daher wurden mit dem SIA TEC-Tool Gebäude erfasst, welche einen hohen Flächenanteil gegen Erdreich oder gegen unbeheizte Räume aufweisen. Es handelt sich um folgende Gebäude:

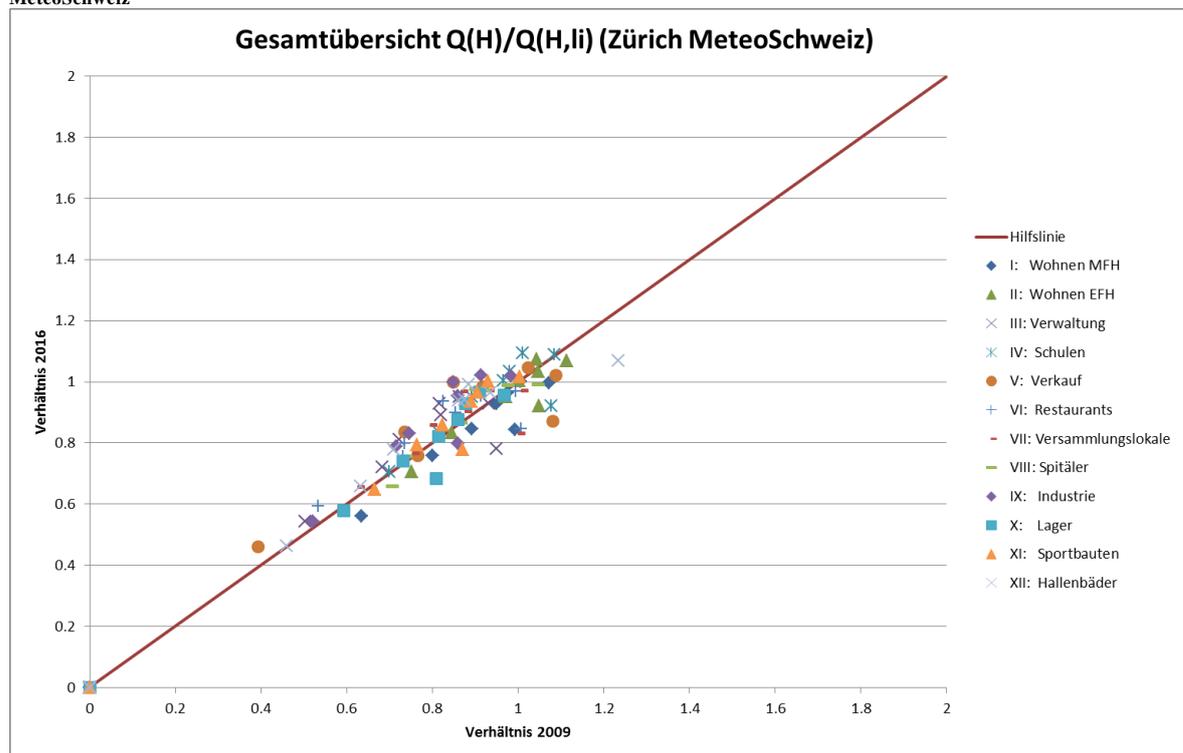
SZ 913 (Nr. 400)	Gebäude mit der Nutzung Wohnen MFH. Die Energiebezugsfläche liegt bei 1661 m ² , rund 30% der thermischen Gebäudehülle sind gegen Erdreich oder unbeheizte Räume.
SZ 895 (Nr. 401)	Gebäude mit der Nutzung Wohnen MFH. Die Energiebezugsfläche liegt bei 3794 m ² , rund 30% der thermischen Gebäudehülle sind gegen Erdreich oder unbeheizte Räume.
BE-068-P-ECO (Nr. 402)	Die Turnhalle mit einer EBF von 1844 m ² weist rund 50% der thermischen Gebäudehülle gegen Erdreich oder unbeheizte Räume auf.
VD-098-P (Nr. 403)	Das Originalgebäude weist eine gesamte EBF von 6230 m ² auf. Von der thermischen Hülle sind rund 85 % gegen Erdreich oder unbeheizte Räumen. Das Gebäude setzt sich zusammen aus:

	<ul style="list-style-type: none"> - Verwaltung mit 3819.4 m² EBF - Versammlungslokal mit 408.0 m² EBF - Lager mit 2002.6 m² EBF
ZH-016-P (Nr. 404)	Das Lager des Nationalen Landesmuseums weist eine EBF von 14'242 m ² auf. Von der thermischen Hülle sind rund 65 % gegen Erdreich oder unbeheizte Räumen.

4.3. Resultate

Im folgenden Diagramm wird auf der Abszisse das Verhältnis des Heizwärmebedarfs, berechnet nach der SIA 380/1:2009, durch den Grenzwert nach den Angaben der MuKE n 2014 angegeben. In der Ordinate ist das Verhältnis Heizwärmebedarf nach prSIA 380/1:2016 durch den neu definierten Grenzwert der prSIA 380/1:2016 angegeben. Idealerweise sind die Verhältnisse gleich, dann liegt keine Abweichung vor und der Punkt liegt auf der Hilfslinie. Liegt der Punkt über der Hilfslinie sind die neuen Werte der prSIA 380/1:2016 strenger, liegt er unter der Hilfslinie sind die MuKE n-Werte strenger. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, liegen die gebildeten Verhältnisse nahe der Hilfslinie.

Abbildung 1: Alle Gebäude sind dargestellt, jeweils gerechnet mit allen 12 Gebäudenutzungen nach SIA 380/1, Klimastation Zürich MeteoSchweiz



Auf den nachfolgenden Seiten sind die Gebäude Nr. 001, 050, 279, 400 und 401 mit den Klimastationen Davos, Genf, Lugano und Luzern abgebildet. Die Gebäude Nr. 400 und 401 wurden mit allen Nutzungen gerechnet, die restlichen Gebäude nur mit Wohnen MFH, Wohnen EFH, Verwaltung, Versammlungslokal, Spital, Industrie und Hallenbad.

Abbildung 2: Resultate Klimastation Davos

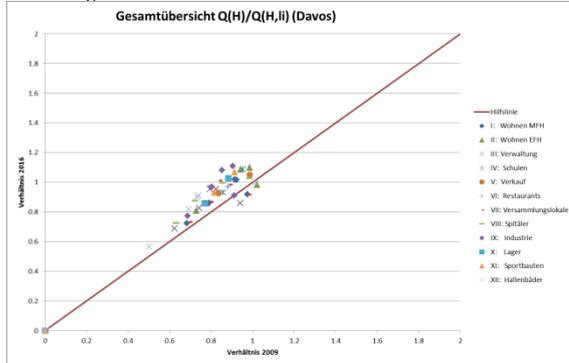


Abbildung 3: Resultate Klimastation Genf

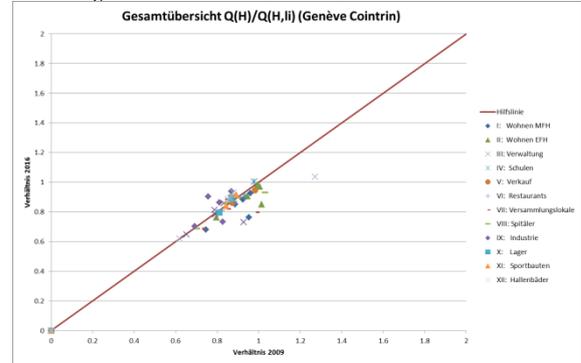


Abbildung 4: Resultate Klimastation Lugano

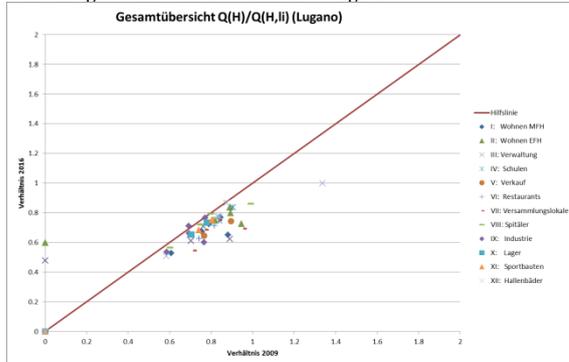
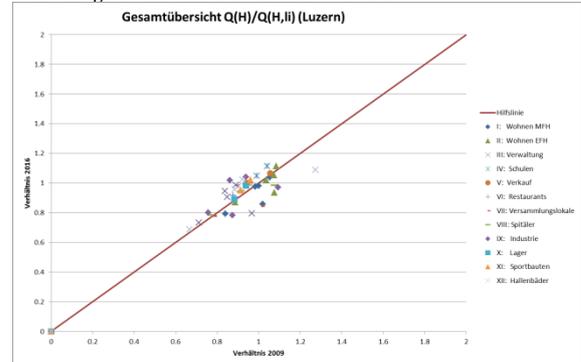


Abbildung 5: Resultate Klimastation Luzern



Wie schon bei der Klimastation Zürich MeteoSchweiz liegen die Resultate der Klimastationen Genf (Jahresmitteltemperatur = 10.7°C) und Luzern (9.7°C) rund um die Hilfslinie. Die Resultate von Davos (3.6°C) liegen über der Hilfslinie, die Resultate von Lugano (12.4°C) darunter. Das Q_H ist für beide Berechnungen gleich, geändert hat nur der Grenzwert.

Nachfolgend werden links die Diagramme aus dem Bericht „20160518_Tool_Grenzwertdefinition_Bericht.pdf“, Stand Mai 2016“, der EnFK und rechts die Berechnungen mit dem SIA TEC-Tool (HSLU) dargestellt. Es wird nur die Nutzung Wohnen MFH dargestellt.

Abbildung 6: Nur Wohnen MFH, Zürich MeteoSchweiz, EnFK

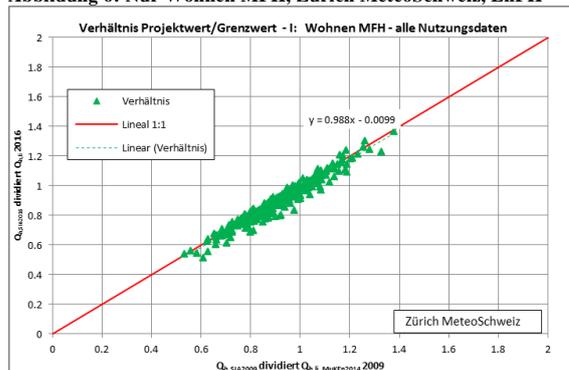


Abbildung 7: Nur Wohnen MFH, Zürich MeteoSchweiz, HSLU

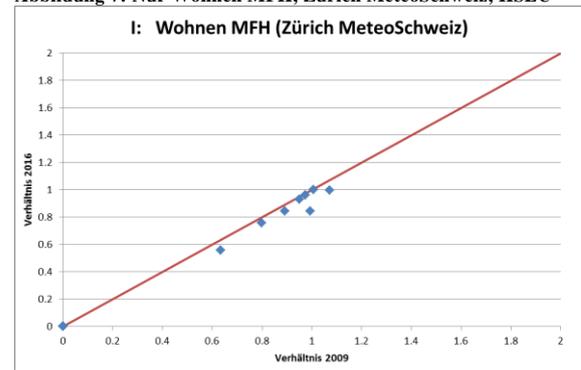


Abbildung 8: Nur Wohnen MFH, Davos, EnFK

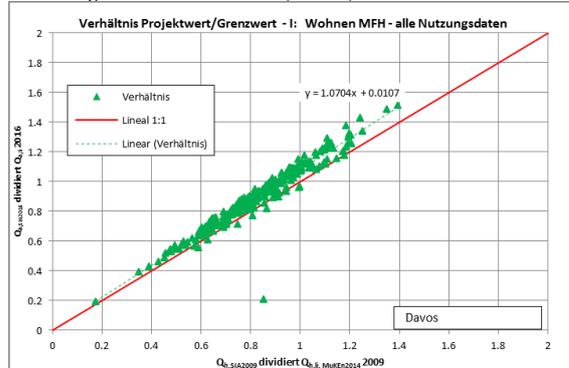


Abbildung 9: Nur Wohnen MFH, Davos, HSLU

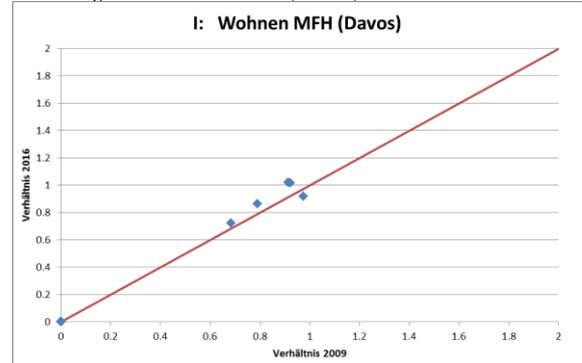


Abbildung 10: Nur Wohnen MFH, Genf, EnFK

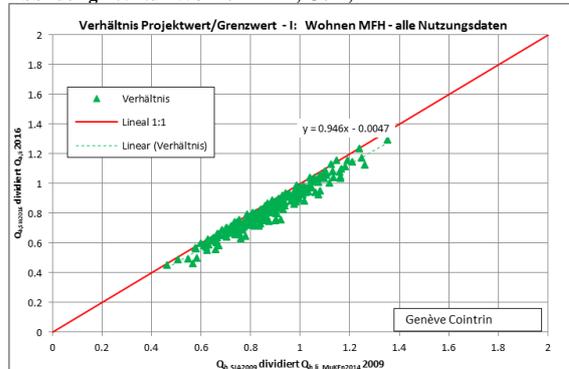


Abbildung 11: Nur Wohnen MFH, Genf, HSLU

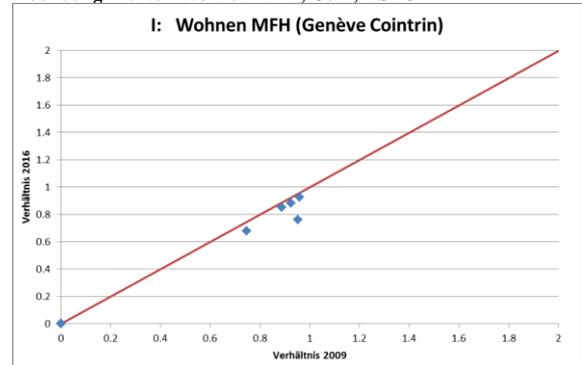


Abbildung 12: Nur Wohnen MFH, Lugano, EnFK

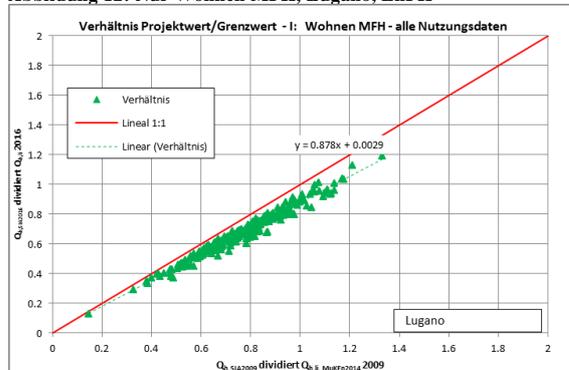


Abbildung 13: Nur Wohnen MFH, Lugano, HSLU

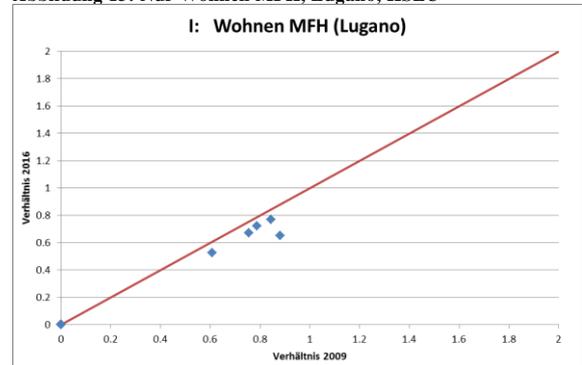


Abbildung 14: Nur Wohnen MFH, Luzern, EnFK

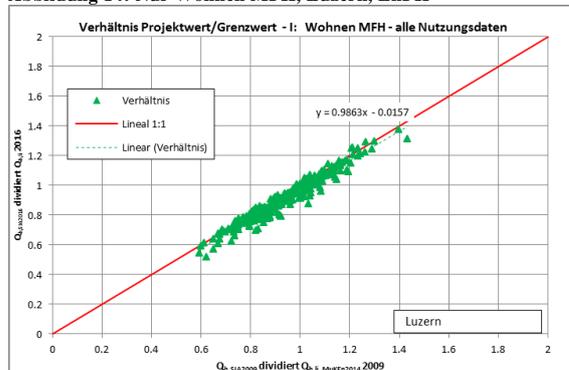
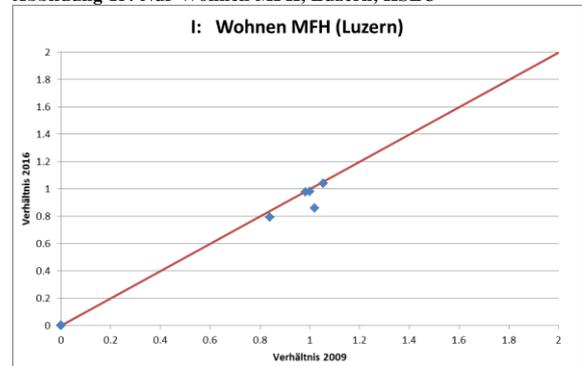


Abbildung 15: Nur Wohnen MFH, Luzern, HSLU



Die Gegenüberstellung der Berechnungen zeigt eine gute Übereinstimmung der Berechnungen.

5. Diskussion

Die Resultate der beiden Berechnungen stimmen nicht zu 100 % überein. Es ist aber gelungen, alle Abweichungen zu identifizieren. Zum Beispiel beim Gebäude Nr. 050 weichen die solaren Wärmeeinträge ab. Grund dafür ist der unterschiedliche Glasanteil beim Fenster, so rechnet das SIA TEC-Tool mit einem Anteil von 70% anstelle von 75%. Dieser Unterschied wurde nicht korrigiert. Grund: die Darstellung im Diagramm bleibt durch das gewählte Verhältnis gleich. Erstaunlich sind die Abweichungen bei den gerundeten U -Werten. Hier rechnet das SIA TEC-Tool mit zwei relevanten Stellen nach dem Komma. Bei den Nutzungen, bei denen aufgrund der Raumtemperatur die U -Werte korrigiert werden, ist dadurch der Unterschied beim Transmissionswärmeverlust bis zu 1.5% gross. Bei diesen Gebäuden kommt noch der Unterschied bei den b -Werten zum Tragen. Im SIA TEC-Tool sind die b -Werte über alle Nutzungen und Klimastationen gleich. Die Abweichungen beim Q_H sind aber sehr gering und belaufen sich im Rahmen von max. 2%.

Die Resultate der Klimastation Zürich MeteoSchweiz (Abbildung 1) streuen sehr nahe bei der Hilfslinie. In der Tendenz verhalten sich die Resultate der Klimastationen Genf und Luzern (Abbildung 3 und Abbildung 4) gleich. Davos (Abbildung 2) liegt aber deutlich über der Hilfslinie, was eine Verschärfung bedeutet. Die Jahresmitteltemperatur von Davos liegt bei 3.6°C , somit deutlich unter den Jahresmitteltemperaturen von Zürich, Genf oder Luzern. Der Unterschied kann nicht beim Q_H liegen, beiden Berechnungen liegt die gleiche Klimastation zu Grunde. Ein Unterschied kann bei der Grenzwertkorrektur aufgrund der Jahresmitteltemperatur identifiziert werden. Neu werden anstelle von 8% nur 6% korrigiert. Um den Einfluss besser abschätzen zu können wurde der Grenzwert nach der neuen prSIA 380/1 auch mit 8% berechnet.

Abbildung 16: Resultate Klimastation Davos, der Grenzwert wurde nach den Vorgaben der Normen berechnet.

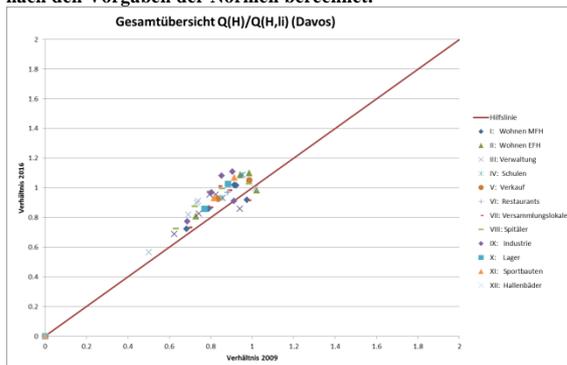
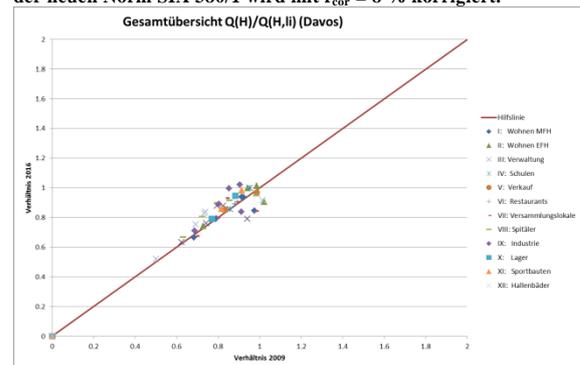


Abbildung 17: Resultate Klimastation Davos, der Grenzwert nach der neuen Norm SIA 380/1 wird mit $f_{cor} = 8\%$ korrigiert.



Damit rutschen die Punkte näher zur Hilfslinie, die Resultate der Abbildung 17 liegen nun gleich auf wie die Resultate mit der Klimastation Zürich MeteoSchweiz. Für die Resultate der Klimastation Lugano kann das gleiche beobachtet werden. Diese Beobachtungen widerspiegeln den Entscheid der SIA Kommission 380/1 den Grenzwert in kalten Regionen nicht abzuschwächen, sondern in Bezug auf die Leistung in der Tendenz zu verschärfen.

Auch untersucht wurde der Einfluss von Gebäuden mit einem hohen Flächenanteil gegen Erdreich oder unbeheizte Räume (Abbildung 6 bis Abbildung 15). Für die Klimastation Zürich MeteoSchweiz ergeben sich für die Gebäude Nr. 400 bis 404 Abweichungen zwischen den

Verhältnissen von 1% (Schulhaus, Hallenbad) und 15% (Verkauf). Die Abweichung von 15% wird genauer untersucht, dafür sind die Resultate in Tabelle 1 gegenüber gestellt.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Resultate für das Gebäude Nr. 402 und 404 (Zürich MeteoSchweiz).

	Gebäude Nr. 402			Gebäude Nr. 404		
	2009	2016	Abweichungen	2009	2016	Abweichungen
	kWh/m ²	kWh/m ²	%	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Q_T	70	70	0	13	13	0
Q_V	23	23	0	23	23	0
Q_I	40	40	0	40	40	0
Q_S	34	34	0	0	0	0
Q_{ug}	45	51.6	-15	28	29	-4
Q_H	48	41	15	8	7	13
$Q_{H,li}$	44	40	9	20.5	15.2	26
A_{th}/A_E	2.16	2.51	-16	0.57	0.73	-28

Die Transmissionsverluste und die Wärmeeinträge sind identisch. Die genutzten Wärmeeinträge weichen beim Gebäude Nr. 402 um 15% ab und beim Gebäude Nr. 404 um 4% ab (Basis 2009) Beim Grenzwert $Q_{H,li}$ (Nr. 404) liegt eine Verschärfung von 26% vor. Würde der Grenzwert 2016 ebenfalls mit $A_{th}/A_E = 0.57$ berechnet, liegt er bei 13 kWh/m² (etwa 38%). In der nachfolgenden Tabelle werden die Resultate aller Gebäude der Nutzung Verkauf aufgelistet.

Tabelle 2: Abweichungen bei der Nutzung Verkauf (Zürich MeteoSchweiz).

Gebäude-Nr.	-	1	50	400	401	402	403	404
2009								
Q_H	kWh/m ²	33.3	22.2	54.4	30.6	48.1	23.6	8.1
$Q_{H,li}$	kWh/m ²	43.5	26.2	53.2	33.3	44.1	32.1	20.5
2016								
Q_H	kWh/m ²	29.0	19.0	48.0	26.0	41.0	22.0	7.0
$Q_{H,li}$	kWh/m ²	38.2	19.0	45.9	26.4	40.1	26.3	15.2
Abweichung		0.12	0.27	0.14	0.21	0.09	0.18	0.26

Die Abweichungen ($1 - Q_{H,li,2009}/Q_{H,li,2016}$) liegen zwischen 9% und 27%. Im Vergleich dazu sind in Tabelle 3 die Werte für die Nutzung MFH angegeben. Die Abweichungen liegen zwischen 0% und 8%.

Tabelle 3: Abweichungen bei der Nutzung MFH (Zürich MeteoSchweiz).

Gebäude-Nr.	-	1	50	400	401	402	403	404
2009								
Q_H	kWh/m ²	35.6	26.4	54.4	32.5	48.3	29.4	13.6
$Q_{H,li}$	kWh/m ²	44.5	27.1	54.1	34.2	45.1	33.0	21.5
2016								
Q_H	kWh/m ²	35.0	26.0	54.0	32.0	48.0	29.0	13.0
$Q_{H,li}$	kWh/m ²	46.2	27.0	53.9	34.4	48.1	34.3	23.2
Abweichung		-0.04	0.00	0.00	-0.01	-0.07	-0.04	-0.08

In der Tabelle 2 fällt auf, das die Projektwerte Q_H nach 2009 und 2016 unterschiedlich sind. Der Grund für diese Abweichung liegt im angepassten Basiswert für die Zeitkonstante τ_0 und dem

angepassten numerischen Parameter a_0 . Dies wirkt sich auf den nutzbaren Wärmegewinn Q_{ug} aus, daher wurde auch der Grenzwert verschärft.

6. Fazit

Das erste Ziel der vorliegenden Arbeit bestand in der Überprüfung der Berechnung nach der Norm SIA 380/1:2009 und der Norm prSIA 380/1:2016 im Tool der EnFK und der HSLU. Schlussendlich konnten alle Fehler in den Berechnungen behoben werden. Die bestehenden Abweichungen rühren, mit Ausnahme der gerundeten U -Werte, nur noch von unterschiedlichen Eingaben her. Da die Resultate stets im Verhältnis zu ihren Grenzwerten angegeben werden und die Eingaben in beiden Berechnungen (SIA 380/1 2009 und 2016) gleich eingegeben wurden, haben diese Abweichungen auf das Schlussresultat keinen Einfluss. Die beiden Tools der EnFK und der HSLU ergeben die gleichen Resultate.

Beim zweiten Ziel sollen „Ausreisser“ identifiziert und erklärt werden. Dazu wurden Gebäude mit einem hohen Flächenanteil gegen Erdreich und unbeheizte Räume berechnet. Hier wurden einzelne „Ausreisser“ gefunden, eine systematische Abweichung konnte aber nicht festgestellt werden. Weicht bei einer Klimastation die Jahresmitteltemperatur stark von den 9.4°C ab, kann für tiefere Jahresmitteltemperaturen eine Verschärfung und für höhere Jahresmitteltemperaturen eine Minderung der Anforderung festgestellt werden. Dies hat die SIA Kommission 380/1 bewusst so beschlossen.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchung kann festgehalten werden, dass die Berechnungen der EnFK korrekt sind. Mit den zusätzlichen Gebäuden konnten keine systematischen Abweichungen zu den Berechnungen der EnFK gefunden werden.