



# OSTSCHWEIZER ENERGIE PRAXIS

## INHALT APRIL 2015

<b>Parallellüftung versus Kaskadenlüftung</b>	<b>1</b>
<b>Revidierte Norm SIA 180</b>	<b>3</b>
<b>Bezugsbegrenzung bei Nullenergiegebäuden</b>	<b>4</b>
<b>Praxisnahe Merkblätter zu Gebäudesanierungen</b>	<b>6</b>
<b>News aus den Kantonen</b>	<b>7</b>

MEHR KOMFORT IN MINGERIEBAUTEN DURCH LUFTVERTEILUNG IN KASKADEN

## PARALLELLÜFTUNG VERSUS KASKADENLÜFTUNG

Die automatische Lüftung ist ein zentrales Merkmal von Minergiebauten. Sie bietet entscheidende Nutzervorteile für Komfort und Gesundheit und senkt gleichzeitig den Energiebedarf für die Raumheizung und -kühlung. Speziell die Komfortlüftung ist für viele nach wie vor neu. Deshalb ranken darum viele Mythen, gefördert auch durch wiederkehrende Fehler in Planung und Ausführung. Der folgende Artikel hilft Fehler zu vermeiden und zeigt: In Wohnungen ist die Kaskadenlüftung der Parallellüftung vorzuziehen.

*Dr. Ruedi Kriesi, Kriesi Energie GmbH, Vizepräsident des Vereins Minergie*

### Problemstellung

Minergie-Bauten benötigen einen automatisch steuerbaren Luftwechsel. Als Minimum sind dafür automatisch öffnbare Fenster notwendig. Diese garantieren gute Luftqualität und Schutz vor Schimmel. Soll aber der kalte Luftzug vermindert werden, ist mindestens eine Abluftanlage nötig, die verbrauchte Luft aus Bad, WC und Küche absaugt und frische Luft durch kleine Öffnungen in der Aussenwand der Schlafzimmernachzieht.

Eine Komfortlüftung ist dann erforderlich, wenn der kalte Luftzug gänzlich verhindert, die Luftzufuhr wetterunabhängig erfolgt sowie ein guter Schallschutz und eine einfache Wärmerückgewinnung erreicht werden sollen.

Wird die Luftmenge von Komfortlüftungsanlagen zu klein

gewählt, so beklagen sich die Bewohner über unangenehme Gerüche bei intensiver Nutzung der Wohnung. Wird die Luftmenge zu gross gewählt, ist es anspruchsvoller, die Anlagengeräusche unter die geforderten 25 dBA in den Zimmern zu bringen. Im Winter trocknet die Wohnung stärker aus und es wird mehr Elektrizität für die Luftförderung verwendet.

### Lösung

Diesen widersprüchlichen Anforderungen kann für Wohnungen durch Mehrfachnutzung der Luft begegnet werden. Im Gegensatz zu Geschäftsbauten lässt sich die Luft in Wohnungen mehrmals nutzen, weil sich die Bewohner im Laufe des Tages zwar zwischen den Räumen hin und her

Energiefachstellen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein



bewegen, ihre maximale Zahl aber konstant bleibt. Sind anlässlich eines Festes ausnahmsweise alle Räume genutzt, kann der zusätzliche Luftbedarf immer auch über die Fenster gedeckt werden. Die automatische Lüftungsanlage muss sich in jedem Fall an der normalen Nutzung orientieren.

Diese einfache Art zur Minimierung der Luftmenge für die Wohnung bei gleichzeitiger Maximierung der Luftmenge pro Zimmer wird der Wohnnutzung weit besser gerecht, als der Einbau von Klappen, die immer einen minimalen, in Wohnungen äusserst unerwünschten Unterhalt benötigen.

Zu beachten sind die notwendigen Querschnitte für die Luftströmung zwischen den Räumen. Ein üblicher Türspalt von 7 mm Höhe und 80 cm Breite lässt im Dauerbetrieb

### Parallellüftung: ineffizient aber üblich

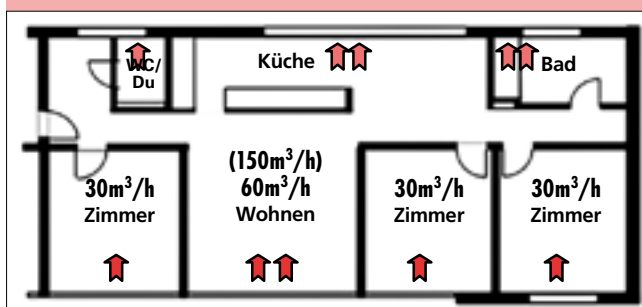


Abbildung 1: Wohnen/Essen mit eigener Zuluft (nötig, wenn Türe zwischen Küche und Wohnen/Essen)

Die höhere Geräteleistung von 150 m<sup>3</sup>/h bedeutet mehr Ventilatorgeräusche und einen höheren Stromverbrauch gegenüber der Luftverteilung in Kaskade. Zudem trocknet die Wohnung im Winter durch den grösseren Luftwechsel mehr aus.

### Kaskadenlüftung: effizient, für Minergiehaus

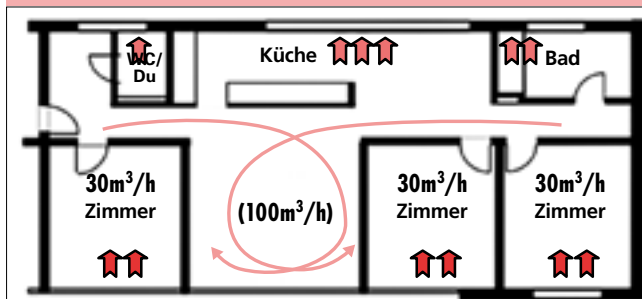


Abbildung 2: Wohnen/Essen im Überströmbereich zwischen Zimmern und Küche/Bad

Die Zimmer erhalten die gleiche Luftmenge wie bei Parallellüftung, verfügen also über die gleiche Luftqualität. Wohnen/Essen erhält die gleiche Luftmenge von den Zimmern, passend zur gleichen Anzahl Personen, die sich teilweise oder während des ganzen Tages in diesem Teil der Wohnung befinden.

Sind Gäste in der Wohnung oder wird ein Zimmer durch mehrere Kinder belegt, so kann das Lüftungsgerät auf einer höheren Stufe betrieben werden. Die Lüftung lässt also eine flexiblere Nutzung der Wohnung zu als mit Parallellüftung.

max. 40 m<sup>3</sup>/h zu. Für max. 60 m<sup>3</sup>/h muss der Türspalt auf 10 mm erhöht werden, womit die Schalldämmung der Türe leicht sinkt. Für grössere Luftmengen und hohe Schallanforderungen werden gedämmte Kulissen über der Türe empfohlen.

### Starke Sekundärströmung

Viele Planer befürchten, die Luft aus den Schlafzimmern könne direkt in die seitlichen Bäder entschwenden, ohne den Wohnraum zu durchströmen, im Wohnzimmer würde sich also schlechte Luft akkumulieren. Abgesehen davon, dass es dazu gute Simulationen gibt, die das Gegenteil beweisen (Bericht «Luftaustausch», Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, 2009), lässt sich mit einer einfachen Plausibilitätsüberlegung nachvollziehen, was längst in Hunderten von Wohnungen bewiesen wurde: Die aus einem Zimmer strömenden 30 bis 50 m<sup>3</sup>/h führen in den Gängen zu Luftgeschwindigkeiten von 2 bis 5 mm/s. Die Luftströmungen durch Temperaturdifferenzen im Raum sind mit 5 bis 20 cm/s aber immer 10- bis 100-mal grösser. Diese entstehen durch die Abwärme von Kühlschrank, Fernseher oder Personen oder durch die unterschiedlichen Oberflächentemperaturen von Innenwand und Fenster. Die Luft aus den Schlafzimmern wird also mehrmals den Raum durchströmen, bevor sie in die Bäder entschwimmt.

Die Kaskadenluftverteilung funktioniert auch, wenn die Schlafzimmer im Obergeschoss liegen. Die üblichen 80 m<sup>3</sup>/h Abluft von Küche und Bad im Erdgeschoss genügen, um das Wohnzimmer zu belüften.

### Gute Wirkung der Kaskadenlüftung auf die Raumluftfeuchtigkeit

Die Abbildung 3 zeigt mit der grauen Säule die zu erwartende Luftfeuchtigkeit mit Fensterlüftung mit 0,5-fachem stündlichem Luftwechsel im Winter bei 0 °C Aussentemperatur und üblicher Wasserdampferzeugung durch die Bewohner durch Duschen, Kochen, Pflanzen etc. Der tiefe Wert bestätigt, was aus alten Häusern bekannt ist – im Winter wird die Luft in geheizten Bauten trocken. Die Komfortlüftung mit Parallelluftverteilung senkt den Wert sogar noch etwas weiter ab. Mit Kaskadenluftverteilung steigt die Feuchtigkeit aber bereits deutlich an. Sie steigt noch weiter

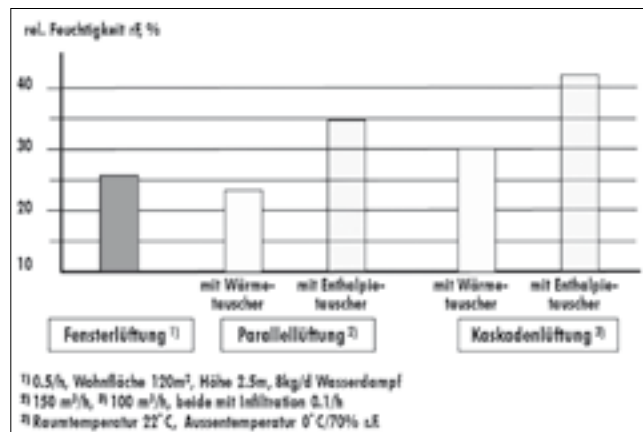


Abbildung 3: Vergleich der relativen Feuchtigkeit bei Fenster-, Parallel- und Kaskadenlüftung.

durch Einsatz von Enthalpietauschern, die anstelle der Wärmetauscher in die Geräte eingesetzt werden können und nicht nur Wärme, sondern auch Feuchtigkeit zwischen Abluft und Aussenluft austauschen. Mit üblicher Wasserdampferzeugung durch die Bewohner führt die Kombination von Kaskadenlüftung und Enthalpietauscher also zu guten Feuchtigkeitswerten. Im selten benutzten Ferienhaus hingegen hilft nur die künstliche Befeuchtung weiter.

### Effiziente Komfortlüftung

Wie im Falle von Wärmepumpen lässt sich auch für die Wohnungslüftung eine Jahresarbeitszahl definieren. Sie stellt das Verhältnis aus jährlich gegenüber der Fensterlüftung reduzierter Wärmemenge und Strom der Ventilatoren dar. Nur im Winter gewinnt die Anlage Wärme zurück. Im Sommer verbessert sie den Komfort. Wird sie deshalb das ganze Jahr betrieben, so erreicht sie schon mit Parallellüftung immer noch Jahresarbeitszahlen über 5. Mit Kaskadenlüftung sinken Luftmenge und Druckverlust, weshalb die Jahresarbeitszahl sogar auf über 10 ansteigt.

Die vermiedene Wärmemenge für die Raumheizung ist mit jährlich etwa 20 kWh/m<sup>2</sup> mehr als halb so gross wie der zulässige Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser von jährlich 35 kWh/m<sup>2</sup>, welchen die neuen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2014 (MuKE) vorsehen. Diese Art der Reduktion des Wärmebedarfs dürfte mit den neuen MuKE also an Bedeutung gewinnen.

### Vermeidung von Ausführungsfehlern mit MINERGIE

Nicht nur in der Planung durch Wahl der Parallelluftverteilung, auch in der Ausführung werden bei Lüftungsanlagen immer wieder Fehler gemacht. Aussenluftfassungen werden in der Nähe der Fortluftöffnung, eines Kamins oder in einer Bodensenke platziert, Geräte mit zu kleinen Rohr- oder Git-

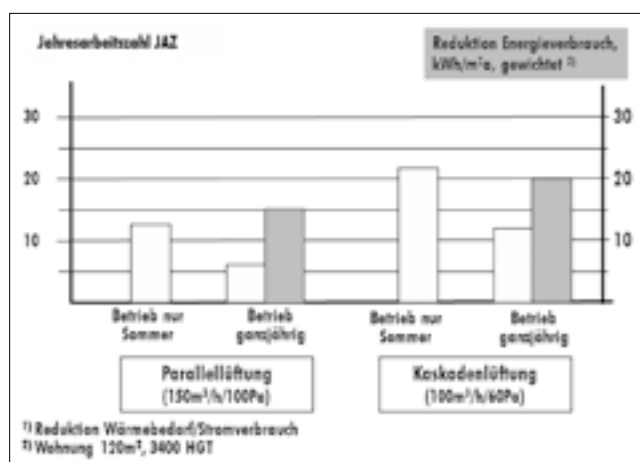


Abbildung 4: Vergleich der JAZ und der Reduktion des Energieverbrauchs bei Parallel- und Kaskadenlüftung.

terquerschnitten angeschlossen oder Bauschutt verstopft die Rohre etc.

Für alle für den Minergie-Standard relevanten Komponenten im Neubau erarbeitet Minergie ein Qualitätssystem, das dem sorgfältigen Planer und Installateur helfen soll, die Ausführungsqualität im Griff zu behalten. Hinsichtlich der neuen MuKE, die für alle Neubauten das Niveau von Minergie verlangen, erhält das neue Instrument eine zentrale Bedeutung für die Erhaltung der Investitionssicherheit. Der Mensch vermag nicht zwischen 30, 40 oder 50% Luftfeuchtigkeit zu unterscheiden. Vielmehr verwechselt er oft mit Staub oder Schadstoffen belastete mit trockener Luft. Ob die bessere technische Qualität genügen wird, die Mythen zur automatischen Wohnungslüftung zum Verstummen zu bringen, ist deshalb fraglich. Die technisch einwandfreie Planung und Ausführung sind dafür aber Voraussetzung. ■

## NEUERUNGEN BEI WÄRMESCHUTZ, FEUCHTESCHUTZ UND RAUMKLIMA IN GEBÄUDEN

### REVIDIERTE NORM SIA 180

Seit dem 1. Juli 2014 ist die revidierte Fassung der Norm SIA 180 gültig. Die Zusammenstellung soll die wesentlichen Änderungen aufzeigen, die im Zusammenhang mit dem Erstellen und Modernisieren von Gebäuden gelten.

*Antje Horvath, Baudirektion Kanton Zürich / AWEL, Zürich*

Der Zweck der revidierten Norm SIA 180 liegt darin, für ein behagliches Raumklima unter Vermeidung von Bauschäden bei einem üblichen Gebrauch des Gebäudes zu sorgen. Des Weiteren wird gemäss der Norm ein Lüftungskonzept verlangt, das aufzeigen soll, wie eine gute Luftqualität sichergestellt wird.

Wie in der vorherigen Fassung werden auch in der aktuellen Version Anforderungen an Wärmebrücken zur Vermeidung von Kondensat und Schimmelpilz gestellt. Neu gilt als Voraussetzung für die Behaglichkeitsanforderungen die vereinbarungsgemässe Nutzung der Gebäude.

### Geltungsbereich

Der Geltungsbereich der Norm SIA 180 ist erweitert worden. Die Norm gilt nicht nur bei Neubauten, sondern auch

bei massgeblichen Umbauten an der Hülle und bei Umnutzungen. Zum massgeblichen Umbau gehören der Ersatz der Fenster sowie Fassaden- oder Dacherneuerungen. In welchem Ausmass die Massnahme erfolgen muss, um unter diese Anforderungen zu fallen, ist in der Norm nicht geklärt. Klagen der Benutzer über das Raumklima sind nur dann möglich, wenn das Gebäude auch entsprechend seiner Bestimmung genutzt wird.

Die Norm beruht auf einem üblichen Verhalten des Benutzers. Es gilt zu beachten, dass Unzufriedenheit zum Beispiel aufgrund einer durch den Nutzer gewünschten, aussergewöhnlich hohen Raumtemperatur, nicht dem üblichen Verhalten entspricht. Die Norm setzte weiter voraus, dass die Räume und technischen Einrichtungen gemäss der Projektierung benutzt und die technischen Anlagen ordnungsge-

mässig betrieben werden sowie sich die Personen mit ihrer Bekleidung anpassen.

### Thermische Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit von Gebäuden muss unter anderem sichergestellt sein, wenn die Aussenklimabedingungen den Auslegebedingungen und die Nutzung der Projektierung entsprechen. Der zulässige Bereich der empfundenen Temperatur in Räumen wird nach dem gleitenden Mittelwert der Aussentemperatur festgelegt. Diese ist über die letzten 48 Stunden zu messen, aus denen sich der Mittelwert bestimmen lässt. Eine freie Beeinflussung der Behaglichkeit ist soweit einzuschränken, dass die thermische Behaglichkeit, der Feuchtschutz oder der Energieverbrauch nicht negativ beeinflusst werden. Eine überhöhte Raumtemperatur im Winter wird durch diese Vorgabe beschnitten.

### Raumluftqualität und Luftdichtheit der Gebäudehülle

Die Norm SIA 180 fordert neu ein Lüftungskonzept. Im Vorprojekt ist zu definieren, welches Lüftungskonzept für das Gebäude vorgesehen wird. Insbesondere wenn die Lüftung nur durch manuelle Bedienung erfolgt, ist in den Bauwerksdokumenten auf mögliche Probleme hinzuweisen. Verlangt indes die Steuerung der Luftfeuchte mittels Belüftung besondere Kenntnisse, müssen entsprechende Instruktionen schriftlich festgehalten werden. Die Baumaterialien sind so zu wählen, dass sie ohne Luftbefeuchtung keinen Schaden nehmen. Um Luftemissionsquellen zu reduzieren,

sind erdberührte Teile der Gebäudehülle von Räumen mit Personenbelegung genügend dicht gegen Eintritt von Wasser, Wasserdampf und Radon abzugrenzen. Bei Neubauten mit erdberührten Wohnräumen müssen präventive bauliche Massnahmen getroffen werden, um etwaige Radonkonzentrationen zu senken. Ebenso sind Trennbauteile zwischen Wohnräumen und Räumen mit Feuchtequelle möglichst luftdicht zu konstruieren. Der Aussenluft-Volumenstrom ist so zu wählen, dass die Feuchte im Raum die maximal zulässigen Werte für die geplante Nutzungsart nicht übersteigt. Der minimale Aussenluft-Volumenstrom im Winter ist so zu dimensionieren, dass die Anforderungen an die relative Feuchte ohne aktive Befeuchtung eingehalten werden. Analog gilt dies für den Sommer. Hier müssen die Anforderungen an die Raumluftfeuchte ohne aktive Entfeuchtung gewährleistet werden.

### Wärmeschutz im Winter / Feuchteschutz

Mit der Einhaltung der Einzel-U-Werte des winterlichen Wärmeschutzes gemäss Norm SIA 180 werden unter normalen Nutzungsbedingungen die Anforderungen an die Oberflächenkondensatfreiheit eingehalten. Nach wie vor gilt, dass eine lokale Anhäufung von Wasser in Bauteilen nicht zulässig ist. Auch darf an keiner Stelle im bewohnten Raum Oberflächenkondensat auftreten bzw. die Gefahr von Schimmelpilzbildung bestehen. Bei konstruktiven Wärmebrücken ist zu überprüfen, dass der Oberflächentemperaturfaktor  $f_{Rsi}$  grösser oder gleich dem Grenzwert ist.

## BAUPLANERISCHE AUSWIRKUNGEN EINER BEZUGSBEGRENZUNG

### BEZUGSBEGRENZUNG BEI NULLENERGIEGEBÄUDEN

Die energetische Bilanzierung von Nullenergiegebäuden findet zumeist auf einer Jahresbasis statt. Diese Berechnungsgrundlage führt dazu, dass saisonale Unterschiede im Energiebedarf und in der Ertragslage erneuerbarer Energien unberücksichtigt bleiben. Für eine Energiewende ist allerdings die Energieversorgung während den Wintermonaten von zentraler Bedeutung. In diesem Zusammenhang stellt das alternative Bilanzierungskonzept mit einer Bezugsbegrenzung ein zielführendes Instrument dar. Es wird in vorliegendem Artikel exemplarisch aufgezeigt, mit welchen bauplanerischen Auswirkungen bei der Einführung einer Bezugsbegrenzung zu rechnen sind.

*Claudio Menn, Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, Muttenz*

Im Zentrum der Anforderungen für Nullwärme-Energiegebäude steht die Deckung des jährlichen Energiebedarfs mit erneuerbaren Energien. Der übliche Bilanzierungsrahmen einer solchen Jahresnullbilanz umfasst den Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung (inklusive Hilfsbetriebe). In Abbildung 1 werden aus dem Vergleich des Energiebedarfs und der Photovoltaik-(PV-) Erträge eines beispielhaften, nullwärmeenergiekonformen Einfamilienhauses (EFH) grosse Differenzen während Sommer- sowie Wintermonaten ersichtlich. Im Hinblick auf eine Energiewende gilt es, die Energieeffizienz resp. den Anteil erneuerbarer Energien während den Wintermonaten zu erhöhen.

Das Bilanzierungskonzept mit Bezugsbegrenzung greift diese Problematik der saisonalen Differenzen auf. Über eine monatliche Bilanzierung von Energiebedarf, PV-Ertrag und

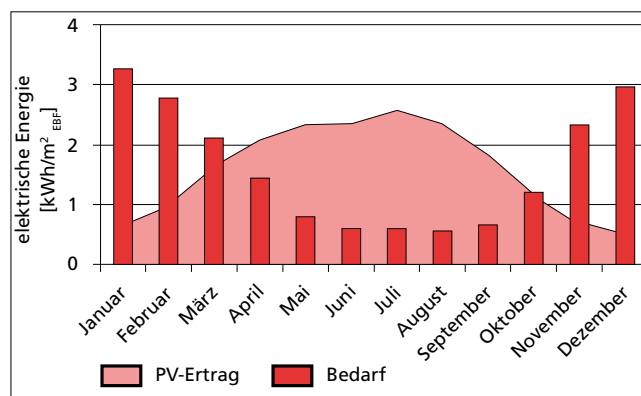


Abbildung 1: Lastgang für Heizung, Lüftung und WW eines Nullwärmeenergie-Einfamilienhauses.

der Aufsummierung der Deckungslücken wird der zulässige Energiebezug in der Jahressumme begrenzt. Zudem befin-

den sich PV-Überschüsse ausserhalb des Bilanzierungsrahmens und werden nicht mehr dem Gebäude angerechnet.

### Bauplanerische Auswirkungen

Mittels Gebäudesimulationen werden bauplanerische Auswirkungen einer beispielhaften Bezugsbegrenzung ( $5 \text{ kWh}/[\text{m}^2_{\text{EBF}}]$  ungewichtete Energie) ersichtlich. Als Vergleichsgrösse gilt die zuvor beschriebene Jahresnullwärmebilanz. Für je ein EFH und ein Mehrfamilienhaus (MFH) werden diejenigen auf die Energiebezugsfläche bezogenen PV-Nennleistungen berechnet, die zur Grenzwertreichung mindestens zu installieren sind. Die simulierten Wohngebäude basieren auf Daten realisierter, nach Minergie-A zertifizierter Objekte (Tabelle 1). Der Bilanzierungsrahmen umfasst den Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Hilfsbetriebe und Lüftung.

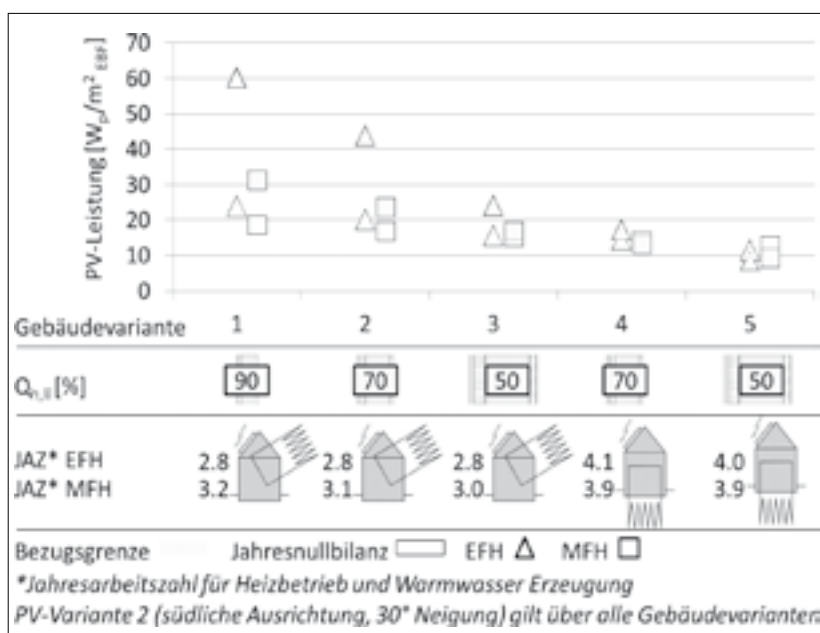


Abbildung 2: Gegenüberstellung Bezugsgrösse und Jahresnullbilanz bei 5 verschiedenen Gebäudevariationen

Tabelle 1: Geometrie-Kenngrössen der simulierten Objekte

	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
AE	187	1 082
Ath/Ae	2.29	1.45

Die Gebäudetechnik und der Heizwärmebedarf werden für das EFH und das MFH in fünf Varianten untersucht. Dabei wird der Heizwärmebedarf über das Verhältnis  $Q_{h, Variante}/Q_{h, li, Norm}$  beschrieben. In einer Grundvariante wird von einem Wärmeschutzniveau von 90% des SIA-Grenzwerts für Neubauten (SIA 380/1 2009) ausgegangen.

Die Varianten mit verbessertem Wärmeschutz weisen Werte von 70% bzw. 50% des normativen Grenzwertes auf. Zudem werden mit einer Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpe (WP) zwei unterschiedliche Wärmeerzeuger berücksichtigt. In Tabelle 2 sind die Varianten zusammengefasst.

Tabelle 2: Wohngebäudevarianten (EFH und MFH)

Gebäudevariante	% $Q_{h, li}$	WP	Standort
1	90%	LWP <sup>1)</sup>	Olten
2	70%	LWP	Olten
3	50%	LWP	Olten
4	70%	SWP <sup>2)</sup>	Olten
5	50%	SWP	Olten

<sup>1)</sup>LWP: Luft/Wasser-WP; <sup>2)</sup>SWP: Sole/Wasser-WP

Die Ausrichtung und Neigung von PV-Anlagen werden anhand von 4 verschiedenen PV-Varianten untersucht. Diese sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: PV-Varianten der simulierten Objekte

PV-Variante	Ausrichtung	Neigung
1	Westen	30°
2	Süden	30°
3	Süden	45°
4	Süden	90°

Für eine bessere Vergleichbarkeit bleiben der Gebäudestandort und die Gebäudegeometrie über alle Varianten unverändert. In Abbildung 2 und 3 (siehe Seite 6) sind die Simulationsergebnisse zusammengefasst.

### Dämmung und Wärmeerzeuger

#### EFH

Für die erste EFH-Gebäudevariante ist zur Einhaltung der angenommenen Bezugsgrösse von  $5 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{EBF}})$  eine PV-Anlage mit mindestens  $60 \text{ Wp}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$  notwendig (Abbildung 2). Im Vergleich zur Jahresnullbilanz (notwendige Anlagengrösse  $24 \text{ Wp}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ) muss die PV-Leistung damit mehr als verdoppelt werden. Der Unterschied ist auf den relativ grossen Heizwärmebedarf zurückzuführen. Bei einer Jahresnullbilanz entsteht während der Heizperiode eine Deckungslücke von über  $12 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ , die mit PV-Überschüssen aus dem Sommer verrechnet werden.

In der Gebäudevariante 2 und 3 wird der Wärmeschutz verbessert (Abbildung 2). Dadurch verringert sich die Deckungslücke und die zur Erreichung der Bezugsbegrenzung notwendige PV-Leistung kann entsprechend reduziert werden ( $44$  resp.  $24 \text{ Wp}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ).

Der Vergleich der EFH-Gebäudevariante 2 und 4 mit identischer Dämmung (Abbildung 2) zeigt, dass es mit einer SWP eine deutlich kleinere PV-Anlage zur Erreichung der Bezugsbegrenzung braucht ( $44$  vs.  $14 \text{ Wp}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ). Dies ist auf die höhere Jahresarbeitszahl (JAZ) der SWP von 4.1 gegen-

über der JAZ von 2.8 für die LWP zurückzuführen. In der Gebäudevariante 5 wird das Wärmeschutzniveau weiter erhöht: Die zur Erreichung der Bezugsgrenze notwendige PV-Leistung ( $9 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ) unterschreitet diejenige für die Jahresnullbilanz ( $11 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ). Ursächlich dafür sind das hohe Wärmeschutzniveau und die effiziente SWP (JAZ: 4.0).

### MFH

Die MFH-Gebäudevarianten weisen im Vergleich zum EFH generell eine tiefer liegende notwendige spezifische PV-Leistung zur Erreichung der Bezugsgrenzung auf (Abbildung 2 siehe Seite 5). Der Grenzwert zum jährlichen Heizwärmebedarf liegt für das MFH gemäss der Norm SIA 380/1 (2009) unterhalb demjenigen für das EFH. Aus diesem Grund ist bei den meisten MFH-Gebäudevarianten eine kleinere PV-Anlage zulässig, als dies bei der entsprechenden EFH-Variante der Fall ist.

### Ausrichtung und Neigung von PV-Anlagen

Die spezifische Leistung einer nach Westen ausgerichteten und  $30^\circ$  geneigten PV-Anlage beträgt zur Einhaltung der Bezugsgrenzung mindestens  $71 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$  (PV-Variante 1 in Abbildung 3). Bei südlicher Ausrichtung ist hierzu eine um 38% kleiner dimensionierte PV-Anlage ausreichend (PV-Variante 2:  $44 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ). Wird bei gleichbleibender Ausrichtung der Neigungswinkel von  $30^\circ$  auf  $45^\circ$  bzw.  $90^\circ$  erhöht, kann die PV-Leistung weiter reduziert werden (PV-Varianten 3,4:  $40 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ).

Für die Einhaltung der Bezugsgrenzung sind generell Deckungslücken während der Heizperiode massgebend. Eine südlich ausgerichtete und stärker geneigte PV-Anlage (inkl. fassadeintegrierte Module) ist aufgrund einer vorteilhaften Ertragslage während dieser Monate die optimale Variante. Demgegenüber sind zur Erreichung einer Jahresnullbilanz (Abbildung 3, graue Markierung) die gesamthafte PV-Erträge entscheidend. Somit stellen  $30^\circ$  bzw.  $45^\circ$  geneigte und südlich ausgerichtete Anlagen geeignete Varianten dar (PV-Variante 2:  $20 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ ).

### Schlussbemerkung

Mit dem Ziel, eine Bezugsgrenze ( $5 \text{ kWh}/[\text{m}^2_{\text{EBF}}\text{a}]$ ) einzuhalten, gewinnen in der Bauplanung der Energiebedarf und die PV-Ertragslage während der Wintermonate an Bedeutung. Dabei können bedarfsreduzierende Massnahmen, wie z.B. ein verbesserter Wärmeschutz sowie eine effizientere WP, zielführend sein. Zudem sind Massnahmen geeignet, die die PV-Erträge im Winter erhöhen und folglich Deckungslücken während der Heizperiode mindern (z.B. südliche Ausrichtung und stärkere Neigung). Für Wohngebäude mit gutem Wärmeschutz ( $Q_h \leq 70\% Q_{h,i}$ ) bzw. effizienter SWP sind die Deckungslücken ausreichend klein und der Unterschied zur Jahresnullbilanz vernachlässigbar. Die Gebäudesimulation zeigt, dass das Konzept einer Bezugsgrenzung generell der Vorgabe aus den MuKEn 2014 zur Eigenstromerzeugung von mindestens  $10 \text{ W}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$  gerecht wird. Ausgenommen davon sind Wohngebäude mit einem sehr tiefen Energiebedarf (z.B. Gebäudevariante 5). Die Bezugsgrenzung sorgt dafür, dass die Differenz zwischen Energiebedarf und PV-Erträgen während den Winter-

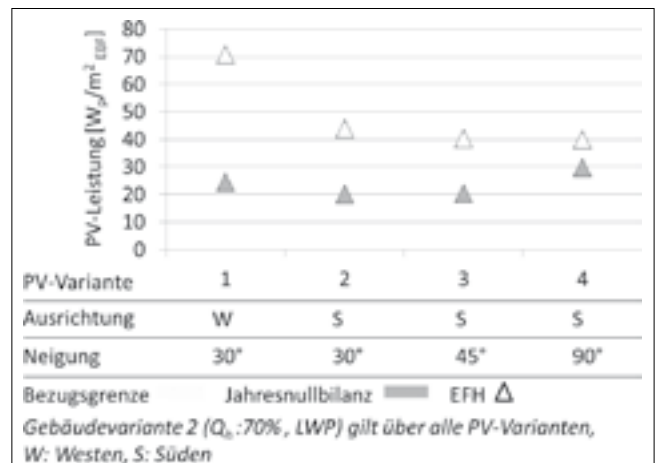


Abbildung 3: Gegenüberstellung Bezugsgrenze und Jahresnullbilanz bei 4 verschiedenen PV-Varianten

monaten nicht unbeschränkt zunimmt. Diese Deckelung ist hinsichtlich einer Energiewende wünschenswert und das Konzept somit ein zielführendes Instrument. Allerdings wird zur Grenzwertreicherung nicht in jedem Fall die maximal nutzbare Fläche von Wohngebäuden mit PV belegt. Aus diesem Grund ist eine Bezugsgrenzung für die Ausschöpfung des Potenzials von freien PV-Kapazitäten im Schweizer Gebäudepark nur bedingt wirksam. ■

### Praxisnahe Merkblätter zu Gebäudesanierungen

Was Wohnungen und Häuser angeht, ist die Schweiz «überaltert»: Drei Viertel aller bestehenden Wohnbauten wurden vor 1980 erstellt. Auch die Dämmqualität bei der Gebäudehülle entspricht dem Stand von damals. Bei über 30-jährigen Wohnbauten sind bis 201 Heizöl pro  $\text{m}^2$  und Jahr für die Beheizung nötig. Bei Neubauten beträgt der Verbrauch rund einen Viertel.

Ziel der Kantone ist, den Energieverbrauch beheizter Bauten zu senken. Parallel dazu sinkt der  $\text{CO}_2$ -Ausstoss. Deshalb haben die Energiefachstellen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein eine mehrteilige Publikationsreihe lanciert, die gelungene energetische Gebäudemodernisierungen verschiedener Kantone präsentiert. Die Auswahl reicht vom Mehrfamilienhaus mit Ein- und Zweischalenmauerwerk oder in Holzblockbauweise bis zum Zweifamilienhaus mit Bruchsteinwand. Bei jedem Beispiel werden die Ausgangslage sowie der Massnahmenbeschrieb in Text und Bild vorgestellt – ergänzt mit Angaben zu Bauteilaufbauten und energetischen Kennzahlen. «Der Vorher-Nachher-Vergleich belegt, wie die Effizienz der Gebäudehülle durch die Modernisierung gesteigert wird und der Energieverbrauch entsprechend deutlich sinkt», erklärt Olivier Brenner, Projektleiter der Energiefachstellen.

Erarbeitet hat die Fallbeispiele die Energieagentur St. Gallen, in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern. Die Reihe umfasst im Moment sechs Objektblätter und wird mit weiteren Beispielen ausgebaut.

Die Merkblätter sind zu beziehen unter: [www.endk.ch](http://www.endk.ch) → Energieberatung → oder [www.energieagentur-sg.ch](http://www.energieagentur-sg.ch).

## NEWS AUS DEN OSTSCHWEIZER KANTONEN UND AUS DEM FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

## APPENZELL AUSSERRHODEN

**Vor Teilrevision der kantonalen Energiegesetzgebung**

Im Januar hat die Energiedirektorenkonferenz (EnDK) die MuKE 2014 verabschiedet. Diese beinhalten gegenüber der Version aus dem Jahr 2008 die folgenden, wesentlichen Änderungen: Die Grenzwerte des Energiebedarfs für Gebäudeneubauten liegen künftig zwischen Minergie und Minergie-P und ein Anteil des Strombedarfs muss vor Ort erzeugt werden. Bei den bestehenden Bauten sind zentral betriebene Elektroheizungen und Elektroboiler innerhalb von 15 Jahren durch effizientere Systeme zu ersetzen. Das gilt in abgeschwächter Form auch für fossil betriebene Wärmeerzeuger. Diese müssen bei einem Ersatz künftig 10% erneuerbare Energie nutzen oder diesen Anteil mittels Effizienzmassnahmen einsparen.

Mit der neuen Grundlage können die Kantone ihre Revisionen der Energiegesetzgebung individuell, aber auf der gleichen Basis in Gang setzen. Vorgesehen ist, dass diese innerhalb der nächsten 3 bis 5 Jahre angepasst sind. In Appenzell Ausserrhoden wird dieser Änderungsprozess demnächst in Angriff genommen. Dabei soll die Gesetzgebung in revidierter Form frühestens ab 2018 zur Anwendung gelangen.

## GLARUS

**Fördergelder für Eisspeicher-Wärmepumpenanlagen**

Da im grössten Teil der besiedelten Talsohle des Kantons Glarus Erdsonden-Bohrungen nicht zugelassen sind, sollen mit einem neuen Förderprogramm für Eisspeicher-Wärmepumpen Erfahrungen mit dieser Technologie gewonnen werden. Die Anlagen müssen mit einer geeigneten Messausrüstung versehen werden, um den Nachweis der Anlageneffizienz zu erbringen. Zusätzlich wird eine mindestens zweijährige Optimierungsphase gefordert. Der Kanton fördert vier Pilotanlagen mit einem Beitrag, der 20% der Anlagekosten und maximal 25 000 Franken beträgt. Eisspeicher-Wärmepumpen bilden somit eine attraktive Alternative, wenn keine Erdsonden-Bohrungen erfolgen können.

Im Jahr 2014 führte der Kanton ferner eine spezielle Förderaktion für E-Bikes durch. Insgesamt zahlte er an den Kauf von 239 Elektrovelos Beiträge aus.

## GRAUBÜNDEN

**Energiesparaktionen**

Der Kanton Graubünden startet zwei neue, auf 2015 und 2016, befristete Förderaktionen zur Energieeffizienz. Er unterstützt den Ersatz von Beleuchtungsanlagen in Nichtwohnbauten und Minergie-Sanierungen. Für einen beitragsberechtigten Ersatz fest installierter Beleuchtungen sind energetisch optimierte Beleuchtungsanlagen (Lichtquellen, Betriebsgeräte und Leuchtegehäuse) zu verwenden.

Berücksichtigt werden Sanierungen ab einer Beleuchtungsfläche von 200 m<sup>2</sup>.

Mit der Förderaktion Minergie-Sanierung schliesst der Kanton eine Lücke. Die beitragsberechtigte Minergie-Sanierung muss eine Investition in die Gebäudehülle oder in eine haustechnische Anlage auslösen.

**«Isolieren hilft heizen» – die Energiewende konkret**

Das Amt für Energie und Verkehr Graubünden machte einen wichtigen Bereich der Energiewende mit einer neuen Roadshow sicht- und fassbar. Zwei kleine, mit je einer Kerze beheizte Modellhäuser demonstrieren die Wirkung der Wärmedämmung und den unterschiedlichen Komfort eines schwach isolierten Altbaus gegenüber einer energetisch vorbildlichen Sanierung. Von Dezember bis Februar tourte die Ausstellung durch den ganzen Kanton. Vor Ort fanden jeweils eine Start- und eine Informationsveranstaltung statt.

**Restwassersanierungen**

Die Restwassersanierungen in Graubünden konnten wesentlich vorangetrieben werden. Bezogen auf die Produktion liegen für rund drei Viertel der Fälle Lösungen vor (neue Konzession, Sanierungsverfügung oder grundsätzliches Sanierungsergebnis). Im Nachgang an den Bundesgerichtsentscheid betreffend die Restwassersanierung der Misoxer Kraftwerke AG, liessen sich u. a. dank sogenannt runder Tische mit Vertretern der betroffenen Gesellschaft, der Gemeinden, des Kantons und der Umweltverbände, ökologisch und wirtschaftlich verträgliche Lösungen erarbeiten. Weitere Informationen: [www.aev.gr.ch](http://www.aev.gr.ch)

## ST. GALLEN

**Wer erneuerbar denkt, wird gefördert**

Der Kanton St.Gallen hat sein Förderungsprogramm Energie auf Anfang 2015 um ausgewählte Bereiche der Energiepolitik erweitert.

Die Basis einer erfolgreichen Gebäudemodernisierung ist die Vorgehensberatung. Hier wird der Ist-Zustand analysiert und daraus das Verbesserungspotenzial abgeleitet. Der Kanton leistet Förderbeiträge an die Vorgehensberatung.

Besonders überzeugende Ergebnisse in Bezug auf Energieeffizienz liefern Gebäude mit Minergie-Standards. Daher werden für die Planung und Zertifizierung hochwertiger Standards bis zu 100% der Kosten übernommen.

Zu den Fördermassnahmen rund um Stromeffizienz gehören der Ersatz ineffizienter Elektroheizungen durch Wärmepumpen sowie von Elektroboilern durch einen Wärmepumpenboiler oder die Einbindung der Wassererwärmung in eine Heizungsanlage, die erneuerbare Energie nutzt.

Mit der Bildung von Netzwerken können Mitwirkende aus

Unternehmen, Fachorganisationen oder Hochschulen Problemstellungen analysieren und angestrebte Resultate und deren Beitrag zur Zielerreichung der kantonalen Energiepolitik interdisziplinär erarbeiten. Der Kanton unterstützt die Konzipierung, Durchführung und Ergebnissicherung von thematischen Fokusgruppen mit einem Förderbeitrag.

Weitere Infos zur kantonalen und nationalen Förderung: [www.energieagentur-sg.ch](http://www.energieagentur-sg.ch) → Förderung oder 058 228 71 71

## SCHAFFHAUSEN

### Nein zur Förderabgabe auf Strom

Während der Schaffhauser Kantonsrat sich deutlich für das erste Massnahmenpaket zur Umsetzung der Energiestrategie, namentlich des Ausstiegs aus der Kernenergie, ausgesprochen hat, stimmte die Bevölkerung Anfang März dagegen. Gescheitert ist die Vorlage wohl an der Förderabgabe auf Strom, die Regierungs- und Kantonsrat empfohlen hatten, um das kantonale Förderprogramm wieder aufzubauen und Energieeffizienz und erneuerbare Energien zu fördern. Die Revision des Baugesetzes beinhaltete ausserdem Anpassungen bezüglich neuer Vorschriften bei Wohnbauten, welche die EnDK verabschiedet hatte. Der Kanton setzt damit im Moment auch die MuKE nicht um.

## SCHAFFHAUSEN UND THURGAU

### Minergie-ECO Zertifizierung neu geregelt

Seit Anfang Jahr zertifiziert das Minergie-Zertifizierungszentrum Schaffhausen/Thurgau alle Minergie-Standards, neu auch den ECO-Standard. Diese Vereinfachung bringt für Bauherrschaften und Planende mehr Kundennähe und bewirkt eine effizientere Bearbeitung. Die Gesuchsprüfungen und Abnahmekontrollen erfolgen durch lokale Ingenieurbüros. Die Nachfrage nach allen Minergie-Standards ist weiterhin hoch, werden doch in beiden Kantonen jeweils mehr als 40% der Neubauten nach Minergie zertifiziert.

Zertifizierungszentrum: [www.energie.tg.ch](http://www.energie.tg.ch)

## THURGAU

### Mehr Förderung dank ProKilowatt

Der Kanton Thurgau konnte auf dieses Jahr die Förderbeiträge in den Bereichen «Holzfeuerungen bis 70 kW», «Wärmepumpenanlagen» und «Anschlüsse an Wärmenetze» erhöhen. Dieser Ausbau war möglich, weil andere Förderprogramme neu über Bundesgelder finanziert werden. So unterstützt ein Programm von ProKilowatt, welches der Kanton erfolgreich eingereicht hatte, den Ersatz ineffizienter gewerblicher Kühl- und Gefriergeräte. ProKilowatt-Beiträge sind auch beim Ersatz von Beleuchtungsanlagen in bestehenden Nichtwohnbauten verfügbar sowie von Umwälz- und Solepumpen durch Hocheffizienzpumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern.

## ZÜRICH

### Ersatz einer Wärmeerzeugung

Mit der neuen Weisung «Feuerpolizeiliche Bewilligungen für wärmetechnische Anlagen und gefährliche Stoffe» der Gebäudeversicherung Kanton Zürich wird die Bewilligungspraxis für Feuerungsanlagen teilweise neu geregelt.

## Auswertung EnergiePraxis-Umfrage vom Herbst 2014

Im Herbst 2014 führte das AWEL, Zürich, unter den Privaten Kontrolleuren eine schriftliche Meinungsumfrage betreffend des EnergiePraxis-Seminars und des EnergiePraxis-Bulletins durch. Ziel der Umfrage war es, herauszufinden, ob die beiden Angebote die Bedürfnisse der Privaten Kontrolleure decken.

Gut 200 ausgefüllte Umfragekarten wurden retourniert und ausgewertet. Grundsätzlich schätzen die Privaten Kontrolleure das EnergiePraxis-Seminar sowie das Bulletin. Mehrfach wurde jedoch der Wunsch geäussert, vermehrt auf Praxisbeispiele einzugehen, was in der zukünftigen Planung berücksichtigt wird.

So brauchen beispielsweise fossile Heizungen bis 600kW keine feuerpolizeiliche Bewilligung mehr sondern nur noch eine nachträgliche Meldung, das sogenannte Installationsattest. Wie bisher ist aber in jedem Fall die baurechtliche Bewilligung bei der kommunalen Baubehörde zu beantragen (§309 Abs. 1 lit. d. PBG). Das überarbeitete, elektronische Gesuchsformular enthält das Installationsattest bereits. Weitere Infos: [www.energie.zh.ch/form](http://www.energie.zh.ch/form).

### Lärmschutznachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen

Für Luft/Wasser-Wärmepumpen ist im Rahmen der Baubewilligung der Nachweis zu erbringen, dass die Anlage bezüglich der verursachten Aussenlärmbelastung den gesetzlichen Vorgaben entspricht (Art. 7 der Lärmschutzverordnung).

Mit Änderung der BBV I sind ab dem 1. März 2015 nebst den Befugten zur Privaten Kontrolle aus dem Bereich Schutz vor Lärm auch die Befugten zur Privaten Kontrolle aus dem Bereich Heizungsanlagen zur Durchführung der Privaten Kontrolle betreffend Lärm von Luft/Wasser-Wärmepumpen zugelassen. Die Befugnis der Heizungsfachleute beschränkt sich auf «einfach» beurteilbare Fälle, die keine speziellen Lärmschutz-Massnahmen erfordern. Die erweiterte Befugnis für den Lärmschutznachweis bei Wärmepumpen kann nur im Kanton Zürich ausgeübt werden.

Weitere Infos: [www.laerm.zh.ch](http://www.laerm.zh.ch) → Lärmvorsorge → Neuanlagen → Wärmepumpen

## FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

### Anpassung Energieeffizienzgesetz

Das Energieeffizienzgesetz ist überarbeitet und am 1. Februar 2015 in Kraft gesetzt worden. Inhalt ist die Umverlagerung der Förderung auf neue Fördergegenstände wie «Andere Massnahmen» und die Anpassung der Förderumlage auf Strom welche nun auf maximal 1.5 Rp/kWh angehoben werden kann. Damit werden Effizienzprogramme für Industrie und KMU gestärkt. Im Bereich Photovoltaikförderung hat das Fürstentum Liechtenstein die Förderbeiträge gekürzt, dafür aber die Einspeisevergütung (10 Rp/kWh für 10 Jahre) auf tieferem Niveau wieder eingeführt. Die Regelung gilt für Photovoltaikanlagen bis 250kWp. Ziel der Anpassungen im Photovoltaikbereich ist es, dass die Anlagen im Eigenverbrauchsmodell betrieben werden.

Weitere aktuelle Informationen: [www.energiebündel.li](http://www.energiebündel.li)



## VERANSTALTUNGEN IN DER OSTSCHWEIZ UND IM FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN FRÜHLING 2015

### AR/GL/SG/ZH

#### EnergiePraxis-Seminar 1/2015

##### Themen:

Phtovoltaik auf dem Dach – Eingliederung, Vorschriften, Brandschutz; Vollzugsuntersuchung und Baustellenkontrolle; Betriebsoptimierung von KMU; Modernisierung Studentenwohnhaus Justinus Zürich

Zürich	04.05.15	16.30–18.30
St. Gallen	05.05.15	16.15–18.15

→ neu an der FHS St.Gallen

Winterthur	01.06.15	17.00–19.00
Ziegelbrücke	08.06.15	16.15–18.15

**Informationen:** [www.energie.zh.ch](http://www.energie.zh.ch). Die Privaten Kontrolleure erhalten die Einladungskarte per Post.

### GR

#### Energie-Apéro Nr. 82: Elektromobilität

**Datum:** 10.06.15, 17.00–19.00 Uhr, anschliessend Apéro

**Ort:** Aula der Hochschule für Technik und Wirtschaft Chur

**Anmeldung:** [energie-aper@htwchur.ch](mailto:energie-aper@htwchur.ch)

**Informationen:** [www.aev.gr.ch](http://www.aev.gr.ch)

### SG

#### Planungsseminar Minergie-P, Minergie-A, GEAK Plus

St. Gallen	15.+16.04.15	ganztägig
------------	--------------	-----------

#### WPesti – Wärmepumpen korrekt auslegen

St. Gallen	22.04.15	13.30–17.30
------------	----------	-------------

#### Informationsveranstaltung Schaffung von Netzwerken

Wil	22.04.15	17.00–20.00
Jona	28.04.15	17.00–20.00

#### 3. Nationaler Energiekongress

St. Gallen	21.05.15	ganztägig
------------	----------	-----------

**Detaillierte Angaben unter:** [www.energieagentur-sg.ch](http://www.energieagentur-sg.ch) → Kalender | Kurse

### ZH

#### Anwenderkurs:

#### WPesti – Wärmepumpen korrekt auslegen

Zürich	06.05.15	13.30–17.30
--------	----------	-------------

#### Thermische Energie im Hochbau Norm SIA 380/1 – Einzelbauteilnachweis

Zürich	12.06.15	08.15–10.00
--------	----------	-------------

#### Thermische Energie im Hochbau Norm SIA 380/1 – Systemnachweis

Zürich	12.06.15	10.15–12.30
--------	----------	-------------

#### Wärmebrücken

Zürich	12.06.15	14.00–16.30
--------	----------	-------------

#### Elektrische Energie Norm SIA 380/4

Zürich	23.10.15	08.30–12.00
--------	----------	-------------

**Weitere Infos:** [www.energie.zh.ch](http://www.energie.zh.ch)

### LEHRGÄNGE

#### Semesterkurs «Energieeffizientes Bauen»

In Zürich wird wiederum der Semesterkurs «Energieeffizientes Bauen» angeboten, der sich an Bau- und Haustechnik-

fachleute richtet. Er vermittelt während 19 Unterrichtsabenden Zusammenhänge zwischen den Bautätigkeiten und den resultierenden Umweltwirkungen. Der Abschluss des Kurses befähigt die Teilnehmenden, die Energievorschriften und die zugehörigen Formulare in den Kantonen anzuwenden.

**Nächster Kursbeginn Zürich:** Frühling 2015

**Dauer:** 1 Semester, 19 Kursabende, jeweils 18.00–20.30

**Infos:** [www.forumenergie.ch](http://www.forumenergie.ch)

#### Kurse EnergieNavigator und -Manager

Der zweitägige Kurs «EnergieNavigator» an der Energieakademie Toggenburg vermittelt das Grundlagenwissen, um das Thema «Energie» in die Strategie eines Unternehmens oder einer Verwaltung zu integrieren. Er richtet sich an Energieverantwortliche in Firmen und öffentlichen Institutionen, Mitarbeitende technischer Betriebe von Dorfkooperationen und Hausdiensten, kommunale und kantonale Behörden sowie Verantwortliche von Liegenschaften.

Wattwil	29.05.+12.06.15	08.35–16.20
---------	-----------------	-------------

Darauf aufbauend kann das Wissen mit dem Lehrgang **EnergieManager** erweitert und ein grobes Energiekonzept für ein Unternehmen oder eine Institution erstellt werden.

**Beginn Lehrgang EnergieManager Wattwil:** August 2015

**Dauer:** 9 Tage verteilt auf sechs Monate, jeweils am Freitag 08.35–16.20

**Weitere Infos:** [www.energieakademie.ch](http://www.energieakademie.ch)

### MINERGIE-WEITERBILDUNGSANGEBOTE

#### Einführung Minergie-A

Landquart	19.05.15	08.30–17.00
-----------	----------	-------------

#### Beleuchtung: Energieeffizienz

Landquart	27.05.15	08.30–12.00
-----------	----------	-------------

#### Beleuchtung: Nachweis

Landquart	27.05.15	13.30–17.00
-----------	----------	-------------

#### Modernisierung – Einführung und Praxisbeispiele

Landquart	12.06.15	08.30–17.00
-----------	----------	-------------

**Weitere Kurse:** [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) → Weiterbildung & Events

#### Neues WPesti-Benutzerhandbuch

Auf der EnDK-Webseite ist seit kurzem das neue WPesti-Benutzerhandbuch aufgeschaltet. Wie bei der Vorgängerversion wird darin auf die wichtigen Aspekte der hinterlegten Rechenmethode eingegangen. Das neue Handbuch enthält ausserdem zahlreiche Praxisbeispiele, anhand derer aufgezeigt wird, wie die verschiedenen Wärmepumpenarten korrekt im WPesti abgebildet werden.

Dem WPesti ist eine umfangreiche Wärmepumpenliste hinterlegt. Diese beinhaltet die Kennwerte, die für die Berechnung der Jahresarbeitszahl der verschiedenen Wärmepumpentypen nötig sind, was das Ausfüllen des WPestis sehr vereinfacht. Die Wärmepumpenliste wird ständig erweitert, deshalb empfiehlt es sich, periodisch die aktuellste Version des WPestis von der EnDK-Webseite herunterzuladen: [www.endk.ch](http://www.endk.ch) → Fachleute → Hilfsmittel.

## ENERGIEFACHSTELLEN DER OSTSCHWEIZER KANTONE UND DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN

### APPENZEL INNERRHODEN

Thomas Zihlmann  
thomas.zihlmann@bud.ai.ch  
www.ai.ch

### APPENZEL AUSSERRHODEN

Ralph Boltshauser  
afu@ar.ch  
www.energie.ar.ch

### GLARUS

Fritz Marti-Egli  
fritz.marti-egli@gl.ch  
www.energie.gl.ch

### GRAUBÜNDEN

Andrea Lötscher  
info@aev.gr.ch  
www.aev.gr.ch

### ST. GALLEN

Marcel Sturzenegger  
marcel.sturzenegger@sg.ch  
www.energie.sg.ch

### SCHAFFHAUSEN

Andrea Paoli  
energiefachstelle@ktsh.ch  
www.energie.sh.ch

### THURGAU

Andrea Paoli  
energie@tg.ch  
www.energie.tg.ch

### ZÜRICH

Hansruedi Kunz  
energie@bd.zh.ch  
www.energie.zh.ch

### FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

Jürg Senn  
info.energie@llv.li  
www.avw.llv.li  
www.energiebündel.li

### DESKTOP UND REDAKTION

Antje Horvath (ah)  
Ivo Peter (ip)  
AWEL Zürich  
Telefon 043 259 42 66  
energie@bd.zh.ch  
www.energie.zh.ch

Gaby Roost  
Nova Energie GmbH, Aadorf  
Telefon 052 368 08 08  
gaby.roost@novaenergie.ch

### BILDNACHWEIS

#### Foto Seite 1 und Foto unten

Zehnder Group AG, Schweiz; Marco Müller

Das Bild zeigt die Null-Heizenergie-Siedlung «Im Boller» in Wädenswil, gebaut 1990; Koordination und Energiekonzept Ruedi Kriesi und Architekt Ruedi Fraefel.

Anhand dieser fünf Doppelfamilienhäuser erfolgte die erste Vorstellung der Komfortlüftung in einer breiteren Öffentlichkeit. Ebenso dienten die Erfahrungen mit den Bauten der Entwicklung der Marke Minergie, mit ihren Grundsätzen zu Technik und Marketing. Die Komfortlüftung der Einfamilienhäuser wurde schon damals als Kaskadenlüftung ausgebildet.

#### Abbildung 1 bis 4, Seite 3 und 4

Dr. sc. techn. Ruedi Kriesi, Kriesi Energie GmbH, Wädenswil, Vizepräsident des Vereins Minergie

#### Abbildungen 1 bis 3, Seite 4 bis 6

Claudio Menn, Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, Muttenz



**DIE ENERGIEPRAXIS IST**  
**ClimatePartner**<sup>o</sup>  
wir drucken klimaneutral