

Öffentliche Gebäude mit Vorbildfunktion im Energiebereich

—
Leitfaden für eine gute Praxis in Planung,
Bau und Betrieb

(mit besonderem Gewicht auf Schulgebäuden)

Januar 2021



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'énergie SdE
Amt für Energie AfE

in Zusammenarbeit mit:

Hochbauamt HBA
SIA Sektion Freiburg
Freiburgischer Verband der Beauftragten
des Baugewerbes (AFMC)

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Vorbildfunktion von öffentlichen Gebäuden	4
3	Nachweisverfahren für neue oder vollständig sanierte Gebäude	5
4	Gleichwertige Kriterien	6
4.1	Gebäudehülle	6
4.2	Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlung	6
4.3	Gebäudetechnik	8
5	Bestehende Gebäude	10
6	Weitere Sonderfälle	10
7	Quellverzeichnis	11

1 Einleitung

Öffentliche Gebäude mit Vorbildfunktion im Energiebereich

Leitfaden für eine gute Praxis in Planung, Bau und Betrieb mit besonderem Gewicht auf Schulgebäuden

Nach Artikel 5 des Energiegesetzes¹ müssen die Gebäude von öffentlichen Körperschaften hinsichtlich der Energiekonzepte, des Energieverbrauchs und der Nutzung erneuerbarer Energien vorbildlich sein. Dieser Leitfaden richtet sich an die Fachpersonen, die mit der Planung dieser Gebäude und ihrer technischen Anlagen beauftragt sind, sowie an die Bauherrschaft. Er ruft die Grundsätze und Anforderungen in Erinnerung, die es einzuhalten gilt, und zeigt auf, was gute Praxis ist. Er ist hauptsächlich auf Schulgebäude der Primar- und Sekundarstufe (bei der Sekundarstufe II vor allem auf Gymnasialgebäude) einschliesslich der Sporthallen ausgerichtet. Die Anforderungen an Gebäude für die berufliche und universitäre Ausbildung sind oft allzu spezifisch und sprengen den Rahmen dieses Leitfadens.



© iStock by Getty Images

2 Vorbildfunktion von öffentlichen Gebäuden

Staats- und gemeindeeigene Gebäude müssen gemäss Energiereglement² (Art. 35) erneuerbare Energien nutzen. Falls bei der Erneuerung von Anlagen in bestehenden Gebäuden diese Anforderung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht erfüllt werden kann, muss eine gleichwertige Kompensation an anderen Gebäuden vorgenommen werden (Art. 5 Abs. 5 Energiegesetz).

Neue oder vollständig renovierte öffentliche Bauten müssen den Kriterien zur Verleihung des Minergie-P®- oder Minergie-A®-Labels gemäss dem Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke des Vereins Minergie³ oder gleichwertigen Kriterien entsprechen (Art. 36 Abs. 1 EnR). Jedes Projekt muss als Gesamtsystem geplant werden (integrale Planung).⁴

Unter Berücksichtigung des Standorts des Gebäudes müssen die Räume so ausgerichtet werden, dass der Energiegewinn und die Lichtqualität optimal sind. Die Freiräume müssen ebenfalls so geplant werden, dass der Bedarf nach künstlicher Beleuchtung minimiert wird. Wird von Anfang an eine ideale Ausrichtung des Baus angestrebt, muss dabei auch die Energieerzeugung aus photovoltaischer (und eventuell thermischer) Solarenergie berücksichtigt werden.

Falls die Bauherrschaft Nachhaltigkeitskriterien einbeziehen möchte, die über die energetischen Aspekte hinausgehen, wird der *Standard nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS* empfohlen. Dieser von Bund und Privatwirtschaft erarbeitete Standard berücksichtigt die ökologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg. Für die Bauprodukte stellt die Website www.eco-bau.ch eine interessante Informationsquelle dar.

Eine gute Praxis ist aber nicht nur aus ökologischen Gründen interessant. Sie soll es auch ermöglichen, die Betriebskosten zu minimieren, auch wenn die anfänglichen Baukosten etwas höher ausfallen können. In der Regel entsprechen die Investitionskosten etwa 20% und die Betriebskosten etwa 80% der Gesamtkosten eines Gebäudes im Verlauf seines Lebenszyklus.

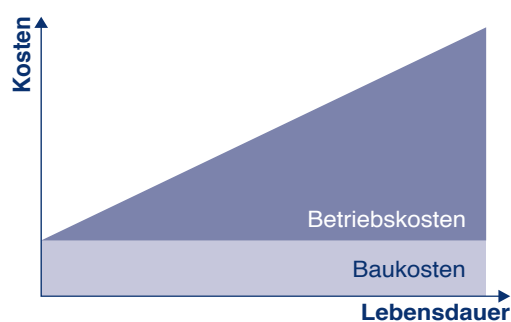


Abb. 1: Gesamtkosten eines Gebäudes im Verlauf seines Lebenszyklus.

Insbesondere in den ersten Betriebsjahren des Gebäudes und danach regelmässig über den gesamten Lebenszyklus hinweg müssen optimale Betriebsmassnahmen geplant und umgesetzt werden.⁵

3 Nachweisverfahren für neue oder vollständig sanierte Gebäude

Die Gebäudeplaner haben die folgenden drei Möglichkeiten:

- › Alle erforderlichen Schritte unternehmen, um das Minergie-P® oder Minergie-A®-Label zu erlangen, und das Gebäude zertifizieren lassen.
- › Ein Dossier zusammenstellen, mit dem ein Antrag um Minergie-P®- oder Minergie-A®-Label gestellt werden kann, ohne es jedoch bei der Minergie-Zertifizierungsstelle einzureichen, sondern es dem Amt für Energie vorlegen.
- › Dem Amt für Energie ein Dossier vorlegen, das nachweist, dass das Projekt *gleichwertige Kriterien* wie das Minergie-P®- oder Minergie-A®-Label erfüllt.

Wichtig: Der Energienachweis muss dem AfE vor Beginn des Baubewilligungsverfahrens vorgelegt werden (Art. 39 EnR).



© iStock by Getty Images

4 Gleichwertige Kriterien

Der Begriff «gleichwertige Kriterien» gemäss Art. 36 Abs. 1 EnR wird im Folgenden präzisiert. Die Projekte, die diese Kriterien erfüllen, gelten als gleichwertig wie ein Projekt mit dem Minergie-P- oder Minergie-A-Label. Die vorgeschriebenen Massnahmen müssen nach dem Stand der Technik gemäss den Normen und den Fachempfehlungen geplant und umgesetzt werden.

4.1 Gebäudehülle

Winterlicher Wärmeschutz: Die in der Norm SIA 380/1⁶ aufgeführten Zielwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten müssen eingehalten werden.

Luftdichtheit: Die Anforderungen der Norm SIA 180⁷ an die Dichtheit der Gebäudehülle müssen eingehalten werden. Es gilt ein Grenzwert von $0,8 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ für den spezifischen Luftstrom durch die Gebäudehülle $q_{a,50}$. **Der Dichtetest wird nicht verlangt.** Aufgrund ihrer Luftdichtheit leistet die Gebäudehülle keinen Beitrag an die Lüftung des Gebäudes. Deshalb muss ein unabhängiges Lüftungskonzept ausgearbeitet und umgesetzt werden.

4.2 Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlung

Überhitzung vermeiden: Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz entsprechen der Norm SIA 180. Die Beurteilung und der Nachweis stützen sich auf diese Norm. Um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden, müssen die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:

-
- › Ausrichtung des Gebäudes und der Glasflächen (auch unter Beachtung der Jahreszeiten);

 - › Keine Überdimensionierung der Glasflächen und die Eigenschaften des verwendeten Glases (U_g -Wert, Gewichtungsfaktor g);

 - › Feststehender Sonnenschutz (Schirmdach, Vordach) und/oder beweglicher Sonnenschutz (mit automatischer Steuerung bei Kühlung);

 - › Wärmeträgheit der Bauteile (Achtung bei Zwischendecken, Teppichen und Schallelementen);

 - › Wärmequellen im Innern (Personen, Geräte, Lampen);

 - › Nächtliches Lüften für eine natürliche Abkühlung (gut dimensionierte Öffnungen vorsehen).

Die Empfehlungen für Fachleute «Sommerliche Überhitzung vermeiden» müssen befolgt werden.⁸

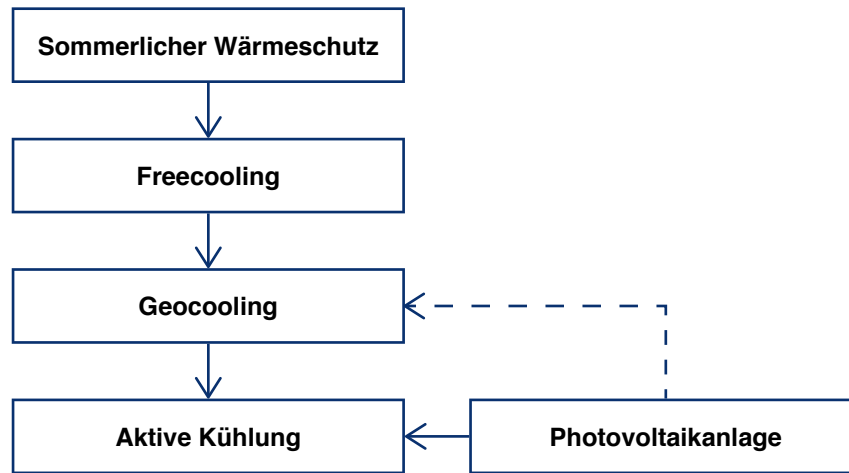


Abb. 2: Massnahmen, die ohne oder nur mit geringem Energieeinsatz wirken, sind einer aktiven Kühlung mit einer Kältemaschine vorzuziehen (Quelle: Minergie Wissen «Kühlen mit PV»)⁹

Kühlen: Neue oder sanierte Kälteerzeugungsanlagen, die der Steigerung des Betriebskomforts eines Gebäudes dienen, müssen ausschliesslich mit an Ort produzierter erneuerbarer Energie betrieben werden. Eine gleichwertige Energieproduktion durch eine photovoltaische Solaranlage an einem anderen Standort im Kanton ist möglich, falls technische Gründe keine andere Lösung zulassen (Art. 16 Energiegesetz und Art. 23 EnR). Anlagen zur Wärmeerzeugung und -verteilung können reversibel sein (Wärmepumpe, Wärmetauscher), um die natürlichen Kühlungsmassnahmen zu unterstützen. Voraussetzung dafür ist, dass sie mit Energie betrieben werden, die beispielsweise mit einer Photovoltaikanlage vor Ort produziert wird. Eine Klimaanlage wird nur akzeptiert, wenn die baulichen Anforderungen erfüllt sind und die Notwendigkeit der Anlage nachgewiesen ist (gemäss Norm SIA 382/1¹⁰).

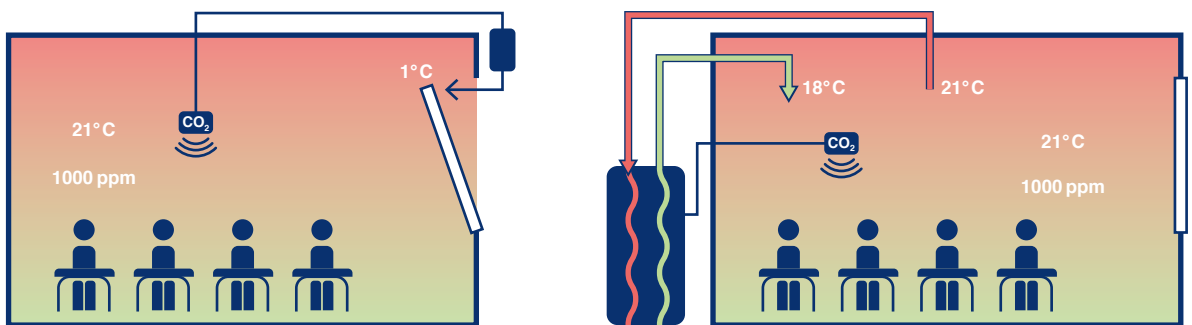
Aufgrund der Klimaerwärmung werden Massnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz bzw. Kühlungsmassnahmen immer wichtiger. Deshalb müssen die Anforderungen der letzten beiden Absätze allein schon aus Komfortgründen beachtet werden.

4.3 Gebäudetechnik

Heizung und Wassererwärmung: mit erneuerbaren Energien oder Abwärme.

Lüftungsanlagen: mit einer kontrollierten Zuführung der Ersatzluft und einer Wärmerückgewinnung, sofern der Abluftvolumenstrom mehr als 1000 m³/h und die Betriebsdauer mehr als 500 Stunden pro Jahr beträgt (Art. 21 EnR).

Lüftung von Schulgebäuden: Es ist erwiesen, dass für gutes Lernen eine gute Luftqualität mit tiefem CO₂-Gehalt nötig ist¹¹. Da die Luftvolumenströme systematisch ungenügend waren, um die verlangte Luftqualität zu erreichen, wurde die Norm SIA 382/1 ab 2007 revidiert. In den Kantonen Zürich¹² und Aargau¹³ haben Messkampagnen in Schulhäusern diese neuen Ansätze bestätigt. Simulationen¹⁴ haben es zudem erlaubt, allgemeingültige Regeln aufzustellen. Damit sich gute Luftqualität und maximale Energieeffizienz nicht gegenseitig ausschliessen, sollte die manuelle Fensterlüftung nur begrenzt zum Einsatz kommen.¹⁵ Es braucht ein automatisches Luftwechselsystem.¹⁶ Die Wärmerückgewinnung ist gemäss den oben stehenden Kriterien obligatorisch und eine Lüftungssteuerung nach Bedarf wird in jedem Fall empfohlen. Allgemein verlangt die Norm SIA 180, dass die Luftqualität keine Belästigung und kein Gesundheitsrisiko für die Benutzer darstellt, dies unabhängig vom eingebauten Lüftungssystem.



Source images: OFSP/SdE

Abb. 3: Akzeptiert, aber nicht empfohlen (links) und empfohlenes Lüftungsprinzip (rechts)

Erforderliche Erforderliche Frischluftzufuhr gemäss der Norm SIA 382/1 und dem Merkblatt SIA 2024¹⁷:

- > 30 m³/h pro Schüler **ohne** zusätzliche Lüftung durch manuelles Fensteröffnen zwischen den Schulstunden.
- > 25 m³/h pro Schüler **mit** zusätzlicher Lüftung durch manuelles Fensteröffnen zwischen den Schulstunden.
- > Wenn die Aussentemperaturen sehr tief ($t < 0^{\circ}\text{C}$) oder sehr hoch ($t > 25^{\circ}\text{C}$) sind, können die Luftströme reduziert werden, dürfen aber nicht unter 15 m³/h pro Schüler fallen (SIA 382/1).



© 2017 MonAirAmbiant

Der CO₂-Gehalt der Luft in den Klassenzimmern darf 1000 ppm nicht übersteigen, ein punktueller Anstieg auf 1400 ppm ist jedoch zulässig (entspricht einer «mässigen Innenluftqualität» im Sinne der Norm SIA 382/1).

Die entsprechenden Empfehlungen des Bundesamts für Gesundheit (BAG)¹⁸ müssen beachtet werden, wobei zwischen bestehenden Gebäuden und neuen bzw. renovierten Gebäuden unterschieden werden muss. Für die Planung und die vollständige Umsetzung eines Lüftungskonzepts müssen systematisch Ressourcen bereitgestellt werden. Bei einem Neubau wird ein Lüftungskonzept, das nur die manuelle Fensterlüftung durch die Benutzer vorsieht, nicht akzeptiert. Unabhängig vom gewählten Lüftungssystem müssen die Fenster jederzeit geöffnet werden können, damit die Benutzer während den Pausen zusätzlich kurz lüften können. Die kontrollierte Lüftung muss jedoch die hauptsächliche Lüftung gewährleisten. Die gesamte Lüftung wird in der Wärmebilanz des Gebäudes berücksichtigt.

In bestehenden Gebäuden, die über keine kontrollierte Lüftung verfügen und nicht in absehbarer Zeit saniert werden, muss der CO₂-Gehalt in den Klassenzimmern häufig kontrolliert werden. Werden die oben erwähnten Grenzwerte überschritten, ist es wichtig, die 8 Lüftungsregeln des BAG¹⁹ einzuhalten, die namentlich auf der Website www.schulen-lueften.ch zu finden sind.

Luftfeuchtigkeit im Winter: Diese hängt namentlich von der Frischluftzufuhr und der im Innern produzierten Luftfeuchtigkeit ab. Auch in Räumen mit Fensterlüftung kann die Luft zu trocken werden, wenn der Raum wenig besetzt ist und die Fenster über lange Zeit schräg gestellt bleiben.

Bei mechanischer Lüftung kann das Austrocknen der Luft vermieden werden, indem der Luftvolumenstrom nicht überdimensioniert wird und der Betrieb den Bedürfnissen und der Raumauslastung entspricht. Zudem können Lüftungsgeräte verwendet werden, die mit einem System zur Rückgewinnung der Feuchtigkeit ausgestattet sind.

Beleuchtung: Der spezifische Elektrizitätsbedarf muss unter dem Durchschnitt von Grenz- und Zielwert gemäss der Norm SIA SIA 387/4 liegen²⁰.

Auf oder am Gebäude muss eine Photovoltaikanlage installiert werden, die mindestens 10 Wp pro m² EBF (maximal verlangte Leistung: 30 kWp) produziert. Die Anlage kann auch in der Nähe des Gebäudes (gleiche Parzelle) aufgestellt werden.

5 Bestehende Gebäude



Schule von Praroman. Quelle: Jana Courtois

Falls bestehende Gebäude umgebaut oder umgenutzt werden, oder falls Anlagen ausgetauscht werden, müssen die betroffenen Bauteile die oben stehenden Anforderungen erfüllen, sofern die Massnahmen technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind (Art. 3 Energiegesetz). Deshalb wird eine mechanische Belüftung in der Regel nicht vorgeschrieben, aber doch sehr empfohlen. Für geschützte Bauten kann eine Ausnahme beantragt werden, damit erleichterte Anforderungen an sie gestellt werden (Art. 36 EnR).

6 Weitere Sonderfälle

› Provisorische öffentliche Gebäude, die andernorts wiederverwendet werden können (z.B. vorgefertigte Containerbauten): Es gelten die gleichen Anforderungen wie für private Gebäude (ohne Vorbildfunktion). Zur Erinnerung: Eine direktelektrische Heizung ist verboten.

› Feuerwehrgebäude: Es wird auf die entsprechende Weisung verwiesen.²¹



© iStock by Getty Images

7 Quellverzeichnis

- ¹ Energiegesetz vom 9. Juni 2000 (EnGe; SGF 770.1)
- ² Energiereglement vom 5. November 2019 (EnR; SGF 770.11)
- ³ Produktreglement zu den Gebäudestandards MINERGIE®/MINERGIE-P®/MINERGIE-A®
- ⁴ Minergie Wissen, Besser planen, besser bauen, Basel, 2019
- ⁵ Minergie Wissen, Monitoring, Basel, 2019
- ⁶ Norm SIA 380/1: 2016, Heizwärmebedarf
- ⁷ Norm SIA 180: 2014, Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
- ⁸ Konferenz Kantonaler Energiefachstellen / EnergieSchweiz, Sommerliche Überhitzung vermeiden
- ⁹ Minergie Wissen, Kühlen mit PV, Basel, 2019
- ¹⁰ Norm SIA 382/1: 2014, Lüftungs- und Klimaanlagen - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen
- ¹¹ Stöckli N., Brühlmann J., Fritschi R., Gesundheit von Lehrpersonen, Dachverband Lehrerinnen und Lehrer Schweiz, Zürich, 2017
- ¹² Hässig W., Primas A., Karlstöm P., Leonarz M., Marti M., CO₂-Gesteuerte Lüftungen in Schulen, AHB, BFE, Bern, 2008
- ¹³ Coutalides, R., Heinss, U., Vergleichende Luftqualitätsmessungen in Schulhäusern im Kanton Aargau, Bau- und Umweltchemie AG im Auftrag des Baudepartements des Kantons Aargau, Abteilung Hochbau, Zürich, 2005
- ¹⁴ Sprecher F., Hilpert M., Dietrich J., Energetische Aspekte von Lüftungssystemen in Klassenzimmern, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, 2016
- ¹⁵ Hässig W., Sprecher F., Schickor C., Würmli C., Lüftung für Schulen, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, 2012
- ¹⁶ Minergie Wissen, Gute Raumluf, Basel, 2019
- ¹⁷ Merkblatt SIA 2024: 2015, Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik
- ¹⁸ Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz, SECO, 2019
- ¹⁹ BAG, Lüftungsplanung bei Schulhausneubauten und -sanierungen – Informationen und Empfehlungen für Bauherren, 2019. Sowie die Websites www.aerer-les-ecoles.ch und www.simaria.ch
- ²⁰ Norm SIA 387/4: 2017, Elektrizität in Gebäuden - Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen
- ²¹ Gesetzliche Anforderungen an die Wärmedämmung und die Wärmeerzeugung von Gebäuden – Anwendung auf Feuerwehrgebäude: <https://www.fr.ch/afe>, Kapitel «Baubewilligungsverfahren», dann «Öffentliche Gebäude»

Gemeinsam herausgegeben von:

Amt für Energie AfE
Boulevard de Pérolles 25, 1701 Freiburg

www.fr.ch/afe

Hochbauamt HBA
Route des Daillettes 6, 1701 Freiburg

www.fr.ch/hba

In Zusammenarbeit mit der SIA-Sektion Freiburg und dem Freiburgischen Verband der Beauftragten des Baugewerbes (FVBB).

Januar 2021

—

Redaktion
Juvet Consulting Group

Gestaltung
Agence MiNT

—

Titelbild
OS Marly, Jana Courtois