

# **ARBEITSHILFE GEBÄUDE + TECHNIK**

Stefan Waldhauser

## Impressum

**Herausgeber** Waldhauser + Hermann AG  
Florenzstrasse 1d, CH-4142 Münchenstein

**Druck** Druckerei Bloch AG, Arlesheim

**ISBN** 978-3-033-06728-8

**Version** 1.0 / September 2018



Dieses Buch ist auf recycelbarem Papier gedruckt. Zumindest die Inhalte laufend überarbeitet und aktualisiert werden, war seine Dauerhaftigkeit nicht oberste Priorität.

## Mitautoren

<b>Akustik</b>	Inès Neuhaus, Fabian Neuhaus NEUHAUS Akustische Architektur KLG <a href="http://www.acoustic-architecture.com">www.acoustic-architecture.com</a>	<b>Investment</b>	Michele Janner McCafferty Asset Management AG <a href="http://www.mccafferty-am.ch">www.mccafferty-am.ch</a>
<b>Arbeitssicherheit</b>	Markus Schumacher Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) <a href="http://www.fhnw.ch">www.fhnw.ch</a>	<b>Reinigung</b>	Niggi Safarik Dasis AG <a href="http://www.dasis.ch">www.dasis.ch</a>
<b>Beleuchtung</b>	Michael Hübscher hübschergestaltet GmbH <a href="http://www.huebschergestaltet.ch">www.huebschergestaltet.ch</a>	<b>Sanitär und Sprinkler</b>	Peter Gemperle Gemperle Kussmann GmbH <a href="http://www.gekus.ch">www.gekus.ch</a>
<b>Brandschutz</b>	René Wöfl AFC Air Flow Consulting <a href="http://www.afc.ch">www.afc.ch</a>	<b>Schwimmbadtechnik</b>	Peter Fink Kannewischer Ingenieurbüro AG <a href="http://www.kannewischer.ch">www.kannewischer.ch</a>
<b>Elektro</b>	Stefan Guldimann Selmoni Ingenieur AG <a href="http://www.selmoni.ch">www.selmoni.ch</a>	<b>Tragwerk</b>	Nico Ros ZPF Ingenieure AG <a href="http://www.zpfingag.ch">www.zpfingag.ch</a>
<b>Energie und Nachhaltigkeit</b>	Gregor Steinke FHNW; Institut Energie am Bau <a href="http://www.fhnw.ch/habg/iebau">www.fhnw.ch/habg/iebau</a>	<b>Vogelschutz</b>	Iris Scholl Büro für Verhaltensforschung und Oekologie <a href="http://www.veroek.ch">www.veroek.ch</a>
<b>Gebäudeschadstoffe</b>	Nora Zoller Carbotech AG <a href="http://www.carbotech.ch">www.carbotech.ch</a>		
<b>Gebäudeschutz vor Naturgefahren</b>	Martin Jordi, Benno Staub Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF <a href="http://www.vkf.ch">www.vkf.ch</a>		
<b>Hygiene in der Lebensmittelindustrie</b>	Walter Tanner fabsolutions AG <a href="http://www.fabsolutions.ch">www.fabsolutions.ch</a>		

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>	3.10	Graue Energie	23	<b>5</b>	<b>Investment</b>	<b>27</b>
1.1	Leitgedanke	8	3.11	Bauteiltrennung	23	<b>6</b>	<b>Gebäudeschutz vor Naturgefahren</b>	<b>28</b>
1.2	Verwendungszweck	8	3.12	Raster	23	6.1	Hagelschutz	29
1.3	Verbindlichkeit	8	<b>4</b>	<b>Gebäude-Funktionen</b>	<b>24</b>	6.2	Sturmfestigkeit	29
1.4	Copyright-Hinweise	8	4.1	Altersheime, Alterswohnungen	24	6.3	Schutz vor Hochwasser und Oberflächenabfluss	34
1.5	Abgrenzung	9	4.2	Autoreparaturwerkstätte, Autowaschstrassen	24	<b>7</b>	<b>Gebäudeschadstoffe</b>	<b>36</b>
1.6	Produkte	9	4.3	Batterieräume	24	7.1	Schädlich für Mensch und Umwelt	36
1.7	Danksagung	9	4.4	Büros, Verwaltungen	24	7.2	Schadstoffportraits: Asbest, Blei, PCB und PAK	37
1.8	Rückmeldungen	9	4.5	Chemielager	24	7.3	Vorgehen zur Schadstoffprüfung bei Bauvorhaben	37
1.9	Anwendungshinweise	9	4.6	Datencenter	24	7.4	Typische Schadstoffvorkommen	38
1.10	Verbindlichkeiten	9	4.7	Verkaufsgeschäfte, Einkaufszentren	24	7.5	Wo treten Gebäudeschadstoffe auf?	39
<b>2</b>	<b>Das Wichtigste in Kürze</b>	<b>11</b>	4.8	Hotels, Restaurants, Ferienwohnungen	24	<b>8</b>	<b>Hindernisfreies Bauen</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>Konzeptionelle Weichenstellungen</b>	<b>13</b>	4.9	Küchen	24	<b>9</b>	<b>Signaletik</b>	<b>41</b>
3.1	Nachhaltige energetische Sanierung von Gebäuden	13	4.10	Laboratorien	25	9.1	Bauliche und Gestalterische Massnahmen zur Orientierung	41
3.2	Naturgefahren	14	4.11	Lebensmittelproduktion	25	9.2	Signaletik	41
3.3	Lärmempfindlichkeitsstufen	15	4.12	Museen	25	<b>10</b>	<b>Brandschutz</b>	<b>43</b>
3.4	Nachhaltiges Bauen und Energieeffizienz	15	4.13	Nassräume	25	10.1	Risiken und Gefahren	43
3.5	2000-Watt-Gesellschaft	16	4.14	Parkhäuser	25	10.2	Vorschriften und Strukturen	44
3.6	SIA Effizienzpfad Energie	16	4.15	Schulhäuser	25	10.3	Qualitätssicherung Brandschutz (QS-Brandschutz)	45
3.7	Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS	17	4.16	Schwimmballen	25	10.4	Brandverhaltensgruppen von Baustoffen	50
3.8	Minergie	19	4.17	Spitäler	26	10.5	Verwendung von Baustoffen	55
3.9	Ressourcenaufwand: Baugrube und Terrain	21	4.18	Sporthallen	26			
			4.19	Veranstaltungshallen	26			
			4.20	Wohnungsbau	26			
			4.21	Auslegungskriterien für die Gebäudetechnik	26			

10.6	Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen	57	12.1	Darstellung	117	15.4	U-Wert	131
10.7	Brandmauern	61	12.2	Modellbau / Visualisierung	118	15.5	Gebäudeundichtigkeit	132
10.8	Brandabschnittsbildung (Wände, Decken, Schächte)	63	12.3	Untergeschosse	118	15.6	Fassadenkonstruktion und -materialisierung	133
10.9	Brandschutzabschlüsse	66	12.4	Spannweiten	118	15.7	Instandhaltung	142
10.10	Abschottungen	67	12.5	Stahlprofile	120	15.8	Fassadenfarbe	142
10.11	Flucht- und Rettungswege	72	12.6	Holzbalken	121	15.9	Dächer	142
10.12	Sicherheitsbeleuchtung	79	12.7	Hochhaus und Kerne	122	15.10	Wärmeschutz im Winter	145
10.13	Stromversorgung für Sicherheitszwecke	79	12.8	Aussparungen	122	15.11	Wärmeschutz im Sommer	148
10.14	Löscheinrichtungen	82	12.9	Temperaturverformungen	123	15.12	Verglasungen	156
10.15	Sprinkleranlagen	85	12.10	Erdbeben	123	15.13	Lüftungsöffnungen	158
10.16	Brandmeldeanlage	86	12.11	Bepflanzungen	123	15.14	Sonnenschutz	163
10.17	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	87	12.12	Kosten	123	15.15	Automation von Lüftungsöffnungen und Sonnenschutz	169
10.18	Blitzschutzanlagen	91	<b>13</b>	<b>Treppenhäuser</b>	<b>124</b>	15.16	Doppelfassaden	172
10.19	Aufzugsanlagen	92	13.1	Anzahl	124	15.17	Kaltluftabfall	172
10.20	Wärmetechnische Anlagen	93	13.2	Anordnung	124	15.18	Vögel und Fledermäuse am Gebäude	173
10.21	Lufttechnische Anlagen	99	13.3	Entrauchung / Entlüftung	124	15.19	"Ideale" Fassadenkonzepte	174
10.22	Elektrische Anlagen	102	<b>14</b>	<b>Aufzüge</b>	<b>125</b>	15.20	Gebäudeeingänge	175
10.23	Intervention	103	14.1	Hindernisfreies Bauen	125	15.21	Einbruchschutz	176
<b>11</b>	<b>Hygiene in der Lebensmittelindustrie</b>	<b>104</b>	14.2	Lage	127	15.22	Terrassen	180
11.1	Richtlinien BRC, IFS Food und FSSC 22000	104	14.3	Anzahl	127	<b>16</b>	<b>Gebäudevolumen</b>	<b>185</b>
11.2	Grundsätze der Betriebsplanung	104	14.4	Grösse	127	16.1	Energiebezugsfläche	185
11.3	Raumkategorien	107	14.5	Liftschacht	127	16.2	Raumhöhen	185
11.4	Spezifikationen der Ausführung	108	14.6	Hochhäuser	128	16.3	Baubiologie	185
11.5	Beispiele	109	<b>15</b>	<b>Gebäudehülle</b>	<b>129</b>	16.4	Bauökologie	187
<b>12</b>	<b>Tragwerk</b>	<b>117</b>	15.1	Geometrie	129	16.5	Gebäudeträgheit / Speichermasse	187
			15.2	Vordächer	129	16.6	Boden	188
			15.3	Thermische Hülle	129			

16.7	Feuchteschutz	188	19.5	Zentralenstandorte	245	20.9	Dachhaube für Mehrzweckentlüftungen	303
16.8	Kellerräume	189	19.6	Erdregister	248	20.10	Nachhaltigkeit	304
16.9	Arbeitsplatzgestaltung	190	19.7	Lüftungszentralen	249	20.11	Personenanzahl	305
16.10	Küchen	190	19.8	Luftverteilung	251	20.12	Raumdisposition	306
16.11	Putzräume	191	19.9	Zuluftauslässe	257	20.13	Waschmaschinen (Textilien)	310
<b>17</b>	<b>Akustik</b>	<b>191</b>	19.10	Ablufteinlässe	259	20.14	Geschirrspüler	311
17.1	Vielfältige Kriterien	191	19.11	Wohnungsbau	259	20.15	Apparatewahl	311
17.2	Schallschutz	192	19.12	Aussenluftfassung (AUL)	261	20.16	Druckluft	312
17.3	Möglichkeiten für den Schallschutz	192	19.13	Ab- und Fortluft-Kategorien	265	<b>21</b>	<b>Schwimmbadtechnik</b>	<b>312</b>
17.4	Raumakustik	193	19.14	Minimale Distanz Aussenluftfassung und Fortluftausblas	265	21.1	Unterteilung von Schwimmbädern	312
<b>18</b>	<b>Heizung / Kälte</b>	<b>199</b>	19.15	Fortluftausblas (FOL)	266	21.2	Anforderungen an das Wasser	315
18.1	Übersicht	199	19.16	Nachströmung von Aussen	268	21.3	Bemessung des Volumenstroms	316
18.2	Heizlast und Kühllast	201	19.17	Überströmung zwischen Räumen	272	21.4	Verfahrenskombinationen	317
18.3	Energiequellen	201	19.18	Hygiene	272	21.5	Filtrationssysteme	318
18.4	Kamine	222	19.19	Aufzüge	273	21.6	pH-Wert	320
18.5	Heizzentralen	222	19.20	Parkhäuser	273	21.7	Desinfektion	320
18.6	Kältezentralen	225	19.21	Zugänglichkeit	279	21.8	Ausgleichbecken	321
18.7	Trinkwassererwärmung	226	<b>20</b>	<b>Sanitär</b>	<b>279</b>	21.9	Badwassererwärmung	321
18.8	Heizungs- und Klimakaltwasserverteilung	226	20.1	Wasserversorgung	279	<b>22</b>	<b>Elektro</b>	<b>323</b>
18.9	Wärmedämmung	228	20.2	Hygiene	283	22.1	Strombedarf	323
18.10	Wärmeabgabe	229	20.3	Trinkkaltwasser (TKW)	286	22.2	IP-Schutzarten	324
18.11	Kälteabgabe	232	20.4	Trinkwarmwasser (TWW)	286	22.3	Installationssymbole	324
<b>19</b>	<b>Lüftung / Klima</b>	<b>233</b>	20.5	Abwasserentsorgung	290	22.4	Photovoltaik / Solarstrom	325
19.1	Übersicht Lüftungs- / Klimasysteme	233	20.6	Grauwasser	298	22.5	Traforäume	327
19.2	Lüftungskonzept	235	20.7	Sanitärzentralen	299	22.6	Notstromversorgung	328
19.3	Aufteilung Lüftungsbereiche	243	20.8	Sanitärverteilung	300	22.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	328
19.4	Luftmengen-Bestimmung	244						

22.8	Blindstromkompensation	328	27.6	Hohldecken	353	33.5	Sanitär	363
22.9	Erschliessung und Verteilung	329	<b>28</b>	<b>Gebäudeautomation</b>	<b>355</b>	<b>34</b>	<b>Technische Lebensdauer</b>	<b>364</b>
22.10	Zentralen / Elektrische Betriebsräume	331	28.1	Kennzeichnungssystem	355	<b>35</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b>	<b>366</b>
22.11	Steigzonen	333	28.2	Benutzereingriffe	355	35.1	Vereine, Verbände, Institutionen	366
22.12	UV pro Wohnung / Hotelzimmer ("Kleinverteiler")	334	28.3	Beschriftungen	355	35.2	Begriffe	367
22.13	Feinverteilung	335	28.4	Positionierung Aussenluftfühler	356	35.3	Abkürzungen	376
22.14	Steckdosen: Anordnung und Disposition	336	<b>29</b>	<b>Messkonzept</b>	<b>356</b>	35.4	Nutzenergie – Endenergie – Primärenergie	378
<b>23</b>	<b>Beleuchtung</b>	<b>337</b>	29.1	Gesetzliche Grundlagen	356	35.5	Brenn- und Heizwerte von Energieträgern	382
23.1	Tageslichtnutzung	337	29.2	Eigentümersicht-Anforderungen	357	35.6	Umrechnung von Energien	382
23.2	Beleuchtungsplanung	340	29.3	Beispiel	357	35.7	Energiepreise	383
23.3	Lichtverschmutzung	345	29.4	Wärmezähler	358	35.8	Externe Kosten	383
23.4	Sicherheitsbeleuchtung von Fluchtwegen	345	29.5	Trinkkaltwasserzähler	358	35.9	Wasserbedarf Mensch	383
23.5	Dezentrale / Zentrale Systeme	347	29.6	Stromzähler	359	35.10	Checkliste "Gute Dokumentationen"	383
<b>24</b>	<b>Kommunikation / Multimedia</b>	<b>348</b>	<b>30</b>	<b>Ausführung</b>	<b>359</b>	<b>36</b>	<b>Einheiten, Formeln, Grundlagen</b>	<b>384</b>
<b>25</b>	<b>Blitzschutz</b>	<b>349</b>	30.1	Gebäudeschadstoffe	359	36.1	Umrechnungseinheiten	384
<b>26</b>	<b>Sprinkler</b>	<b>349</b>	30.2	Gewässerschutz	359	36.2	Formelsammlung	385
26.1	Allgemeines	349	30.3	Bauaustrocknung	359	36.3	Verschiedene Hilfsmittel	385
26.2	Zentrale	349	30.4	Fachbauleitung	360	36.4	Physikalische Eigenschaften	385
26.3	Verteilung / Köpfe	350	<b>31</b>	<b>Inbetriebnahmen</b>	<b>360</b>	<b>Indexverzeichnis</b>	<b>387</b>	
<b>27</b>	<b>Fachkoordination</b>	<b>350</b>	31.1	Definition	360			
27.1	Kennzeichnung von Installationen	350	31.2	Integraler Test	361			
27.2	Funktionserhalt	351	<b>32</b>	<b>Abnahmen</b>	<b>362</b>			
27.3	Steigschächte	351	<b>33</b>	<b>Instandhaltung</b>	<b>362</b>			
27.4	Medienschrank	353	33.1	Definitionen	362			
27.5	Deckeneinlagen	353	33.2	Gebäudehülle	363			
			33.3	Heizung / Kälte	363			
			33.4	Lüftung	363			

# 1 Einleitung

## 1.1 Leitgedanke

Gebäude prägen unsere Umwelt – sowohl im Innen- als auch im Aussenbereich – und dementsprechend unseren Alltag entscheidend mit. Gute Architektur bereichert unser Leben und bereitet uns Autoren Freude.

Für die Baubranche wird die Komplexität des Bauens aufgrund einer zunehmenden Regulierung, Informationsflut, Technisierung sowie Zeit- und Kostendruck eine immer grösser werdende Herausforderung. Dabei wird es stetig schwieriger, das Essentielle herauszufiltern. Zudem ist der Austausch unter Fachleuten oft erschwert.

Dies führt dazu, dass die Benutzung und der Unterhalt von Gebäuden immer öfter zur Belastung werden. Und dies meistens aufgrund von Umständen, die eigentlich hätten vermieden werden können; unter anderem, wenn die Planenden und Ausführenden rechtzeitig sensibilisiert und auf spezifische Fragen hingewiesen würden.

In unserer Kultur werden neue und innovative Gebäude zur Eröffnung zwar gefeiert. Aber vom Betrieb danach gibt es wenige Rückmeldungen, welche zurück in die Planungs- und Bauprozesse fliessen und das Lernen unterstützen würden. Fehler wiederholen sich unnötig.

Diese Arbeitshilfe will einen Beitrag leisten, um den erwähnten Austausch zu fördern und eine Lücke zu füllen.

## 1.2 Verwendungszweck

Diese Arbeitshilfe wurde als Nachschlagwerk sowohl für den Unterricht als auch den Berufsalltag von Baufachleuten erstellt.

Das Dokument hat folgende Ansprüche und Ziele:

- Kompakte und einfach lesbare Zusammenfassung zur täglichen Verwendung; auch unterwegs und an Sitzungen.
- Illustration von guten und schlechten Beispielen, damit aus Fehlern gelernt werden und sich unsere Branche laufend verbessern kann.

- Wissenstransfer innerhalb der Baubranche; vom Auftraggeber, Betreiber, Unternehmer, Lieferant, Planer und Verbänden bis hin zum Gesetzgeber.
- Aufzeigen von Zusammenhängen.
- Verbesserung der Bestellerkompetenz.

## 1.3 Verbindlichkeit

Das Dokument hat rein informativen Charakter und ist unverbindlich. Es gelten die jeweils aktuell massgebenden Bestimmungen. Die Autoren haften nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

Viele Aussagen reflektieren die persönlichen Meinungen und Erfahrungen der jeweiligen Autoren. Diese decken sich nicht zwingend mit dem Standpunkt des Herausgebers und sind teilweise auch provokativ. Es wird kein Anspruch auf Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit erhoben.

Sämtliche Angaben ohne Gewähr. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

## 1.4 Copyright-Hinweise

Die vorliegende von Waldhauser + Hermann veröffentlichte Publikation (inkl. Texte, Bilder, Grafiken, Illustrationen etc.) ist Eigentum von Waldhauser + Hermann AG; resp. in Teilen von den jeweiligen Mitautoren und anderen Copyrightinhabern von hiermit veröffentlichtem Material. Sie unterliegen dem Urheberrecht sowie anderen Gesetzen zum Schutz geistigen Eigentums. Sämtliche Materialien dürfen ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von Waldhauser + Hermann auf keine Art verbreitet, genutzt und verwertet, und weder gespeichert, kopiert, vervielfältigt, verändert oder ergänzt werden.

Die Herausgeberin hat sich bemüht, sämtliche Copyrightinhaber ausfindig zu machen und um die Erlaubnis des Abdrucks zu bitten. Sollten Copyrightinhaber übersehen worden sein, bitten wir diese, sich mit der Herausgeberin in Verbindung zu setzen. Danke für die Abdruckrechte.



## 1.5 Abgrenzung

Die Arbeitshilfe ist keine abschliessende Dokumentation, welche den Erwerb und die Lektüre von Normen, Richtlinien, Merkblättern und dergleichen ersetzt. Im Gegenteil, sie soll die aus Sicht der jeweiligen Autoren für den täglichen Gebrauch wichtigsten Bestandteile im Sinne eines zusammenfassenden Nachschlagwerkes enthalten. Auf diesem Weg kann man sich rasch einen Überblick verschaffen, um im Anschluss die aktuell gültigen Quellen-Dokumente genau zu konsultieren. Die Arbeitshilfe soll es dem Leser einfacher gestalten, sich im "Informations-Dschungel" zu orientieren.

## 1.6 Produkte

An ausgewählten Stellen, wo es als der Sache dienend erachtet wurde, werden Angaben zu Produkten gemacht. Dies bedeutet nicht, dass diese Produkte bevorzugt oder von den Autoren als besonders gut eingeschätzt werden. Es bedeutet lediglich, dass die dargestellten Informationen als eine geeignete Illustration für den Zweck dieser Arbeitshilfe betrachtet wurden.

## 1.7 Danksagung

Ich möchte meine Wertschätzung wie folgt ausdrücken:

- Danke meinen Mitautoren für ihr Interesse, Durchhalten und Zeit. Ohne sie wäre dieses Werk nicht in diesem Umfang zustande gekommen.
- Danke den verschiedenen Behörden, Verbänden und Firmen dafür, dass wir ihre Werke, Darstellungen und Bilder in diesem Dokument auszugsweise abdrucken dürfen.
- Danke der Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Architektur. Im Rahmen meiner dortigen Lehrtätigkeit als Verantwortlicher für das Fach Gebäudetechnik und Nachhaltigkeit im Bachelor-Studiengang für Architekturstudierende entstand die Idee für dieses Vorhaben und habe ich es zu einem Teil erstellt.
- Danke all denjenigen, deren Arbeiten in der vorliegenden Dokumentation als Beispiele (ohne Nennung) gezeigt werden. Es soll der Sache dienen,

Erbautes kritisch hinterfragen zu dürfen und aus allfälligen Fehlern zu lernen. Die gemachten Aussagen sind grösstenteils persönliche Einschätzungen der jeweiligen Autoren, ohne Anspruch auch Richtigkeit, Wertung, Verbindlichkeit oder Schuldzuweisung.

- Danke an diverse kritische Gegenleser (Behörden, Fachspezialisten, Architekten, Lieferanten, Studierende, usw.) mit den konstruktiven Rückmeldungen und Ergänzungen.
- Danke meinem Vater Werner für das Vorleben des Andersdenkens.
- Danke an Thomas Bloch und Wolfgang Rätz für die Beratung im Zusammenhang mit dem Druck dieser Arbeitshilfe.
- Danke Cornelia Tapparelli für die wertvolle Hilfe im Endspurt.
- Danke meinen Geschäftspartnern Marco Waldhauser und Roman Hermann für die Geduld während der Erstellung dieses Werkes.
- Danke meiner Frau Karin und meinen Kindern Livia und Rocco, dass sie immer wieder auf Zeit mit mir verzichtet haben, damit ich mich auf dieses Werk konzentrieren konnte.

## 1.8 Rückmeldungen

Im Sinne einer laufenden Verbesserung dieses Dokuments sind wir sehr an Ihren Rückmeldungen, konstruktiven Kritik, Korrektur- und Ergänzungsvorschlägen interessiert. Bitte wenden Sie sich in erster Linie per E-Mail an [stefan.waldhauser@waldhauser-hermann.ch](mailto:stefan.waldhauser@waldhauser-hermann.ch).

## 1.9 Anwendungshinweise

Es wurde versucht, üblicherweise zu Beginn eines jeden Kapitels auf weiterführende relevante Literatur zu verweisen (grau hinterlegt).

Am Schluss des Dokuments befindet sich ein Indexverzeichnis und Platz für eigene, ergänzende Notizen.

## 1.10 Verbindlichkeiten

Wir haben versucht, auf jeweils relevante Werke, Dokumentationen und Hilfsmittel direkt in den betroffenen Kapiteln zu verweisen.

Die nachfolgende, nicht abschliessende Tabelle ist ein Versuch, einen Überblick über die unterschiedlichen Verbindlichkeiten darzustellen; nach unserem Verständnis; und ohne Rechtsgültigkeit:

Verbindlichkeit	Was	Bemerkungen
Zwingend einzuhalten	Verfassung, Gesetze	Ausnahmen können bei Angabe von gut begründeten Umständen erlaubt werden. Teilweise sind Ausnahmegewilligungen seitens Behörden erforderlich.
	Verordnung	Sie ist ein in der Regel ergänzender bzw. erläuternder Rechtstitel, gestützt auf Verfassung oder Gesetz. In diesem Sinne dem Gesetz gleichgestellt.
	Mustervorschriften (Brandschutz)	Gebäude müssen unter Berücksichtigung der Brandschutzvorschriften erstellt werden; diese sind dementsprechend verbindlich.
Nicht direkt	Mustervorschriften (MuKE)	Die <u>M</u> ustervorschriften der <u>K</u> antone im <u>E</u> nergiebereich (MuKE) bieten einen guten Überblick der Verordnungen. Im Vollzug sind sie unverbindlich, ihr Ziel ist "lediglich" eine schweizweite Harmonisierung von Vorschriften im Energiebereich. Massgebend sind letztendlich die jeweiligen Bestimmungen der Kantone; denn diese sind dafür zuständig (nicht der Bund). Auf den Internetplattformen der jeweiligen kantonalen Behörden sind die energierechtlichen Bestimmungen, Energiegesetz und -verordnung, zu finden.

Verbindlichkeit	Was	Bemerkungen
Einhaltung zu empfehlen	SIA Normen, SIA Merkblätter (= SIA-Vornormen)	Es gilt die Vermutung, dass diese Publikationen (insbesondere Normen), bezogen auf ihren Anwendungsbereich, anerkannte Regeln der Baukunde sind, wie das Bundesgericht mehrmals festgehalten hat. Abweichungen auf Basis einer objektiven Risikoabschätzung sind zulässig; sofern dies die Bauherrschaft bewilligt und mitträgt.
	SWKI- und SVGW-Richtlinien	Diese Publikationen werden, bezogen auf ihren Anwendungsbereich, oft als anerkannte Regeln der Baukunde betrachtet. Die zwingende Verbindlichkeit kann mittels einer schriftlichen Vereinbarung im Vertrag (z. B. Honorar- oder Werkvertrag) erreicht werden.
	Bfu-Empfehlungen	Die Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu ist eine private Stiftung mit dem gesetzlichen Auftrag, Unfälle im Nichtberufsbereich zu verhindern und deren Folgen zu mindern. Die bfu ist beratend tätig, kann Empfehlungen abgeben, hat aber keine Weisungsbefugnisse. Bei den Beratungen stützt sie sich auf Normen.
Berücksichtigung oft von Nutzen	Merkblätter, Arbeitshilfen, Arbeitsblätter usw.	Viele Vereine und Verbände publizieren Merkblätter für ihre Fachbereiche. Diese enthalten oft Erfahrungen aus der Praxis oder ergänzen Regelwerke und können demzufolge nützliche Hinweise enthalten.

Verbindlichkeit	Was	Bemerkungen
Individuell	Betriebs-Vorschriften u. -Richtlinien	Auch betriebsinterne Dokumente können verbindlich sein; welche dann allerdings nur für den (schriftlich) vereinbarten Fall gelten.

Bei sicherheitsrelevanten Abweichungen ist das Niveau der Schutzziele beizubehalten.

### Verbindlichkeit ausländischer Regelwerke

Als Mitglied vom CEN ist die Schweiz verpflichtet, die Europäischen Normen (EN) zu übernehmen. Diese erlangen aber erst mit der Übernahme durch den SNV (als SN EN) an Bedeutung [1]. In den nationalen Elementen (Nationales Vorwort und Nationale Anhänge) können spezifische nationale Anwendungsbedingungen in der Schweiz definiert werden. Dabei können z. B. auch strengere nationale Vorschriften zur Anwendung kommen, als definiert.

Eine VDI-Richtlinie (Verein Deutscher Ingenieure) erlangt in der Schweiz erst mit der Übernahme (z. B. durch den SWKI) – als Richtlinie – an Bedeutung [1]. Auch in diesem Fall können in den nationalen Elementen (Nationales Vorwort und Nationale Anhänge) spezifische nationale Anwendungsbedingungen in der Schweiz definiert werden.

DIN-Normen (Deutsches Institut für Normung) sowie auch Regelwerke aus anderen Ländern haben in der Schweiz grundsätzlich keine Bedeutung [1].

[1] Wenn es in der Schweiz kein entsprechendes Dokument zum gleichen Themenkreis gibt, können in einem Schadensfall als Grundlage für einen Vergleich grundsätzlich auch ausländische Regelwerke beigezogen werden.

### Individuelle Verbindlichkeit

Grundsätzlich können durch den Auftraggeber (in einem Vertrag; z. B. Planer- oder Werkvertrag) oder in der Baubewilligung jegliche Dokumente zu Auflagen resp. Grundlagen erhoben werden, wobei diese dadurch rechtsverbindlich werden.

## 2 Das Wichtigste in Kürze

Die folgenden Stichworte sind bei Weitem keine abschliessende Checkliste. Sie sollen lediglich auf einen Blick an ein paar wesentliche Themen erinnern. Details sind im entsprechenden Abschnitt nachzuschlagen.

Thema	Kriterien
Naturgefahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gefährdungssituation frühzeitig abklären und Schutzmassnahmen vorsehen, ggf. Fachperson beiziehen (z. B. Bauingenieur)</li> <li>– Check mit <a href="http://www.schutz-vor-naturgefahren.ch">www.schutz-vor-naturgefahren.ch</a></li> </ul>
Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Insbesondere bei natürlich belüfteten Gebäuden hat die Materialisierung der Umgebung einen wesentlichen Einfluss auf das Raumklima. Von Natur aus kühle Oberflächen (z. B. Begrünung) bewirken im Zusammenspiel mit schattengebendem Bewuchs (z. B. Bäume) aufgrund der verdunstenden Eigenschaften eine kühle Umgebung des Gebäudes. Dies fördert die natürliche Kühlung des Gebäudes über die Lüftungsöffnungen.</li> </ul>
Materialisierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Langlebigkeit</li> <li>– Instandhaltungskosten für Eigentümer</li> <li>– Farbgebung: <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Innenraum (Behaglichkeit) [1]</li> <li>Im Aussenraum (Aufheizung Baukörper)</li> </ul> </li> </ul>
Gebäudehülle	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kompakter Baukörper</li> <li>– Langfristig hagelresistente Materialien (HW3, <a href="http://www.hagelregister.ch">www.hagelregister.ch</a>)</li> <li>– Raumhohe Gläser vermeiden (ermöglicht eine verbesserte Tageslichtausnutzung)</li> <li>– Separate Systeme für den Sonnenschutz (ausenliegend) und Blendschutz (innenliegend)</li> </ul>

## 4 Gebäude-Funktionen

Gebäude haben aufgrund ihrer vorgesehenen Nutzung teilweise ganz unterschiedliche Anforderungen. Diese seien in der Folge zusammengefasst (nicht abschliessend).

### 4.1 Altersheime, Alterswohnungen

Siehe auch:

- Die Schweizer Fachstelle für hindernisfreie Architektur, Richtlinie "Wohnungsbau hindernisfrei – anpassbar; Behinderten- und Altersgerechte Wohnbauten"
- Die Schweizer Fachstelle für hindernisfreie Architektur, Planungsrichtlinie "Altersgerechte Wohnbauten; Der Schweizer Planungsstandard"
- Die Schweizer Fachstelle für hindernisfreie Architektur, Richtlinie "Wohnungsanpassungen bei behinderten u. älteren Menschen\*"; Ratgeber mit Checkliste für Betroffene u. Fachleute"
- bfu-Fachdokumentation 2.103.01 "Bauliche Massnahmen zur Sturzprävention in Alters- und Pflegeinstitutionen"
- Age-Stiftung
- SAHB Hilfsmittelberatung
- Verein LEA

- Kombination einer Fussbodenheizung mit einem Holzboden (und evtl. noch einer mechanischen Lüftung) nicht empfehlenswert (Austrocknung vom Holz).

### 4.2 Autoreparaturwerkstätte, Autowaschstrassen

Siehe auch:

- EKAS-Broschüre 6203.d
- SUVA "Explosionsschutz. Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen"

- Oft besteht in Räumen je nach Nutzung eine Anforderung an den Explosionsschutz

### 4.3 Batterieräume

Siehe auch:

- SLG Stand der Technik Papier "Notbeleuchtung"; Version 1.4, Stand 01.01.2017

### 4.4 Büros, Verwaltungen

Siehe auch:

- SECO Broschüre "Grossraumbüros - So schützen Sie die Gesundheit der Mitarbeitenden"

### 4.5 Chemielager

Siehe auch:

- SWKI 95-4:1995 "Lüftungsanlagen im Chemielager"

### 4.6 Datencenter

- Raumklima
- Versorgungssicherheit

### 4.7 Verkaufsgeschäfte, Einkaufszentren

Siehe auch:

- Die Schweizer Fachstelle für hindernisfreie Architektur, Richtlinie "Empfehlungen für den Migros-Ladenbau (2002)"

- Lüftung
- Kälte / Abwärme-Nutzung
- Anlieferung
- Parkplätze

### 4.8 Hotels, Restaurants, Ferienwohnungen

Siehe auch:

- Die Schweizer Fachstelle für hindernisfreie Architektur, Richtlinie "Minimale und optimale behinderten- und betagtegerechte Gestaltung"

### 4.9 Küchen

Siehe auch:

- SWKI VA102-01:2009 "Raumluftechnische Anlagen in Gastwirtschaftsbetrieben"

- Fettthaltige Abluft muss separat über Dach geführt werden

## 6.1 Hagelschutz

Ein Grossteil aller Gebäude in der Schweiz wird mindestens einmal in 50 Jahren von einem heftigen Hagelschlag mit Hagelkörnern  $\geq 3$  cm getroffen. Hagelkörner dieser Grösse treffen mit fast 90 km/h auf. An Gebäuden können sie Kunststoffe und Putze durchschlagen oder Storen und dünne Bleche verbiegen. Wird die Fassade undicht, kann Wasser eindringen und hohe Folgeschäden verursachen. Die Gefährdung ist in den Sommermonaten besonders gross.

Zuverlässigen Schutz bieten hagelresistente Materialien. Für die ganze Gebäudehülle wird Hagelwiderstand HW3 empfohlen ([www.hagelregister.ch](http://www.hagelregister.ch)), womit 3 cm grosse Hagelkörner keine Schäden verursachen. Besondere Vorsicht ist bei vielen Kunststoffprodukten (Oberlichter, Abdichtungsbahnen etc.) geboten, da deren Widerstandsfähigkeit schnell abnimmt. Deshalb wählen Sie besser Oberlichter aus Glas oder schützt diese mit einem Gitter. An eine zentrale Steuerungseinheit angeschlossene Storen können mit einem Warnsignal der VKF ([www.vkf.ch/hagelschutz](http://www.vkf.ch/hagelschutz)) bei Hagelgefahr automatisch hochgezogen werden.



Perforation Oberlicht

[VKF]



Beschädigter Sonnenschutz

[VKF]



Beschädigter Putz einer Fassade

[VKF]



Farbschäden an Holzteilen

[VKF]

## 6.2 Sturmfestigkeit

Siehe auch:

- SIA 261:2014 "Einwirkungen auf Tragwerke"
- SIA D 0188:2006 "Wind - Kommentar zum Kapitel 6 der Normen SIA 261 und 261/1 (2003) Einwirkungen auf Tragwerke"

Die Krafteinwirkung durch Wind ist besonders gross, wenn sich Druck- und Sogkräfte überlagern, beispielsweise an Dachvorsprüngen oder wenn das Gebäude nicht winddicht ist. Die Schweizer Baunormen verlangen seit jeher eine gute Sturmfestigkeit. Wichtig ist, dass alle Bauteile und deren Verbindungen diesen Normen entsprechen, vor allem Dacheindeckungen, vorgehängte Fassaden sowie An- und Aufbauten. Viele Schäden sind auf mangelhafte oder fehlende Nachweise oder auf ungenügende Verbindungen zurückzuführen.

Die Methodik zur Ermittlung der massgebenden Windeinwirkung erfolgt nach der SIA 261. Dazu braucht es Angaben zum sog. Referenzstaudruck (SIA 261 Anhang E), zur Hauptwindrichtung und zu den lokalen Windverhältnissen. Für die Bemessung kommen noch weitere Werte wie Standort, Gebäudehöhe und -form und Sicherheitsfaktoren hinzu. Wer die Baunormen konsequent einhält, schützt Tragwerk und Gebäudehülle ausreichend vor Sturm. Fragen zur Bemessung gemäss SIA 261 muss eine Fachperson (i.d.R. Bauingenieur) klären. Die Baunormen sind "bis zur letzten Schraube"



Stark verwittertes Asbestzementdach



Spritzasbest (Spray auf Stahlträgern)



PCB-haltige Fugendichtungsmasse



PCB haltiger Bodenfarbanstrich



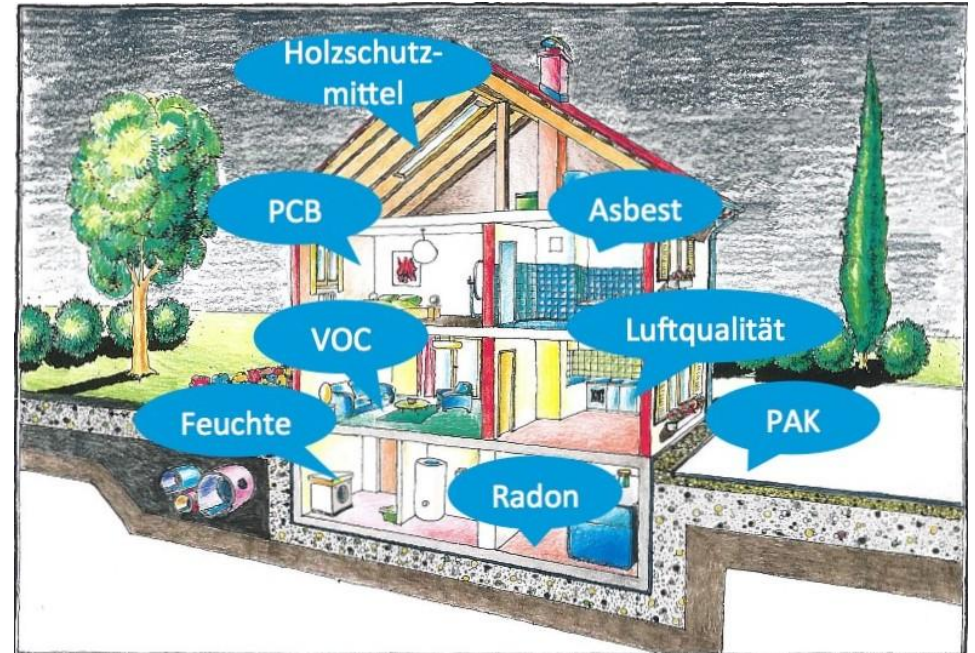
Fenstersteg aus Blei



PAK-haltige Dachpappe

## 7.5 Wo treten Gebäudeschadstoffe auf?

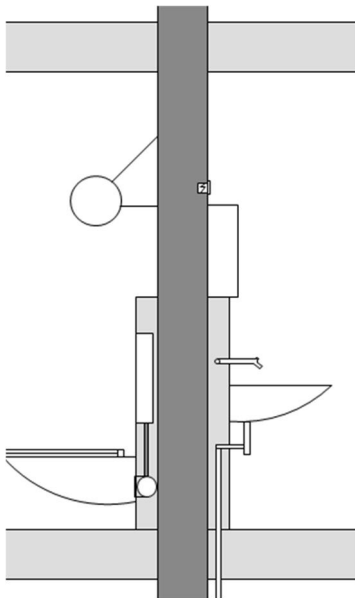
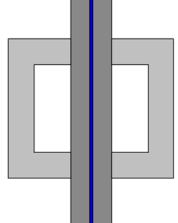
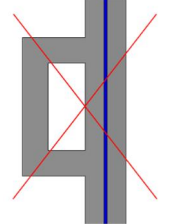
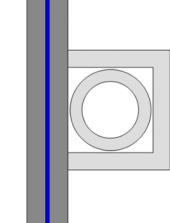
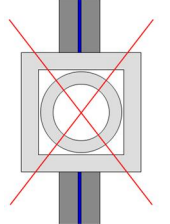
An zahlreichen Stellen im und ums Gebäude können Schadstoffe ein Thema sein. Die nachfolgende Abbildung soll einen Überblick darüber bieten, welche Schadstoffe in einem Gebäude während der Nutzung oder bei einem Umbau relevant sein können.



Mögliche Schadstoffvorkommen in den verschiedenen Gebäudebereichen (nicht vollständig)

Neben den in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen Schadstoffen Asbest, PCB, Blei und PAK gibt es noch weitere Gebäudeschadstoffe, die bei einem geplanten Umbau beachtet werden sollten. Die folgende Auflistung soll einen Hinweis geben, kann jedoch nicht abschliessend sein.

- *Schlacken*, die oft in Zwischenwänden oder Hohlböden verbaut sind, können erhöhte *Schwermetallgehalte* aufweisen, die bei der Entsorgung berücksichtigt werden müssen.

Installation	Installationsschächte	Abgasanlagen
	<p><b>gestattet</b></p>  <p>Brandmauer</p> <p><b>nicht gestattet</b></p>  <p>Brandmauer</p>	<p><b>gestattet</b></p>  <p>Brandmauer</p> <p><b>nicht gestattet</b></p>  <p>Brandmauer</p>
	[gemäss VKF BSE 100-15, Anhang zu Ziffer 5.1]	

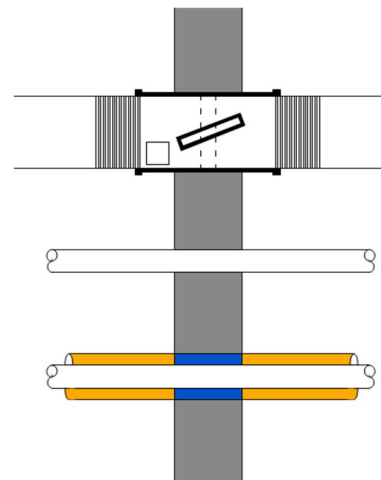
In Brandmauern sind Durchbrüche und Leitungsdurchführungen feuerwiderstandsfähig zu verschliessen. Aussparungen für die Durchführung von Installationen durch Brandmauern sind unter Berücksichtigung der Wärme-dehnung:

- mit Material aus Baustoffen der RF1 auszufüllen und dicht zu verschliessen; oder
- mit VKF-anerkannten Abschottungssystemen zu verschliessen. Die Abschottungssysteme müssen bei Brandmauern REI 180 einen Feuerwiderstand EI 90 und bei Brandmauern REI 90 oder REI 60 einen Feuerwiderstand EI 30 aufweisen.

In Brandmauern sind brennbare Wärmedämmschichten von Installationen im Bereich der Durchführung mit Material aus Baustoffen der RF1 zu unterbrechen. Bei geprüften und anerkannten Abschottungssystemen gelten die

Einbaubestimmungen des Systems. Das Durchführen von brennbaren Leitungen durch Brandmauern ist nicht gestattet. Lüftungskanäle sind im Bereich der Durchführung durch Brandmauern mit Brandschutzklappen mit Feuerwiderstand EI 30-S zu versehen.

### Durchführungen durch die Brandmauer



Die Durchführung von brennbaren Leitungen ist nicht gestattet.

- Werden Lüftungskanäle durch Brandmauern hindurchgeführt, sind Brandschutzklappen EI 30-S anzuordnen.
- Leitungen aus Baustoffen RF1 für Kalt und Warmwasser, Abwasser, Heizung, und dgl. Dürfen durch die Brandmauer hindurchgeführt werden.
- Brennbare Rohrisolationen sind bei der Durchführung durch die Brandmauer mit Baustoffen RF1 zu unterbrechen.

[gemäss VKF BSE 100-15, Anhang zu Ziffer 5.2]

## 10.8 Brandabschnittsbildung (Wände, Decken, Schächte)

Siehe auch:

- Brandschutzrichtlinie BSR 15-15 "Brandschutzabstände Tragwerke Brandabschnitte"
- Brandschutzrichtlinie BSR 24-15 "Wärmetechnische Anlagen"
- Brandschutzrichtlinie BSR 25-15 "Lufttechnische Anlagen"

### 10.8.1 Allgemeine Notwendigkeit

Brandabschnitte sind Bereiche von Bauten und Anlagen, die durch brandabschnittsbildende Bauteile (raumabschliessende Bauteile wie Brandmauern, brandabschnittsbildende Wände und Decken, Brandschutzabschlüsse und Abschottungen) voneinander getrennt sind. Sie müssen den Durchgang von Feuer, Wärme und Rauch begrenzen.

### 11.3 Raumkategorien

Entscheidungskriterien sind hygienerelevantes Umfeld (offene oder geschlossene Prozesse).

Unterscheidung in 4 Kategorien nach Art der Reinigung:

- Nassräume (tägliche Reinigung mit Mitteldruck)
- Feuchträume (gelegentliche Nassräume)
- Klimatisierte Räume / Lager
- Trockenräume

Nassräume sind ausserordentlich aufwändig und teuer. Im Gegensatz dazu können Trockenräume einfach und kostengünstig erstellt werden.

#### 11.3.1 Nassräume

Produktions- und Waschräume, in denen Anlagen, Anlagenteile, Geräte, Boden und Wände periodisch mit Druck gewaschen, geschäumt und desinfiziert werden:

- glatte, gut zu reinigende Oberflächen
- Bodengefälle 1.5 – 2.0 %, Bodenabläufe in Hygieneausführung
- keine horizontalen Flächen (Fenstersimse, Tragkonstruktionen)
- keine Hohlräume in Decken und Wänden (lunkerfreie Herstellung)



Prozesstechnik, Hygienebereich / Nassraum

#### 11.3.2 Feuchträume

Produktions- und Verpackungsräume, Treppenhäuser, Garderoben, Toiletten und Pausenräume, die periodisch nach Bedarf nass oder feucht gereinigt werden:

- keine Hochdruckreinigung für Maschinen im Raum
- evtl. periodische Nassreinigung des Fussbodens
- glatte, gut zu reinigende Oberflächen, keine Hohlräume
- evtl. Bodengefälle (0.5 – 1.5 %), Abflüsse und Rinnen nach Bedarf



Garderoben, Hygiene konform / Feuchtraum

#### 11.3.3 Klimatisierte Räume

Räume, in denen offene oder verpackte Produkte gelagert werden und aus technologischen Gründen (z. B. hygroskopische Produkte) oder technischen Gründen (Folien etc.) konditioniert werden müssen:

- definierte Temperaturen und Luftfeuchtigkeit
- keine oder nur hygienisch verschlossene Bodenabläufe (gelegentliche Nassreinigung)
- glatte, gut zu reinigende Oberflächen
- Fremdeinflüsse auf Raumklima berücksichtigen



Raster	Minimale Stützenabmessungen	
	Schleuderbetonstütze R 90	Vollstahlstütze (ohne Brandschutz)
5 m x 5 m = 25 m <sup>2</sup> (18 cm Decke) bei 6 Decken = 2'000 kN	250 mm	160 mm
7 m x 7 m = 49 m <sup>2</sup> (24 cm Decke) bei 6 Decken = 5'000 kN	300 mm	200 mm
8 m x 8 m = 64 m <sup>2</sup> (28 cm Decke) bei 6 Decken = 7'000 kN	350 mm	240 mm
9 m x 9 m = 81 m <sup>2</sup> (35 cm Decke) bei 6 Decken = 10'000 kN	400 mm	260 mm

Durchmesser oder quadratisch sind ähnlich. Runde Stützen wirken schlanker.



Beispiel Pilzstützen: Die Kräfte in der Decke werden durch die Pilze reduziert. Dementsprechend kann die Deckenstärke reduziert werden.



Höchste Belastung über Stützen



Stahl- / Betonverbundstütze



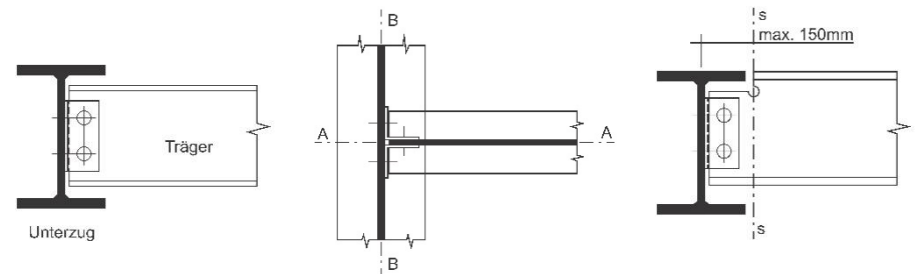
Stahlbetonstütze

## 12.5 Stahlprofile

Gängige Profile zwischen 100 mm bis 1000 mm Höhe sind:

- IPE (für Biegung am effizientesten, jedoch grosse Profilhöhe erforderlich)
- HEA
- HEB
- HEM
- HDD (für Biegung nicht effizient, jedoch kleine Profilhöhe erforderlich)

Siehe auch SZS C4 und C5.



Trägeranschluss mit Winkeln

Ausgeklinkte Träger

Normalfälle

[SZS C 9.1 Stahlbaupraxis; Abb. 9 (links, Middle) und Abb. 10 (rechts)]

### Kennwerte typischer Verglasungen mit Sonnenschutz:

Verglasung und Sonnenschutz (in 45° Stellung)	$U_g$ W/(m <sup>2</sup> K)	g -
Zweifachglas normal + Aussenlamellenstoren pastell	2,9	0,13
Zweifachglas normal + Innenlamellen hell	2,9	0,37
Zweifach-Wärmeschutzglas + Aussenlamellenstoren pastell	1,3	0,09
Zweifach-Wärmeschutzglas + Innenlamellen hell	1,3	0,40
Zweifach-Kombiglas 73/40 + Innenlamellen hell	1,2	0,32
Zweifach-Kombiglas 50/24 + Innenlamellen hell	1,1	0,23
Dreifachglas normal + Aussenlamellenstoren pastell	1,9	0,11
Dreifachglas normal + Innenlamellen hell	1,9	0,37
Dreifach-Wärmeschutzglas + Aussenlamellenstoren pastell	0,7	0,07
Dreifach-Wärmeschutzglas + Innenlamellen hell	0,7	0,36

Kennwerte typischer Verglasungen mit Sonnenschutz  
[EnDK / EnFK Vollzugshilfe EN-102, Kap. 8, Tab. 5]

### Hinweise

- g-Werte verschiedener Schichten (z. B. Fenster + Sonnenschutz) dürfen weder mathematisch addiert noch multipliziert werden.
- Die Bestimmung des g-Wertes einer Konstellation (z. B. Fenster + Sonnenschutz) muss nach einem normierten Verfahren erfolgen. Viele Lieferanten von Sonnenschutz-Komponenten haben dazu eigene Berechnungstools entwickelt.
- Wird ein Glas mit einem Sonnenschutz mit einem "tiefen" g-Wert kombiniert, ist dies gesamtheitlich betrachtet nicht zwingend besser als die Kombination von demselben Glas mit einem anderen Sonnenschutz (oder anderen Farbe) mit einem "höheren" g-Wert.

### Verminderung g-Wert wegen Verschmutzung

Verschmutzte Verglasungen haben einen reduzierten Wärmedurchgang zur Folge. Während dies im Sommer vorteilhaft ist, hat dies im Winter einen erhöhten Wärmebedarf zur Folge. Es ist empfehlenswert, verglaste Bauteile im Herbst zu reinigen.

### Gesamtenergiedurchlassgrad Verglasung g<sub>⊥</sub> (-)

SN EN 410 gibt eine Methode zur Berechnung des Gesamtenergiedurchlassgrads g<sub>⊥</sub> für senkrecht auftreffende kurzwellige Strahlung. Produktwerte beziehen sich ebenfalls auf senkrecht einfallende kurzwellige Strahlung. Um den durchschnittlichen Einfallswinkel und den durchschnittlichen Grad der Verschmutzung zu berücksichtigen, wird der nach SN EN 410 berechnete Wert bzw. der Produktwert für alle Orientierungen um 10 % vermindert (g = 0.9 g<sub>⊥</sub>).

Ohne Nachweis von produktspezifischen Werten sind die Rechenwerte gemäss Tabelle 19 zu verwenden.

Tabelle 19 Gesamtenergiedurchlassgrad g<sub>⊥</sub> (Rechenwerte für typische neue Gläser):

Art der Verglasung		g <sub>⊥</sub>
2-IV-IR	Wärmeschutzglas	0,55
3-IV-IR	Wärmeschutzglas	0,50

Verfahren zur Berechnung des Gesamtenergiedurchlassgrads von Sonnenschutzeinrichtungen mit Verglasungen finden sich in SN EN 13363-1 und SN EN 13363-2.

[SIA 380/1:2016; Art. 3.5.4.11]

### 15.5 Gebäudeundichtigkeit

Die Lage und der Verlauf der Luftdichtung in der Fläche, bei den An- und Abschlüssen sowie bei Durchdringungen müssen im Luftdichtheitskonzept festgelegt werden.

[SIA 180:2014, Art. 3.6.1.6]



Eine stark strukturierte Ziegelmauer bildet akustisch einen guten Kontrast zu Glas, hier im Grundriss dargestellt.  
[Akustisch gute Architektur für Strassenräume]

### 17.4.7 Bodenbelag

Der Bodenbelag bietet viele akustische Gestaltungsmöglichkeiten und hat sowohl Einfluss auf die Raumakustik als auch auf die Klangerzeugung im Raum bzw. der Umgebung, insbesondere durch Schritte.

#### Raumakustik

- Je härter, glatter und ebener der Bodenbelag, desto härter der Raumklang und stärker die Raumresonanzen; Nuancen bewirken bereits grosse Unterschiede (z. B. Steinwahl, Fugen, Oberflächenstruktur, kleine Unebenheiten etc.)
- Je weicher der Bodenbelag, desto privater die akustische Wirkung
- Je steifer die Bodenoberfläche, desto gleichförmiger die akustische Reaktionsweise; aufgelockerte Bodenflächen (z. B. flexibel verbundene Steinplatten, nichtverleimter Parkett) wirken raumakustisch ausgleichend.

#### Klangerzeugung

- Die Klangereignisse, welche durch die Boden-Oberflächen mitgestaltet werden, prägen die akustische Atmosphäre in einem Raum / einer Umgebung mit.
- Nicht immer ist unhörbar gut: Für die Orientierung und das Sicherheitsgefühl ist es an einem Ort angenehmer, Bewegungen im Umfeld zu hören.
- Bodenbeläge, die zu einer vielfältigen Klangerzeugung führen, sind vorteilhaft (heterogene Materialien, Platten unterschiedlicher Grösse, Oberflächentexturen, etc.).



Ein Mergelbelag in einem Park ist akustisch eine gute Wahl. Die Schritte der Parkbesucher werden dadurch hörbar und gut zuordenbar; das Erfassen der Situation wird erleichtert. Durch die Aktivitäten auf solchen Böden erhält der Ort einen eigenen, lebendigen akustischen Charakter.



Ein Holzboden führt zu einer vielfältigen Klangerentwicklung. Es ist lohnenswert, darauf zu achten, welche Materialien "bei jedem Schritt" anders klingen.

### 17.4.8 Komposition vielfältiger Räume, Unterräume und Bereiche

Räume als eine Komposition von vielfältigen Unterräumen und geometrisch betonten Bereichen zu begreifen, ist ein hilfreicher Leitgedanke für die Gestaltung von akustisch gut funktionierenden Lebensumgebungen.

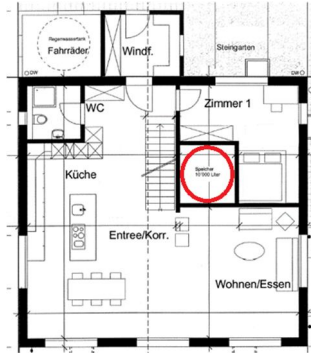


Von der akustischen Qualität historischer Anordnungen lässt sich auch für heutige Entwürfe viel lernen.

Kernstück bilden Heiz-Wasser Speicher aus schwarzem Stahl. Die Speichervolumina bei 100 % Deckung reichen von etwa 20 m<sup>3</sup> im EFH, bis über 200 m<sup>3</sup> in MFH (entsprechend einer Höhe von bis zu knapp 20 m und Durchmesser von bis zu knapp 4 m).



8-Familien-Sonnenhaus mit einer Kollektorfläche von 168 m<sup>2</sup> Solarwärme und 108 m<sup>3</sup> Wärmespeicher [Jenni Energietechnik AG]



Saisonaler 10 m<sup>3</sup> Liter Technischer Speicher innerhalb des Dämmperimeters: Die Wärmeverluste kommen dem Gebäude zugute [Jenni Energietechnik AG]

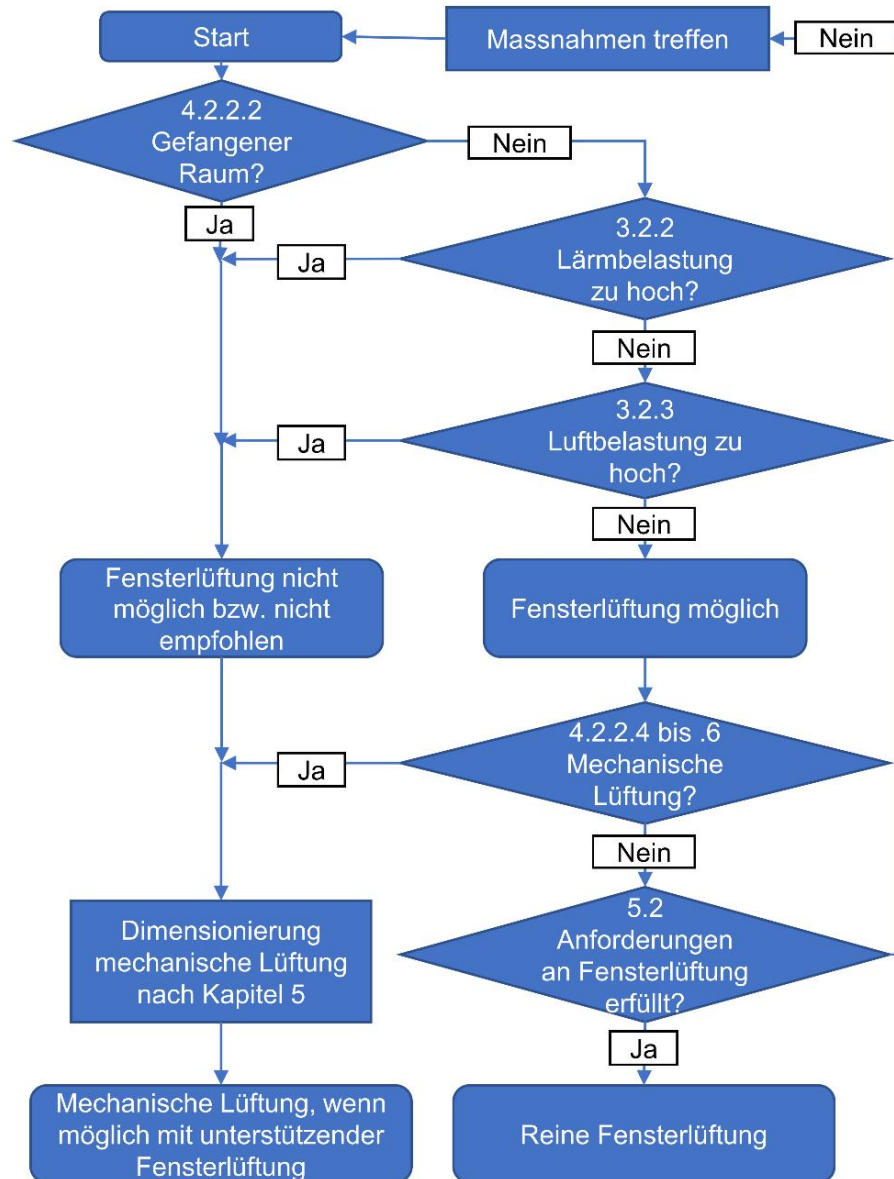
Grösstenteils werden Sonnenkollektoren heutzutage als Ergänzung der Wärmeerzeugung (Öl, Gas, Holz, Wärmepumpe, etc.) entweder zur Trinkwassererwärmung oder idealerweise auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Der Nutzen kann im Wohnungsbau maximiert werden, wenn auch die Kleiderwaschmaschine und Geschirrspüler ans Trinkwasser angeschlossen werden.

Bei Gewerbebauten ist der Bedarf an Trinkwarmwasser üblicherweise zu gering, um eine Solarwärmanlage zu rechtfertigen. Bei Schulbauten stellt sich das Problem der Sommerferien, weil während dieser Zeit üblicherweise kein Bedarf an Wärme besteht; was für die Installation sehr nachteilig ist (Überhitzung) oder mit einer "überdimensionierten" Speicherung kompensiert werden müsste.

## Kollektor-Varianten

Kollektortypen	Chancen	Einschränkungen
Luftkollektor	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kollektor ohne Flüssigkeitskreislauf zur direkten Erwärmung der Aussenluft</li> </ul>	
Unverglaster Kollektor (auch Absorber- oder Schwimmbadkollektor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einfachste Materialisierung (Ausführung in Kunststoff oder Edelstahl)</li> <li>– Nutzung Niedertemperaturwärme (<math>\leq 30^{\circ}\text{C}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nur für niedrige Temperaturnutzung (Schwimmbäder, Quelle für Wärmepumpe usw.)</li> <li>– hohe Verluste bei höheren Temperaturen, da Kollektor nicht wärmedämmend</li> </ul>
Flachkollektor	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eignen sich grundsätzlich für jegliche Anwendungen</li> <li>– Sinnvoll bis zu <math>80^{\circ}\text{C}</math> Nutztemperatur</li> <li>– Wirken einer Überhitzung entgegen wegen 1. der stark steigenden Wärmeverluste der Kollektoren bei sehr hohen Temperaturen und 2. wegen effizienter möglicher Nachrückkühlung</li> <li>– Die Überhitzungsproblematik ist weitgehend entschärft, wenn sich die Kollektoren in diesem Fall selbständig entleeren können (die Wärmeverluste sind dann im Gleichgewicht mit den Wärmegegewinnen der Sonne)</li> <li>– Einfache Materialisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Müssen bei Flachdächern aufgestellt werden</li> </ul>
Röhrenkollektoren [1]	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Können (fast) horizontal installiert werden (insbesondere direkt-durchflossene)</li> <li>– Sie eignen sich hervorragend für Hoch-Temperatur-Anwendungen bis über <math>150^{\circ}\text{C}</math> (z. B. Industrie-Prozesse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nachrückkühlung, bei Überhitzung, nur bedingt möglich</li> <li>– Empfindlicher gegen Beschädigung (Hagel, Steine usw.)</li> <li>– Überhitzungsproblematik, wenn die Wärmeabfuhr nicht kontinuierlich gewährleistet ist (insbesondere direkt-durchflossene)</li> </ul>

### 19.2.1 Bestimmung Aussenluftversorgungs-Grundkonzept



[gemäss SIA 382/1:2014, Fig. 5]

Der Einbau einer Mechanischen Lüftung ist üblicherweise unumgänglich, wenn ein Gebäude nach Minergie zertifiziert werden soll.

Bei der Systemwahl sollten folgende Überlegungen berücksichtigt werden:

Thema	Überlegungen																																				
Ökobilanz	<p>Die Umweltauswirkungen der beiden betrachteten Lüftungssysteme sind in den folgenden Grafiken anhand der Indikatoren Umweltbelastungspunkte (UBP), nicht erneuerbare Primärenergie (PENR) und Global Warming Potential (GWP; CO<sub>2</sub>-Emissionen) dargestellt.</p> <p><b>UBP [UBP/(a*m2 EBF)]</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Fensterlüftung</th> <th>KWL mit WRG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Unterhalt &amp; Wartung</td> <td>~1000</td> <td>~12500</td> </tr> <tr> <td>Betrieb: Heizwärmeverbrauch</td> <td>~1000</td> <td>~9000</td> </tr> <tr> <td>Betrieb: Stromverbrauch</td> <td>~1000</td> <td>~4000</td> </tr> <tr> <td>Zusätzliche Beton- und Stahlbetonarbeiten (Rohbau)</td> <td>~1000</td> <td>~4000</td> </tr> <tr> <td>Komponenten</td> <td>~1000</td> <td>~3500</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>PENR [MJ-Äqu./(a*m2 EBF)]</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Fensterlüftung</th> <th>KWL mit WRG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Unterhalt &amp; Wartung</td> <td>~10</td> <td>~220</td> </tr> <tr> <td>Betrieb: Heizwärmeverbrauch</td> <td>~10</td> <td>~210</td> </tr> <tr> <td>Betrieb: Stromverbrauch</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>Zusätzliche Beton- und Stahlbetonarbeiten (Rohbau)</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>Komponenten</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	Fensterlüftung	KWL mit WRG	Unterhalt & Wartung	~1000	~12500	Betrieb: Heizwärmeverbrauch	~1000	~9000	Betrieb: Stromverbrauch	~1000	~4000	Zusätzliche Beton- und Stahlbetonarbeiten (Rohbau)	~1000	~4000	Komponenten	~1000	~3500	Kategorie	Fensterlüftung	KWL mit WRG	Unterhalt & Wartung	~10	~220	Betrieb: Heizwärmeverbrauch	~10	~210	Betrieb: Stromverbrauch	~10	~10	Zusätzliche Beton- und Stahlbetonarbeiten (Rohbau)	~10	~10	Komponenten	~10	~10
Kategorie	Fensterlüftung	KWL mit WRG																																			
Unterhalt & Wartung	~1000	~12500																																			
Betrieb: Heizwärmeverbrauch	~1000	~9000																																			
Betrieb: Stromverbrauch	~1000	~4000																																			
Zusätzliche Beton- und Stahlbetonarbeiten (Rohbau)	~1000	~4000																																			
Komponenten	~1000	~3500																																			
Kategorie	Fensterlüftung	KWL mit WRG																																			
Unterhalt & Wartung	~10	~220																																			
Betrieb: Heizwärmeverbrauch	~10	~210																																			
Betrieb: Stromverbrauch	~10	~10																																			
Zusätzliche Beton- und Stahlbetonarbeiten (Rohbau)	~10	~10																																			
Komponenten	~10	~10																																			

Schutzrohr direkt am Verteiler lückenlos angeschlossen ist, brauchen sie keine Dämmung.

[SIA 385/1:2011 Art 5.3.2.7]

## 20.5 Abwasserentsorgung

Siehe auch:

- Kapitel "6.3.3 Mögliche Massnahmen im Bestand"
- SIA 190: 2017 "Kanalisationen"
- VSA SN 592000:2012: "Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung – Planung / Ausführung"
- VSSH SI-Handbuch; Kapitel 4 "Entwässerung"

### 20.5.1 Generell

- Abwasserleitungen weisen horizontal immer Gefälle (1 – 2 %; entspricht 1 – 2 cm pro Laufmeter) in einer Richtung auf. Sie benötigen daher viel Platz an den Decken und beeinträchtigen die Raumhöhe.
- Pluvia oder Absaugentwässerung ist ein System, welches ausschliesslich und nur für Regenabwasserleitungen bei nicht begehbaren Dächern angewendet wird. Diese Anwendung kann nicht für alle Bauarten eingesetzt werden. Vorteil: Ohne Gefälle verlegbar. Die maximalen Distanzen müssen in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe von Fall zu Fall berechnet werden.
- Das Leitungssystem muss vom Hersteller / Vertreiber mit einer hydraulischen Berechnung geprüft werden.
- Das Pluvia Dachentwässerungssystem ist bei Gebäuden mit Schallschutzanforderungen nach SIA 181 – ohne Schallschutzmassnahmen – nicht geeignet.

### 20.5.2 Schmutzwasser (WAS)

- Immer getrennt von Regenabwasserleitungen zu führen.
- Die maximale Einleittemperatur in die öffentliche Kanalisation darf 30°C (kurzfristig 60°C) nicht überschreiten.
- Höhenlage der öffentlichen Kanalisation sowie Rückstauhöhen bei Gemeinde anfragen.

- Entwässerungsgegenstände unter der Rückstauhöhe müssen in einer Abwasserhebeanlage (Pumpensumpf) gesammelt werden und via Pumpe über das Niveau der Rückstauhöhe gefördert werden.
- Anschlüsse, welche über der Rückstauenebene liegen, müssen zwingend natürlich entwässert werden (Pumpen unzulässig).

### 20.5.3 Abwasserhebeanlage / Pumpensumpf

#### Grundsätze für Sammelschächte

- Grundsätzliche Unterscheidung zwischen fäkalienfreien Abwässern und Abwässern mit Fäkalien- und Küchenabwasser.
- Nutz- / Schachtvolumen nach der Schweizer Norm SN 592000:2012 "Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung".
- Übliche Ausführung: Ortsbeton, Normbeton, Polymerbeton, Polypropylen
- Die Schachtdeckel müssen immer zugänglich sein.
- Ab 5 m muss zwingend eine Haltevorrichtung mit Absturzsicherung montiert werden (Ausführung der Schachtleiter gemäss SN EN 14122-4 und SIA 14396). Der Abstand zwischen den Zwischenböden darf 6 m nicht übersteigen.

#### Reservevolumen ( $V_R$ ) ca. 2/3

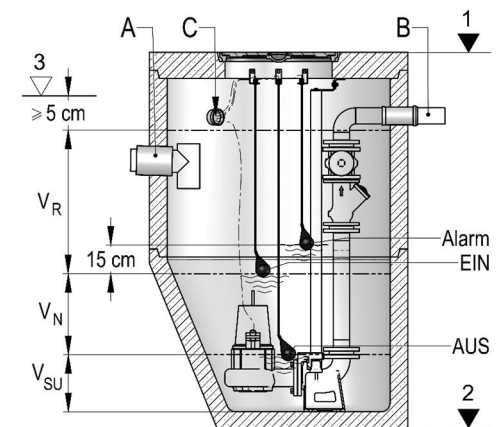
Volumen zwischen dem Einschaltniveau und der Sohle des tiefsten Einlaufs

#### Nutzvolumen ( $V_N$ ) ca. 1/3

Das Volumen zwischen dem Ein- und Ausschaltniveau

#### Pumpensumpf ( $V_{su}$ ) ca. 25 – 30 cm

Das Restvolumen zwischen dem Ausschaltniveau und Schachtboden



Medium	Chem. Z.	Vorteile	Nachteile
Chlorgas aus Elektrolyse	Cl <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nur Säureumschlag / Lagerung</li> <li>– keine Lagerung / Handling von Cl<sub>2</sub></li> <li>– verbesserte Störfallsicherheit</li> <li>– weniger Salzsäureverbrauch für pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– grössere Salzsäurelager (Tankanlage)</li> <li>– höhere Anlage-Investition</li> <li>– mehrere Anlagen für mehrere Becken</li> </ul>
Natriumhypochlorit	NaClO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– relativ einfache Lagerung (Gebinde)</li> <li>– hohe Arbeitssicherheit</li> <li>– einfache, sichere Dosierung</li> <li>– gut geeignet bei „kleinen“ Bädern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stark alkalisch, erhöhter pH-Wert</li> <li>– hoher Säureverbrauch bei hartem Wasser</li> <li>– begrenzte Lagertätigkeit</li> <li>– Bildung von Chlorat</li> </ul>
Kochsalz Elektrolyse	NaClO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– einfache Lagerung von Kochsalz</li> <li>– kein Chemikalienumschlag</li> <li>– einfache, sichere Dosierung</li> <li>– ideal bei aggressivem / weichem Wasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alkalisch, pH-erhöhend</li> <li>– höherer Säureverbrauch bei hartem Wasser</li> <li>– Wasseraufsalzung durch Salzschlupf</li> <li>– hohe Investition / Unterhalt</li> </ul>
Calciumhypochlorit	Ca(ClO) <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– problemlose / einfache Lagerung</li> <li>– sicheres Handling (Trockengut)</li> <li>– hohe Arbeitssicherheit</li> <li>– günstige Investition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alkalisch, pH-erhöhend</li> <li>– tiefer Chlorgehalt, grosse Dosierungen</li> <li>– aufwendiges Handling (Gebinde 45 kg)</li> </ul>

Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von Desinfektions-Systemen

## 21.8 Ausgleichbecken

### 21.8.1 Behältervolumen

Das Fassungsvermögen eines Wasserspeichers muss so gross sein, dass er das Verdrängungswasser, das Schwallwasser und einen Wasservorrat für Filterspülungen aufnehmen kann.

### 21.8.2 Verdrängungswasser

Jeder Badegast verdrängt beim Eintauchen in das Beckenwasser mit seinem Körper mehr oder weniger Beckenwasser. Man rechnet im Mittel pro

Badegast 75 Liter. Die Menge des Verdrängungswassers wird so aus dem Gesamtvolumen der mittleren stündlichen Besucherzahl ermittelt.

$$V_v = 0.075 \times A/a \quad [\text{m}^3]$$

$$\begin{aligned}
 V_v &= \text{Verdrängungswasservolumen} & [\text{m}^3] \\
 A &= \text{Wasserfläche des Beckens} & [\text{m}^2] \\
 a &= \text{Wasserfläche je Person} & [\text{m}^2]
 \end{aligned}$$

Der Wasseraustrag durch Wellenbildung ist je nach Rinnenausbildung unterschiedlich. Bei einer Finnischen Rinne kann er etwas geringer sein als bei einer Züricher Rinne.

$$V_w = 0.052 \times A \times 10^{-0.144 Q/l} \quad [\text{m}^3]$$

$$\begin{aligned}
 V_w &= \text{Schwallwasservolumen} & [\text{m}^3] \\
 A &= \text{Wasserfläche des Beckens} & [\text{m}^2] \\
 Q &= \text{Volumenstrom} & [\text{m}^3/\text{h}] \\
 l &= \text{Länge der Überlaufkante (Rinne)} & [\text{m}]
 \end{aligned}$$

### 21.8.3 Filterspülwassermenge

Den Wasservorrat bestimmt die Filterart. Für Sand-Schnellfilter nach SIA 385/9 sollen pro m<sup>2</sup> Filterfläche ca. 4 m<sup>3</sup> Wasser für die Rückspülung bereitgehalten werden.

$$V_R = 4 \times A_F \quad [\text{m}^3]$$

$$\begin{aligned}
 V_R &= \text{Wasservorrat für Spülung} & [\text{m}^3] \\
 A_F &= \text{Filterquerschnittsfläche} & [\text{m}^2]
 \end{aligned}$$

## 21.9 Badewassererwärmung

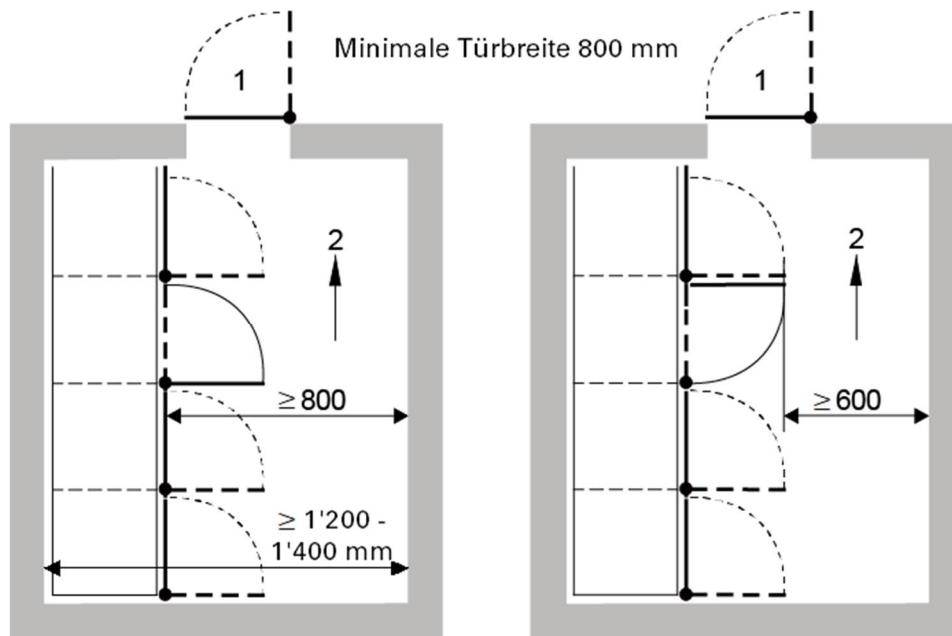
Es ist zu unterscheiden zwischen Erstaufheizung und Dauerheizung. Beide Heizleistungen sind für die Dimensionierung von Umformer, Heizleitungen und Regelung zu ermitteln.



Elektrischer Betriebsraum (Laborgebäude)



Elektrischer Betriebsraum (Laborgebäude)



[NIN 2015 Electrosuisse B+E Kapitel 7.29.3]

Optimale Raumbreiten von Elektroräumen:

- Einseitig angeordnet: 1'200 – 1'400 mm
- Zweiseitig angeordnet: 2'500 – 3'000 mm

Elektrische Betriebsräume werden am besten in länglicher Form ausgebildet. An der Stirnseite liegt die Eingangstür und an den Seitenwänden werden die Schaltschränke angeordnet.

### 22.10.1 Anforderungen

Ein normaler Elektroraum, in dem Schalt- und Steuerschränke platziert werden, benötigt eine Raumtemperatur zwischen 15°C – 35°C. Kann diese Temperatur wegen der Abwärme der eingebauten Schränke im Sommer nicht durch eine reine Abluftanlage gewährleistet werden, muss der Raum zusätzlich gekühlt werden.

Die Abwärme der einzelnen Schränke kann beim Elektroingenieur abgeklärt werden. Der Lüftungsingenieur kann dann berechnen, ob eine reine Abluftanlage ausreicht, oder ob der Raum zusätzlich gekühlt werden muss.

Wenn immer möglich, sollten keine wasserführenden Leitungen (Wasser, Abwasser, Heizung usw.) durch einen Elektroraum geführt werden.

### 22.10.2 Raumgrößen

Die nachfolgenden Angaben sind Richtwerte und müssen von Fall zu Fall überprüft werden.

Bei den Angaben sind die Bedienungs- und Wartungsbereiche inbegriffen.

	Ein-familienhaus	Mehr-familienhaus	Büro	Labor / Industrie	Restauration
Trafostation	Nicht nötig.	Normalerweise nicht nötig.	Gebäudefläche $\geq 3'500 \text{ m}^2$ : Einsatz prüfen (das EW entscheidet)	Meistens nötig (Platzierung im UG des Gebäudes).	Normalerweise nicht nötig.



Siehe nachfolgendes Beispiel mit architektonischen "Tricks":



Bürogebäude mit...ideal....



...natürlich belichtetem UG; dank Böschung

## 23.2 Beleuchtungsplanung

Siehe auch:

- SIA 387/4:2017 "Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen"
- SNV SN EN 12464-1:2013 "Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten"
- SIA Tool "RELUX – light simulation tools" auf [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch)
- [www.licht.de](http://www.licht.de)
- [www.licht.de/fileadmin/Publikationen\\_Downloads/1603\\_lw01\\_Kuenstliches-Licht\\_web.pdf](http://www.licht.de/fileadmin/Publikationen_Downloads/1603_lw01_Kuenstliches-Licht_web.pdf)
- [www.erco.com/download/media/handbook](http://www.erco.com/download/media/handbook)
- [www.trilux.com/de/beleuchtungspraxis/innenraumbeleuchtung/allgemeine-anforderungen/beleuchtungsplanung](http://www.trilux.com/de/beleuchtungspraxis/innenraumbeleuchtung/allgemeine-anforderungen/beleuchtungsplanung)

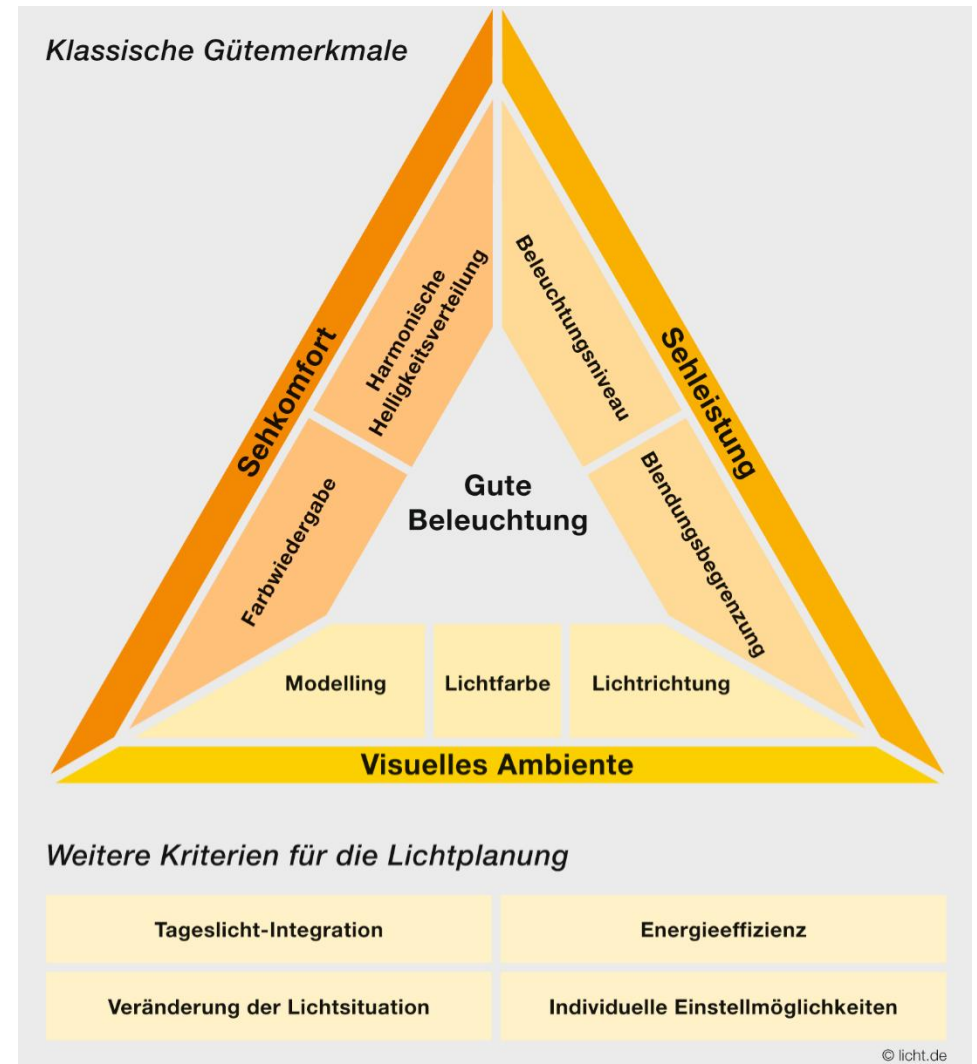
### 23.2.1 Spektrum der sichtbaren Strahlung

Licht ist der für das menschliche Auge sichtbare Teil der elektromagnetischen Strahlung. Der sichtbare Teil bewegt sich etwa von 380 – 780 nm Wellenlänge. Die an das sichtbare Licht angrenzenden Bereiche von Infrarotstrahlung sind nicht mehr sichtbar – dafür als Wärmestrahlung fühlbar.

### 23.2.2 Güteigenschaften der Beleuchtung

Der Einsatz von Licht in der gebauten Umwelt muss sich an qualitative Vorgaben richten, die als Güteigenschaften der Beleuchtung beschrieben werden können.

Beleuchtungsplanung leistet einen wichtigen Beitrag in der Architektur, Licht in die gebaute Umwelt zu integrieren. Dies kann einerseits Tages- wie auch Kunstlicht sein.



[licht.wissen 01 Die Beleuchtung mit künstlichem Licht, licht.de, S.15, Abb.22]

### 35.5 Brenn- und Heizwerte von Energieträgern

Energieträger	Dichte kg/m <sup>3</sup>	Brennwert H <sub>s</sub> kWh/kg	Heizwert H <sub>i</sub> kWh/kg	H <sub>i</sub> /H <sub>s</sub>
<b>Erdölprodukte</b>				
– Heizöl extra leicht	840	12,5	11,8	0,94
– Propan (flüssig)	510	14,0	12,9	0,92
– Butan (flüssig)	580	13,8	12,7	0,92
– Benzin	740	12,7	11,8	0,93
– Diesel	840	12,7	11,9	0,94
– Flugtreibstoffe	820	12,7	11,9	0,94
<b>Kohle</b>				
– Steinkohle		8,1	7,8	0,96
– Braunkohle		5,8	5,6	0,96
<b>Holz <sup>1)</sup></b>		5,5		
<b>Abfall</b>				
– Kehrlichtverbrennung			3,3	
	kg/m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>	
<b>Gase <sup>2)</sup></b>				
– Erdgas	0,80	11,2	10,1	0,90
– Biogas mit Erdgasqualität <sup>3)</sup>	0,80	11,2	10,1	0,90
– Methan	0,72	11,1	10,0	0,90
– Propan	2,01	28,1	25,9	0,92
– Butan	2,70	35,0	32,7	0,94

<sup>1)</sup> Brennwert pro kg Trockensubstanz

Stückholz: 1 Ster Hartholz = 400 kg Trockensubstanz  
 Weichholz = 280 kg Trockensubstanz  
 Holzschnitzel: 1 Schnitzel-Kubikmeter Hartholz = 200 kg (175–230 kg) Trockensubstanz  
 Weichholz = 140 kg (110–160 kg) Trockensubstanz  
 Pellets: 1 Schütt-Kubikmeter = 660 kg Trockensubstanz

<sup>2)</sup> Pro Norm-m<sup>3</sup> (0 °C, 101,3 kPa)

<sup>3)</sup> nach SVGW G 13, Richtlinien für die Einspeisung von Biogas

Brenn- und Heizwerte von Energieträgern

[SIA 380:2015, Tab. 4]

### 35.6 Umrechnung von Energien

		Steinkohle	Heizöl EL	Heizöl EL	Flüssiggas	Erdgas Ho	Erdgas Hu	Elektrizität	Holz	Holzschnitzel	
		[MJ]	[kg]	[l]	[kg]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kg]	[kg]	
<b>1 kg Steinkohle</b>		29,3	1,00	0,69	0,82	0,64	0,78	0,87	8,14	1,89	2,42
<b>1 kg Heizöl EL</b>		42,7	1,46	1,00	1,19	0,93	1,14	1,26	11,86	2,75	3,53
<b>1 l Heizöl EL</b>		35,9	1,23	0,84	1,00	0,78	0,95	1,06	9,97	2,32	2,97
<b>1 kg Flüssiggas (Propan, Butan)</b>		46,0	1,57	1,08	1,28	1,00	1,22	1,36	12,78	2,97	3,80
<b>1 m<sup>3</sup> Erdgas Ho (Zürich)</b>		37,6	1,28	0,88	1,05	0,82	1,00	1,11	10,44	2,43	3,11
<b>1 m<sup>3</sup> Erdgas Hu (Zürich)</b>		33,8	1,15	0,79	0,94	0,73	0,90	1,00	9,39	2,18	2,79
<b>1 kWh Elektrizität</b>		3,6	0,12	0,08	0,10	0,08	0,10	0,11	1,00	0,23	0,30
<b>1 kg Holz (luftgetrocknet)</b>		15,5	0,53	0,36	0,43	0,34	0,41	0,46	4,31	1,00	1,28
<b>1 kg Holzschnitzel</b>		12,1	0,41	0,28	0,34	0,26	0,32	0,36	3,36	0,78	1,00

Mengenäquivalente von Energieträgern (alle Berechnungen ausgehend vom unteren Heizwert Hu; ausser Erdgas Ho) [Geberit Planungshandbuch Sanitär (2016); Tab. 250]

<b>1 m<sup>3</sup> Erdgas Hu (Zürich)</b>		<b>1 kWh Elektrizität</b>	
0.79	kg Heizöl EL	0.11	m <sup>3</sup> Erdgas Hu (Zürich)
0.94	Liter Heizöl EL	0.084	kg Heizöl EL
9.39	kWh Elektrizität	0.10	Liter Heizöl EL
0.0065	Ster Holz Fichte/Tanne	0.00068	Ster Holz Fichte/Tanne
0.0047	Ster Holz Buche/Eiche	0.00050	Ster Holz Buche/Eiche
0.0110	m <sup>3</sup> Holzschnitzel Fichte/Tanne	0.00117	m <sup>3</sup> Holzschnitzel Fichte/Tanne
0.0077	m <sup>3</sup> Holzschnitzel Buche/Eiche	0.00082	m <sup>3</sup> Holzschnitzel Buche/Eiche
<b>1 kg Heizöl EL</b>			
1.19	Liter Heizöl EL		
1.26	m <sup>3</sup> Erdgas Hu (Zürich)		
11.86	kWh Elektrizität		
0.0081	Ster Holz Fichte/Tanne		
0.0059	Ster Holz Buche/Eiche		
0.0140	m <sup>3</sup> Holzschnitzel Fichte/Tanne		
0.0097	m <sup>3</sup> Holzschnitzel Buche/Eiche		

"Schnell umgerechnet" (die Umrechnungszahlen basieren auf dem unteren Heizwert, ohne Berücksichtigung des Anlagewirkungsgrads. Wassergehalt: Holz: 15 %, Holzschnitzel: 25 %) [Geberit Planungshandbuch Sanitär (2016); Tab. 251]

# Indexverzeichnis

2000-Watt-Gesellschaft	16	Anstriche	37, 56, 108, 140, 272	Backsteinwand	248	Bepflanzungen	123, 220	Brandrisiko	222, 349
Abbruch	23	Antriebe	172	Bäder	12, 231, 238, 244, 288, 353	Berghütten	58, 78, 79	Brandschutz	37, 43, 122, 136, 212, 243, 244, 252, 273, 276, 300, 373, 375
Abdunkelung	166	Apparate	227, 283	Badeteiche	313	Beschattungen	151	Brandschutzauflagen	349
Abgasanlagen	51, 62, 65, 93, 96, 222, 371	Arbeitszahl	368	Bahnhöfe	41	Beschriftungen	355	Brandschutzdämmungen	102
Ableiter	349	Arztpraxen	311	Balkone	147, 297	Bestand	14, 35, 81, 351	Brandschutzklappen	12, 63, 65, 90, 99, 100, 251, 252, 253, 352
Ablufteinlässe	259	Asbest	36	Batterieräume	24, 245, 328	Betriebseinrichtungen	26	Brandschutz-Manschetten	65, 67
Ablufthauben	261, 271	Asche	210, 215	Bauablauf	227, 231, 247	Betriebskonzept	18	Brandschutzpläne	48, 99
Abluft-Kategorien	265	Atrien	47, 85, 86, 89, 195	Bauaustrocknung	231, 359	Betriebskosten	112, 368, 372	Brennstoffe	91, 93, 97, 187
Abnahmen	50, 362, 375	Aufstellwinkel	327	Baubewilligung	349	Betriebszeiten	239, 241, 262	Brennstoffvolumen	207
Absaugentwässerung	290	Aufzüge	41, 88, 92, 125, 273, 347, 357	Baugrube	21	Bewegungsmelder	344	Brennstoffzellen	208
Abschottungen	<i>Siehe Brandabschottungen</i>	Aufzugschächte	<i>Siehe Liftschächte</i>	Baulinien	368	Biofilm	284, 368	Brennwert	199, 368, 382
Abstände	69, 71	Aufzugsschachttüren	<i>Siehe Lifttüren</i>	Baustoffe	23, 50, 55, 62, 63, 65, 67, 80, 84, 92, 96, 97, 98, 101	Bivalent	368	Brise-Soleil	167
Abströmungen	89, 124, 125, 245	Ausblas	267, 268	Bedachungen	51, 53, 103	Blendschutz	11, 163, 171, 175	Büros	16, 23, 24, 46, 58, 66, 74, 76, 78, 79, 82, 85, 86, 88, 99, 108, 201, 204, 226, 233, 234, 244, 251, 258, 259, 300, 301, 331, 332, 333, 340
Absturzschutz	156	Ausflockungen	65	Bedarfszahlen	306	Blendung	166, 343	Chemielager	24
Absturzsicherungen	142, 206, 277, 290, 327	Ausgleichbecken	321	Bedienung	41, 163, 166, 235, 320, 355	Blindstromkompensation	328	Chemikalien	25, 191
Abwärme	24, 208, 216, 220, 221, 273, 287, 328, 332	Auskragungen	119	Befestigungssysteme	115, 133	Blitzschutz	91, 247, 349	Cheminée	95, 271
Abwaschküchen	25	Auslässe	260	Befeuchtung	26, 283	Blockheizkraftwerk	208, 368	Closomaten	298
Abwasser	221, 280, 287, 290, 298, 300, 301, 352	Auslegungskriterien	26	Begrünung	11, 123, 144, 369, 371	Böden	108, 129, 149, 192, 198, 227	CO <sub>2</sub> -Emissionen	<i>Siehe Treibhausgasemissionen</i>
Abwasserhebeanlage	290	Ausrichtung	16, 147, 326	Behandlungen	55, 138, 139, 140, 284	Bodenablauf	222, 225, 249, 286, 311	COP	368
Abwasserleitungen	56, 62, 66, 97, 220, 296, 332	Aussenaufstellung	247	Behaglichkeit	11, 17, 145, 180, 191, 242, 257, 314, 355, 373	Bodenbelag	51, 52, 96, 109, 149, 198, 230	Dachaufstellungen	225, 247
Abzweigdosen	62	Aussenlärm	170, 269	Behandlungen	55, 138, 139, 140, 284	Bodenbelastbarkeit	27	Dachaustritte	247
Akustik	12, 26, 191, 374	Aussenluftdurchlässe	162, 269	Beherbergungen	46, 49, 58, 68, 73, 76, 78, 79, 82, 88, 91, 99	Bodendurchführungen	25	Dachdurchdringungen	205, 247
Allergiker	239	Aussenluftfassungen	12, 35, 101, 160, 218, 246, 248, 261, 263, 265, 297	Belastbarkeitsfaktoren	317	Bodenentwässerung	110	Dächer	34, 142, 294, 297
Altersheime	24, 47, 58, 78, 79, 91, 205, 280, 298	Aussenluftfühler	356	Belegungsdaten	305	Bodenheizung	112	Dachfenster	161
Alterswohnungen	24, 336	Aussenraum	11, 12, 41, 172, 192, 345	Beleuchtung	12, 26, 41, 78, 79, 114, 201, 328, 337	Bohrlochtiefen	232	Dachfläche	247, 293, 298
Altlasten	18	Aussenwände	62, 103	Belichtung	190	Brandabschnitt	12, 65, 81, 83, 86, 90, 94, 373	Dachhaube	266, 296, 303
Amortisation	367	Aussparungen	63, 65, 67, 122	Belüftung	224	Brandabschottungen	56, 63, 67, 136, 352	Dachhaut	247
Anergie	367	Ausstosshöhe	12	Benutzereingriffe	355	Brandabschottungen	56, 63, 67, 136, 352	Dachräume	152, 189
Anlieferung	27, 105, 209, 211, 250, 281	Ausstosszeit	12, 288, 306			Brandbelastung	<i>Siehe Brandlast</i>	Dachvorsprung	184
Annuität	368	Austragungsarten	215			Brandfallmatrix	368	Dachwassereinläufe	294
Anschlussdosen	348	Austrittsgeschwindigkeit	266			Brandgasventilatoren	81	Dachzentralen	246
Anschwemmfilter	<i>Siehe Filtration</i>	Autark	368			Brandlast	62, 85, 87, 94, 100, 345		
		Autoeinstellhallen	243, 245, 248			Brandmeldeanlagen	49, 59, 80, 86, 100, 333, 368		
		Autoreparaturwerkstätte	24						
		Autowaschstrassen	24						

Dachzugang	13, 279	Einlagen	12	Erdgas	44, 84, 93, 199, 202, 207, 378, 383	Fenster	16, 34, 62, 66, 89, 101, 131, 149, 156, 158, 160, 163, 170, 172, 173, 178, 192, 266, 362	Fortluftausblas	12, 101, 265
Dämmdicken	228, 253, 289	Einschichtfilter <i>Siehe Filtration</i>		Erdöl	12, 44, 93, 199, 202, 207, 378	Fensterladen	165, 179	Fortluft-Kategorien	265
Dämmperimeter	12, 202, <i>Siehe Wärmedämmperimeter</i>	Einzelbauteilanforderungen	145	Erdregister	101, 246, 248	Fensterlüfter	162	Freie Strömungsfläche	159
Dampfabzug	<i>Siehe Küchenabluft</i>	Elektrische Betriebsräume	331, 332	Erdsonden	219	Fensterlüftung	21, 154, 159, 172, 239, 241	Frostschutz	172, 220, 221, 349
Datencenter	24	Elektrische Kabel	51, 54, 67	Erneuerbare Energie	16	Ferienheime	47, 91	Fugenplan	230
Dauerhaftigkeit	14, 138, 162, 181	Elektrische Schalter	62, 125, 128, 216, 336, 355, 363	Ersatz	12, 227, 240, 246, 248, 249, 279, 297, 326, 327, 343, 362, 364	Ferienwohnungen	24	Füllstandanzeigen	214
Decken	61, 63, 106, 120, 121, 129, 149, 192, 196, 290, 302, 304	Elektrizität	280, 325, 380	Erstaufheizung	321, 322	Fernwärme	199, 216, 223, 383	Füllstutzen	212, 214
Deckeneinlagen	353	Elektrizitätsbedarf	<i>Siehe Strombedarf</i>	Erstellungskosten	28, 240, 268, 369, 371	Festbeschattung	167	Füllwasser	315
Deckengeometrie	196	Elektroleitungen	62, 66, 97, 103	ETV	369	Festverglasungen	156	Funktionserhalt	80, 89, 347, 351
Deckenheizung	232	Elektrosmog	17	Evakuierung	80	Fettabscheider	300	Fussbodenheizung	24, 230, 233, 363, 372
Deckenkonstruktionen	301	Elektroverteilung	352	Explosionsschutz	24, 25, 243, 369	Fetthaltige Abluft	24	Fussbodenheizungsverteiler	228
Deckenstrukturierung	196	Elektroverteilungen	329, 331	Fabrikationsräume	80	Feuchteschutz	188	Futterrohr	25
Denkmalpflege	14	Elektrozähler	329	Fachbauleitung	49, 360, 370	Feuchtespender	241	Garagen	<i>Siehe Parkhäuser</i>
Desinfektion	111, 112, 316, 320, 363	Elektrozentralen	64	Fachkoordination	350	Feuchträume	107, 109, 113	Garderoben	42, 79, 107, 185
Direktverdampfer	200, 217, 235	EMV	327, 333, 369	Fachwerke	117	Feuerlöschposten	283	Gas	<i>Siehe Erdgas</i>
Dokumentationen	48, 383	Endenergie	380	Fäkaliengerüche	262	Feuerlöschpumpen	80	Gasherde	272
Doppelböden	39, 86, 87	Endständiger Filter	<i>Siehe Filtration</i>	Faltbare Fenster	158	Feuerstellen	271	Gasleitungen	62, 66, 93, 95, 97, 207, 320
Doppelfassaden	47, 85, 86, 167, 172	Energetische Sanierung	13	Faltscherenläden	168	Feuerungsaggregate	64, 94, 222	Gastrobetriebe	311
Doppelnutzung	234, 244	Energiebedarf	13, 15, 16, 26, 205, 231, 237, 279, 378	Faltschiebeläden	167	Feuerwehraufzüge	79, 88, 92, 127, 128	Gebäudeautomation	355, 369
Drehtüren	77, 175	Energiebezugsfläche	147, 185	Fangstangen	247, 349	Filterspülwasser	321	Gebäudeeingänge	175
Druckerrhöhungen	300	Energiebilanzierung	129, 378	Farben	351	Filtrat	315	Gebäudeform	147
Druckimprägung	139, 181	Energieeffizienz	15, 145, 147, 170, 283	Farboptionen	326	Filtration	239, 260, 283, 286, 318, 319, 320, 369	Gebäudehöhe	29, 45, 55, 58, 62, 91, 118
Druckluft	300	Energiekosten	345, 369	Farbwiedergabe	341	Filtrationssysteme	318	Gebäudehülle	11, 16, 28, 129, 185, 220, 238, 293, 363
Druckverhältnisse	239, 262, 300	Energiemonitoring	18	Fassade	15, 29, 34, 64, 129, 133, 134, 158, 160, 162, 166, 168, 174, 195, 238, 240, 294, 362	Fitness	243, 245	Gebäudehüllzahl	147
Durchbrüche	63, 65, 67, 116, 123	Energiepfähle	221	Fassadenfarbe	142	Flachdach	33, 144, 204, 206, 277, 303, 327, 374	Gebäudekategorien	16
Duschen	244, 287, 309, 311	Energiepreise	383	Fassadengeometrie	195	Flachdecken	61, 117	Gebäudemasse	187
EER	369	Energieträger	16, 207, 208, 379, 382	Fassadentypen	133	Flächenheizungen	356	Gebäudeschadstoffe	<i>Siehe Schadstoffe</i>
Effizienzpfad Energie	16	Energieverbrauch	<i>Siehe Energiebedarf</i>	Fehlerstromschutz	329	Flächentragwerke	119	Gebäudeträgheit	187
Eigenverschattung	327	Entnahmestellen	282, 289	Feinverteilung	239, 335, 350, 354	Flachkollektoren	202	Gebäudeundichtigkeit	124, 132, 268
Einbruchschutz	12, 160, 176	Entrauchung	80, 81, 88, 89, 124, 252, 351	Fassadenkonzepte	174	Fledermäuse	173	Gefahrenkarten	14, 28
Einfache Lüftungsanlage	369	Entsorgung	36, 219, 242, 305, 368, 371	Fassadentypen	133	Flexibilität	27, 117, 163	Gefälle	222, 290, 297
Einfachheit	13, 14	Entwässerung	268	Fassadentypen	133	Fluchtwege	44, 47, 56, 57, 58, 64, 65, 68, 72, 79, 83, 87, 88, 92, 94, 99, 100, 101, 103, 160, 217, 345	Gelenkarmmarkisen	166, 372
Einfamilienhäuser	<i>Siehe Wohnungsbau</i>	Entwurfphase	147	Fehlerstromschutz	329	Fortluft	101, 246, 253, 261, 265, 276, 303, 351	Gemeinschaftsbäder	313
Einfriergefahr	268	Erdbebensicherheit	13, 14, 18, 123	Feinverteilung	239, 335, 350, 354			Generalplaner	370
Einkaufszentren	24, 41, 43, 226, 251, 349							Generalunternehmer	370

Geruchsprobleme	262	Heizungsleitungen	62, 66, 97, 228, 332, 351, 352, 356, <i>Siehe Rohre</i>	Induktionsauslässe	257	Kälteverteilung	226	Küchenabluft	94, 102, 248, 260, 272
Geruchsübertragung	271	Heizungsverteiler	224, 227	Industriebauten	37, 46, 47, 58, 76, 78, 79, 82, 85, 86, 88, 91, 94, 202, 221, 280, 281, 282, 283, 300, 309, 331, 332, 334, 349	Kaltluftabfall	172, 258	Küchenabwasser	300
Gesamtenergiedurchlass	131, 149	Heizverteilung	226, 352	Innenhöfe	195	Kaltwasser	<i>Siehe Trinkkaltwasser</i>	Kühlbalken	234
Geschirrspüler	202, 311	Heizwände	229	Innenhydranten	83, 84	Kaltwasserleitungen	62	Kühllast	201
Geschosshöhe	27	Heizwärmebedarf	145, 146, 232, 381	Innenraumklima	21	Kaltwassersatz	<i>Siehe Kältemaschine</i>	Kühlräume	105, 106
Gesundheit	17, 24, 36, 37, 45, 186, 238, 240, 337	Heizzentralen	64, 222, 286	Innenwärmedämmung	131	Kaltwasserverteiler	299	Kühlturm	371
Gewässerschutz	225, 293, 359	Helligkeitssensoren	169	Insektenschutz	124, 128, 263, 264, 268, 269	Kaminanlagen	<i>Siehe Abgasanlagen</i>	Kühlung	26, 113, 144, 153, 171, 175, 187, 203, 328
Gewerbgebauten	37, 40, 46, 58, 62, 74, 75, 76, 78, 79, 82, 85, 86, 88, 91, 94, 175, 176, 202, 280, 309, 329	Hindernisfreies Bauen	40, 125, 309	Installationsschächte	12, 56, 62, 64, 68, 88, 96, 122, 227, 239, 245, 249, 251, 252, 261, 289, 300, 301, 304, 333, 351	Kanalisation	290, 295, 297	Kurzschluss	262, 276, 329
Glas	29, 42, 103, 132, 143, 156, 157, 162, 197	Hochhäuser	46, 56, 60, 62, 78, 79, 83, 84, 85, 86, 88, 91, 122, 128, 246, 301	Keller	35, 76, 131, 189, 222, 243, 244, 329, 333	Kellerdecke	131, 256	Labels	19
Glasanteil	149	Hochregallager	46, 60, 82, 85, 86, 89	Kellergeschoss	331	Kellerzentralen	246	Laboratorien	25, 66, 101, 245, 256, 268, 284, 300, 331, 332, 334, 369
Glasbruch	157	Hochwasser	14, 15, 28, 34, 160, 189, 190, 261, 293, 295	Kennzeichnung	350	Kerne	<i>Siehe Installationsschächte</i>	Lagerräume	66, 76, 80, 85, 91, 107, 115, 190, 243, 245
Glastüren	156, 171	Hohlböden	<i>Siehe Doppelböden</i>	Kinos	47, 75, 76, 91	Kippscheiben	117	Lagerung	190, 245
Graue Energie	13, 15, 16, 21, 23, 146, 147, 189, 298	Hohldecken	86, 87, 353	Klangzeugung	198	Klangerzeugung	198	Lamellenstoren	109, 158, 165
Grauwasser	298, 370	Holz	12, 24, 44, 83, 86, 87, 93, 118, 134, 179, 180, 186, 187, 197, 202, 208, 369, 378, 382, 383	Klappläden	165	Kleiderwaschmaschinen	<i>Siehe Waschmaschinen</i>	Landwirtschaft	46, 58, 83
Grenzkurve	153	Holzbohlen	24, 198, 238	Kleiderwaschmaschinen	<i>Siehe Waschmaschinen</i>	Klima	16, 18, 139, 243	Langlebigkeit	11, 12, 15
Grosse Personenbelegung	58	Holzfassaden	134, 138	Klimatisierung	241	Klimatisierung	241	Lärm	233
Grundkonzept	236	Holzpellets	380	Kliniken	311	Kliniken	311	Lärmempfindlichkeit	15, 192
Grundwasser	216, 221	Holzschnitzel	199, 208, 383	Kohle	378	Kohle	378	Lärmschutz	21
g-Wert	131	Holzschnitzelfeuerung	224	Komfortlüftung	21, 371	Komfortlüftung	21, 371	LAS	94, 96, 207, 208, 371
Hagelschutz	14, 29, 134, 144, 157, 162, 164, 202, 206, 325, 370	Holzwerkstoffplatten	134, 135, 186	Kompaktheit	147	Kompaktheit	147	Lasuren	139
Handfeuerlöscher	83	Hotels	24, 41, 47, 58, 74, 76, 78, 79, 91, 124, 205, 233, 243, 244, 285, 313, 334, 335, 349	Kondensatablauf	247	Kondensatablauf	247	Lebensdauer	12, 23, 135, 206, 218, 220, 240, 298, 325, 363, 364, 366
Handläufe	42, 126	Hybridkollektoren	203	Konferenzzimmer	243	Konferenzzimmer	243	Lebensmittelproduktion	25
Hauptverteilung	12, 324, 329, 333	Hybrid-Rückkühler	218, 226	Konformitätsbescheinigung	371	Konformitätsbescheinigung	371	Lebenszyklus	18, 187, 237, 363, 371
Hauseintritt	356	Hydrophobierung	139, 140, 182	Konstruktion	35, 134, 141, 191	Konstruktion	35, 134, 141, 191	Legionellen	217, 222, 283, 289, 304, 314, 353, 371
Havarie-Lüftung	224, 226	Hygiene	12, 25, 104, 106, 107, 239, 272, 283, 315, 353	Konvektoren	173, 229	Konvektoren	173, 229	Lehm	188, 197, 238
Hebeanlagen	292, 300	Inbetriebnahmen	18, 50, 360, 370	Konzeption	306	Konzeption	306	Leistungsbedarf	26, 242, 323, 359
Heissgasventilatoren	90	Inbetriebsetzung	226, 251, 360, 368, 370, 375	Koordination	352	Koordination	352	Leitliniensysteme	41
Heizkessel	214			Körperschall	192	Körperschall	192	Leitungen	12, 64, 84, 97, 114, 226, 285, 301, 303, 304, 329, 348, <i>Siehe Rohre</i>
Heizkörper	173, 227, 229, 233			Krankenhäuser	<i>Siehe Spitäler</i>	Krankenhäuser	<i>Siehe Spitäler</i>	Leitungsschutzschalter	329
Heizlast	201			Kriterien	26, 149, 245, 298	Kriterien	26, 149, 245, 298	Leistungsverzüge	302, 304
Heizöl	98, 212, 369, 380, 383, <i>Siehe Erdöl</i>			Küchen	12, 24, 25, 66, 102, 190, 205, 243, 244, 248, 257, 259, 268, 281, 283, 288, 292, 362	Küchen	12, 24, 25, 66, 102, 190, 205, 243, 244, 248, 257, 259, 268, 281, 283, 288, 292, 362	Leuchtdichte	78, 341
Heizplatten	229							Leuchtmittel	324, 342, 343, 344, 346
Heizung	26							Licht	190, 344, 380

Lichtausbeute	342	<i>Lüftungsröhre resp.</i>	Möbliering	157, 195	Nutzungsvereinbarung	47, 48,	QS Verantwortlicher	
Lichtfarbe	341	<i>Lüftungskanäle</i>	Modulneigung	327	373	Brandschutz	373	
Lichtlenkung	339	Lüftungsöffnungen	Modulwirkungsgrade	326	Oberflächenabfluss	28, 34, 160	Qualitätssicherungsstufen	45,
Lichtschächte	35, 180, 190	128, 150, 158, 160, 162, 167,	Monoblocs	<i>Siehe</i>	Oberlichter	29, 149, 157, 161,	48, 373	
Lichtsteuerung	344	169, 170, 172, 175, 235, 240,	<i>Luftaufbereitung</i>		170, 171, 177	Objektschutz	150, 275	
Lichtstrom	341	263	Monoenergetisch	372	Ökobilanz	23, 148, 187, 236,	229	
Lichtverschmutzung	345	Lüftungsprinzip	Monovalent	372	279	Orientierung	41, 44, 77, 150,	
Liftschächte	12, 127	Lüftungsquerschnitt	MuKE n	10, 372	169, 175, 198, 204	Osмосeanlagen	282, 300	
Aufzugsschächte	130	160, 238	Multimedia	348	Parkelder	277		
Liftschachttüren	92	Lüftungsröhre	Museen	25, 91, 233, 245	Parkfelder	27, 261, 274		
Lifttüren	66, 92, 127	239, 252, 253,	Nachhall	194	Parkhäuser	25, 46, 58, 76, 78,		
Löschanlagen	58, 60, 88, 349	256, 385	Nachhaltigkeit	14, 15, 17, 21,	79, 83, 85, 88, 268, 273	Pellets	199, 209, 210, 223, 383	
Löschgeräte	83	Lüftungswirksamkeit	27, 191, 302, 304	Nachströmung	128, 162, 207,	Pensionen	47, 91	
Löschwasser	56, 85	249, 279, 286	Nachinstallationen	352	208, 210, 235, 261, 268, 271,	Personenansammlung	349	
LRV	267	Luftverteilung	Nachströmung	128, 162, 207,	272, 276	Personenanzahl	305	
Luftaufbereitung	100, 243, 246,	251	Nachtauskühlung	12, 124, 142,	Personenbelegung	26, 305		
285, 293, 372		Luftvolumenstrom	149, 153, 159, 161, 172, 187,	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Personenschutz	329		
Luftauslässe	256	249, 250	238, 243, <i>Siehe auch</i>	<i>Lüftungsöffnungen</i>	Personen-Sicherheit	<i>Siehe</i>		
Luftbefeuchtung	235, 241, 284,	Magerbeton	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Nasseinbausystem	<i>Sicherheit</i>			
286		372	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Nasskühlturm	200, 217			
Luftbelastung	21	Markisen	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Nassräume	25, 107, 108, 109,			
Luftdurchgang Fassade	<i>Siehe</i>	Maschenweite	238, 243, <i>Siehe auch</i>	113, 115, 160, 244, 304, 306,	Pfählung	221		
<i>Aussenluftdurchlässe</i>		264, 268	238, 243, <i>Siehe auch</i>	307, 308, 309, 310	Pflegeheime	<i>Siehe</i>		
Luftdurchlässigkeit	269, <i>Siehe</i>	Masstäbe	238, 243, <i>Siehe auch</i>	<i>Lüftungsöffnungen</i>	<i>Altersheime</i>			
<i>Gebäudeundichtigkeit</i>		383	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Nationale	Photovoltaik	<i>Siehe Solarstrom</i>		
Luftfeuchtigkeit	107, 186, 190,	Materialisierung	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Gewichtungsfaktoren	pH-Wert	320, 321		
238, 241, 314		11, 41, 101,	238, 243, <i>Siehe auch</i>	11, 14, 18, 28,	Piktogramme	41, 42		
Luftheizapparate	112, 232	134, 162, 181, 191, 193, 196,	238, 243, <i>Siehe auch</i>	371, 373	Platzbedarf	207, 227, 233, 239,		
Luftheizung	240, 243	231, 285, 305	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Natürliche Lüftung	240, 252, 255, 301, 303, 309,	240, 252, 255, 301, 303, 309,		
Luftkollektoren	202	Mechanische Lüftung	238, 243, <i>Siehe auch</i>	127, 160,	310, 327, 333, 352	310, 327, 333, 352		
Luftmenge	241, 244, 253, 254,	12, 24,	238, 243, <i>Siehe auch</i>	239, 240, 275	Platzierung	245, 335, 349		
259		26, 150, 159, 238, 239, 240,	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Neigungswinkel	Platzreserven	352		
Luftqualität	17, 238, 239, 254	276, 372	238, 243, <i>Siehe auch</i>	204, 327	Pluvia	290		
Luftschall	192	Medienschrank	238, 243, <i>Siehe auch</i>	253	PMV	373		
Lüftung	26, 254, 303	Mehrfamilienhäuser	238, 243, <i>Siehe auch</i>	28, 372	PPD	373		
Lüftungsbedarf	245	<i>Wohnungsbau</i>	238, 243, <i>Siehe auch</i>	15, 35, 131, 187	Präsenzmelder	344		
Lüftungsbereiche	243	Mehrschichtfilter	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Notbeleuchtung	Primärenergie	16, 18, 22, 236,		
Lüftungsflügel	156, 158, 160,	<i>Filtration</i>	238, 243, <i>Siehe auch</i>	<i>Sicherheitsbeleuchtung</i>	378, 380	378, 380		
175, 355		Mehrzweckentlüftungen	238, 243, <i>Siehe auch</i>	Notstromversorgung	Primärsystem	23, 119		
Lüftungskanäle	252	303	238, 243, <i>Siehe auch</i>	293	PSA	13, 279, 373		
Lüftungskanalgrößen	69, 252	Mehrzweckhallen	238, 243, <i>Siehe auch</i>	356	Pseudomonaden	286		
Lüftungskonzept	99, 190, 235,	<i>Sporthallen</i>	238, 243, <i>Siehe auch</i>	378	Pumpenenergie	279		
239, 242, 244, 259, 261		75, 76	238, 243, <i>Siehe auch</i>	172	Pumpensumpf	290, 292		
Lüftungsleitungen	62, 63, 67,	Messehallen	238, 243, <i>Siehe auch</i>	101, 256	Putzräume	80, 191, 311		
69, 97, 100, 102, 106, 114,		85, 86	238, 243, <i>Siehe auch</i>	372, 380				
273, 351, 352, <i>Siehe</i>		Messkonzept	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		27, 356	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Messungen	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		256, 289, 333, 358,	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		384	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Metalldachflächen	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		293	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Metzgereien	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		106	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Mindesthöhen über Dach	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		222	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Mindestwärmeschutz	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		145	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Mineralischer Putz	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		190	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		Minergie	238, 243, <i>Siehe auch</i>					
		19, 356, 359	238, 243, <i>Siehe auch</i>					

Reinigung 12, 55, 106, 108, 114, 158, 163, 168, 172, 182, 188, 256, 260, 262, 263, 273, 299, 327	Sanitärapparate 298, 309, 311	Schwimmbäder 25, 202, 243, 245, 312	Spitäler 26, 41, 47, 58, 73, 78, 79, 91, 177, 205, 280, 284, 298, 309, 311, 328, 342, 352	Tertiärsystem 23
Reinräume 104	Sanitär-Entlüftungen 262, 296, 303	Schwimmender Estrich 374	Sporthallen 26, 91, 245	TEWI 375
Reinwasser 315	Sanitärleitungen <i>Siehe Rohre</i>	Schwülekurve 314	Sprinkleranlagen 79, 80, 85, 86, 349, 375	Textilmarkisen 167
Reissverschlussssystem 169	Sanitärverteiler 349	Sekundärsystem 23	Sprinklerzentrale 86, 300	Theater 47, 75, 76, 91
Ressourcen 14, 18, 21	Sanitärverteilung 222, 300, 352	Selbstregelung 231, 372, 375	Staub 241, 372	Thermische Gebäudehülle <i>Siehe Gebäudehülle</i>
Restaurants 24, 47, 75, 91, 193, 204, 243, 245, 280, 300, 308, 332	Sanitärzentralen 299	Selbstreinigung 327	Steckdosen 62, 336	Thermische Mischer 288
Retention 18, 294, 317	Sauberkeit 260	Shell & Core 226, 251	Steigschächte <i>Siehe Installationsschächte</i>	Thermoschock 157
Rettungswege <i>Siehe Fluchtwege</i>	Schacht 220, 275, 291, <i>Siehe Installationsschächte</i>	Sicherheit 17, 41, 156, 206, 333	Steuerung 125, 128, 161, 232, 277, 291, 355	Toiletten 12, 106, 107, 239, 347
Revisionsöffnungen 65, 114, 228, 255, 353	Schachtwandkonstruktionen 65	Sicherheitsbeleuchtung 78, 79, 345, 347	Stockerkshöhe 352	Tore 62, 66, 76, 89, 110, 357
Revisionsunterlagen 48, 49, 50	Schadstoffe 36, 305, 359	Sicherheitsbeleuchtungen 80	Storen 29, 166	Totalunternehmer 375
Rinnen 297	Schall 192, 193, 374	Sicherheitsstromversorgung 78, 80	Storensteuerungen 169, 171	Toträume 284, 304
Rippendecken 117	Schallabsorption 196, 197	Sicherheitstreppenhäuser 83, 85, 88	Stosslüften 156, 185	Traforäume 327
Rippenrohrradiatoren 229	Schallausbreitung 194	Sicherungen 329	Strahlung 17, 132, 139, 229, 337, 340	Trassees 352, 371
Rohöl <i>Siehe Erdöl</i>	Schalldruck 374	Signaletik 41	Streckenisolierungen 69, 375	Treibhausgase 18
Rohrdurchführungen 68, 116, 117	Schallleistung 374	Silos 91, 209	Strom 200, 220, 279, 325, 327, 336, 369, 371, 376, 380, 383	Treibhausgasemissionen 13, 15, 16, 236
Rohrdurchmesser 227	Schallschutz 17, 191, 242, 256, 290, 311	Simulationen 149, 152, 153, 171, 220, 278	Strombedarf 279, 323	Treppen 41, 73, 75, 188, 347
Rohre 65, 67, 68, 70, 71, 103, 196, 227, 228, 232, 305, 329, 333, 348, 353	Schalter 336	Siphons 285, 296, <i>Siehe auch Wärmesiphons</i>	Stromgestehungskosten 375	Treppenhaus 13, 27, 59, 65, 88, 92, 107, 124, 128, 130, 131, 227, 279, 373
Röhrenkollektoren 202, 203, 204	Schaltschränke 114, 332	Sitzungszimmer 244	Stromzählung 27, 359	Treppenhäuser 345
Rohrgrößen 252	Schattenfugen 260	Solardrehscheibe 325	Sturm 14, 28, 29, 34, 133, 143, 164, 170, 206, 327	Trinkkaltwasser 220, 222, 249, 281, 284, 286, 289, 298, 299, 301, 352, 353, 356
Rohrnetztrennung 300	Schiebeläden 167, 168	Solareinstrahlung 325, 326	Sturmwarnung 164	Trinkwarmwasser 202, 279, 283, 284, 286, 300, 301, 304, 306
Rohstofflager 12	Schimmelpilz 189, 190, 238, 239	Solarenergie 200, 203	Stütze 27, 61, 108, 117, 118, 120, 123	Trinkwasser 56
Rollläden 165, 179, 362	Schleusen 112	Solargewinne 16, 170, 175	Sukkulanten 369, 375	Trinkwassererwärmung <i>Siehe Wassererwärmer</i>
Rollos 157	Schmutzwasser <i>Siehe Abwasser</i>	Solarstrom 16, 102, 203, 206, 325	Systemanforderungen 145, 146	Trinkwasserleitungen 66, 97, 332
Rückkühlung 225, 226, 351	Schneehöhe 263, 277	Solarwärme 16, 201, 202, 206, 220, 222, 375	TABS 232, 234	Trinkwasserverbrauch 283
Rückstauhöhe 290, 295, 296	Schnitzelqualität 210	Sole 375, 376	Tageslicht 11, 12, 17, 21, 78, 166, 167, 171, 175, 337, 341, 345	Trinkwasserverteiler 286
Rundsteuerempfänger 330, 374	Schrammschutz 110	Sommerbetrieb 239	Technikgeschosse 246	Trittschall 192, 230
Rutschfestigkeit 25, 108	Schrankfronten 304, 352	Sommerlicher Wärmeschutz 16, 17	Technikräume 76, 80, 239, 245, 250, 329, 333	Trockenbausystem 230
RWA 44, 79, 80, 87, 372, 373	Schulhäuser 16, 25, 46, 58, 74, 76, 78, 79, 82, 88, 99, 127, 176, 185, 202, 240, 245, 254, 280, 342	Sonnenenergie 378	Temperaturverformungen 123	Trockenrückkühler 200, 217
Säle 47, 91, 196	Schutzbauten 78, 79	Sonnenhaus 202	Telefon 348	Türen 62, 66, 76, 86, 87, 89, 98, 100, 110, 171, 175, 177, 192, 222, 256, 269, 297, 310, 357, 363
Sammelschächte 290	Schutzziele 11, 43, 81, 102, 373, 374	Sonnenschutz 11, 16, 29, 81, 108, 132, 149, 163, 175, 179, 238, 326, 337, 362	Telefonie 256, 375	Türluftschleier 175
Sandfilter <i>Siehe Filtration</i>	Schwachstrom 333	Sonnenstand 164, 171, 195	Terrain 15, 21, 46, 59, 64, 84, 88, 89, 277	Überdruckbelüftungsanlagen 373
Sanierung 13, 14, 17, 36, 171, 187, 229, 272	Schwarzdach 144, 374	Sonnenstrahlung 247	Terrassen 180, 182, 294, 297	
Sanitär 12, 26, 262, 353	Schwarze Wanne 374	Sorptionsfiltration <i>Siehe Filtration</i>		
	Schwermetalle 39	Speichermasse 16, 142, 187		

Übereinstimmungserklärung	Ventilatoren 88, 100, 101, 102, 239, 276, 372	Vorlauftemperaturregulierung	Warmwasser	<i>Siehe</i>	Windkarte	31
48, 50, 72, 375		368	<i>Trinkwarmwasser, Siehe</i>		Windsensoren	169
Überlauf	Veranstaltungshallen	301	<i>Trinkwarmwasser</i>		Windwiderstandsklassen	149, 151, 165
298	26	343	Warmwasserbezug	289	Wirkungsgrad	376
Überströmung	Verbindlichkeiten	9	Warmwasserleitungen	62, 289	Witterungseinflüsse	247
272	9	138	Warneinrichtungen	278	Witterungsschutz	124, 125, 128, 167, 168
Überströmungen	Verbrennungsluft	68	Wartezeiten	288	Wohnraumheizungen	215
375	94, 95, 215, 224, 371	573	Wartung	<i>Siehe Instandhaltung</i>	Wohnungsbau	12, 14, 16, 19, 26, 43, 46, 58, 62, 74, 76, 83, 88, 91, 94, 99, 101, 125, 144, 152, 166, 171, 187, 190, 193, 204, 227, 231, 233, 238, 240, 241, 243, 244, 255, 259, 279, 285, 286, 297, 305, 306, 323, 330, 332, 333, 334, 348, 352, 353
Überzüge	Verdrängungslüftung	234, 259	Wassereintritt	247	Wohnungslüftungen	240, 244, 251, 253, 255, 262, 353, 376
UGR	Verdunstung	322	Wasserenthärtung	281, 300	Wohnungsverteiler	227, 256
343	322	337	Wassererwärmer	202, 216, 223, 284, 287, 300, 374	Zentralen	12, 64, 249, 331
Ultrafiltrationsanlagen	Verglasungen	11, 132, 156, 157, 158, 163, 167, 172, 177, 337	Wasserdicke	282	Zentralenstandorte	245
<i>Siehe</i>	Verglasungsfläche	147	Wassereintritt	247	Zimmer	244, 254, 335
<i>Filtration</i>	Verkaufsgeschäfte	24, 46, 47, 59, 66, 75, 76, 78, 79, 82, 85, 86, 88, 89, 91, 342	Wasserverbrauch	280	Zimmerverteilungen	335
Umgebungswände	Verkaufsräume	58, 59, 78, 79, 82, 89, 91	WC	42, 66, 75, 100, 101, 239, 244, 268, 271, 288, 298, 303, 309, 342	Zirkulation	133, 289, 301, 306
222, 225, 249	Verkehrsflächen	41, 309, 342	Wasserzähler	12, 286, 358	Zonen	25, 27, 47, 94, 112, 136, 171, 232, 246, 344, 345, 368
Umlufthauben	Versamlungsstätte	47, 91	Wasserschaltventil	125, 128, 159, 160, 161, 175, 209, 264, 268, 273	Zugang	12, 184, 248, 349, 353
261	Verschattung	147	Wasserversorgung	279	Zugänglichkeit	12, 162, 170, 211, 220, 226, 228, 246, 248, 252, 254, 256, 260, 262, 263, 279, 329, 352
Umluftkühler	Verschmutzung	132, 161, 168, 183, 230, 260, 264, 268, 327	Wasserlöschposten	83, 84	Zuluftauslässe	210, 213 257, 259
106, 113, 234	Versickerung	18, 144, 220, 293, 295	Wasserqualität	293, 305	Zuverlässigkeit	167, 175, 239, 268
Umrechnungen	Versorgungsleitungen	301	Wasserverbrauch	280	Zweistoffanlagen	207
280, 380, 381, 382	Verteiler	227, 228, 230, 254, 256, 349, 350	Wasserversorgung	279		
Umwandlung	Verteilung	12, 197, 226, 275, 284, 306, 324, 329, 350, 352	WC	42, 66, 75, 100, 101, 239, 244, 268, 271, 288, 298, 303, 309, 342		
325, 378, 380	Verwaltungen	24	Wegführung	41		
Umweltbelastung	Verzüge	<i>Siehe</i>	Weisse Wanne	376		
13, 14, 15, 148	<i>Leitungsverzüge</i>		Wespen	184		
Unkontrollierte	VOC	186, 187, 238	Wetterschutzgitter	125, 128, 159, 160, 161, 175, 209, 264, 268, 273		
Lüftungsverluste	Vögel	157, 160, 173, 174	Widerstandfestigkeit	164		
162	Vollverglasungen	171, 175	Wind	29, 89, 133, 137, 143, 162, 165, 168, 169, 247, 266, 378		
Unterbrechungsfreie	Volumenstromregler	254, 255	Windenergie	378		
Stromversorgung	Vordächer	15, 33, 129, 136, 139, 143, 150, 174	Windfang	127, 175, 176		
328	Vorfluter	293				
Untergeschoss	Vorhänge	51, 157, 197				
12, 92, 131, 190, 274, 329, 333						
Unterhalt						
<i>Siehe</i>						
<i>Instandhaltung</i>						
Unterkonstruktionen						
134, 138, 143, 182						
Unterputzkästen						
83						
Unterschiedliche						
Nutzungszeiten						
243						
Unterverteilung						
12, 324, 333, 334, 353						
Unterzüge						
117						
Uran						
378						
Urinal						
244						
UV						
247, 334, 335, 348						
UV-Schutz						
139, 140						
U-Wert						
130, 131, 145, 147, 148, 173, 269, 270						
Vegetation						
167, 220, 369						



## Die Autoren

**Peter Fink** Dipl. Techniker Heizung/Klima TS/HF. GL, VR der Kannewischer Ingenieurbüro AG für Energie- und Schwimmbadtechnik. Nebenamtlicher Dozent an der Hochschule Luzern (HSLU), Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW). Referent und Vorstandsmitglied bei der OdA Bade- und Eissportanlagen (igba) und Mitglied der SIA-Kommission SIA 385/9 "Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern".

**Peter Gemperle** Sanitärplaner, Vorsitzender der Geschäftsleitung und Mitinhaber der Gemperle Kussmann GmbH für Sanitärplanungen USIC / IHS. Gast-Dozent an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Architektur.

**Stefan Guldemann** Dipl. El-Ing. FH, Geschäftsleitung und Mitinhaber der Selmoni Ingenieur AG, Ingenieurbüro für Elektrotechnik, Automation und Kommunikation. Nebenamtlicher Dozent an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Architektur.

**Michael Hübscher** Dipl. Gestalter FH, Inhaber und Geschäftsführer, hübschergestaltet GmbH unabhängige Lichtgestalter.

**Michele Janner** M.Sc. MRICS, Managing Director, Verwaltungsrat und Mitinhaber der McCaferty Asset Management AG, Assetmanager im Bereich Immobilien.

**Martin Jordi** Dipl. Bau-Ing. HTL. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF, Geschäftsbereichsleiter Elementarschaden-Prävention und Mitglied der Geschäftsleitung. Geschäftsführer der Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen.

**Fabian Neuhaus** Akustiker MIOA, Lic. phil. Musikwissenschaft. Mitinhaber und geschäftsführender Partner des Planungs- und Gestaltungsbüros NEUHAUS Akustische Architektur KLG.

**Inès Neuhaus** Akustikerin MIOA, Diplom Musiktheorie, Diplom Medientechnologie. Mitinhaberin und geschäftsführende Partnerin des Planungs- und Gestaltungsbüros NEUHAUS Akustische Architektur KLG.

**Nico Ros** Dipl. Ing. FH. BA Management UniFR. Geschäftsleitung, Verwaltungsrat und Mitinhaber zpf Ingenieure USIC / SIA. Nebenamtlicher Dozent an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Architektur.

**Niggi Safarik** lic. rer. pol. Geschäftsführer, Verwaltungsrat und Inhaber der Dasis AG, Gebäudereinigungsunternehmen. Vorstandsmitglied Allpura Sektion Basel, Regionale und Zentrale Paritätische Kommission.

**Iris Scholl** lic. phil. I, Geschäftsführerin Ver&Oek, Büro für Verhalten und Oekologie, Experte für Gebäudebrüter.

**Markus Schumacher** Fachmann für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Sicherheitsingenieur EigV, CAS Arbeit und Gesundheit, vorm. Leiter Arbeitsinspektorat Basel-Landschaft, heute Sicherheitsbeauftragter FHNW Campus Muttenz BL.

**Benno Staub** Dipl. Geogr., Dr. rer. nat. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF, Fachperson Elementarschaden-Prävention. Projektleitung Informationsplattform [www.schutzvor-naturgefahren.ch](http://www.schutzvor-naturgefahren.ch) und Sekretär der Kommission für Elementarschaden KES.

**Gregor Steinke** Dipl.-Ing. Architekt TH, Energieingenieur NDS FH, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lehrbeauftragter am Institut Energie am Bau und Institut Architektur der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik der Fachhochschule Nordwestschweiz – FHNW.

**Walter Tanner** eidg. Dipl. Haustechnikplaner, Projektleiter HLKS der fabsolutions AG, Prozessorientierte Lösungen für Lebensmittel-/Fabrikationsbetriebe.

**Stefan Waldhauser** Dipl. HLK-Ing. HTL. Geschäftsleitung, Verwaltungsrat und Mitinhaber der Waldhauser + Hermann AG, Ingenieurbüro USIC / SIA für Haustechnik. Nebenamtlicher Dozent an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Architektur.

**René Wölfli** Dipl.-Ing. TUD/SIA, Brandschutzexperte VKF, Standortleiter der AFC Air Flow Consulting AG in Basel, Lehrbeauftragter an der Hochschule Luzern (HSLU), Institut Technik+Architektur.

**Nora Zoller** MSc ETH Umwelt-Natw. Projektleiterin Gebäudeschadstoffe und Luftschadstoffe bei der Carbotech AG, Büro für Umweltprojekte und Beratung.