

In Kooperation mit



LEBENSZYKLUS BAU

Planen | Bauen | Betreiben | Finanzieren

# MASSNAHMENKATALOG

Technische Sanierungslösungen zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes - abhängig von der Ausgangslage in Gebäuden



Leitfaden für interessierte Gebäudeeigentümer:innen und Branchenvertreter:innen

## IMPRESSUM

### **Herausgeber und für den Inhalt verantwortlich:**

IG LEBENSZYKLUS BAU,  
Prinz-Eugen-Strasse 18/1/7, 1040 Wien  
office@ig-lebenszyklus.at, [www.ig-lebenszyklus.at](http://www.ig-lebenszyklus.at)

Der Leitfaden wurde in Kooperation mit dem Programm **klimaaktiv** Gebäude erstellt.  
<https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren>

### **AG Umsetzungsmodelle für nachhaltige Sanierungen**

#### **Projektleiterinnen:**

Margot Grim-Schlink, Katharina Schlager, e7 energy innovation & engineering

#### **Arbeitsgruppenmitglieder:**

Simon Fallmann, CES Clean Energy Solutions GmbH  
Lukas Kral, Dietrich | Untertrifaller Architekten ZT GmbH  
Manuel Lorber, Allplan GmbH  
Markus Loske, Delta Projektconsult GmbH  
Christian Riegler, Lichtagent GmbH  
Daniel Reiterer, Umweltbundesamt GmbH  
Katharina Rieger | M.O.O.CON GmbH  
Günther Sammer | Vasko + Partner Ingenieure GmbH  
Tobias Steiner | IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
Franziska Trebut | klimaaktiv, ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik

### **Schlussredaktion & grafische Gestaltung:**

FINK | Kommunikations- und Projektagentur

Cover und Rückseite: Hilde Renner – DESIGN  
Leitfaden: e7 energy innovation & engineering

### **Cover**

Palais de la Musique et des Congrès  
Strasbourg, Frankreich (2016)

### **Architektur**

Dietrich Untertrifaller mit Rey-Lucquet et associés

### **Foto Copyright**

Foto Neubau: Bruno Klomfar  
Foto Altbau: Archiv Aufnahme

**Stand:** Oktober 2023

**Rechte:** Alle Rechte am Werk liegen bei der IG LEBENSZYKLUS BAU

### **Haftungshinweis**

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Vereins und der Autoren unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

# Hintergrund und Zielsetzungen des Leitfadens

Weltweit fallen knapp 40 % der gesamten CO2 Emissionen dem Gebäudesektor zu. Bei der Reduktion der Emissionen und Erreichung der Klimaziele spielt unser Umgang mit dem Gebäudebestand dabei eine Schlüsselrolle. Derzeit liegt jedoch die Sanierungsrate im österreichischen Wohnungsbestand mit ca. 1,7% weit unter der notwendigen 2,5% Grenze. Dieser Leitfaden will daher zu umfassenden Sanierungen ermutigen und die Bandbreite an bereits erprobten (und innovativen) Sanierungsmöglichkeiten zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes aufzeigen.

Abhängig von dem Zustand des Gebäudes, werden übersichtlich passende Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt und diese hinsichtlich ihrer Ressourcen- und Energieeffizienz bewertet. Zusätzlich finden sich qualitative Angaben zum Verhältnis von Kosten und Nutzen. Eine Menükarte, die mit kurzen Beschreibungen von Maßnahmen Entscheidungsfindungen unterstützt.

Ziel des Leitfadens ist es die Bandbreite an Sanierungsmöglichkeiten darzulegen und Lösungsmöglichkeiten und Kombinierbarkeit anhand von konkreten Sanierungsfällen aufzuzeigen.

Der Leitfaden richtet sich an Eigentümer:innen, Planende und Konsulent:innen und ist Bestandteil der übergeordneten Arbeitsgruppe „Sanierung“ der IG Lebenszyklus Bau aus dem Jahr 2023.

## Aufbau und Gliederung

Der Leitfaden führt mittels mehrerer Flussdiagramme von der jeweiligen Ausgangslage zu möglichen technischen Lösungen, welche in einer übersichtlichen Tabelle dargestellt werden.

Dabei folgen die Sanierungsmöglichkeiten der idealtypischen Hierarchie:

1. Endenergieverbräuche durch Energieeffizienzmaßnahmen reduzieren
2. Gebäudetechnik auf Erneuerbare Energieträger umstellen
3. geeignete Abgabesysteme in den Aufenthaltsräumen auswählen


Der Leitfaden soll ein einfach verständliches und selbsterklärendes Instrument für jene sein, die sich einen raschen Überblick darüber verschaffen wollen, welche
















unterschiedlichen technischen Möglichkeiten es gibt, die konkrete Immobilie – ob eine Wohnung oder ein großes Bürogebäude – energieeffizienter und klimaneutral zu machen. Dabei versuchen die Maßnahmen einen möglichst umfassenden Blick, der auch das Thema Komfort und den schonenden Umgang mit Materialressourcen mitbehandelt, darzustellen, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit zu haben.

In unterschiedlichen Flussdiagrammen, in welchen der Sanierungsbereich (Gebäudehülle, Gebäudetechnik, Abgabesysteme) und die Sanierungsebene (Reduktion des Energiebedarfs, Umstieg auf erneuerbare Energieträger) dargestellt sind, wird direkt auf unterschiedliche mögliche Maßnahmen verlinkt. Die Navigation zur möglichen Maßnahme kann auch über die Maßnahmenübersicht erfolgen, welche am Ende des Leitfadens aufgelistet ist.

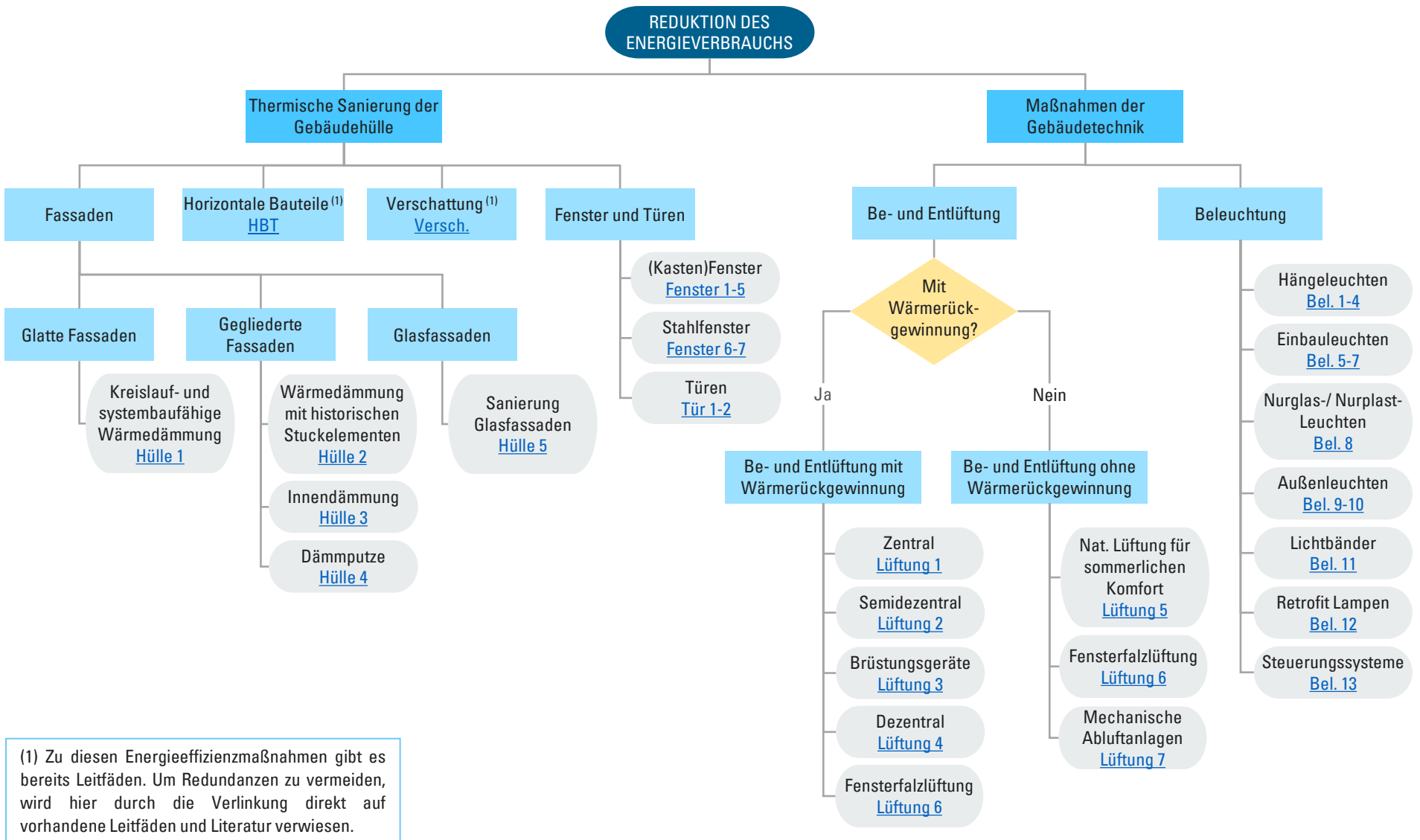
## Effizienz- und Kosten-Nutzen-Bewertung

Die Energie- und Ressourcen-Effizienz-Bewertung, ebenso die Kosten-Nutzen-Bewertung ist durch eine konsensuale, qualitative Einschätzung der Arbeitsgruppe entstanden. Sie wertet die einzelnen Technologien im Vergleich zueinander und nicht im Vergleich zu den gleichen Technologien. So wird z.B. die Pelletsheizung im Vergleich zu einer Sole-Wasser oder Wasser-Wasser-Wärmepumpe nicht ganz so gut dargestellt, da der Wirkungsgrad die 100% nicht überschreitet und der Brennstoff Holz eine begehrte Ressource ist. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Maßnahme nicht in manchen Fällen die beste Wahl darstellt.

Denkmalschutzgeeignet 

Farbcode	sehr gut	gut	mittel	nicht so gut	schlecht
Energieeffizienz					
Kosten/Nutzen					
Ressourceneffizienz					

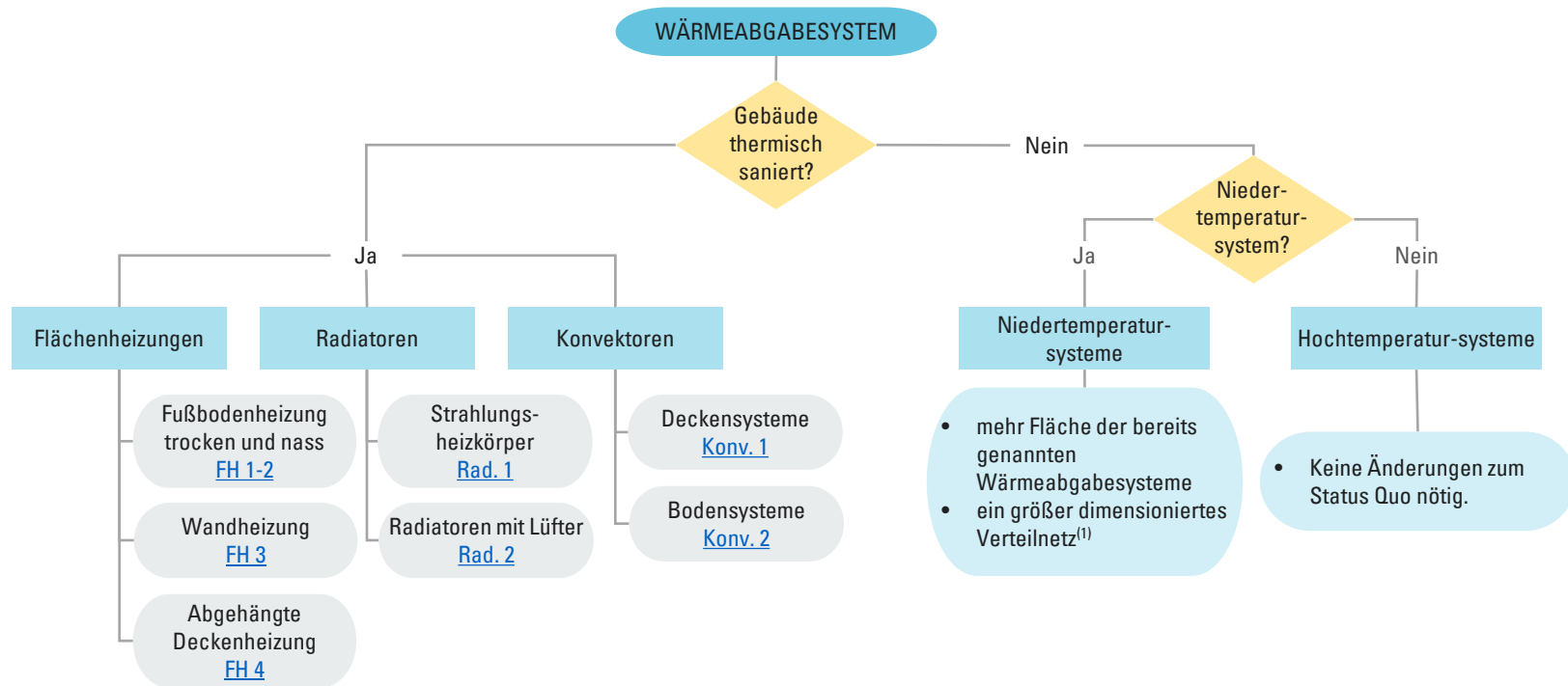
# Endenergieverbräuche durch Energieeffizienzmaßnahmen reduzieren



(1) Zu diesen Energieeffizienzmaßnahmen gibt es bereits Leitfäden. Um Redundanzen zu vermeiden, wird hier durch die Verlinkung direkt auf vorhandene Leitfäden und Literatur verwiesen.



# Geeignete Abgabesysteme in den Aufenthaltsräumen auswählen



(1) Werden in einem thermisch nicht sanierten Gebäude Niedertemperaturheizungen installiert, so benötigt es mehr Fläche der bereits genannten Wärmeabgabesysteme sowie ggf. ein größer dimensioniertes Verteilnetz

# 1. Reduktion des Energieverbrauchs

Die Reduktion des Energieverbrauchs ist ein zentrales Element zur Erreichung der Energiewende. Der größte Hebel dabei ist die thermische Verbesserung der Gebäudehülle. Mit einer optimal thermisch sanierten und luftdichten Gebäudehülle können bis zu 80 % an Wärmeenergie eingespart und der Komfort im Gebäude wesentlich erhöht werden. Weiters sind der Einsatz einer mechanischen Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung sowie der Einsatz effizienter Beleuchtung und energiesparender Geräte und Gebäudetechnik (zum Heizen, Lüften, Kühlen und zur Warmwasseraufbereitung) relevante Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs. Wesentlich ist in Folge auch der Blick auf die Verbräuche im Regelbetrieb, damit die geplanten und gebauten Effizienzen auch eingehalten werden. In den folgenden Kapiteln werden jedoch primär Maßnahmen erläutert, die im Zuge der Sanierung zu den wesentlichsten Einsparungen führen.

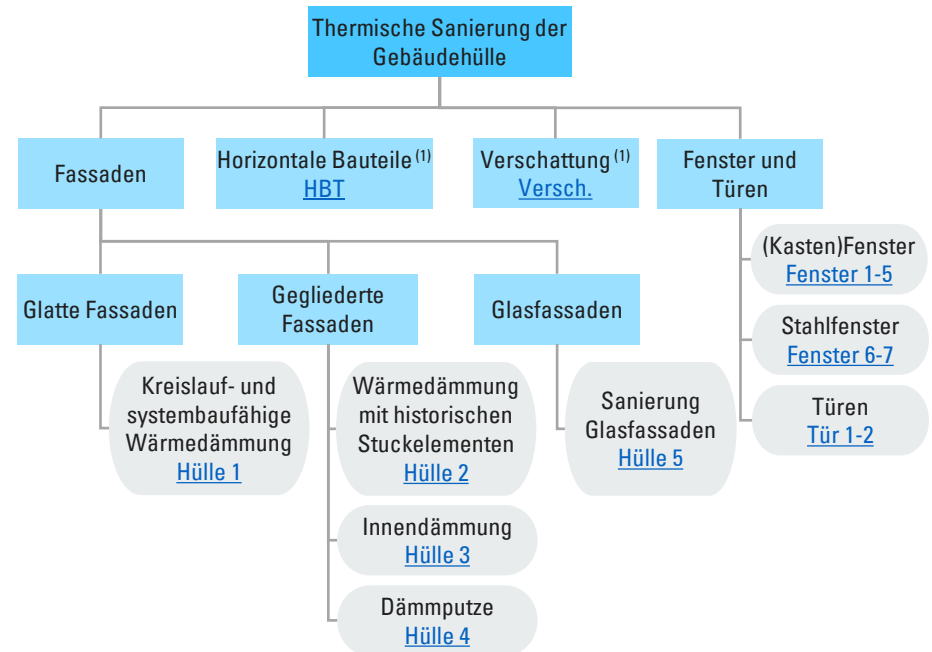
## 1.1 Thermische Sanierung der Gebäudehülle (Auswahl)

In einem ersten Schritt der Sanierung sollte die thermische Optimierung der Gebäudehülle stehen. Es empfiehlt sich jedenfalls vor einem Heizungstausch den Energiebedarf des Gebäudes durch eine thermische Sanierung zu reduzieren.

Denn installiert man ohne einer guten thermischen Gebäudehülle eine neue Heizung, so muss man diese viel größer dimensionieren als nach einer thermischen Sanierung. Zudem ändern sich die laufenden Energiekosten nur bedingt und die Auswahl möglicher Technologien wird reduziert. Steht also eine Erneuerung des Daches, der Fenster oder der Fassade ohnehin an, so sollte überlegt werden, ob diese Maßnahmen nicht vorgezogen werden können. Ist dies nicht möglich, so ist es sinnvoll einen Sanierungsfahrplan zu erstellen, der ein Gesamtkonzept inkl. der Gebäudehülle beinhaltet und unterschiedliche Lösungen für eine phasenweise Umsetzung betrachtet. Mehr zum Thema eines optimalen Sanierungsprozesses, kann im Leitfaden „Zukunftsweisender Umgang mit Gebäudebestand“ nachgelesen werden, welcher unter [www.ig-lebenszyklus.at/publikationen](http://www.ig-lebenszyklus.at/publikationen) downloadbar ist.

Lösungen für die thermische Ertüchtigung der Gebäudehülle gibt es zahlreiche. Diese wurden bereits in unzähligen Wärmebrückenkatalogen oder sonstigen Leitfäden festgehalten, siehe [Kapitel Weiterführende Literatur](#).

In diesem Leitfaden wollen wir nur einzelne wenige Lösungen darstellen, die ggf. nicht so bekannt sind und aus kreislauffähiger bzw. ökologischer Sicht mehr Bedeutung gewinnen sollen. Dies gilt insbesondere für die vertikalen Bauteile wie Fassaden, Fenster und Türen. Horizontale Dämmungen sind bis dato schon großteils kreislauffähig (bzw. zerstorungsfrei rückbaubar), und werden deshalb in diesem Leitfaden nicht gesondert angesprochen.



# FASSADE

## Hülle 1: Kreislauf- und systembaufähige Außendämmung



**Energieeffizienz**  
Abhängig von der Dämmstärke und dem Dämmmaterial



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Dämmung rechnet sich über den Lebenszyklus. Durch steigende Deponiekosten, werden kreislauffähige Systeme wirtschaftlicher.



**Ressourceneffizienz**  
Mit kreislauffähigen und ökologischen Materialien sehr gut

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht




Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Thermischer Nutzen/Effekt	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kreislauffähige Wärmedämmsysteme kennzeichnen, dass diese reparier- und zerlegbar sind, sodass sie entweder direkt wiederverwendbar oder recyclebar sind. Es gibt unter-schiedliche kreislauffähige Wärmedämmsysteme wie z.B.</li> <li>Holzkonstruktion bauseits, hinterlüftet</li> <li>Holzkonstruktion vorgefertigt, Dämmstoff bauseits eingebracht</li> <li>Holzkonstruktion vorgefertigt, hinterlüftet, Dämmstoff bauseits eingebracht</li> <li>Holzkonstruktion inkl. Dämmstoff vorgefertigt, verputzt</li> <li>Holzkonstruktion inkl. Dämmstoff vorgefertigt, hinterlüftet</li> <li>Außendämmung im Zusammenhang mit Systembau und hinterlüfteten Fassadensystemen muss formstabil sein, feuchtigkeitsunempfindlich und verrottungsfest. Bei Systembaulösung in Kombination mit Unterkonstruktion und Fassade muss der konstruktive Feuchteschutz der Dämmschicht gewährleistet sein.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tragfähiger und trockener Untergrund</li> <li>Bestandsaufnahme der Fassade zur Feststellung der durch die Konstruktion ausgleichenden Unebenheiten (z.B. 3D- Vermessung)</li> <li>für den Untergrund passende Befestigungsmittel nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regenrinnen, Blitzschutz, Außenverschattung, etc. sind zu verlegen,</li> <li>Verschraubung der Unterkonstruktion/Wandelemente zur bestehenden Wand (Hohllagen sind mit geeignetem Dämmmaterial und Dichtbändern strömungsfrei zu halten)</li> <li>Generell ist darauf zu achten, dass die Konstruktion diffusionsoffen ist.</li> <li>Die Luftdichtigkeit der Fassade ist durch einen durchgängigen Innenputz oder Dampfbremse der Bestandswand sicherzustellen. Alternativ: Außenputz der Bestandswand</li> <li>Ergänzend (Auszug DIN 18616) Das Dämmmaterial ist im Verband dicht gestoßen und so zu verlegen, dass keine Hohlräume zwischen Untergrund und Dämmschicht entstehen. Die mechanische Befestigung mit 5 Dämmstoffhalten/m<sup>2</sup> im Mittel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig von der Dicke und der Dämmfähigkeit der Dämmmaterialien, verbessert die Dämmung die Energieeffizienz und reduziert den Energieverbrauch sowie den sommerlichen Wärmeschutz.</li> </ul>	
Mögliche Materialien	Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimal: Lose Dämmungen (Zellulose, Holz-/Hanf-/Mineralfaser, Stroh, etc.)</li> <li>Alternativ: Dämmmatte oder Dämmwolle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kreislauffähig, ressourcenschonend</li> <li>einfach ökologische, nachwachsende Dämmstoffe einzusetzen</li> <li>im Lebenszyklus betrachtet wirtschaftlich</li> <li>für den Systembau gut einsetzbar</li> <li>Bauzeit kann verkürzt werden (bei vorgefertigten Wandelementen kann Gerüst entfallen)</li> <li>weniger Abfall auf der Baustelle durch Entfall von Anpassungsarbeiten</li> <li>Einbauten wie Fenster, Heizungs- oder Lüftungsrohre können integriert werden</li> <li>Geringe Einschränkung der Nutzenden während der Bauzeit</li> <li>Gezielte Charakterisierung/Adaptierung/Erhalt des äußeren Erscheinungsbildes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oft teurer als Wärmedämmverbundsystem</li> <li>Brandschutz im Mehrgeschoßbau (mehr Anpassungen notwendig)</li> <li>Ggf. ist der Einhalt der Baufluchtlinien/Abstandsflächen schwer zu halten.</li> <li>Bei nicht hinterlüfteten Lösungssystemen muss Untergrund aufbereitet werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wärmere Innenwände</li> <li>Nutzer während Umbau weniger beeinträchtigt (Gerüst, Bauzeit, Verschmutzung, Lärm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erleichterung der Vorfertigung und Montage durch eine 3D- Vermessung des Bestandes, sorgfältigere Planung notwendig (Anschlussdetails)</li> <li>Weitere Informationen zu den unterschiedlichen Systemen, entnehmen sie genannten <a href="#">Bauteilkatalogen bzw. genannter Literatur</a></li> </ul>	





# FASSADE

## Hülle 2: Wärmedämmung mit Stuckelementen

	<b>Energieeffizienz</b> Abhängig von der Dämmstärke und dem Dämmmaterial	sehr gut
	<b>Kosten-Nutzen im Lebenszyklus</b> Dämmung rechnet sich über den Lebenszyklus. Durch steigende Deponiekosten, werden kreislauffähige Systeme wirtschaftlicher.	gut
	<b>Ressourceneffizienz</b> Mit kreislauffähigen und ökologischen Materialien sehr gut	mittel
		nicht so gut
		schlecht

Allgemeine Beschreibung			Voraussetzungen	Ausführung	Thermischer Nutzen/Effekt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Gebäuden mit gegliederten Fassaden, insbesondere jene im Denkmalschutz ist es wichtig, dass die historische Optik gewahrt bleibt. Ist eine thermische Verbesserung der Gebäudehülle möglich und erlaubt, so können klassische Wärmedämmsysteme (siehe kreislauffähige Außendämmungen Hülle 1 oder andere Wärmedämmsysteme lt. Bauteilkatalogen) angebracht werden, auf welche dem Originalbild nachempfundene Stuckelemente aus leichtem Material (z.B. EPS/ XPS) aufgeklebt werden.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämmsystems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämmsystems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämmsystems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>
Mögliche Materialien	Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämm-systems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämmsystems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämmsystems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig des gewählten Dämmsystems siehe kreislauffähige Systeme und Wärmedämm-verbundsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Informationen zu den unterschiedlichen Systemen, entnehmen sie genannten <a href="#">Bauteilkatalogen bzw. genannter Literatur</a>.</li> </ul>	



# FASSADE

## Hülle 3: Innendämmung



**Energieeffizienz**  
Abhängig von der Dämmstärke und dem Dämmmaterial



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Dämmung rechnet sich über den Lebenszyklus. Durch steigende Deponiekosten, werden kreislauffähige Systeme wirtschaftlicher.



**Ressourceneffizienz**  
Mit kreislauffähigen und ökologischen Materialien sehr gut

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung		Thermischer Nutzen/Effekt
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unter speziellen Rahmenbedingungen kommen in der Bestandssanierung Innendämmungen zum Einsatz:</li> <li>• Platzbeschränkung an der Außenseite   Räumlicher oder regulativen Ursprunges</li> <li>• Erhalt des äußeren Erscheinungsbildes / Denkmalschutz</li> <li>• Gezielte, ergänzende und punktuell Maßnahmen als Teil eines Maßnahmenpaketes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreichend Standsicherheit-Trockener Untergrund-Untergrund frei von Schimmelbildung-Kennntnisstand Verlauf elektrische und haustechnischer Leitungen'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ausführung von Innendämmungen ist im Wesentlichen eine kleinteiligere als die der Außendämmung.</li> <li>• Es ist eine wesentlich risikominimierende Ausführung, da witterungsgeschützt.</li> <li>• Die Berührungspunkte zu Nachbarn sind geringer.</li> <li>• Enorm wichtig ist ein Kennntnisstand über die Bestandssituation, expl. der Verlauf diverser haustechnischer und elektrotechnischer Leitungen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innendämmungen reduzieren den Wärmedurchgang durch die Gebäudehülle nicht im gleichen Maß, wie das bei Außendämmungen der Fall ist, da die Verluste über Wärmebrücken überproportional zunehmen. Zudem ist die mögliche Dämmstoffdicke aufgrund des Raumverlustes begrenzt.</li> </ul>
mögliche Materialien	Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimal: Lose Dämmungen (Zellulose, Holz-/Hanf-/Mineralfaser, Stroh, etc.)</li> <li>• Alternativ: Dämmmatte oder -wolle, Kalziumsilikat- oder Minerale Dämmplatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung der Abstandsflächen</li> <li>• Umgang mit Denkmalschutz</li> <li>• Schnelles Aufheizen wenig genutzter Räume</li> <li>• witterungsunabhängiger Einbau</li> <li>• kein Gerüst im Verbau notwendig</li> <li>• Keine Abstimmung mit Nachbar notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion des Platzes im Innenraum / Verlust von Hauptnutzfläche</li> <li>• Dampfsperre darf nicht beschädigt werden</li> <li>• ggf. Verstärkung von Wärmebrückeneffekten erfordert bauphysikalische Beurteilung</li> <li>• Befestigung von Bildern/Gegenständen in Nutzung oft schwierig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wärmere Innenwände</li> <li>• höherer thermischer Komfort</li> <li>• höhere Raumluftfeuchten zulässig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandschutz: Keine besonderen Anforderungen</li> <li>• Denkmalschutz: Kann somit, sofern nicht für die Innenraumgestaltung ein besonderer Schutz vorliegt vernachlässigt werden.</li> <li>• Feuchteschutz: Zur Vermeidung von Tauwasserbildung in kälteren Zeiträumen muss eine Dampfbremse mit eingefügt werden (ev. Anwendung von Systemlösungen) - Schwachstelle hierbei etwaige Balkenköpfe bei Holzdecken!</li> <li>• Weitere Informationen zu den unterschiedlichen Systemen, entnehmen sie genannten <a href="#">Bauteilkatalogen bzw. genannter Literatur</a>.</li> </ul>	



# FASSADE

## Hülle 4: Dämmputze



**Energieeffizienz**  
Abhängig der Materialität.

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Da geringe Dämmstärken möglich, mittelmäßige Verbesserung

gut

mittel



**Ressourceneffizienz**  
Wenig Materialeinsatz, nicht kreislauffähig

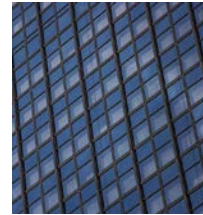
nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen		Ausführung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dämmputze sind ein wichtiger Bestandteil der thermischen Gebäudesanierung. Insbesondere bei denkmalgeschützten Fassaden sind sie eine Möglichkeit den thermischen Standard zu verbessern und gleichzeitig die historische Optik zu bewahren. Sie helfen dabei Wärmeverluste zu reduzieren, indem sie die Außenwände dämmen und den Energieverbrauch des Gebäudes senken, wenn auch der Dämmeffekt meist nicht so groß ist, wie bei anderen Dämmsystemen. Dämmputze sind eine thermische Isolierung, die als zusätzliche Schicht auf die Außenwände aufgetragen wird.</li> <li>Dämmputze können auf Oberflächen wie Ziegel, Beton oder Holz aufgetragen werden. Sie sind relativ einfach anzuwenden, zu installieren und unterhalten. Wärmedämmputze haben i.d.R. eine Wärmeleitfähigkeit von Lambda um 0,07 W/mK. Wärmedämmputze mit einem Leichtzuschlag Aerogel (mehrschichtiges Putzsystem) weisen aktuell eine Wärmeleitfähigkeit bis 0,027 W/mK auf. Damit übertrifft dieser Wert die Leistungsfähigkeit vieler klassischer Dämmstoffprodukte. Die Trockenrohddichte liegt i.d.R. bei unter 230 kg/m<sup>3</sup></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bevor Dämmputz aufgetragen werden kann, muss die Oberfläche sauber sein. Alte Oberflächenputze und Farben müssen ggf. entfernt werden, bevor ein neuer Dämmputz aufgetragen wird. Wichtig ist, dass der Untergrund ausreichend tragfähig ist. Sollte die Oberfläche beschädigt sein, muss sie zuerst mit Mörtel repariert werden, bevor ein neuer Dämmputz aufgetragen werden kann. Darüber hinaus sollten die Oberflächen sorgfältig feucht gemacht werden, bevor der Putz aufgetragen wird, um eine bessere Haftung zu gewährleisten.</li> <li>Grundlage ist grundsätzlich eine Mauerwerksanalyse (Messung der Feuchte- und Schadsalz-Belastung), nach Erfordernis Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk gemäß ÖNORM B 3355, Statische Prüfung n.Erf., ggf. vorab Anwendung des Durchschneideverfahrens oder Injektionsverfahrens, ggf. Mauerwerksverfestigung per Kunstharz-Injektionen (Verfüllen von Hohlräumen, Rissen, Verfestigung von porösem Fugenmörtel).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfen der Oberfläche</li> <li>Untergrund vorbereiten</li> <li>Benetzen der Oberfläche, um eine bessere Haftung zu gewährleisten</li> <li>Mischen und Anwenden des Putzes: Zuerst muss der Putz gemischt werden und dann auf die Oberfläche ggf. in mehreren Schichten aufgetragen werden. Mineralischer Untergrundstabilisator o. glw., Armierungsgewebe o. glw., Putzgrund, Vorspritzmörtel, Dämmputz-Unterputz, Oberputz, Systemfarbe. Die Verarbeitungsrichtlinien des Fabrikats sind zu beachten.</li> <li>Ausgleichen, glätten und feinjähig säubern</li> <li>Feucht halten und aushärten lassen: Der aufgetragene Dämmputz muss bei der richtigen Feuchtigkeit aushärten. Dieser Prozess kann mehrere Tage dauern, abhängig von den äußeren Bedingungen.</li> </ul>	
Thermischer Nutzen/Effekt	Mögliche Materialien	Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>In Abhängigkeit der Materialität und Putzstärke können Hochleistungsputze die Dämmleistung von mittleren Dämmplatten-stärken erreichen. Gerade im Bestand mit tlw. geringen Möglichkeiten stellen diese z.B. auch für Projekte in Schutzzonen eine wirkungsvolle Maßnahme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dämmputze bestehen normalerweise aus einer Mischung aus Bindemittel und pflanzlichen Materialien, die als Zuschlagstoffe dienen. Diese Zuschlagstoffe können Mineralien wie Perlite, Vermiculite, Schaummaterialien oder Holzfasern sein. Aerogel, oder Glaskugeldämmputze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>auch im Denkmalschutz einsetzbar - bis zu 12cm Dämmdicke- Modellierbar, - Unebenheiten im Untergrund können ausgeglichen werden- Anpassung an den Untergrund</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>reduziert Energiebedarf nur geringfügig- nicht kreislauffähig als Bauteil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>höhere raumseitige Oberflächentemperaturen, damit erhöhter thermischer Komfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Informationen zu den unterschiedlichen Systemen, entnehmen sie genannten <a href="#">Bauteilkatalogen</a> bzw. <a href="#">genannter Literatur</a>.</li> </ul>

# FASSADE

## Hülle 5: Sanierung Glasfassaden



### Energieeffizienz

Abhängig von Dämmwirkung, transparenten Anteil und Verschattung.



### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Eine ganzheitliche Sanierung kann eine wesentliche Verbesserung der Kosten/Nutzens bewirken, ansonsten Glasfassaden eher teurer.



### Ressourceneffizienz

Bei kreislauffähigem System sehr gut, Lebensdauer mäßig

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Thermischer Nutzen/Effekt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Glasfassaden sind im wesentlichen autarke Fassadensysteme. Sie sind nicht-tragend, maximal selbsttragend ausformuliert. Das bietet eine Vielzahl an Sanierungsmöglichkeiten, im großen, wie im kleineren Rahmen.</li> <li>Im ersten Schritt ist eine tiefgreifende Analyse der Bestandssubstanz unabdingbar. Inklusive einer Überprüfung der Grundstruktur, bis zur Analyse des gasbefüllten, bauphysikalisch-aktiven Zwischenschnitts.</li> <li>Sollte eine Sanierung notwendig sein, empfiehlt sich immer eine ganzheitliche Sanierung, um das Gebäude in Erscheinungsbild einheitlich zu halten und eine belastbare Gewährleistung auf die Fassade zu haben.</li> <li>Das Mitdenken einer effektiven Verschattungslösung ist unbedingt erforderlich, um den Energiebedarf gering zu halten und den sommerlichen Komfort zu gewährleisten. Eventuell ist bei einem hohen transparenten Anteil auch zu überlegen, ob ein Teil der transparenten Fläche opak ausgeführt werden kann. Ggf. Mit PV-Modulen kombinierbar.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tragfähige Gebäudestruktur</li> <li>Bestandsaufnahme der Gebäudestruktur (3D Scan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer segmentierten Ausführung muss auf jeden Fall auf die Anschlüsse an die Bestandsfassade geachtet werden. Sowie auf die unterschiedlichen Bewegungsdynamiken Rücksicht genommen werden - Arbeiten Dehnfugen</li> <li>Bei einer kompletten Erneuerung müssen die bekannten Themen um Anschlüsse, Abdichtungen und Systemzusammensetzung lt. konkretem Fabrikat berücksichtigt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig vom gewählten System der Glasfassade (Dämmwirkung, transparenter Anteil)</li> <li>Abhängig davon wie großflächig die Sanierung angesetzt wird.</li> <li>Abhängig vom Verschattungstyp</li> </ul>
mögliche Materialien	Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimal: Verwendung umweltfreundlicher Materialien und Technologien, sowie trennbarer Systemkomponenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierung des Raumklimas sowie der Betriebskosten.</li> <li>Aufgrund dessen, dass Glasfassaden immer nach den Prinzipien des Systembaus umgesetzt werden – einfache Wartung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ganzheitliche Sanierungen von Glasfassaden sind immer mit einem erheblichen Investitionskostenaufwand verbunden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig vom gewählten System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siehe Vorgaben der unterschiedlichen Systemfabrikate</li> </ul>



# Kastenfenster

## Fenster 1: Tausch der Innenflügel



**Energieeffizienz**  
Verbessert Energieeffizienz wesentlich



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Einfache Maßnahme mit großem Nutzen



**Ressourceneffizienz**  
Nur geringer Materialverbrauch

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei der Sanierung von Kastenfenstern können die alten Innenflügel mit Einfachverglasung durch ein modernes Holzverbundfenster mit 3-fach Verglasung ersetzt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Außenflügel und Fensterrahmen sollten sich in einem guten Zustand befinden, um weiter verwendet werden zu können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die alten Innenflügel werden durch ein modernes Holzverbundfenster mit 3-fach Verglasung ersetzt.</li> <li>Die dabei mögliche Verbesserung des U-Wertes entspricht dem eines Neubaustandards.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denkmalschutzgeeignet</li> <li>Bei Kastenfenstern, deren Außenflügel nach innen geöffnet werden, ist es in der Planung erforderlich die Drehgeometrie zu beachten, um eine uneingeschränkte vollständige Öffnung zu ermöglichen.</li> <li>Der Innenflügel sollte sorgfältig abgedichtet werden, während beim Außenflügel eine etwas lockere Abdichtung gewählt werden kann.</li> <li>Bei einer unsanierten Fassade mit dichten Fenstern ist darauf zu achten, dass richtig gelüftet wird, bzw. eine mechanische Be- und Entlüftung installiert wird, da es ansonsten zu Schimmel kommen kann.</li> <li>Im Idealfall wird eine außenliegende Verschattung – mindestens Verschattung im Zwischenraum des Kastenfensters inkl. Entlüftung – mitgedacht. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>	
Vorteile	Nachteile	Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung Wärmedämmung</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> <li>Minimierung der Kondensatbildung</li> <li>Rascher Einbau</li> <li>Einbau zu jeder Jahreszeit und Witterung möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es kann mitunter schwierig sein die Innenflügel komplett dicht zu bekommen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Wärmedämmung und Reduktion der Lüftungswärmeverluste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperatur der Innenflügel</li> <li>Verringerung von Zugluft aufgrund der höheren Dichtheit</li> </ul>	



## (Kasten)Fenster Fenster 2: Tausch der Verglasung (der Innenflügel)



**Energieeffizienz**  
Durch die Wärmeschutzverglasung etwas bessere Wärmedämmung



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Einfache Maßnahme mit gutem Nutzen



**Ressourceneffizienz**  
Nur Glastausch

sehr gut
gut
mittel
nicht so gut
schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung von Bestandsfenstern Holz, Holz-Alu, Kunststoff) mittels Wärmeschutzverglasungen bzw. Vakuum-Wärmeschutzverglasungen.</li> <li>Bei Kastenfenstern Tausch der Verglasung der Innenflügel</li> <li>Im Vergleich zur Dreifachverglasung sind Vakuumglassysteme bis zu 40 % leichter und 3–4-mal dünner als Dreifachverglasung.</li> <li>Vakuumglassysteme bieten gleichwertigen Wärmeschutz zu 3-fach Verglasungssystemen, 0,7 W/m<sup>2</sup>K, schlanke Konstruktion Dicke ca. 7,7-12,1mm, Gewicht analog einer 2-fach Verglasung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestandsrahmensystem weist keine konstruktiven und funktionale Mängel auf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausgleich von unterschiedlichen Glasmaßen Bestand/Neu.</li> <li>Profiladaptierung in Abhängigkeit des Bestandsfensters.</li> <li>Abstandsausgleich per Adaptierung der Glasfalzleiste/Blendrahmen, ggf. mit zusätzlicher Armierung oder Dämmkern / Dämmblöcke.</li> <li>Bei Kastenfenstern wird die Bestandsscheibe der Innenflügel entfernt und der Glasfalz nachgefräst. Danach werden die neuen Isolierglasscheiben eingesetzt.</li> <li>Diese Maßnahme sollte mit einer Abdichtung des Innenflügels kombiniert werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denkmalschutzgeeignet</li> <li>Es ist möglich, dass eine zusätzliche Leiste angebracht werden muss, um die erforderliche Einbautiefe für die neue Verglasung zu gewährleisten.</li> <li>Bei Kastenfenstern kann eine zu hohe Dämmung der Innenflügel zu Eisblumenbildung an den Außenflügel führen.</li> <li>Der Innenflügel sollte sorgfältig abgedichtet werden, während beim Außenflügel eine etwas lockere Abdichtung gewählt werden kann.</li> <li>Bei einer unsanierten Fassade mit dichten Fenstern ist darauf zu achten, dass richtig gelüftet wird, bzw. eine mechanische Be- und Entlüftung installiert wird, da es ansonsten zu Schimmel kommen kann.</li> <li>Im Idealfall wird eine außenliegende Verschattung – mindestens Verschattung im Zwischenraum des Kastenfensters inkl. Entlüftung – mitgedacht. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung Wärmedämmung</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> <li>Kostensparnis im Vergleich zu anderen Sanierungsmaßnahmen</li> <li>Bei Kastenfenstern Erhaltung der Innenflügel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Tausch der Verglasung beseitigt keine Undichtheiten am Fenster, die Innenflügel sollten daher zusätzlich abgedichtet werden.</li> <li>Derzeit wenige Glassystemanbieter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung der thermischen Hülle / Wärmeschutz, Verbesserung der Oberflächentemperaturen, wesentliche Verbesserung der Behaglichkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperatur der Innenflügel</li> <li>Verringerung von Zugluft aufgrund der höheren Dichtigkeit</li> </ul>



## (Kasten)Fenster

### Fenster 3: Abdichten mittels Einfräsdichtungen



**Energieeffizienz**  
Nur Reduktion Lüftungswärmeverluste, keine zusätzliche Wärmedämmung



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Nur Reduktion Lüftungswärmeverluste, aber kaum Investitionen



**Ressourceneffizienz**  
Nur Dichtungslippen benötigt

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Innenflügel werden mittels zusätzlicher neuer Dichtungen abgedichtet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es müssen die Fensterflügel (bei Kastenfenster die Innen- sowie Außenflügel) und der Fensterrahmen in einem guten Zustand sein, um weiter verwendet werden zu können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In den Stockfalz werden Abdichtungsprofile eingefräst, in welche die Dichtungen eingesetzt werden. Alternativ können Dichtungen auf den Rahmen aufgeklebt. Voraussetzung sind glatte Oberflächen ohne Fehlstellen im Fensterrahmen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denkmalschutzgeeignet</li> <li>Bei einer unsanierten Fassade mit dichten Fenstern ist darauf zu achten, dass richtig gelüftet wird, bzw. eine mechanische Be- und Entlüftung installiert wird, da es ansonsten zu Schimmel kommen kann.</li> <li>Bei Kastenfenstern sollte der Innenflügel sorgfältig abgedichtet werden, während beim Außenflügel eine etwas lockere Abdichtung gewählt werden kann.</li> <li>Im Idealfall wird eine außenliegende Verschattung – mindestens Verschattung im Zwischenraum des Kastenfensters inkl. Entlüftung – mitgedacht. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>	
Vorteile		Nachteile	Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verringerung der Wärmeverluste</li> <li>Minimierung der Kondensatbildung</li> <li>Verbesserung Luftdichtheit</li> <li>Verbesserung Wärmeschutz</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> <li>Erhaltung der Fenster</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusätzliche Arbeiten, wie ein Tausch der Verglasung der Innenflügel können notwendig sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduktion der Lüftungswärmeverluste Aufgrund der verbesserten Dichtheit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Behaglichkeit durch Verringerung von Zugluft aufgrund der verbesserten Dichtheit</li> <li>Verbesserter Schallschutz</li> </ul>



## Kastenfenster

### Fenster 4: Komplettaustausch des Kastenfensters



**Energieeffizienz**  
Höchste Effizienz



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Teure aber effektive Variante, sehr hohe Verbesserung des thermischen Zustands



**Ressourceneffizienz**  
Sofern das Fenster kreislauffähig gebaut ist und aus ökologischen Materialien gut

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplettaustausch des Kastenfensters in ursprünglicher Optik.</li> <li>• Innenverglasung 2- oder 3-Scheibenverglasung,</li> <li>• Dichtes Fenster</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um den Denkmalschutz gerecht zu werden, muss Optik des neuen Fensters beibehalten werden.</li> <li>• In der Regel nur dann wirtschaftlich, wenn alte Fenster kaputt sind.</li> <li>• Mauerwerkssanierung, Laibungssanierung, Mauerwerk mit Glattstrich o. glw. zu Minimierung der Fugenbreiten und als Basis für fachgerechte Mauerwerksanschlüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das komplette Fenster wird gegen ein Neues getauscht, welches in der Optik dem alten Fenster nachempfunden wird.</li> <li>• Mauerwerksanschluss gemäß ÖNORM B 5320</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Denkmalschutzgeeignet</li> <li>• Es sollten ökologische, langlebige und kreislauffähige Materialien (Holz/Alu) verwendet werden.</li> <li>• Bei einer unsanierten Fassade mit dichten Fenstern ist darauf zu achten, dass richtig gelüftet wird, bzw. Laibungsdämmungen, Fugendämmungen, Systemdichtbänder, Systemdampfsperren o.ä. in Abstimmung mit der Bauphysik entsprechend berücksichtigt werden bzw. ggf. eine mechanische Be- und Entlüftung zu installieren, da es ansonsten zu Schimmel kommen kann.</li> <li>• Im Idealfall wird eine außenliegende Verschattung – mindestens Verschattung im Zwischenraum des Kastenfensters inkl. Entlüftung – mitgedacht. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>	
Vorteile		Nachteile		Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wesentliche Verringerung der Wärmeverluste</li> <li>• Optimale, dem Stand der Technik entsprechende Mauerwerksanschlüsse</li> <li>• Verbesserung Wärmeschutz</li> <li>• Verbesserung Schallschutz</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Kosten</li> <li>• Das Bestandsfenster bleibt nicht erhalten</li> <li>• Maurerarbeiten erforderlich</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Wärmedämmung und geringere Lüftungswärmeverluste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperatur des Fensters</li> <li>• Verringerung von Zugluft aufgrund der verbesserten Dichtheit</li> </ul>



## (Kasten)Fenster

### Fenster 5: Komplettaustausch (Kasten)Fenster gegen Verbundfenster



**Energieeffizienz**  
Höchste Effizienz

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Kostengünstigere Variante als neues Kastenfenster

mittel



**Ressourceneffizienz**  
Verbundfenstern meist nicht kreislauffähig, bei ökologischen Materialien jedoch gut

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das bestehende (Kasten)Fenster wird gegen ein 3-Scheiben-Verbundfensterkonstruktion getauscht.</li> <li>U-Werte: Ug zwischen 0,5 und 0,8 W/(m²K),</li> <li>Glaskonstruktion mit thermisch getrenntem Glasrandverbund</li> <li>gut gedämmte Fensterrahmen</li> <li>innere Oberflächentemperatur &gt; 17 °C</li> <li>Dreh-, Kipp-, Stulpfenster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei denkmalgeschützten Gebäuden, sollte die Sanierungsmaßnahme mit dem Denkmalschutzamt abgestimmt werden.</li> <li>Mauerwerkssanierung, Laibungssanierung, Mauerwerk mit Glattstrich o. glw. zu Minimierung der Fugenbreiten und als Basis für fachgerechte Mauerwerksanschlüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das alte Fenster wird gegen ein 3-Scheiben-Verbundfenster ausgetauscht.</li> <li>Mauerwerksanschluss gemäß ÖNORM B 5320</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht denkmalchutzgeeignet</li> <li>Es sollten ökologische, langlebige und kreislauffähige Materialien (Holz/Alu) verwendet werden.</li> <li>Bei einer unsanierten Fassade mit dichten Fenstern ist darauf zu achten, dass richtig gelüftet wird, bzw. Laibungsdämmungen, Fugendämmungen, Systemdichtbänder, Systemdampfsperren o.ä. in Abstimmung mit der Bauphysik entsprechend berücksichtigt werden bzw. ggf. eine mechanische Be- und Entlüftung zu installieren, da es ansonsten zu Schimmel kommen kann.</li> <li>thermisch getrennte Abstandhalter, Glasrandverbund aus Kunststoff o.ä.</li> <li>Wärmebrückenfreie Fenstermontage und luftdichter Einbau von Fenstern (Foliensysteme, innen Dampfsperre / außen diffusionsoffene Folie, größer dimensionierte Profilüberdämmung / Laibungsdämmungen, ggf. zusätzliche Dämmkeile, nach architektonischem Erfordernis Aerogeldämmblöcke o.ä.,...)</li> <li>Im Idealfall außenliegende Abschattungseinrichtung – aber mindestens ein Sonnenschutzsystem im Zwischenraum des Verbundfensters – mitdenken. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>	
Vorteile	Nachteile	Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wesentliche Verringerung der Wärmeverluste</li> <li>Optimale, dem Stand der Technik entsprechende Mauerwerksanschlüsse</li> <li>Verbesserung Wärmeschutz</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Kosten</li> <li>Das Bestandsfenster bleibt nicht erhalten</li> <li>Maurerarbeiten erforderlich</li> <li>Keine historische Optik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Wärmedämmung und geringere Lüftungswärmeverluste.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimale Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperatur der Innenflügel</li> <li>Verringerung von Zugluft aufgrund der guten Dichtheit</li> </ul>	



# Stahlfenster

## Fenster 6: Fenstertausch



**Energieeffizienz**  
Durch die Wärmeschutzverglasung und verbesserter Rahmen gut, jedoch mit bauphysikalischen Grenzen



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Wesentliche Verbesserung des Wärmeschutzes, Maßanfertigung



**Ressourceneffizienz**  
Sofern das Fenster kreislauffähig aus ökologischen Materialien gebaut ist, gut, jedoch Kompletttausch

sehr gut
gut
mittel
nicht so gut
schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fenstertausch von nicht sanierbaren und thermisch mangelhaften Metallrahmenfenstern 1-fach verglast, per Fensterprofile aus Edelstahl oder Cortenstahl</li> <li>Verglasung- 2- Scheibenverglasung oder Vakuumglas</li> <li>Dreh-, Kipp-, Stulpfenster, Flügelgrößen bis 1000x2400mm, Elementdicken 20-47mm, Uw-Wert ab 0,8 W/m²K</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mauerwerkssanierung, Laibungssanierung, Mauerwerk mit Glattstrich o. glw. zu Minimierung der Fugenbreiten und als Basis für fachgerechte Mauerwerksanschlüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das alte Fenster wird gegen ein technisch optimiertes Stahlfenster ausgetauscht.</li> <li>Mauerwerksanschluss gemäß ÖNORM B 5320</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denkmalschutzgeeignet</li> <li>Optimalerweise ergänzende Mauerwerksdämmung des Bestandes (siehe weitere Maßnahmen zur thermischen Sanierung der Gebäudehülle)</li> <li>Im Idealfall außenliegende Abschattungseinrichtung – aber mindestens ein innenliegendes Sonnenschutzsystem – mitdenken. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>	
Vorteile	Nachteile	Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung Wärmeschutz</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> <li>Denkmalschutzgeeignet</li> <li>Annähernd historische Optik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bauphysikalische Grenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung der thermischen Hülle / Wärmeschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperatur der Fenster</li> <li>Verringerung von Zugluft aufgrund der verbesserten Dichtheit</li> </ul>	



## Stahl-Loftfenster Fenster 7: Fenstertausch



### Energieeffizienz

Durch die Wärmeschutzverglasung und verbesserter Rahmen gut, jedoch mit bauphysikalischen Grenzen



### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Wesentliche Verbesserung des Wärmeschutzes, Maßanfertigung



### Ressourceneffizienz

Sofern das Fenster kreislauffähig aus ökologischen Materialien gebaut ist, gut, jedoch Komplettaustausch

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fassadenloftfenstertausch von nicht sanierbaren und thermisch mangelhaften Metallrahmenfenstern 1-fach verglast, per wärmegeädämmtem Massivstahlprofilssystem</li> <li>Sanierung von Industrie- und Loft-Verglasungen, Ansichtsbreite von 30 mm und einer Profiltiefe von 52 – 100 mm, ermöglicht verglaste Flächen mit Höhen von 3 – 9 m, je nach Glasaufbau und Windbelastung, Mögliche Glasstärken für optimale Dämmung:</li> <li>Minimale Glasdicke 18 mm (2-Fach Verglasung)</li> <li>Maximale Glasdicke 59 mm (3-fach Verglasung)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mauerwerkssanierung, Laibungssanierung, Mauerwerk mit Glattnstrich o. glw. zu Minimierung der Fugenbreiten und als Basis für fachgerechte Mauerwerksanschlüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen Mauerwerksanschluss gemäß ÖNORM B 5320</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denkmalschutzgeeignet</li> <li>Optimalerweise ergänzende Mauerwerksdämmung des Bestandes (siehe weitere Maßnahmen zur thermischen Sanierung der Gebäudehülle)</li> <li>Prüfung der Fensterkonstruktion durch Bauphysik – große thermische Unterschiede / U-Wertunterschiede (U<sub>f</sub> / U<sub>g</sub>) der Fensterkomponenten</li> <li>Im Idealfall außenliegende Abschattungseinrichtung – aber mindestens ein innenliegendes Sonnenschutzsystem – mitdenken. Unterschiedliche Möglichkeiten sind im Leitfaden <a href="#">Sonnenschutz und Stadtbild</a> zu finden.</li> </ul>	
Vorteile	Nachteile		Thermischer Nutzen/Effekt	Komfort	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung Wärmedämmung</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fenster ggf. nicht öffnbar / Statik</li> <li>Bauphysikalische Grenzen</li> <li>Ggf. kein Vakuumglas möglich</li> <li>U<sub>f</sub> - U-Wert der Rahmen sind nicht besonders gut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung der thermischen Hülle / Wärmeschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperatur der Fenster</li> <li>Verringerung von Zugluft aufgrund der verbesserten Dichtheit</li> </ul>	



## Türen

### Tür 1: Verbesserung der Luftdichtheit mit zusätzlichen Dichtungsebenen



#### Energieeffizienz

Nur Reduktion Lüftungswärmeverluste, keine zusätzliche Wärmedämmung



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Nur Reduktion Lüftungswärme-verluste, aber kaum Investitionen



#### Ressourceneffizienz

Nur Dichtungslippen benötigt

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

#### Allgemeine Beschreibung

- Eingangstüren/Verbesserung von Beständstüren - z.B. bei Bestandsholztüren, Einfräsen von zusätzlichen Nuten, Verbesserung der Luftdichtheit per zusätzlicher Dichtungsebenen
- Einbau von zusätzlichen Dichtungsprofilen in Bestandsholzrahmen zur Verbesserung der Luft- und ggf. Schlagregendichtheit, die Profilentwässerung und Sicherstellung der Schlagregendichtheit ist durch einen Tischler zu beurteilen. Im unteren Bereich kann ggf. eine Türdichtung mit Absenkautomatik eingebaut werden

#### Voraussetzungen

- Holzrahmen weist keine Witterungsschäden auf, nach Bedarf können ggf. die unteren Holzprofile getauscht werden, ggf. ist kein Tausch des gesamten Rahmens erforderlich, Prüfung und Beurteilung durch Tischler erforderlich

#### Ausführung

- Einfräsen von ein oder mehreren Nuten zur Montage von Dichtungsprofilen, Steg der Türdichtung wird in Nut hineingedrückt

#### Planungshinweise

- Denkmalschutzgeeignet
- Bei einer unsanierten Fassade mit dichten Fenstern und Türen ist darauf zu achten, dass richtig gelüftet wird, bzw. eine mechanische Be- und Entlüftung installiert wird, da es ansonsten zu Schimmel kommen kann.

#### Vorteile

- Verbesserung Wärmeschutz
- Verbesserung Luftdichtheit
- Verbesserung Schallschutz

#### Nachteile

- Nur thermische Verbesserung durch Reduzierung der Lüftungswärmeverluste

#### Thermischer Nutzen/Effekt




- Verbesserung der thermischen Hülle / Wärmeschutz, Verbesserung der Luftdichtheit per zusätzlicher Dichtungsebenen, verbesserter Schallschutz

#### Komfort

- Höhere Behaglichkeit durch Verringerung von Zugluft aufgrund der höheren Dichtheit
- Verbessertes Schallschutz

# Türen

## Tür 2: Türentausch

 <b>Energieeffizienz</b> Höchste Effizienz	sehr gut
 <b>Kosten-Nutzen im Lebenszyklus</b> Abhängig von Türqualität vor Sanierung	gut
 <b>Ressourceneffizienz</b> Kompletttausch, abhängig von der Materialität und Kreislauffähigkeit der neuen Türe	mittel
	nicht so gut
	schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eingangstüren / Türentausch - "Passivhaustüren" mit Wärmedurchgangskoeffizient <math>&lt; 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (ÖNORM EN ISO 10077 1-2), Tausch von thermisch und/oder funktional mangelhaften Bestandstüren</li> <li>Einbau von thermisch hochwertigen Rahmen aus Holz, Aluminium, Stahl/Aluminium, GFK, Türblatt analog z.B. Holzprofile, Türblattdämmung mit z.B. Phenolharzschaum (<math>0,022 \text{ W/(mK)}</math>) und Polyethylenschaum (<math>0,038 \text{ W/(mK)}</math>), Schafwolle-Dämmung <math>0,037 \text{ W/(mK)}</math>, Holzweichfaserplatte mit <math>0,040 \text{ W/(mK)}</math> o.ä.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mauerwerkssanierung, Laibungssanierung, Mauerwerk mit Glattstrich o. glw. zu Minimierung der Fugenbreiten und als Basis für fachgerechte Mauerwerksanschlüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen Mauerwerksanschluss gemäß ÖNORM B 5320</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht denkmalchutzgeeignet</li> <li>Optimalerweise ergänzende Mauerwerksdämmung des Bestandes (siehe weitere Maßnahmen zur thermischen Sanierung der Gebäudehülle)</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Thermischer Nutzen/Effekt		Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung Wärmedämmung</li> <li>Verbesserung Schallschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht Denkmalchutzgeeignet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung der thermischen Hülle / Wärmeschutz, Verbesserung der Luftdichtheit per zusätzlicher Dichtungsebenen, verbesserter Schallschutz</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimale Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperaturen</li> <li>Verringerung von Zugluft aufgrund der guten Dichtheit</li> <li>Verbesserter Schallschutz</li> </ul>

## Weiterführende Literatur zur Ertüchtigung der thermischen Gebäudehülle

---

### Bauteilkataloge

- Walter, P. und Wagner, S. Österreichisches Institut für Baubiologie (Hrsg.). (1982). Baukonstruktionen und Baustoffe.
- Walter, P. Österreichisches Institut für Baubiologie (Hrsg.). (1984). Baukonstruktionen und Baustoffe.
- Hildegund, M., et al. Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie (Hrsg.). (1999). Ökologischer Bauteilkatalog: Bewertete gängige Konstruktionen - Bauteilkatalog.
- Walter, P., et al. Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie (Hrsg.). (2008). Passivhaus-Bauteilkatalog - Ökologisch bewertete Konstruktionen.
- [Zelger, T., et al. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie \(Hrsg.\). \(2012\). PH-Sanierungsbauteilkatalog: Zweite Ausbaustufe.](#)
- [Zelger, T., et al. Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie \(Hrsg.\). \(2017\). Passivhaus-Bauteilkatalog: Sanierung.](#)

### Wärmebrückenkataloge

- Wienerberger Österreich GmbH. (2020). Wärmebrückenkatalog Passivhaus - Anschlussdetails.
- [Ploß, M., et al. Energieinstitut Vorarlberg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft \(Hrsg.\). \(2013\). Wärmebrückenkatalog Fenstereinbau. Teil 1: Details für hocheffiziente Neubauten.](#)

### WTA, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.

- WTA Merkblatt 4-6. Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.
- WTA Merkblatt 6-10. Luftdichtheit im Bestand Teil 2: Detailplanung und Ausführung. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.
- WTA Merkblatt 2-9. Sanierputzsysteme
- WTA Merkblatt 4-9. Nachträgliches Abdichten und Instandsetzen von Gebäude- und Bauteilsockeln.
- WTA Merkblatt 4-9. Instandsetzen von Gebäude- und Bauteilsockeln.

### Bundesdenkmalamt

- Bundesdenkmalamt BDA. (2011). Richtlinie Energieeffizienz am Baudenkmal.
- [Bundesdenkmalamt BDA. \(2015\). ABC Standards der Baudenkmalpflege.](#)
- [Bundesdenkmalamt BDA. \(2021\). Standards Energieeffizienz am Baudenkmal.](#)

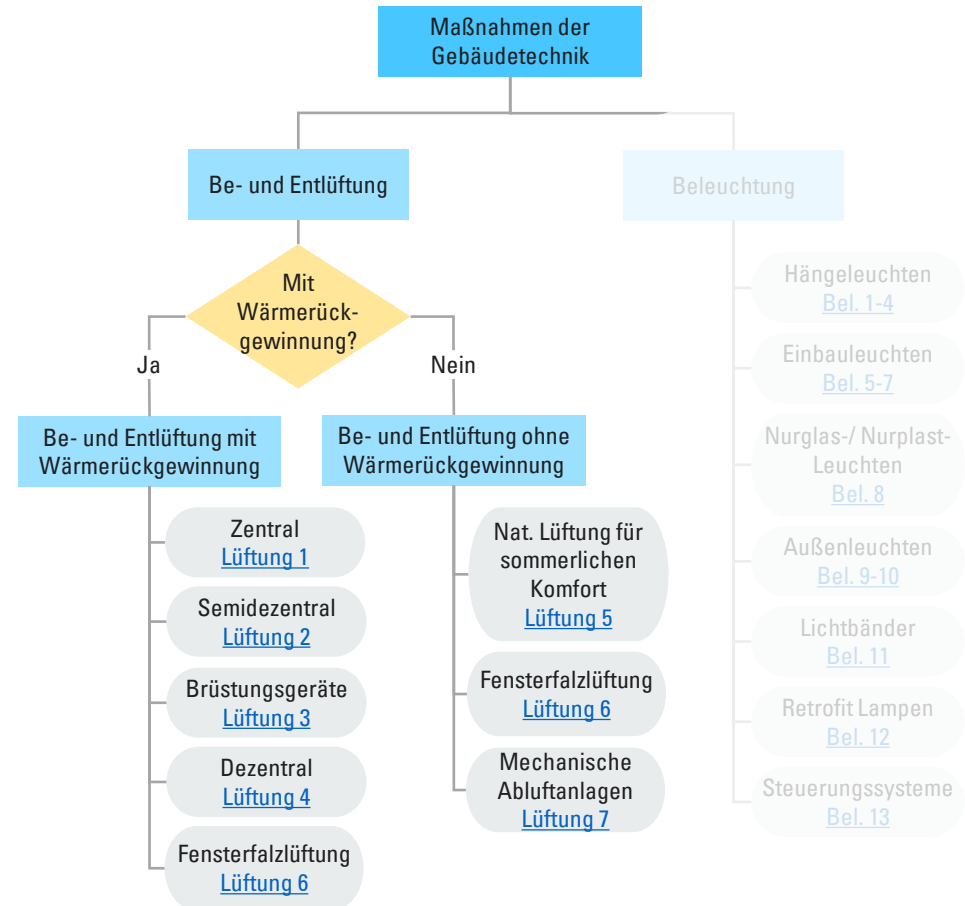
- [Eurac Research. Building Energy Retrofit Atlas. \(2023\).](https://www.hiberatlas.com/de/willkommen-bei-uns-1.html)

### Fachliteratur

- [Institut für Bauforschung e.V. Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V. \(Hrsg.\). \(2006\). Bauen im Bestand - Schäden, Maßnahmen und Bauteile - Katalog für die Altbauerneuerung.](#)
- [Weber, J. und Hafkesbring, V. \(2012\). Bauwerksabdichtung in der Altbauanierung - Verfahren und juristische Betrachtungsweise. 3. Auflage.](#)
- [Bauer, A., et al. \(2016\). Praxis-Handbuch Innendämmung. Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG.](#)
- [Steiner, T. \(2018\). Ökologie und Ökonomie des Dämmens - Analyse und Bewertung von Dämmmaßnahmen in der Altbauanierung. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.](#)
- [Barbara, B., et al. \(2022\). Dämmstoffe richtig eingesetzt - Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen. U. Bundesministerium für Klimaschutz, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.](#)
- [Bernard, E., et al. Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung \(Hrsg.\). \(2014\). Wiener Fenster - Gestaltung und Erhaltung.](#)
- [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank \(ARGE Fensterbank\). \(2020\). Richtlinie Fensterbank.](#)
- [Schneider, U. Studie im Auftrag der Stadt Wien – Architektur und Stadtgestaltung. \(2021\). Sonnenschutz und Stadtbild -Sonnenschutzsysteme für historische Bauten, Simulationen zur Innenraumtemperatur.](#)

## 1.2 Mechanische Be- und Entlüftung

Eine mechanische Be- und Entlüftung **mit Wärmerückgewinnung reduziert die Lüftungswärmeverluste** erheblich. Ohne Wärmerückgewinnung ist eine Lüftung lediglich eine Maßnahme zur Reduzierung von Schimmelbildung und für den notwendigen Luftaustausch, bringt jedoch wenig, um den Energiebedarf zu reduzieren. Lediglich eine **Sommernachtlüftung kann einen maßgeblichen Beitrag zum sommerlichen Komfort leisten** und somit Energie für Klimatisierung reduzieren.



# BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

## Lüftung 1: Zentrale mechanische Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung



**Energieeffizienz**  
Bestmögliche Lüftungsvariante



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Große Komfortsteigerung, wirtschaftlich durch Energieeinsparung und mehr Wartung Nullsummenspiel



**Ressourceneffizienz**  
Durch höheren Technikeinsatz auch Materialeinsatz

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Technisches System	Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Energieeffizienz	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Be- und Entlüftung werden eine oder mehrere zentrale Lüftungsanlagen vorgesehen, welche mit Filterung, hochwertiger Wärmerückgewinnung, Heizregister und bei Bedarf mit Kühl- und Befeuchtungsfunktion ausgestattet ist.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer zentralen Lüftungsanlage wird in einer Technikzentrale ein zentrales Lüftungsgerät situiert, dass über ein entsprechendes Verteilnetz von Lüftungsleitungen mehrere Bereiche im zu sanierenden Objekt versorgt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für eine zentrale Lüftungsanlage ist ein Technikraum (Keller oder Dachboden) sowie zugehörige Schächte zur Luftverteilung erforderlich (z.B. ggf. alte, nicht mehr benötigten Kamine)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund der Wärmerückgewinnung und hocheffizienten Ventilatoren ist ein hohe Energieeffizienz möglich; es ist jedenfalls eine genaue Planung erforderlich. Verglichen mit dezentralen Lösungen ist der Vorteil, dass die Wartungskosten in der Regel geringer sind und die Lüftungsanlagen auch nicht in den genutzten Räumen selbst, sondern in einer Technikzentrale installiert werden.</li> <li>Durch die Wärmerückgewinnung werden die Lüftungswärmeverluste und somit der Heizwärmebedarf reduziert.</li> <li>Eine zentrale Luftbefeuchtung ist möglich.</li> </ul>	
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verglichen mit dezentralen Lösungen ist der Vorteil, dass die Wartungskosten in der Regel geringer sind und die Lüftungsanlagen auch nicht in den genutzten Räumen selbst, sondern in einer Technikzentrale installiert werden.</li> <li>Durch die Wärmerückgewinnung werden die Lüftungswärmeverluste und somit der Heizwärmebedarf reduziert.</li> <li>Eine zentrale Luftbefeuchtung ist möglich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sofern keine nutzbaren Schächte vorhanden sind, sind meist größere Umbauarbeiten erforderlich. In den meisten Fällen ist auch mit höheren Investitionskosten zu rechnen. Durch die Wärmerückgewinnung der Heizungsenergie gleichen sich die höheren Betriebskosten der Lüftungsanlage in etwa aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zentrale Anlagen werden sinnvollerweise in Schulbauten, Bürobauten oder ähnlichen Nutzungen vorgesehen. Im Wohnbau können sie vor allem dann realisiert werden, wenn ausreichend Schächte (z.B. nicht mehr benötigte Kamine) für die Luftverteilung vorhanden sind.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Innenraumkomfort wird beträchtlich erhöht, da durch die mechanische Be- und Entlüftung eine angenehme Raumluftqualität erzeugt wird.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genaue Planung und Dimensionierung erforderlich; Platzbedarf, Schallemissionen, Regelungstechnik, Luftströmungen im Raum (Zugluft!), Statik etc. beachten</li> </ul>



## BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

### Lüftung 2: Semidezentrale, kontrollierte Lüftung von einzelnen Tops / Bereichen



#### Energieeffizienz

Wenn zentral nicht möglich, sehr effiziente Lüftungsvariante



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Große Komfortsteigerung, wirtschaftlich durch Energieeinsparung und mehr Wartung Nullsummenspiel



#### Ressourceneffizienz

Durch höheren Technikeinsatz auch Materialeinsatz

sehr gut

gut

mittel

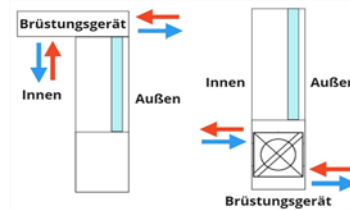
nicht so gut

schlecht

Technisches System	Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichbar mit zentralen Anlagen bzw. Brüstungsgeräten für einzelne Tops bzw. Wohnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer Lüftungsanlage (je Wohnung / Top / Bereich) wird ein Lüftungsgerät situiert, dass über ein entsprechendes Verteilnetz von Lüftungsleitungen mehrere Bereiche im zu sanierenden Objekt versorgt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die Einbaumöglichkeit (Wand/Decke) ist ein breites Spektrum an Installationsorten gegeben. Es ist im Allgemeinen immer eine Öffnung in der Fassade (Außenwand) erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Geräte können je nach Form an der Wand oder an der Decke installiert werden. Die Außenluft wird über die Fassade oder über Dach (ggf. durch bestehende Kamine) angesaugt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die WRG ist eine entsprechende Energieeffizienz möglich.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>WRG aus der Abluft, vielfältige Varianten für die Luftverteilung möglich, gesicherte Außenluftversorgung für die einzelnen Bereiche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Entfeuchtung möglich bzw. wäre dazu ein zusätzlicher Kondensatanschluss erforderlich. Wartungsaufwand: regelmäßiger Filtertausch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für Versorgung von einzelnen Bereichen oder Tops</li> </ul>	<p>Der Komfort wird durch eine mechanische Lüftung beträchtlich erhöht. Durch Wärmerückgewinnung wird der energietechnische Komfort ebenfalls bewahrt. Befeuchtung der Zuluft ist möglich.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genaue Planung und Dimensionierung erforderlich; Platzbedarf, Schallemissionen, Regelungstechnik, Luftströmungen im Raum (Zugluft!), Statik etc. beachten</li> </ul>

## BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

### Lüftung 3: Brüstungsgeräte (Boden/Decke/Parapet)



#### Energieeffizienz

Aufgrund vieler kleiner Anlagen nicht so effizient wie zentral



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Große Komfortsteigerung, wirtschaftlich durch Energieeinsparung und mehr Wartung als bei (semi)dezentralen Geräten mittelmäßig



#### Ressourceneffizienz

Durch höheren Technikeinsatz auch Materialeinsatz, keine lange Verrohrung

sehr gut

gut

mittel

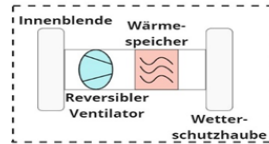
nicht so gut

schlecht

Technisches System	Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Be- und Entlüftung werden dezentrale Brüstungsgeräte installiert. Diese können im Boden, in der Decke oder im Parapet installiert, und mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet, werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dezentrales Lüftungsgerät (Zuluft und Abluft mit WRG) zur Belüftung einzelner Bereiche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die Einbaumöglichkeit (Boden/Brüstung/Decke) ist ein breites Spektrum an Installationsorten gegeben. Es ist immer eine Öffnung in der Fassade (Außenwand) erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Geräte können je nach Form im Boden, in der Decke oder im Parapet installiert werden. Die Außenluft wird im Allgemeinen über die Fassade angesaugt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die WRG ist eine entsprechende Energieeffizienz möglich.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die größere Bauform kann ein effizienteres Gesamtgerät realisiert werden. Dadurch steigt der Wärmerückgewinnungsgrad sowie die Schalldämmung des Ventilators. Es können architektonisch günstige Außenflächen erreicht werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Entfeuchtung möglich bzw. wäre dazu ein zusätzlicher Kondensatsanschluss erforderlich. Erhöhter Wartungsaufwand gegenüber einem zentralen System. Bei großen Raumtiefen oder hohen Personendichten kann die erforderliche Luftmenge meistens nicht realisiert werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelne Bereiche bei Teilsanierung, oder wenn keine Schächte/Technikflächen zur Verfügung stehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Komfort wird durch eine mechanische Lüftung beträchtlich erhöht. Durch Wärmerückgewinnung wird der energietechnische Komfort ebenfalls bewahrt. Es ist keine Be- oder Entfeuchtung der Luft möglich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genaue Planung und Dimensionierung erforderlich; Platzbedarf, Schallemissionen, Regelungstechnik, Luftströmungen im Raum (Zugluft!), Statik etc. beachten</li> </ul>

## BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

### Lüftung 4: Dezentrale Komfortlüftung



#### Energieeffizienz

Aufgrund vieler kleiner Anlagen nicht so effizient wie zentral



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Große Komfortsteigerung, wirtschaftlich durch Energieeinsparung und mehr Wartung als bei (semi)dezentralen Geräten mittelmäßig



#### Ressourceneffizienz

Durch höheren Technikeinsatz auch Materialeinsatz, keine lange Verrohrung

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Technisches System	Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Be- und Entlüftung werden in einzelnen Räumen Lüfter mit Filterung und Wärmerückgewinnung installiert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer dezentralen Komfortlüftung werden in einzelnen Räumen Lüfter installiert, die jeweils einen Bereich mit Frischluft versorgen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jeder Lüfter benötigt einen elektrischen Anschluss. Da die Geräte in der Außenwand sichtbar sind, wird das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes beeinflusst.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mittels einer Kernbohrung wird Platz für den Lüfter geschaffen. Lüfter werden meist im oberen Bereich nahe der Decke installiert. Die Raumlufströmungen sind zu beachten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die WRG ist eine entsprechende Energieeffizienz möglich.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringer Platzaufwand in der Installation. Durch die Wärmerückgewinnung werden die Lüftungswärmeverluste und somit der Heizwärmebedarf reduziert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höherer Wartungsaufwand im Vergleich zu einer zentralen Variante. Geräuschbelastung durch Lüfter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelne Bereiche bei Teilsanierung, oder wenn keine Schächte/Technikflächen zur Verfügung stehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Komfort wird durch eine mechanische Lüftung erhöht. Durch Wärmerückgewinnung wird der energietechnische Komfort ebenfalls bewahrt. Die Geräuschemissionen sind zu beachten!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallschutz, Abstimmung mit der Architektur, Dimensionierung (Anzahl der Durchlässe) etc. beachten.</li> <li>Auf Luftdichtheit bzw. mögliche Fehlzirkulationen ist zu achten. Z.B. durch Dunstabzug, Kamine und sonstige geplante oder ungeplante Schwachstellen der Luftdichtheit</li> </ul>

## BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

### Lüftung 5: Natürliche Lüftung (Fensterlüftung, Sommernachtslüftung)



**Energieeffizienz**  
nur bei Nutzung Sommernachtslüftung statt Klimaanlage



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Im Winter keine Komfortsteigerung und Energieeinsparung. Ohne zusätzlicher Klimaanlage keine Investitionskosten.



**Ressourceneffizienz**  
Kein Materialeinsatz

sehr gut

gut

mittel

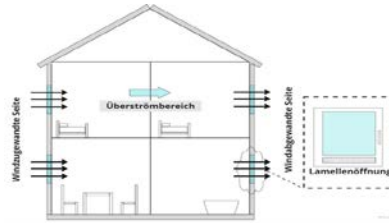
nicht so gut

schlecht

Technisches System	Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Be- und Entlüftung werden automatisierte Fenster eingesetzt, die bei Bedarf automatisch öffnen. Diese können unterschiedlich mit CO2 Sensoren oder mit lokalen Wetterstationen verbunden sein.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer natürlichen Lüftung mit automatisierten Fenstern, werden bei einzelnen Fenstern Motoren installiert, die automatisch öffnen, um den Bereich mit Frischluft zu versorgen. Für eine Nachtlüftung in den Sommermonaten, können auch ganze Gebäude bzw. Gebäudeteile (z.B. Stiegenhäuser, Gänge) mittels automatisierter Fenster passiv gekühlt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrischer Anschluss für Fenstermotoren. Eventuell Sensoren (CO2, Temperaturen, Regen, Wind, Lärm) und Einbruchschutz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelne Fenster können mit einem Motor nachgerüstet werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine WRG im Winter; bei nicht automatisierten Systemen keine passive Kühlung im Sommer; Vorteil ist ggf. dass keine unkontrollierte Lüftung stattfindet</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>In Sommermonaten kann durch automatisierte Öffnungen eine kontrollierte Nachtlüftung/-kühlung stattfinden. Bedarfsgerechte Lüftung wird durch Messen des Innenraumzustandes gewährleistet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wartungsaufwand für die Sensoren und für die Antriebe sind notwendig. Keine Filterung von Staub/Pollen möglich. Keine Wärmerückgewinnung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unzugängliche Fenster zur automatisierten Öffnung. (z.B. Dachfenster), insbesondere auch für Nachtkühlung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch eine automatisierte Lüftung wird ein entsprechendes Raumklima gewährleistet, welches insbesondere den sommerlichen Komfort erhöhen kann. Bei Regen funktioniert diese Art von Lüftung jedoch nicht. Ebenso ist durch fehlende Wärmerückgewinnung kein energetischer Komfort gegeben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zu beachten ist, dass die Antriebe geeignet sind die Fenster dicht zu schließen und das die Fenster grundsätzlich geeignet sind; Abstimmung mit dem Fensterbauer notwendig! Wetterstationen und ggf. Einbruchschutz notwendig.</li> </ul>

# BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

## Lüftung 6: Fensterfalzlüftung



**Energieeffizienz**  
Weiterhin unkontrollierte Lüftungswärmeverluste



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Im Winter keine Komfortsteigerung und Energieeinsparung. Kein Nutzen im Sommer. Lediglich Schimmelprävention.



**Ressourceneffizienz**  
Kaum Materialeinsatz

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Technisches System		Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Be- und Entlüftung werden bei einem oder mehreren Fenstern Lamellen statt einer Abdichtung installiert. Durch Winddruckdifferenz kann nun ein Austausch mit Außenluft und eine Abfuhr von Feuchte gewährleistet werden. Mechanische Klappen schließen bei zu großem Winddruck, um Zugluft zu vermeiden. Ausführung mit Wärmerückgewinnung möglich</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer Fensterfalzlüftung wird eine Seite der Abdichtung der Fenster mit Lüftungsöffnungen versehen. Bei Druckdifferenz über den Wind werden die durchströmten Bereiche belüftet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idealerweise sind Fenster in unterschiedlichen Windrichtungen vorhanden. Türen sollten ebenfalls mit Überstromöffnungen versehen werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelne Dichtungen werden an einer beliebigen Seite (oben/unten/seitlich) durch eine Öffnung ersetzt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die fehlende WRG aus der Abluft keine relevanten Vorteile im Hinblick auf die Energieeffizienz. In ausreichend dichten Gebäuden ist eine Fensterfalzlüftung als absolute Mindestmaßnahme jedoch ggf. erforderlich.</li> <li>Bei Systemen mit Wärmerückgewinnung bessere Energieeffizienz</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativ günstig in der Installation. Keine Energiezufuhr zum Betrieb notwendig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Wärmerückgewinnung (WRG) möglich, während Heizperioden Wärmeverlust. Kein Filter für Staub/Pollen. Nicht geeignet bei viel befahrenen Straßen wegen Schalldurchlässigkeit; möglichen Kaltluftabfall beachten!</li> </ul>	<p>Die Fensterfalzlüftung wird insbesondere dann gemacht, wenn neue, dichte Fenster eingebaut wurden, jedoch die Fassade ungedämmt bleibt und ohne ausreichende Belüftung ein Schimmelbefall wahrscheinlich ist. Häuser/Wohnungen mit Zugriff auf Fenster mit unterschiedlichen Windrichtungen haben.</p>	<p>Durch die Fensterfalzlüftung wird der Komfort auf ein Mindestmaß erhöht. Gelegentliches Stoßlüften ist trotzdem erforderlich. Möglichen Kaltluftabfall beachten! Feuchteregulierung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstimmung mit dem Fensterbauer und mit der Architektur (Wohnungseinrichtung betreffend Kaltluftabfall); es ist auf einen ausreichenden Luftvolumenstrom zu achten - die Kapazität dieser Lüfter (m³/h) ist sehr begrenzt!</li> </ul>	

## BE- UND ENTLÜFTUNGSANLAGE

### Lüftung 7: Mechanische Abluftanlagen



**Energieeffizienz**  
Keine WRG, bringt kaum energietechnischen Nutzen



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Wenig Komfortgewinn, keine Energieeinsparung, jedoch Schimmelprävention



**Ressourceneffizienz**  
Wenig Materialeinsatz

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Technisches System		Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zur Be- und Entlüftung reine Abluftanlagen in bestimmten Räumen (im Allgemeinen im WC und/oder Bad und ggf. in der Küche). Zu beachten ist die ausreichende Nachströmung von Außenluft sowie die Durchströmung aller Aufenthaltsräume.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>In WCs, Bädern sowie Küchen werden Abluftventilatoren installiert. Durch den Druckunterschied entsteht eine Nachströmung mit Außenluft. Es müssen je Raum entsprechende Nachströmöffnungen vorgesehen werden (z.B. Außenwandluftdurchlässe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jeder Lüfter benötigt einen elektrischen Anschluss. Da die Nachströmöffnungen in der Außenwand sichtbar sind, wird das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes beeinflusst.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mittels einer Kernbohrung wird Platz für den Lüfter sowie für die Nachströmöffnungen geschaffen. Lüfter werden meist im oberen Bereich nahe der Decke in den Ablufträumen (WC und/oder Bad/Küche) installiert</li> </ul>	Keine WRG; Vorteil ist ggf. dass keine unkontrollierte Lüftung (Infiltration) stattfindet; die Abluftventilatoren werden oftmals im Dauerlauf betrieben (Grundlüftung).
Vorteile	Nachteile	Anwendungsbereiche	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringer Platzaufwand in der Installation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachströmende Außenluft ist nicht gefiltert. Keine Wärmerückgewinnung möglich. In den Aufenthaltsräumen müssen Nachströmöffnungen hergestellt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In Bereichen in denen Gerüche abtransportiert werden sollen. Einzelne Bereiche bei Teilsanierung, oder wenn keine Schächte/Technikflächen zur Verfügung stehen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diese Lüftungsvariante wird primär zur Sicherstellung einer ausreichenden und von der Nutzung unabhängigen Lüftung und auch zur Eindämmung von Gerüchen eingesetzt. Dadurch steigt der Wohnraumkomfort insofern, dass die Gefahr von z.B. Schimmel deutlich verringert wird (bei korrekter Ausführung).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein Lüftungskonzept ist notwendig. Abstimmung mit der Architektur (Wohnungseinrichtung betreffend Kaltluftabfall); es ist auf einen ausreichenden Luftvolumenstrom zu achten - die Kapazität der Nachströmöffnungen (m³/h) ist begrenzt!</li> </ul>	

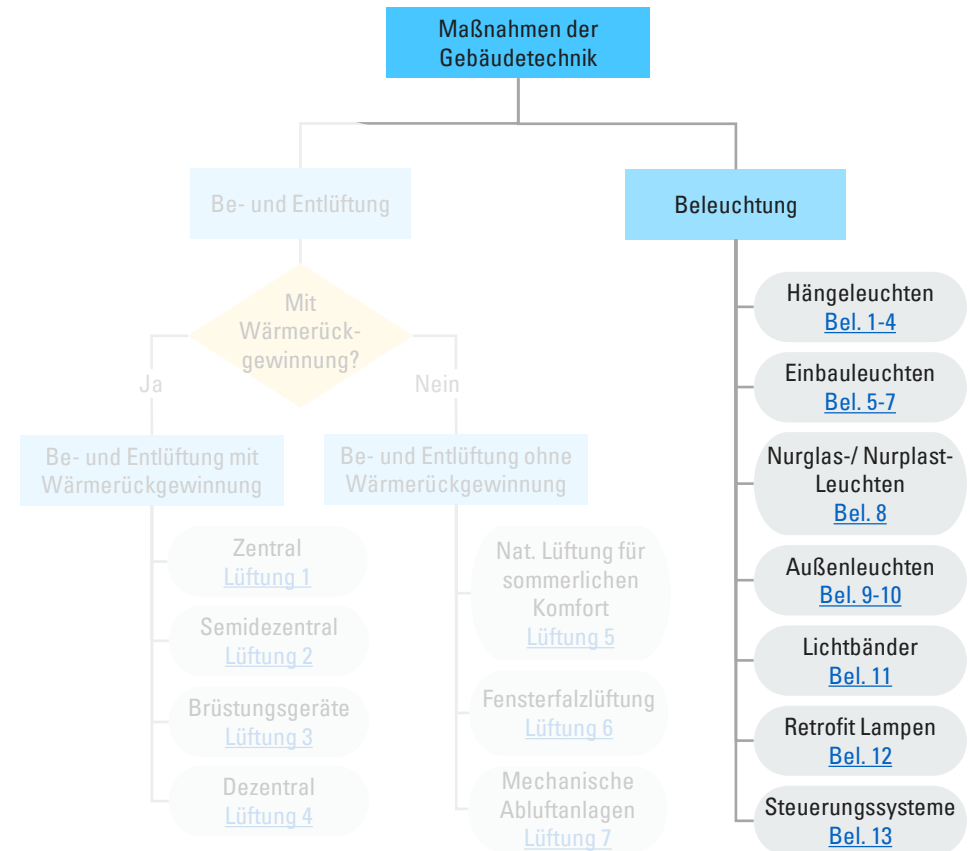
## 1.3 Energieeffiziente Beleuchtung

Mit dem Einzug der LED-Technologie gibt es für jeden Anlassfall eine energieeffiziente Lösung. Die Herausforderung aus ökologischer Sicht ist hier vor allem **Lösungen** zu finden, die auch den **Materialeinsatz klein halten**. Das bedeutet also Lösungen zu finden, die kleinteilig **reparierbar** sind **bzw. bestehende Lösungen weiter nutzen** und lediglich die Leuchtmittel austauschen. In diesem Leitfaden werden Lösungen für den Austausch von herkömmlichen Leuchtmitteln mittels LED-Technologie dargestellt.

Schon die Einsparung von nur einem Watt pro Leuchte (bei gleicher Lichtintensität) ist meist wirtschaftlich. Bei einem Strompreis von 10ct/kWh und einer Betriebsdauer von 50.000h werden mit einer Reduktion um 20 W 100 Euro eingespart. Bei einem Strompreis von 25ct/kWh sind diese Kosteneinsparungen bereits bei einer 8W Reduktion erreicht. Dem gegenüber stehen meist nur wenige Euro Mehrkosten für die bessere Technologie.

Oft sind noch ältere Technologien auf Lager, neuere jedoch bereits verfügbar, sofern diese gefordert werden. Gibt es keine Angaben zu Lumen/W (lm/W), sollten diese nicht eingesetzt werden. Bei den dargestellten Lösungen werden jeweils die derzeit erreichbaren Lumen/Watt angeführt. Unter diesen Effizienz-Werten sollten keine Leuchten mehr eingekauft werden.

In diesem Leitfaden werden Lösungen für Projekte beschrieben, bei denen keine neuen lichttechnischen Anforderungen in nächster Zeit geplant sind. Es geht grundsätzlich darum, den Bestand kosteneffizient, ressourcenschonend und nachhaltig zu sanieren und zu verbessern. Da bei den Bestands- Leuchtstofflampen die Lumenintensität bis zu 36% mit der Zeit schwächer wird, bei neuen LED jedoch nur um ca. 20% (50.000 L80 B10) inklusive möglicher Ausfälle, kann die Neuinstallation im Vergleich zum Bestand 20% weniger Lumen aufweisen. Auch bei den Vorschaltgeräten (Konverter) sollte die Lumen-Anforderung bedarfsweise auf einfache Weise einstellbar sein (mittels DIP-switch zwischen 16 und 21 Schritten), was sich auch im Energieverbrauch niederschlägt. Eine lichttechnische Vermessung kann bei der bedarfsorientierten Einstellung unterstützen. Für die erforderlichen Beleuchtungsstärken unterstützt die Europeanorm EN 12464-1: <https://www.licht.de/de/lichtplanung/normen-und-vorschriften/normen>



---

Einteilung der Projekte nach Komplexität und Aufwand:

- a. Bestandsleuchte jünger als 15 Jahre: Sehr nachhaltige Projekte, die Konstruktion ist meist identisch mit einer neuen Leuchte und damit kann bis zu weiteren 100.000 Betriebsstunden geplant werden. Bestehende Lampen können meist gegen LED-Lampenträger oder Leuchten in Leuchte Konzepte ohne viel Aufwand gewandelt werden. DALI oder IoT Steuerungen sind gleich nachrüstbar
- b. Bestandsleuchte jünger als 30 Jahre: Oftmals unübliche Abmaße oder mit alten Steuerungen (zum Beispiel 1-10V). Diese bedingen Sonderfertigungen. Umstellung auf DALI-Steuerungen sinnvoll
- c. Bestandsleuchte älter als 30 Jahre: Meistens neu zu verdrahten. Da Kabel nur maximal 40 Jahre verwendbar sind, ist es oftmals sinnvoll diese Leuchten gegen neue auszutauschen

Künftig werden auch Lebenszyklusangaben wie der PCF (Product Carbon Footprint) angegeben werden müssen. Bei Leuchten ist, infolge des Verbrauchsprofils, immer der gesamte Energieverbrauch – inkl. Rohstoffbeschaffung bis End of Life, die ausschlaggebende Größe. Der CO<sub>2</sub>-Footprint einer durchschnittlichen Leuchte teilt sich wie folgt auf: Rohstoffbeschaffung ca. 10%, Herstellung 1-2%, Verteilung/Versand im Promillebereich, Nutzungsdauer ca. 90%



# BELEUCHTUNG - Hängeleuchten

## Bel. 1: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten – Liniensystem

(Einbau-, Aufbau-, Pendel als Einzelleuchten oder System)



**Energieeffizienz**  
140-160  
Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch, kein Umbau nötig



**Ressourceneffizienz**  
Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch


sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Umrüstgarnituren, bestehend aus LED-Trägerrohr und abgestimmten Konverter. In Stufen schaltbar oder dimmbar, zur optimalen Anpassung an den tatsächlichen Bedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abdeckungen unbeschädigt/beschaffbar</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>bis IP54</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimale Lösung für störungsarmen Umbau. Dabei lässt sich Regelsystem in Leuchte nachrüsten</li> <li>Durch die Bauform, ist eine nahezu ähnliche lichttechnische Lösung realisierbar</li> <li>Lichtfarbe und Farbwiedergabe veränderbar</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestandsanlage kann bleiben, wie sie ist.</li> <li>Auch bei historischen Projekten einsetzbar.</li> <li>Bei Umbau Sets arbeiten die LEDs im Gleichstrombetrieb</li> </ul>	<p>Oftmals Verwechslungen mit LED-Tube, die nicht dimmbar und den Vorschaltgeräteteil zwischen den Fassungen haben.</p>	<p>Für Planung Besichtigung oder Bestandsunterlagen erforderlich. Bekanntgabe der verwendeten Leuchtmittel z.B. T5/T4/830. Ferner Informationen über bestehende Vorschaltgeräte (schaltbar/dimmbar/DALI/Sensoren) hilfreich um die Effizienz der Investition und ROI zu bemessen. Differenzen aus dem Wartungsfaktor (Leuchtstoff/LED), können weitere 20% Energie sparen. Überdimensionierung und geänderte Nutzung, können am DIP switch angepasst werden.</p>	

**BELEUCHTUNG - Hängeleuchten**  
**Bel. 2: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten –**  
**Wannenleuchten**  
 (Geschlossene Wannenleuchten IP40 bis IP67)



**Energieeffizienz**  
 160  
 Lumen/Watt

sehr gut

gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
 Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch, kein Umbau nötig


mittel



**Ressourceneffizienz**  
 Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wannenleuchten div. Schutzart und Abdeckungen für Allgemeinbeleuchtung in Garagen und Nebenräumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abdeckungen unbeschädigt/beschaffbar</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feuchtraum IP54 bis IP68</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimale Lösung für störungsarmen Umbau. Dabei lässt sich Regelsystem in Leuchte nachrüsten</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bis 168 Lumen/Watt realisierbar</li> <li>Bei Umbau Sets arbeiten die LEDs im Gleichstrombetrieb</li> </ul>	<p>Oftmals Verwechslungen mit LED-Tube, die nicht dimmbar und den Vorschaltgeräteteil zwischen den Fassungen haben.</p>	<p>Für Planung Besichtigung oder Bestandsunterlagen erforderlich. Bekanntgabe der verwendeten Leuchtmittel z.B. T5/14/830. Ferner Informationen über bestehende Vorschaltgeräte (schaltbar/dimmbar/DALI/Sensoren) hilfreich um die Effizienz der Investition und ROI zu bemessen. Differenzen aus dem Wartungsfaktor (Leuchtstoff/LED), können weitere 20% Energie sparen. Überdimensionierung und geänderte Nutzung, können am DIP switch angepasst werden.</p>	

**BELEUCHTUNG - Hängeleuchten**  
**Bel. 3: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten –**  
**Geschlossene Leuchten mit Abdeckung**  
 Einbau-, Aufbau-, Pendel als Einzelleuchten oder System



**Energieeffizienz**  
 160 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
 Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch, kein Umbau nötig



**Ressourceneffizienz**  
 Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch


sehr gut

gut

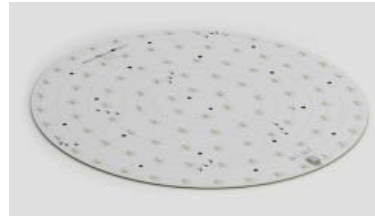
mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchten mit Prismatischer/opaler Abdeckung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Abdeckungen unbeschädigt/ beschaffbar</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>oft IP20 bis IP54</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensoren oftmals nicht einfach integrierbar</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>bis 160 Lumen/Watt realisierbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bei Staubablagerungen in der Leuchte, oft ein Tausch besser.</li> <li>Zuverlässige Sensoren sind oft außerhalb der Leuchte zu montieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muster zur Aufwandsabschätzung hilfreich.</li> <li>Für Planung Besichtigung oder Bestandsunterlagen erforderlich. Bekanntgabe der verwendeten Leuchtmittel z.B. T5/14/830. Ferner Informationen über bestehende Vorschaltgeräte (schaltbar/dimmbar/DALI/Sensoren) hilfreich um die Effizienz der Investition und ROI zu bemessen. Differenzen aus dem Wartungsfaktor (Leuchtstoff/LED), können weitere 20% Energie sparen. Überdimensionierung und geänderte Nutzung, können (am DIP switch) angepasst werden.</li> </ul>		

**BELEUCHTUNG - Hängeleuchten**  
**Bel. 4: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten – Rundleuchten**  
 von 0,250 bis 1,6 m Durchmesser als Anbau-,Einbau-, Pendelleuchten



**Energieeffizienz**  
 140-150 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
 Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch, kein Umbau nötig



**Ressourceneffizienz**  
 Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geräteplatte mit neuer LED-Bestückung. Wobei, die vorhandene Verdrahtung, in der Leuchte verbleibt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchtentyp ist relativ neu und daher besonders gut zu sanieren.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opal oder Mikroprismatisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mehrwert ohne Stilllegung. Verdoppelung des Serviceintervalls</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>bis 160 Lumen/Watt realisierbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei großem Durchmesser unbedingt dimmbar ausführen und Tageslicht- und Präsenzsensoren einplanen.</li> </ul>	

## BELEUCHTUNG - Einbauleuchten

### Bel. 5: Austausch Leuchtmittel bei Einbauleuchten – Flachpaneelleuchten



**Energieeffizienz**  
100-120 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Unzureichende Lebensdauer, mittelmäßige Effizienz



**Ressourceneffizienz**  
Unzureichende Lebensdauer, nicht reparierbar


sehr gut

gut

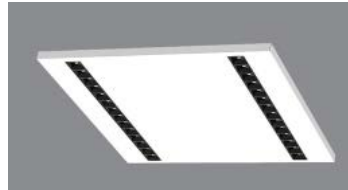
mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einbauleuchten mit indirekter Lichteinstreuung. Extra flach 15-44 mm</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bestehende Ausschnitte/ Sichtstege in Decke.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opal oder Mikroprismatisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>heller Gesamteindruck</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preiswerte Anschaffung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unzureichende tatsächliche Lebensdauer und lichttechnische Performance.</li> <li>Vergilbung nach relativ kurzer Zeit.</li> <li>Nicht reparierbar und großes Entsorgungsvolumen</li> </ul>	<p>Zum Teil, neue lichttechnische Dimensionierung erforderlich. Nicht einstellbar, daher Gefahr der Überdimensionierung. Beispielhaft gegenüber nächster Position um 50% mehr Energiebedarf.</p>	

**BELEUCHTUNG - Einbauleuchten**  
**Bel. 6: Austausch Leuchtmittel bei Einbauleuchten –**  
**Leuchten mit optischen Reflektoren**  
 Einbau-Anbauleuchten mit optischen Reflektoren



**Energieeffizienz**  
160 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch, kein Umbau nötig



**Ressourceneffizienz**  
Sehr gut, da nur Leuchtmittelaustausch

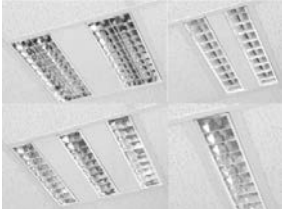
sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einbauleuchten mit optischem Reflektor Bildschirmtauglich</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bestehende Ausschnitte/Sichtstege oder vorhandene Leuchte in Decke.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflektoren stylischem schwarz oder weiß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elegant, komfortable Lichtstimmung</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lichttechnisch beste verfügbare Lösung.</li> <li>Fast staubfreie aber zumindest störungsarmer Austausch oder Ergänzung von klassischen Leuchtstofflampen-lösungen möglich.</li> </ul>	Bestandsleuchte muss gesichtet werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitgemäßes einfaches Zhaga konformes Leuchtenkonzept. <a href="https://zhagastandard.org/">https://zhagastandard.org/</a></li> <li>Sowohl als Einbau in Bestand als auch als Komplettleuchte realisierbar. DALI IoT, Tageslicht/Präsenzenzsensor, .... tauglich. UGR Wert 14!</li> </ul>	

## BELEUCHTUNG - Einbauleuchten

### Bel. 7: Austausch Leuchtmittel bei Einbauleuchten – Einbau-Downlights bis 240 mm Dm



**Energieeffizienz**  
120-140 Lumen/Watt und bedarfsorientierter Betrieb



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Gut, obwohl die Leuchten meist getauscht werden müssen.



**Ressourceneffizienz**  
Abh. von Ausgangslage. Oft Neuinstallation aller Leuchten inkl. Decke.


sehr gut

gut

mittel




nicht so gut


schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Typische vornehmlich runde Einbauleuchten bis IP44</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bestehende Ausschnitte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opale Abdeckung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>praktische Anwendung als Grundbeleuchtung</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extrem hohes Einsparungspotential da mindestens 70% weniger Verbrauch nach Austausch und bedarfsorientierter Betrieb möglich ist.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oftmals vorhandene, zu große Öffnungen sind durch Ergänzungsringe zu lösen.</li> <li>Die Konstruktion von Bestands-Downlights ermöglicht den Zugang zum Netzanschluss nur schwerlich. Bei sichtbaren T-Profildecken ist ein Plattentausch und neue Downlights oft die einfachere Option. Bei geschlossener Decke, Adapterplatten sinnvoll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Dimensionierung betreffend, sollte man auf eine neue Lichtberechnung setzen.</li> </ul>	

**BELEUCHTUNG – Nurglas/Nurplastleuchten**  
**Bel. 8: Austausch Leuchtmittel bei**  
**Nurglas/Nurplastleuchten**  
**in Stiegenhäusern und Abstellräumen**



 <b>Energieeffizienz</b> 90-100 Lumen/Watt	sehr gut
 <b>Kosten-Nutzen im Lebenszyklus</b> Kurzer Wartungszyklus, nicht dimmbar, schnell umrüstbar	gut
 <b>Ressourceneffizienz</b> Kurzer Wartungszyklus, nur Leuchtmittelausch	mittel
	nicht so gut
	schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Standardisierter Einbausatz für Leuchten mit metallischem Grundkörper 10/16/20W inkl. 3 Magnethalterungen</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Metallischer Grundkörper oder mittels an Doppelklebestreifen montierte Metallplättchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opal oder kristall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtrichtung kann korrigiert werden.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Entfernen der Fassung, einfach direkt mit der Einspeiseklemme verbinden.</li> <li>In kürzester Zeit umrüstbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oft müssen die Fassung(en) entfernt werden.</li> <li>Kurzer Wartungszyklus: nur 30.000h.</li> <li>Nur 100/110 Lumen/Watt und nicht einstellbar.</li> </ul>	Für Planung nur Durchmesser der Leuchte erforderlich.	





## BELEUCHTUNG - Außenleuchten

### Bel. 9: Austausch Leuchtmittel bei Außenleuchten – historische Parkleuchten Standardisierter Outdoor Einbausatz



**Energieeffizienz**  
100-120 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Nur LED-Geräteträgertausch



**Ressourceneffizienz**  
Nur Leuchtmitteltausch

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexible zeitgemäße Park- und Erlebniszoneneuchte, in optimal geschützter Glaskugel mit effizienter Lichtlenkung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Opal oder klar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimmungsvolles Ambiente durch angenehme Formgebung</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtlenkung zum Bedarf</li> <li>Direkt verschraubbar auf Gewindestange anstatt der bisherigen Fassung</li> <li>Einstellbare Nachabsenkung</li> <li>Historische Optik bleibt gewahrt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Effizienz ist noch nicht sehr hoch, wird aber durch die Performance der Lichtlenkung zum Teil ausgeglichen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Den Verschmutzungsgrad des Leuchtenkörpers prüfen und ggf. weitere Maßnahmen wie Dichtung einplanen. Empfehlenswert den Glaszylinder prüfen.</li> </ul>	

## BELEUCHTUNG - Außenleuchten

### Bel. 10: Austausch Leuchtmittel bei Außenleuchten – individueller Einsatz für technische Leuchten



**Energieeffizienz**  
120-130 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Nur Leuchtmittelausch, lange Lebensdauer



**Ressourceneffizienz**  
Nur Leuchtmitteltausch, lange Lebensdauer


sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einbausatz gängiger Outdoor-Leuchten anstatt Tausch gesamter Outdoor-Lampen.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchte und Verkabelung in guten Zustand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klares Sicherheitsglas, 4-6 unabhängige Leuchteneinsätze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimale Lichtlenkung,</li> <li>Die einzelnen Geräteeinsätze bleiben einstellbar und sind 350° drehbar</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anstatt Bestands-Leuchte mit 1 m Durchmesser abzubauen und den 14m Masten auszutauschen, können Leuchteneinsätze getauscht werden</li> <li>25 Jahre wartungsfrei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infolge eingeschränkter Anbieter und Mengen, ist die Effizienz immer etwas verbesserungsfähig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hinsichtlich Planung, gibt es mit Ausnahme des Umbaues in üblichen 14 m Höhe, keine besonderen Herausforderungen.</li> </ul>	

## BELEUCHTUNG - Lichtbänder

### Bel. 11: Lichtbänder

24 und 48V-Mikro Lichtbänder, verschiedener Anbieter



**Energieeffizienz**  
50-85 Lumen/Watt

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Schlechte Effizienz, gesamter Leuchtentausch notwendig, keine Gesamtgarantien

gut


mittel



**Ressourceneffizienz**  
Nicht reparierbar, gesamter Leuchtentausch notwendig

nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kleinstprofile bis 20*8 mm mit opaler Abdeckung und vom Installateur fachgerecht zu installierende Klebebänder</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>bei beengten Einbau- oder Aufbausituationen</li> </ul>	Opal oder Mikroprismatisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>heller Gesamteindruck</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preiswerte Anschaffung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teurer Betrieb, hoher Energieverbrauch</li> <li>Systemeffizienz 50-85 Lumen/W</li> <li>kaum realistische Lichtberechnungen</li> <li>Keine realen Gesamtgarantien</li> <li>alle 5m Trafo, der nicht ohne weiters von unten zu warten ist.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ggf. Prüfung anderer Alternativen, da keine energieeffiziente Maßnahme. Lichtkanäle wie bisher bei Leuchtstofflampen verwendet wurden, benötigen die halbe Anschlussleistung.</li> </ul>	



## BELEUCHTUNG – Retrofit Lampen

### Bel. 12: Retrofit Lampen



**Energieeffizienz**  
100-120 Lumen/Watt



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Lebensdauern entsprechen nicht, einfacher Tausch



**Ressourceneffizienz**  
Nur Leuchtmitteltausch, beschränkte Lebensdauer


sehr gut

gut

mittel


nicht so gut

schlecht

Allgemeine Beschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitreichend verbreitet, zahlreiche verschieden gesockelte Hochvolt-LED Lampen.</li> </ul>		 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für diverse Sockel: E14, E27, G9, G23, G24, 2G10, 2G11, G12</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opal oder klar, verschiedene Formen und Farben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimmungslicht 2700 k</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfacher Tausch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die angegeben Lebensdauern, gelten nicht in der Anwendung, da hierbei mehr Prüfvolumen als die Leuchte kennt, zugrunde liegt.</li> <li>• Zum Teil, mit allen den Sockelnormen (=Sicherheitstool) widersprechenden Anforderungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meist ist der Umbau und Überbrückung des Betriebsgeräts erforderlich. Ein Rückbau ist meistens nicht mehr möglich. Auch die sachgerechte Kennzeichnung des Umbaus, ist oft mangelhaft.</li> <li>• Bei Lustern gibt es verkürzte Lebensdauern, die auf Grund der Konstruktion auf Verdrahtung zu Frühausfällen, wegen Induktionswirkung kommt. Es ist daher angebracht Überstrombegrenzer, im Verteiler einzubauen. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Konstruktion der "Wendel" mit den lichttechnischen Anforderungen, oft nicht übereinstimmt. Die Lumen/Watt sind oft nicht relevant, weil das Licht, die Umgebung, aber nicht auf den Boden trifft.</li> </ul>		

**BELEUCHTUNG - Steuerungssysteme**  
**Bel. 13: Steuerung - IoT Mesh-Netzwerksensoren**



Allgemeine Beschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuerungssystem frei über MESH Netzwerk, flexibel den Erfordernissen anpassen.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchten mit Zhaga Plug® und DALI SR dimmbar ausrüsten <a href="http://www.zhagastandard.org">www.zhagastandard.org</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klare Abdeckung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>optimale bewegungsbasierte Steuerung</li> </ul>
Vorteile		Nachteile	Planungshinweise (Brandschutz, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibles Einstellen der Beleuchtung je nach Bedarf und geänderten Vorgaben.</li> <li>Energieersparend und Nutzungsdauerverlängernd</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Datensicherheit prüfen. Systeme sollten auch ohne Cloud bedienbar sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beleuchtungskonzept, zur Integration der betroffenen Leuchten. Umsetzbarkeit hinsichtlich des Platzes in der Leuchte prüfen. Entweder ist im Bestand nachrüstbar oder bei neuen Leuchten unbedingt mit Zhaga plug® ausstatten.</li> </ul>

## 2 Umstieg auf erneuerbare Energieträger

---

Die Wahl, welche erneuerbaren Energieträger für den Umstieg von gas- oder ölbefeuerten Anlagen im konkreten Projekt möglich sind, hängt sehr stark von den lokalen Gegebenheiten ab. Somit stellen sich die folgenden Fragen:

- Welche Energieträger finden sich im näheren Umfeld und können sich am Standort potenziell nutzen?
- Welche baulichen Möglichkeiten und Einschränkungen gibt es?
- Welche rechtlichen Rahmenbedingungen müssen eingehalten werden?

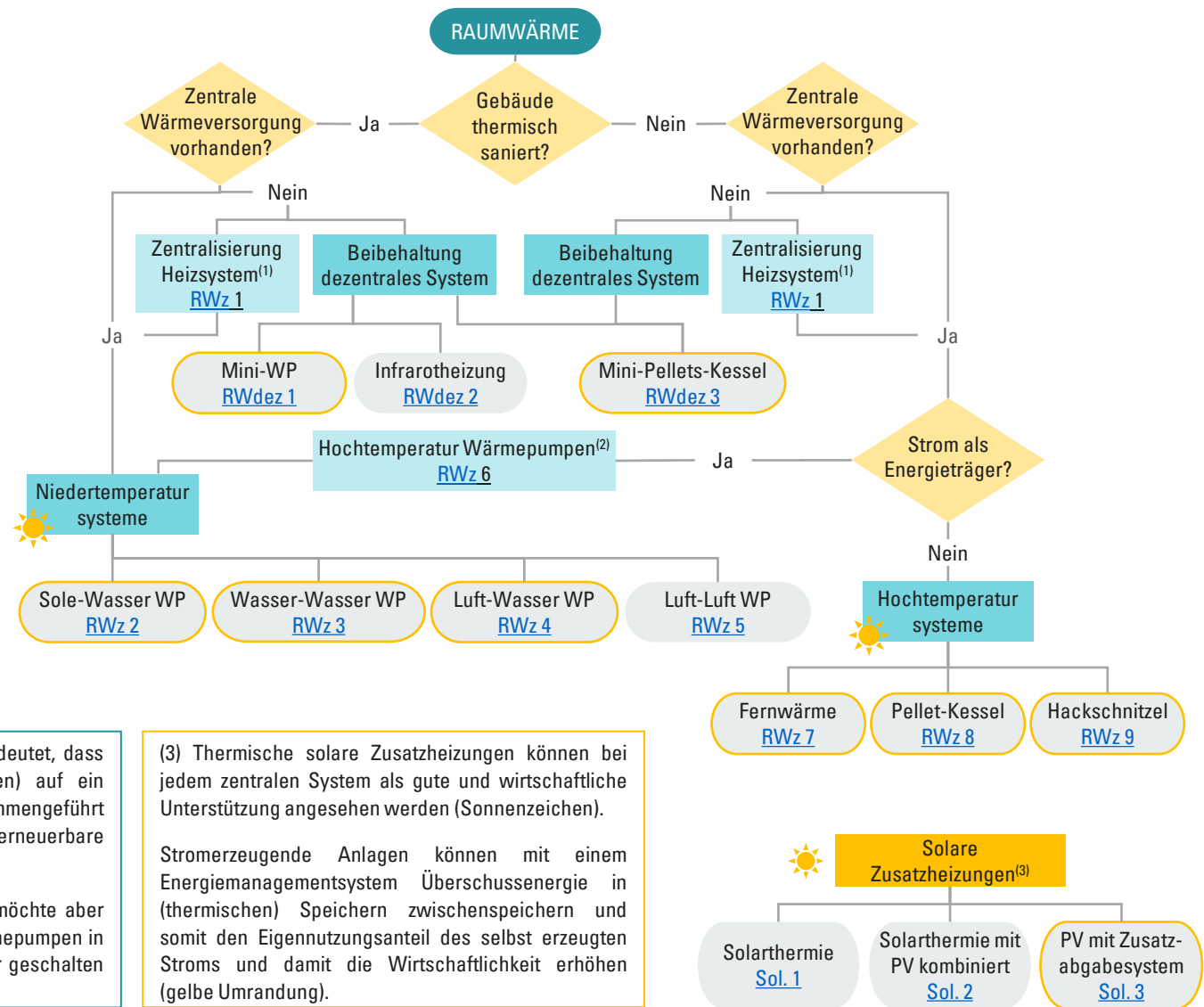
In diesem Leitfaden wird primär auf die baulichen Möglichkeiten und Einschränkungen eingegangen. Der Fokus liegt hierbei darauf, inwieweit der Energiebedarf bereits durch eine thermische Sanierung reduziert wurde und ob bereits ein zentrales System vorhanden ist bzw. die Umsetzung eines solchen möglich ist. Eine vorherige Reduktion des Energiebedarfs mittels thermischer Sanierung ist in jedem Fall empfehlenswert und kann im Rahmen der Erstellung eines Gesamtkonzeptes bzw. eines Sanierungsfahrplans untersucht werden (siehe übergeordneter Leitfaden).

Dies hat im nächsten Schritt auch damit zu tun, welches Abgabesystem für die Beheizung möglich ist und ob damit auch im Sommer eine Kühlung der Räume erfolgen soll.

Sind im Bestand viele dezentrale Einzelanlagen (wie z.B. Gasetagenheizungen) vorhanden, ist es jedenfalls sinnvoll zu überlegen, ob eine Zentralisierung der Anlage möglich ist. Dies erleichtert in Folge die Umstellung des Systems auf erneuerbare Energieträger, weiters werden Wartungs- und Austauschkosten reduziert. Dezentrale Einzelanlagen mit erneuerbaren Energieträgern sind zwar vorhanden, aber meist nicht ganz so effizient und vor allem in Summe bzw. langfristig gesehen teurer.

Ein wesentlicher Aspekt ist auch die Warmwasserbereitung. Sie kann zentral mit dem Heizsystem erfolgen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass sehr hohe Zirkulationsverluste (bis zu 90 %) entstehen und an den Betrieb der Anlage hohe hygienische Anforderungen bestehen (Stichwort Legionellen). Es ist jedenfalls sinnvoll hier unterschiedliche Lösungen mittels Machbarkeitsstudien und Lebenszykluskostenbewertungen zu untersuchen. Ein Überblick über vorhandene Lösungen ist hier zu finden.

## 2.1 Wärme-/Kälteerzeugung - Raumwärme



# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## RWz 1: Zentralisierung der Energieversorgung



### Energieeffizienz

Zentrales System höheren Wirkungsgrad, dafür Verteilverluste



### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Teuer in der Anschaffung aber im Lebenszyklus günstiger durch Reduktion von Wartungskosten (nur noch zentral)



### Ressourceneffizienz

Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch

sehr gut

gut

mittel

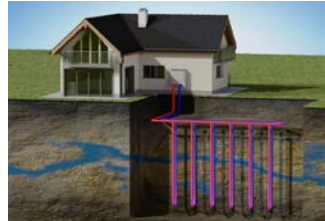
nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zentralisierung von dezentralen Systemen bedeutet, dass dezentrale Heizungen (z.B. Gasetagenheizungen) auf ein gemeinsames System in einer Heizzentrale zusammengeführt werden. Das erleichtert die Umstellung auf erneuerbare Energieträger.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platzreserven für Steigleitungen und Haustechnikräume, ggf. auch in der Dämmebene bei serieller Sanierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sofern noch keine geschlossene Bereitschaft der Eigentümer*innen vorhanden ist für ein zentrales erneuerbares Energiesystem, ist es schwierig dieses System umzusetzen. Ggf. als weniger kostenintensive Variante als Zwischenlösung: Vorerst Zentralisierung der Leitungen und Installation eines zentralen Gaskessels in der Technikzentrale, an den sich alle nach und nach anschließen (statt Erneuerung der einzelnen Gasbrennwertgeräte)</li> <li>Im nächsten Schritt Umstellung auf zentrales erneuerbares System.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>abhängig vom System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In jedem Fall Steigerung der Energieeffizienz, da viele dezentrale Anlagen zusammengefasst werden. Dem gegenüber jedoch höhere Zirkulationsverluste.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringere Wartungskosten der einzelnen Nutzer</li> <li>geringer Platzbedarf in den einzelnen Nutzereinheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitungsverluste</li> <li>erste hohe Anschaffungskosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zentralisierung verändert Komfort nicht zwingend. Abhängig davon, ob Wärmeversorgung, -verteilung-, und -abgabe auch verändert wird.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lange Planungs- und Umsetzungsdauer, geschlossene Bereitschaft der Eigentümer*innen muss vorhanden sein.</li> <li>Abrechnung der einzelnen Funktionseinheiten mittels Wärmemengenzähler bzw. Abrechnung über Funktionsfläche.</li> </ul>	



## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG RWz 2: Niedertemperatursystem – Erdwärme-Wärmepumpe



**Energieeffizienz**  
Sehr hoher SCOP

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Teuer in der Anschaffung, aber im Lebenszyklus sehr wirtschaftliches System

gut

mittel



**Ressourceneffizienz**  
Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch

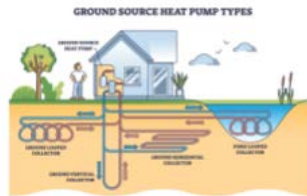
nicht so gut




schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Wärmepumpe nutzt den Phasenübergang eines Kältemittels, um Energie zu transportieren. Damit ist es möglich, Räume zu heizen und zu kühlen. Im Falle einer Sole-Wasser-Wärmepumpe wird Salzwasser durch Erdsonden (Tiefe bis 300m) oder im Erdreich verlegte Schläuche gepumpt und die entzogene Wärme einem Wassergebundenen Abgabesystem zugeführt (z.B. Fußbodenheizung). Im Sommer kann Wärme wieder in das Erdreich gepumpt werden, ohne den Kompressor der Wärmepumpe zu verwenden (Free Cooling).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung vorab empfohlen, sonst hoher Strombedarf.</li> <li>Platz- und Bohrmöglichkeit für Erdsonden oder Flächengeothermie.</li> <li>Niedertemperatur-Abgabesystem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erdsondenfeld oder Flächengeothermie auf Solesseite.</li> <li>Wärmetauscher auf Verdampferseite.</li> <li>eventuell Warmwasserspeicher.</li> <li>Niedertemperatur-Abgabesystem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatur des Erdreiches in 50 Meter Tiefe immer bei ca. 10°C.</li> <li>Temperatur steigt um 3°C pro 100m Tiefe an.</li> <li>Vorlauftemperatur bis ca. 50°C.</li> <li>Hochtemperatur-Wärmepumpen auch bis 70°C mit geringerer Effizienz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirkungsgrad (SCOP) verringert sich im Winter/Sommer weniger als bei Luft-Wärmepumpen: SCOP 5 bis 5,5 bei 35°C Vorlauftemperatur.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Effizienz über das ganze Jahr (sehr hoher SCOP).</li> <li>Free Cooling im Sommer zum Kühlen (direkte Nutzung der kühlen Wassertemperaturen aus dem Erdreich, nur Pumpenergie erforderlich).</li> <li>Vollautomatische Regelung möglich.</li> <li>Keine Brennstoffzulieferung nötig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Investitionskosten</li> <li>Bohr- bzw. Verlegemöglichkeiten der Erdsonden oder Flächengeothermie im Bestand nicht immer machbar (es gibt bereits auch sehr kleine Bohrgeräte für kleine Innenhöfe und Keller)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringere Schallemissionen als Luftwärmepumpen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Entzugsleistung von Sonden ist stark von den örtlichen geologischen Schichten abhängig und sollte zuvor geprüft werden. Die Auslegung der Wärmequellen orientiert sich an dieser Entzugsleistung.</li> <li>Zur Effizienzsteigerung kann ein Pufferspeicher, eine PV-Anlage und ein Energiemanagementsystem mitgeplant werden, damit tagsüber der lokal produzierte Strom für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann.</li> <li>Erdreichregeneration ist zu berücksichtigen - eine ausgeglichene Nutzung als Quelle/Senke für Heizung und Kühlung ist zu beachten.</li> <li>Kältemittel mit einem möglichst niedrigen GWP verwenden. Idealerweise sollten "natürliche" Kältemittel verwendet werden.</li> </ul>	

# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## RWz 3: Niedertemperatursystem – Wasser-Wasser-Wärmepumpe

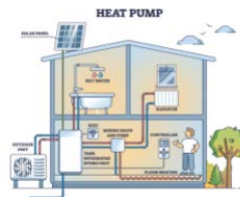


 <b>Energieeffizienz</b> Sehr hoher SCOP	sehr gut
 <b>Kosten-Nutzen im Lebenszyklus</b> Sehr wirtschaftliches System	gut
 <b>Ressourceneffizienz</b> Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch	nicht so gut
	schlecht

Systembeschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Wärmepumpe nutzt den Phasenübergang eines Kältemittels, um Energie zu transportieren. Damit ist es möglich, Räume zu heizen und zu kühlen. Im Falle einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe wird Wasser aus einem Saugbrunnen gepumpt und die entzogene Wärme einem wassergebundenen Abgabesystem zugeführt (z.B. Fußbodenheizung). Das abgekühlte Wasser wird anschließend über einen Schluckbrunnen wieder in das Grundwasservorkommen abgeleitet. Im Sommer kann das kühle Grundwasser direkt als Kühlwasser verwendet werden, ohne den Kompressor der Wärmepumpe zu verwenden (Free Cooling).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung vorab empfohlen, sonst hoher Strombedarf.</li> <li>Platz für Saug- und Schluckbrunnen.</li> <li>Grundwassernutzung möglich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmetauscher auf der Verdampferseite.</li> <li>eventuell Warmwasser- und Kältespeicher.</li> <li>Niedertemperatur-Abgabesystem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundwassertemperatur im Brunnen immer bei ca. 10°C.</li> <li>Vorlauftemperatur bis ca. 50°C.</li> <li>maximale Vorlauftemperaturen bis 65°C möglich bei geringerer Effizienz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirkungsgrad (SCOP) verringert sich im Winter/Sommer weniger als bei Luft-Wärmepumpen: SCOP 5 bis 5,5 bei 35°C Vorlauftemperatur.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Effizienz über das ganze Jahr (sehr hoher SCOP) .</li> <li>Free Cooling im Sommer zum Kühlen (direkte Nutzung der kühlen Wassertemperaturen aus dem Erdreich, nur Pumpenergie erforderlich).</li> <li>Vollautomatische Regelung möglich.</li> <li>Keine Brennstoffzulieferung nötig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Investitionskosten (weniger hoch als bei Sole-Wasser-WP).</li> <li>nur bei ausreichend geeigneten Grundwasser möglich.</li> <li>Durch Trockenheit und Schwankungen im Grundwasserspiegel kann die Wärmequelle und somit die Wärmeversorgung beeinträchtigt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringere Schallemissionen als Luftwärmepumpen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für die Nutzung von Grundwasser zur Wärmeabgabe ist eine Genehmigung der Wasser-, Umwelt- oder je nach Land und Bundesland auch der Bergbehörde erforderlich. Im Kühlfall muss die Temperatur des Taupunktes beachtet werden.</li> <li>Zur Effizienzsteigerung kann ein Pufferspeicher, eine PV-Anlage und ein Energiemanagementsystem mitgeplant werden, damit tagsüber der lokal produzierte Strom für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann.</li> <li>Kältemittel mit einem möglichst niedrigen GWP verwenden. Idealerweise sollten "natürliche" Kältemittel verwendet werden.</li> </ul>		

# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## RWz 4: Niedertemperatursystem – Luft-Wasser-Wärmepumpe



**Energieeffizienz**  
Luft-Wärmepumpen haben schlechten SCOP



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Günstig in Anschaffung, aber durch ineffizientes System teurer im Lebenszyklus



**Ressourceneffizienz**  
Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Wärmepumpe nutzt den Phasenübergang eines Kältemittels, um Energie zu transportieren. Damit ist es möglich, Räume zu heizen, zu kühlen und Warmwasser zu bereiten. Im Falle einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wird die der Außenluft entzogene Wärme einem wassergebundenen Abgabesystem zugeführt (z.B. Fußbodenheizung). Das Prinzip funktioniert auch in die andere Richtung, somit kann im Sommer auch gekühlt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung vorab besonders wichtig, sonst sehr hoher Strombedarf</li> <li>Genug Platz für Außengerät</li> <li>Niedertemperatur-Abgabesystem</li> <li>Stromanschluss</li> <li>Lärmgutachten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Außengerät mit Kompressor, Innengerät mit Verdampfer, Wärmetauscher, eventuell Warmwasserspeicher, auch Kompaktgeräte zur Außen- oder Innenaufstellung möglich (Bei Außenaufstellung kein Innengerät notwendig und umgekehrt).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heizung: Betriebsgrenze Außentemperatur bis ca. -20°C, Vorlauftemperatur bis ca. 50°C; Hochtemperatur-Wärmepumpen auch bis 70°C mit geringerer Effizienz für Warmwasser-Bereitung</li> <li>Kühlung: Außentemperatur bis ca. -20°C, Vorlauftemperatur bis ca. 6°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirkungsgrad (SCOP) unter Laborbedingungen, in der Realität meist geringer:</li> <li>SCOP: 4 bis 4,5 bei Heizbetrieb mit Vorlauftemperatur von etwa 35°C</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Effizienz in den Übergangsmonaten</li> <li>Vollautomatische Regelung möglich</li> <li>Keine Brennstoffzulieferung nötig</li> <li>Geringere Investitionskosten als Sole-Wasser-Wärmepumpen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schlechte Effizienz im Vergleich zu Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen</li> <li>Begrenzte Leistungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen und Vibrationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen müssen berücksichtigt werden, Außengerät muss ausreichend mit Zuluft versorgt werden. Für Niedertemperaturabgabesysteme geeignet, Heizkörper mit Temperaturabsenkung möglich.</li> <li>Zur Effizienzsteigerung kann ein Pufferspeicher, eine PV-Anlage und ein Energiemanagementsystem mitgeplant werden, damit tagsüber der lokal produzierte Strom für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann.</li> <li>Kältemittel mit einem möglichst niedrigen GWP verwenden. Idealerweise sollten "natürliche" Kältemittel verwendet werden.</li> </ul>	

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### RWz 5: Niedertemperatursystem – Luft-Luft-Wärmepumpe



**Energieeffizienz**  
Luft-Wärmepumpen haben schlechten SCOP



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Günstig in Anschaffung, aber durch ineffizientes System teurer im Lebenszyklus



**Ressourceneffizienz**  
Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Wärmepumpe nutzt den Phasenübergang eines Kältemittels, um Energie zu transportieren. Damit ist es möglich, Räume zu heizen und zu kühlen. Im Falle einer Luft-Luft-Wärmepumpe wird die der Außenluft entzogene Wärme der Innenluft über einen Wärmetauscher mit Ventilator zugeführt. Das Prinzip funktioniert auch in die andere Richtung, somit kann im Sommer auch gekühlt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung vorab besonders wichtig, sonst sehr hoher Strombedarf.</li> <li>Genug Platz für Innen- und Außengerät, Stromanschluss, Lärmgutachten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Außengerät mit Kompressor, Innengerät mit Verdampfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heizung: Betriebsgrenze Außentemperatur bis ca. -20°C, Luftaustrittstemperatur am Innengerät bis ca. +32°C</li> <li>Kühlung: Luftaustrittstemperatur am Innengerät bei einem Temperaturdelta von ca. 10 K</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirkungsgrad (SCOP) unter Laborbedingungen, in der Realität meist geringer:</li> <li>Heizung: SCOP 4 bis 4,5</li> <li>Kühlung: SCOP 5,5 bis 6,5</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfache Installation</li> <li>häufig dezentral (Klimaanlagen-Splitgerät)</li> <li>Hohe Effizienz in den Übergangsmonaten</li> <li>Vollautomatische Regelung möglich- Keine Brennstoffzulieferung oder Speicher nötig</li> <li>Im Vergleich zu einer Luft-Wasser-Wärmepumpe mit hohen Vorlauftemperaturen eine effizientere Raumwärmebereitstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schlechte Effizienz und somit Belastung für das Stromnetz sowie die Stromkosten in den Winter- und Sommermonaten (nur für sehr effiziente Gebäude zu empfehlen)</li> <li>Luftbewegung - mögliche Zugerscheinungen</li> <li>Begrenzte Leistungen</li> <li>Schallemissionen und Vibrationen möglich</li> <li>für Warmwasserbereitung ist ein extra System nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luftbewegung, ev. Zug</li> <li>Schall- und Vibrationen</li> <li>rasche Heizung und Kühlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen müssen berücksichtigt werden, Außengerät muss ausreichend mit Zuluft versorgt werden.</li> <li>Bei der Aufstellung muss auf ausreichend Zuluft geachtet werden.</li> <li>Kältemittel mit einem möglichst niedrigen GWP verwenden. Idealerweise sollten "natürliche" Kältemittel verwendet werden.</li> </ul>	

# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## RWdez 1: Niedertemperatursystem – Mini-Wärmepumpe



**Energieeffizienz**  
Luft-Wärmepumpen haben üblicherweise einen schlechten COP



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Günstig in Anschaffung, aber durch ineffizientes System teurer im Lebenszyklus.



**Ressourceneffizienz**  
Viele Einzelanlagen, mehr Materialverbrauch

sehr gut
gut
mittel
nicht so gut
schlecht

Systembeschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Wärmepumpe nutzt den Phasenübergang eines Kältemittels, um Energie zu transportieren. Damit ist es möglich, Räume zu heizen, zu kühlen und Warmwasser zu bereiten.</li> <li>Soll die Raumwärme und das Warmwasser mittels Wärmepumpe bereitgestellt werden, so wird üblicherweise eine zentrale Wärmepumpe für das Heizwasser (siehe RWz 1 – 5) installiert und mit kleinen Mini-Wärmepumpen (siehe RWz 6) dezentral die geringe Vorlauftemperatur erhöht. stand-alone Mini-Wärmepumpen, die komplett dezentral Heiz- und Warmwasser bereiten und als Alternative zu Gasetagenheizungen dienen, gibt es derzeit noch kaum Produkte am Markt. Die Herausforderung ist, dass es jeweils ein dezentrales Außengerät benötigt, welches mit dem Innengerät (WW-Speicher und WP) verbunden ist.</li> <li>Es gibt auch Mini-Luft-Luft-Wärmepumpen, die ähnlich einer Klima-Split-Anlage funktionieren, welche aber nur für Heizung bzw. Kühlung funktionieren und noch ein extra System für die Warmwasserbereitung benötigt.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine thermische Sanierung vorab ist besonders wichtig, sonst sehr hoher Strombedarf.</li> <li>Vorhandener Platz für das Außen- und Innengerät sowie einer passenden Verbindung zwischen den Geräten.</li> <li>Ausreichend Wärmeabgabeflächen, ggf. müssen Verrohrungen und Abgabeflächen erneuert werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Ausführung erfolgt in Split-Weise als Luft-Wasser-Wärmepumpe. Das bedeutet, dass es ein Außengerät ähnlich wie bei einer zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe gibt, wie auch ein Innengerät, in welchem sich die Wärmepumpe mit dem Wasserspeicher befindet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lt. Herstellerangaben: Betriebsgrenze technisch: Außentemperatur bis ca. -20°C, Vorlauftemperatur am Innengerät bis ca. +65°C bei jedoch sehr schlechter Effizienz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lt. Herstellerangaben: COP bis 5 jedoch nur im optimalen Temperaturbereich und nicht bei hohen/niedrigen Außentemperaturen und oder hohen/niedrigen Vorlauftemperaturen.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Zentralisierung notwendig</li> <li>Keine Verteilverluste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viele große Einzelgeräte statt zentrale WP mit kleinen Nachheiz-WP</li> <li>Platzbedarf für Außen- und Innengerät nötig</li> <li>Schall- und Vibrationsbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen und Vibrationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen müssen berücksichtigt werden, Außengerät muss ausreichend mit Zuluft versorgt werden. Bei Nutzung des Kamins ist eine Freigabe durch den Rauchfangkehrer notwendig.</li> <li>Zur Effizienzsteigerung sollte eine PV-Anlage und ein Energiemanagementsystem mitgeplant werden, damit tagsüber der lokal produzierte Strom für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann.</li> <li>Kältemittel mit einem möglichst niedrigen GWP verwenden. Idealerweise sollten "natürliche" Kältemittel verwendet werden.</li> </ul>		

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### RWdez 2: Infrartheizung



**Energieeffizienz**  
Stromheizung, im Vergleich zu wassergeführten Systemen ineffizient.



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Kein Umbau nötig, einfache Installation. Nicht sehr effizient, begrenzte Lebensdauer, wird oft als nicht komfortabel befunden



**Ressourceneffizienz**  
Kein Umbau nötig, begrenzte Lebensdauer

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ist ein rein elektrisch betriebenes Wärmeabgabesystem. Das Abgabesystem arbeitet mit Strahlung, welche nicht die Luft, sondern alle Objekte, Gegenstände und baulichen Elemente (z.B. Möbel, Boden, Decke, Wände) aufwärmt. Dadurch kann die Lufttemperatur niedriger gehalten werden.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ausreichend elektrischer Anschluss vorhanden</li> <li>Heizlast sollte möglichst gering sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Paneele können in unterschiedlichen Größen Varianten bestellt und montiert werden. Bei der Montage ist insbesondere auf die Montagehöhe zu achten, um einen entsprechenden Komfort zu gewährleisten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es handelt sich um ein rein elektrisches System, die Oberflächentemperatur der Paneele liegt zwischen 35 und 50°C.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfach Nachrüstbar</li> <li>optisch ansprechende Formen verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rein elektrische Heizung</li> <li>unterschiedlicher Komfort im Raum (optimale Anordnung wichtig)</li> <li>Belastung für das Stromnetz sowie die Stromkosten in den Wintermonaten (nur für sehr effiziente Gebäude zu empfehlen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wenn die Infrarotpaneele nicht optimal platziert sind, so ist an unterschiedlichen Positionen im Raum mit unterschiedlichen Komfortverhältnisse zu rechnen. Wird oft nicht als komfortabel empfunden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Vorteil von Infrartheizung ist die einfache Nachrüstbarkeit. Der elektrische Anschluss ist zu prüfen. Der Einsatz ist nur zu empfehlen wenn im Gegenzug mit einer niedrigen Raumlufttemperatur das Auslangen gefunden wird. Bei der Planung ist eine optimale Platzierung zu berücksichtigen, um die Strahlungswärme optimal auszunutzen.</li> <li>Nur in Sonderfällen und Einzelräumen ohne zentrale Anbindung</li> <li>Nur in sehr gut sanierten Gebäuden</li> </ul>	

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### RWdez 3: Hochtemperatursystem – Wasserführender Mini-Pellets-Kessel



**Energieeffizienz**  
Wenig Verteilverluste, weniger effizient als größeres System



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Pelletskosten schwankend mit Energiepreis, hoher Wartungsaufwand



**Ressourceneffizienz**  
Holz ist eine global beschränkte Ressource

sehr gut

gut

mittel

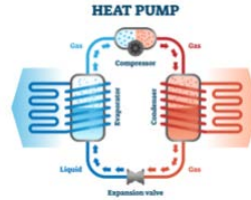
nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sehr kompakter Pelletkessel als Alternative zu dezentralen Gasetagenheizungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platz für Kessel</li> <li>Kamin für Abgase</li> <li>Anbindung an bestehendes Wärmeabgabesystem mit Pufferspeicher möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kessel mit inkludierten Wochenbehälter, automatische Befuerung, manuelle Austragung der Asche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignet für jegliche Vorlauftemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelletkessel (feuerungstechnischer Wirkungsgrad von 90%, heizwertbezogen) oder Brennwertkessel (feuerungstechnischer Wirkungsgrad von 100%, heizwertbezogen), zusätzlicher Pufferspeicher für gleichmäßigen Betrieb und guter Nutzung des Brennstoffes</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Leistungen und Temperaturen</li> <li>Keine Lagerfläche</li> <li>Keine Zentralisierung notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manuelle wöchentliche Befüllung</li> <li>Feinstaub- Ausstoß</li> <li>manuelle Austragung der Asche</li> <li>hoher Wartungsaufwand- Schallbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komfort gleichbleibend zu allen Systemen (z.B. Fernwärme, Gas) mit hohen Vorlauftemperaturen, jedoch höherer Wartungs- und Betriebsaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wochenbehälter muss manuell befüllt werden (eventuell zusätzlicher Lagerplatz), Zusätzlicher Wärmespeicher empfohlen, Feuchtigkeit vermeiden</li> </ul>	

# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## RWz 6: Hochtemperatursystem – Kaskadische Nutzung Niedertemperatursysteme / Booster-Wärmepumpe



	<b>Energieeffizienz</b> Mittel, da nur nötig bei zentr. WW-Bereitung (hohe Verluste) oder ineffizienten Gebäuden	sehr gut
	<b>Kosten-Nutzen im Lebenszyklus</b> Nur nötig bei hohem Energieverbrauch oder zentralen WW-System: komplexeres Technikkonzept	gut
	<b>Ressourceneffizienz</b> Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch	mittel
		nicht so gut
		schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mithilfe einer Booster-Wärmepumpe kann die Temperatur auf ein höheres Niveau angehoben werden (z.B. für die Warmwasserbereitung). Die nötige Energie wird nicht wie bei anderen Wärmepumpen aus der Umwelt, sondern aus dem Heizungswasser des bestehenden Heizsystems gezogen (z.B. anderer Wärmepumpen mit zu geringer Vorlauftemperatur).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignetes Primär-Medium muss zur Verfügung stehen, z.B. Heizungspufferspeicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignetes Primär-Medium muss zur Verfügung stehen z.B. Heizungspufferspeicher</li> <li>über einen Bypass wird der Rücklauf bzw. das vorerwärmte Medium an die Wärmepumpe angebunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bis 70°C möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effizienz stark variierend abhängig der zur Verfügung gestellten Energiequelle (z.B. hoher COP bei Warmwasserquelle durch vorgeschaltete Wärmepumpe, geringer COP bei Nutzung der Außenluft).</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Erreichen der gewünschten hohen Temperaturen mit einem hohen Wirkungsgrad</li> <li>Steigerung der Effizienz in kalten Regionen oder bei ungedämmten Gebäuden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Investitionskosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen und Vibrationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignetes Primär-Medium muss zur Verfügung stehen, Schallemissionen müssen berücksichtigt werden</li> </ul>	



# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## RWz 7: Hochtemperatursystem – Fernwärme



**Energieeffizienz**  
Hohe Verteilverluste



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Hohe fixe monatliche Kosten, langlebig, kein Aufwand während Laufzeit



**Ressourceneffizienz**  
Wenig Materialeinsatz, abhängig vom Brennstoff

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Beim Fern- oder Nahwärmenetz wird für viele Liegenschaften die Energie zentral erzeugt und mittels Leitungen zu den einzelnen Gebäuden gebracht. Auch wenn teilweise die Energie aus Gas erzeugt wird, ist es oft ökologisch sinnvoll sich an ein Wärmenetz anzuschließen, da diese sich oft einfacher auf erneuerbare Energien umstellen können, als viele einzelne Systeme. Der Anschluss an das Fernwärmenetz ist bei Verfügbarkeit die einfachste Lösung für einen Verbraucher, da lediglich der Fernwärmeanschluss geplant werden muss.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fern- oder Nahwärme ist nur in bestimmten Gebieten verfügbar</li> <li>Platz für Übergabestation</li> <li>Anbindung an bestehendes, zentrales Wärmeabgabesystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Fernwärmtauscher wird meistens im Keller bzw. Erdgeschoß des Hauses platziert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>145°C im Fernwärmenetz</li> <li>auf Verbraucherseite ca. 95°C</li> <li>Vorlauf im Winter und ca. 65°C im Sommer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitungsverluste im Fernwärmenetz</li> <li>Steigerung der Energieeffizienz aufgrund Zusammenfassung vieler Verbraucher</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfache Installation</li> <li>Keine Brennstoffzulieferung oder Speicher nötig</li> <li>Kein Feinstaub-Ausstoß auf Abnahmeseite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Anschlusskosten</li> <li>Abhängigkeit vom Energieversorger</li> <li>limitierte Verfügbarkeit</li> <li>oft noch mit Gas versorgt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoher Komfort, keine Wartung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fernwärmeanschlussmöglichkeit muss verfügbar sein. Einrohrheizungen sind nicht gestattet (Neubau).</li> <li>Für die Rohrnetzberechnung angenommene Temperaturen sind verbindlich einzuhalten.</li> </ul>	

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### RWz 8: Hochtemperatursystem – Pelletskessel



#### Energieeffizienz

Nur nötig bei ineffizienten Gebäuden, weniger EE als WP



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Pelletskosten schwankend mit Energiepreis, hoher Wartungsaufwand



#### Ressourceneffizienz

Holz ist eine global beschränkte Ressource

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pellets ist der Name für stäbchenförmig gepressten Holzbrennstoff. Es ist ein Abfallprodukt aus der Holzindustrie und wird typischerweise mit einem Tankwagen geliefert. Die Variante bietet sich vor allem bei Sanierung von Bestandsgebäuden an, die auf hohe Vorlauftemperaturen angewiesen sind und ausreichend Räumlichkeiten für die Pelletslagerung haben (z.B. ein Öltank).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>trockener Lagerraum für Pellets</li> <li>Einbringmöglichkeit</li> <li>Platz für Kessel</li> <li>Kamin für Abgase</li> <li>Anbindung an bestehendes, zentrales Wärmeabgabesystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelletskessel und Pelletstank meist im Heizraum situiert</li> <li>vollautomatische Beschickung der Pellets in den Kessel</li> <li>Hoch- und Niedertemperatur-Abgabesystem möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignet für jegliche Vorlauftemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelletskessel (feuerungstechnischer Wirkungsgrad von 90%, heizwertbezogen) oder Brennwertkessel (feuerungstechnischer Wirkungsgrad von 100%, heizwertbezogen)</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Leistungen und Temperaturen</li> <li>Automatische Befüllung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platzbedarf für Lagerung</li> <li>Feinstaub-Ausstoß</li> <li>hoher Wartungsaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komfort gleichbleibend zu anderen Systemen (z.B. Fernwärme, Gas) mit hohen Vorlauftemperaturen, jedoch höherer Wartungsaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei der Planung sind folgende Punkte zu beachten: Feuchtigkeitsschutz, Ausreichende Belüftung, Brandschutz-Richtlinien, Erreichbarkeit für Lieferfahrzeuge</li> </ul>	

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### RWz 9: Hochtemperatursystem – Hackschnitzelkessel



#### Energieeffizienz

Nur nötig bei ineffizienten Gebäuden, weniger EE als WP



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Nur wirtschaftlich bei Zugang zu günstigen Hackschnitzel, hoher Wartungsaufwand



#### Ressourceneffizienz

Holz ist eine global beschränkte Ressource

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aus Holz minderer Qualität, wie Kron- oder Astmaterial kann durch maschinelle Zerkleinerung Hackschnitzel erzeugt werden. Auch Sägenebenprodukte werden als Brennstoff unter dem Namen Industriehackgut eingesetzt. Im Vergleich zu Pellets besitzt Hackgut etwa dreimal so viel Volumen, was eine Problematik bei der Lagerung darstellen kann. Die Variante bietet sich vor allem bei Sanierung von Bestandsgebäuden an, die auf hohe Vorlauftemperaturen angewiesen sind und wenn bereits Brennstoff vorhanden ist (z.B. Eigenwald).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lagerraum für Hackschnitzel (~2m³ pro kW Heizleistung)</li> <li>Platz für Kessel</li> <li>Kamin für Abgase,</li> <li>Anbindung an bestehendes, zentrales Wärmeabgabesystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hackschnitzelkessel und Tank meist im Heizraum situiert</li> <li>vollautomatische Beschickung der Hackschnitzel in den Kessel</li> <li>Hoch- und Niedertemperatur-Abgabesystem möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignet für jegliche Vorlauftemperaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heizkessel, je nach Trockenheit bis zu 90% feuerungstechnische Wirkungsgrad</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort		Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Leistungen und Temperaturen</li> <li>Automatische Befüllung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größeres Volumen von Hackschnitzeln bedeutet größere Speicherfläche oder verkürzte Lieferzyklen nötig</li> <li>Hoher Feinstaub-Ausstoß</li> <li>Bei ungenügender Trocknung Brandgefahr bei Lagerung</li> <li>hoher Wartungsaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komfort gleichbleibend zu anderen Systemen (z.B. Fernwärme, Gas) mit hohen Vorlauftemperaturen, jedoch höherer Wartungsaufwand</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei der Planung sind folgende Punkte zu beachten: Feuchtigkeitsschutz, Ausreichende Belüftung, Brandschutz-Richtlinien, Erreichbarkeit für Lieferfahrzeuge</li> </ul>	

# WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

## Sol. 1: Solarthermie



**Energieeffizienz**  
Sehr hoher Wirkungsgrad

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Langlebige, einfache Technologie

gut

mittel



**Ressourceneffizienz**  
Kreislauffähige Systeme

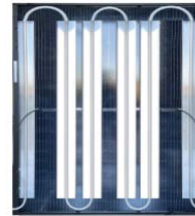
nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Solarthermie nutzt die solare Einstrahlung, um Heizungs- oder Brauchwasser zu erwärmen. Solarthermiepaneele sind je nach Typ sehr einfach (schwarze Schläuche). Üblicherweise werden aber Solarkollektoren oder seltener komplexe Vakuumkollektoren eingesetzt. Die Paneele werden über eine Glykokreislauf in Systemen mit einem Wärmespeicher verschalten. Durch den relativ geringen Wärmeeintrag eignen sich die Systeme sehr gut für die Warmwasserbereitung oder als Unterstützung des Hauptheizsystems. Eine elektrische Zusatzheizung ist ebenfalls möglich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freie Fläche für Kollektoren (z.B. am Dach)</li> <li>Platz für Speicher und Hydraulik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kollektoren am Dach</li> <li>Wärmespeicher im Haustechnikraum</li> <li>Individuelle Verschaltung mit Hauptwärmekreis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Vakuumkollektoren oder Stagnation ~150°C, typischerweise maximal 80°C im Speicher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduziert Energiebedarf im Sommer und Übergangszeit</li> <li>Effizienz hängt ab von Speichergröße und Kombination mit weiterem Heizsystem</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sehr einfaches und kostengünstiges System zur Nutzung der Solarenergie.</li> <li>Umweltfreundlich dank Einsatz von Wasser und Propylenglykol als Wärmemedium.</li> <li>Idealer Zusatz zu bestehendem Heizungssystem, bei hohem Warmwasserbedarf oder bei gut gedämmten Gebäuden als Unterstützung zur Heizenergie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitierte Temperaturen und Leistungen in Heizperiode und bei Schlechtwetter</li> <li>Benötigt Zusatzheizsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwankende Leistungen abhängig von Jahreszeit und Wetter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lokale Bestimmungen wie beispielsweise länderspezifische Bautechnikverordnungen oder auch Bestimmungen sind zu beachten. Grundsätzlich ist</li> <li>eine Solaranlage mit jedem Heizsystem sinnvoll kombinierbar.</li> </ul>	

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### Sol. 2: Solarthermie mit PV kombiniert



**Energieeffizienz**  
Sehr hoher Wirkungsgrad

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Kombination sehr wirtschaftlich, erhöht Eigennutzungsanteil

gut

mittel



**Ressourceneffizienz**  
Sorgsamer Umgang mit Material- und Platzressourcen

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Allgemeinen PV-T oder hybride PV-Solaranlage genannt. Kombination aus PV und Solarthermie-Modul.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dachkonstruktion erlaubt eine zusätzliche Belastung von rund 10 kg/m<sup>2</sup>.</li> <li>Bedarf Speicher wie Pufferspeicher und/oder Bauteilaktivierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PV-Kollektoren und deren Booster am Dach</li> <li>steckbare Verbindungssysteme für Strom und Wärme getrennt geführt</li> <li>Wärmespeicher und ggf. Wärmepumpe im Keller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximal 55°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kombinationslösung aus PV und Solarthermie bieten gesamtheitlich eine hohe Ausbeute, sind jedoch geringer als bei separierter Ausführung als "nur" Solarthermie oder "nur" PV-Module.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Doppelnutzung solarer Erträge</li> <li>anteilige Aufteilung auf PV und Solarthermie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Investitionskosten</li> <li>Niedrige solare Erträge während den Heizperioden</li> <li>Solar als Unterstützung für Warmwasser-Bereitung</li> <li>Spitzentemperatur (Legionellen) durch Heizstab (PV)</li> <li>Benötigt Zusatzheizsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwankende Leistungen abhängig von Jahreszeit und Wetter. Durch Kombination, kann auch eine Heizpatrone oder Wärmepumpe die Saison verlängern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hybride PV-Solaranlagen bedürfen intensiver Gewerbekooperationen. Definierter integraler Planungsprozess ist anzustreben. Systemwahl ist im Vorfeld genau zu definieren, sowie das Regelungsverhalten und die hydraulische Kopplung.</li> </ul>	

## WÄRME-/KÄLTEERZEUGUNG

### Sol. 3: PV mit Zusatzabgabesystem



**Energieeffizienz**  
Liefert Direktstrom für WP aus eigener Produktion



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Erhöht Eigennutzungsanteil



**Ressourceneffizienz**  
recyclebar

sehr gut

gut

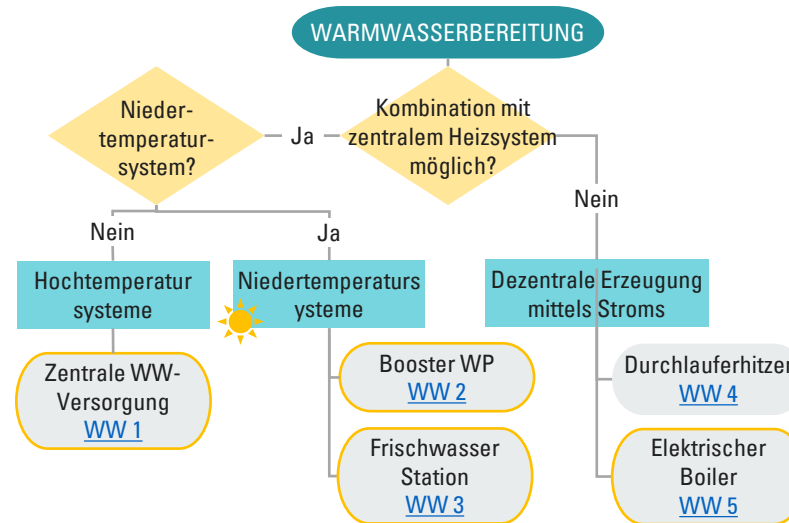
mittel

nicht so gut

schlecht

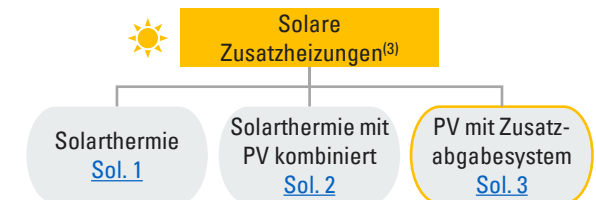
Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzt den Stromüberschuss zur thermischen Unterstützung (Heizung, Warmwasser) anstatt einer Einspeisung in das Stromnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freie Fläche für Kollektoren (z.B. am Dach) und Wechselrichter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kollektoren am Dach</li> <li>Wärmespeicher mit Register im Haustechnikraum</li> <li>direkte Verstromung als Elektroabgabesysteme (z.B. Elektroradiatoren, Wärmestrahlpplatten, usw.)</li> </ul>	bis zu 75°C möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig von Qualität der Module, etwa bei derzeit 420 Wp pro Modulstandardgröße in unseren Regionen.</li> <li>PV-Strom als Heizmedium jedoch nur sinnvoll, wenn nur Überschussenergie verwendet wird.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung des Eigenverbrauchs</li> <li>Abdeckung von Bedarfsspitze</li> <li>ganzzährige Unterstützung des konventionellen Heizsystem</li> <li>Verringerung unwirtschaftlicher Netzeinspeisung</li> <li>Abgabesysteme sehr variabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedrige solare Erträge während den Heizperioden</li> <li>Ist nur als Zusatzheizsystem bei Überschussenergie sinnvoll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwankende Leistungen abhängig von Jahreszeit und Wetter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beachtung der sinnvollen Planung der Abgabesysteme. Idealerweise in Kombination mit Wärmepumpen und weiteren Systemen. Regelungsmanagement empfohlen, um Überschussstrom nutzen zu können.</li> </ul>	

## 2.2 Wärmeerzeugung - Warmwasser



(3) Thermische solare Zusatzheizungen können bei jedem zentralen System als gute und wirtschaftliche Unterstützung angesehen werden (Sonnensymbol).

Stromerzeugende Anlagen können mit einem Energiemanagementsystem Überschussenergie in (thermischen) Speichern zwischenspeichern und somit den Eigennutzungsanteil des selbst erzeugten Stroms und damit die Wirtschaftlichkeit erhöhen (gelbe Umrandung).



# WÄRMEERZEUGUNG

## WW1: Zentrale Warmwasserversorgung



**Energieeffizienz**  
Hohe Verteilverluste, Alternativenprüfung sinnvoll.

sehr gut



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Teuer in der Anschaffung und hohe Zirkulationsverluste

gut

mittel



**Ressourceneffizienz**  
Eine zentrale Anlage, weniger Materialverbrauch

nicht so gut

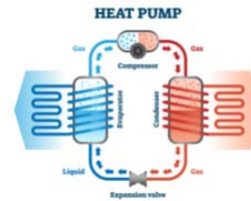
schlecht




Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zentralisierung von dezentralen Systemen bedeutet, dass dezentrale Warmwasserbereitungen (z.B. Gasetagenheizungen) auf ein gemeinsames System in einer Heizzentrale zusammengeführt werden. Das erleichtert die Umstellung auf erneuerbare Energieträger.</li> <li>Jedoch fallen für Verteilung hohe Verluste an. Eine Prüfung, inwieweit andere Lösungen sinnvoll sind, ist zu empfehlen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platzreserven für Steigleitungen und Haustechnikräume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sofern noch keine geschlossene Bereitschaft der Eigentümer*innen vorhanden ist für ein zentrales erneuerbares Energiesystem, ist es schwierig dieses System umzusetzen. Ähnlich zur Heizungsversorgung kann es beim Einsatz eines zentralen Systems sinnvoll sein, lediglich Leitungen (Warmwasser und Zirkulation) zentral zu verteilen und allen Eigentümer*innen einen Anschluss zu ermöglichen.</li> <li>Das System kann mittels Hochtemperatursystemen (RWz 7-9) oder mittels kaskadisch geschalteten Wärmepumpen (RWz 6) betrieben werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemäß Hygienevorschriften über 60°C. Insbesondere für Hochtemperatursysteme geeignet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund der Notwendigkeit einer Zirkulationsleistung und damit hohen Verlusten, nicht effizienter wie dezentrale Systeme.</li> <li>Eine Alternativenprüfung ist jedenfalls empfehlenswert.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geringere Wartungskosten der einzelnen Nutzer</li> <li>geringer Platzbedarf in den einzelnen Nutzeinheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Leitungsverluste</li> <li>hohe Anschaffungskosten, wenn davor dezentrale Wärmeversorgung und WW-Bereitung</li> <li>hohe Temperatur zwingend erforderlich</li> <li>Hochtemperatursystem notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zentralisierung verändert Komfort nicht zwingend. Abhängig davon, ob Wärmeversorgung, -verteilung-, und -abgabe auch verändert wird.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lange Planungs- und Umsetzungsdauer, geschlossene Bereitschaft der Eigentümer*innen muss vorhanden sein.</li> <li>Abrechnung der einzelnen Funktionseinheiten mittels Warmwasserzähler.</li> </ul>	



# WÄRMEERZEUGUNG

## WW2: Dezentrale Warmwasserbereitung mit dezentralen Booster-Wärmepumpen



	<b>Energieeffizienz</b> Abhängig vom Heizungssystem	sehr gut
	<b>Kosten-Nutzen im Lebenszyklus</b> Teurer in der Anschaffung, aber sehr effizientes System.	gut
	<b>Ressourceneffizienz</b> Ähnlich wie alle dezentralen Systeme	mittel
		nicht so gut
		schlecht

Systembeschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hierbei wird die Wärmepumpentechnologie genutzt, um das zur Verfügung stehende Heizungswasser auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben und für Warmwasserversorgung zu nutzen.</li> <li>Das System arbeitet ähnlich wie die Frischwasserstation dezentral - allerdings effizienter durch Einsatz der Wärmepumpentechnologie.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Es muss ein Heizungswassernetz mit ausreichender Dimensionierung in der Einheit vorhanden sein.</li> <li>Die Anlage benötigt zusätzlich einen elektrischen Anschluss.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Booster-Wärmepumpen können, sofern die Voraussetzung hinsichtlich Heizungswassernetz gegeben sind, einfach nachgerüstet und an das Bestandsnetz angeschlossen werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemäß Hygienevorschriften über 60°C, nachdem es sich um dezentrales System handelt aber nicht zwingend erforderlich.</li> <li>Heizungsvorlauf sollte mindestens 45°C betragen, um dieses System einsetzen zu können.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effizienz abhängig vom Heizungssystem, durch Einsatz der Wärmepumpentechnologie aber auch gesamtheitlich effizienter als andere Systeme.</li> </ul>
Vorteile		Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>einfach nachrüstbar</li> <li>effizienter als andere System durch Wärmepumpe</li> <li>Bei Ausfall des Heizungssystems kann zum Teil elektrisch Warmwasser bereitet werden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Teuer</li> <li>ausreichend dimensionierter Stromanschluss benötigt</li> <li>hoher Platzbedarf</li> <li>Luftverbindung nach Außen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Komforteinbußen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedingt eine geeignete Wärmequelle als Energiebereitstellung, üblicherweise in Kombination mit einer weiteren Wärmepumpe.</li> <li>Die Schaltung erfolgt kaskadiert, wobei die erste Wärmepumpe das Heizsystem mit Niedertemperatur versorgt. Die Booster-Wärmepumpe hebt dann das Niedertemperaturniveau für das Warmwasser auf Hochtemperatur.</li> </ul>	

# WARMWASSERERZEUGUNG

## WW3: Dezentrale Warmwasserbereitung mit Frischwasserstationen



**Energieeffizienz**  
Abhängig vom Heizungssystem



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Abhängig, wie System eingesetzt. Bei sehr entlegenen Stellen mit geringem WW-Verbrauch gut.



**Ressourceneffizienz**  
Ähnlich wie alle dezentralen Systeme

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung		Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer Frischwasserstation wird das zur Verfügung stehende Heizungswasser genutzt, um es über einen Wärmetauscher in der Sekunde zu erhitzen. Die Stationen sind für unterschiedliche Temperaturniveaus erhältlich - je niedriger die Temperatur desto größer der Wärmetauscher.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Es muss ein Heizungswassernetz mit ausreichender Dimensionierung in der Einheit vorhanden sein (hohe Heizleistung erforderlich).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frischwasserstationen können, sofern die Voraussetzung hinsichtlich Heizungswassernetz gegeben sind, einfach nachgerüstet und an das Bestandsnetz angeschlossen werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gemäß Hygienevorschriften über 60°C, nachdem es sich um dezentrales System handelt aber nicht zwingend erforderlich.</li> <li>Heizungsvorlauf sollte mindestens 45°C betragen, um dieses System einsetzen zu können.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effizienz abhängig vom Heizungssystem, durch die direkte Bereitung des Warmwassers im Bedarfsfall aber durchaus effizient.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>geringer Platzbedarf</li> <li>einfache Technik</li> <li>einfach nachrüstbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wärmeabgabe in den Raum (Überhitzung im Sommer möglich)</li> <li>hohe Wärmeverluste</li> <li>Heizungssystem ganzjährig benötigt</li> <li>hohe Vorlauftemperaturen benötigt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überhitzung im Aufstellraum möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei der Auslegung sind die vorhandenen Vorlauftemperaturen zu prüfen. Wichtig ist die Verwendung von Produkten mit isolierten Wärmetauschern und Leitungen. Zusätzlich ist das Material der Wärmetauscher wichtig - bei falschen Materialien kann es zu frühzeitigem Verschleiß kommen (Verkalkung). Eventuell ist auch eine Enthärtungsanlage zentral zu empfehlen.</li> </ul>		

## WARMWASSERERZEUGUNG

### WW4: Dezentrale Warmwasserbereitung mit elektrischen Durchlauferhitzern



#### Energieeffizienz

Nur sinnvoll bei selten genutzten Stellen.



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Abhängig, wie System eingesetzt. Bei entlegenen Stellen mit geringem WW-Verbrauch gut.



#### Ressourceneffizienz

Ähnlich wie alle dezentralen Systeme

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird in der Einheit entweder je Entnahmestelle oder zentral ein Elektro-Durchlauferhitzer montiert. Diese sind grundsätzlich druckbehaftet. Da das Warmwasser im Augenblick des Bedarfs erhitzt wird handelt es sich um hygienisch unbedenkliche Systeme, allerdings ist die benötigte elektrische Anschlussleistung sehr hoch. Es wird keine Zirkulationsleistung benötigt.</li> <li>Meist sinnvoll eingesetzt in Gebäuden mit wenig WW-Bedarf (z.B. Büros) oder selten genutzten Entnahmestellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stromanschlüsse müssen vorhanden sein oder hergestellt werden.</li> <li>Platzbedarf bei größeren Speichern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Anschlussleistung nötig.</li> <li>Das elektrische System ist vorher zu prüfen.</li> <li>In der Sanierung sind die elektrischen Anschlüsse oft nicht ausreichend dimensioniert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemäß Hygienevorschriften über 60°C, nachdem es sich um dezentrales System handelt aber nicht zwingend erforderlich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt.</li> <li>Bei selten benutzten Entnahmestellen, kann es effizienter als Zirkulationsleitung sein.</li> <li>Da meist ohne Speicher ausgeführt, Eigennutzung von PV nur tagsüber möglich.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichsweise geringe Anschaffungskosten</li> <li>geringer Platzbedarf</li> <li>einfache Technik</li> <li>einfach nachrüstbar (wenn Anschlussleistung vorhanden ist)</li> <li>hygienisch unbedenklich</li> <li>Keine Speicherverluste</li> <li>Geeignet für Entnahmestellen mit geringer Zapfleistung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe elektrische Anschlussleistung nötig</li> <li>bei hohem Wasserverbrauch sehr hoher Stromverbrauch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei hohen Schüttleistungen (benötigte WW-Menge) kann es zu Komforteinbußen kommen. Die Nachproduktion ist sehr träge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Verwendung mit Dusche (Wohnnutzung) ist zu beachten, dass der elektrische Anschluss ca. 27kW betragen muss. für kleinere Entnahmestellen (Waschtische, etc.) sind rund 3,5kW ausreichend.</li> </ul>	

## WARMWASSERERZEUGUNG

### WW5: Dezentrale Warmwasserbereitung mit elektrischen Boilern



#### Energieeffizienz

Nur sinnvoll bei selten genutzten Stellen, wenn Speicher nicht permanent beheizt.



#### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Abhängig vom Einsatz. Bei sehr entlegenen Stellen mit geringem WW-Verbrauch, wenn diese nur dann beheizt werden, sinnvoll.



#### Ressourceneffizienz

Ähnlich wie alle dezentralen Systeme

sehr gut

gut

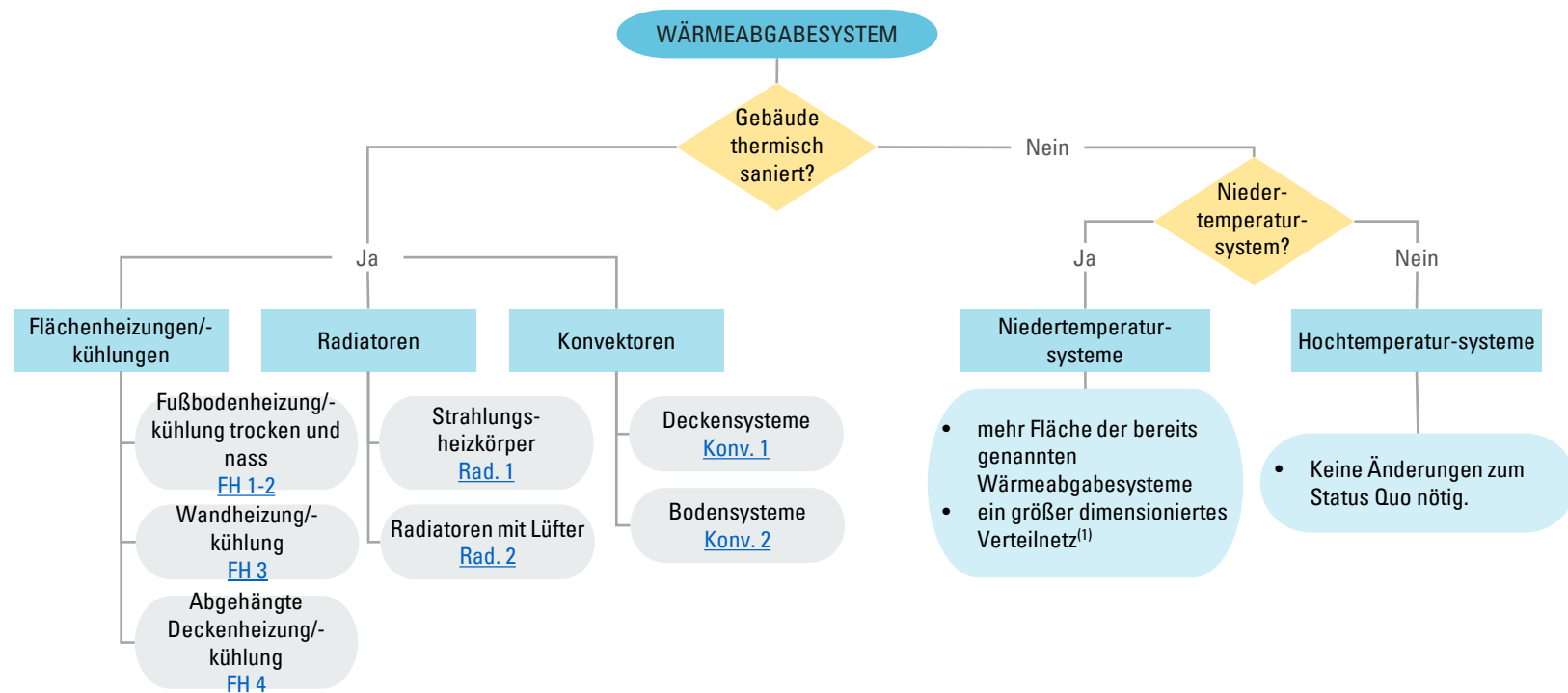
mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird in der Einheit entweder je Entnahmestelle oder zentral ein Elektrospeicher montiert. Hier gibt es drucklose und druckbehaftete Ausführungen. Drucklose sind wegen der Einfachheit auf hydraulischer Seite der Standard, schränken aber die Auswahl möglicher Armaturen stark ein.</li> <li>Die Boiler werden elektrisch geladen, je nach Notwendigkeit sind unterschiedliche Größen erhältlich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stromanschlüsse müssen vorhanden sein oder hergestellt werden.</li> <li>Platzbedarf bei größeren Speichern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund des eher geringen Strombedarfs (normaler Stromkreis mit 10 – 13 Ampere oftmals ausreichend) können jene Systeme oft einfach nachgerüstet werden.</li> <li>Sinn machen diese Systeme insbesondere bei selten verwendeten Entnahmestellen und ggf. auch in Kombination mit einer Niedertemperaturheizung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemäß Hygienevorschriften über 60°C, nachdem es sich um dezentrales System handelt aber nicht zwingend erforderlich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt.</li> <li>Bei selten benutzten Entnahmestellen, kann es effizienter als Zirkulationsleitung sein.</li> <li>Nachhaltige Lösung nur, wenn 100% Überschussstrom aus der eigenen PV-Anlage genutzt wird.</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Komfort	Planungshinweise	
<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichsweise geringe Anschaffungskosten</li> <li>geringer Platzbedarf</li> <li>einfache Technik</li> <li>einfach nachrüstbar</li> <li>Wenn PV-Anlage mit großem Überschusspotenzial vorhanden, kann mittels Energiemanagement Überschussstrom für WW-Bereitung genutzt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bei drucklosen Speichern geringe Auswahl an passenden Armaturen</li> <li>rein elektrisch betrieben</li> <li>Bei Betrieb einer Dusche oft nicht ausreichend oder hoher Platzbedarf für den Speicher</li> <li>Speicherverluste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei hohen Schüttleistungen (benötigte WW-Menge) kann es zu Komforteinbußen kommen. Die Nachproduktion ist sehr träge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschied zwischen drucklos und nicht drucklos beachten - insbesondere im Bestand ist jedenfalls eine druckbehaftete Variante zu empfehlen. Bei größeren Warmwassermengen eher andere System andenken.</li> </ul>	

### 3 Wärme- und Kälteabgabesysteme im Raum



In der Sanierung hängt die Wahl des passenden Abgabesystems stark von folgenden Faktoren ab:

- Energiebedarf des Gebäudes
- Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmeerzeugungssystems
- Bestandssystem
- Umfang der Sanierungsarbeiten (Kernsanierung oder Einzelmaßnahmen)
- Bodenaufbauten und Raumhöhen
- Nutzung

Aufgrund ihrer Energieeffizienz kommen bevorzugt Flächenheizungen zum Einsatz. Auch durch die großflächige Wärmeabgabe und das dadurch verbesserte Raumklima haben sie einen Vorteil gegenüber den klassischen Radiatoren. Flächenheizungen werden mit niedrigen Vorlauftemperaturen (bis max. 35°C) betrieben und sind daher gut mit erneuerbaren Wärmeerzeugern kombinierbar. Bei Neubauten werden daher fast ausschließlich Flächenheizungen verbaut.

Bei Sanierungen ist jedoch der nachträgliche Einbau teilweise schwierig realisierbar, da es zwangsweise einer großflächigen Erneuerung bedarf. In einigen Bestandsgebäuden ist der Umstieg aufgrund der Bodenaufbauten und Raumhöhen schlichtweg nicht möglich. Ist es nicht geplant eine Komplettsanierung durchzuführen, bei der die Verrohrung, die Böden, etc. ohnehin neu gemacht werden sollen/müssen, so kann sehr oft mit dem Bestand, mit kleineren und größeren Adaptierungen gearbeitet werden.

# WÄRMEABGABE

## Rad. 1: Strahlungsradiatoren



**Energieeffizienz**  
Abhängig von Temperaturniveau



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Wenn Bestand weiterverwendet, sehr gut.



**Ressourceneffizienz**  
Wenn Bestand weiterverwendet, sehr gut

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein Radiator ist ein Körper, der Wärme überwiegend durch Wärmestrahlung abgibt. Er besteht meist aus einem gut wärmeleitenden Metall. Umgangssprachlich werden Radiatoren auch als Heizkörper bezeichnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativ hohe Vorlauftemperaturen notwendig.</li> <li>Bei Umstellung auf Niedertemperaturwärme muss der Wärmebedarf reduziert und/oder die Heizkörperfläche vergrößert werden.</li> <li>Freie, nicht verstellte Wandfläche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiatoren werden vorzugsweise an Außenwänden unterhalb der Fenster angebracht. Sie können reitend oder diagonal angeschlossen werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiatoren werden mit einer Spreizung von 10°C bis 20°C betrieben. Vorlauftemperaturen liegen zwischen 50°C und 70°C, bei Niedertemperatur 40°C bis 50°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Strahlungsanteil der Wärmeabgabe sorgt für Behaglichkeit</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestand oft nutzbar</li> <li>kein neuer Bodenaufbau nötig</li> <li>Kostengünstig in der Sanierung</li> <li>Elektorradiatoren können auch elektrisch betrieben werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sollten möglichst frei im Raum platziert werden</li> <li>Verbauen oder verstellen mit anderen Objekten ist nicht empfehlenswert.</li> <li>Abhängig von Heizbedarf und Radiatorgröße höhere oder niedrigere Vorlauftemperaturen und Durchflussmengen notwendig</li> <li>Bei Elektorradiatoren zusätzlich hoher Energieverbrauch (Betrieb immer teurer als wassergeführte Systeme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund der hohen Vorlauftemperaturen sind Hochtemperatur- Wärmerezeuger bestens geeignet. Im Falle einer Sanierung können aufgrund der geringen Spreizung oft Teile der bestehenden Heizungsverteilung übernommen werden. Diese sollten aufgrund der ansonsten hohen Wärmeverluste nachträglich gedämmt werden. Der hohen Vorlauftemperaturen geschuldet, können auch schlecht gedämmte Räume mittels Radiatoren ausreichend beheizt werden.</li> <li>Wird auf Niedertemperatur umgestellt, dann muss auf die Größe bzw. des Typs des Radiators und die richtige Dimensionierung der Zuleitungen geachtet werden.</li> </ul>		

## WÄRMEABGABE

### Rad. 2: Radiatoren mit Lüfter



**Energieeffizienz**  
Ineffizienter durch strombetriebenen Lüfter



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Ineffizienter durch strombetriebenen Lüfter, jedoch kein kompletter Umbau nötig. Lüfter sind reparaturanfällig.



**Ressourceneffizienz**  
Neue Radiatoren, aber kein kompletter Umbau. Kreislauffähig.

sehr gut

gut

mittel

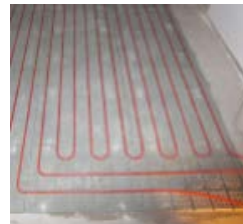
nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gebläseheizkörper bestehen in der Regel aus Plattenheizkörpern mit integrierten Lüftern. Diese befinden sich entweder im Wärmekörper oder direkt an der Unterseite. Sie fördern Raumluft durch die Konvektionsbleche und sorgen dafür, dass der Heizkörper bei sonst gleichen Bedingungen mehr Wärme abgibt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Fläche rund um den Radiator muss freigehalten werden, damit dieser auch optimal Luft ansaugen und ausblasen kann.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auf den Radiatoren werden Axiallüfter verbaut, um für einen schnellen Luftaustausch zu sorgen. So wird aufgewärmte Luft aus dem Radiator befördert und kühlere Raumluft strömt nach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diese Radiatoren benötigen aufgrund des verbauten Lüfters niedrigere Vorlauftemperaturen. Diese liegen ca. bei 40°C bis 50°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lüftergestützte Konvektoren können Zugscheinungen auslösen</li> <li>Räume können schnell und gleichmäßig aufgeheizt werden</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>kein neuer Bodenaufbau nötig</li> <li>Es werden nur niedrige Vorlauftemperaturen benötigt.</li> <li>auch rein elektrisch verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sollten möglichst frei im Raum platziert werden. Verbauen oder verstellen mit anderen Objekten ist nicht möglich.</li> <li>Luft muss immer angesaugt werden können.</li> <li>Hoher Energieverbrauch (Betrieb immer teurer als wassergeführte Systeme)</li> <li>Zugscheinungen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Betrieb von Radiatoren mit Lüfter ist auch mit niedrigeren Temperaturen möglich. Daher können auch Wärmebereitsteller mit niedrigeren Vorlauftemperaturen diese optimal versorgen. Allerdings wird ein zusätzlicher elektrischer Anschluss benötigt, um die Lüfter mit Strom versorgen zu können.</li> </ul>		

# WÄRMEABGABE

## FH 1: Fußbodenheizung/-kühlung trocken



### Energieeffizienz

Niedertemperatur: weniger Verluste im Verteilnetz



### Kosten-Nutzen im Lebenszyklus

Einfaches langlebiges, komfortables System, nur neuer Bodenbelag nötig.



### Ressourceneffizienz

Einfache, langlebige Produkte. kreislauffähig

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Fußbodenheizung ist eine Flächenheizung, die als Rohr- oder Leitungssystem unterhalb des Bodenbelags verlegt wird bzw. Im Bodenaufbau verlegt wird.</li> <li>Bei Trockensystemen werden die wasserführenden Heizungsrohre mit Platten direkt unter der letzten Bodenschicht (Fliesen, Parkett, etc.) verlegt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs</li> <li>Es wird ausreichend nicht verstellte Raumfläche benötigt, um den Raum rein über die Fußbodenheizung heizen zu können</li> <li>eine Senkung des Wärmebedarfs und/oder Erschließung von Wandflächen ist eventuell notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer Fußbodenheizung im Trockenbau werden Platten mit einer geringen Aufbauhöhe direkt auf den Estrich oder einer geraden Fläche gelegt. In die vorgefassten Noppen werden die Heizungsrohre in einem gleichmäßigen Abstand verlegt und mit einer dünnen Ausgleichsmasse überdeckt</li> <li>Es gibt Systeme, bei denen die Leitungsführung in den Bestandsestrich eingefräst werden kann</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Fußbodenheizung benötigt sehr geringe Vorlauftemperaturen von 25-35°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Behaglichkeit, gleichmäßige Strahlungswärme</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Niedertemperaturheizung kombinierbar (niedrige Vorlauftemperatur)</li> <li>gleichmäßige Wärmeverteilung</li> <li>keine sichtbaren Heizkörper im Raum</li> <li>Auf Bestand verlegbar- geringe Bodenerhöhung</li> <li>energieeffiziente Temperierung im Sommer möglich"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>teurer als eine "nasse" Fußbodenheizung (bauliche Maßnahmen ausgenommen)</li> <li>kein Speichermedium da nicht im Estrich verlegt</li> <li>Wärmeverlust durch Lufträume möglich</li> <li>Bei Zentralheizungsanlagen Rohrdimensionen für Niedertemperatursysteme oft nicht ausreichend – eventuell hydraulische Schaltung (z.B.: Einspritzschaltung mit Umwälzpumpe) in der Wohnung nötig</li> <li>Heizleistung begrenzt (eventuell Wandheizung zusätzlich erforderlich)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein großer Vorteil der trockenen Fußbodensysteme, ist die Nachrüstbarkeit. Diese Systeme können einfach auf einen bestehenden Fußbodenaufbau aufgebracht werden. Große Umbauarbeiten wie bei einer nassen Verlegung werden somit vermieden. Ideales System für Sanierungen. Um eine Fußbodenheizung problemlos in einem bestehenden Gebäude verlegen zu können, werden ebene feste Böden benötigt. Sollte der Boden nicht eben sein muss eine Ausgleichsschüttung vorgenommen werden. Weiters ist anzumerken, dass das Heizsystem passend sein muss. (Also niedrige Vorlauftemperaturen, z.B. Wärmepumpe). Andernfalls ist eine hydraulische Schaltung vor der Anbindung der Fußbodenheizung an das Wärmeverteilnetz vorzusehen. Eine Fußbodenheizung liefert ca. 65-85 W/m<sup>2</sup> an Wärmeleistung. Es werden also große Flächen benötigt, um schlecht gedämmte Räume rein über die Fußbodenheizung heizen zu können.</li> </ul>		



# WÄRMEABGABE

## FH 2: Fußbodenheizung/-kühlung nass



**Energieeffizienz**  
Niedertemperatur: weniger Verluste im Verteilnetz. Durch Estrich hohe Speicherwirksamkeit.



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Einfaches langlebiges, komfortables System, neuer Bodenaufbau nötig.



**Ressourceneffizienz**  
Neuer Bodenaufbau nötig, langlebiges System

sehr gut
gut
mittel
nicht so gut
schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Fußbodenheizung ist eine Flächenheizung, die als Rohr- oder Leitungssystem unterhalb des Bodenbelags verlegt wird.</li> <li>Bei Nasssystemen werden die wasserführenden Heizungsrohre im Estrich verlegt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs</li> <li>Es wird ausreichend nicht verstellte Raumfläche benötigt, um den Raum rein über die Fußbodenheizung heizen zu können</li> <li>eine Senkung des Wärmebedarfs und/oder Erschließung von Wandflächen ist eventuell notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Nasssystem werden die Heizrohre direkt im Estrich verlegt. Dieser umschließt die Heizungsrohre und dient gleichzeitig als Speichermedium.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Fußbodenheizung benötigt sehr geringe Vorlauftemperaturen von 25-35°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Behaglichkeit, gleichmäßige Strahlungswärme</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Niedertemperaturheizung kombinierbar (niedrige Vorlauftemperatur)- gleichmäßige Wärmeverteilung</li> <li>keine sichtbaren Heizkörper im Raum</li> <li>energieeffiziente Temperierung im Sommer möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Zentralheizungsanlagen Rohrdimensionen für Niedertemperatursysteme oft nicht ausreichend – eventuell hydraulische Schaltung (z.B.: Einspritzschaltung mit Umwälzpumpe) in der Wohnung nötig</li> <li>Heizleistung begrenzt (eventuell Wandheizung zusätzlich erforderlich)</li> <li>Bodenaufbau muss entfernt werden</li> <li>Heizleistung begrenzt (eventuell Wandheizung zusätzlich möglich)</li> <li>Träge in der Regelung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine nasse Fußbodenheizung macht nur im Neubau oder bei umfassenden Sanierungen Sinn, da eine nachträgliche Installation der Fußbodenheizung in den Estrich mit sehr hohen Aufwänden und Kosten verbunden ist. Weiters ist anzumerken, dass das Heizsystem passend sein muss. (Also niedrige Vorlauftemperaturen, z.B. Wärmepumpe). Andernfalls ist eine hydraulische Schaltung vor der Anbindung der Fußbodenheizung an das Wärmeverteilnetz vorzusehen. Eine Fußbodenheizung liefert ca. 65-85 W/m² an Wärmeleistung. Es werden also große Flächen benötigt, um schlecht gedämmte Räume rein über die Fußbodenheizung heizen zu können.</li> </ul>		

# WÄRMEABGABE

## FH 3: Wandheizung/-kühlung



**Energieeffizienz**  
Niedertemperatur: weniger Verluste im Verteilnetz



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Einfaches, komfortables System ohne große Umbauten. Beschädigung durch Anbohren leicht möglich.



**Ressourceneffizienz**  
einfache, langlebige Produkte. kreislauffähig

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Wandheizung gehört zur Familie der Flächenheizungen und sorgt für die Erwärmung eines Raumes durch Wärmeabgabe der Wände mit einem relativ hohen Strahlungsanteil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thermische Sanierung zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs empfehlenswert</li> <li>ausreichende Rohrdimensionierung</li> <li>Es müssen ausreichend Wandflächen vorhanden sein</li> <li>eventuell Kombination mit anderen Abgabesystemen notwendig, um den Wärmebedarf abzudecken"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer Wandheizung verlaufen die Heizungsrohre im inneren der Wand. Die Wand erhitzt sich und strahlt warm in den Raum ab. Auch elektrische Systeme in Form von Matten sind am Markt erhältlich (hier wird allerdings 1:1 Strom in Wärme umgewandelt – teuer im Betrieb).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei einer Wandheizung handelt es sich um eine Niedertemperaturheizungs system. Es werden Vorlauftemperaturen von ca. 26-38°C benötigt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Behaglichkeit, gleichmäßige Strahlungswärme</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Niedertemperaturheizung kombinierbar (niedrige Vorlauftemperatur)</li> <li>gleichmäßige Wärmeverteilung</li> <li>beugt Schimmelbildung im Mauerwerk vor</li> <li>keine sichtbaren Heizkörper im Raum</li> <li>energieeffiziente Temperierung im Sommer möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Zentralheizungsanlagen Rohrdimensionen für Niedertemperatursysteme oft nicht ausreichend</li> <li>komplizierte Reparatur im Schadensfall</li> <li>benötigt viel Fläche um große Räume zu Heizen</li> <li>Gefahr, dass Leitungen angebohrt werden. Wandbefestigungen nur eingeschränkt möglich</li> <li>Mittel-träge in der Regelung"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Heizungsleitungen werden mittels fertig gefrästen Platten oder Klicksystem auf der Wand verlegt. Die Wand muss statisch dafür geeignet sein. Aufgrund der geringen Vorlauftemperaturen reicht eine Niedertemperaturheizung aus, um die Wände zu heizen. Sollte eine Hochtemperaturheizung im Gebäude verbaut sein, ist vor dem anbinden der Wandheizung das Einbinden einer hydraulischen Schaltung notwendig. Oft thermische Sanierung notwendig, da die Räume sonst zu hohe Heizlasten aufweisen. Diese können dann nicht rein von der Wandheizung gedeckt werden. (Wärmeabgabe max. 30-35 W/m²). Die Zuleitungen müssen überprüft werden, ob die Querschnitte für eine Niedertemperaturheizung ausreichen.</li> </ul>		

# WÄRMEABGABE

## FH 4: Abgehängte Deckenheizung/-kühlung



**Energieeffizienz**  
Abh. vom System (Strom od. Wasser,) Mehr Wärme nötig, um Sitzbereich zu wärmen.



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Einfaches langlebiges System. Bei Stromheizung eher ineffizient.



**Ressourceneffizienz**  
Kein Umbau nötig, langlebige Produkte. Kreislauffähig.

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Deckenstrahlheizung ist eine Heizung, bei welcher Wärme von der Decke herunterstrahlt. Die Deckenstrahlheizung wird mit Hilfe von sogenannten Deckenstrahlplatten umgesetzt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Raumhöhe muss 3m übersteigen. In Räumen mit geringeren Raumhöhen führt dieses Wärmeabgabesystem zu Unbehagen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Deckenstrahlheizung besteht aus Deckenstrahlplatten, welche einzeln oder in Modulen an der Decke angebracht werden können. Die Platten können mittels Heizungswasser (effizienter) oder elektrisch aufgeheizt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Vorlauftemperatur hängt von der Raumhöhe ab. Bei Raumhöhen bis 3,50m können Niedertemperatursysteme verwendet werden. (40-50°C Vorlauf) Darüber hinaus sind höhere Vorlauftemperaturen notwendig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schnell regelbar</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>einfach nachrüstbar (Deckenaufputzinstallation)</li> <li>Strahlungswärme"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Deckenstrahlheizung ist nur in großen Räumen (&lt;3m) sinnvoll.</li> <li>Elektrische Ausführung nicht effizient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Decke, an welcher die Deckenstrahler montiert wird, muss für diese Extrabelastung geeignet sein. Bei wassergeführten Deckenstrahlern ist das Heizungsnetz zu prüfen. Elektrische Geräte können für Sanierungen in ökonomischer Hinsicht sinnvoll sein, zur Wärmeerzeugung wird aber auch dabei 1:1 elektrische Energie umgewandelt und mit Strom zu heizen ist aus derzeitiger Sicht wesentlich kostenintensiver teurer als mit wassergeführten Systemen. Um mit Deckenstrahlern heizen zu können müssen die zu heizenden Räume eine mindesthöhe von 3m aufweisen.</li> <li>Bei der Nutzung des Systems zur Kühlung ist auf den Taupunkt zu Achten, da es hier zu Kondensat kommen kann. Inzwischen gibt es Systeme, bei denen eine Taupunktunterschreitung möglich ist, ohne dass Kondensat anfällt. Somit ist hier eine höhere Kühlleistung pro m² möglich.</li> </ul>		

# WÄRMEABGABE

## Konv. 1: Deckenumluft-Konvektor



**Energieeffizienz**  
Konvektoren nicht sehr effizient



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Günstig in der Anschaffung aber nicht sehr effizient, begrenzte Lebensdauer



**Ressourceneffizienz**  
Begrenzte Lebensdauer

sehr gut

gut

mittel

nicht so gut

schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Deckenumluftgeräte können sowohl Wärme als auch Kälte abgeben. Sie sind in der Regel kompakt und in unterschiedlichen Leistungsbereichen verfügbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Zwischendecke, in welche die Geräte platziert werden können, oder ein Gebäude, bei dem die Optik der Decke vernachlässigbar ist. (freie Aufhängung) Die Raumhöhe des Gebäudes sollte nicht zu gering sein. (Herstellerangaben)</li> <li>Hohe Vorlauftemperaturen nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sie können in Segment-/Kassettendecken eingebaut werden. Allerdings gibt es auch Deckengeräte, welche frei aufhängbar sind.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Temperaturbereich, in dem diese Wärmeabgabegeräte sinnvoll betrieben werden können ist sehr groß. Der Temperaturbereich reicht von 50 bis 80°C Vorlauf. Es ist eine Spreizung von ca. 10°C anzustreben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konvektoren können Zugscheinungen auslösen</li> <li>schnell regelbar</li> <li>hohe Schallemissionen</li> <li>nicht für Wohnbereiche empfohlen</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Auch geeignet für große und offene Räume.</li> <li>Die Geräte sind sehr platzsparend</li> <li>Leicht und schnell regelbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht geeignet für Räume mit niedrigen Raumhöhen</li> <li>nicht für Niedertemperatursysteme geeignet</li> <li>Zugscheinungen möglich</li> <li>Schallbelästigung im Wohnbereich gegeben (nicht für Wohnbereich empfohlen)</li> <li>Die Energieeffizienz kann Aufgrund des zusätzlichen elektrischen Antriebs schlechter sein als bei rein wasserbetriebenen Geräten (dafür hohe Leistung auf geringem Platz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deckenumluftgeräte können nur sinnvoll nachträglich eingebaut werden, wenn die Deckenkonstruktion dafür geeignet ist. Die Geräte sollten in eine Zwischendecke eingebaut werden, um ein ästhetisches Aussehen des Raumes sicherzustellen. Weiters sollte die Wärmeerzeugung im Hochtemperaturbereich liegen, da relativ hohe Vorlauftemperaturen für einen optimalen Betrieb erforderlich sind.</li> </ul>		

# WÄRMEABGABE

## Konv. 2: Unterflurkonvektoren



**Energieeffizienz**  
Konvektoren nicht sehr effizient



**Kosten-Nutzen im Lebenszyklus**  
Nicht sehr effizient, begrenzte Lebensdauer



**Ressourceneffizienz**  
Begrenzte Lebensdauer

sehr gut
gut
mittel
nicht so gut
schlecht

Systembeschreibung	Voraussetzungen	Ausführung	Temperaturbereich	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>Boden- oder Unterflurkonvektoren sitzen direkt im Fußboden vor großen Fensterflächen. Sie sind bündig mit dem Oberbelag eingebaut und von mit einem Gitter abgedeckt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit Lüfter: niedrigere Vorlauftemperaturen möglich, Stromanschluss erforderlich</li> <li>ohne Lüfter: Hohe Vorlauftemperaturen nötig</li> <li>Die Fläche oberhalb des Unterflurkonvektor darf nicht verstellt werden.</li> <li>Es muss eine ausreichende Einbautiefe vorhanden sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Konvektoren sitzen direkt im Boden. Meistens werden sie neben Fensterflächen situiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterflurkonvektoren benötigen aufgrund des verbauten Lüfters keine hohen Vorlauftemperaturen. Die gängigen Vorlauftemperaturen liegen bei ca. 40°C bis 50°C Es gibt allerdings auch Unterflurkonvektoren ohne Lüfter. Bei diesen ist die Vorlauftemperatur höher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konvektoren können Zugerscheinungen auslösen, reduzieren andererseits auch die Zugluft, die von Fenstern kommt</li> <li>schnell regelbar</li> <li>Bei Systemen mit Lüfter Schallemissionen gegeben</li> </ul>
Vorteile	Nachteile	Planungshinweise		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Unterflurkonvektoren sind begehbar und platzsparend.</li> <li>Bei Nachrüstung von Fensterflächen in der Sanierung können durch den Einsatz von Konvektoren auch Kondensatbildungen vermieden werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einschränkung der Platzierungsmöglichkeiten von Mobilier- bei Ventilator gestützten Systemen kann es zu Zugerscheinungen kommen</li> <li>Es sind bauliche Maßnahmen erforderlich, um die Konvektoren bodeneben versenken zu können</li> <li>Die Energieeffizienz kann Aufgrund des zusätzlichen elektrischen Antriebs schlechter sein als bei rein wasserbetriebenen Geräten (dafür hohe Leistung auf geringem Platz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterflurkonvektoren können mit oder ohne Lüfter ausgeführt werden. Je nachdem können sie auch mit geringeren Vorlauftemperaturen betrieben werden. Falls ein Lüfter verbaut ist, wird ein zusätzlicher Stromanschluss gebraucht. Unterflurkonvektoren haben eine Leistung von ca. 300-500W pro Meter. Diese ist Abhängig von der Vorlauftemperatur.</li> </ul>		

# INHALTSVERZEICHNIS

[Hintergrund und Zielsetzungen des Leitfadens](#)

[Aufbau und Gliederung](#)

[Effizienz- und Kosten-Nutzen-Bewertung](#)

[Endenergieverbräuche durch Energieeffizienzmaßnahmen reduzieren](#)

[Gebäudetechnik auf erneuerbare Energieträger umstellen](#)

[Geeignete Abgabesysteme in den Aufenthaltsräumen auswählen](#)

## **1. REDUKTION DES ENERGIEVERBRAUCHS**

### **1.1 Thermische Sanierung der Gebäudehülle**

[Hülle 1: Kreislauf- und systembaufähige Außendämmung Abbildung](#)

[Hülle 2: Wärmedämmung mit Stuckelemente](#)

[Hülle 3: Innendämmung](#)

[Hülle 4: Dämmputze Abbildung](#)

[Hülle 5: Sanierung Glasfassaden Abbildung](#)

[Fenster 1: Tausch der Innenflügel](#)

[Fenster 2: Tausch der Verglasung \(der Innenflügel\)](#)

[Fenster 3: Abdichten mittels Einfräsdichtungen](#)

[Fenster 4: Komplettaustausch des Kastenfensters](#)

[Fenster 5: Komplettaustausch \(Kasten\)Fenster gegen Verbundfenster](#)

[Fenster 6: Fenstertausch](#)

[Fenster 7: Fenstertausch](#)

[Tür 1: Verbesserung der Luftdichtheit mit zusätzlichen Dichtungsebenen](#)

[Tür 2: Türentausch](#)

[Weiterführende Literatur zur Ertüchtigung der thermischen Gebäudehülle](#)

### **1.2 Mechanische Be- und Entlüftung**

[Lüftung 1: Zentrale mechanische Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung](#)

[Lüftung 2: Semidezentrale, kontrollierte Lüftung von einzelnen Tops/Bereichen](#)

[Lüftung 3: Brüstungsgeräte \(Boden/Decke/Parapet\)](#)

[Lüftung 4: Dezentrale Komfortlüftung](#)

[Lüftung 5: Natürliche Lüftung \(Fensterlüftung, Sommernachtslüftung\)](#)

[Lüftung 6: Fensterfalzlüftung](#)

[Lüftung 7: Mechanische Abluftanlagen](#)

### **1.3 Energieeffiziente Beleuchtung**

[Bel. 1: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten – Liniensystem](#)

[Bel. 2: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten – Wannenleuchten](#)

[Bel. 3: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten – Geschlossene Leuchten mit Abdeckung](#)

[Bel. 4: Austausch Leuchtmittel bei Hängeleuchten – Rundleuchten](#)

[Bel. 5: Austausch Leuchtmittel bei Einbauleuchten – Flachpaneelleuchten](#)

[Bel. 6: Austausch Leuchtmittel bei Einbauleuchten – Leuchten mit optischen Reflektoren](#)

[Bel. 7: Austausch Leuchtmittel bei Einbauleuchten – Einbau-Downlights bis 240 mm Dm](#)

[Bel. 8: Austausch Leuchtmittel bei Nurglas / Nurplastleuchten](#)

[Bel. 9: Austausch Leuchtmittel bei Außenleuchten – historische Parkleuchten](#)

# INHALTSVERZEICHNIS

 [Bel. 10: Austausch Leuchtmittel bei Außenleuchten – individueller Einsatz für technische Leuchten](#)

 [Bel. 11: Lichtbänder](#)

 [Bel. 12: Retrofit Lampen](#)

[Bel. 13: Steuerung - IoT Mesh-Netzwerksensoren](#)

## 2 UMSTIEG AUF ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER

### 2.1 Wärme-/Kälteerzeugung - Raumwärme

 [RWz 1: Zentralisierung der Energieversorgung](#)

 [RWz 2: Niedertemperatursystem – Erdwärme-Wärmepumpe](#)

 [RWz 3: Niedertemperatursystem – Wasser-Wasser-Wärmepumpe](#)

 [RWz 4: Niedertemperatursystem – Luft-Wasser-Wärmepumpe](#)

 [RWz 5: Niedertemperatursystem – Luft-Luft-Wärmepumpe](#)

 [RWdez 1: Niedertemperatursystem – Mini-Wärmepumpe](#)

 [RWdez 2: Infrarotheizung](#)

 [RWdez 3: Hochtemperatursystem – Mini-Pellets-Kessel](#)

 [RWz 6: Hochtemperatursystem – Kaskadische Nutzung Niedertemperatursysteme / Booster-Wärmepumpe](#)

 [RWz 7: Hochtemperatursystem – Fernwärme](#)

 [RWz 8: Hochtemperatursystem – Pelletskessel](#)

 [RWz 9: Hochtemperatursystem – Hackschnitzelkessel](#)


 [Sol. 1: Solarthermie](#)

 [Sol. 2: Solarthermie mit PV kombiniert](#)


 [Sol. 3: PV mit Zusatzabgabesystem](#)

### 2.2 Wärmeerzeugung - Warmwasser

 [WW1: Zentrale Warmwasserversorgung](#)

 [WW2: Dezentrale Warmwasserbereitung mit dezentralen Booster-Wärmepumpen](#)

 [WW3: Dezentrale Warmwasserbereitung mit Frischwasserstationen](#)

 [WW4: Dezentrale Warmwasserbereitung mit elektrischen Durchlauferhitzern](#)

 [WW5: Dezentrale Warmwasserbereitung mit elektrischen Boilern](#)

## 3 WÄRME- UND KÄLTEABGABESYSTEME IM RAUM

 [Rad. 1: Strahlungsradiatoren](#)

 [Rad. 2: Radiatoren mit Lüfter](#)

 [FH 1: Fußbodenheizung/-kühlung trocken](#)

 [FH 2: Fußbodenheizung/-kühlung nass](#)

 [FH 3: Wandheizung/-kühlung](#)

 [FH 4: Abgehängte Deckenheizung/-kühlung](#)

 [Konv. 1: Deckenumluft-Konvektor](#)

 [Konv. 2: Unterflurkonvektoren](#)



**LEBENSZYKLUS BAU**

Planen | Bauen | Betreiben | Finanzieren

Die IG LEBENSZYKLUS Bau umfasst mehr als 90 Unternehmen und Institutionen der Bau- und Immobilienwirtschaft Österreichs.

Der 2012 als IG LEBENSZYKLUS Hochbau gegründete Verein unterstützt Bauherren bei der Planung, Errichtung, Bewirtschaftung und Finanzierung von ganzheitlich optimierten, auf den Lebenszyklus ausgerichteten, Bauwerken. Interdisziplinäre, bereichsübergreifende Arbeitsgruppen bieten eine gemeinsame Plattform für Projektbeteiligte aus allen Bereichen des Gebäudelebenszyklus. Sämtli-

che Publikationen des Vereins – Leitfäden, Modelle und Leistungsbilder – können kostenlos angefordert werden.

Kontakt:

IG LEBENSZYKLUS BAU, Wien

office@ig-lebenszyklus.at

www.ig-lebenszyklus.at

Folgende Unternehmen haben bei der Erstellung des Leitfadens mitgewirkt:



[www.allplan.at](http://www.allplan.at)



[ic-ces.at](http://ic-ces.at)



[www.delta.at](http://www.delta.at)



[dietrich.untertrifaller.com](http://dietrich.untertrifaller.com)



[www.e-sieben.at](http://www.e-sieben.at)



[www.ibo.at](http://www.ibo.at)



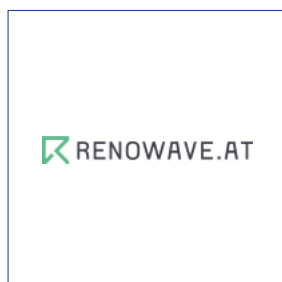
[www.klimaaktiv.at](http://www.klimaaktiv.at)



[lichtagent.jimdofree.com](http://lichtagent.jimdofree.com)



[www.moo-con.com](http://www.moo-con.com)



[www.renowave.at](http://www.renowave.at)



[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)



[vasko-partner.at](http://vasko-partner.at)