

# Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

Anhang A zum Bericht Know-How-Plus - Möglichkeiten  
und Grenzen von Gebäudesanierungen  
auf Plusenergiehausstandard

P. Maydl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

# 18a/2013

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

Anhang A zum Bericht Know-How-Plus - Möglichkeiten  
und Grenzen von Gebäudesanierungen  
auf Plusenergiehausstandard

DI Danilo Schuler, DI Guido Cresnik, Univ.-Prof. DI Dr. Peter Maydl  
Technische Universität Graz - Institut für Materialprüfung und  
Baustofftechnologie

DI Dr. Karl Höfler, DI Sonja Geier  
AEE INTEC – Institut für Nachhaltige Technologien

Graz, Mai 2013

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



### Ausgangssituation/Motivation

Der Paradigmenwechsel in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung führt im Bauwesen zu einer ständigen Verbesserung der Gebäude-Energiestandards von Niedrigenergiehaus über Passiv- hin zum Plusenergiehaus. Die Folge dieser energieeffizienten Gebäudestandards ist, dass der energetische **und** stoffliche Aufwand für die Herstellungs-, Instandhaltungs- und Entsorgungsphase im Vergleich zum Energieaufwand für den Gebäudebetrieb (Warmwasser- und Strombedarf) immer mehr an Bedeutung gewinnt. Mit dem vorliegenden baukonstruktionsorientierten Leitfaden soll durch umfassende Lebenszyklusbetrachtungen, die Notwendigkeit von energieeffizienten, abfallarmen und kreislauffähigen Sanierungslösungen aufgezeigt werden. Die Lebenszyklusergebnisse (LCA) auf Bauteil-Ebene wurden auch für die Abschätzung des Einsparpotentials an Energie und Treibhausgasemissionen bezogen auf den österreichischen Gebäudebestand zugrunde gelegt, wodurch ein direkter Zusammenhang zwischen den Best- und Worst-Case-Szenarien in der Grundlagenstudie geschaffen wird. Außerdem soll der Leitfaden künftig als Nachschlagewerk und Ratgeber genutzt werden, weshalb eine Gliederung der bilanzierten Sanierungsmaßnahmen nach Bauepochen und Bauteilen der thermischen Gebäudehülle vorgenommen wurde, um einen raschen Zugriff auf die relevanten Projektergebnisse zu ermöglichen.

### Vorgangsweise

Gemeinsam mit dem Projektpartner AEE INTEC wurden deshalb ca. 180 repräsentative Bauteile des österreichischen Gebäudebestandes analysiert und passende praxiserprobte Sanierungsvarianten hinsichtlich des Erreichens des Plusenergiestandards für das Gesamtgebäude entwickelt. Die angestrebten Ziel-U-Werte für die betrachteten Bauteile der thermischen Gebäudehülle sind in Abbildung 1 dargestellt. Die wichtigsten Informationen wurden in fünf Bauepochen untergliedert (siehe Tabelle 1) und stellen neben statistischem Zahlenmaterial bzw. Literaturrecherchen, die Basisdaten für die Modellierung des österreichischen Gebäudebestandes dar. Die Bewertung aus bauphysikalischer Hinsicht stellt dabei einen wichtigen Teil dieser Arbeit dar.

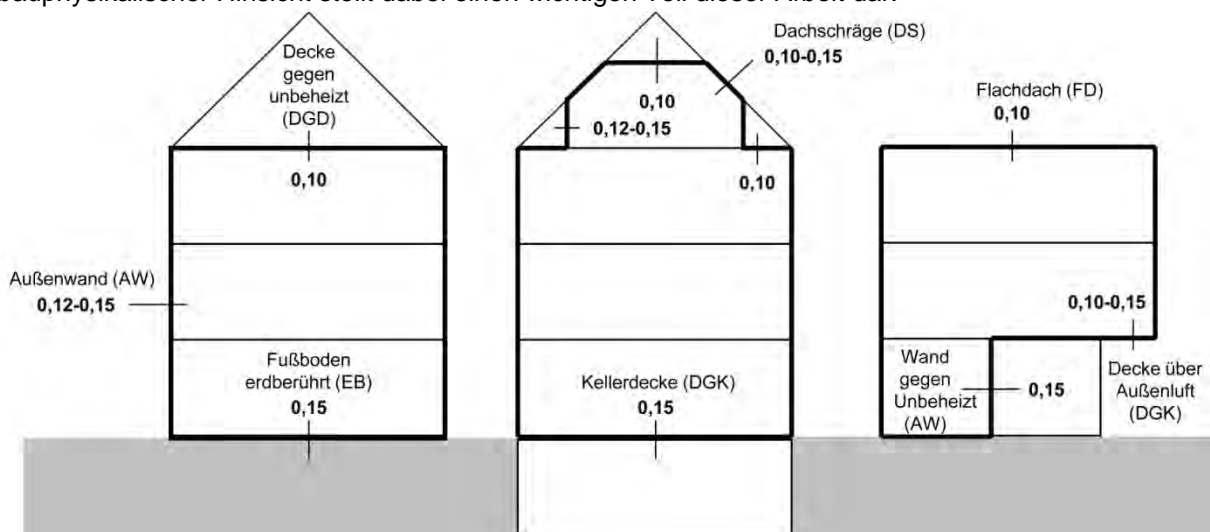


Abbildung 1 Angestrebte Ziel-U-Wert (AEE INTEC - Geier 2012)

Für die Lebenszyklusbewertung der Aufbauten nach ökologischen Gesichtspunkten wurde ein Bewertungsraster (siehe Abbildung 5) entwickelt, der alle relevanten Einflussfaktoren in übersichtlicher Form beinhaltet (Lebensdauer mit Bandbreiten; prozentuale Verteilung hinsichtlich Recycling, Deponierung und thermischer Verwertung der anfallenden Baurestmassen; bauphysikalische Kennwerte; Masseninput; Best-, Basis- und Worst-Case-Szenarien, Lösbarkeit/Trennbarkeit; Referenz-Nutzungsdauer des Bauwerks).

### Ergebnis

Sämtliche Informationen und Bewertungsergebnisse wurden zu einem **baukonstruktionsorientierten Leitfaden** zusammengefasst, um in einfacher und übersichtlicher Form die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen von Gebäudesanierungen auf Plusenergiehausstandard, untergliedert nach Bauepochen aufzeigen zu können. Er soll als Nachschlagewerk für Interessierte (Auftraggeber, Planer) hinsichtlich einer nachhaltigen Sanierung auf Plusenergiehausstandard dienen, in dem durch beispielhafte Lösungen.

Die Ergebnisse der Lebenszyklusbewertungen zeigen auch den Einfluss der konstruktiven Durchbildung von Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich qualitativer Aspekte, wie Lösbarkeit und Trennbarkeit auf. Dadurch soll die Sinnhaftigkeit nicht nur von energieeffizienten sondern auch von abfallarmen und kreislauffähigen Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt werden.

**Anleitung zur Verwendung des Leitfadens:**

1. Auswahl der zutreffenden Bauepoche in Tabelle 1 auf Seite 6 (z.B. Bauepoche „1919 bis 1944“ siehe Abbildung 2)

Bauepoche	Aufbau	Kürzel	Seitenzahl			
			Außen-dämmung (AD)	Innen-dämmung (ID)	Solar-thermie (ST)	Photo-voltaik (PV)
vor 1919	Außenwand	AW	15, 20	8, 13	20	24
	Dachgeschoßdecke	DGD	116	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	146	142	-	-
	Dachschräge	DS	162	-	-	-
	Flachdach	FD	-	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	186	186	-	-
1919-1944	Außenwand	AW	28	-	28, 33	33
	Dachgeschoßdecke	DGD	120	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	148	-	-	-
	Dachschräge	DS	163	163	-	-
	Flachdach	FD	-	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	186	186	-	-

**Abbildung 2 Auswahl der Bauepoche**

2. Den zu sanierenden Bauteil auswählen und die in Tabelle 1 angegebenen Seiten aufschlagen (z.B. „Außenwand - AW“ saniert mit einer Außendämmung ab Seite 28, siehe Abbildung 4).

Bauepoche	Aufbau	Kürzel	Seitenzahl			
			Außen-dämmung (AD)	Innen-dämmung (ID)	Solar-thermie (ST)	Photo-voltaik (PV)
vor 1919	Außenwand	AW	15, 20	8, 13	20	24
	Dachgeschoßdecke	DGD	116	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	146	142	-	-
	Dachschräge	DS	162	-	-	-
	Flachdach	FD	-	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	186	186	-	-
1919-1944	Außenwand	AW	28	-	28, 33	33
	Dachgeschoßdecke	DGD	120	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	148	-	-	-
	Dachschräge	DS	163	163	-	-
	Flachdach	FD	-	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	186	186	-	-

**Abbildung 3 Auswahl des zu sanierenden Bauteils**

3. Der baukonstruktionsorientierte Leitfaden beinhalten eine Beschreibung des bauepochenspezifischen Bestandsaufbaus, der möglichen Sanierungsmaßnahmen sowie Informationen über die Möglichkeiten & Grenzen der Sanierung. Für das gewählte Beispiel sind die Aufbauten mit der Bezeichnung AW02\_AD1 und AW02\_AD2 zutreffend.

**Anmerkung:** U-Werte für hinterlüftete Fassaden mit Solar- oder PV-Kollektoren wurden nicht ausgewiesen, da es sich um dynamische U-Werte handelt. Für diese Studie wurde nur der stationäre U-Wert berechnet und in den jeweiligen Datenblättern angegeben.





Abbildung 4 Baukonstruktionsorientierter Leitfaden – Auszug

**Erläuterung der Aufbautenbezeichnungen:**

Die Aufbautenbezeichnungen beginnen mit dem in der Tabelle 1 angegebenen Kürzel des jeweiligen Aufbaus (AW, DGD,...) gefolgt von der bilanzierten thermischen Sanierungsmaßnahme (AD für Außendämmung oder ID für Innendämmung). Falls zusätzlich noch eine Modernisierung mit einer Solarthermie- oder PV-Anlage bilanziert wurde, folgt entweder das Kürzel ST für Solarthermie oder PV für Photovoltaik nach.

4. Im Anschluss folgen die Ergebnisse der Lebenszyklusbewertungen (LCA) der zuvor beschriebenen Aufbauten, wobei eine Zuordnung anhand der Aufbautenbezeichnung erfolgte. Für das gewählte Beispiel (Aufbau „AW02\_AD1“) wurden die LCA-Ergebnisse mit der gleichlautenden Bezeichnung des Aufbaus „AW02\_AD1“ im oberen linken Tabellenbereich gekennzeichnet (siehe rote Markierung in Abbildung 5). Beim Vergleich der LCA-Ergebnisse werden die Stärken und Schwächen der jeweiligen Sanierungsvarianten ersichtlich.

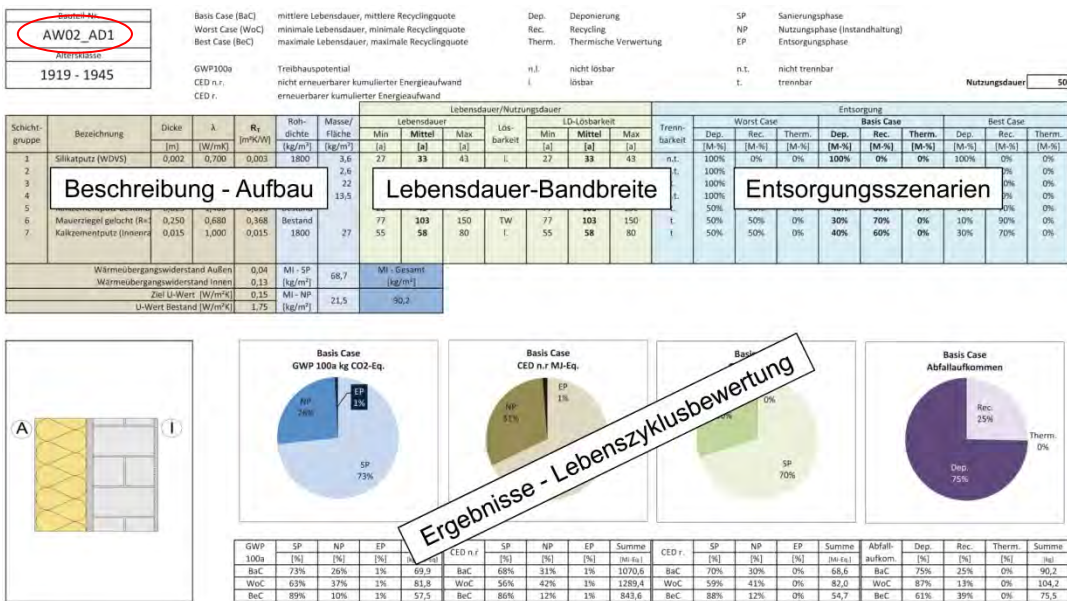


Abbildung 5 Übersicht – Ergebnisse der Lebenszyklusbewertung (LCA)

**Anmerkung:** Falls die Bauprodukt-Bezeichnungen in den Datenblättern „Ergebnisse der Lebenszyklusbewertungen (LCA)“ (siehe Abbildung 5) unvollständig sind, können diese aus den jeweiligen Datenblättern (siehe Abbildung 4) entnommen werden.

Tabelle 1 Seitenverzeichnis - Aufbauten


Bauepoche	Aufbau	Kürzel	Seitenzahl			
			Außen- dämmung (AD)	Innen- dämmung (ID)	Solar- thermie (ST)	Photo- voltaik (PV)
vor 1919	Außenwand	AW	15, 20	8, 13	20	24
	Dachgeschoßdecke	DGD	116	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	146	142	-	-
	Dachschräge	DS	160	-	-	-
	Flachdach	FD	-	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	184	184	-	-
1919-1944	Außenwand	AW	28	-	28, 33	33
	Dachgeschoßdecke	DGD	120	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	148	-	-	-
	Dachschräge	DS	161	161	-	-
	Flachdach	FD	-	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	184	184	-	-
1945-1968	Außenwand	AW	38, 50, 83, 88	-	43, 88, 93	43, 48, 55, 60, 93
	Dachgeschoßdecke	DGD	132, 136	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	148, 150, 152	-	-	-
	Dachschräge	DS	161	161	-	-
	Flachdach	FD	172	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	184	184	-	-
1969-1979	Außenwand	AW	50, 62, 98, 108, 111	-	55, 62, 98, 103	55, 60, 67, 103
	Dachgeschoßdecke	DGD	124, 128, 136	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	154, 156	-	-	-
	Dachschräge	DS	166	166	-	-
	Flachdach	FD	172, 177	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	-	-	-	-
ab 1980	Außenwand	AW	71, 98	-	76, 98, 103	76, 81, 103
	Dachgeschoßdecke	DGD	136	-	-	-
	Kellerdecke	DGK	156	-	-	-
	Dachschräge	DS	166	166	-	-
	Flachdach	FD	177	-	-	-
	Erdberührter Fußboden	EB	-	-	-	-



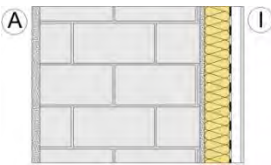
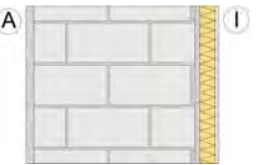
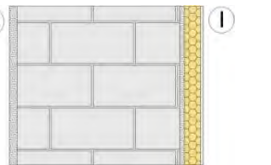
## Aufbauten - Außenwand (AW)

### Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten vor 1919

AW 01			
Vollziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm
	Vollziegel (R = 1700)	51,0	cm
	Kalkputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,14	W/m <sup>2</sup> K	



### Thermische Sanierungsvarianten

AW 01_ID1			AW 01_ID2			AW 01_ID3		
								
Kalkzementputz	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm
Kalkputz	1,5	cm	Kalkputz	1,5	cm	Kalkputz	1,5	cm
MW-WL / Mineralwolle (12,5-20 kg/m <sup>3</sup> ) zw. C - Profilen	7,5	cm	EPS-W 25	6,0	cm	CG Schaumglas 110 kg/m <sup>3</sup>	8,0	cm
Dampfsperre	0,02	cm	Gipskartonplatte	1,25	cm	Gipskartonplatte	1,25	cm
Lattung (Installationsebene)	3,0	cm						
Gipskartonplatte	1,25	cm						
U-Wert nach Sanierung	0,34 W/m <sup>2</sup> K		U-Wert nach Sanierung	0,38 W/m <sup>2</sup> K		U-Wert nach Sanierung	0,34 W/m <sup>2</sup> K	

### Generell:

Um das Ziel Plusenergiestandard für das Gebäude erreichen zu können, wäre es notwendig einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) im Bereich von 0,12 - 0,15 W/m<sup>2</sup>K durch die thermische Sanierung der Außenwand zu erreichen. Bei der Sanierung mittels Innendämmsystemen wird dies jedoch nicht empfohlen. Eine weitere Erhöhung der Dämmdicken zur Erreichung besserer Wärmedämmstandards ist allenfalls zu vermeiden, weil:

- Durch die Innendämmung sinken die Bauteiltemperaturen der bestehenden Außenwand. Verstärkter Kondensatanfall, der nicht ausreichend austrocknen kann, erhöht die Sensitivität von Wärmebrücken gegenüber Schimmelbildung, Durchfeuchtung und eventuellen Frostschäden.
- Auch sinkt auch die Bauteiltemperatur im Auflagerbereich von Holzbalkendecken und Dippelbaumdecken. Schwer abdichtende Bauteilfugen und massiver Feuchtigkeitsanfall im sensiblen Auflagerbereich können zu massiven Fäulnisschäden der Holztragkonstruktion führen.
- Die Innendämmung von Fensterleibungen sollte auch in der Leibung bis zum Fensterstock geführt werden, um Kondensatanfall im Anschlussbereich zum Fensterstock zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Bei Zwischenwänden eine Halsdämmung mit maßvoll reduzierter Dämmdicke auf einer Breite von etwa 50-60 cm vorzunehmen um allfällige Schimmelbildung durch Taupunktunterschreitung an der Mauerkannte zu vermeiden.

### Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_ID1

- Ökobilanz Variante a: maximale Raumhöhe 3,00 m (max. Ständerabstand 625 mm). ÖNORM B 3358-6
- Ökobilanz Variante b: maximale Raumhöhe 3,50 m (max. Ständerabstand 417 mm). ÖNORM DIN 18182-1
- Ökobilanz Variante c: maximale Raumhöhe 3,85 m (max. Ständerabstand 312,5 mm). ÖNORM DIN 18182-1
- Durch die Verwendung einer Mineralwollendämmung ist in dieser Sanierungsvariante auf eine besondere Sorgfalt in der Planung und Ausführung der diffusions- und luftdichten Ebene zu legen. Die Folie ist warmseitig anzubringen. Die Stöße und sämtliche Anschlüsse zu bestehenden Bauteilen sind überlappend und dauerhaft verklebt auszuführen.
- Grundsätzlich ist das Durchdringen der diffusions- und luftdichten Ebene mit Befestigungen oder Installationen aller Art zu vermeiden (wie z.B. Elektroinstallationen).

### Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_ID2

- Ökobilanz Variante a: Dünnbettverfahren auf ebenem Untergrund.
- Ökobilanz Variante b: Ansetzen der Platte mit Batzen auf unebenem Untergrund bis 20 mm.
- Bei Einsatz von Plattenwerkstoffen können durch das System nur geringe Toleranzen aufgenommen werden. Allfällige



- größere Unebenheiten müssen vor der Montage ausgeglichen werden.
- Der Trockenputz ist nach Systemangaben des Herstellers auszuführen.
- Als Variante könnte auch eine Spachtelung (mit Netz) anstatt der Gipskartonplatten ausgeführt werden.

### **Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_ID3**

- Voraussetzung für den Einbau einer Schaumglasdämmung ist eine absolut plane Oberfläche der Bestandswand, da durch die Sprödigkeit des Materials keine Punktlasten und daher keine Toleranzen aufgenommen werden können. Allfällige Unebenheiten müssen vor der Montage ausgeglichen werden (Verputz, Spachtelung, etc.).
- Der Vorteil der Schaumglasdämmung gegenüber anderen Innendämmsystemen ist das Ausbleiben der Kondensatbildung an der Innenoberfläche der Bestandswand, da der Baustoff Schaumglas per se dampfdicht ist. Eine zusätzliche Dampfbremse ist daher nicht erforderlich. Eine Erhöhung der Dämmstoffdicke in der Fläche könnte grundsätzlich problemlos durchgeführt werden. Allerdings steigt bei einer Erhöhung der Dämmdicken in der Fläche das Risiko der Unterkühlung in Anschlussbereichen (Fensteranschlüsse und Fensterleibungen, Decken- und Innenwandanschlüsse). Diese bedürfen generell und im Besonderen bei Erhöhung der Dämmdicken einer vertieften bauphysikalische Betrachtung.

Bauteil-Nr.
<b>AW01_ID1</b>
Altersklasse
<b>VOR 1919</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

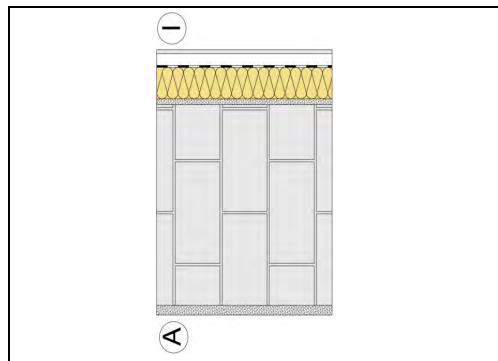
n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

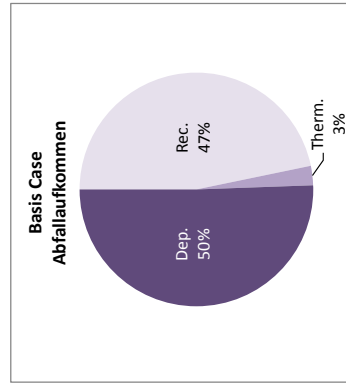
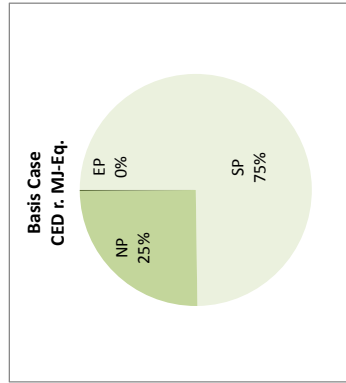
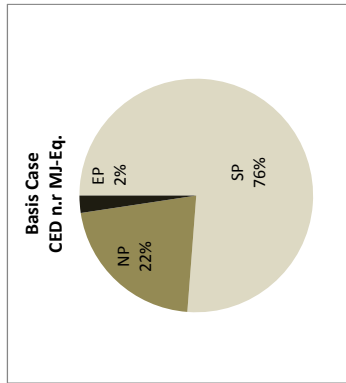
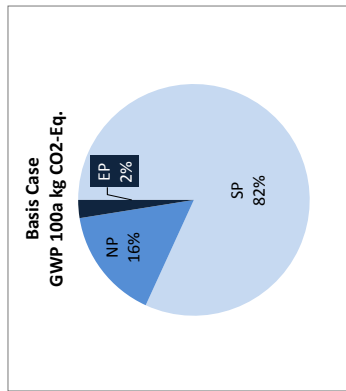
n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

**Nutzungsdauer** **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Best Case					
		Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max		Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.			
		[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]		
1	Kalkzementputz (außen)	0,025	0,025	0,025	50	50	55	l.	28	45	55	0%	0%	0%	30%	70%	0%
2	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	1,50	77	103	150	TW	77	103	150	0%	0%	0%	10%	90%	0%
3	Kalkputz Bestand (1600)	0,015	0,900	80	55	58	80	n.l.	77	103	150	0%	0%	0%	30%	70%	0%
4	C-Profil/ 75 mm	0,075	0,000	57	32	50	57	n.l.	30	35	40	0%	100%	0%	0%	100%	0%
5	MW-WL Mineralwolle G	0,040	1,875	50	32	50	57	n.l.	30	35	40	0%	0%	0%	50%	50%	0%
6	Dampfbremse (PE Folie)	0,000	0,230	30	30	35	40	n.l.	30	35	40	100%	0%	0%	0%	90%	10%
7	Installationsebene zw. La	0,176	0,170	50	32	50	57	n.l.	30	35	40	0%	0%	0%	20%	80%	0%
8	Gipskartonplatte (Trocke	0,013	0,060	57	32	50	57	n.l.	30	35	40	0%	0%	0%	100%	0%	0%
9	Spachtelung (Gipskarton		0,04	50	32	50	57	n.l.	30	35	40	100%	0%	0%	100%	0%	0%
	Wärmeübergangswiderstand Außen		0,04	MI - Gesamt	66,1												
	Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13	[kg/m²]													
	Ziel U-Wert [W/m²K]		0,34														
	U-Wert Bestand [W/m²K]		1,14		12,4												



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



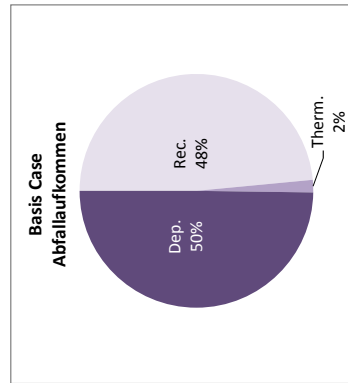
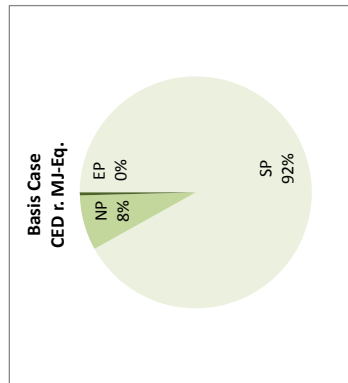
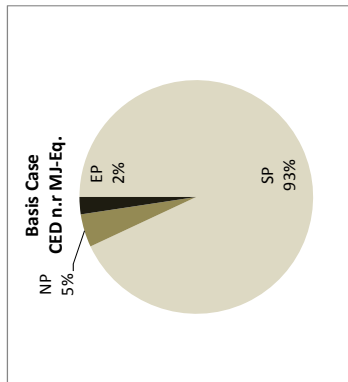
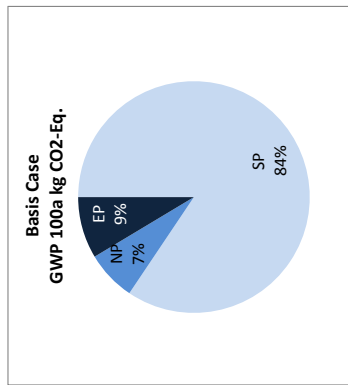
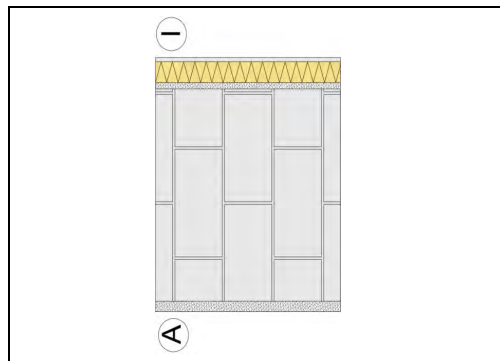
GWP	CED n.r		CED r		Abfallaufkom.	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
	SP [%]	NP [%]	SP [%]	NP [%]					
100a	82%	16%	76%	22%	75%	25%	0%	0%	72,5
BaC	82%	16%	76%	22%	75%	25%	0%	0%	72,5
WoC	55%	43%	56%	43%	58%	42%	0%	0%	92,9
BeC	92%	6%	86%	12%	85%	15%	0%	0%	64,8

Bauteil-Nr.
<b>AW01_ID2</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.i.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
						Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Basis Case			Best Case									
1	Kalkzementputz (außen)	0,025	1,400	0,018	2000	50	45	55	28	45	55	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	70%	90%	0%	
2	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%	70%	90%	0%	
3	Kalkputz Bestand (1600)	0,015	0,900	0,017	Bestand	55	58	80	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	70%	90%	0%	
4	Kleber (GK-System)				1600	0,8	50	57	n.i.	50	57	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	40%	60%	0%	
5	EPS-W 25	0,060	0,036	1,667	25	1,5	37	53	32	50	57	t.	0%	0%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	40%	60%	0%	
6	Gipskartonplatte (Trocke)	0,013	0,210	0,060	900	11,25	50	57	32	50	57	t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
7	Spachtelung (Gipskarton)				1600	0,25	50	57	32	50	57	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP	MI - Gesamt																		
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,04	63,8																		
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]						0,13	[kg/m <sup>2</sup> ]																		
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]						0,38	5,6																		
						1,14	69,4																		

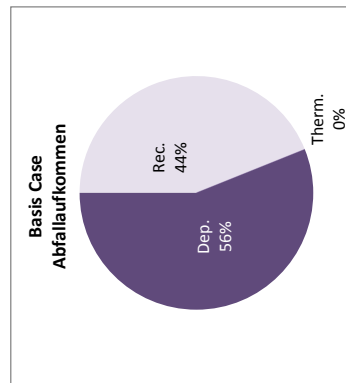
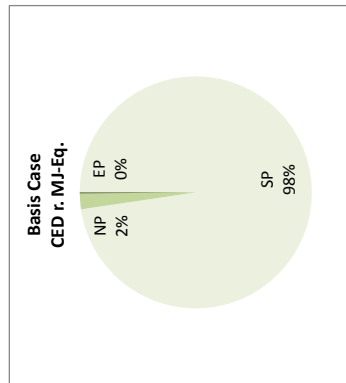
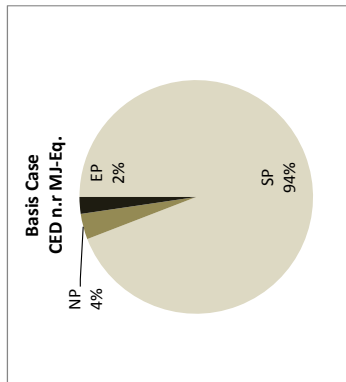
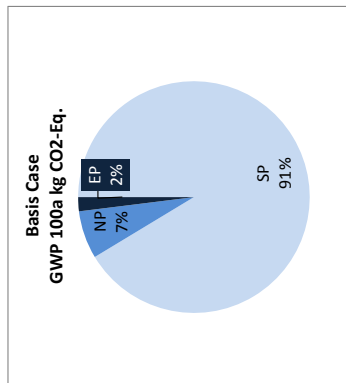
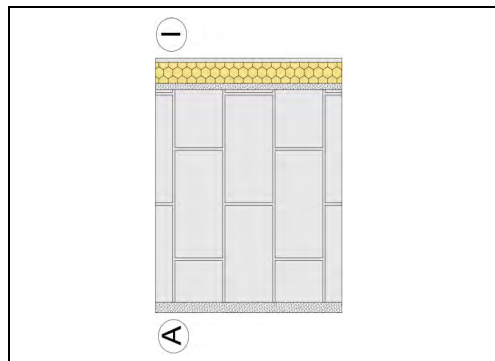


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom.	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					84%	7%	9%	49,4	93%	5%	2%	441,5	BaC	50%	2%	69,4
					52%	42%	7%	80,3	59%	40%	2%	700,7	WoC	58%	40%	110,8
					93%	0%	7%	45,0	98%	0%	2%	420,3	BeC	43%	1%	63,8

Bauteil-Nr.
<b>AW01_ID3</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case	
1	Kalkzementputz (außen)	0,025	1,400	0,018	2000	28	45	55	28	45	55	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%		
2	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%		
3	Kalkputz Bestand (1600)	0,015	0,900	0,017	Bestand	55	58	80	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%		
4	CG-D Schaumglas Wand	0,080	0,040	2,000	110	8,8	52	72	32	50	57	n.t.	100%	100%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%		
5	Bitumen				932,5	4,3	52	72	32	50	57	n.t.	100%	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
6	Gipskartonplatte (Trocke)	0,013	0,210	0,060	900	11,25	50	57	32	50	57	t.	100%	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt [kg/m²]			MI - Lösbarkeit			Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case		
Wärmeübergangswiderstand Innen						74,4																	
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,34																	
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,14																	



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden





**Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten vor 1919**

<b>AW 01</b>				
Vollziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Vollziegel (R = 1700)	51,0	cm	
	Kalkputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,14		W/m²K	

**Thermische Sanierungsvarianten**

AW 01_ID4					
Kalkzementputz	2,5	cm			
Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm			
Kalkputz	1,5	cm			
Kalziumsilikatplatte	5,0	cm			
Kalkputz	1,5	cm			
U-Wert nach Sanierung	0,45 W/m²K	U-Wert nach Sanierung	W/m²K	U-Wert nach Sanierung	W/m²K

**Generell:**

Um das Ziel Plusenergiestandard für das Gebäude erreichen zu können, wäre es notwendig einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) im Bereich von 0,12 - 0,15 W/m²K durch die thermische Sanierung der Außenwand zu erreichen. Bei der Sanierung mittels Innendämmsystemen wird dies jedoch nicht empfohlen. Eine weitere Erhöhung der Dämmdicken zur Erreichung besserer Wärmedämmstandards ist allenfalls zu vermeiden, weil:

- Durch die Innendämmung sinken die Bauteiltemperaturen der bestehenden Außenwand. Verstärkter Kondensatanfall, der nicht ausreichend austrocknen kann, erhöht die Sensitivität von Wärmebrücken gegenüber Schimmelbildung, Durchfeuchtung und eventuellen Frostschäden.
- Auch sinkt auch die Bauteiltemperatur im Auflagerbereich von Holzbalkendecken und Doppelbaumdecken. Schwer abdichtende Bauteilfugen und massiver Feuchtigkeitsanfall im sensiblen Auflagerbereich können zu massiven Fäulnisschäden der Holztragkonstruktion führen.
- Die Innendämmung von Fensterleibungen sollte auch in der Leibung bis zum Fensterstock geführt werden, um Kondensatanfall im Anschlussbereich zum Fensterstock zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Bei Zwischenwänden eine Halsdämmung mit maßvoll reduzierter Dämmdicke auf einer Breite von etwa 50-60 cm vorzunehmen um allfällige Schimmelbildung durch Taupunktunterschreitung an der Mauerkante zu vermeiden.

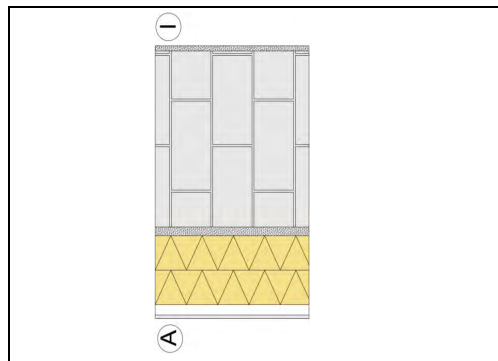
**Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_ID4**

- Die Platten sind feuchtebeständig und können durch ihre kapillaraktiven Eigenschaften in hohem Maße überschüssige Raumluftfeuchte aufnehmen, speichern und wieder abgeben. Der Einbau einer Dampfbremse ist daher nicht zweckmäßig und es kann auch darauf verzichtet werden, wenn anfallendes Kondensat an der Innenoberfläche der Bestandswand austrocknen kann. Bei einer Erhöhung der innenseitigen Dämmdicken in der Fläche sinkt jedoch die Bauteiltemperatur zwischen Innendämmung und Bestandswand und es besteht somit die Gefahr, dass das Kondensat friert und Bauschäden verursacht.
- Der hohe pH-Wert verhindert den Schimmelbefall der Platten.
- Bei Einsatz von Plattenwerkstoffen können durch das System nur geringe Toleranzen aufgenommen werden. Allfällige größere Unebenheiten müssen vor der Montage ausgeglichen werden.
- Das System benötigt keine zusätzliche Verkleidung, verputzte oder verspachtelte Oberflächen sind möglich (die Herstellerangaben bez. des zu verwendenden Putzsystems sind zu beachten).
- Einsatz auch in feuchtebelasteten Räumen möglich.

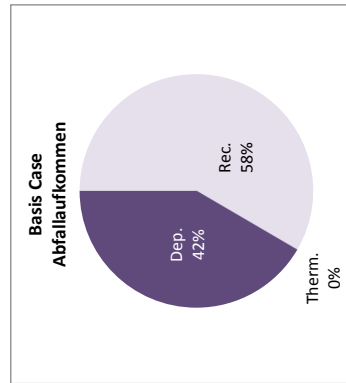
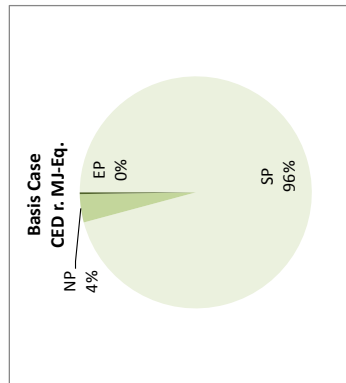
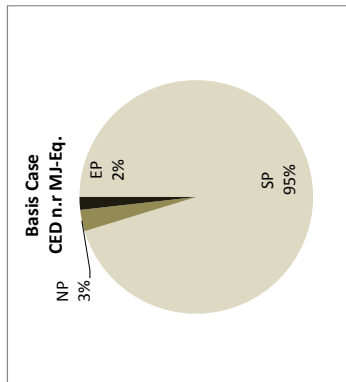
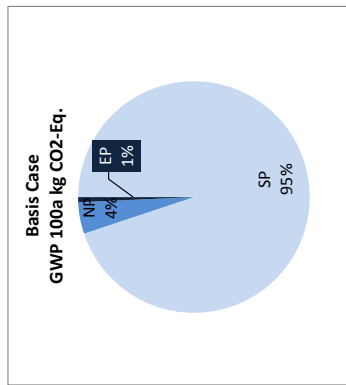
Bauteil-Nr.
<b>AW01_ID4</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte (kg/m³)	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case							
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
						Fläche [kg/m²]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer/Nutzungsdauer	Lösbarkeit	Min [a]	Mittel [a]		Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
1	Kalkzementputz (außen)	0,025	1,400	0,018	2000	50,0	50,0	55	n.l.	28	45	55	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	
2	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	103	150	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	
3	Kalkputz Bestand (1600)	0,015	0,900	0,017	Bestand	55	58	80	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	
4	Kalziumsilikatplatte	0,050	0,040	1,250	300	15,0	55	80	n.l.	45	55	80	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	
5	Kalkputz (1600)	0,015	0,900	0,017	1600	24	58	80	n.l.	45	55	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt			MI - Lösbarkeit			Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case					
Wärmeübergangswiderstand Innen						89,0			MI - Gesamt			[kg/m²]			[a]			[M-%]			[M-%]			[M-%]		
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,45			MI - NP			[kg/m²]			[a]			[M-%]			[M-%]			[M-%]		
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,14			94,6			[kg/m²]			[a]			[M-%]			[M-%]			[M-%]		



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [MJ-Eq.]	EP [%]	NP [%]	SP [%]	Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC												
					95%	4%	1%	78,3	95%	3%	2%	684,0	96%	4%	0%	45,6	42%	58%	0%	94,6	42%	58%	0%	94,6		
					71%	28%	1%	104,2	75%	23%	2%	863,2	73%	26%	0%	59,5	53%	47%	0%	132,6	53%	47%	0%	132,6		
					99%	0%	1%	74,8	98%	0%	2%	661,8	100%	0%	0%	43,8	30%	70%	0%	89,0	30%	70%	0%	89,0		



**Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten vor 1919**

<b>AW 01</b>				
51 cm Vollziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Vollziegel (R = 1700)	51,0	cm	
	Kalkputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,14	W/m²K		

**Thermische Sanierungsvarianten**

AW 01_AD1			AW 01_AD2			AW 01_AD3		
Faserzementplatte (Befestigung mittels Systemaufhängung des Herstellers)	0,8	cm	Silikatputz	0,2	cm	Systemputz	0,5	cm
Hinterlüftung	3,0	cm	Klebespachtel	0,2	cm	WF-PT Holzfaserdämmplatte 190 kg/m³	10,0	cm
Diffusionsoffene Folie	0,03	cm	MW-PT Mineralwolle 100 kg/m³	22,0	cm	WF-W Holzfaserdämmplatte 55 kg/m³ zw. Holzlatten	14,0	cm
MW-WF Mineralwolle 23 kg/m³	10,0	cm	Haftmörtel	1,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
MW-WF Mineralwolle 23 kg/m³	10,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm	Kalkputz	1,5	cm
Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm	Kalkputz	1,5	cm			
Kalkputz	1,5	cm						
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,14 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K	

**Generell:**

- Der Einsatz von Außendämmsystemen kann bei denkmalgeschützten oder strukturierenden Fassaden eingeschränkt sein.
- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Durchfeuchtetes Mauerwerk (z.B.: durch aufsteigende Feuchte im Sockelbereich oder defekte Regenableitung) ist in Abhängigkeit des gewählten Dämmsystems speziell zu betrachten. Die Hinzunahme eines Fachmannes zur Mauerwerksdiagnostik kann im Besonderen empfohlen werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_AD1**

- Die Verwendung der hinterlüfteten Fassadenkonstruktion bietet sich vor allem für höhere Gebäude an, da eine größere Beanspruchung der Fassadenoberfläche durch Schlagregen erfolgt.
- Die Diffusionsoffenheit der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte nach außen.
- Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte der Fassadenplatte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen)
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht.



### **Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

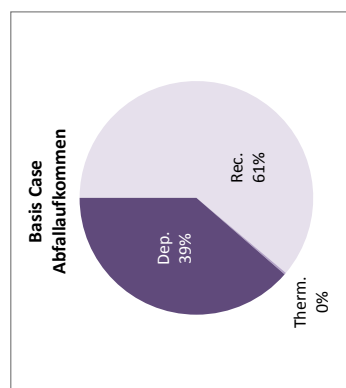
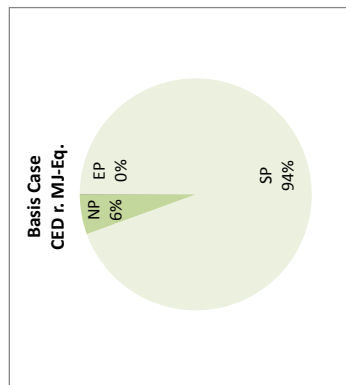
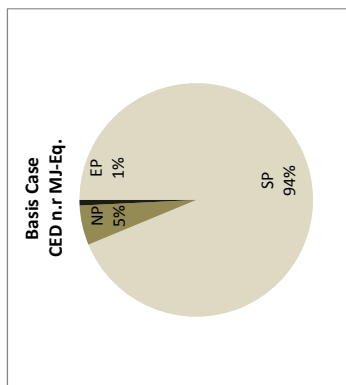
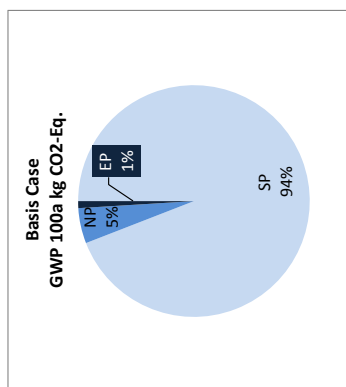
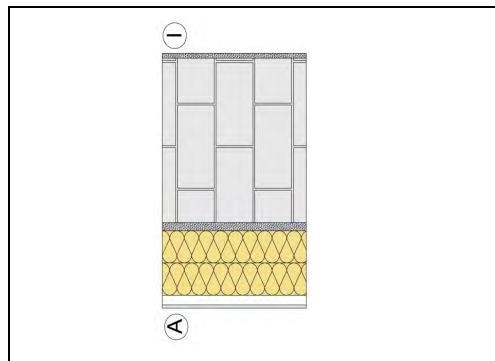
### **Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_AD3**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Dämmsystem ist besonders gut geeignet für Gebäude ohne besondere Brandschutzanforderungen im Fassadenbereich. Bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen ist der Einsatz im Einzelfall zu prüfen.

Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD1</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b>
					<b>50</b>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case									
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]							
						Fläche [kg/m²]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lösbarkeit	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]							
1	Faserzementplatte	0,008			2000	16	37	47	66	37	47	66	l.	50%	100%	0%	60%	100%	0%	30%	70%	0%	0%	70%	100%	0%		
2	Verankerung Alufassade				1650	2,5	37	47	66	37	47	66	n.l.	0%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	80%	0%	
3	Hinterlüftung 3 cm	0,030			334	0,1	31	40	60	37	47	66	n.l.	0%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
4	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,420	0,001	23	2,3	33	42	62	37	47	66	n.l.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	MW-WF Mineralwolle /G	0,100	0,034	2,941	23	2,3	33	42	62	37	47	66	n.l.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
6	MW-WF Mineralwolle /G	0,100	0,034	2,941	23	2,3	33	42	62	37	47	66	n.l.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
7	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	77	103	150	n.l.	50%	50%	0%	60%	70%	0%	30%	70%	0%	0%	70%	90%	0%	0%	
8	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	77	103	150	77	103	150	TW	50%	50%	0%	70%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	90%	90%	0%	0%	
9	Kalkputz (1400)	0,015	0,900	0,017	1400	21	55	58	80	55	58	80	l.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	70%	70%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen																												
Wärmeübergangswiderstand Innen																												
Ziel U-Wert [W/m²K]																												
U-Wert Bestand [W/m²K]																												
MI - Gesamt [kg/m²]																												
MI - NP [kg/m²]																												
MI - BaC [kg/m²]																												
MI - WoC [kg/m²]																												
MI - BeC [kg/m²]																												
U-Wert Bestand [W/m²K]																												
U-Wert Best Case [W/m²K]																												

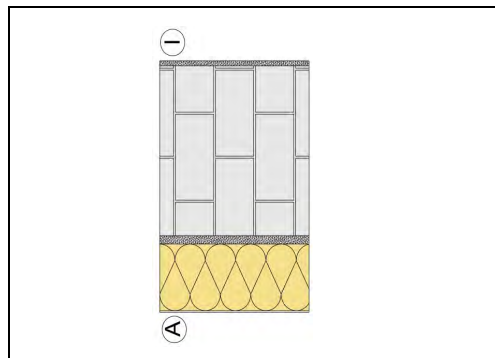


GWP	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
100a	94%	5%	1%	67,8	94%	5%	1%	BaC	94%	6%	0%	45,7
BaC	77%	22%	1%	82,9	75%	24%	1%	WoC	76%	24%	0%	52,4
WoC	99%	0%	1%	64,4	99%	0%	1%	BeC	100%	0%	0%	44,2

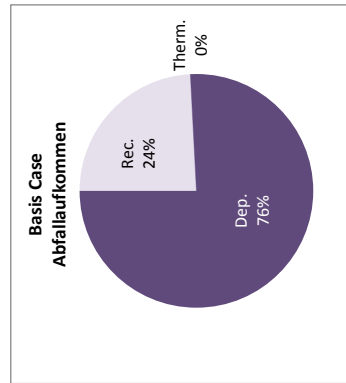
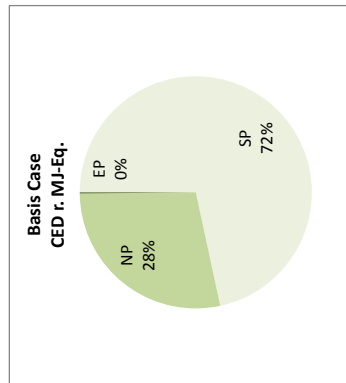
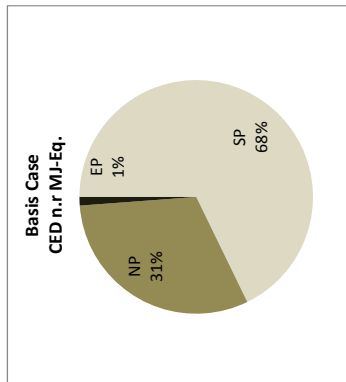
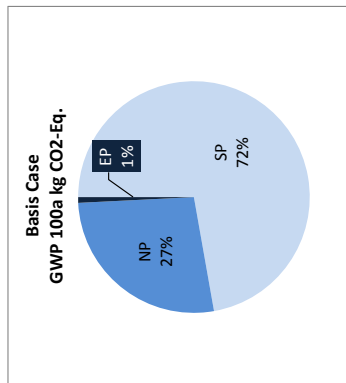
Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD2</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b>
					<b>50</b>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case	
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-PT 100	0,220	0,036	6,111	100	22	28	37	53	n.l.	27	33	43	t.	100%	0%	0%	60%	20%	0%	60%	40%	0%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
6	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	77	103	150	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	70%	0%	30%	90%	0%
7	Kalkputz (1600)	0,015	0,900	0,017	1600	24	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen					0,04	MI - SP		MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen					0,13	MI - NP		[kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]					0,14	MI - NP		[kg/m²]															
U-Wert Bestand [W/m²K]					1,14			87,2															



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]						
		72%	27%	1%	68%	31%	1%	68%	31%	1%	1066,0	72,2	24%	0%	87,2	
		61%	38%	1%	56%	43%	1%	1284,7	60%	39%	85,6	88%	12%	0%	101,2	
		89%	10%	1%	86%	12%	1%	839,1	89%	11%	58,3	63%	37%	0%	72,5	

Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD3</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

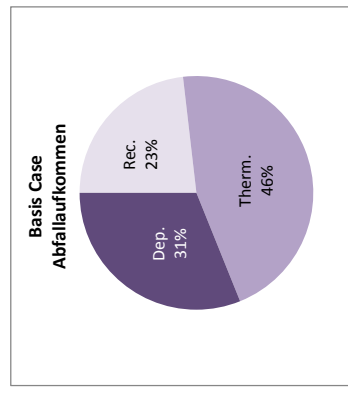
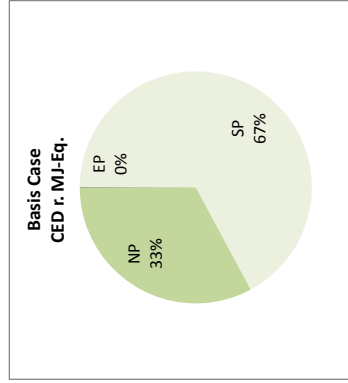
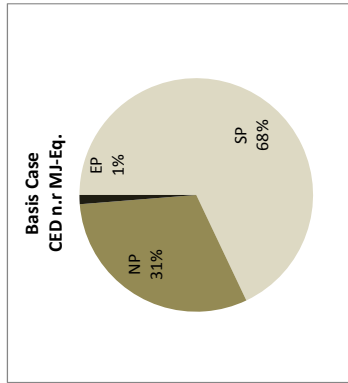
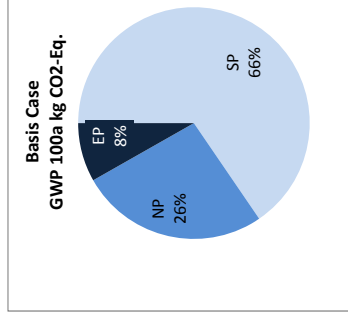
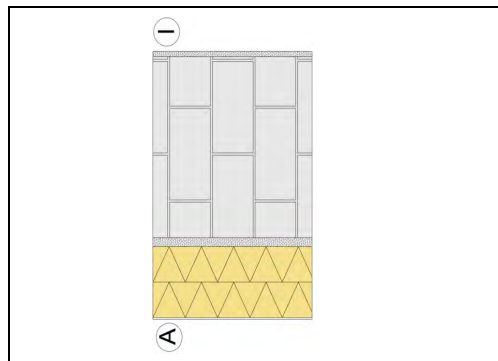
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

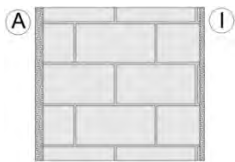
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung													
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit		Worst Case			Basis Case			Best Case					
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]						
1	Putzsystem (WDVS-Holz)	0,005	1,400	0,004	10	27	33	43	n.i.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	WF-PT Holzfaserplatte 15	0,100	0,047	2,128	19	25	40	60	n.i.	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	100%	0%	10%	10%	90%	0%	20%	80%
3	WF-W Holzfaserplatte 5	0,140	0,042	3,333	7,7	25	40	60	n.i.	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	100%	0%	10%	10%	90%	0%	20%	80%
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	28	28	45	55	n.i.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	0%	50%	60%	40%	0%	30%	70%	0%
5	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	77	77	103	150	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	0%	50%	70%	30%	0%	10%	90%	0%
6	Kalkputz (1600)	0,015	0,900	0,017	24	55	58	80	I.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	0%	0%	50%	60%	40%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>t</sub> [m <sup>2</sup> K/W]		0,04		MI - Gesamt [kg/m <sup>2</sup> ]		60,7																	
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13		MI - SP [kg/m <sup>2</sup> ]		60,7																			
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]		0,16		MI - NP [kg/m <sup>2</sup> ]		18,9																			
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]		1,14																							



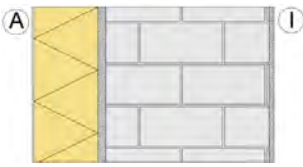

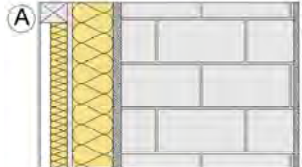
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]	
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]					Summe [MJ-Eq.]
					65%	26%	8%	61,0	68%	31%	1%	994,7	67%	33%	0%	340,8	31%	46%	79,6
					55%	37%	8%	72,5	56%	42%	1%	1197,0	55%	45%	0%	413,8	33%	54%	92,0
					81%	10%	9%	49,5	86%	12%	2%	784,5	87%	13%	0%	264,4	28%	37%	66,7

### Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten vor 1919

AW 01			
51 cm Vollziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm
	Vollziegel (R = 1700)	51,0	cm
	Kalkputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,14		W/m <sup>2</sup> K



### Thermische Sanierungsvarianten

AW 01_AD4			AW01_AD5_ST			AW01_AD6_ST		
								
Silikatputz	0,2	cm	Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm	Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0	cm
Klebespachtel	0,2	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	MW-WF Mineralwolle (100 kg/m <sup>3</sup> ) zw. Holzstaffeln	12,0	cm
EPS-F Plus 18 kg/m <sup>3</sup>	18,0	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
Haftmörtel	1,0	cm	Kalkputz	1,5	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm
Kalkzementputz	2,5	cm				Kalkputz	1,5	cm
Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm						
Kalkputz	1,5	cm						
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m <sup>2</sup> K							

### Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_AD4

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine Verbesserung der Gesamtsituation im Rauminneren kann durch Sanierung bestehender oder neue Fenster erzielt werden.
- In Abhängigkeit von der Gebäudeklasse sind Brandschutzmaßnahmen wie z.B. unbrennbare Querriegel im Fenstersturzsbereich bzw. geschossweise erforderlich.

### Möglichkeiten und Grenzen AW01\_AD5\_ST

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Im Allgemeinen ist mit keinem schädlichem Kondensatanfall zu rechnen. Bei eventueller Baufeuchte durch teilweise Erneuerung von Mauerwerk oder Verputz, bei sehr signifikanter Erhöhung der Dämmdicken oder hoher Feuchtigkeitsbelastung aus dem Rauminneren ist eine spezifische bauphysikalische Betrachtung erforderlich.

### Möglichkeiten und Grenzen AW01\_AD6\_ST

- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.



Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD4</b>
Altersklasse
<b>VOR 1919</b>

Basis Case (BaC)  
Worst Case (WoC)  
Best Case (BeC)

mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

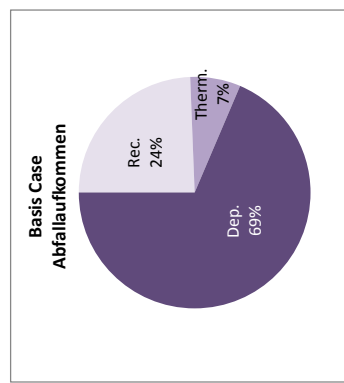
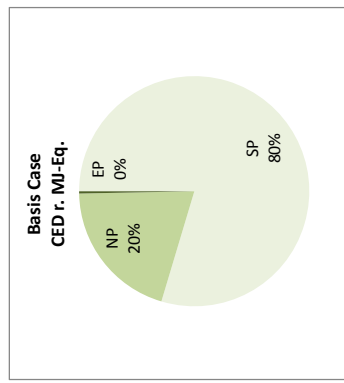
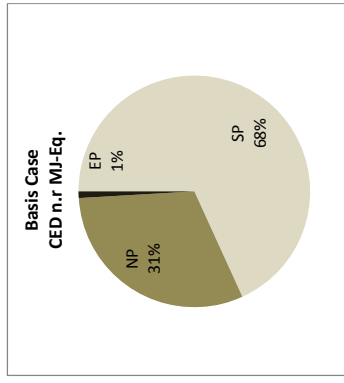
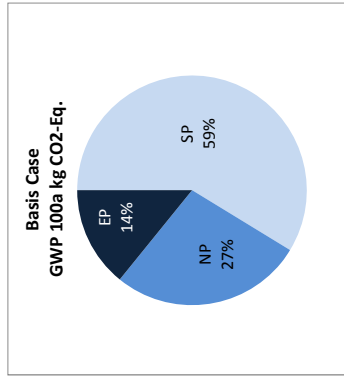
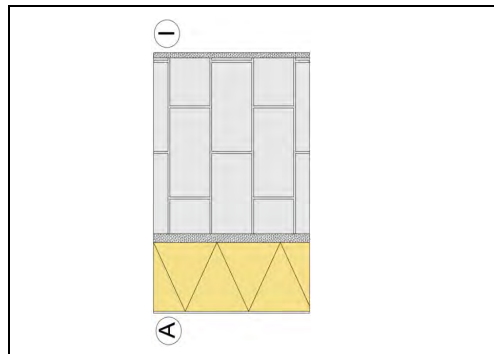
Treibhauspotential  
nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Min	Mittel	Max		Min	Mittel	Max	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
					[a]	[a]	[a]										
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	3,6	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (V)	0,002	0,800	0,003	2,6	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,180	0,034	5,294	3,24	38	50	n.l.	27	33	43	0%	0%	100%	20%	0%	60%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	13,5	37	53	n.l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	45	55	n.l.	77	103	150	50%	50%	0%	40%	60%	0%
6	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	103	150	TW	77	103	150	50%	50%	0%	70%	90%	0%
7	Kalkputz (1400)	0,015	0,900	0,017	21	58	80	l.	55	58	80	50%	50%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		0,04		M1- SP	43,94			M1- Gesamt									
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13			[kg/m²]			[kg/m²]									
Ziel U-Wert		[W/m²K]		0,16	M1- NP			[kg/m²]									
U-Wert Bestand		[W/m²K]		1,14													

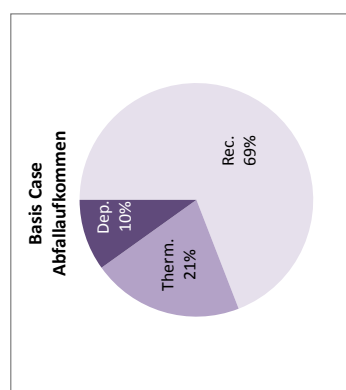
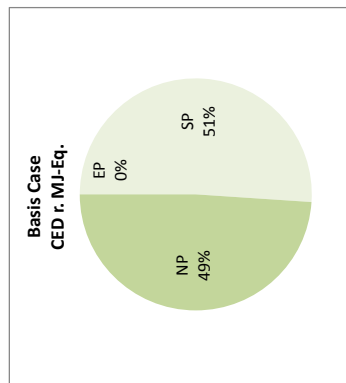
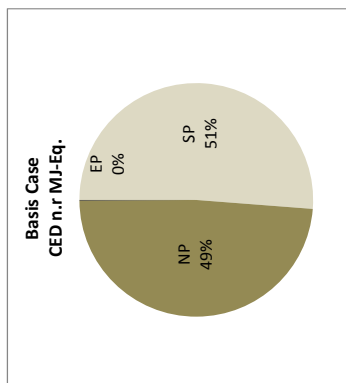
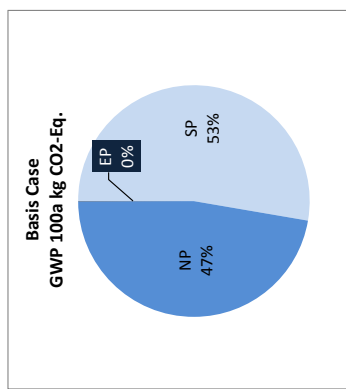
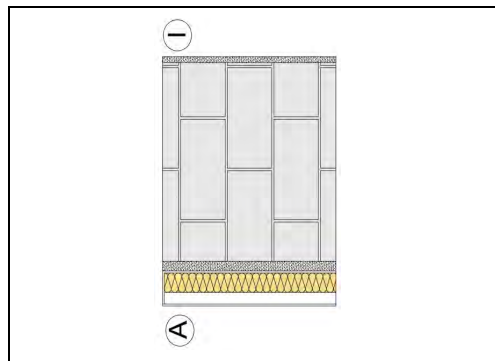


GWP	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Best Case		
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]
GWP 100a	59%	27%	14%	68%	31%	1%	885,0	26,2	55,8	
BaC	47%	39%	14%	57%	42%	1%	1064,6	29,7	63,5	
WoC	76%	10%	14%	86%	12%	1%	698,0	22,6	47,7	
BeC										

Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD5_ST</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
							Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit		Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit	Lösbarkeit
1	Flachkollektor mit Alurah	0,087				32	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%	
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	77	103	n.l.	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	70%	70%	0%	
3	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	77	103	150	77	103	TW	t.	50%	50%	0%	70%	70%	0%	90%	90%	0%	0%
4	Kalkputz (1400)	0,015	0,900	0,017	1400	21	55	58	80	55	58	l.	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	70%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen							0,04	MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen							0,13	[kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]								54,0															
U-Wert Bestand [W/m²K]							1,14	54,0															



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r.			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			
		53%	47%	47%	0%	49%	49%	51%	51%	49%	3094,9	85,0	
		53%	47%	47%	0%	49%	49%	51%	51%	49%	3095,6	85,0	
		53%	47%	47%	0%	49%	49%	51%	51%	49%	3094,9	85,0	

Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD6_ST</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

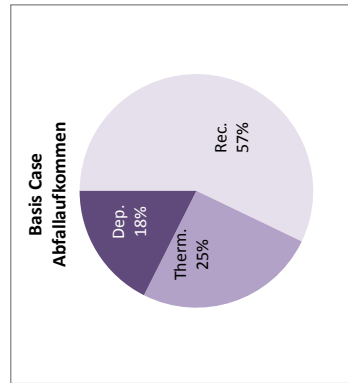
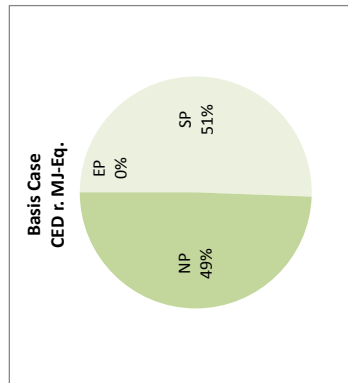
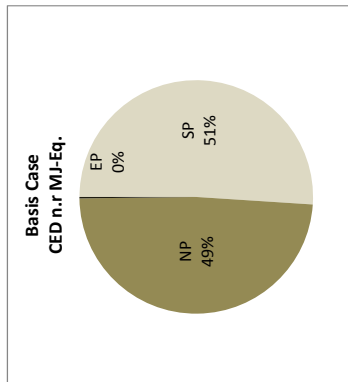
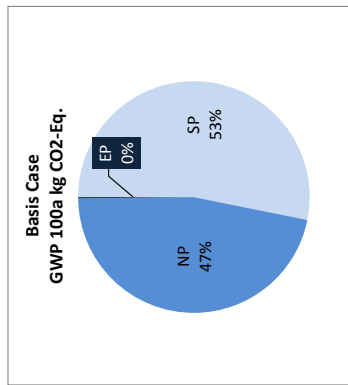
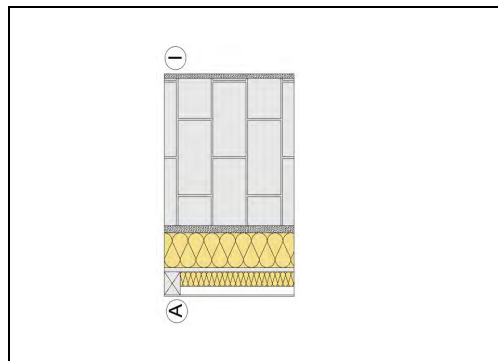
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer				Rohdichte [kg/m³]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Dicke [m]	λ [W/mK]	Wärmeübergangswiderstand		Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]					Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
		Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit					Entsorgung											
1	Flachkollektor mit Holzra	25	25	25	25	26,4	0,115	0,085	0,130	610	l.	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Rückwand - OSB 610 kg/m³	30	42	55	55	9,2	2,667	0,015	0,045	100	n.l.	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%
3	Mineralwolle MW-W zw.	33	42	62	62	12	0,018	0,120	1,400	Bestand	n.l.	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	0%	0%
4	Kalkzementputz Bestand	28	45	55	55	28	0,671	0,025	0,760	1400	n.l.	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%
5	Ziegelmauerwerk	77	103	150	150	77	0,017	0,510	0,900	1400	TW	t.	50%	50%	0%	70%	30%	0%	10%	90%	0%
6	Kalkputz (1400)	55	58	80	80	21	0,04	0,015	0,900	1400	l.	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - Gesamt		[kg/m²]		68,6															
Wärmeübergangswiderstand Innen		MI - NP		[kg/m²]		22,2															
Ziel U-Wert [W/m²K]		1,14																			
U-Wert Bestand [W/m²K]		90,7																			



GWP 100a	SP		NP		EP		Summe	
	[%]	[kgCO2-Eq]	[%]	[kgCO2-Eq]	[%]	[kgCO2-Eq]	[%]	[kgCO2-Eq]
100a	53%	179,5	47%	179,5	0%	0	100%	359,0
BaC	53%	179,5	47%	179,5	0%	0	100%	359,0
WoC	53%	179,5	47%	179,5	0%	0	100%	359,0
BeC	61%	199,5	39%	130,0	0%	0	100%	329,5

CED r.	SP		NP		EP		Summe	
	[%]	[MJ-Eq.]	[%]	[MJ-Eq.]	[%]	[MJ-Eq.]	[%]	[MJ-Eq.]
100a	51%	888,1	49%	888,1	0%	0	100%	1776,2
BaC	51%	888,1	49%	888,1	0%	0	100%	1776,2
WoC	51%	888,1	49%	888,1	0%	0	100%	1776,2
BeC	71%	1232,2	29%	544,0	0%	0	100%	1776,2

Abfallaufkommen	SP		NP		EP		Summe	
	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]
100a	57%	116,1	42%	88,9	0%	0	100%	205,0
BaC	57%	116,1	42%	88,9	0%	0	100%	205,0
WoC	57%	116,1	42%	88,9	0%	0	100%	205,0
BeC	72%	148,5	28%	56,5	0%	0	100%	205,0



**Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten vor 1919**

<b>AW 01</b>				
51 cm Vollziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Vollziegel (R = 1700)	51,0	cm	
	Kalkputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,14	W/m²K		

**Thermische Sanierungsvarianten**

AW01_AD7_PV Kaltfass.			AW 01_AD8_PV Warmfass.					
PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2	cm	PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm			
Hinterlüftung	10,0	cm	Druck-entspannungsebene	1,0	cm			
Diffusionsoffene Folie	0,03	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm			
MW-WF Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0	cm	Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm			
Kalkzementputz	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm			
Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm	Vollziegel (R= 1700)	51,0	cm			
Kalkputz	1,5	cm	Kalkputz	1,5	cm			

**Möglichkeiten und Grenzen AW01\_AD7\_PV Kaltfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerkslasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.



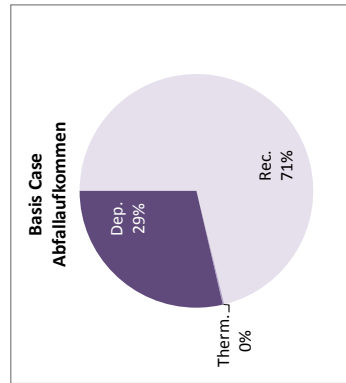
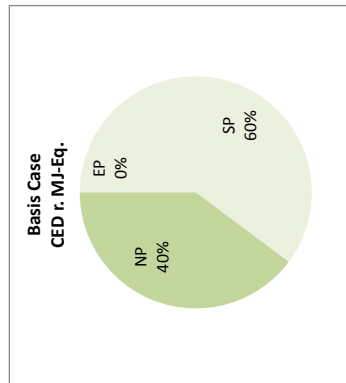
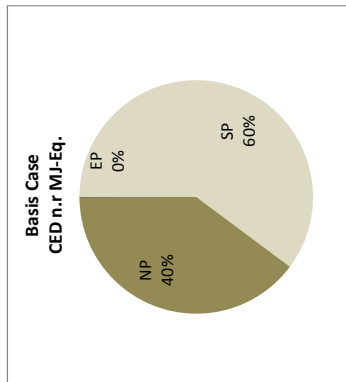
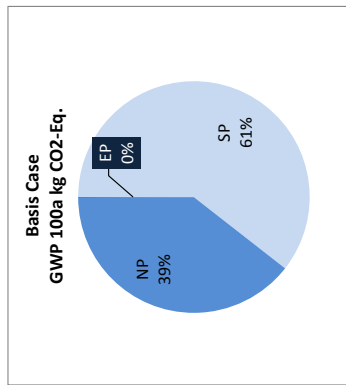
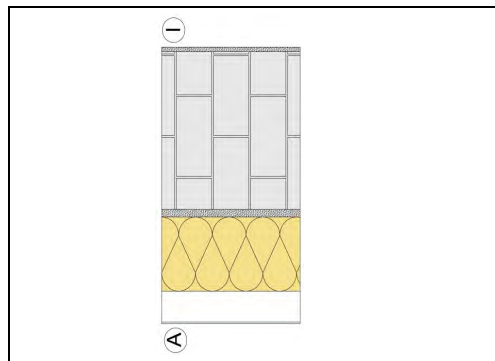
### **Möglichkeiten und Grenzen AW 01\_AD8\_PV Warmfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD7_PV_Kalt</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b>
					<b>50</b>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%		
2	Hinterlüftung	0,100																					
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,420	0,001	334	31	40	60	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%		
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	0,045	5,333	100	33	42	62	30	60	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%		
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	30%	70%	0%		
6	Ziegelmauerwerk	0,510	0,760	0,671	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	70%	0%	10%	90%	0%		
7	Kalkputz (1400)	0,015	0,900	0,017	1400	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	30%	70%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen					0,04	MI - Gesamt																	
Wärmeübergangswiderstand Innen					0,13	[kg/m²]																	
Ziel U-Wert [W/m²K]						80,9																	
U-Wert Bestand [W/m²K]					1,14																		

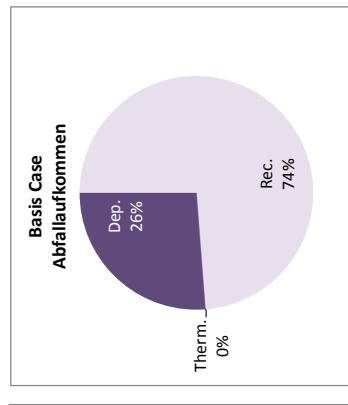
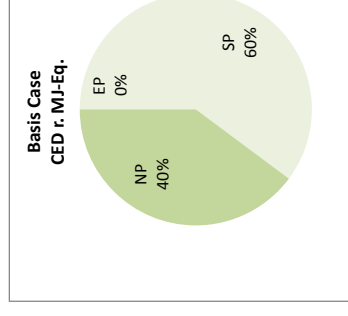
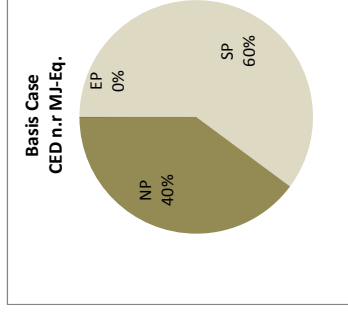
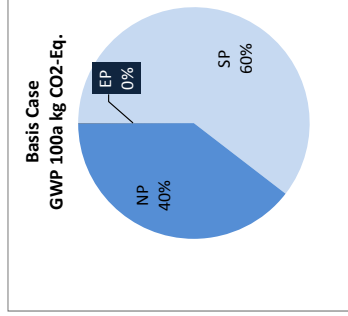
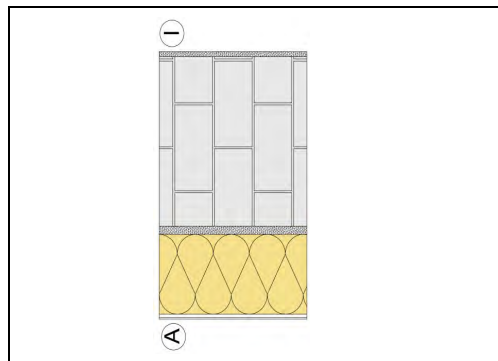


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. BaC	Abfallaufkom. WoC	Abfallaufkom. BeC	Summe [MJ-Eq.]	Therm. [%]	Rec. [%]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]								
		61%	39%	0%	60%	60%	64%	60%	60%	63%	12640,3	1939,6	1868,0	1939,6	0%	71%	99,2	
		61%	39%	0%	60%	60%	64%	60%	60%	63%	12642,8	1939,7	1868,0	1939,7	51%	49%	99,2	
		63%	37%	0%	64%	64%	63%	36%	0%	0%	11921,4	0%	0%	1868,0	8%	92%	83,1	

Bauteil-Nr.
<b>AW01_AD8_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	<b>30</b>	30	30	30	30	t.	0%	100%	<b>0%</b>	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Druckspannungsebene	0,010	0,040	6,000	100	33	<b>42</b>	62	30	30	60	t.	100%	0%	<b>0%</b>	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	MW-W Mineralwolle Glas	0,240	0,040	0,003	2800	37	<b>47</b>	66	30	30	60	t.	0%	100%	<b>0%</b>	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
4	Rückwand - Aluminiumblech	0,002	1,400	0,018	Bestand	28	<b>45</b>	55	77	<b>103</b>	150	t.	50%	50%	<b>40%</b>	40%	60%	30%	70%	70%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	0,760	0,671	Bestand	77	<b>103</b>	150	77	<b>103</b>	150	t.	50%	50%	<b>30%</b>	30%	70%	10%	90%	90%	0%	0%
6	Ziegelmauerwerk	0,510	0,900	0,017	1400	55	<b>58</b>	80	55	<b>58</b>	80	t.	50%	50%	<b>40%</b>	40%	60%	30%	70%	70%	0%	0%
7	Kalkputz (1400)	0,015			21	55	<b>58</b>	80	55	<b>58</b>	80	t.	50%	50%	<b>40%</b>	40%	60%	30%	70%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt [kg/m²]			MI - SP [kg/m²]			MI - NP [kg/m²]			MI - Gesamt [kg/m²]							
Wärmeübergangswiderstand Innen						90,0			69,6			20,4			90,0							
Ziel U-Wert [W/m²K]						1,14			1,14			1,14			1,14							
U-Wert Bestand [W/m²K]																						



GWP	100a	SP	NP	EP	Summe	CED n.r	CED r	Abfallaufk.	Dep.	Therm.	Summe
		[%]	[%]	[%]							
BaC	60%	39%	0%	0%	960,9	BaC	BaC	2351,0	26%	74%	108,3
WoC	60%	39%	0%	0%	961,1	WoC	WoC	2351,1	47%	53%	108,3
BeC	64%	36%	0%	0%	912,1	BeC	BeC	2258,4	7%	93%	88,6



**Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1919 und 1945**

<b>AW 02</b>				
Mauerziegel gelocht mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Mauerziegel gelocht R=1600	25,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,75		W/m²K	

**Thermische Sanierungsvarianten**

AW 02_AD1			AW 02_AD2			AW02_AD3_ST		
Silikatputz	0,2	cm	Silikatputz	0,2	cm	Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm
Klebespachtel	0,2	cm	Klebespachtel	0,2	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
MW-PT Mineralwolle 100 kg/m³	22,0	cm	EPS F Plus 18 kg/m³	20,0	cm	Mauerziegel gelocht	25,0	cm
Haftmörtel	1,0	cm	Haftmörtel	1,0	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm			
Mauerziegel gelocht	25,0	cm	Mauerziegel gelocht	25,0	cm			
Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm			
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K				

**Generell:**

- Der Einsatz von Außendämmsystemen kann bei denkmalgeschützten oder strukturierenden Fassaden eingeschränkt sein.
- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Durchfeuchtetes Mauerwerk (z.B.: durch aufsteigende Feuchte im Sockelbereich oder defekte Regenableitung) ist in Abhängigkeit des gewählten Dämmsystems speziell zu betrachten. Die Hinzunahme eines Fachmannes zur Mauerwerksdiagnostik kann im Besonderen empfohlen werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 02\_AD 1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 02\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.





- In Abhängigkeit der Gebäudeklasse sind Brandschutzmaßnahmen wie z.B. unbrennbare Querriegel im Fenstersturzbereich bzw. geschossweise erforderlich.

#### **Möglichkeiten und Grenzen AW02\_AD3\_ST**

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Im Allgemeinen ist mit keinem schädlichem Kondensatanfall zu rechnen. Bei eventueller Baufeuchte durch teilweise Erneuerung von Mauerwerk oder Verputz, bei sehr signifikanter Erhöhung der Dämmdicken oder hoher Feuchtigkeitsbelastung aus dem Rauminnen ist eine spezifische bauphysikalische Betrachtung erforderlich.

Bauteil-Nr.
<b>AW02_AD1</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1945</b>

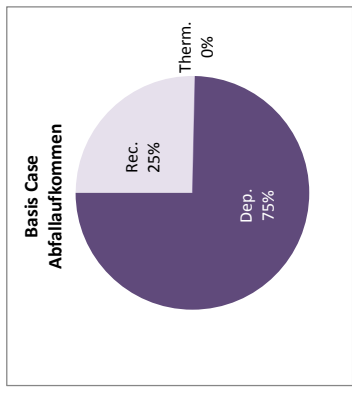
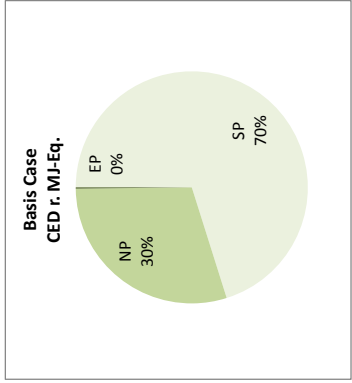
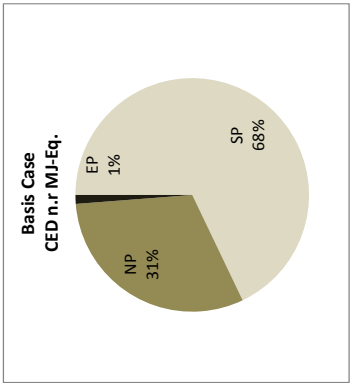
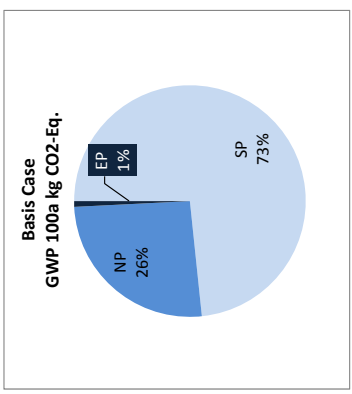
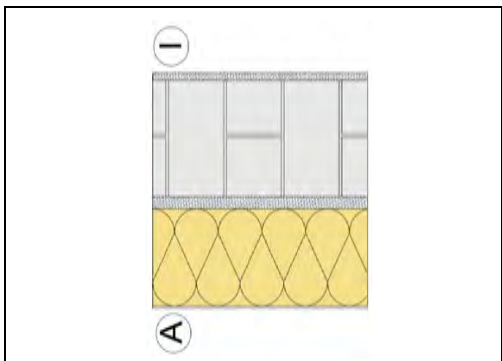
Sanierungsphase
Nutzungsphase (Instandhaltung)
Entsorgungsphase
n.t.
t.
<b>Nutzungsdauer</b>
<b>50</b>

Dep.	Deponierung	SP
Rec.	Recycling	NP
Therm.	Thermische Verwertung	EP
n.l.	nicht lösbar	n.t.
l.	lösbar	t.

mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	SP
minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	NP
maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	EP
Treibhauspotential	n.l.	n.t.
nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	t.
erneuerbarer kumulierter Energieaufwand		

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand			

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Fläche [kg/m²]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lösbarkeit	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-PT 10	0,220	0,036	6,111	100	22	28	37	53	n.l.	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	n.l.	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,250	0,680	0,368	Bestand	77	77	103	150	TW	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04	MI - Gesamt			MI - Lösbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case		
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	[kg/m²]			[a]			[M-%]			[M-%]			[M-%]		
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,15	[kg/m²]			[a]			[M-%]			[M-%]			[M-%]		
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,75	[kg/m²]			[a]			[M-%]			[M-%]			[M-%]		



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC				
					73%	26%	1%	69,9	BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC				90,2
					63%	37%	1%	81,8	WoC			WoC			13%	87%	0%	104,2
					89%	10%	1%	57,5	BeC			BeC			39%	61%	0%	75,5

Bauteil-Nr.
<b>AW02_AD2</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1945</b>

Basis Case (BaC)  
 Worst Case (WoC)  
 Best Case (BeC)

mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
 minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
 maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

Dep. Deponierung  
 Rec. Recycling  
 Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
 NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
 EP Entsorgungsphase

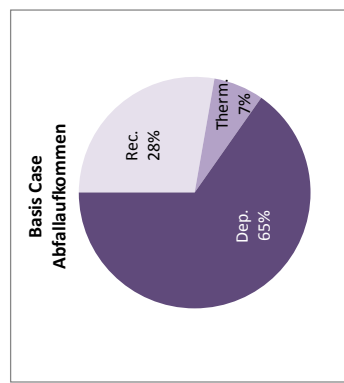
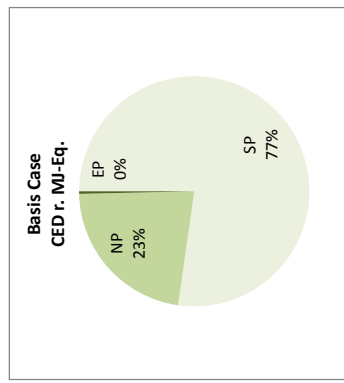
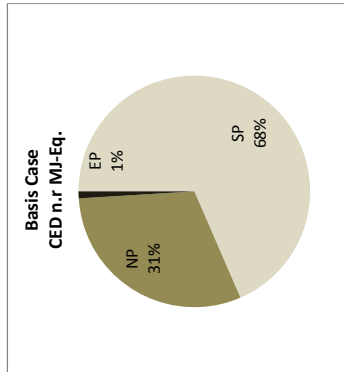
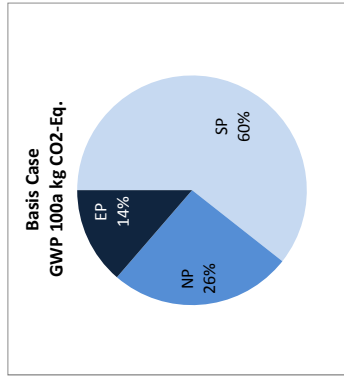
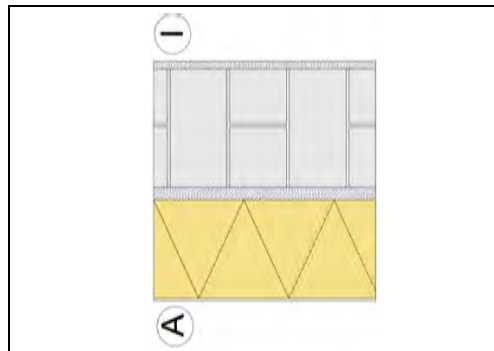
Treibhauspotential  
 nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
 erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

n.l. nicht lösbar  
 l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
 t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte (kg/m³)	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Best Case				
						Masse/Fläche [kg/m²]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Lösbarkeit	Min [a]		Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (I)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,200	0,034	5,882	18	3,6	33	38	50	n.l.	27	33	43	0%	0%	100%	0%	20%	40%	60%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	55	n.l.	77	103	150	50%	50%	0%	40%	60%	70%	0%
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,250	0,680	0,368	Bestand	77	103	150	150	TW	77	103	150	50%	50%	0%	30%	70%	90%	0%
7	Kalkzementputz (Innenr.)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	55	58	80	50%	50%	0%	40%	60%	70%	0%
					Masse/Fläche [kg/m²]	M1 - Gesamt [kg/m²]														
					50,3	50,3														
					12,0	12,0														
					1,75	1,75														
					0,04	M1- SP														
					0,13	[kg/m²]														
					0,16	M1- NP														
					U-Wert Bestand [W/m²K]	1,75														

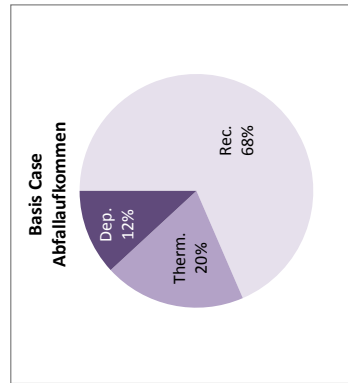
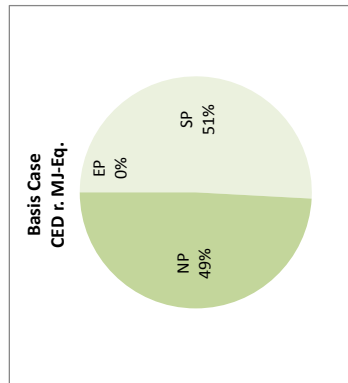
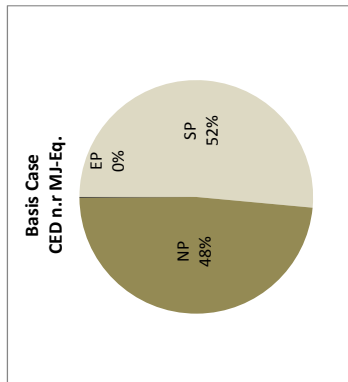
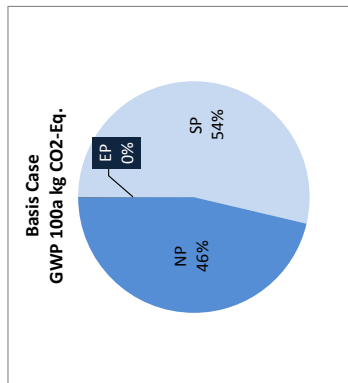
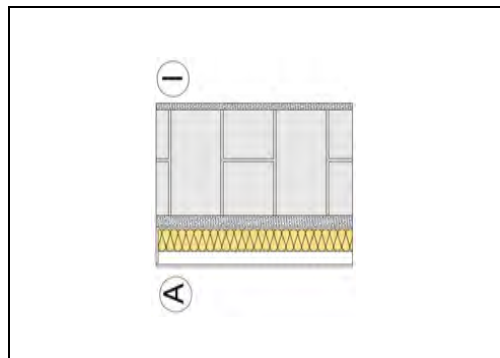


GWP	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe		
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]	Summe [kg]
100a	61%	26%	14%	68%	31%	1%	97,1,4	25,4	62,3	62,3
BaC	49%	37%	14%	57%	42%	1%	1166,8	29,2	70,1	70,1
BeC	77%	10%	13%	87%	12%	1%	768,0	21,5	54,1	54,1

Bauteil-Nr.
<b>AW02_AD3_ST</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1945</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Flachkollektor mit Alurah	0,087				25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	0%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
3	Mauerziegel gelocht (R=	0,250	0,680	0,368	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	70%	0%	10%	90%	0%
4	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	1800	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt [kg/m²]															
Wärmeübergangswiderstand Innen						MI - SP [kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]						MI - NP [kg/m²]															
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,0															
						60,0															



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

**Thermische Sanierungen für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1919 und 1945**

AW 02				
Mauerziegel gelocht mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Mauerziegel gelocht R=1600	25,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,75		W/m²K	

**Thermische Sanierungsvarianten**

AW02_AD4_ST			AW 02_AD5_PV Kaltfass.			AW 02_AD6_PV Warmfass.		
Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0	cm	PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2	cm	PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm
MW-WF Mineralwolle 100 kg/m³ zw. Holzstaffeln	12,0	cm	Hinterlüftung	10,0	cm	Druck-entspannungsebene	1,0	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	Diffusionsoffene Folie	0,04	cm	MW-W Mineralwolle 100 kg/m³ zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm
Mauerziegel gelocht	25,0	cm	MW-WF Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0	cm	Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
			Mauerziegel gelocht	25,0	cm	Mauerziegel gelocht	25,0	cm
			Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm

**Möglichkeiten und Grenzen AW02\_AD4\_ST**

- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 02\_AD5\_PV Kaltfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerklasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa



- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.

#### **Möglichkeiten und Grenzen AW 02\_AD6\_PV Warmfass.**

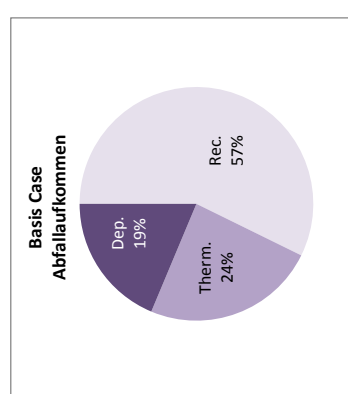
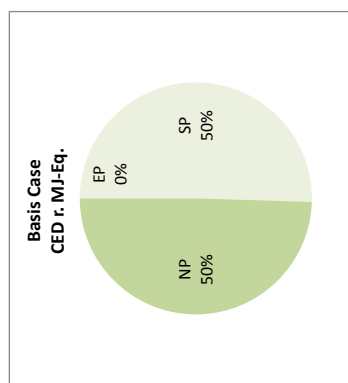
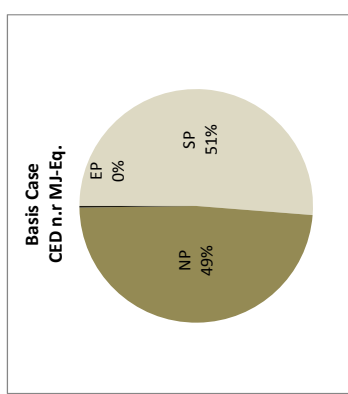
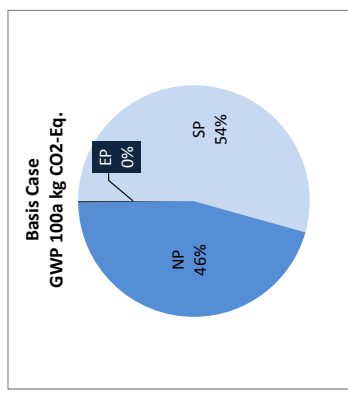
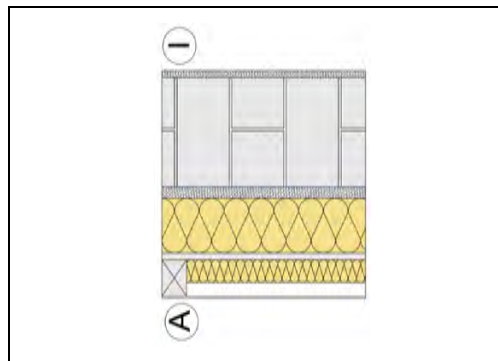
- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi SI-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

Bauteil-Nr.
<b>AW02_AD4_ST</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1945</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]
1	Flachkollektor mit Holzra	0,085			26,4	25	25	25	25	25	25	l.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Rückwand - OSB 610 kg/m <sup>3</sup>	0,015	0,130	0,115	610	9,2	30	42	55	50	50	n.l.	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-W zw.	0,120	0,045	2,667	100	12	33	42	62	50	50	n.l.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	100%	0%	0%
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	55	103	150	n.l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	0%	0%
5	Mauerziegel gelocht (R=	0,250	0,680	0,368	Bestand	77	103	150	150	103	150	TW	50%	50%	0%	30%	70%	0%	90%	0%	0%
6	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	58	80	l.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP			MI - Gesamt												
Wärmeübergangswiderstand Innen						[kg/m <sup>2</sup> ]			[kg/m <sup>2</sup> ]												
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]						0,04			74,6												
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]						0,13			22,2												
						1,75			96,7												



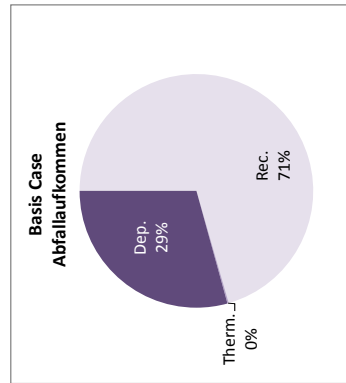
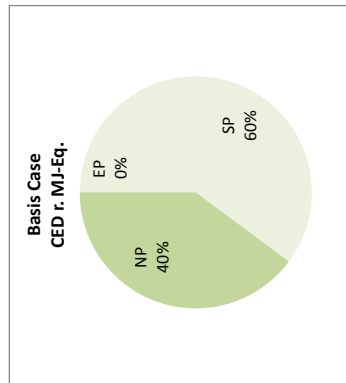
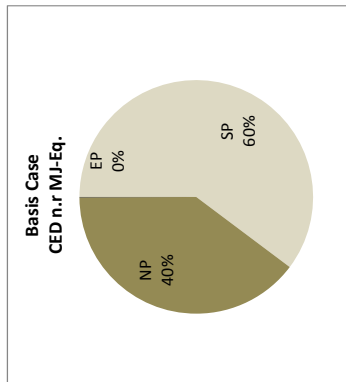
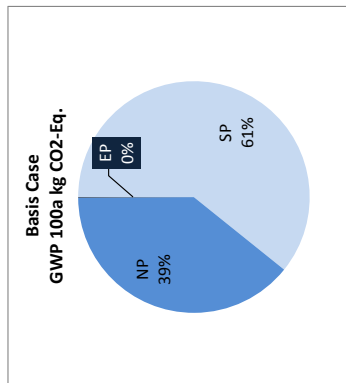
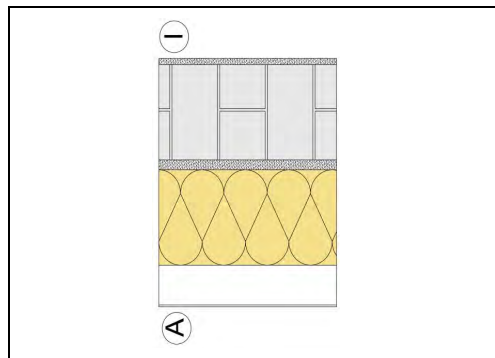
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					54%	45%	0%	184,1	51%	49%	0%	50%	50%	0%	886,1		631,1	122,1
					54%	45%	0%	184,2	51%	49%	0%	50%	50%	0%	886,1		631,1	122,1
					62%	38%	0%	161,2	64%	36%	0%	71%	29%	0%	631,1		101,0	101,0

Bauteil-Nr.	
<b>AW02_AD5_PV_Kalt</b>	
Altersklasse	
<b>1919 - 1945</b>	

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Hinterlüftung	0,100																					
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,420	0,001	334	31	40	60	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	80%	
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	0,045	5,333	100	33	42	62	30	60	60	t.	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,250	0,680	0,368	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen					0,04	MI - Gesamt		70,1		MI - Gesamt													
Wärmeübergangswiderstand Innen					0,13	[kg/m²]		86,9		[kg/m²]													
Ziel U-Wert [W/m²K]																							
U-Wert Bestand [W/m²K]					1,75																		



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	EP [%]	NP [%]	SP [%]	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]									
		61%	39%	0%	764,2	764,2	764,2	60%	40%	0%	12656,6	0%	40%	60%	29%	71%	0%	105,2	
		61%	39%	0%	764,3	764,3	764,3	60%	40%	0%	12659,2	0%	40%	60%	51%	49%	0%	105,2	
		63%	37%	0%	739,9	739,9	739,9	64%	36%	0%	11937,6	0%	38%	62%	9%	91%	0%	89,1	

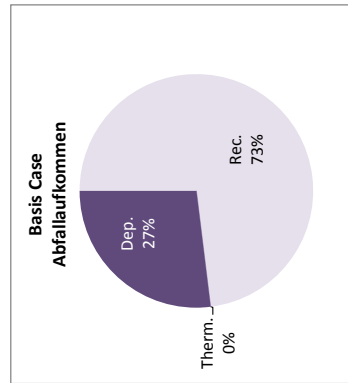
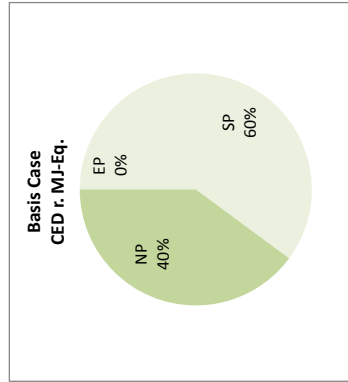
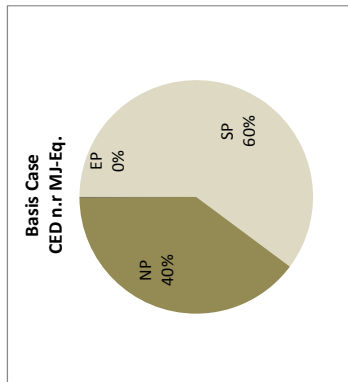
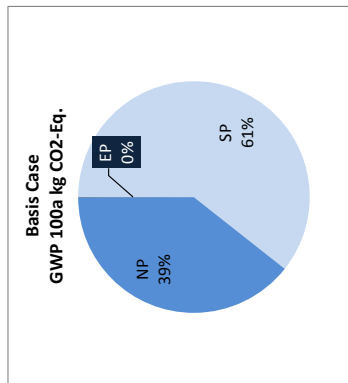
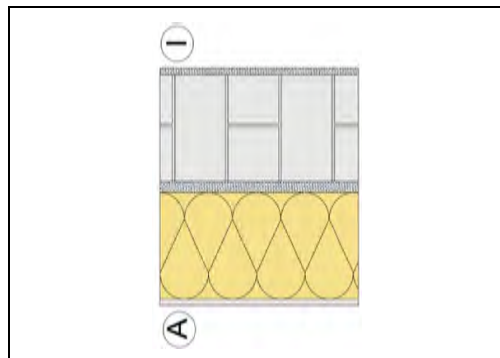


Bauteil-Nr.
<b>AW02_AD6_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1945</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	
2	Druckspannungsbeton	0,010			24,0	33	42	62	30	30	60	t.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	MW-W Mineralwolle Glas	0,240	0,040	6,000	2800	37	47	66	30	30	60	t.	0%	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
4	Rückwand - Aluminiumblech	0,002	0,600	0,003	5,6	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,250	0,680	0,368	Bestand	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	27							t.										
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt			MI - Gesamt			MI - Gesamt			MI - Gesamt			MI - Gesamt				
Wärmeübergangswiderstand Innen						75,6			75,6			75,6			75,6			75,6				
Ziel U-Wert [W/m²K]						20,4			20,4			20,4			20,4			20,4				
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,75			1,75			1,75			1,75			1,75				



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkommen	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	61%	39%	0%	965,6	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,0	114,3
WoC	61%	39%	0%	965,8	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,0	114,3
BeC	64%	36%	0%	916,8	65%	35%	0%	63%	37%	0%	2256,4	94,6



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1945 und 1968**

<b>AW 03</b>				
Mauerziegel gelocht mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Mauerziegel gelocht R=1600	38,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,31	W/m²K		

**Möglichkeiten der thermischen Sanierung**

AW 03_AD1			AW 03_AD2			AW03_AD3		
Silikatputz	0,2	cm	Putzsystem	0,5	cm	Silikatputz	0,2	cm
Klebspachtel	0,2	cm	WF-PT Holzfaserplatte 190 kg/m³	10,0	cm	Klebspachtel	0,2	cm
MW-PT Mineralwolle 100 kg/m³	22,0	cm	WF-W Holzfaserplatte 55 kg/m³ zw. Holzlatten	14,0	cm	EPS F Plus 18 kg/m³	18,0	cm
Haftmörtel	1,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	Haftmörtel	1,0	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	Mauerziegel gelocht	38,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
Mauerziegel gelocht	38,0	cm	Kalkzementputz	1,5	cm	Mauerziegel gelocht	38,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm				Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K	

**Generell:**

- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Durchfeuchtetes Mauerwerk (z.B.: durch aufsteigende Feuchte im Sockelbereich oder defekte Regenableitung) ist in Abhängigkeit des gewählten Dämmsystems speziell zu betrachten. Die Hinzunahme eines Fachmannes zur Mauerwerksdiagnostik kann im Besonderen empfohlen werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 03\_AD1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 03\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Dämmsystem ist besonders gut geeignet für Gebäude ohne besondere Brandschutzanforderungen im Fassadenbereich. Bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen ist der Einsatz im Einzelfall zu prüfen.



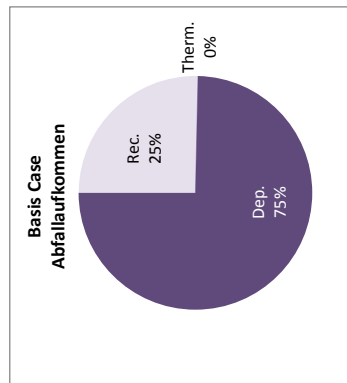
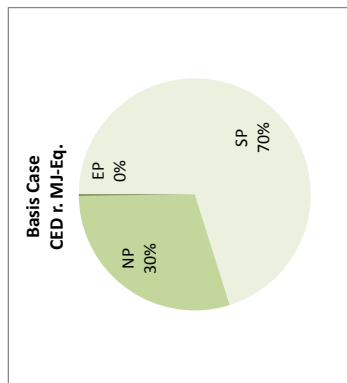
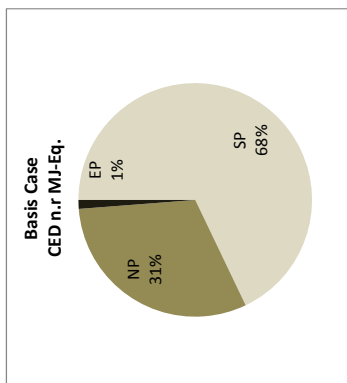
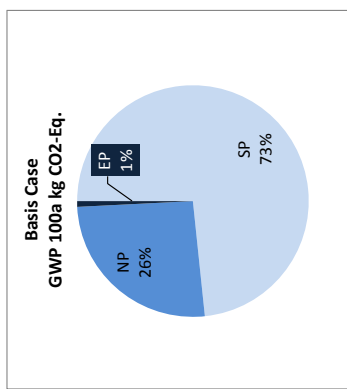
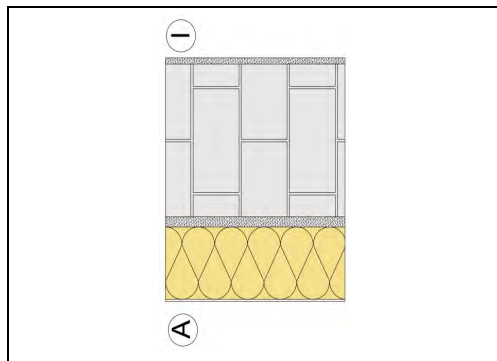
### **Möglichkeiten und Grenzen AW 03\_AD3**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.

Bauteil-Nr.
<b>AW03_AD1</b>
Altersklasse
<b>1945 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-PT 10	0,220	0,036	6,111	100	22	28	37	53	n.l.	33	43	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	n.l.	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,380	0,680	0,559	Bestand	77	77	103	150	TW	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	2,7	55	58	80	l.	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04	MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	MI - Gesamt															
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,15	MI - Gesamt															
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,31	MI - Gesamt															

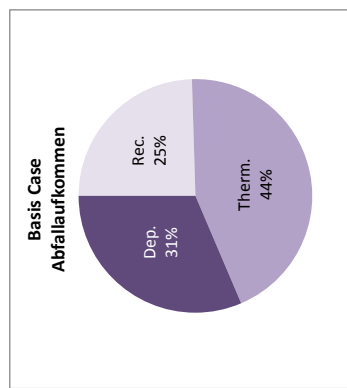
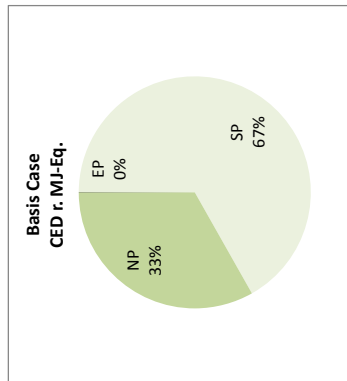
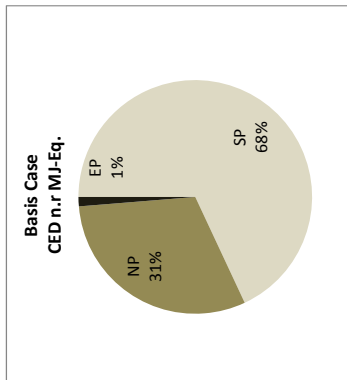
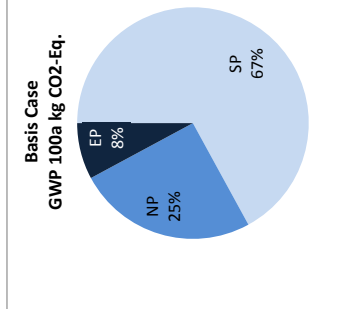
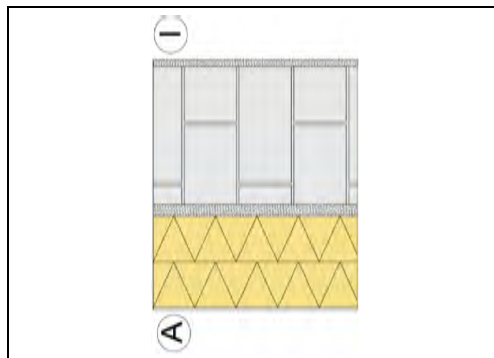


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]	
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]						[MJ-Eq.]
		73%	26%	1%	68%	31%	1%	68%	31%	1%	1070,6	BaC	75%	25%	0%	90,2
		63%	37%	1%	56%	42%	1%	1289,4	WoC	41%	87%	13%	39%	0%	104,2	
		89%	10%	1%	86%	12%	1%	843,6	BeC	12%	61%	0%	0%	0%	75,5	

Bauteil-Nr.
<b>AW03_AD2</b>
Altersklasse
<b>1945 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Dep.			Rec.			Therm.
1	Putzsystem (WDVS-Holz)	0,005	1,400	0,004	2000	10	33	43	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	WF-PT Holzfaserplatte 15	0,100	0,047	2,128	190	19	40	60	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	10%	0%	0%	20%	80%
3	WF-W Holzfaserplatte 5	0,140	0,042	3,333	55	7,7	40	60	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	10%	0%	0%	20%	80%
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%
5	Mauerziegel gelocht (R=1)	0,380	0,680	0,559	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%
6	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	27	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04	MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	[kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,16	[kg/m²]															
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,31	82,6															



GWP	100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	EP [%]	NP [%]	SP [%]	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
		[%]	[kgCO2-Eq.]	BaC	WoC	BeC	BaC									
BaC	67%	8%	64,0	67%	1%	999,3	337,2	0%	33%	33%	31%	31%	25%	44%	82,6	
WoC	57%	7%	75,5	57%	1%	1201,6	410,3	0%	45%	45%	34%	34%	14%	52%	95,0	
BeC	82%	10%	52,4	86%	2%	789,0	260,8	0%	14%	14%	28%	28%	36%	36%	69,7	

Bauteil-Nr.
<b>AW03_AD3</b>
Altersklasse
<b>1945 - 1968</b>

Basis Case (BaC)  
Worst Case (WoC)  
Best Case (BeC)

mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

Treibhauspotential  
nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

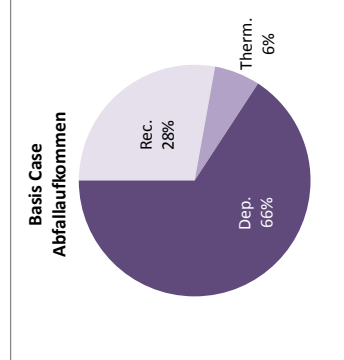
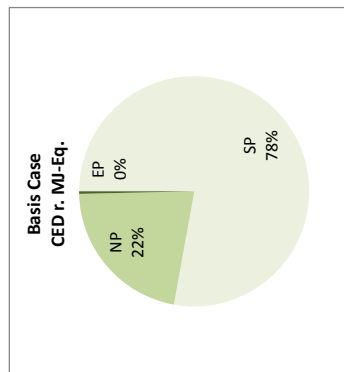
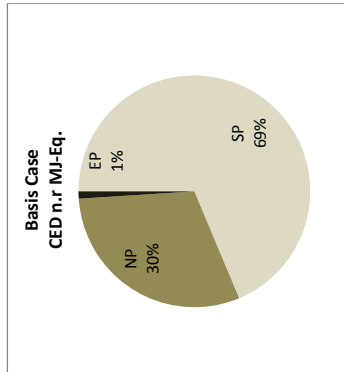
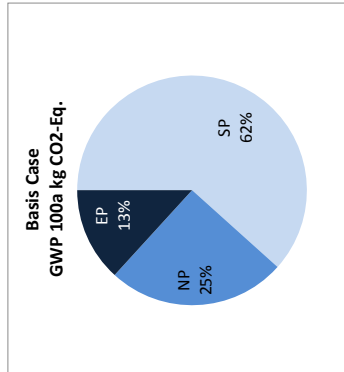
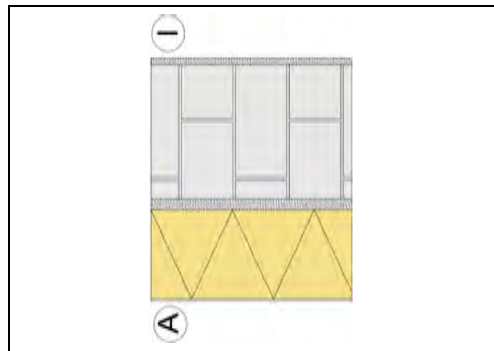
n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer

50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case							
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Lebensdauer/Nutzungsdauer			Lebensdauer/Nutzungsdauer			Lebensdauer/Nutzungsdauer			Lebensdauer/Nutzungsdauer				
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (V)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,180	0,034	5,294	18	3,24	33	50	n.l.	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	20%	0%	0%	40%	0%	60%	0%	0%	60%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	n.l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	Bestand	28	45	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	70%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,380	0,680	0,559	Bestand	Bestand	77	103	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	70%	0%	0%	90%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Kalkzementputz (Innenr.)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	30%	0%	70%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						M1 - Gesamt																				
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13			[kg/m²]																	
Ziel U-Wert						0,16			[kg/m²]																	
U-Wert Bestand						1,31			[kg/m²]																	



GWP	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Best Case							
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]					
100a	62%	25%	13%	69%	30%	1%	901,3	78%	22%	0%	24,2	66%	28%	6%	61,8
BaC	50%	36%	13%	57%	42%	1%	1081,0	68%	32%	0%	27,6	72%	19%	9%	69,5
WoC	78%	9%	13%	87%	12%	1%	714,2	91%	8%	0%	20,6	58%	38%	4%	53,7
BeC															



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1945 und 1968**

<b>AW 03</b>				
Mauerziegel gelocht mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Mauerziegel gelocht R=1600	38,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,31	W/m²K		

**Möglichkeiten der thermischen Sanierung**

AW 03_AD4_ST		AW 03_AD5_ST		AW03_AD6_PV Kaltfass.	
Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7 cm	Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0 cm	PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2 cm
Kalkzementputz	2,5 cm	MW-WF Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Holzstaffeln	12,0 cm	Hinterlüftung	10,0 cm
Mauerziegel gelocht	38,0 cm	Kalkzementputz	2,5 cm	Diffusionsoffene Folie	0,02 cm
Kalkzementputz	1,5 cm	Mauerziegel gelocht	38,0 cm	MW-WF Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0 cm
		Kalkzementputz	1,5 cm	Kalkzementputz	2,5 cm
				Mauerziegel gelocht	38,0 cm
				Kalkzementputz	1,5 cm

**Möglichkeiten und Grenzen AW 03\_AD4\_ST**

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Im Allgemeinen ist mit keinem schädlichem Kondensatanfall zu rechnen. Bei eventueller Baufeuchte durch teilweise Erneuerung von Mauerwerk oder Verputz, bei sehr signifikanter Erhöhung der Dämmdicken oder hoher Feuchtigkeitsbelastung aus dem Rauminneren ist eine spezifische bauphysikalische Betrachtung erforderlich.

**Möglichkeiten und Grenzen AW 03\_AD5\_ST**

- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.

**Möglichkeiten und Grenzen AW03\_AD6\_PV Kaltfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerkslasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.

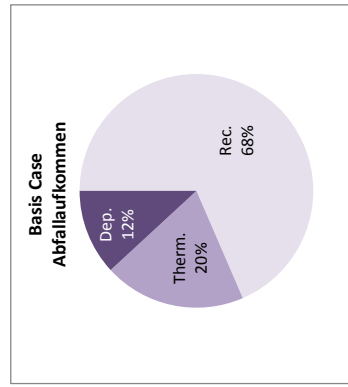
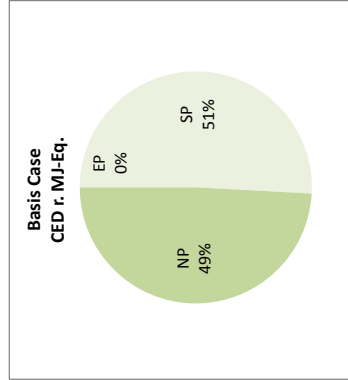
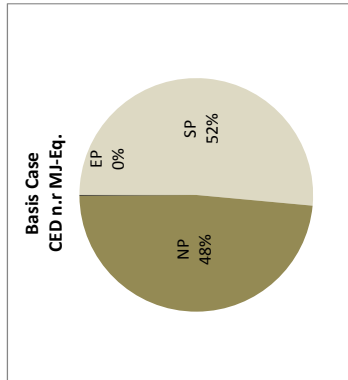
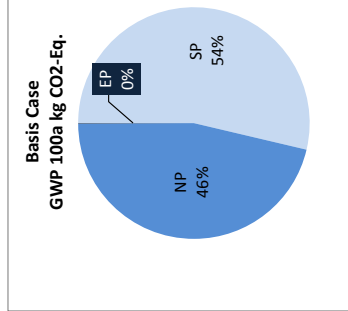
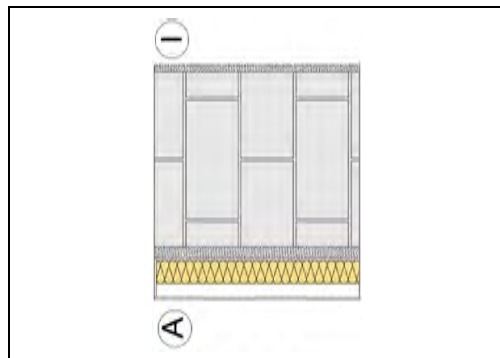


Bauteil-Nr.
<b>AW03_AD4_ST</b>
Altersklasse
<b>1945 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
							Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case		
1	Flachkollektor mit Alurah	0,087				32	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%	
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	77	103	n.l.	0%	50%	0%	0%	60%	0%	40%	30%	70%	0%
3	Mauerziegel gelocht (R=1)	0,380	0,680	0,559	Bestand	77	77	103	150	77	103	TW	50%	50%	0%	70%	0%	30%	10%	90%	0%	0%
4	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	55	58	l.	50%	50%	0%	60%	0%	40%	30%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen							MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen							59		[kg/m²]													
Ziel U-Wert [W/m²K]							1,0															
U-Wert Bestand [W/m²K]							60,0															



GWP	100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
		SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	54%	46%	0%	0%	51%	48%	0%	BaC	3110,8
WoC	54%	46%	0%	0%	51%	48%	0%	WoC	3112,1
BeC	54%	46%	0%	0%	51%	48%	0%	BeC	3111,0

Bauteil-Nr.
<b>AW03_AD5_ST</b>
Altersklasse
<b>1945 - 1968</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

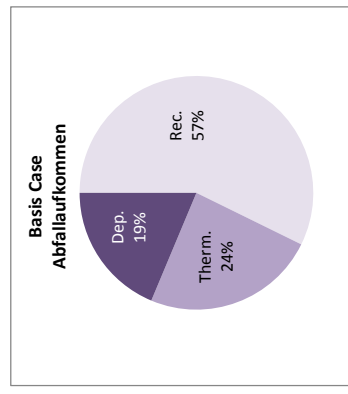
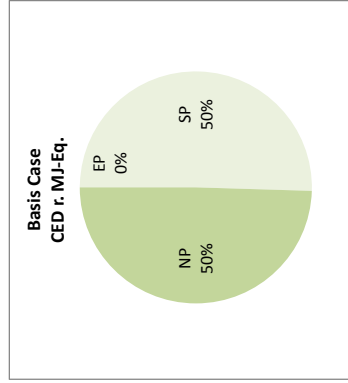
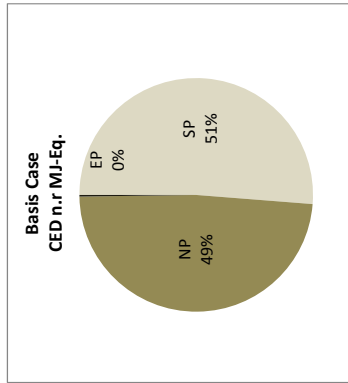
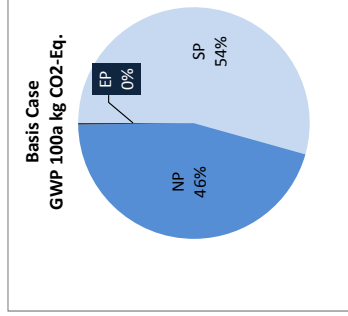
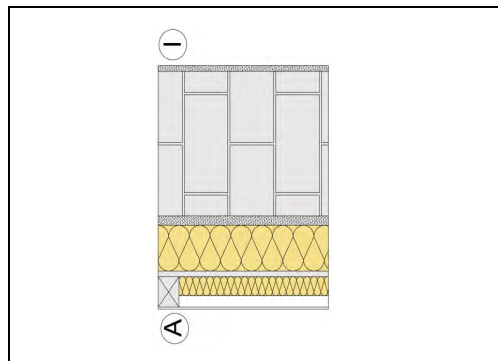
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer				LD-Lösbarkeit		Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
		Min	Mittel	Max	Max	Min	Mittel		Max	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	
		[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		[a]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	
1	Flachkollektor mit Holzra	0,085				25	25	25	25	25	25	25	0%	72%	28%	0%	72%	28%	
2	Rückwand - OSB 610 kg/m	0,015	9,2	30	55	25	25	50	25	25	50	0%	0%	100%	0%	0%	40%	60%	
3	Mineralwolle MW-W zw.	0,120	12	33	62	25	25	50	25	25	50	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	28	45	55	77	103	150	77	103	150	50%	50%	0%	30%	70%	0%	0%	
5	Mauerziegel gelocht (R=	0,380	77	103	150	77	103	150	77	103	150	50%	50%	0%	10%	90%	0%	0%	
6	Kalkzementputz (Innenra	0,015	27	55	80	55	58	80	55	58	80	50%	50%	0%	30%	70%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub>		[mK/W]		0,04		MI - SP		[kg/m <sup>2</sup> ]		0,13		MI - NP		[kg/m <sup>2</sup> ]		1,31	
Wärmeübergangswiderstand Innen		λ		[W/mK]		0,130		MI - Gesamt		[kg/m <sup>2</sup> ]		96,7		Ziel U-Wert		[W/m <sup>2</sup> K]			
U-Wert Bestand		U-Wert		[W/m <sup>2</sup> K]		22,2		U-Wert Bestand		[W/m <sup>2</sup> K]		1,31							



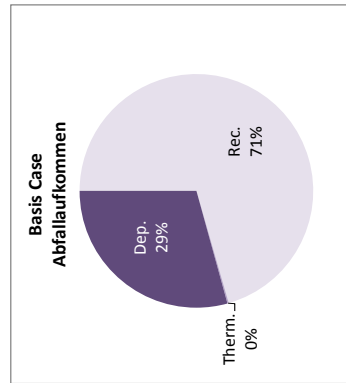
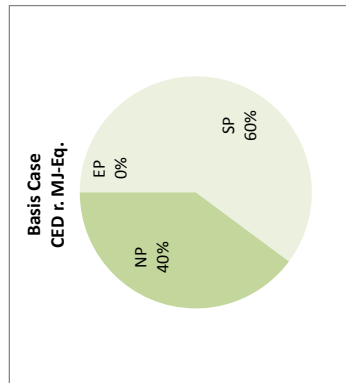
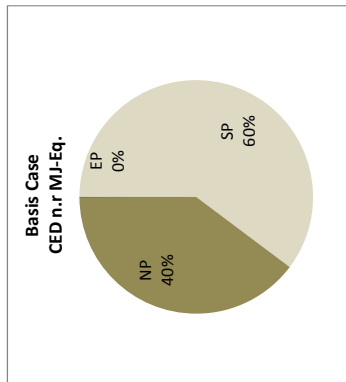
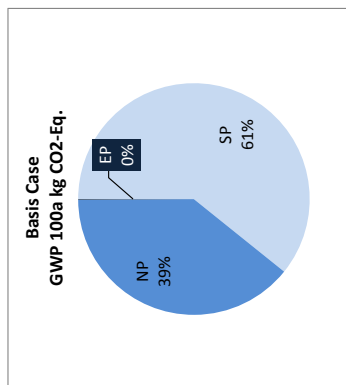
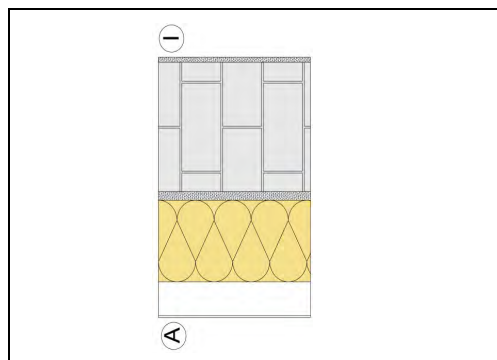
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					54%	45%	0%	184,1	51%	49%	0%	50%	50%	0%	886,1	19%	57%	24%
					54%	45%	0%	184,3	51%	49%	0%	50%	50%	0%	886,1	31%	42%	27%
					62%	38%	0%	161,2	64%	36%	0%	71%	29%	0%	631,1	8%	72%	20%

Bauteil-Nr.	
<b>AW03_AD6_PV_Kalt</b>	
Altersklasse	
<b>1945 - 1968</b>	

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Hinterlüftung	0,100																					
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,420	0,001	334	31	40	60	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	80%	
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	0,045	5,333	100	33	42	62	30	60	60	t.	0%	100%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,380	0,680	0,559	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen					0,04	MI - SP		70,1	MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen					0,13	MI - NP		16,8	86,9														
Ziel U-Wert [W/m²K]																							
U-Wert Bestand [W/m²K]					1,31																		



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r.			Abfallaufkom.	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	61%	39%	0%	764,2	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,6	105,2
WoC	61%	39%	0%	764,3	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,6	105,2
BeC	63%	37%	0%	739,9	64%	36%	0%	62%	38%	0%	1866,0	89,1



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1945 und 1968**

<b>AW 03</b>				
Mauerziegel gelocht mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Mauerziegel gelocht R=1600	38,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,31	W/m²K		

**Möglichkeiten der thermischen Sanierung**

AW 03_AD7_PV Warmfass.									
PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm							
Druck-entspannungsebene	1,0	cm							
MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm							
Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm							
Kalkzementputz	2,5	cm							
Mauerziegel gelocht	38,0	cm							
Kalkzementputz	1,5	cm							

**Möglichkeiten und Grenzen AW 03\_AD7\_PV Warmfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

Bauteil-Nr.
<b>AW03_AD7_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>1945 - 1968</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

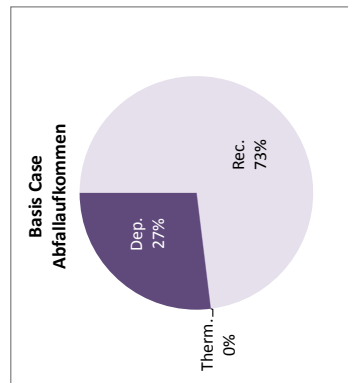
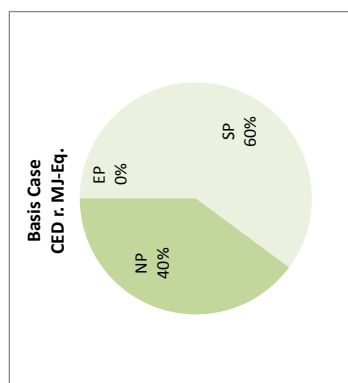
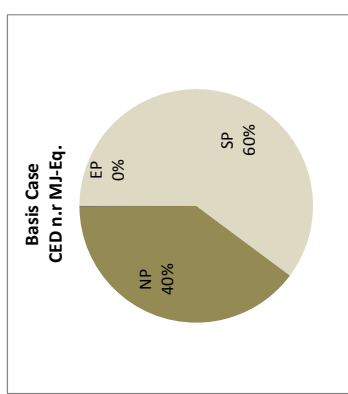
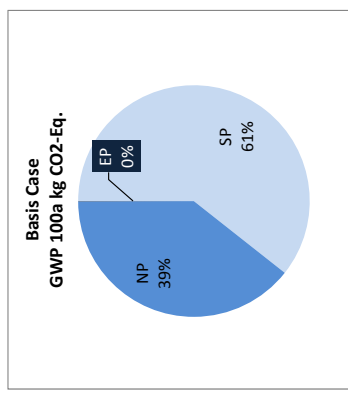
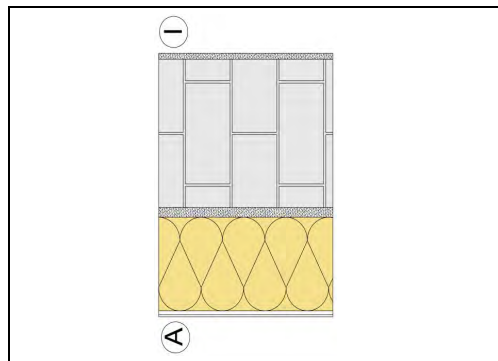
SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
							Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004				19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Druckspannungsbeton	0,010			100	24,0	33	42	30	30	60	n.l.	t.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	MW-W Mineralwolle Glas	0,240		6,000	2800	5,6	37	47	66	60	60	n.l.	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
4	Rückwand - Aluminiumblech	0,002		0,003	Bestand		28	45	55	103	150	n.l.	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	60%	0%	0%	70%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025		0,018	Bestand		77	103	150	103	150	TW	t.	50%	50%	0%	0%	30%	0%	0%	70%	0%	0%	90%	0%	0%
6	Mauerziegel gelocht (R=)	0,380		0,559	1800	27	55	58	80	58	80	l.	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	60%	0%	0%	70%	0%	0%
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015		0,015	1800	27	55	58	80	58	80	l.	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	60%	0%	0%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen							MI - Gesamt			MI - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen							75,6			75,6																
Ziel U-Wert [W/m²K]							0,13			0,13																
U-Wert Bestand [W/m²K]							1,31			1,31																



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufk. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					61%	39%	0%	965,6	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,0	114,3	114,3	
					61%	39%	0%	965,8	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,0	114,3	114,3	
					64%	36%	0%	916,8	65%	35%	0%	63%	37%	0%	2256,4	94,6	94,6	



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten ab 1949-1978**

<b>AW 04</b>				
30 cm Hochlochziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Hochlochziegel R=1200	30,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,25	W/m²K		

<b>Sanierungsvarianten</b>											
AW 04_AD1				AW 04_AD2				AW 04_AD3			
Silikatputz	0,2	cm		Putzsystem	0,5	cm		Silikatputz	0,2	cm	
Klebespachtel	0,2	cm		WF-PT Holzfaserplatte 190 kg/m³	10,0	cm		Klebespachtel	0,2	cm	
MW-PT Mineralwolle 100 kg/m³	20,0	cm		WF-W Holzfaserplatte 55 kg/m³ zw. Holzlatten	14,0	cm		EPS F Plus 18 kg/m³	18,0	cm	
Haftmörtel	1,0	cm		Kalkzementputz	2,5	cm		Haftmörtel	1,0	cm	
Kalkzementputz	2,5	cm		Hochlochziegel R=1200	30,0	cm		Kalkzementputz	2,5	cm	
Hochlochziegel R=1200	30,0	cm		Kalkzementputz	1,5	cm		Hochlochziegel R=1200	30,0	cm	
Kalkzementputz	1,5	cm						Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert nach Sanierung			0,16 W/m²K	U-Wert nach Sanierung			0,16 W/m²K	U-Wert nach Sanierung			0,16 W/m²K

**Generell:**

- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Durchfeuchtetes Mauerwerk (z.B.: durch aufsteigende Feuchte im Sockelbereich oder defekte Regenableitung) ist in Abhängigkeit des gewählten Dämmsystems speziell zu betrachten. Die Hinzunahme eines Fachmannes zur Mauerwerksdiagnostik kann im Besonderen empfohlen werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 04\_AD1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 04\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Dämmsystem ist besonders gut geeignet für Gebäude ohne besondere Brandschutzanforderungen im Fassadenbereich. Bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen ist der Einsatz im Einzelfall zu prüfen.



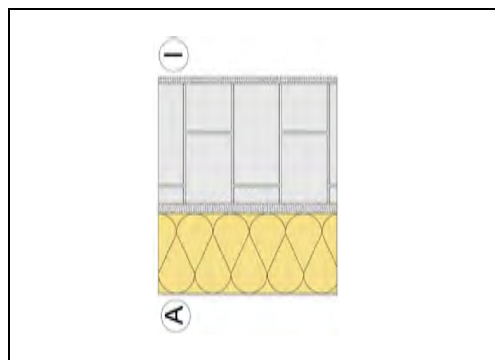
### **Grenzen und Möglichkeiten AW 04\_AD3**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.

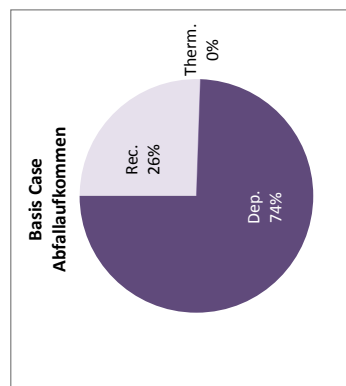
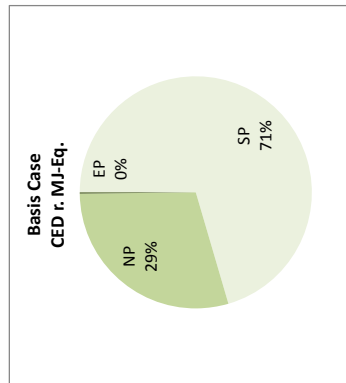
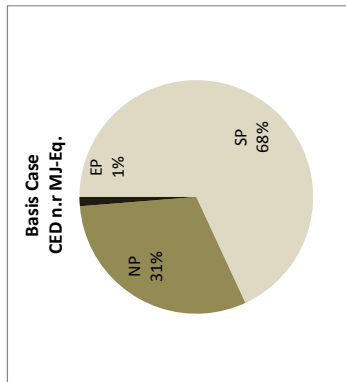
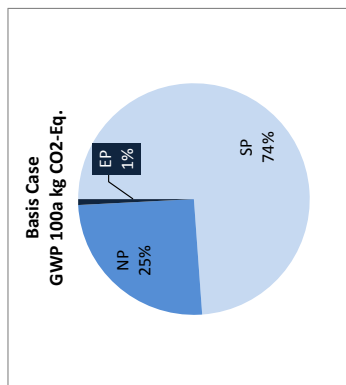
Bauteil-Nr.
<b>AW04_AD1</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung													
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	l.	n.l.	l.	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]		Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%		
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	n.t.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%		
3	Mineralwolle MW-PT 10	0,200	0,036	5,556	100	20	28	37	53	n.l.	n.l.	27	33	43	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%		
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	n.t.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%		
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand		28	45	55	n.l.	n.l.	77	103	150	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%		
6	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand		77	103	150	TW	t.	77	103	150	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%		
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	2,7	55	58	80	l.	l.	55	58	80	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen		0,04		MI - SP		66,7		MI - Gesamt																	
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13		MI - NP		20,5		87,2																	
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,16																							
U-Wert Bestand [W/m²K]		1,25																							



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. [kg]	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC						
					74%	25%	1%	65,7	BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC						
					63%	36%	1%	76,7												100,5
					89%	10%	1%	54,3												73,2

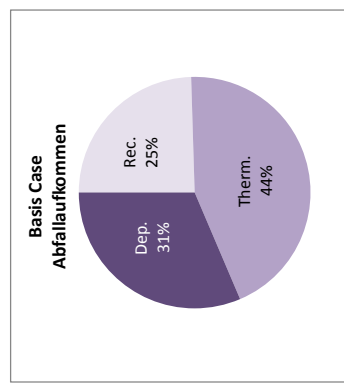
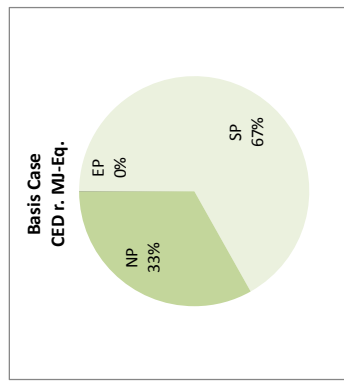
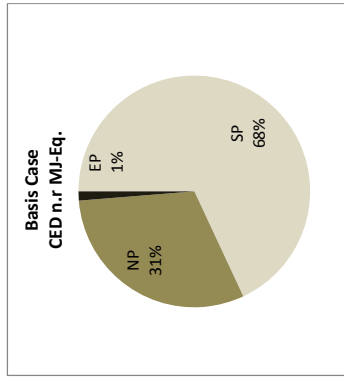
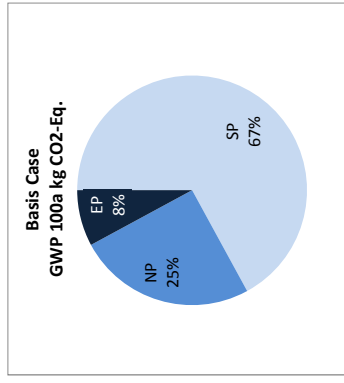
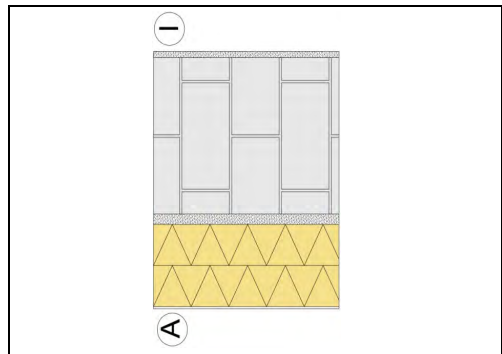


Bauteil-Nr.
<b>AW04_AD2</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CEd n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CEd r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			LD-Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	Putzsystem (WDVS-Holz)	0,005	1,400	0,004	2000	10	27	33	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	WF-PT Holzfaserplatte 1	0,100	0,047	2,128	190	19	25	33	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	0%	0%	20%	20%	80%
3	WF-W Holzfaserplatte 5	0,140	0,042	3,333	55	7,7	25	40	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	0%	20%	20%	80%	
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%
5	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%
6	Kalkzementputz (Innenr)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%
					Masse/Fläche [kg/m²]	Masse/Fläche [kg/m²]			Masse/Fläche [kg/m²]													
					Wärmeübergangswiderstand Außen	0,04			M1- SP													
					Wärmeübergangswiderstand Innen	0,13			M1- NP													
					Ziel U-Wert [W/m²K]	0,16																
					U-Wert Bestand [W/m²K]	1,25																
					M1- Gesamt [kg/m²]	63,7																
					U-Wert [kg/m²]	82,6																



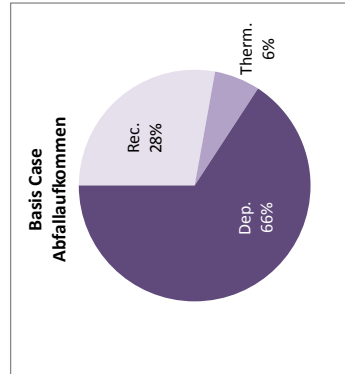
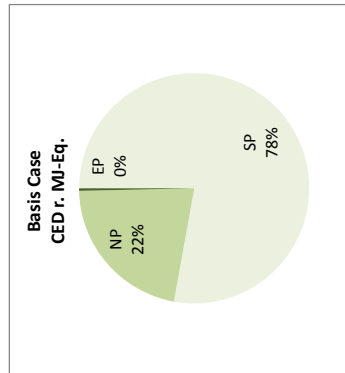
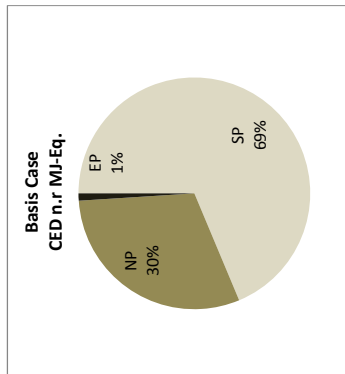
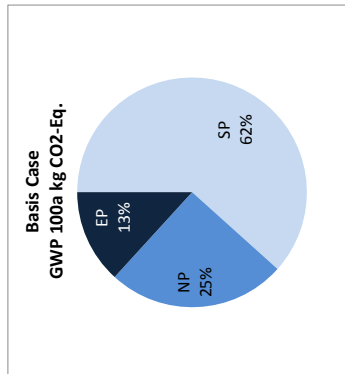
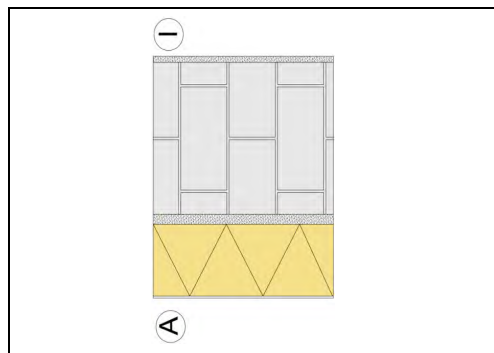
GWP	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			
100a	67%	25%	8%	68%	31%	1%	BaC	999,3	
BaC	57%	36%	7%	57%	42%	1%	WoC	1201,6	
BeC	82%	10%	9%	86%	12%	2%	BeC	789,0	
								Summe [MJ-Eq.]	
								BaC	337,2
								WoC	410,3
								BeC	260,8
								Summe [kg]	
								BaC	82,6
								WoC	95,0
								BeC	69,7

Bauteil-Nr.
<b>AW04_AD3</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Masse/Fläche [kg/m²]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Lösbarkeit	Min [a]		Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (V)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,180	0,034	5,294	18	3,24	33	38	50	n.l.	27	33	43	0%	0%	100%	0%	20%	0%	40%	0%	60%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	0,018	28	45	55	n.l.	77	103	150	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	0%	0%	
6	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand	0,600	77	103	150	TW	77	103	150	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenr.)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	55	58	80	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
					Wärmeübergangswiderstand Außen	M1- SP	49,94	M1- Gesamt															
					Wärmeübergangswiderstand Innen	M1- NP	0,13	[kg/m²]															
					Ziel U-Wert	M1- NP	0,16	[kg/m²]															
					U-Wert Bestand	[W/m²K]	1,25	[kg/m²]															



GWP	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe		
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]	Summe [kg]
GWP 100a	62%	25%	13%	69%	30%	1%	901,3	24,2	61,8	61,8
BaC	50%	36%	13%	57%	42%	1%	1081,0	27,6	69,5	69,5
WoC	78%	9%	13%	87%	12%	1%	714,2	20,6	53,7	53,7
BeC	62%	25%	13%	69%	30%	1%	901,3	24,2	61,8	61,8
WoC	50%	36%	13%	57%	42%	1%	1081,0	27,6	69,5	69,5
BeC	78%	9%	13%	87%	12%	1%	714,2	20,6	53,7	53,7



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten ab 1949-1978**

<b>AW 04</b>				
30 cm Hochlochziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Hochlochziegel R=1200	30,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,25	W/m²K		

<b>Sanierungsvarianten</b>						
AW 04_AD4_ST		AW 04_AD5_ST		AW 04_AD6_PV Kaltfass.		
Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm	Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0	cm	
Kalkzementputz	2,5	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Holzstaffeln	12,0	cm	
Hochlochziegel R=1200	30,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	
Kalkzementputz	1,5	cm	Hochlochziegel R=1200	30,0	cm	
				MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0	cm
			Kalkzementputz	1,5	cm	
				Kalkzementputz	2,5	cm
				Hochlochziegel R=1200	30,0	cm
				Kalkzementputz	1,5	cm

<b>Grenzen und Möglichkeiten AW 04_AD4_ST</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.</li> <li>Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.</li> <li>Im Allgemeinen ist mit keinem schädlichem Kondensatanfall zu rechnen. Bei eventueller Baufeuchte durch teilweise Erneuerung von Mauerwerk oder Verputz, bei sehr signifikanter Erhöhung der Dämmdicken oder hoher Feuchtigkeitsbelastung aus dem Rauminneren ist eine spezifische bauphysikalische Betrachtung erforderlich.</li> </ul>

<b>Grenzen und Möglichkeiten AW 04_AD5_ST</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).</li> <li>Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.</li> </ul>

**Grenzen und Möglichkeiten AW 04\_AD6\_PV Kaltfass.**

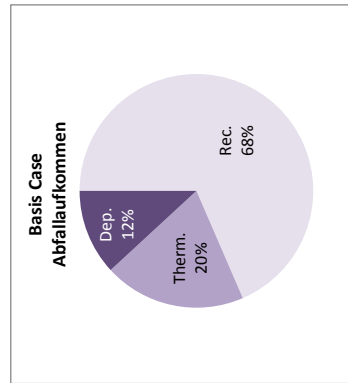
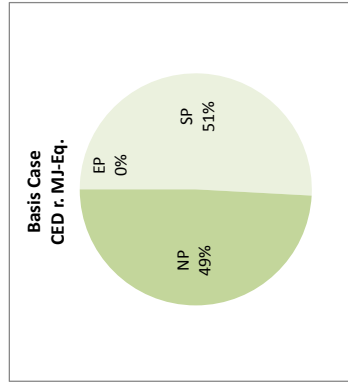
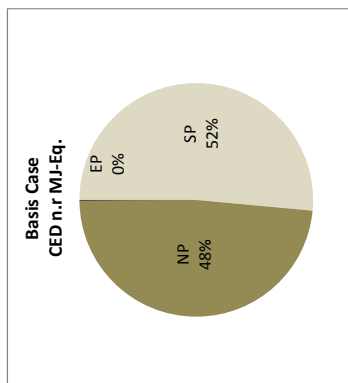
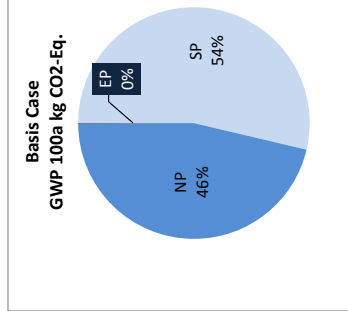
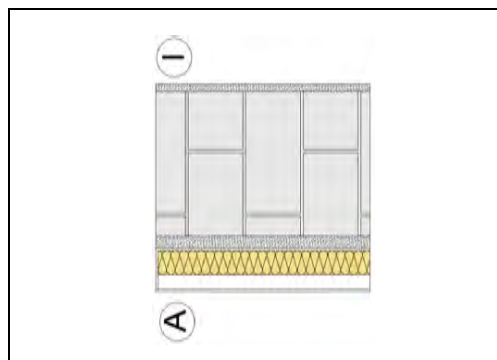
- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi SI-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerkslasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.

Bauteil-Nr.
<b>AW04_AD4_ST</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case																	
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min	Mittel	Max	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]															
1	Flachkollektor mit Alurah	0,087				32	25	25	25	25	25	l.	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%															
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	n.l.	n.l.	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	70%	70%	0%															
3	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand	77	77	103	150	TW	TW	t.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	70%	0%	90%	90%	0%															
4	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	l.	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	70%	70%	0%															
							MI - Gesamt [kg/m²]																																	
							59																																	
							MI - SP [kg/m²]																																	
							MI - NP [kg/m²]																																	
							1,0																																	
							U-Wert Bestand [W/m²K]																																	
							1,25																																	



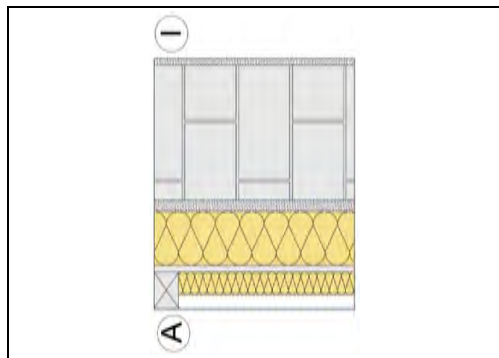
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]				
BaC	223,1	54%	46%	0%	54%	46%	0%	223,1	51%	48%	0%	51%	49%	0%	500,8	69%	20%	91,0
WoC	223,2	54%	46%	0%	54%	46%	0%	223,2	51%	48%	0%	51%	49%	0%	500,8	66%	20%	91,0
BeC	223,1	54%	46%	0%	54%	46%	0%	223,1	51%	48%	0%	51%	49%	0%	500,8	71%	20%	91,0

Bauteil-Nr.
<b>AW04_AD5_ST</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1978</b>

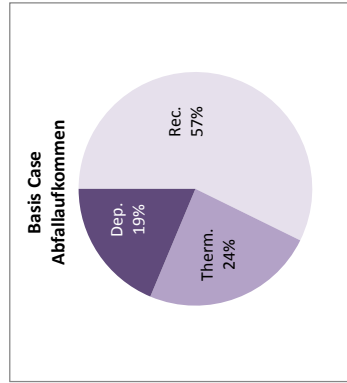
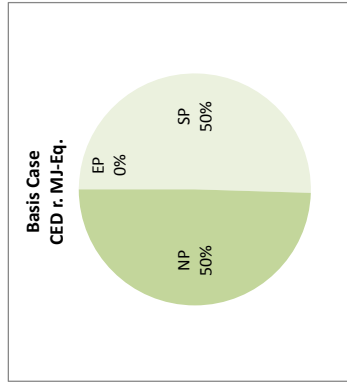
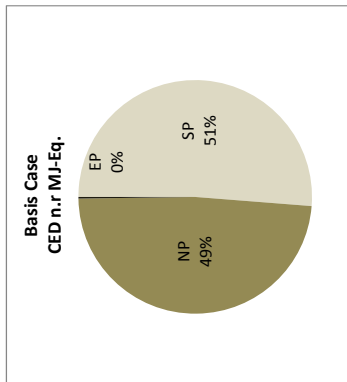
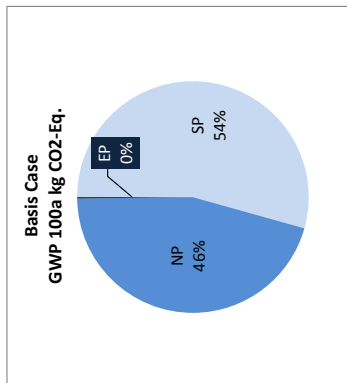
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case
1	Flachkollektor mit Holzra	0,085	0,130	0,115	26,4	25	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Rückwand - OSB 610 kg/m³	0,015	0,130	0,115	9,2	30	42	55	25	25	50	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%
3	Mineralwolle MW-W zw.	0,120	0,045	2,667	12	33	42	62	77	25	50	50	t.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
5	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand	77	103	150	77	103	150	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%
6	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	27	55	58	80	55	58	80	80	t.	50%	50%	0%	60%	0%	40%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP			MI - Gesamt													
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13			74,6													
Ziel U-Wert [W/m²K]						1,25			22,2													
U-Wert Bestand [W/m²K]									96,7													



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



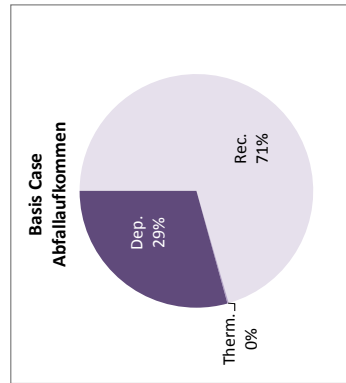
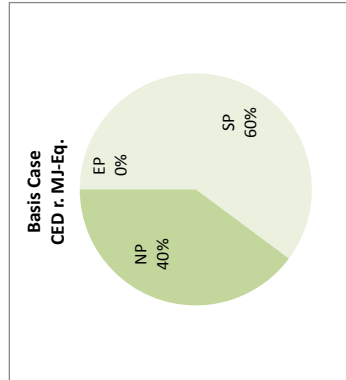
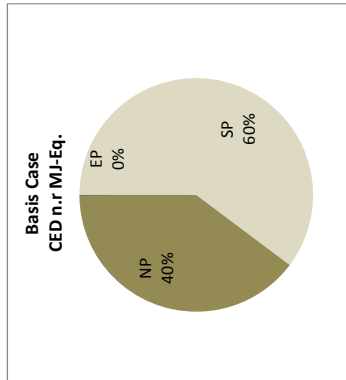
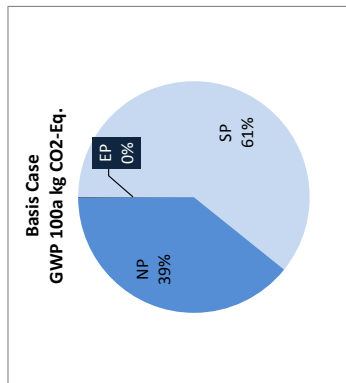
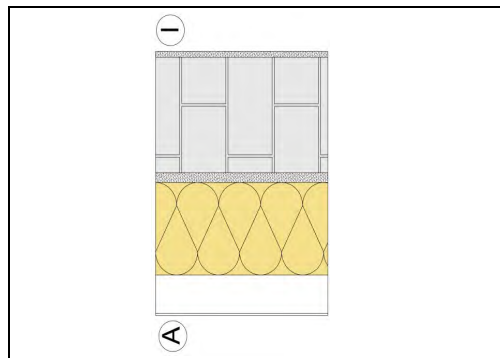
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					54%	45%	0%	184,1	51%	49%	0%	50%	50%	0%	886,1	19%	57%	122,1
					60%	40%	0%	166,4	61%	39%	0%	54%	46%	0%	832,5	23%	47%	110,1
					62%	38%	0%	161,2	64%	36%	0%	71%	29%	0%	631,1	8%	72%	101,0

Bauteil-Nr.	
<b>AW04_AD6_PV_Kalt</b>	
Altersklasse	
<b>1949 - 1978</b>	

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%
2	Hinterlüftung	0,100																				
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,420	0,001	334	31	40	60	30	30	60	t.	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	20%	80%	0%
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	0,045	5,333	100	33	42	62	30	60	60	t.	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%	0%
6	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	30%	0%	10%	90%	0%	0%
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%	0%
					MI - SP	70,1	MI - Gesamt															
					MI - SP		[kg/m²]															
					MI - NP	16,8	86,9															
					MI - NP		[kg/m²]															
					Ziel U-Wert	1,25	[W/m²K]															
					U-Wert Bestand		[W/m²K]															



GWP	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
100a	61%	39%	0%	764,2	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,6	105,2
BaC	61%	39%	0%	764,3	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,6	105,2
WoC	61%	39%	0%	739,9	64%	36%	0%	62%	38%	0%	1866,0	89,1
BeC	63%	37%	0%	739,9	64%	36%	0%	62%	38%	0%	1866,0	89,1



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten ab 1949-1978**

<b>AW 04</b>				
30 cm Hochlochziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Hochlochziegel R=1200	30,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	1,25	W/m²K		

**Sanierungsvarianten**

AW 04_AD7_PV Warmfass.									
PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm							
Druck-entspannungsebene	1,0	cm							
MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm							
Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm							
Kalkzementputz	2,5	cm							
Hochlochziegel R=1200	30,0	cm							
Kalkzementputz	1,5	cm							

**Grenzen und Möglichkeiten AW 04\_AD7\_PV Warmfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

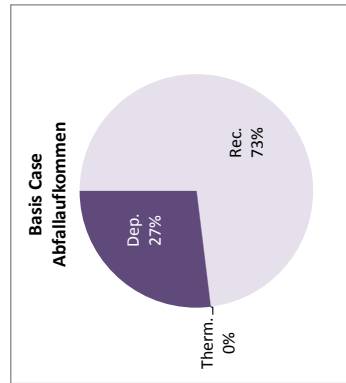
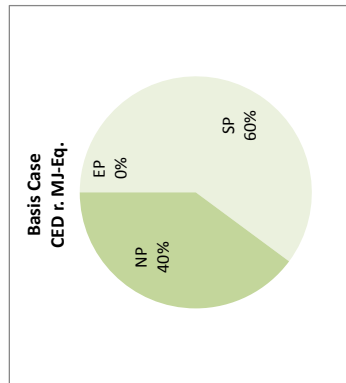
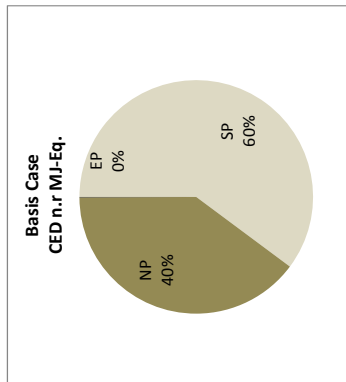
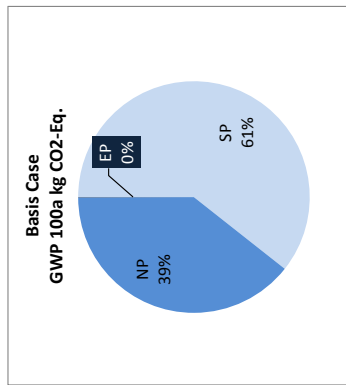
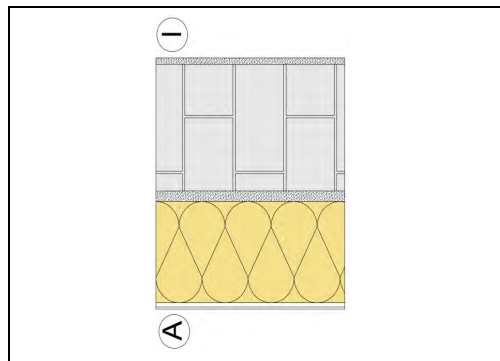


Bauteil-Nr.
<b>AW04_AD7_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	
2	Druckspannungseben	0,010																				
3	MW-W Mineralwolle Gla	0,240	0,040	6,000	24,0	33	42	62	30	30	60	t.	100%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	100%	0%	
4	Rückwand - Aluminiumb	0,002	0,600	0,003	5,6	37	47	66	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
6	HLZ (R=1200)	0,300	0,500	0,600	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	27	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt			MI - Gesamt													
Wärmeübergangswiderstand Innen						75,6			75,6													
Ziel U-Wert [W/m²K]						20,4			20,4													
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,25			1,25													



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufk.	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					61%	39%	0%	965,6	60%	40%	0%	15707,2	60%	40%	0%	2349,0
					61%	39%	0%	965,8	60%	40%	0%	15710,6	60%	40%	0%	2349,0
					64%	36%	0%	916,8	65%	35%	0%	14553,6	63%	37%	0%	2256,4



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1969 und 1978**

<b>AW 05</b>				
25 cm Hochlochziegel mit hinterlüfteter Vorhangfassade	Faserzementplatten	0,0	cm	
	Querlattung	3,0	cm	
	Mineralwolle zw. Längslattung	5,0	cm	
	Hochlochziegel R=1200	25,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	0,56		W/m²K	

<b>Sanierungsvarianten</b>					
AW 05_AD1		AW 05_AD2_ST		AW 05_AD3_ST	
Faserzementplatten (Befestigung mittels Systemaufhängung des Herstellers)	0,3	cm	Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm
Hinterlüftung	3,0	cm	Hochlochziegel R=1200	25,0	cm
Diffusionsoffene Folie	0,02	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
MW-W Mineralwolle 23 kg/m³	20,0	cm			
Hochlochziegel R=1200	25,0	cm			
Kalkzementputz	1,5	cm			
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K				

**Generell:**

- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Durchfeuchtetes Mauerwerk (z.B.: durch aufsteigende Feuchte im Sockelbereich oder defekte Regenableitung) ist in Abhängigkeit des gewählten Dämmsystems speziell zu betrachten. Die Hinzunahme eines Fachmannes zur Mauerwerksdiagnostik kann im Besonderen empfohlen werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 05\_AD1**

- Die Verwendung der hinterlüfteten Fassadenkonstruktion bietet sich vor allem für höhere Gebäude an, da eine größere Beanspruchung der Fassadenoberfläche durch Schlagregen erfolgt.
- Die Diffusionsoffenheit der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte nach außen.
- Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte der Fassadenplatte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen)
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht.



### Grenzen und Möglichkeiten AW 05\_AD2\_ST

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Im Allgemeinen ist mit keinem schädlichem Kondensatanfall zu rechnen. Bei eventueller Baufeuchte durch teilweise Erneuerung von Mauerwerk oder Verputz, bei sehr signifikanter Erhöhung der Dämmdicken oder hoher Feuchtigkeitsbelastung aus dem Rauminnen ist eine spezifische bauphysikalische Betrachtung erforderlich.

### Grenzen und Möglichkeiten AW 05\_AD3\_ST

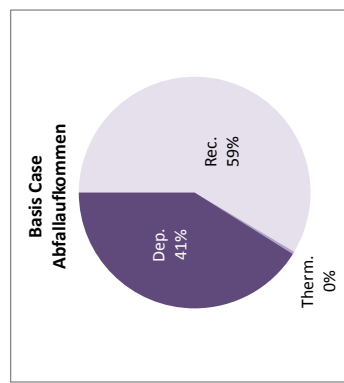
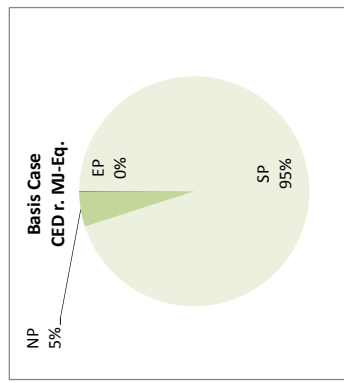
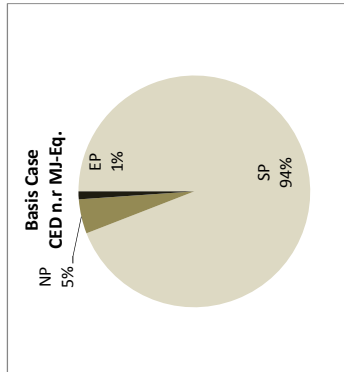
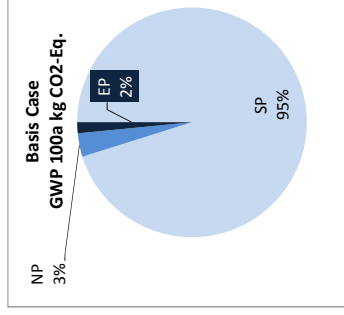
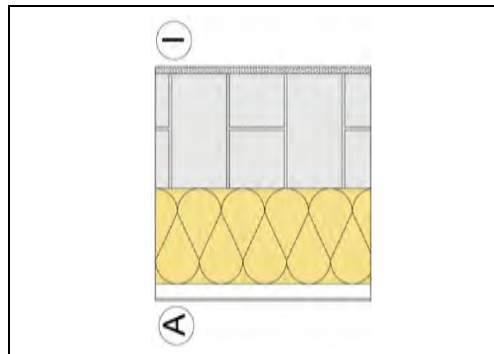
- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.

Bauteil-Nr.
<b>AW05_AD1</b>
Altersklasse
<b>1969 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CEd n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CEd r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			LD-Lösbarkeit				Worst Case			Basis Case			Best Case				
1	Faserzementplatte	0,003			2000	6	37	47	66	l.	37	47	66	t.	50%	0%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
2	Hinterlüftung	0,030												t.	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	80%
3	Diffusionsdichte Folie 35	0,000		0,001	358	0,1	31	40	60	n.l.	37	47	66	t.	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%
4	MW-WF Mineralwolle /	0,200	0,034	5,882	23	4,6	33	42	62	n.l.	37	47	66	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	HLZ (R=1200)	0,250	0,500	0,500	Bestand		77	103	150	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%
6	Kalkzementputz (Innenr)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen							M1 - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen							37,7																
Ziel U-Wert [W/m²K]							0,15																
U-Wert Bestand [W/m²K]							0,56																
U-Wert Bestand [kg/m²]							38,4																



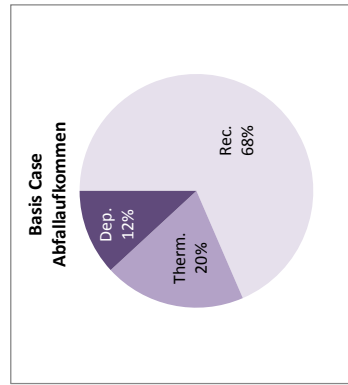
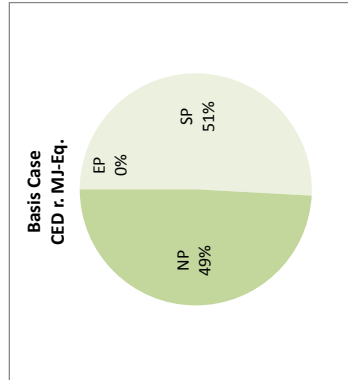
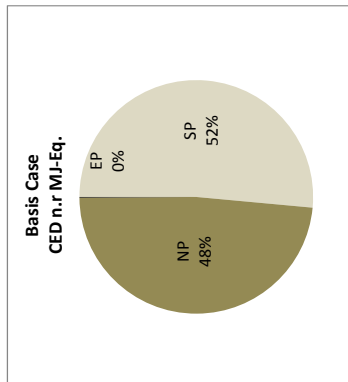
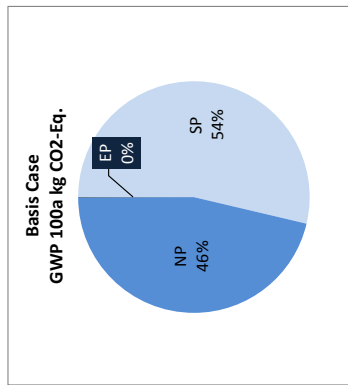
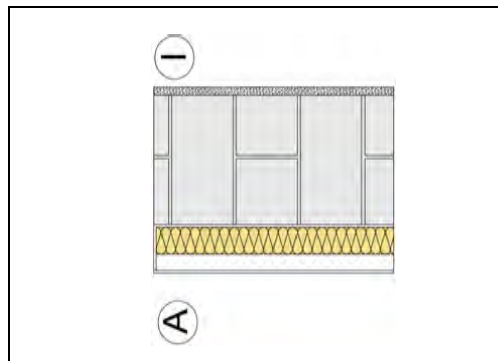
GWP 100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	95%	3%	2%	94%	5%	1%	BaC	45,8
WoC	83%	16%	2%	77%	22%	1%	WoC	55,8
BeC	99%	0%	1%	99%	0%	1%	BeC	43,5

Bauteil-Nr.
<b>AW05_AD2_ST</b>
Altersklasse
<b>1969 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
							Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.		
1	Flachkollektor mit Alurat	0,087	0,500	0,500	Bestand	32	25	25	25	25	25	l.	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%		
2	HLZ (R=1200)	0,250	1,000	0,015	1800	27	77	150	77	103	150	TW	t.	50%	50%	0%	70%	0%	30%	10%	90%	0%		
3	Kalkzementputz (Innenra)	0,015					55	80	55	58	80	l.	t.	50%	50%	0%	60%	0%	30%	70%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen										MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen										59														
Ziel U-Wert [W/m²K]																								
U-Wert Bestand [W/m²K]										1,0														
										0,56														

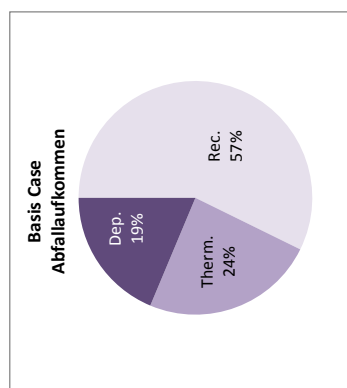
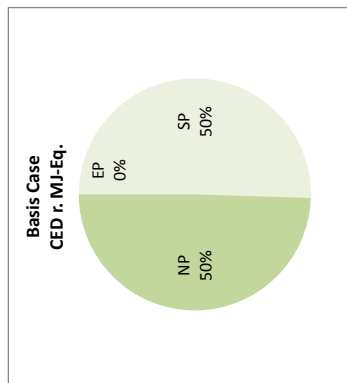
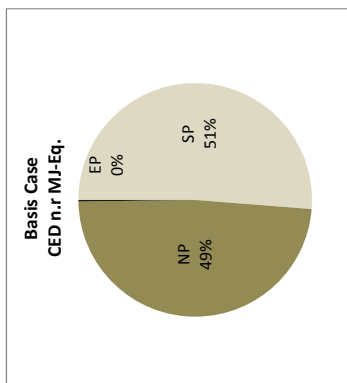
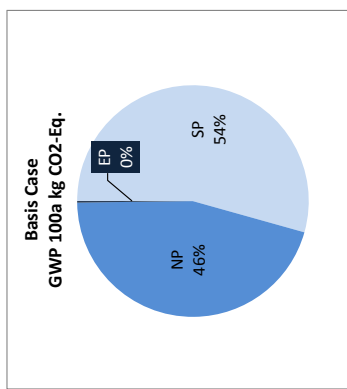
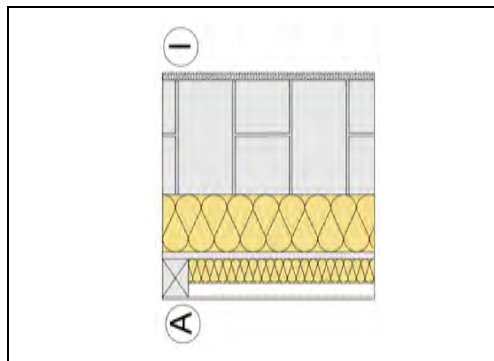


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r.			Abfallaufkom.	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	54%	46%	0%	223,1	51%	48%	0%	51%	49%	0%	BaC	500,8
WoC	54%	46%	0%	223,2	51%	48%	0%	51%	49%	0%	WoC	500,8
BeC	54%	46%	0%	223,2	51%	48%	0%	51%	49%	0%	BeC	500,8

Bauteil-Nr.
<b>AW05_AD3_ST</b>
Altersklasse
<b>1969 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

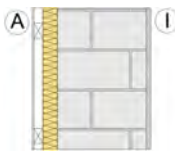
Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case
1	Flachkollektor mit Holzra	0,085			26,4	25	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Rückwand - OSB 610 kg/m³	0,015	0,130	0,115	610	30	42	55	25	25	50	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%
3	Mineralwolle MW-W zw.	0,120	0,045	2,667	100	33	42	62	25	25	50	50	t.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%
4	HLZ (R=1200)	0,250	0,500	0,500	Bestand	77	103	150	77	103	150	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%
5	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	1800	55	58	80	55	58	80	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP			MI - Gesamt													
Wärmeübergangswiderstand Innen						MI - NP																
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,13																
U-Wert Bestand [W/m²K]						0,56																



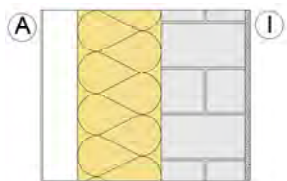

Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1969 und 1978**

AW 05			
25 cm Hochlochziegel mit hinterlüfteter Vorhangfassade	Faserzementplatten	0,0	cm
	Querlattung	3,0	cm
	Mineralwolle zw. Längslattung	5,0	cm
	Hochlochziegel R=1200	25,0	cm
	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,56		W/m²K



**Sanierungsvarianten**

AW 05_AD4_PV Kaltfass.			AW 05_AD5_PV Warmfass.		
					
PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2	cm	PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm
Hinterlüftung	10,0	cm	Druck-entspannungsebene	1,0	cm
Diffusionsoffene Folie	0,02	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm
MW-WF Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0	cm	Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm
Hochlochziegel R=1200	25,0	cm	Hochlochziegel R=1200	25,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm

**Grenzen und Möglichkeiten AW 05\_AD4\_PV Kaltfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi SI-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerkslasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.



### Grenzen und Möglichkeiten AW 05\_AD5\_PV Warmfass.

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi SI-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

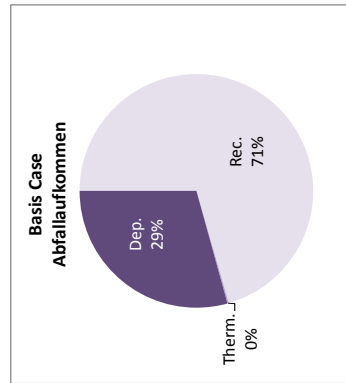
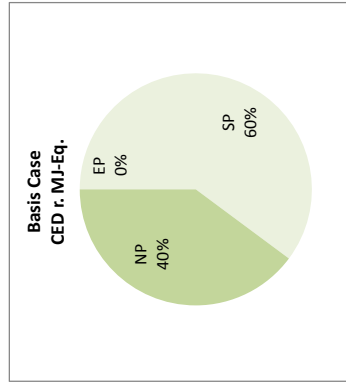
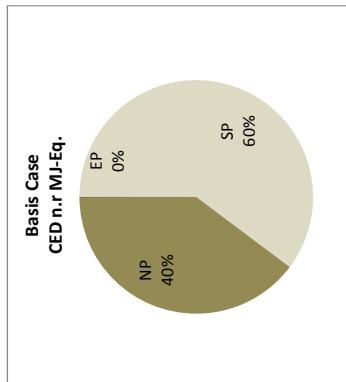
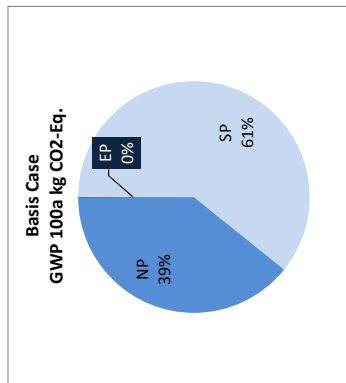
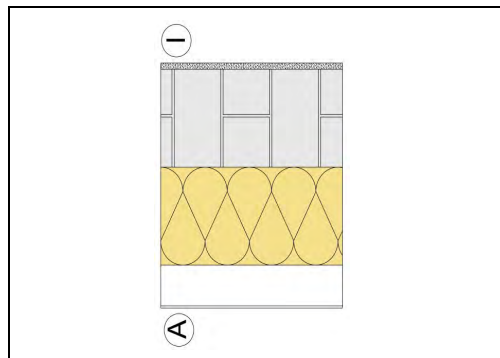


Bauteil-Nr.
<b>AW05_AD4_PV_Kalt</b>
Altersklasse
<b>1969 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			Lösbarekeit			LD-Lösbarekeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			LD-Lösbarekeit			Worst Case				Basis Case			Best Case							
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	l.	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Hinterlüftung	0,100			0,1	31	40	60	n.l.	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	80%
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000			0,24	33	42	62	n.l.	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240			Bestand	77	103	150	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	90%	0%	0%
5	HLZ (R=1200)	0,250			1800	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	50%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	70%	0%	0%
6	Kalkzementputz (Innenra)	0,015			70,1																					
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP						MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13						86,9														
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,56																				
U-Wert Bestand [W/m²K]																										



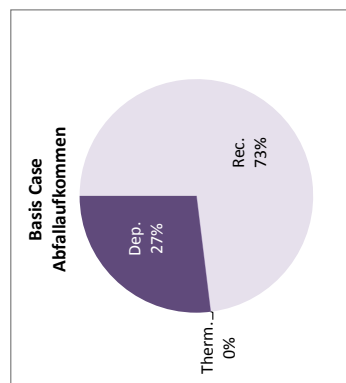
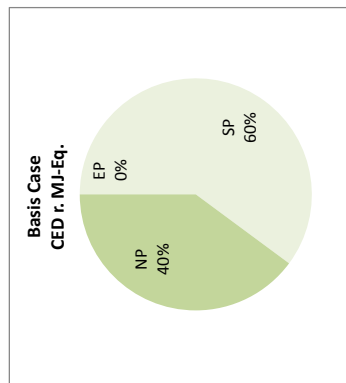
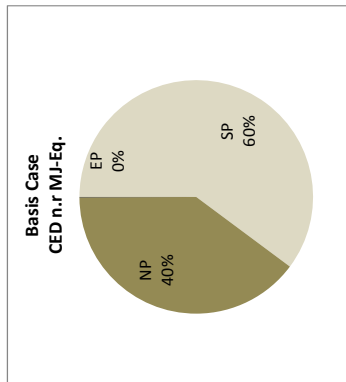
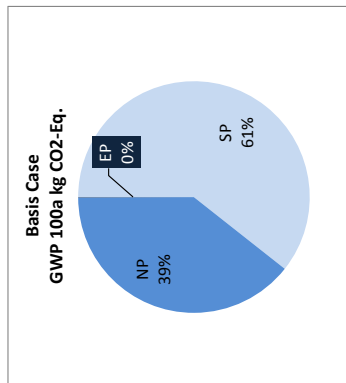
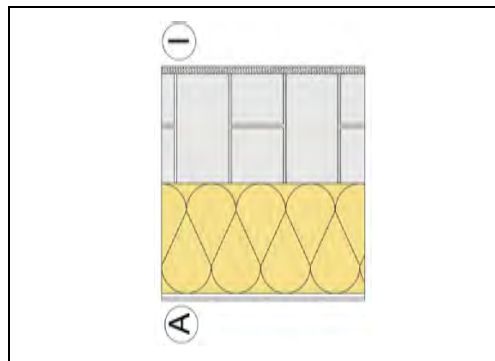
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [t]	Summe [MJ-Eq.]	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.			Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC							BaC	WoC	BeC	
					61%	39%	0%	764,2	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,6	0%	40%	0%	1937,6	29%	71%	0%	105,2	
					61%	39%	0%	764,3	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,6	0%	40%	0%	1937,6	51%	49%	0%	105,2	
					63%	37%	0%	739,9	64%	36%	0%	62%	38%	0%	1866,0	0%	38%	0%	1866,0	9%	91%	0%	89,1	

Bauteil-Nr.
<b>AW05_AD5_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>1969 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Masse/Fläche [kg/m <sup>2</sup> ]	Lebensdauer			Lösbarkheit			LD-Lösbarkheit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
							Lebensdauer/Nutzungsdauer			LD-Lösbarkheit			Worst Case				Basis Case			Best Case									
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004				19	30	30	30	l.	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%		
2	Druckspannungseben	0,010																											
3	MW-W Mineralwolle Glas	0,240	0,040	6,000	100	24,0	33	42	62	n.l.	30	30	60	t.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%		
4	Rückwand - Aluminiumblech	0,002	0,600	0,003	2800	5,6	37	47	66	n.l.	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%		
5	HLZ (R=1200)	0,250	0,500	0,500	Bestand		77	103	150	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	30%	0%	0%	70%	0%	0%	90%	0%	0%		
6	Kalkzementputz (Innenra)	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	60%	0%	0%	70%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen																													
Wärmeübergangswiderstand Innen																													
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]																													
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]																													
MI - Gesamt [kg/m <sup>2</sup> ]																													
MI - NP [kg/m <sup>2</sup> ]																													
MI - SP [kg/m <sup>2</sup> ]																													



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufk.	BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]						
		61%	39%	0%	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,0	27%	73%	0%	114,3	
		61%	39%	0%	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,0	47%	53%	0%	114,3	
		64%	36%	0%	65%	35%	0%	63%	37%	0%	2256,4	9%	91%	0%	94,6	



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten ab 1980**

<b>AW 06</b>				
38 cm Hochlochziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Hochlochziegel R=840	38,0	cm	
	Kalkgipsputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	0,58		W/m²K	

<b>Sanierungsvarianten</b>					
AW 06_AD1		AW 06_AD2		AW 06_AD3	
Silikatputz	0,2	cm	Putzsystem	0,5	cm
Klebespachtel	0,2	cm	WF-PT Holzfaserplatte 190 kg/m³	10,0	cm
MW-PT Mineralwolle 100 kg/m³	20,0	cm	WF-W Holzfaserplatte 55 kg/m³ zw. Holzlatten	14,0	cm
Haftmörtel	1,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	Hochlochziegel R=840	38,0	cm
Hochlochziegel R=840	38,0	cm	Kalkgipsputz	1,5	cm
Kalkgipsputz	1,5	cm			
U-Wert nach Sanierung		0,14 W/m²K	U-Wert nach Sanierung		0,14 W/m²K
			U-Wert nach Sanierung		0,16 W/m²K

**Generell:**

- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Durchfeuchtetes Mauerwerk (z.B.: durch aufsteigende Feuchte im Sockelbereich oder defekte Regenableitung) ist in Abhängigkeit des gewählten Dämmsystems speziell zu betrachten. Die Hinzunahme eines Fachmannes zur Mauerwerksdiagnostik kann im Besonderen empfohlen werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 06\_AD1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 06\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Dämmsystem ist besonders gut geeignet für Gebäude ohne besondere Brandschutzanforderungen im Fassadenbereich. Bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen ist der Einsatz im Einzelfall zu prüfen.



### Grenzen und Möglichkeiten AW 06\_AD3

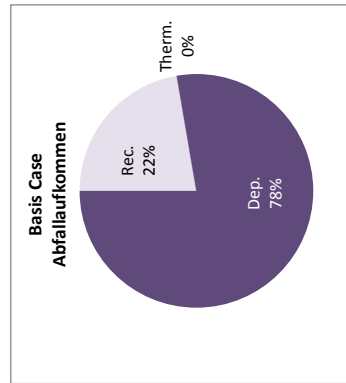
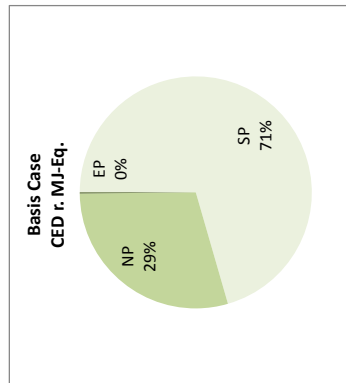
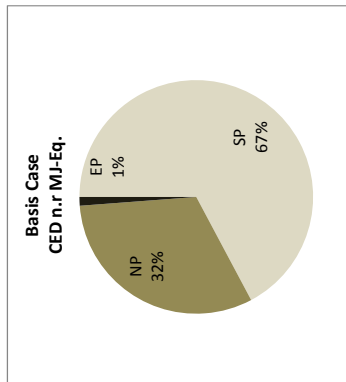
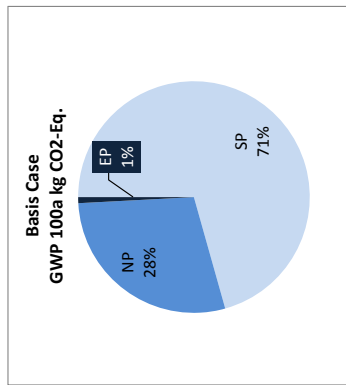
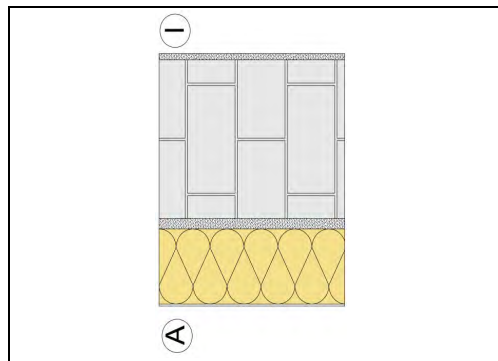
- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.

Bauteil-Nr.	
AW06_AD1	
Altersklasse	
ab 1980	

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase

GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar	Nutzungsdauer	50
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar		
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand						

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-PT Ste	0,200	0,036	5,556	100	20	28	37	53	n.l.	27	33	43	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	Bestand	28	45	55	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
6	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	Bestand	77	103	150	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	
7	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
					Wärmeübergangswiderstand Außen		0,04		MI - Gesamt															
					Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13		[kg/m²]															
					Ziel U-Wert [W/m²K]		0,14		79,7															
					U-Wert Bestand [W/m²K]		0,58																	

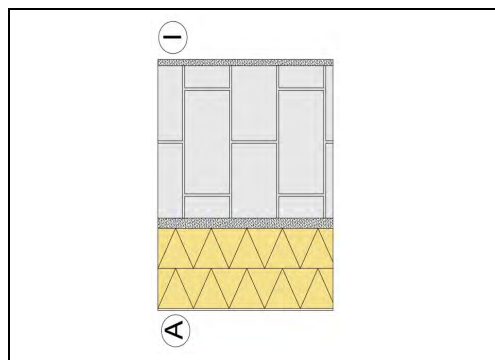


GWP	100a	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Therm. [%]	Summe [kg]
		SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
BaC	71%	29%	1%	58,3	67%	32%	1%	967,9	78%	0%	79,7
WoC	59%	40%	1%	69,3	56%	43%	1%	1170,2	90%	10%	93,0
BeC	88%	11%	1%	46,9	86%	13%	1%	758,0	65%	35%	65,7

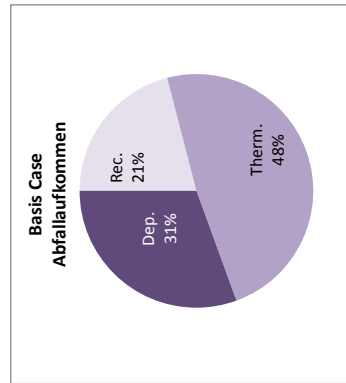
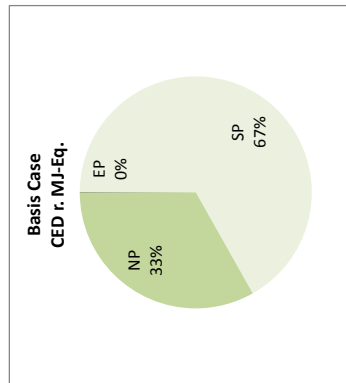
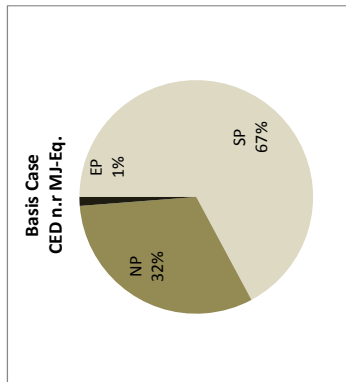
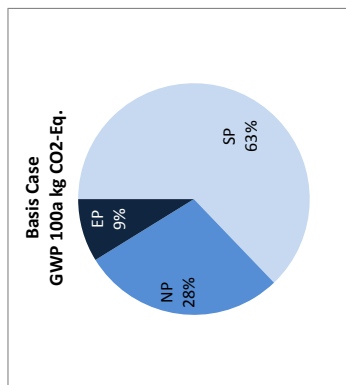
Bauteil-Nr.
<b>AW06_AD2</b>
Altersklasse
<b>ab 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case									
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]							
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case						
1	Putzsystem (WDVS-Holz)	0,005	1,400	0,004	2000	10	33	43	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
2	WF-PT Holzfaserplatte 15	0,100	0,047	2,128	190	19	40	60	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3	WF-W Holzfaserplatte 5	0,140	0,042	3,333	55	7,7	40	60	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
6	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen				0,04	MI - SP	56,2	MI - Gesamt																					
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,13	MI - SP																							
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]				0,14	MI - NP	18,9																						
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]				0,58																								



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



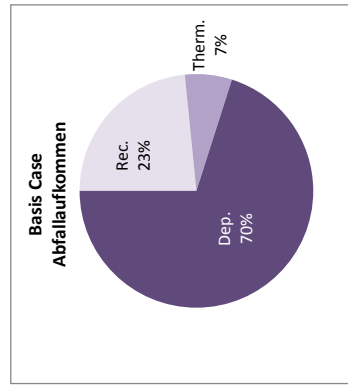
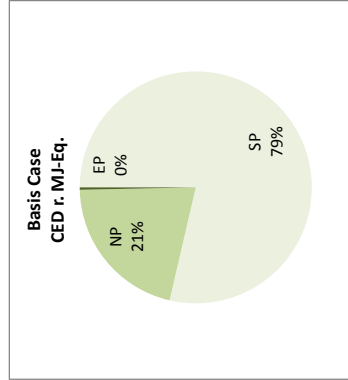
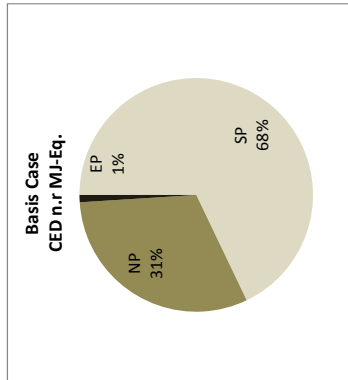
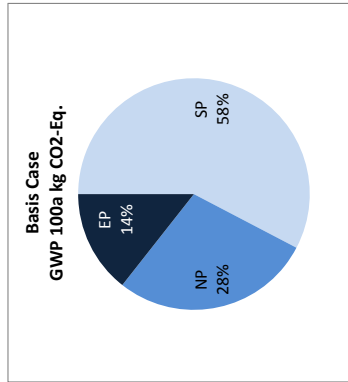
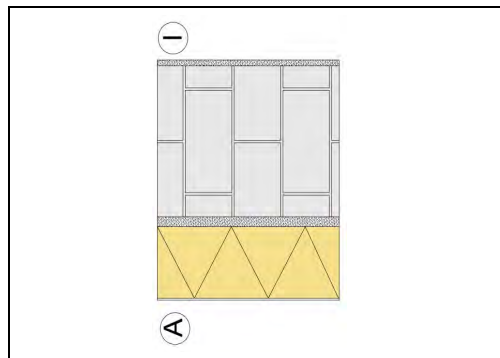
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	63%	28%	9%	56,6	67%	32%	1%	BaC	31%	21%	48%	75,1
WoC	52%	40%	8%	68,1	56%	43%	1%	WoC	32%	11%	57%	87,5
BeC	79%	11%	10%	45,0	86%	13%	1%	BeC	28%	32%	40%	62,2

Bauteil-Nr.	
AW06_AD3	
Altersklasse	
ab 1980	

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

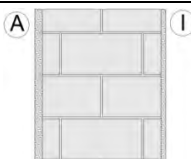
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			Lösbarkheit			LD-Lösbarkheit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	3,6	1800	3,6	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	2,6	1300	2,6	27	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,160	0,034	4,706	18	2,88	33	n.l.	27	33	43	t.	0%	0%	100%	80%	20%	0%	40%	60%	0%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	1,35	1350	1,35	28	n.l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	Bestand	45	n.l.	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	60%	70%	30%	90%	0%
6	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	Bestand	77	TW	77	103	150	t.	50%	50%	0%	0%	70%	70%	10%	90%	0%
7	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	0%	60%	70%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		0,04										MI - Gesamt									
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13										[kg/m²]									
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,15										53,7									
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,58																			



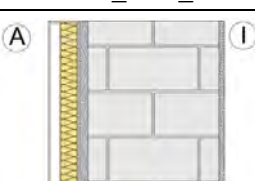
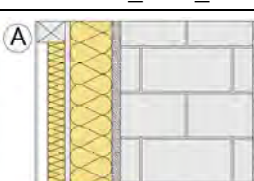
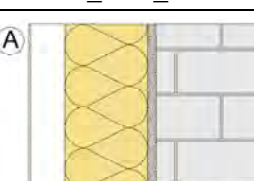
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
		58%	28%	14%	52,7	68%	31%	1%	801,3	79%	21%	0%	23,0	6%	53,7	
		46%	39%	14%	65,7	56%	43%	1%	965,2	69%	31%	0%	26,2	9%	61,3	
		75%	11%	14%	40,5	86%	12%	1%	630,6	92%	8%	0%	19,7	4%	45,8	

### Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten ab 1980

AW 06			
38 cm Hochlochziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm
	Hochlochziegel R=840	38,0	cm
	Kalkgipsputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,58		W/m <sup>2</sup> K



### Sanierungsvarianten

AW 06_AD4_ST		AW 06_AD5_ST		AW 06_AD6_PV Kaltfass.	
					
Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm	Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m <sup>3</sup> ) zw. Holzstaffeln	12,0	cm
Hochlochziegel R=840	38,0	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
Kalkgipsputz	1,5	cm	Hochlochziegel R=840	38,0	cm
			Kalkgipsputz	1,5	cm
				PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2
				Hinterlüftung	10,0
				Diffusionsoffene Folie	0,02
				MW-W Mineralwolle (100 kg/m <sup>3</sup> ) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0
				Kalkzementputz	2,5
				Hochlochziegel R=840	38,0
				Kalkgipsputz	1,5

### Grenzen und Möglichkeiten AW 06\_AD4\_ST

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Im Allgemeinen ist mit keinem schädlichem Kondensatanfall zu rechnen. Bei eventueller Baufeuchte durch teilweise Erneuerung von Mauerwerk oder Verputz, bei sehr signifikanter Erhöhung der Dämmdicken oder hoher Feuchtigkeitsbelastung aus dem Rauminneren ist eine spezifische bauphysikalische Betrachtung erforderlich.

### Grenzen und Möglichkeiten AW 06\_AD5\_ST

- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.





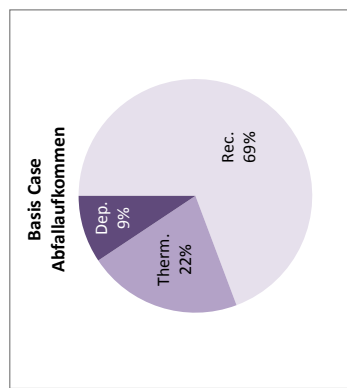
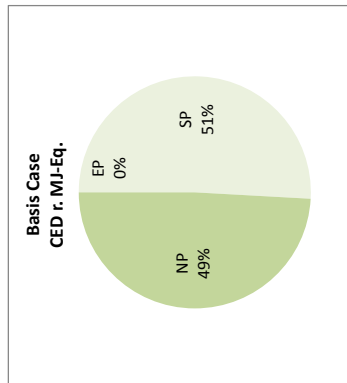
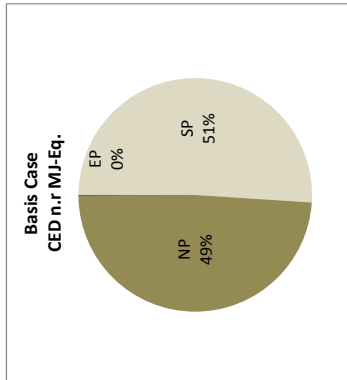
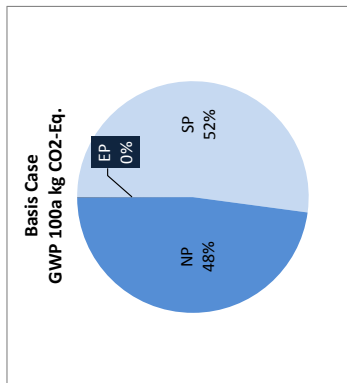
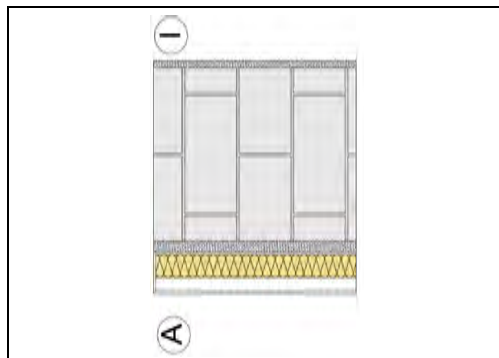
### Grenzen und Möglichkeiten AW 06\_AD6\_PV Kaltfass.

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi SI-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerkslasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.

Bauteil-Nr.
<b>AW06_AD4_ST</b>
Altersklasse
<b>ab 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b>
					<b>50</b>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Flachkollektor mit Alurah	0,087			32	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	60%	70%	0%
3	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	90%	0%
4	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt [kg/m <sup>2</sup> ]												
Wärmeübergangswiderstand Innen						MI - SP [kg/m <sup>2</sup> ]												
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]						MI - NP [kg/m <sup>2</sup> ]												
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]						1,0												
						52,5												



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

Bauteil-Nr.
<b>AW06_AD5_ST</b>
Altersklasse
<b>ab 1980</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

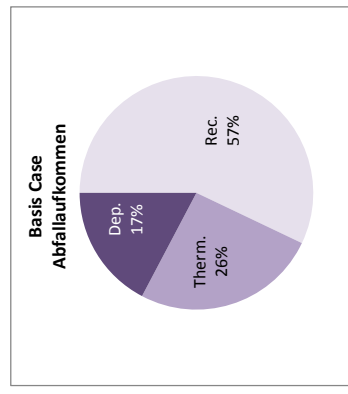
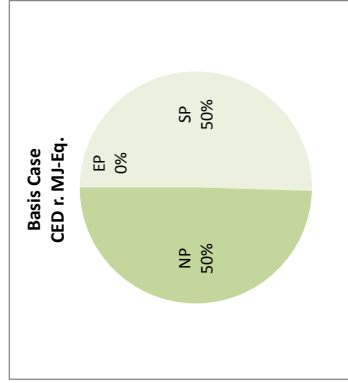
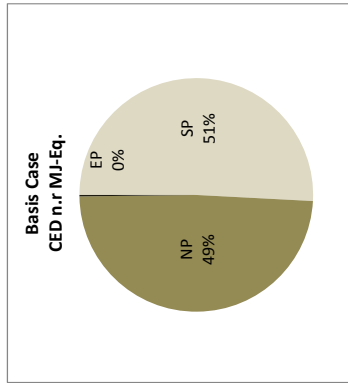
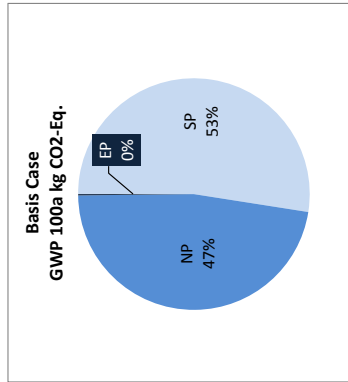
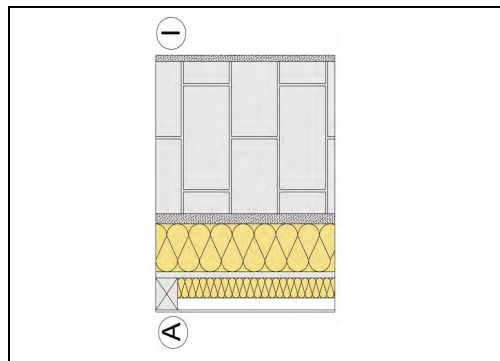
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Flachkollektor mit Holzra	0,085	0,130	0,115	26,4	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Rückwand - OSB 610 kg/m³	0,015	0,045	2,667	9,2	30	42	55	25	25	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%
2	Mineralwolle MW-W zw.	0,120	0,025	0,018	12	33	42	62	25	25	50	t.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
3	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	30%	0%	10%	90%	0%
4	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	19,5	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP			MI - Gesamt												
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13			[kg/m²]												
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,58			89,2												
U-Wert Bestand [W/m²K]																					

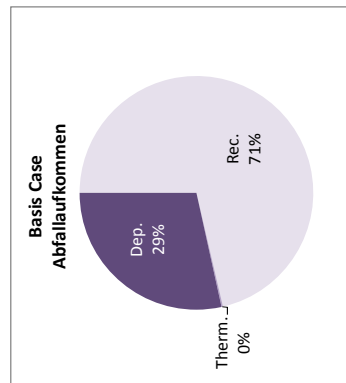
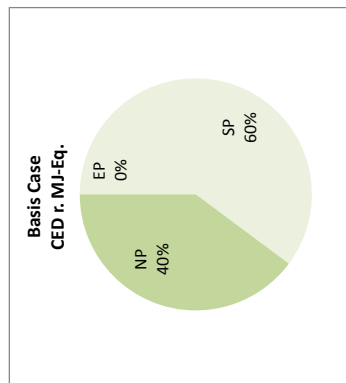
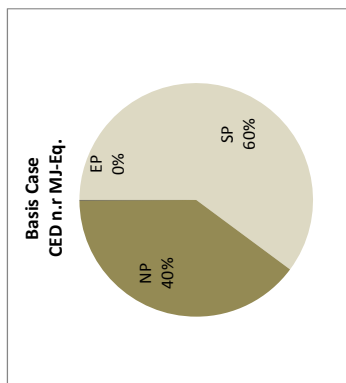
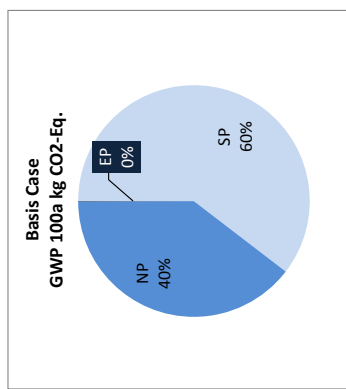
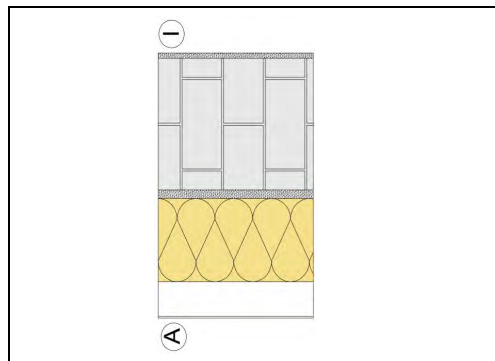


GWP 100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkommen			Summe			
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [MJ-Eq.]	BaC	WoC	BeC
100a	52%	47%	0%	51%	49%	0%	50%	50%	0%	3276,5	BaC	WoC	BeC
BaC	52%	47%	0%	51%	49%	0%	50%	50%	0%	3279,3	886,2	886,2	631,2
WoC	52%	47%	0%	51%	49%	0%	50%	50%	0%	3279,3	886,2	886,2	631,2
BeC	60%	40%	0%	64%	36%	0%	71%	29%	0%	2615,3	72%	22%	93,5

Bauteil-Nr.
<b>AW06_AD6_PV_Kalt</b>
Altersklasse
<b>ab 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Hinterlüftung	0,100																					
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,420	0,001	334	31	40	60	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	80%	
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	0,045	5,333	100	33	42	62	30	60	60	t.	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	60%	0%	0%	30%	70%	0%	0%	
6	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	70%	0%	0%	10%	90%	0%	0%	
7	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	0%	0%	30%	70%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt																	
Wärmeübergangswiderstand Innen						[kg/m²]			[a]														
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,13																	
U-Wert Bestand [W/m²K]						16,8																	
						0,58																	



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	EP [M-%]	NP [M-%]	SP [M-%]	Abfallaufk.	BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
					[%]	[kg]	[MJ-Eq.]	[%]	[kg]	[MJ-Eq.]									
		60%	40%	0%	60%	60%	60%	60%	60%	12626,7	0%	40%	40%	1937,7	28%	71%	0%	97,7	
		60%	40%	0%	60%	60%	60%	60%	60%	12629,2	0%	40%	40%	1937,7	51%	49%	0%	97,7	
		62%	38%	0%	64%	36%	0%	0%	0%	11907,8	0%	38%	0%	1866,1	7%	93%	0%	81,6	



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten ab 1980**

<b>AW 06</b>				
38 cm Hochlochziegel mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	2,5	cm	
	Hochlochziegel R=840	38,0	cm	
	Kalkgipsputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	0,58	W/m²K		

<b>Sanierungsvarianten</b>				
AW 06_AD7_PV Warmfass.				
PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm		
Druck-entspannungsebene	1,0	cm		
MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm		
Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm		
Kalkzementputz	2,5	cm		
Hochlochziegel R=840	38,0	cm		
Kalkgipsputz	1,5	cm		

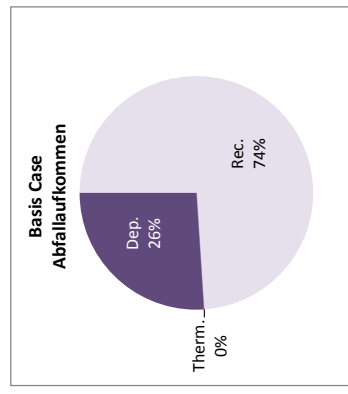
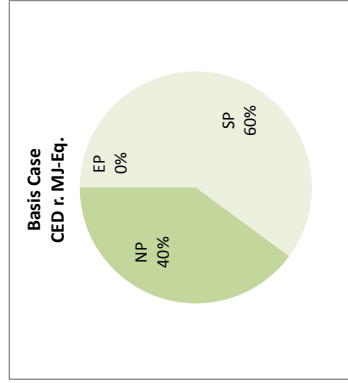
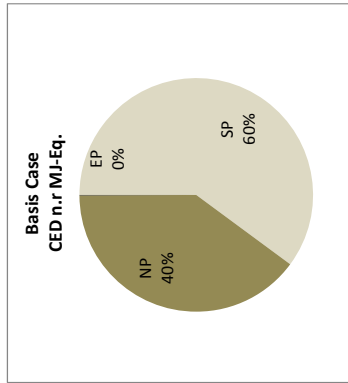
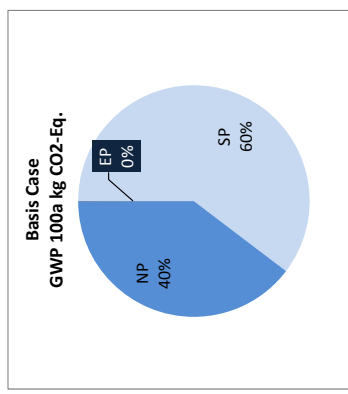
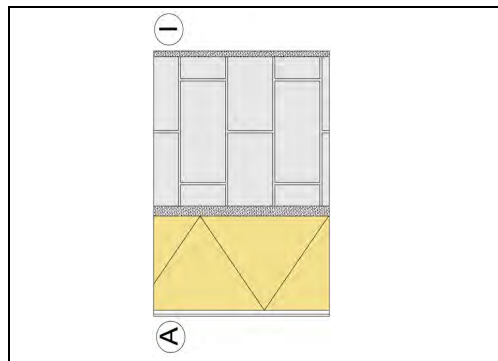
<b>Grenzen und Möglichkeiten AW 06_AD8_PV Warmfass.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel</li> <li>• Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.</li> <li>• Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.</li> </ul>

Bauteil-Nr.
<b>AW06_AD7_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>ab 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

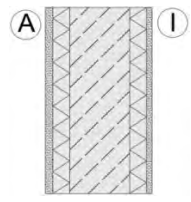
Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
2	Druckspannungsebene	0,010			24,0	33	42	62	30	30	60	t.	100%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	100%	0%
3	MW-W Mineralwolle Glia	0,240	0,040	6,000	2800	37	47	66	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
4	Rückwand - Aluminiumb	0,002	0,600	0,003	5,6	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%
6	HLZ (R=840)	0,380	0,250	1,520	Bestand	77	103	150	77	103	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%
7	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen						88,5															
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,58															
U-Wert Bestand [W/m²K]																					

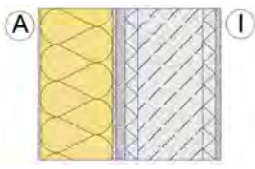
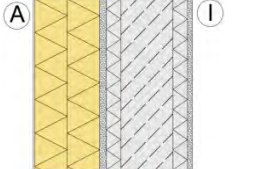
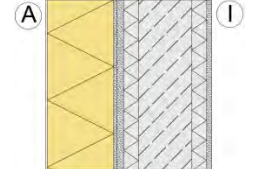


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					60%	40%	0%	958,2	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,1	106,8
					60%	40%	0%	958,4	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,1	106,8
					64%	36%	0%	909,4	65%	35%	0%	63%	37%	0%	2256,5	87,1

**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1949 und 1968**

AW 07			
Holzspanbetonschalstein mit Betonkern sowie Innen- und Außenputz - „Mantelbetonschalstein“	Kalkzementputz	2,0	cm
	Holzspanbetonschalstein	4,5	cm
	Stahlbeton R=2300	16,0	cm
	Holzspanbetonschalstein	4,5	cm
	Kalkgipsputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,14		W/m²K



Sanierungsvarianten											
AW 07_AD1				AW 07_AD2				AW 07_AD3			
											
Silikatputz	0,2	cm		Systemputz	0,5	cm		Silikatputz	0,2	cm	
Klebespachtel	0,2	cm		WF-PT Holzfaserplatte 190 kg/m³	10,0	cm		Klebespachtel	0,2	cm	
MW-PT Mineralwolle 100 kg/m³	20,0	cm		WF-W Holzfaserplatte 55 kg/m³ zw. Holzlatten	14,0	cm		EPS-F-Plus 18 kg/m³	18,0	cm	
Haftmörtel	1,0	cm		Kalkzementputz	2,0	cm		Haftmörtel	1,0	cm	
Kalkzementputz	2,0	cm		Holzspanbetonschalstein	4,5	cm		Kalkzementputz	2,0	cm	
Holzspanbetonschalstein	4,5	cm		Stahlbeton R=2300	16,0	cm		Holzspanbetonschalstein	4,5	cm	
Stahlbeton R=2300	16,0	cm		Holzspanbetonschalstein	4,5	cm		Stahlbeton R=2300	16,0	cm	
Holzspanbetonschalstein	4,5	cm		Kalkgipsputz	1,5	cm		Holzspanbetonschalstein	4,5	cm	
Kalkgipsputz	1,5	cm						Kalkgipsputz	1,5	cm	
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K			U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K			U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K		

**Generell:**

- Auf Grund der statischen Eigenschaften (hohe Druck- und Zugfestigkeit des Gesamtsystems) bei gleichzeitiger Überdämmung aller Träger und Roste wurde der Wandaufbau von Holzspanbetonsteine in der Zeit des wirtschaftlichen Aufschwunges sehr häufig generell und vor allem für höhere Gebäude eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen Wandsystemen mit geringerer Druck- und Zugbelastbarkeit können hier eher auch höhere Lasten von der Fassade aufgenommen werden (Vorgehängte Systeme, solarthermische Kollektoren oder PV-Module).
- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.



#### **Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Dämmsystem ist besonders gut geeignet für Gebäude ohne besondere Brandschutzanforderungen im Fassadenbereich. Bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen ist der Einsatz im Einzelfall zu prüfen.

#### **Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD3**

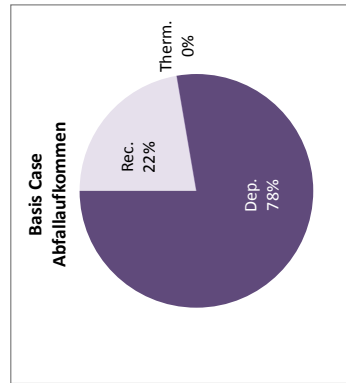
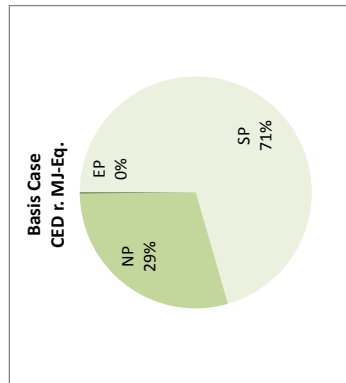
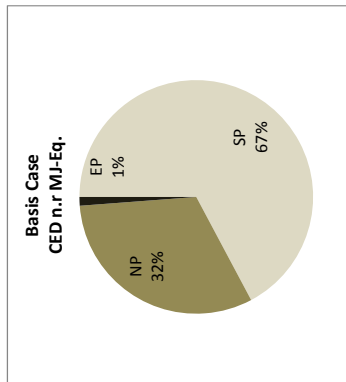
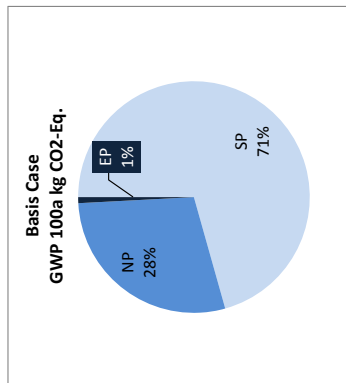
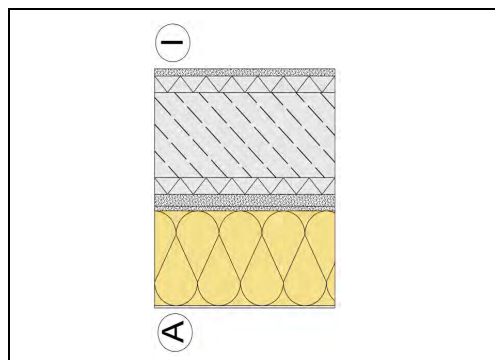
- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.



Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD1</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-PT Ste	0,200	0,036	5,556	100	20	28	37	53	n.l.	33	43	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,020	1,400	0,014	Bestand	28	28	45	55	n.l.	96	123	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
6	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	78	96	123	TW	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	
7	Stahlbeton R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand	78	78	96	123	TW	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	
8	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	78	96	123	TW	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	
9	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	l.	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt			MI - Lösbarkeit			Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case		
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13																	
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,16																	
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,14																	



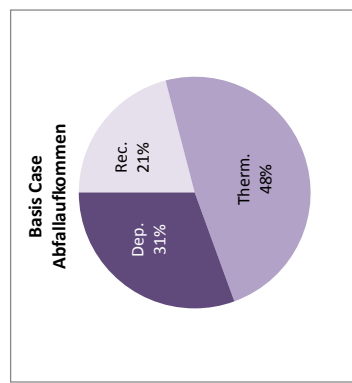
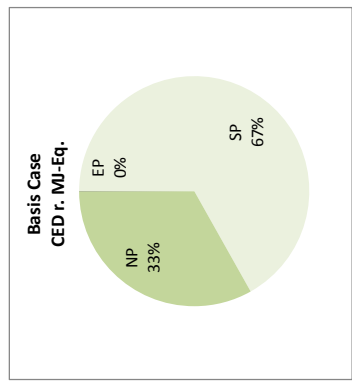
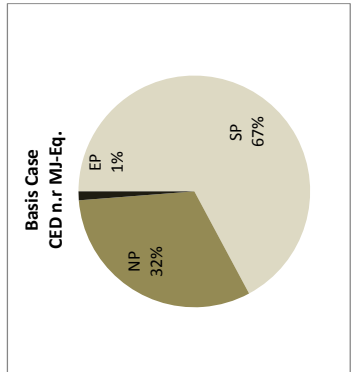
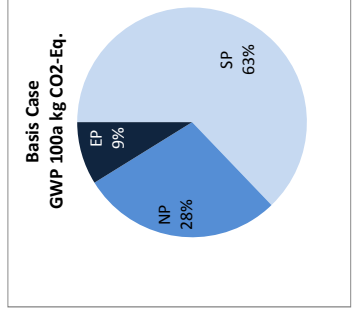
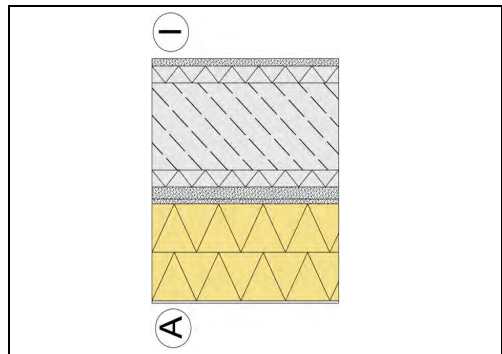
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
					88%	11%	1%	86%	13%	1%	88%	50,9
					71%	29%	1%	71%	29%	0%	78%	79,7
					59%	40%	1%	56%	43%	1%	90%	93,0
					88%	11%	1%	86%	13%	1%	65%	65,7

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD2</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
																						Lebensdauer/Nutzungsdauer
1	Putzsystem (WDVS-Holz)	0,005	1,400	0,004	2000	10	27	43	n.l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%		
2	WF-PT Holzfaserplatte 1	0,100	0,047	2,128	190	19	25	60	n.l.	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	0%	20%	80%		
3	WF-W Holzfaserplatte 5	0,140	0,042	3,333	55	7,7	25	60	n.l.	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	10%	0%	20%	80%		
4	Kalkzementputz Bestand	0,020	1,400	0,014	Bestand	28	45	55	n.l.	96	123	t.	50%	50%	0%	40%	60%	30%	70%	0%		
5	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	96	123	TW	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	30%	70%	0%		
6	Stahlbeton R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand	78	96	123	TW	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	10%	90%	0%		
7	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	96	123	TW	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	30%	70%	0%		
8	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	80	l.	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	30%	70%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen																						
Wärmeübergangswiderstand Innen																						
Ziel U-Wert [W/m²K]																						
U-Wert Bestand [W/m²K]																						
U-Wert Gesamt [kg/m²]																						
Ml - Gesamt [kg/m²]																						
Ml - NP [kg/m²]																						
Ml - SP [kg/m²]																						
Ml - EP [kg/m²]																						



GWP	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]		
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [MJ-Eq.]	SP [%]	NP [%]			EP [%]	
100a	63%	28%	9%	56,6	67%	32%	1%	969,4	BaC	67%	33%	0%	337,3	75,1
BaC	52%	40%	8%	68,1	56%	43%	1%	1171,6	WoC	55%	45%	0%	410,4	87,5
BeC	79%	11%	10%	45,0	86%	13%	1%	759,2	BeC	86%	14%	0%	260,9	62,2

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD3</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC)  
Worst Case (WoC)  
Best Case (BeC)

mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

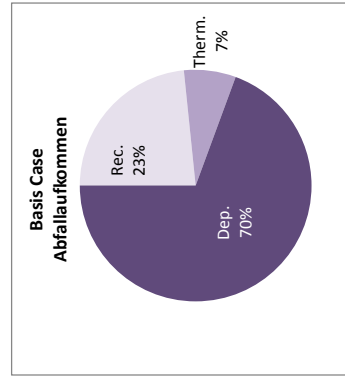
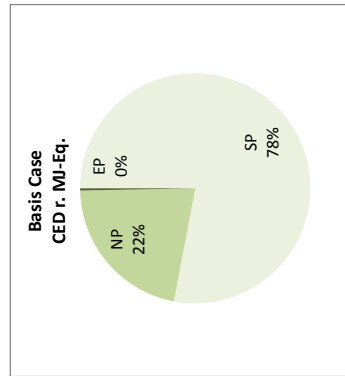
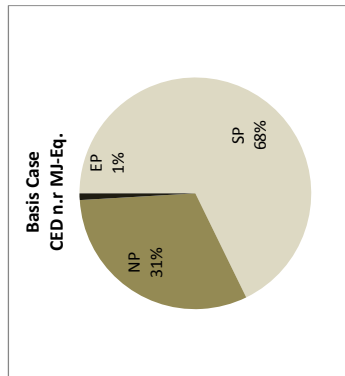
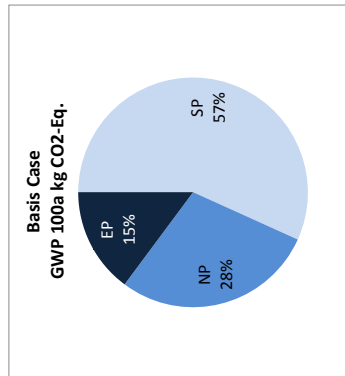
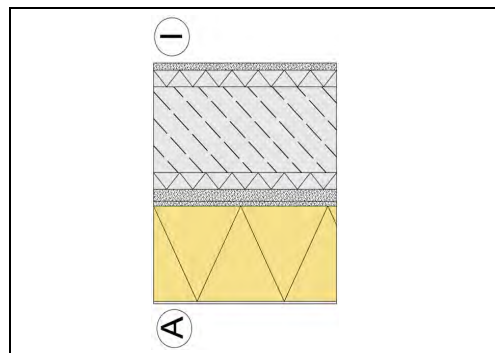
Treibhauspotential  
nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

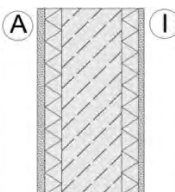
Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>r</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			LD-Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (V)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,180	0,034	5,294	18	3,24	33	38	50	n.l.	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	20%	0%	40%	0%	60%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	33	43	t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,020	1,400	0,014	Bestand	Bestand	28	45	55	n.l.	96	123	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
6	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	Bestand	78	96	123	TW	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%
7	Stahlbeton R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand	Bestand	78	96	123	TW	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%
8	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	Bestand	78	96	123	TW	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%
9	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	l.	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						Ml - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13 [kg/m²]																
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,16																
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,14																

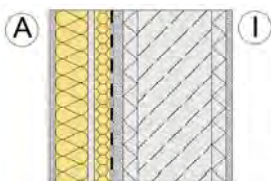
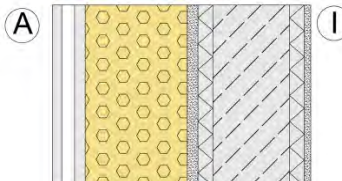
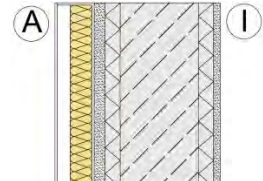


GWP	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r	CED r	Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
100a	57%	28%	15%	57,2	BaC	BaC	871,4	BaC	69%	23%	7%	54,3
BaC	57%	28%	15%	57,2	BaC	BaC	871,4	BaC	69%	23%	7%	54,3
WoC	45%	40%	15%	71,7	WoC	WoC	1051,0	WoC	75%	16%	10%	62,0
BeC	74%	11%	15%	43,7	BeC	BeC	684,4	BeC	62%	33%	5%	46,2

**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1949 und 1968**

AW 07			
Holzspanbetonschalstein mit Betonkern sowie Innen- und Außenputz - „Mantelbetonschalstein“	Kalkzementputz	2,0	cm
	Holzspanbetonschalstein	4,5	cm
	Stahlbeton R=2300	16,0	cm
	Holzspanbetonschalstein	4,5	cm
	Kalkgipsputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,14		W/m²K



Sanierungsvarianten									
AW 07_AD4			AW 07_AD5			AW 07_AD6_ST			
									
Faserzementplatte	0,3	cm	Holzfassade horizontal	2,2	cm	Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm	
Lattung (vertikal/rauh)	3,0	cm	Lattung (vertikal/rauh)	3,0	cm	Kalkzementputz	2,0	cm	
Diffusionsoffene Folie	0,04	cm	WF-PT Holzfaserplatte 190 kg/m³	2,5	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm	
MW-W Mineralwolle 23 kg/m³ zw. Lattung	8,0	cm	Zellulosefüllstoff LFCI Einblasdämmung zw. Doppel-T-Träger	24,0	cm	Stahlbeton R=2300	16,0	cm	
OSB 640 kg/m³	1,5	cm	Diffusionsoffene Folie	0,02	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm	
Vakuumpaneel	4,0	cm	Kalkzementputz	2,0	cm	Kalkgips-Putz	1,5	cm	
PE-Dichtungsbahn	0,02	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm				
Kalkzementputz	2,0	cm	Stahlbeton R=2300	16,0	cm				
Holzspanbetonstein	4,5	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm				
Stahlbeton R=2300	16,0	cm	Kalkgips-Putz	1,5	cm				
Holzspanbetonstein	4,5	cm							
Kalkgips-Putz	1,5	cm							
U-Wert nach Sanierung	0,12 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K					

**Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD4**

- Die Verwendung der hinterlüfteten Fassadenkonstruktion bietet sich vor allem für höhere Gebäude an, da eine größere Beanspruchung der Fassadenoberfläche durch Schlagregen erfolgt.
- Der Einsatz von Vakuumpaneelen verlangt besondere Aufmerksamkeit um mechanische Beschädigungen der Paneele zu vermeiden.
- Der Einsatz von Holz als Unterkonstruktion im Fassadenbereich ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD5**

- Der Aufbau ermöglicht eine Vorfertigung der Fassadenkonstruktion, die Montage vor Ort ist somit in einer kürzeren Zeit und wesentlich witterungsunabhängiger durchführbar. Eventueller unebener Fassadenuntergrund muss über zusätzliche Ausgleichsschichten oder Unterkonstruktionen ausgeglichen werden.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln (anstatt der Doppel-T-Träger) ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Die Diffusionsoffenheit der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte oder aufsteigender Feuchte nach außen.
- Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte der Fassadenelemente ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).



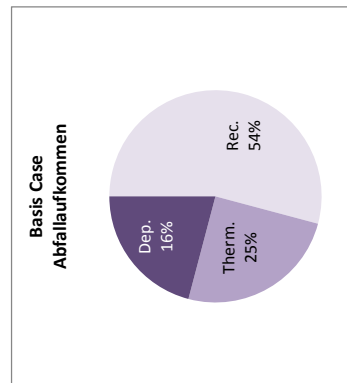
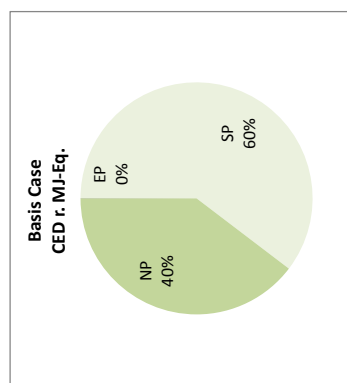
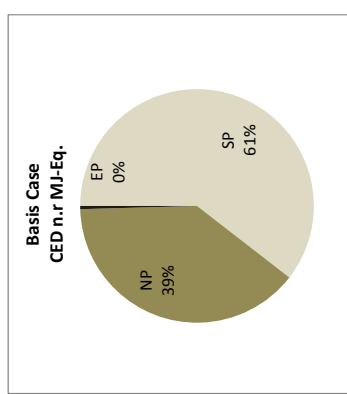
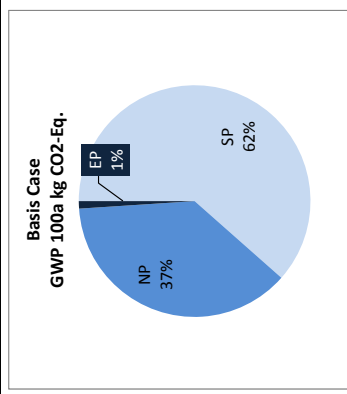
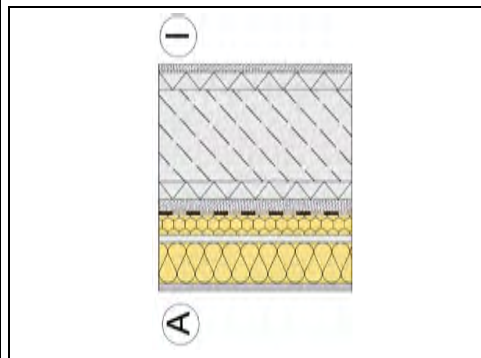
### Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD6\_ST

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Bei Stahlbetonkonstruktionen ist rechnerisch zeitweise mit Kondensat zu rechnen. In diesen Fällen wird eine Entspannungsebene bzw. diffusionsoffene Trennlage empfohlen. Eine fachgerechte Ableitungsmöglichkeit eines ev. anfallenden Kondensats ist einzuplanen.

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD4</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
					<b>Nutzungsdauer</b>
					<b>50</b>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case		
1	Faserzementplatte	0,003	0,600	0,005	2000	6	47	66	20	30	40	t.	50%	0%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
2	Lattung (vertikal/rauh)	0,030	0,150	0,200	600	1,8	40	57	n.l.	30	40	t.	0%	100%	0%	0%	80%	0%	0%	40%	60%
3	Diffusionsdichtende Folie	0,000	0,420	0,001	334	0,1	40	60	n.l.	30	40	t.	0%	100%	0%	0%	90%	0%	0%	20%	80%
4	Mineralwolle (23kg/m³)	0,080	0,033	2,424	50	4	42	62	n.l.	30	40	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%
5	OSB 640 kg/m³	0,015	0,120	0,125	640	9,6	30	42	n.l.	30	40	t.	0%	100%	0%	0%	80%	0%	0%	40%	60%
6	Vakuumpaneeel Lambda C	0,040	0,008	5,000	250	10	30	40	n.l.	30	40	t.	0%	14%	0%	0%	86%	0%	0%	14%	14%
7	PE-Dichtungsbahn	0,000	0,250	0,001	1100	0,22	30	35	n.l.	30	40	t.	0%	100%	0%	0%	10%	0%	0%	86%	14%
8	Kalkzementputz Bestand	0,020	1,400	0,014	Bestand	28	45	55	n.l.	96	123	t.	50%	0%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
9	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	96	123	TW	78	123	t.	70%	0%	0%	30%	50%	0%	30%	70%	0%
10	Stahlbeton R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand	78	96	123	TW	78	123	t.	40%	0%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%
11	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	96	123	TW	78	123	t.	70%	0%	0%	30%	50%	0%	30%	70%	0%
12	Kalkgips-Platz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	l.	55	80	t.	50%	0%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%
		Wärmeübergangswiderstand Außen		0,13	MI - SP		MI - Gesamt														
		Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13			[kg/m²]														
		Ziel U-Wert	[W/m²K]	0,12	MI - NP																
		U-Wert Bestand	[W/m²K]	1,14			72,4														



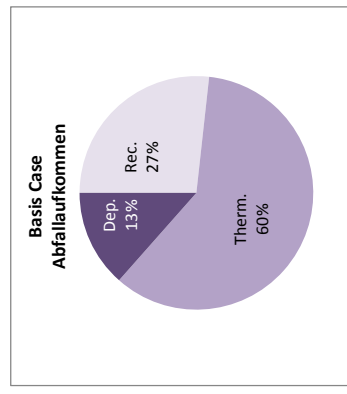
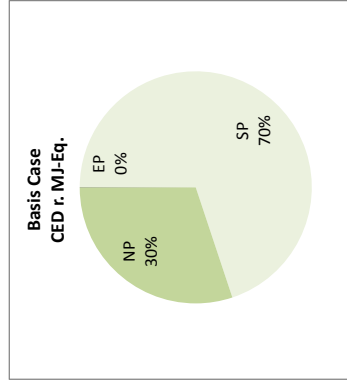
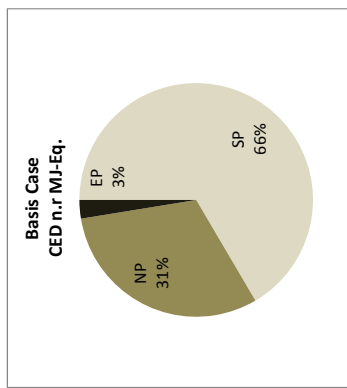
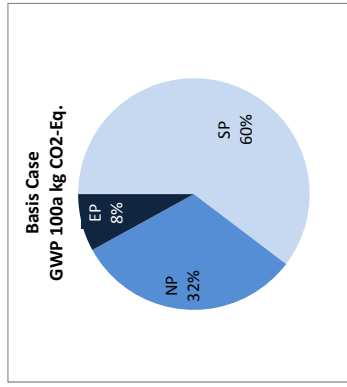
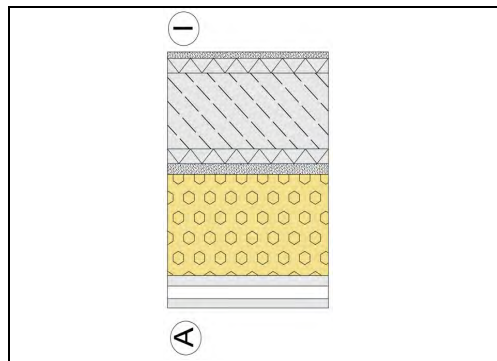
GWP 100a	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. BaC	Abfallaufkom. WoC	Abfallaufkom. BeC	Summe [kg]					
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]						Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe	
100a	62%	37%	1%	60%	39%	0%	2935,8	60%	40%	0%	948,1	21%	54%	25%	72,4	
BaC	42%	57%	1%	41%	59%	0%	4372,5	40%	60%	0%	1417,9	28%	39%	33%	98,9	
WoC	80%	18%	1%	80%	19%	1%	2218,2	80%	20%	0%	713,3	14%	68%	18%	59,2	
BeC																

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD5</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.i.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case							
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [MI-%]	Rec. [MI-%]	Therm. [MI-%]	Dep. [MI-%]	Rec. [MI-%]	Therm. [MI-%]	Dep. [MI-%]	Rec. [MI-%]	Therm. [MI-%]					
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.					
1	Holzfassade horizontal	0,022	0,130	0,169	600	13,2	27	37	44	l.	35	44	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	40%	0%	40%	60%	
2	Lattung (vertikal/rauh)	0,030	0,150	0,200	600	1,8	40	40	57	n.i.	35	44	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	40%	0%	40%	60%	
3	Bitumen-Holzfaserplatte	0,025	0,070	0,357	400	10	25	40	60	n.i.	35	60	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	20%	0%	20%	80%	
4	Zellulosefüllstoff LFCI zw	0,240	0,040	6,000	65	15,6	20	35	60	n.i.	35	60	t.	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	
5	Diffusionsoffene Folie 33	0,000	0,420	0,001	334	0,1	31	40	60	n.i.	35	60	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	20%	0%	20%	80%	
6	Kalkzementputz Bestand	0,020	1,400	0,014	Bestand		28	45	55	n.i.	96	123	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	70%	30%	70%	0%	0%	
7	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand		78	96	123	TW	96	123	t.	30%	30%	0%	50%	50%	0%	70%	70%	30%	70%	0%	0%	
8	Stahlbeton R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand		78	96	123	TW	96	123	t.	40%	40%	0%	25%	75%	0%	90%	90%	10%	90%	0%	0%	
9	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand		78	96	123	TW	96	123	t.	70%	70%	0%	50%	50%	0%	70%	70%	30%	70%	0%	0%	
10	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	l.	33	43	t.	50%	50%	0%	60%	60%	0%	70%	70%	30%	70%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen				0,04	MI - SP			MI - Gesamt																		
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,13	MI - SP	60,2336		[kg/m²]																		
Ziel U-Wert [W/m²K]				0,15	MI - NP			[kg/m²]																		
U-Wert Bestand [W/m²K]				1,14	MI - NP	27,5		[kg/m²]																		



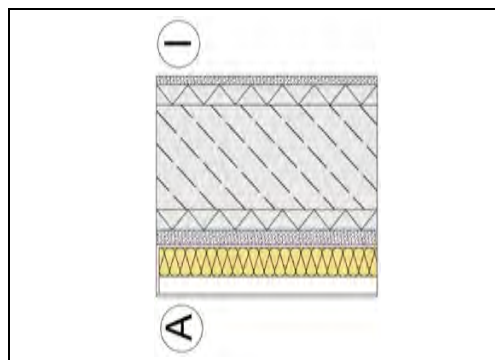
GWP 100a	CED n.r		CED r		Abfallaufkommen	Summe [MJ-Eq.]	Therm. [kg]
	SP [%]	NP [%]	SP [%]	NP [%]			
100a	60%	31%	67%	31%	BaC	468,4	87,7
BaC	39%	55%	41%	58%	WoC	767,9	137,9
WoC	83%	7%	92%	5%	BeC	339,2	65,5
BeC							

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD6_ST</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

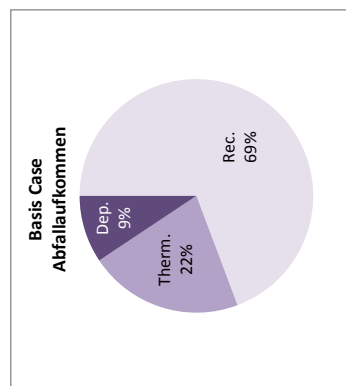
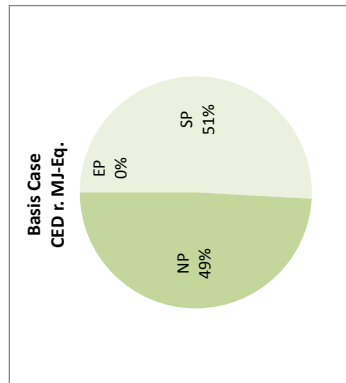
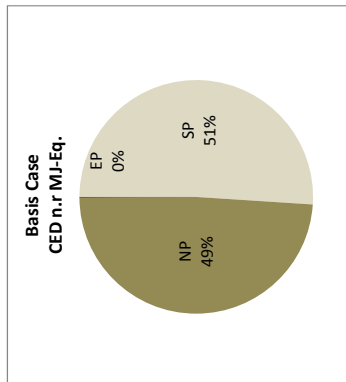
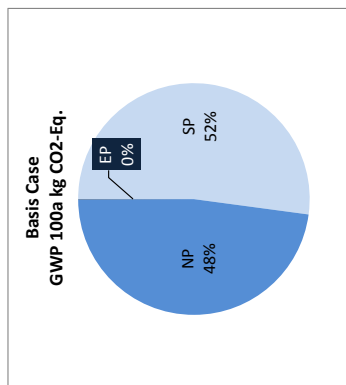
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	Flachkollektor mit Alurat	0,087			32	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%		
2	Kalkzementputz Bestand	0,020	1,400	0,014	Bestand	28	45	55	78	96	123	n.l.	0%	50%	0%	40%	60%	0%	40%	60%	0%		
3	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	70%	30%	0%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	
4	Stahlbeton R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	40%	60%	0%	25%	75%	0%	25%	75%	0%	0%	
5	Holzspanbetonstein	0,045	0,150	0,300	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	70%	30%	0%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%
6	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	55	58	80	55	58	80	l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	40%	60%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04	MI - Gesamt [kg/m²]																
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	MI - Gesamt [kg/m²]																
Ziel U-Wert [W/m²K]																							
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,14																	



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

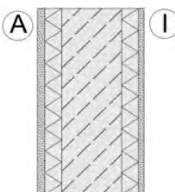


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	EP [%]	NP [%]	SP [%]	Dep. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
					BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC								
		52%	48%	0%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	3080,9	0%	49%	51%	9%	69%	83,5	
		52%	48%	0%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	3082,0	0%	49%	51%	12%	67%	83,5	
		52%	48%	0%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	3081,3	0%	49%	51%	7%	72%	83,5	



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1949 und 1968**

AW 07			
Holzspanbetonschalstein mit Betonkern sowie Innen- und Außenputz - „Mantelbetonschalstein“	Kalkzementputz	2,0	cm
	Holzspanbetonschalstein	4,5	cm
	Stahlbeton R=2300	16,0	cm
	Holzspanbetonschalstein	4,5	cm
	Kalkgipsputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,14		W/m <sup>2</sup> K



Sanierungsvarianten								
AW 07_AD7_ST			AW 07_AD8_PV Kaltfass.			AW 07_AD9_PV Warmfass.		
Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0	cm	PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2	cm	PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm
MW-W Mineralwolle (100 kg/m <sup>3</sup> ) zw. Holzstaffeln	12,0	cm	Hinterlüftung	10,0	cm	Druck-entspannungsebene	1,0	cm
Kalkzementputz	2,0	cm	Diffusionsoffene Folie	0,02	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m <sup>3</sup> ) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm
Holzspanbetonstein	4,5	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m <sup>3</sup> ) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0	cm	Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm
Stahlbeton R=2300	16,0	cm	Kalkzementputz	2,0	cm	Kalkzementputz	2,0	cm
Holzspanbetonstein	4,5	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm
Kalkgips-Putz	1,5	cm	Stahlbeton R=2300	16,0	cm	Stahlbeton R=2300	16,0	cm
			Holzspanbetonstein	4,5	cm	Holzspanbetonstein	4,5	cm
			Kalkgips-Putz	1,5	cm	Kalkgips-Putz	1,5	cm

**Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD7\_ST**

- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD8\_PV Kaltfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi SI-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerkslasten oder Spannungen auf die Module übertragen



werden.

- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).
- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.

#### **Grenzen und Möglichkeiten AW 07\_AD9\_PV Warmfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD7_ST</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

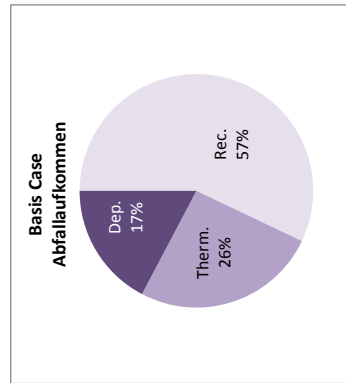
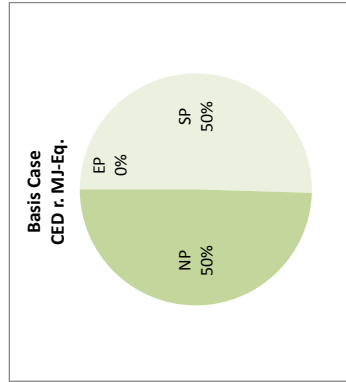
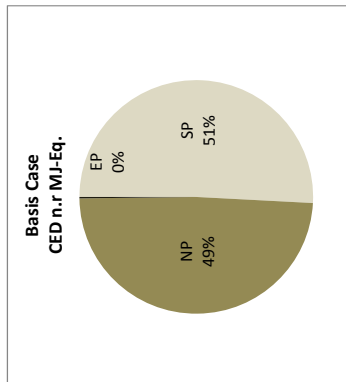
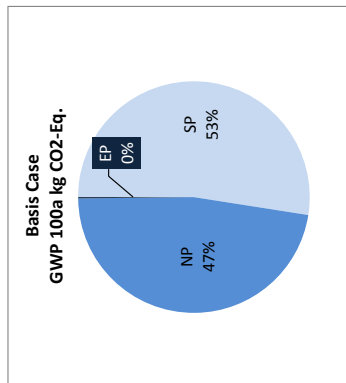
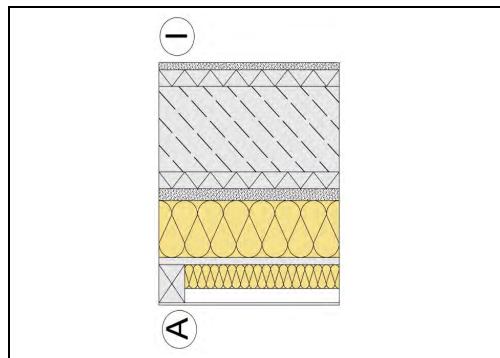
SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]		Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Flachkollektor mit Holzra	26,4	25	25	l.	25	25	25	25	25	25	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%		
2	Rückwand - OSB 610 kg/A	9,2	30	55	l.	25	25	25	50	50	50	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%		
3	Mineralwolle MW-W zw.	12	33	62	l.	25	25	25	50	50	50	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%		
4	Kalkzementputz Bestand	0,020	28	45	n.l.	78	96	123	123	123	123	50%	50%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	50%	0%		
5	Holzspanbetonstein	0,045	78	96	TW	78	96	123	123	123	123	70%	30%	0%	0%	0%	30%	70%	0%	30%	70%		
6	Stahlbeton R= 2300	0,160	78	96	TW	78	96	123	123	123	123	40%	60%	0%	0%	0%	60%	40%	0%	60%	40%		
7	Holzspanbetonstein	0,045	78	96	TW	78	96	123	123	123	123	70%	30%	0%	0%	0%	30%	70%	0%	30%	70%		
8	Kalkgips-Putz	0,015	55	80	l.	55	58	80	80	80	80	50%	50%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	50%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub>		MI - Gesamt		MI - SP																	
Wärmeübergangswiderstand Innen		λ		[kg/m <sup>2</sup> ]		[kg/m <sup>2</sup> ]		[kg/m <sup>2</sup> ]		[kg/m <sup>2</sup> ]													
Ziel U-Wert		[W/m <sup>2</sup> K]		89,2		22,2																	
U-Wert Bestand		[W/m <sup>2</sup> K]		1,14																			



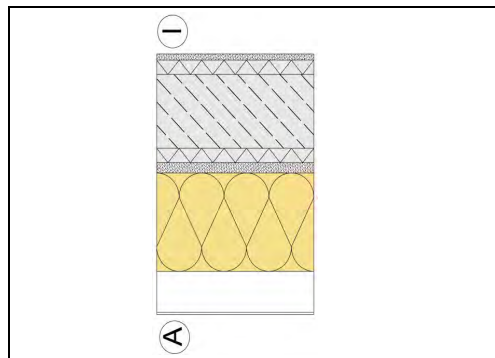
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					52%	47%	0%	176,8	51%	49%	0%	3276,5	50%	50%	0%	886,2	114,6	
					52%	47%	0%	176,9	51%	49%	0%	3279,3	50%	50%	0%	886,2	114,6	
					60%	40%	0%	153,9	64%	36%	0%	2615,3	71%	29%	0%	631,2	93,5	

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD8_PV_Kalt</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

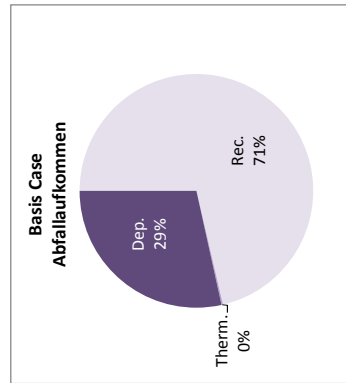
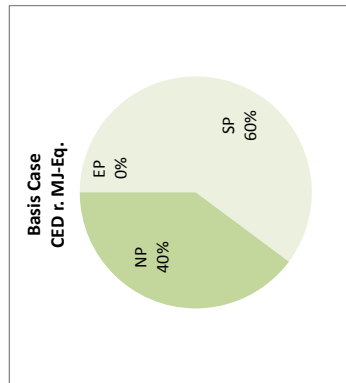
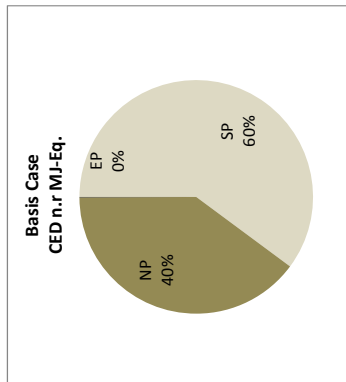
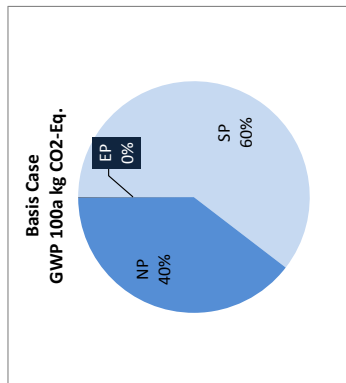
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case							
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
							Lebensdauer/Nutzungsdauer			Lösbarkeit				LD-Lösbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case				
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004				19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%		
2	Hinterlüftung	0,100	0,420	0,001	334	0,1	31	40	60	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	80%	
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,045	5,333	100	24	33	42	62	30	30	60	t.	100%	0%	0%	50%	0%	100%	0%	20%	100%	0%	0%	0%	0%	
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	0,040	0,014	Bestand		28	45	55	78	96	123	t.	50%	50%	0%	60%	0%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,045	0,150	0,300	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	0%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	
6	Holzspanbetonstein	0,160	2,300	0,070	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	40%	60%	0%	75%	0%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	Stahlbeton R= 2300	0,045	0,150	0,300	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	0%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	
8	Holzspanbetonstein	0,160	0,150	0,300	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	40%	60%	0%	75%	0%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	
9	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	60%	0%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen					MI - SP																						
Wärmeübergangswiderstand Innen					MI - Gesamt	62,6																					
Ziel U-Wert [W/m²K]																											
U-Wert Bestand [W/m²K]						16,8																					
						79,4																					



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



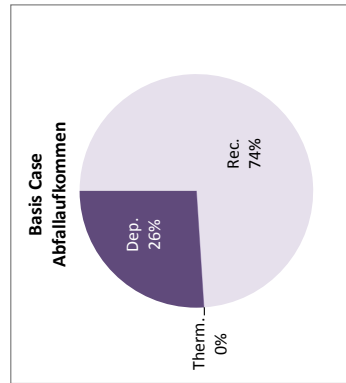
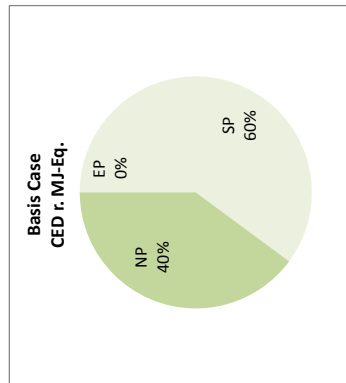
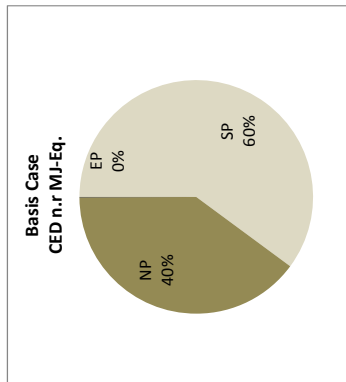
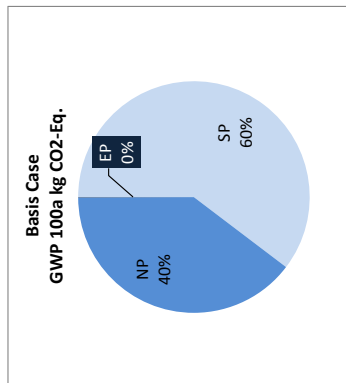
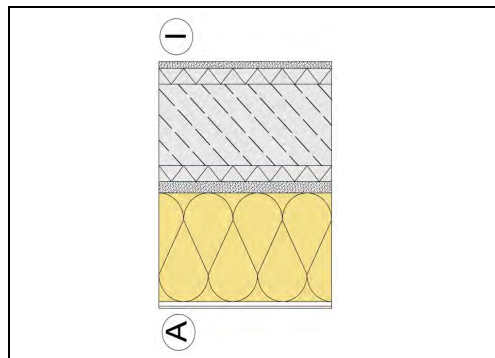
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
					60%	40%	0%	756,8	60%	40%	0%	12626,7	60%	40%	0%	1937,7
					60%	40%	0%	757,0	60%	40%	0%	12629,2	60%	40%	0%	1937,7
					62%	38%	0%	732,5	64%	36%	0%	11907,8	62%	38%	0%	1866,1
					62%	38%	0%	732,5	64%	36%	0%	11907,8	62%	38%	0%	1866,1

Bauteil-Nr.
<b>AW07_AD9_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

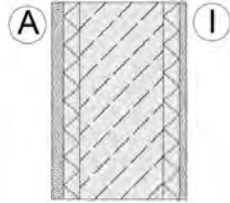
Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case											
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]									
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			Lösbarkeit				LD-Lösbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case								
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	30	30	30	l.	30	30	30	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
2	Druckspannungsbeton	0,010		6,000	100	33	42	62	30	30	60	n.l.	30	30	60	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
3	MW-W Mineralwolle Glas	0,240		0,003	2800	37	47	66	30	30	60	n.l.	30	30	60	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
4	Rückwand - Aluminiumblech	0,002		0,014	Bestand	28	45	55	78	96	123	n.l.	78	96	123	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%			
5	Kalkzementputz Bestand	0,045		0,300	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	78	96	123	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%			
6	Holzspanbetonstein	0,160		0,070	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	78	96	123	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%			
7	Stahlbeton R= 2300	0,045		0,300	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	78	96	123	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%			
8	Holzspanbetonstein	0,160		0,021	Bestand	78	96	123	78	96	123	TW	78	96	123	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%			
9	Kalkgips-Putz	0,015		0,700	1300	55	58	80	55	58	80	l.	55	58	80	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%			
Wärmeübergangswiderstand Außen				0,04	MI - SP	MI - Gesamt			MI - Gesamt																					
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,13		[kg/m²]			[kg/m²]																					
Ziel U-Wert [W/m²K]						20,4			88,5																					
U-Wert Bestand [W/m²K]				1,14																										

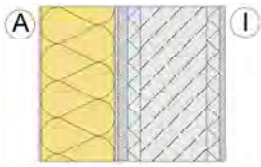
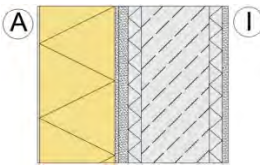
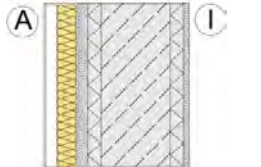


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufk. [kg]	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [MJ-Eq.]	SP [%]	NP [%]		
BaC	60%	40%	0%	958,2	60%	40%	0%	15677,3	60%	40%	0%	2349,1	60%	40%	0%	106,8
WoC	60%	40%	0%	958,4	60%	40%	0%	15680,5	60%	40%	0%	2349,1	60%	40%	0%	106,8
BeC	64%	36%	0%	909,4	65%	35%	0%	14523,9	63%	37%	0%	2256,5	7%	93%	0%	87,1

**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1971 und 1990**

AW 08			
25 cm Mantelbeton mit Außen- und Innenputz	Kalkzementputz	2,5	cm
	Holzwoleplatte WW	3,5	cm
	Stahlbeton R=2300	18,0	cm
	Holzwoleplatte WW	3,5	cm
	Kalkgipsputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,02	W/m²K	



Sanierungsvarianten									
AW 08_AD1			AW 08_AD2			AW 08_AD3_ST			
									
Silikatputz	0,2	cm	Silikatputz	0,2	cm	Fassadenkollektor mit Aluwanne und integr. Kollektordämmung	8,7	cm	
Klebespachtel	0,2	cm	Klebespachtel	0,2	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	
MW-PT Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m³	20,0	cm	EPS-F-Plus 18 kg/m³	18,0	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm	
Kleber	1,0	cm	Kleber	1,0	cm	Stahlbeton R=2300	18,0	cm	
Kalkzementputz	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm	
Holzwoleplatte WW	3,5	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm	Kalkgipsputz	1,5	cm	
Stahlbeton R=2300	18,0	cm	Stahlbeton R=2300	18,0	cm				
Holzwoleplatte WW	3,5	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm				
Kalkgipsputz	1,5	cm	Kalkgipsputz	1,5	cm				
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K					

**Generell:**

- Auf Grund der statischen Eigenschaften (hohe Druck- und Zugfestigkeit des Gesamtsystems) bei gleichzeitiger Überdämmung aller Träger und Roste wurde die Mantelbetonbauweise in der Zeit des wirtschaftlichen Aufschwunges sehr häufig generell und vor allem für höhere Gebäude eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen Wandsystemen mit geringerer Druck- und Zugbelastbarkeit können hier eher auch höhere Lasten von der Fassade aufgenommen werden (Vorgehängte Systeme, solarthermische Kollektoren oder PV-Module).
- Das Befestigen von solarthermischen Kollektoren oder PV-Modulen muss unter Berücksichtigung der konsequenten Reduktion von Wärmebrücken durch Verankerungen erfolgen.
- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 08\_AD1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.



### Grenzen und Möglichkeiten AW 08\_AD2

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.

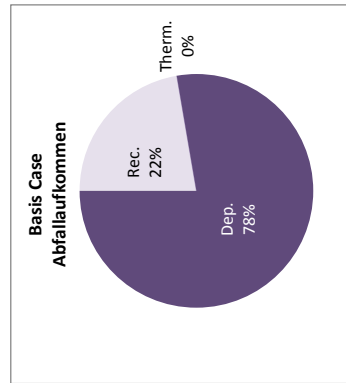
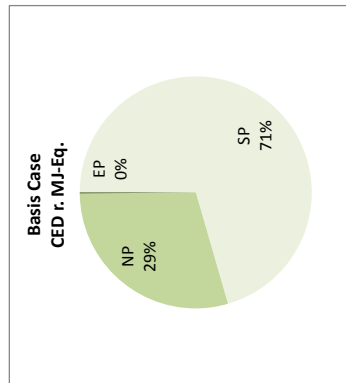
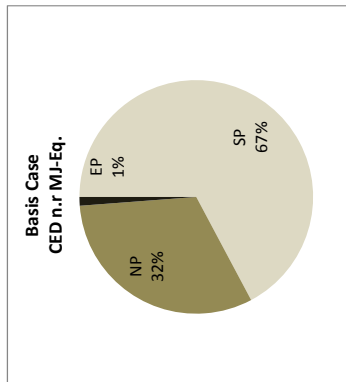
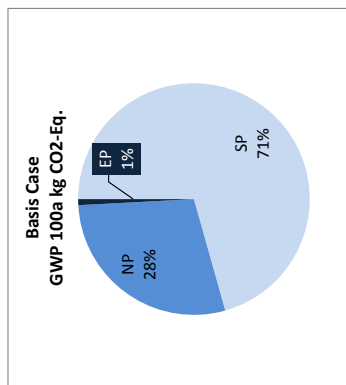
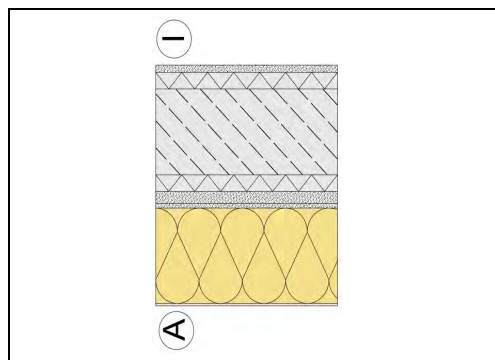
### Grenzen und Möglichkeiten AW 08\_AD3\_ST

- Das Anbringen von nicht hinterlüfteten Kollektorsystemen ist auf Grund der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften durch die kollektorintegrierte Dämmschicht grundsätzlich zu empfehlen, ohne weitere Dämmung hinter dem Kollektor ist der Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) jedoch nicht erreichbar. Eine zusätzliche Dämmschicht sollte daher angestrebt werden.
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden; die Erwärmung des Kollektors führt zu einem zusätzlichen Wärmestrom und damit Energiegewinn für den Innenraum.
- Bei Stahlbetonkonstruktionen ist rechnerisch zeitweise mit Kondensat zu rechnen. In diesen Fällen wird eine Entspannungsebene bzw. diffusionsoffene Trennlage empfohlen. Eine fachgerechte Ableitungsmöglichkeit eines ev. anfallenden Kondensats ist einzuplanen.

Bauteil-Nr.
<b>AW08_AD1</b>
Altersklasse
<b>1971 - 1990</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	l.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-PT Ste	0,200	0,036	5,556	100	20	28	37	53	n.l.	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	28	45	55	n.l.	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
6	Holzwoolplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand	78	78	96	123	TW	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	
7	Stahlbeton R=2500	0,180	2,500	0,072	Bestand	78	78	96	123	TW	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	
8	Holzwoolplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand	78	78	96	123	TW	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	70%	0%	
9	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	l.	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13 [kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,15															
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,02															



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			
BaC	71%	29%	1%	58,3	67%	32%	1%	BaC	71%	29%	0%	63,6	79,7
WoC	59%	40%	1%	69,3	56%	43%	1%	WoC	59%	41%	0%	75,9	93,0
BeC	88%	11%	1%	46,9	86%	13%	1%	BeC	88%	12%	0%	50,9	65,7

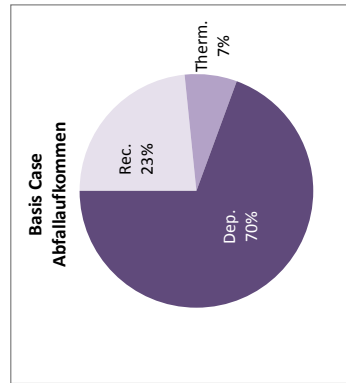
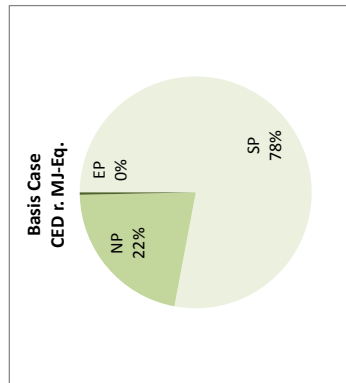
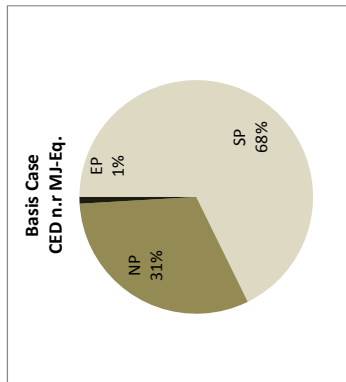
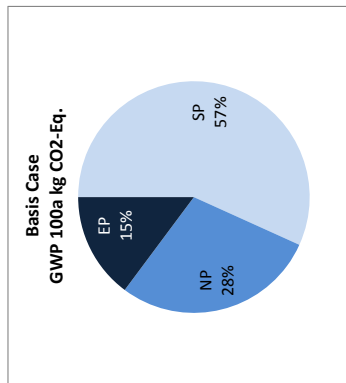
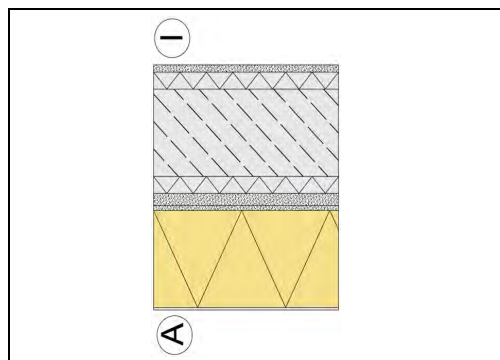


Bauteil-Nr.
<b>AW08_AD2</b>
Altersklasse
<b>1971 - 1990</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
						Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	33	43	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,180	0,034	5,294	18	3,24	33	38	n.l.	27	33	43	t.	0%	0%	100%	0%	80%	0%	40%	0%	60%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	1,35	28	37	n.l.	27	33	43	t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	n.l.	78	96	123	t.	50%	0%	0%	40%	0%	0%	30%	0%	0%
6	Holzwoolplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand	78	96	123	TW	78	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	0%	0%	30%	0%	0%
7	Stahlbeton R=2500	0,180	2,500	0,072	Bestand	78	96	123	TW	78	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	0%	0%	10%	90%	0%
8	Holzwoolplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand	78	96	123	TW	78	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	0%	0%	30%	0%	0%
9	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	l.	55	58	80	t.	50%	0%	0%	60%	0%	0%	30%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - SP	MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	[kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,16	[kg/m²]															
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,02	[kg/m²]															



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
					57%	28%	15%	57,2	BaC	BaC	BaC	BaC	BaC	54,3		
					45%	40%	15%	71,7	WoC	WoC	WoC	WoC	WoC	62,0		
					74%	11%	15%	43,7	BeC	BeC	BeC	BeC	BeC	46,2		

Bauteil-Nr.
<b>AW08_AD3_ST</b>
Altersklasse
<b>1971 - 1990</b>

Sanierungsphase
Nutzungsphase (Instandhaltung)
Entsorgungsphase
<b>Nutzungsdauer</b>
<b>50</b>

SP	n.t.	nicht trennbar
NP	t.	trennbar
EP		

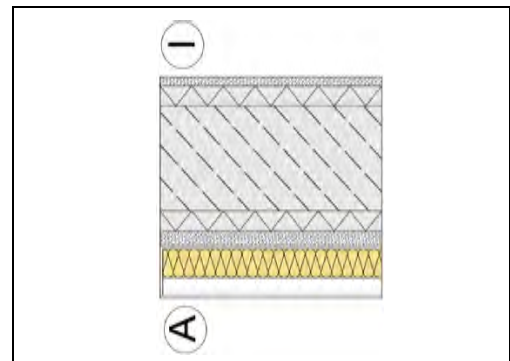
Dep.	n.l.	nicht lösbar
Rec.	l.	lösbar
Therm.		

Dep.	n.l.	nicht lösbar
Rec.	l.	lösbar
Therm.		

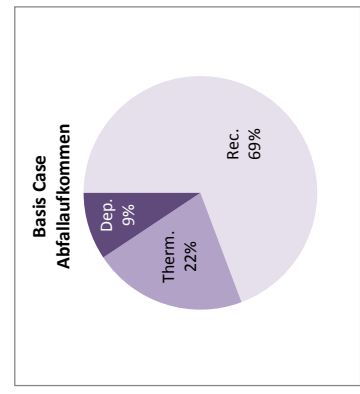
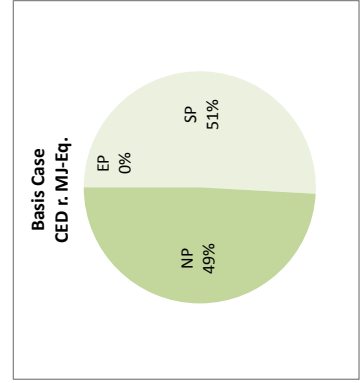
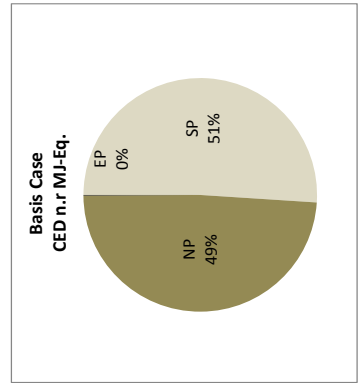
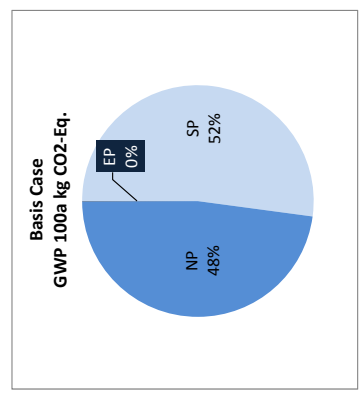
SP	n.t.	nicht trennbar
NP	t.	trennbar
EP		

Sanierungsphase
Nutzungsphase (Instandhaltung)
Entsorgungsphase
<b>Nutzungsdauer</b>
<b>50</b>

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Flachkollektor mit Alurat	0,087			32	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	0%	72%	28%
2	Kalkzementputz Bestand	0,025	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	78	96	123	n.l.	0%	50%	0%	40%	60%	0%	40%	60%	0%
3	Holzwoleplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand	78	96	123	78	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	50%	70%	0%
4	Stahlbeton R=2500	0,180	2,500	0,072	Bestand	78	96	123	78	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	25%	75%	0%
5	Holzwoleplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand	78	96	123	78	96	123	t.	70%	30%	0%	50%	50%	0%	50%	70%	0%
6	Kalkgips-putz	0,015	0,700	0,021	1300	55	58	80	55	58	80	l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	40%	60%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04	MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	[kg/m²]														
Ziel U-Wert [W/m²K]																					
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,02		52,5													



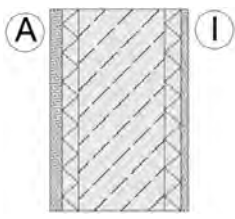
Baukonstruktionsorientierter Leitfaden

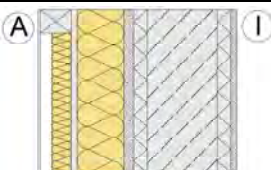
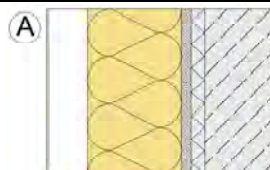
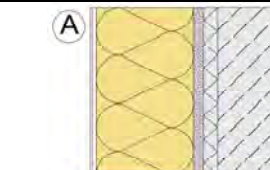


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					52%	48%	0%	215,8	51%	49%	0%	51%	49%	0%	500,9	69%	21%	83,5
					52%	48%	0%	215,8	51%	49%	0%	51%	49%	0%	500,9	67%	21%	83,5
					52%	48%	0%	215,8	51%	49%	0%	51%	49%	0%	500,9	72%	21%	83,5

**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1971 und 1990**

AW 08			
25 cm Mantelbeton mit Außen- und Innenputz	Kalkzementputz	2,5	cm
	Holzwoleplatte WW	3,5	cm
	Stahlbeton R=2300	18,0	cm
	Holzwoleplatte WW	3,5	cm
	Kalkgipsputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,02	W/m²K	



Sanierungsvarianten								
AW 08_AD4_ST			AW 08_AD5_PV Kaltfass.			AW 08_AD6_PV Warmfass.		
								
Fassadenkollektor mit Holzrahmen, OSB-Rückwand und integr. Kollektordämmung	10,0	cm	PV-Modul rahmenlos mit Systembefestigung	0,4 bis 1,2	cm	PV-Modul in Alu-Pfosten-Riegel Konstruktion integriert	0,4 bis 1,2	cm
MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Holzstaffeln	12,0	cm	Hinterlüftung	10,0	cm	Druck-entspannungsebene	1,0	cm
Kalkzementputz	2,5	cm	Diffusionsoffene Folie	0,02	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Fassadenkonstruktion	24,0	cm
Holzwoleplatte WW	3,5	cm	MW-W Mineralwolle (100 kg/m³) zw. Systembefestigung (Aluschienen/ Punkthalterung)	24,0	cm	Rückwand des Fassadensystems (Aluminiumblech)	0,2	cm
Stahlbeton R=2300	18,0	cm	Stahlbeton R=2300	2,5	cm	Kalkzementputz	2,5	cm
Holzwoleplatte WW	3,5	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm
Kalkgipsputz	1,5	cm	Betonkern	18,0	cm	Stahlbeton R=2300	18,0	cm
			Holzwoleplatte WW	3,5	cm	Holzwoleplatte WW	3,5	cm
			Kalkgipsputz	1,5	cm	Kalkgipsputz	1,5	cm

**Grenzen und Möglichkeiten AW 08\_AD4\_ST**

- Da Temperaturen an der Kollektorrückwand bis 200°C auftreten können, sollte das Dämmmaterial diesen Temperaturen standhalten (wie z.B.: Mineralwolle).
- Die Erwärmung des nicht hinterlüfteten Kollektors bewirkt eine Absenkung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Die Wärmeverluste an der Fassade nach Außen können signifikant reduziert werden. Die zusätzliche Dämmschicht zwischen Kollektorrückwand und Fassade verbessert den statischen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Wandsystems und verhindert Wärmeverluste an weniger strahlungsintensiven Wintertagen.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 08\_AD5\_PV Kaltfass.**

- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Der Einsatz von PV-Modulen als äußere Schicht der Fassade und Witterungsschutz erweitert die Funktionalität der Gebäudehülle. Es ist aber darauf zu achten, dass keine Bauwerklasten oder Spannungen auf die Module übertragen werden.
- Für die Bemessung und Ausführung des Glases sind die sicherheitsrelevanten Normen und Gesetze zu beachten (Einsatz als „Überkopfverglasung“, ev. absturzsichernde Funktionen, etc.).
- Die Systembefestigung mittels Schienensystemen oder Punkthalterungen erfolgt im Raster des Modulsystems. Neben Aluminium wird auch Edelstahl für Unterkonstruktionen eingesetzt. Eine großflächige Integration reduziert den Aufwand im



Übergangsbereich zur übrigen Fassade. Auf eine thermische Trennung der Befestigungspunkte ist zu achten (z.B. Hinterlegen mittels Hartkunststoffplättchen).

- Die Hinterlüftung der Konstruktion sorgt für den Abtransport von Wärme an der Rückseite der Photovoltaikzellen und ist daher gut geeignet für Module aus kristallinem Silizium. Hinterlüftungswirksam sind etwa 3-5 cm Querschnitt, optimal für den Wirkungsgrad der Module sind etwa 10 cm.
- Die Hinterlüftung der Konstruktion erleichtert das Diffundieren allfälliger Bauteilfeuchte. Fugen zwischen den Modulen (etwa 4 und 30 mm) ermöglichen die Aufnahme von Bautoleranzen und thermisch bedingten Längenänderungen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die dahinterliegende Wärmedämmung nicht durchfeuchtet wird. Daher ist eine diffusionsoffene aber wasserabweisende Abdichtung (Folie) vorzusehen.
- Rahmenlose PV-Module sind im Kantenbereich ungeschützt gegenüber mechanischen Beschädigungen. Der Vorteil liegt im besseren Regenabfluss und damit reduzierter Verschmutzung der Fassade.
- Eine Unterkonstruktion aus kreuzweise montierten Holzstaffeln ist denkbar. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des inhomogenen Bauteiles wird durch den hohen Holzanteil allerdings erhöht. Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist bei Gebäudeklassen mit höheren Brandschutzanforderungen im Einzelfall zu prüfen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung der PV-Module mittels Aluminiumrahmen, die in einem vormontierten Profilsystem eingehängt werden. Der Anteil an eingesetztem Aluminium als Baumaterial ist dabei wesentlich erhöht.

### Grenzen und Möglichkeiten AW 08\_AD6\_PV Warmfass.

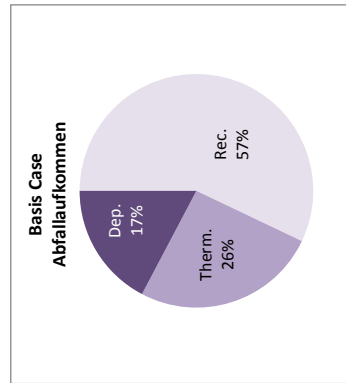
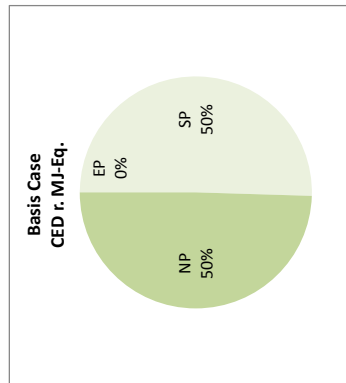
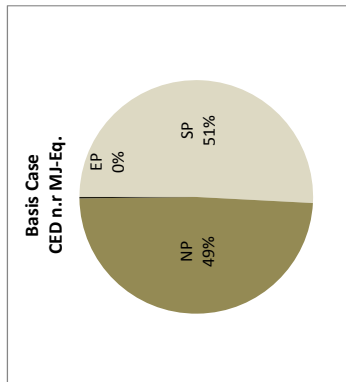
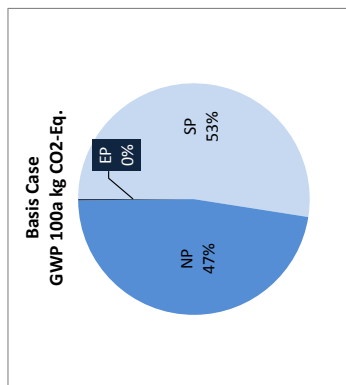
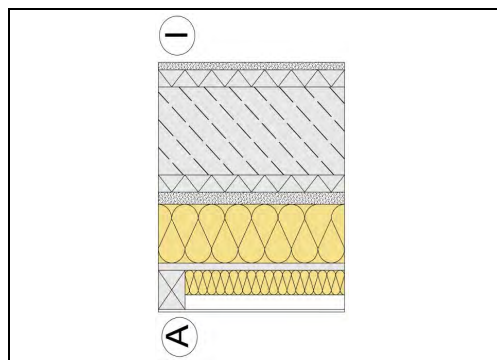
- Ökobilanz Variante a: Single Si-Paneel; Variante b: Multi Si-Paneel; Variante c: a-Si-Paneel; Variante d: Ribbon-Si-Paneel; Variante e: CIS-Paneel; Variante f: CdTe-Paneel
- Die PV-Module werden in bewährte Alu-Pfosten-Riegel Fassadenkonstruktionen eingesetzt. Die Ausführung erfolgt daher als nicht hinterlüftete Fassade (Warmfassade). Der geringe Querschnitt der Druckentspannungsebene ist für das Abführen von Stauwärme nicht ausreichend, daher ist der Einsatz von Modulen mit geringerer Temperaturempfindlichkeit (wie z.B.: Dünnschichtmodulen) zu empfehlen.
- Eine Variante dieser Fassade ist die Ausführung als „Structural Glazing“ Fassade. Bei sehr ähnlichen Unterkonstruktionssystemen werden die PV-Module allerdings rahmenlos auf den Alu-Rahmenprofilen verklebt und zusätzlich mechanisch gesichert.

Bauteil-Nr.
<b>AW08_AD4_ST</b>
Altersklasse
<b>1971 - 1990</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer				LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit		Entsorgung					
		Min		Max		Min	Mittel	Max	Trennbarkeit	Worst Case		Basis Case		Best Case		
		[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	Flachkollektor mit Holzra	0,085	25	25	25	25	25	25	t.	0%	72%	28%	0%	72%	28%	
2	Rückwand - OSB 610 kg/m	0,015	9,2	30	42	25	25	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	
3	Mineralwolle MW-W zw.	0,120	33	42	42	25	25	50	t.	100%	0%	0%	0%	50%	50%	
4	Kalkzementputz Bestand	0,025	28	45	55	78	96	123	t.	50%	50%	0%	30%	60%	100%	
5	Holzwoleplatte WW	0,035	78	96	96	78	96	123	t.	70%	30%	0%	30%	70%	0%	
6	Stahlbeton R=2500	0,180	78	96	96	78	96	123	t.	40%	60%	0%	10%	90%	0%	
7	Holzwoleplatte WW	0,035	78	96	96	78	96	123	t.	70%	30%	0%	30%	70%	0%	
8	Kalkgips-Putz	0,015	55	58	58	55	58	80	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen			MI - Gesamt		67,1											
Wärmeübergangswiderstand Innen			[kg/m <sup>2</sup> ]													
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]			89,2													
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]			1,02													

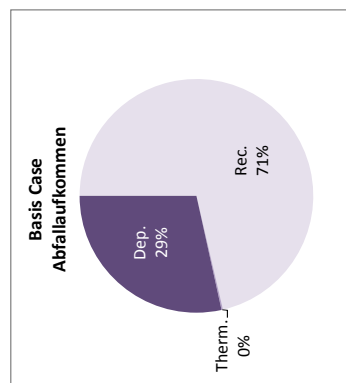
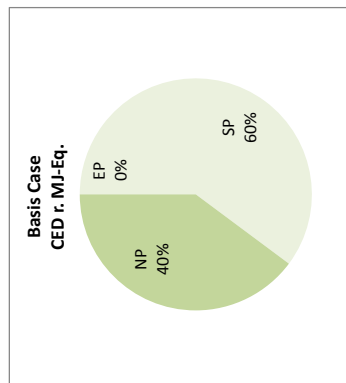
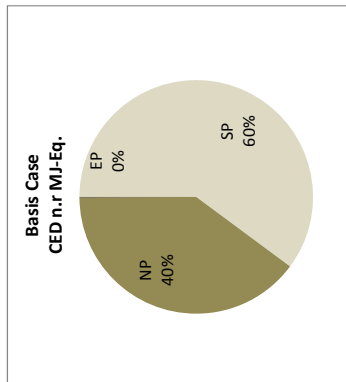
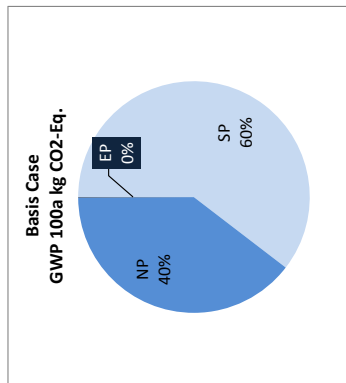
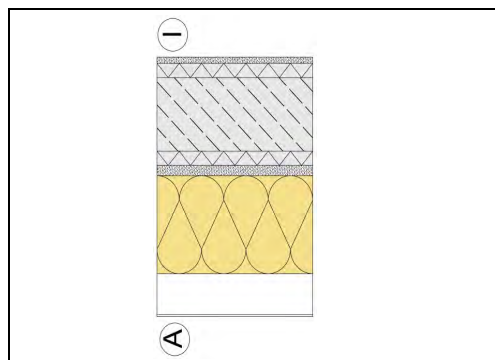


GWP	100a	SP		NP		EP		Summe		CED n.r		CED r		Abfallaufkommen		Summe	
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[Mj-Eq.]	[Mj-Eq.]	[%]	[%]	[%]	[%]	[BaC]	[WoC]	[BeC]	[kg]
BaC	52%	47%	0%	0%	49%	0%	0%	3276,5	51%	49%	BaC	50%	50%	886,2	17%	57%	114,6
WoC	52%	47%	0%	0%	49%	0%	0%	3278,3	51%	49%	WoC	50%	50%	886,2	29%	42%	114,6
BeC	60%	40%	0%	0%	36%	0%	0%	2614,9	64%	36%	BeC	71%	29%	631,2	6%	72%	93,5

Bauteil-Nr.
<b>AW08_AD5_PV_Kalt</b>
Altersklasse
<b>1971 - 1990</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			Lösbarekeit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
						MI - Gesamt [kg/m²]			MI - SP [kg/m²]			MI - NP [kg/m²]				MI - Gesamt [kg/m²]			MI - SP [kg/m²]			MI - NP [kg/m²]				
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004			19	30	30	30	l.	30	30	30	0	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%			
2	Hinterlüftung	0,100	0,420	0,001	334	31	40	60	n.l.	30	30	30	0	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	80%	0%			
3	Diffusionsdichte Folie 33	0,000	0,045	5,333	100	33	42	62	n.l.	30	30	30	0	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%			
4	Mineralwolle MW-W zw.	0,240	1,400	0,018	Bestand	28	45	55	n.l.	78	96	123	0	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	60%	30%	0%			
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	0,100	0,350	Bestand	78	96	123	TW	78	96	123	0	70%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	70%	0%			
6	Holzwoolplatte WW	0,035	2,500	0,072	Bestand	78	96	123	TW	78	96	123	0	40%	60%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	90%	0%			
7	Stahlbeton R=2500	0,180	0,100	0,350	Bestand	78	96	123	TW	78	96	123	0	70%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	70%	0%			
8	Holzwoolplatte WW	0,035	0,700	0,021	1300	55	58	80	l.	55	58	80	0	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	70%	0%			
9	Kalkgips-putz	0,015			19,5	55	58	80	l.	55	58	80	0	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	70%	0%			
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04			MI - Gesamt			80														
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13			MI - SP			62,6														
Ziel U-Wert [W/m²K]						1,02			MI - NP			16,8														
U-Wert Bestand [W/m²K]						79,4																				



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
					60%	40%	0%	756,8	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,7	97,7
					60%	40%	0%	757,0	60%	40%	0%	60%	40%	0%	1937,7	97,7
					62%	38%	0%	732,5	64%	36%	0%	62%	38%	0%	1866,1	81,6

Bauteil-Nr.
<b>AW08_AD6_PV_Warm</b>
Altersklasse
<b>1971 - 1990</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
 Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
 Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
 CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
 CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

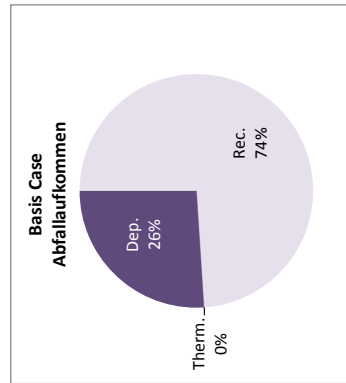
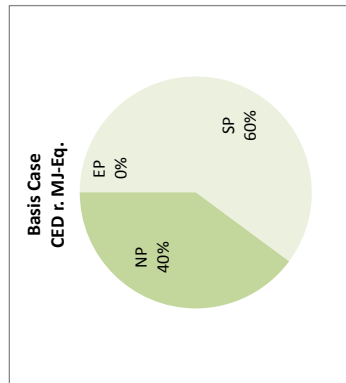
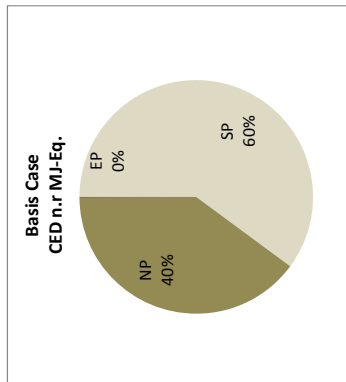
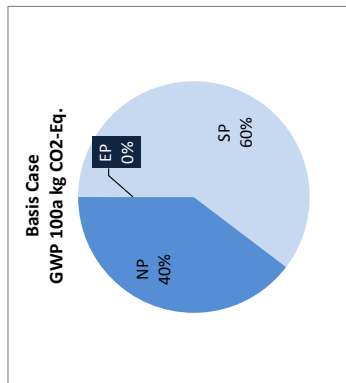
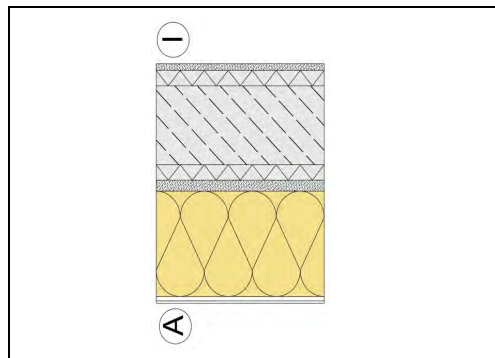
Dep. Deponierung  
 Rec. Recycling  
 Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
 NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
 EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
 trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
							Lösbarkeit			Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	PV-Modul - Single Si-Pan	0,004				19	30	30	30	30	30	30	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Druckspannungsbeton	0,010	0,040	6,000	100	24,0	33	42	62	30	30	60	t.	100%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	MW-W Mineralwolle Glas	0,240	0,040	0,003	2800	5,6	37	47	66	30	30	60	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
4	Rückwand - Aluminiumblech	0,002	1,400	0,018	Bestand		28	45	55	78	96	123	t.	50%	50%	0%	0%	60%	0%	0%	70%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,025	0,100	0,350	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	70%	30%	0%	0%	50%	0%	0%	30%	70%	0%	0%
6	Holzwoolplatte WW	0,035	0,180	0,072	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	40%	60%	0%	0%	25%	0%	0%	10%	90%	0%	0%
7	Stahlbeton R=2500	0,180	2,500	0,350	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	70%	30%	0%	0%	50%	0%	0%	30%	70%	0%	0%
8	Holzwoolplatte WW	0,035	0,100	0,350	Bestand		78	96	123	78	96	123	t.	40%	60%	0%	0%	25%	0%	0%	10%	90%	0%	0%
9	Kalkgips-Putz	0,015	0,700	0,021	1300	19,5	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	0%	40%	0%	0%	30%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen							MI - Gesamt																	
Wärmeübergangswiderstand Innen							68,1																	
Ziel U-Wert [W/m²K]							0,13																	
U-Wert Bestand [W/m²K]							20,4																	
							88,5																	



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
					60%	40%	0%	958,2	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,1	106,8
					60%	40%	0%	958,4	60%	40%	0%	60%	40%	0%	2349,1	106,8
					64%	36%	0%	909,4	65%	35%	0%	63%	37%	0%	2256,5	87,1



**Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1970 und 1980**

<b>AW 09</b>				
Betonfertigteile-Sandwichelemente	Stahlbeton	8,0	cm	
	Steinwolle-Bestand	5,0	cm	
	Stahlbeton R=2300	24,0	cm	
	Kalkzementputz	1,5	cm	
U-Wert Bestand	0,76		W/m²K	

<b>Sanierungsvarianten</b>					
AW 09_AD1			AW 09_AD2		
Silikatputz	0,2	cm	Silikatputz	0,2	cm
Klebespachtel	0,2	cm	Klebespachtel	0,2	cm
MW-PT Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m³	20,0	cm	EPS-F-Plus 18 kg/m³	18,0	cm
Kleber	1,0	cm	Kleber	1,0	cm
Stahlbeton R=2300	8,0	cm	Stahlbeton R=2300	8,0	cm
Steinwolle	5,0	cm	Steinwolle	5,0	cm
Stahlbeton	24,0	cm	Stahlbeton	24,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²k		U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²k	

**Generell:**

- Auf Grund der vorgesetzten äußeren Vorsatzschale sind hohe Lasten auf der inneren Stahlbetontragschale zu befestigen, gesondert von der Attika abzuhängen oder auf eine eigene Fundamentierung zu stellen. Das Befestigen von solarthermischen Kollektoren oder PV-Modulen kann nur unter Berücksichtigung der statischen Eigenschaften und bestmöglicher Vermeidung von Wärmebrücken von Verankerungen erfolgen.
- Allfällige bestehende Verankerungen der Vorsatzschale an der Stahlbetontragschale sind vor Sanierung auf allfällige Schäden (Rost, Betonausbrüche, dgl.) zu überprüfen. Es wird empfohlen einen Statiker zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Verankerungen beizuziehen.
- Der Vorteil von Außen- gegenüber Innendämmsystemen ist die vollständige Überdämmung an der Außenseite der Wandflächen inklusive einer Reihe von Wärmebrücken wie Deckenrosten, Fensterstürzen, Sockelbereichen, etc.
- Eine Herausforderung bleibt weiterhin die Beseitigung von Wärmebrücken wie auskragenden, nicht thermisch getrennten Balkon-, Deckenplatten oder Vordächern.
- In den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 09\_AD1**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

**Grenzen und Möglichkeiten AW 09\_AD2**

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.



Bauteil-Nr.
<b>AW09_AD1</b>
Altersklasse
<b>1970 - 1980</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

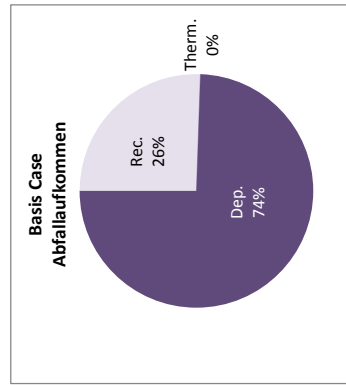
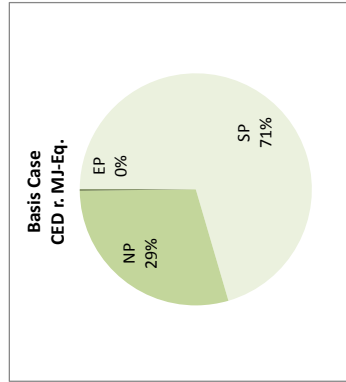
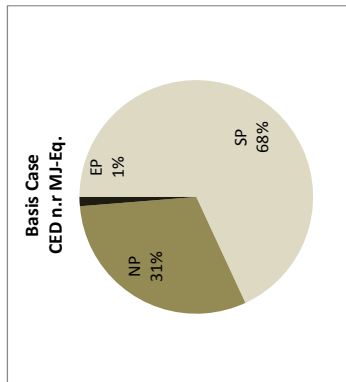
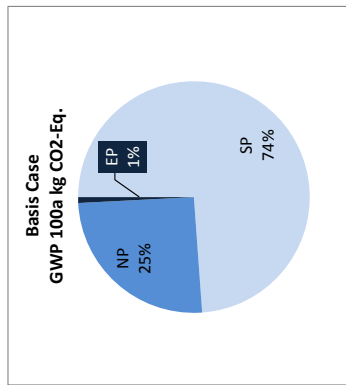
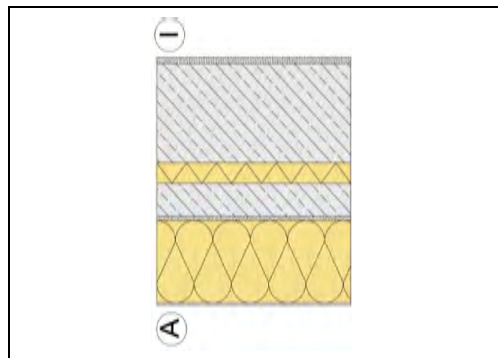
SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.i. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung													
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]		Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	l.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-PT Ste	0,200	0,036	5,556	100	20	28	37	53	n.i.	n.i.	27	33	43	t.	100%	0%	0%	60%	40%	0%	60%	40%	0%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.i.	n.i.	27	33	43	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Stahlbeton R=2500	0,080	2,500	0,032	Bestand	78	78	96	123	n.i.	n.i.	78	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	100%	0%	0%	
6	Bestand - Dämmplatte 90	0,050	1,000	0,050	Bestand	33	33	38	50	n.i.	n.i.	78	96	123	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	
7	Stahlbeton R= 2300	0,240	2,300	0,104	Bestand	78	78	96	123	TW	TW	78	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	100%	0%	0%	
8	Kalkzementputz (Innenra	0,015	1,000	0,015	1800	27	55	58	80	l.	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub> [m²K/W]		0,04		MI - SP		66,7		MI - Gesamt															
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13		MI - NP		20,5		87,2																	
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,15																							
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,76																							



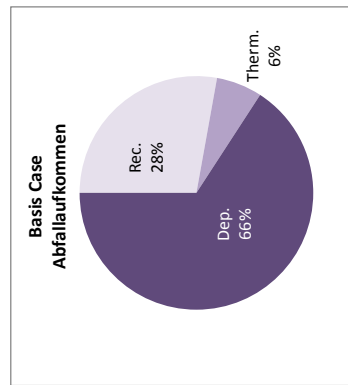
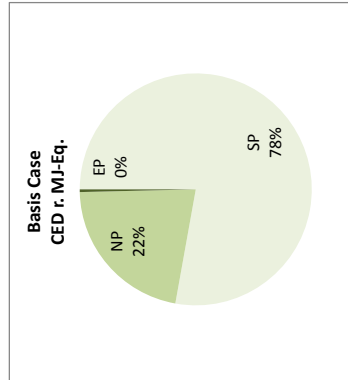
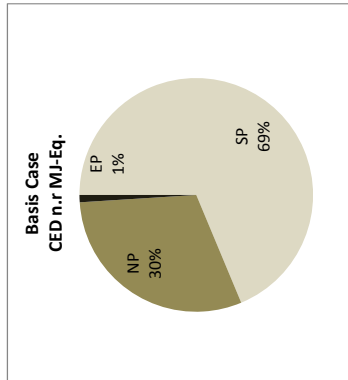
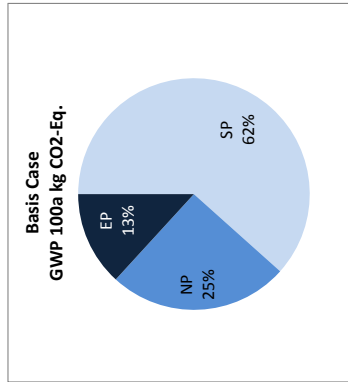
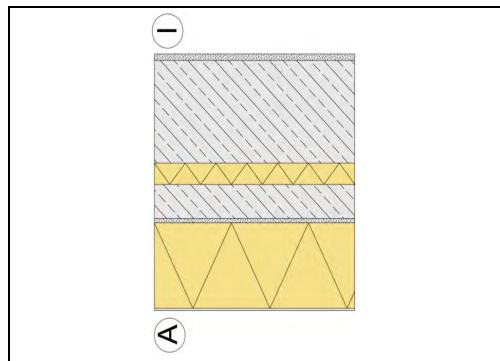
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]		
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
BaC	74%	25%	1%	65,7	68%	31%	1%	997,8	BaC	70%	29%	0%	63,6	BaC	74%	26%	0%	87,2
WoC	63%	36%	1%	76,7	57%	42%	1%	1200,3	WoC	59%	41%	0%	75,8	WoC	87%	13%	0%	100,5
BeC	89%	10%	1%	54,3	86%	12%	2%	787,8	BeC	88%	12%	0%	50,8	BeC	61%	39%	0%	73,2

Bauteil-Nr.
<b>AW09_AD2</b>
Altersklasse
<b>1970 - 1980</b>

Nutzungsdauer
<b>50</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

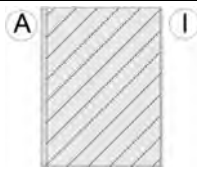
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer				LD-Lösbarkeit		Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
		Lebensdauer		Max		Min	Mittel		Max	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.
		Min	Mittel	Max	[a]	[a]	[a]		[a]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	27	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	27	33	43	l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,180	0,034	5,294	33	38	50	n.l.	27	33	43	0%	0%	100%	0%	20%	40%	60%
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	28	37	53	n.l.	27	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
5	Stahlbeton R=2500	0,080	2,500	0,032	78	96	123	n.l.	78	96	123	40%	60%	0%	10%	90%	0%	0%
6	Bestand - Dämmplatte 90	0,050	1,000	1,000	33	38	50	n.l.	78	96	123	100%	0%	0%	60%	40%	0%	0%
7	Stahlbeton R= 2300	0,240	2,300	0,104	78	96	123	TW	78	96	123	40%	60%	0%	10%	90%	0%	0%
8	Kalkzementputz (Innenre	0,015	1,000	0,015	55	58	80	l.	55	58	80	50%	50%	0%	30%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>t</sub>		[m²K/W]		0,04		MI - SP		49,9		MI - Gesamt		[kg/m²]		61,8		
Wärmeübergangswiderstand Innen		λ		[W/mK]		0,13		MI - NP		11,8		U-Wert		[W/m²K]		0,76		
Ziel U-Wert		[W/m²K]		0,15		U-Wert Bestand		[W/m²K]		0,76		U-Wert Bestand		[W/m²K]		0,76		





GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe	Therm.	Summe		
					SP	NP	EP	SP	NP	EP					[%]	[kg]
100a	62%	25%	13%	13%	69%	30%	1%	78%	22%	0%	0%	24,2	66%	6%	61,8	
BaC	50%	36%	13%	13%	57%	42%	1%	68%	32%	0%	0%	27,6	72%	19%	69,5	
WoC	78%	9%	13%	13%	87%	12%	1%	91%	8%	0%	0%	20,6	58%	38%	53,7	
BeC																

### Thermische Sanierung für Außenwandbestandsaufbauten zwischen 1970 und 1980

AW 10			
Gasbeton mit Innen- und Außenputz	Kalkzementputz	1,5	cm
	Porenbetonstein	30,0	cm
	Kalkzementputz	1,0	cm
U-Wert Bestand	0,51	W/m <sup>2</sup> K	



### Sanierungsvarianten

AW 10_AD1			AW 10_AD2		
					
Silikatputz	0,2	cm	Silikatputz	0,2	cm
Klebespachtel	0,2	cm	Klebespachtel	0,2	cm
MW-PT Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m <sup>3</sup>	16,0	cm	EPS F Plus18 kg/m <sup>3</sup>	16,0	cm
Kleber	1,0	cm	Kleber	1,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
Porenbetonstein	30,0	cm	Porenbetonstein	30,0	cm
Kalkzementputz	1,0	cm	Kalkzementputz	1,0	cm
U-Wert nach Sanierung	0,16	W/m <sup>2</sup> K	U-Wert nach Sanierung	0,15	W/m <sup>2</sup> K

### Generell:

- Um den Zielwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Außenwandsystems im Bereich von 0,12 - 0,15 W/m<sup>2</sup>K durch die thermische Sanierung der Außenwand zu erreichen, ist auf Grund der geringeren Wärmeleitfähigkeit von Porenbeton bereits eine Außendämmung mit 16 cm ausreichend.
- Trotzdem der besseren Wärmedämmeigenschaften des bestehenden Porenbetonmauerwerks ist die Wand außenseitig vollständig zu überdämmen und eine bestmögliche Vermeidung oder Reduktion von Wärmebrücken anzustreben.
- Auch in den Fensterleibungen sollte die Dämmung bis zum Fensterstock geführt werden, um Schimmelbildung bzw. Kondensatanfall in der inneren Leibung zu vermeiden. Die Dämmdicke kann jedoch maßvoll reduziert werden.
- Bei Außendämmsystemen im Allgemeinen und speziell bei Wärmedämmverbundsystemen ist das Herstellen der Luftdichtheit der Bestandswand für eine schadensfreie Sanierung erforderlich.
- Für das Aufbringen von Wärmedämmverbundsystemen sind eine Reihe an relevanten Normen und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller zu beachten. Informationen dazu sind bei den Systemherstellern oder der Qualitätsgruppe Wärmedämmverbundsysteme zu finden.
- Die Integration von solarthermischen Kollektoren oder PV – Modulen ist grundsätzlich eine Option. In Abhängigkeit des geplanten Ausmaßes der Kollektoren muss die Befestigungstechnologie in Kombination mit den spezifischen Eigenschaften des vorhandenen Mauerwerks (Punkt-Tragfähigkeit, Spröde des Materials, bewehrtes/unbewehrtes Mauerwerk) detailliert betrachtet werden.

### Grenzen und Möglichkeiten AW 10\_AD1

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Generell können bei Verwendung von Mineralwolle als Dämmstoff auch Brandschutzanforderungen höherer Gebäudeklassen erfüllt werden. Details sind projekt- und systemspezifisch im Einzelfall zu klären.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand verbessern sich durch das Aufbringen des biegeweichen Wärmedämmverbundsystems.

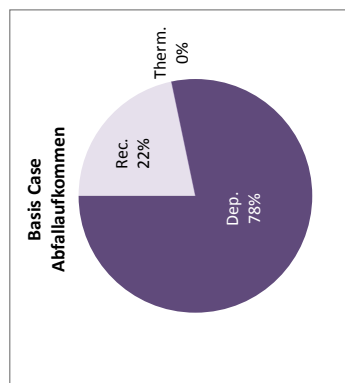
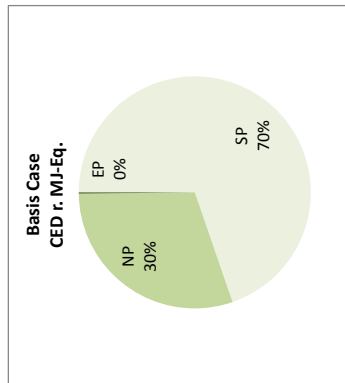
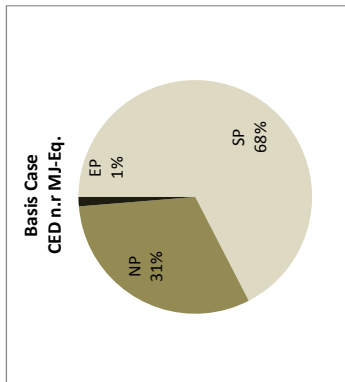
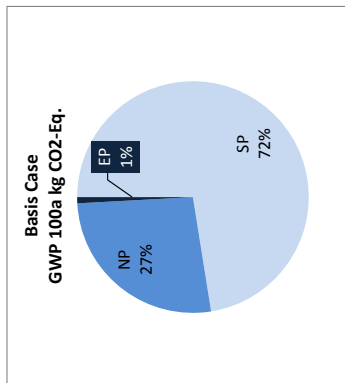
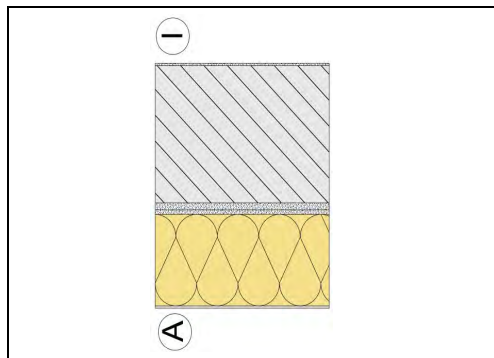
### Grenzen und Möglichkeiten AW 10\_AD2

- Die dauerhaft schlagregensichere Ausbildung von Durchdringungen, An- und Abschlüssen muss beachtet werden.
- Die Schallschutzeigenschaften der Außenwand werden durch das Aufbringen des biegesteifen Wärmedämmverbundsystems prinzipiell verschlechtert – eine allfällige Verbesserung durch neue Fenster ist dabei unberücksichtigt.

Bauteil-Nr.
<b>AW10_AD1</b>
Altersklasse
<b>1970 - 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case		
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-PT Ste	0,160	0,036	4,444	100	16	28	37	53	n.l.	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	13,5	28	37	53	n.l.	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,015	1,400	0,011	Bestand	28	28	45	55	n.l.	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
6	Porenbetonstein	0,300	0,170	1,765	Bestand	60	60	87	110	TW	t.	40%	60%	0%	75%	25%	0%	10%	90%	0%	
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,010	1,000	0,010	1800	18	55	58	80	l.	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen						0,04	MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,13	[kg/m²]														
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,16															
U-Wert Bestand [W/m²K]						0,51	72,1														

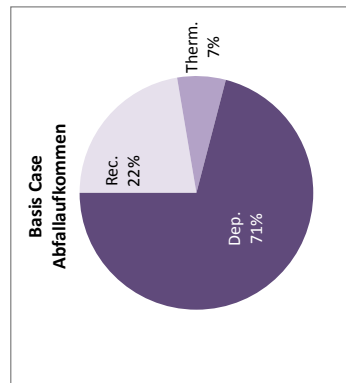
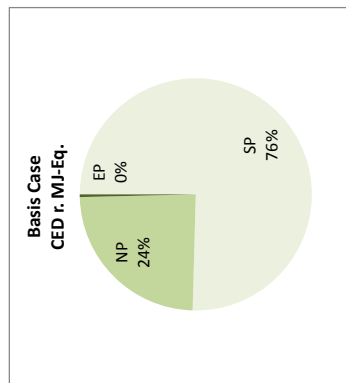
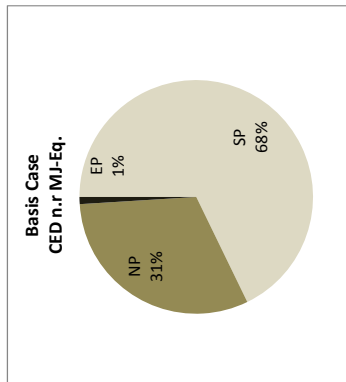
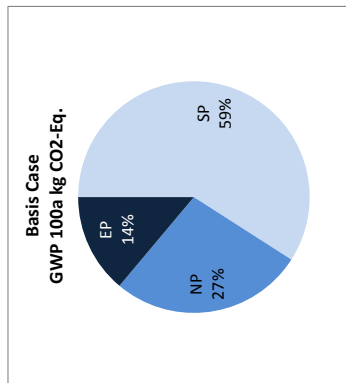
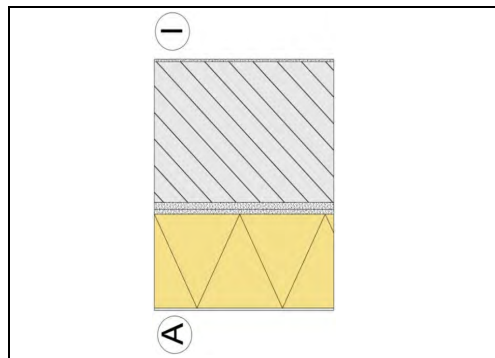


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Therm. [%]	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]					
					72%	27%	1%	51,7	67%	31%	1%	819,6	70%	30%	0%	50,5	78%	72,1	
					62%	38%	1%	60,8	56%	43%	1%	989,1	58%	42%	0%	60,4	89%	84,1	
					89%	10%	1%	42,3	86%	13%	2%	643,6	88%	12%	0%	40,1	66%	59,5	

Bauteil-Nr.
<b>AW10_AD2</b>
Altersklasse
<b>1970 - 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	l.	n.l.	TW	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Silikatputz (WDVS)	0,002	0,700	0,003	1800	3,6	27	33	43	l.	n.t.	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
2	Unterputz/Bewehrung (M)	0,002	0,800	0,003	1300	2,6	27	33	43	l.	n.t.	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	EPS-F-Plus-18 kg/m³	0,160	0,034	4,706	18	2,88	33	38	50	n.l.	t.	33	43	0%	0%	100%	0%	20%	40%	0%	60%		
4	Kleber (WDVS)	0,010	0,800	0,013	1350	1,5	28	37	53	n.l.	n.t.	33	43	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	Kalkzementputz Bestand	0,015	1,400	0,011	Bestand	28	28	45	55	n.l.	t.	66	86	50%	50%	0%	0%	60%	70%	0%	0%		
6	Porenbetonstein	0,300	0,170	1,765	Bestand	60	60	87	110	TW	t.	87	110	40%	40%	0%	0%	75%	90%	10%	0%		
7	Kalkzementputz (Innenra)	0,010	1,000	0,010	1800	18	55	58	80	l.	t.	58	80	50%	50%	0%	0%	60%	70%	30%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>t</sub> [m²K/W]		0,04		MI - SP		40,58		MI - Gesamt													
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13		MI - NP		11,6		52,2															
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,15																					
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,51																					



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]						
		59%	27%	14%	68%	31%	1%	68%	31%	1%	798,4	20,0	71%	22%	7%	52,2
		48%	38%	14%	56%	43%	1%	962,3	65%	35%	23,2	76%	15%	9%	59,8	
		76%	10%	14%	86%	13%	1%	627,8	90%	9%	16,7	64%	31%	5%	44,3	

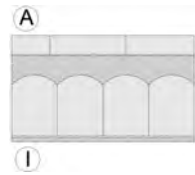






## Aufbauten – Dachgeschoßdecke (DGD)

**Thermische Sanierungen für Oberste Geschoßdeckenaufbauten vor 1919**

DGD 01			
Doppelbaumdecke	Dachbodenpflaster	6,5	cm
	Schlacke	6,5	cm
	Doppelbaumdecke	18,0	cm
	Schilfrohrmatte (Putzträger)	0,5	cm
	Kalkputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,52	W/m²K	



Thermische Sanierungsvarianten					
DGD 01_AD1			DGD 01_AD2		
					
Magnesitgeb. Holzwolleplatte	2,5	cm	Magnesitgeb. Holzwolleplatte	2,5	cm
MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte Steinwolle 100 kg/m³	10,0	cm	MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte Steinwolle 100 kg/m³	10,0	cm
MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte Steinwolle 100 kg/m³	20,0	cm	MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte Steinwolle 100 kg/m³	20,0	cm
Luft- und Dampfbremse	0,02	cm	Luft- und Dampfbremse	0,02	cm
Dachbodenpflaster	6,5	cm	Schüttung (Perlite)	4,0	cm
Schlacke	6,5	cm	Doppelbaumdecke	18,0	cm
Doppelbaumdecke	18,0	cm	Schilfrohrmatte (Putzträger)	0,5	cm
Schilfrohrmatte (Putzträger)	0,5	cm	Kalkputz	1,5	cm
Kalkputz	1,5	cm			
U-Wert nach Sanierung	0,10	W/m²K	U-Wert nach Sanierung	0,09	W/m²K

**Generell:**

- Vor der Sanierung sollte die bestehende Doppelbaumdecke auf Fäulnis oder Schädlingsbefall untersucht werden. Sensible Punkte sind hier die Deckenaufleger bzw. Auflagerköpfe. Beschädigte Teile sind auszutauschen oder es ist durch Verstärkungen sicherzustellen, dass die Tragfähigkeit der Decke gegeben ist.
- Grundsätzlich könnte auf den Einbau der Luft- und Dampfbremse aus diffusionstechnischen Gründen verzichtet werden. Erfahrungsgemäß ist die Luftdichtheit bei Holzdecken im Bestand nicht gegeben. Damit Feuchtigkeit nicht in den Aufbau gelangt wird der Einbau einer Luft- und Dampfbremse im Sanierungsfall empfohlen. Damit wird gleichzeitig auch die luftdichte Gebäudehülle hergestellt. Damit die Luftdichtheit garantiert werden kann, ist auf den sorgfältigen Einbau dieser Luft- und Dampfbremse ist zu achten (überlappend, Stöße verklebt, Anschlüsse an aufgehende oder angrenzende Bauteile an den Putz vornehmen). Ein weiterer Vorteil des Einbaues der Folie ist der Schutz der Konstruktion vor Wassereintritt von oben (Undichtheiten der Dachhaut, etc.)
- Brandschutzbestimmungen können Auflagen hinsichtlich Brennbarkeitsklasse oder Brandverhalten erfordern (wie z.B.: die Verwendung von Holzwolleplatten mit einseitigem Porenverschluss und nicht brennbarer Oberfläche, die als begehbare Brandschutzplatten geeignet sind).
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.
- Bei der Verlegung von mehreren Lagen von Dämmmaterial in Platten ist eine stoßversetzte Verlegung notwendig (Vermeidung von durchgehenden Fugen).





#### **Möglichkeiten und Grenzen DGD 01\_AD1**

- Soweit die Tragfähigkeit der Deckenkonstruktion es erlaubt, kann bestehende Auflast (wie z.B.: das Dachbodenpflaster) in den neuen Aufbau integriert werden. Ein Abräumen ist nicht erforderlich.

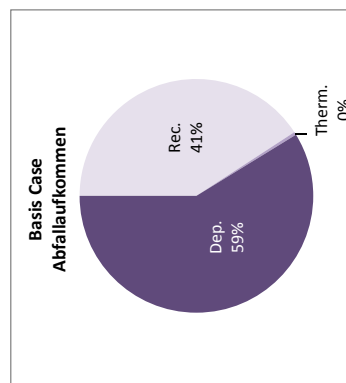
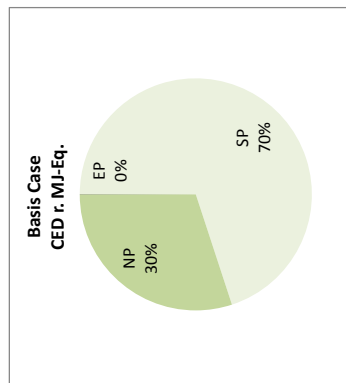
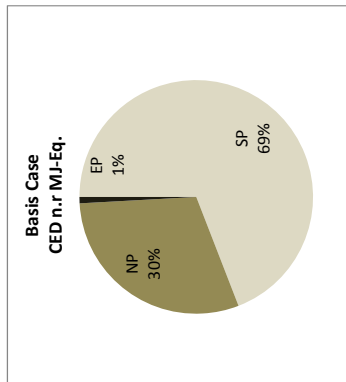
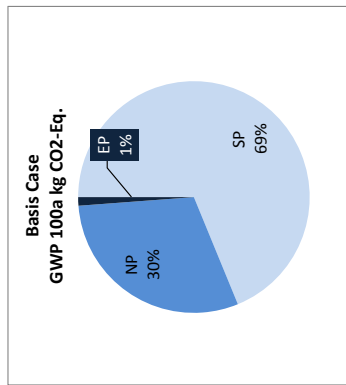
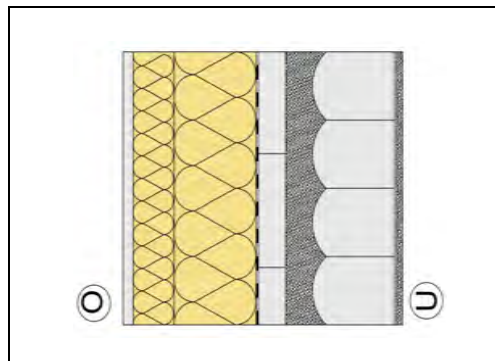
#### **Möglichkeiten und Grenzen DGD 01\_AD2**

- Der Abbruch des Dachbodenpflasters reduziert die Flächenbelastung der Deckenkonstruktion. Die Unebenheiten der Dippelbaumdecke werden durch die Perlitschüttung ausgeglichen.
- Vorteil dieser Sanierungsvariante ist eine geringfügige Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) bei gleichbleibender Aufbauhöhe.

Bauteil-Nr.
<b>DG01_AD1</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Lebensdauer			Lösbarkheit			LD-Lösbarkheit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
						Lebensdauer/Nutzungsdauer			LD-Lösbarkheit			Worst Case				Basis Case			Best Case									
1	magnesiumgeb. Holzwolle	0,025	0,166	0,151	680	17	33	38	50	l.	30	35	40	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%
2	Mineralwolle MW-WD St	0,100	0,035	2,857	100	10	33	38	50	l.	30	35	40	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-WD St	0,200	0,035	5,714	100	20	33	38	50	l.	30	35	40	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	0%
4	Dampfbremse (PE Folie)	0,000	0,250	0,001	1100	0,22	30	35	40	n.l.	30	35	40	t.	0%	0%	0%	0%	10%	0%	100%	100%	0%	20%	0%	0%	80%	0%
5	Dachbodenpflaster	0,065	1,200	0,054	Bestand		76	89	135	n.l.	76	89	135	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	10%	90%	0%	0%	0%
6	Schlacke	0,065	0,350	0,186	Bestand		76	89	135	n.l.	76	89	135	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	10%	90%	0%	0%	0%
7	Doppelbaumdecke	0,180	0,130	1,385	Bestand		76	89	135	TW	76	89	135	t.	0%	0%	0%	0%	20%	80%	100%	0%	40%	60%	0%	0%	60%	0%
8	Bestand-Schiffbauplatte	0,005	0,075	0,067	Bestand		54	59	79	n.l.	76	89	135	t.	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
9	Bestand - Kalkputz	0,015	0,700	0,021	Bestand		55	58	80	l.	76	89	135	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen				0,10	MI - SP	47,2	MI - Gesamt																					
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,10	MI - NP	20,2	67,5																					
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]				0,10	MI - NP	20,2	67,5																					
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]				0,52																								



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
BaC	69%	30%	1%	79,4	69%	30%	1%	BaC	1173,1	197,3	59%	41%	0%	67,5
WoC	59%	40%	1%	93,0	59%	40%	1%	WoC	1372,8	230,2	100%	0%	0%	78,7
BeC	79%	20%	1%	69,4	79%	20%	1%	BeC	1024,4	172,6	18%	82%	0%	59,0

Bauteil-Nr.
<b>DGD01_AD2</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

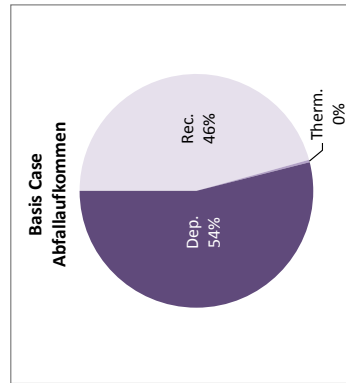
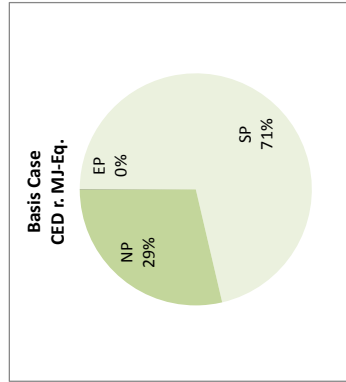
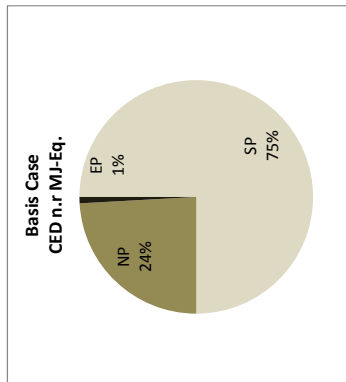
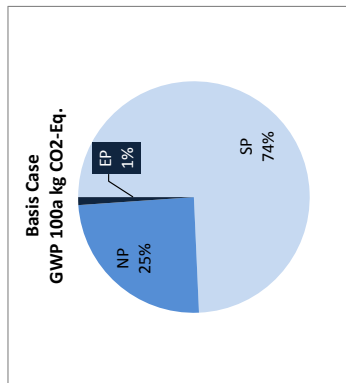
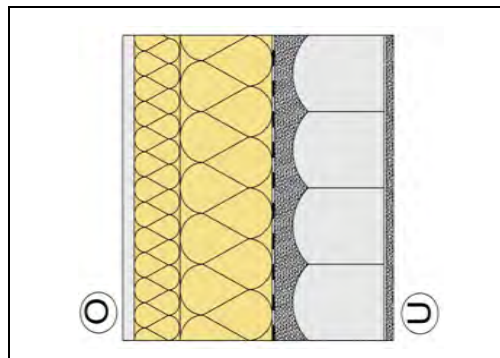
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

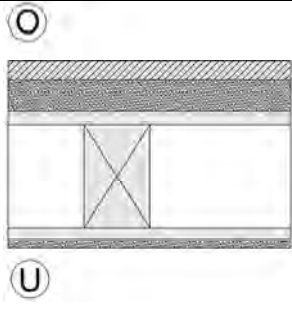
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer		Rohdichte [kg/m³]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Dicke [m]	λ [W/mK]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Lösbarkheit		LD-Lösbarkheit		Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
		Min	Max							Min	Mittel	Max	Dep. [M-%]		Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
		[a]	[a]							[a]	[a]	[a]	[M-%]		[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]			
1	magnesitgeb. Holzwollef	33	50	680	0,151	0,025	0,166	0,151	0,151	I	30	35	40	t	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%
2	Mineralwolle MW-WD St	33	50	100	2,857	0,100	0,035	2,857	0,035	I	30	35	40	t	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-WD St	33	50	100	5,714	0,200	0,035	5,714	0,035	I	30	35	40	t	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%
4	Dampfbremse (PE Folie)	30	40	1100	0,001	0,222	0,250	0,001	0,001	n.l.	30	35	40	t	0%	0%	100%	0%	10%	0%	20%	0%	0%	80%	0%
5	EPB Perlite	80	80	430	0,333	17,2	0,120	0,333	0,333	n.l.	80	80	80	t	50%	50%	0%	35%	65%	0%	75%	0%	0%	0%	0%
6	Doppelbaudecke	76	135	Bestand	1,385	Bestand	0,130	1,385	0,130	TW	76	89	135	t	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	0%	60%	100%
7	Bestand-Schilbauplatte	54	79	Bestand	0,067	Bestand	0,075	0,067	0,067	n.l.	76	89	135	t	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%
8	Bestand - Kalkputz	55	80	Bestand	0,021	Bestand	0,700	0,021	0,021	I	76	89	135	t	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	30%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - Gesamt		MI - SP		64,4		0,10																	
Wärmeübergangswiderstand Innen		[kg/m²]		[kg/m²]		84,7		0,10																	
Ziel U-Wert		[W/m²K]		[W/m²K]		0,09		0,09																	
U-Wert Bestand		[W/m²K]		[W/m²K]		0,52		0,52																	

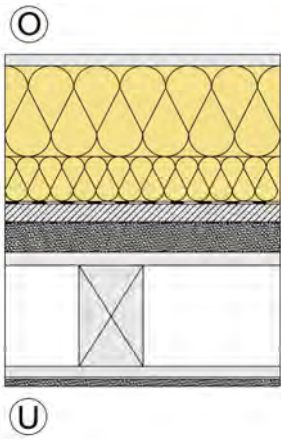
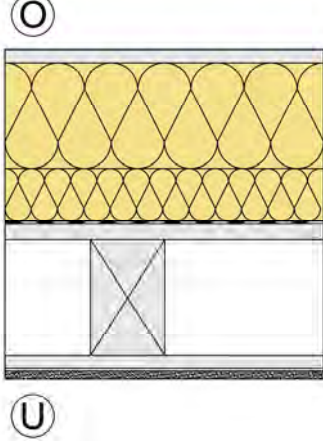


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r.			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
		74%	25%	1%	1%	74%	1%	97,0	71%	29%	0%	207,0	54%	46%	0%	84,7
		65%	34%	1%	1%	66%	33%	110,5	62%	38%	0%	239,9	91%	9%	0%	95,9
		83%	16%	1%	1%	84%	16%	86,9	81%	19%	0%	182,3	80%	20%	0%	76,2

**Thermische Sanierungen für Oberste Geschoßdeckenaufbauten vor 1919 - 1949**

DGD 02			
Holzbalkendecke	Betonestrich	4,0	cm
	Schlacke	6,5	cm
	Rauhschalung	3,0	cm
	Holzbalken	22,0	cm
	Rauhschalung	2,4	cm
	Schilfrohrmatte	0,5	cm
	Kalkputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,58	W/m²K	



Thermische Sanierungsvarianten									
DGD 02_AD1			DGD 02_AD2						
									
Magnesitgeb. Holzwole-platte WW	2,5	cm	Magnesitgeb. Holzwoleplatte WW	2,5	cm				
MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte 100 kg/m³	20,0	cm	MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte 100 kg/m³	20,0	cm				
MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte 100 kg/m³	10,0	cm	MW-WD Mineralwolle Dachbodendämmplatte 100 kg/m³	10,0	cm				
Luft- und Dampfbremse	0,02	cm	Luft- und Dampfbremse	0,02	cm				
Betonestrich	4,0	cm	Rauhschalung	3,0	cm				
Schlacke	6,5	cm	Holzbalken	22,0	cm				
Rauhschalung	3,0	cm	Rauhschalung	2,4	cm				
Holzbalken	22,0	cm	Schilfrohrmatte	0,5	cm				
Rauhschalung	2,4	cm	Kalkputz	1,5	cm				
Schilfrohrmatte	0,5	cm							
Kalkputz	1,5	cm							
U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K					

**Generell:**

- Vor der Sanierung sollte die bestehende Holzbalkendecke auf Fäulnis oder Schädlingsbefall untersucht werden. Sensible Punkte sind hier die Deckenaufleger bzw. Auflagerköpfe. Beschädigte Teile sind auszutauschen oder es ist durch Verstärkungen sicherzustellen, dass die Tragfähigkeit der Decke gegeben ist.
- Grundsätzlich könnte auf den Einbau der Luft- und Dampfbremse aus diffusionstechnischen Gründen verzichtet werden. Erfahrungsgemäß ist die Luftdichtheit bei Holzdecken im Bestand nicht gegeben. Damit Feuchtigkeit nicht in den Aufbau gelangt wird der Einbau einer Luft- und Dampfbremse im Sanierungsfall empfohlen. Damit wird gleichzeitig auch die luftdichte Gebäudehülle hergestellt.



Damit die Luftdichtheit garantiert werden kann, ist auf den sorgfältigen Einbau dieser Luft- und Dampfbremse ist zu achten (überlappend, Stöße verklebt, Anschlüsse an aufgehende oder angrenzende Bauteile an den Putz vornehmen). Ein weiterer Vorteil des Einbaues der Folie ist der Schutz der Konstruktion vor Wassereintritt von oben (Undichtheiten der Dachhaut, etc.)

- Brandschutzbestimmungen können Auflagen hinsichtlich Brennbarkeitsklasse oder Brandverhalten erfordern (wie z.B.: die Verwendung von Holzwoleplatten mit einseitigem Porenverschluss und nicht brennbarer Oberfläche, die als begehbare Brandschutzplatten geeignet sind).
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.
- Bei der Verlegung von mehreren Lagen von Dämmmaterial in Platten ist eine stoßversetzte Verlegung notwendig (Vermeidung von durchgehenden Fugen).

#### **Möglichkeiten und Grenzen DGD 02\_AD1**

- Soweit die Tragfähigkeit der Deckenkonstruktion es erlaubt, kann bestehende Auflast (wie z.B.: das Dachbodenpflaster) in den neuen Aufbau integriert werden. Ein Abräumen ist nicht erforderlich.

#### **Möglichkeiten und Grenzen DGD 02\_AD2**

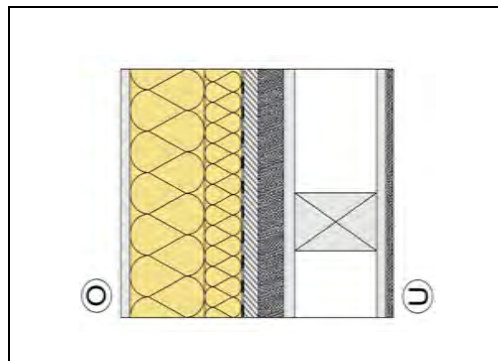
- Der Abbruch des Dachbodenpflasters reduziert die Aufbauhöhe und die Flächenbelastung der Deckenkonstruktion.

Bauteil-Nr.
DGDO2_AD1
Altersklasse
Vor 1919 - 1949

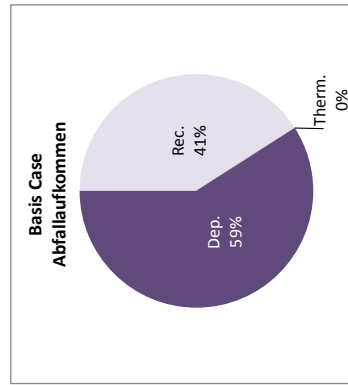
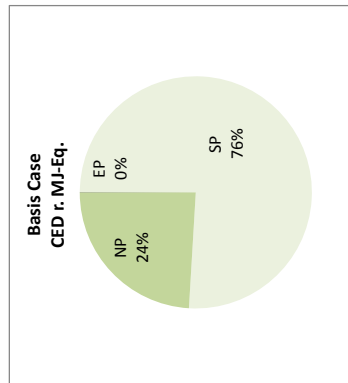
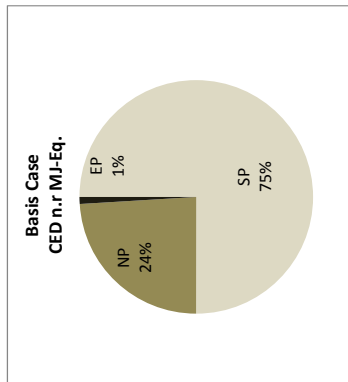
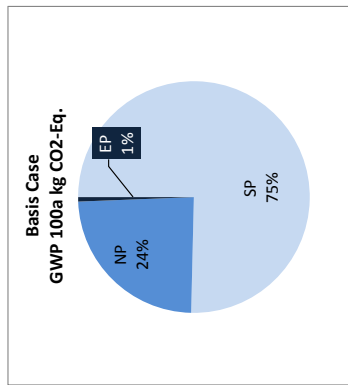
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung													
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case									
		Min	Mittel	Max		Min	Mittel	Max		Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.							
1	magnesitgeb. Holzwollef	0,025	0,166	0,151	l.	33	38	50	l.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	Mineralwolle MW-WD St	0,300	0,035	8,571	l.	33	38	50	l.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	0,029	n.l.	76	92	115	n.l.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	Schläcke	0,065	0,350	0,186	n.l.	76	89	135	n.l.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	Rauhschalung - Bestand	0,030	0,130	0,231	n.l.	76	68	79	n.l.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Holzbalen 14%; Luft 86%	0,220	1,360	0,162	TW	76	92	115	TW	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Bestand - Rauhschalung	0,024	0,130	0,185	n.l.	76	92	115	n.l.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	Bestand - Schiflbauplatte	0,005	0,075	0,067	n.l.	76	59	79	n.l.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9	Bestand - Kalkputz	0,015	0,700	0,021	l.	76	92	115	l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		Rohdichte		MI - SP		47,0		MI - Gesamt																	
Wärmeübergangswiderstand Innen		[kg/m³]		0,10		[kg/m²]		0,10																	
Ziel U-Wert		[W/m²K]		0,10		[kg/m²]		0,10																	
U-Wert Bestand		[W/m²K]		0,58		[kg/m²]		0,58																	



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe	Abfallaufkom.	Summe	Therm.	Summe		
					SP	NP	EP	SP	NP	EP						[%]	[%]
		75%	24%	1%	75%	24%	1%	75%	24%	1%	1055,4	BaC	180,9	59%	41%	0%	61,8
		65%	34%	1%	65%	34%	1%	65%	34%	1%	1218,5	WoC	208,4	100%	0%	0%	71,2
		99%	0%	1%	99%	0%	1%	99%	0%	1%	800,1	BeC	137,5	18%	82%	0%	47,0

Bauteil-Nr.
DGDO2_AD2
Altersklasse
Vor 1919 - 1949

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

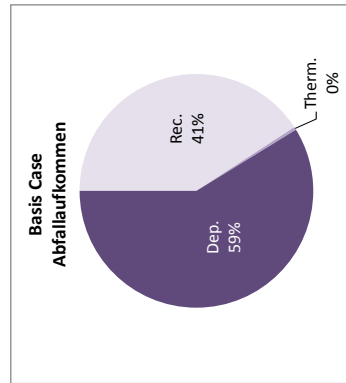
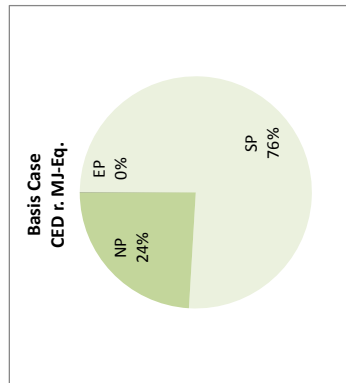
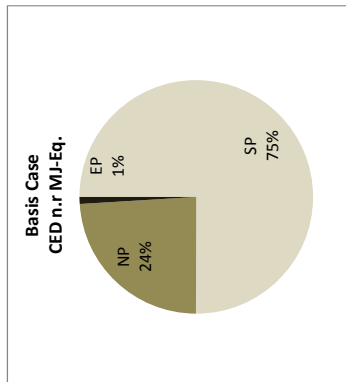
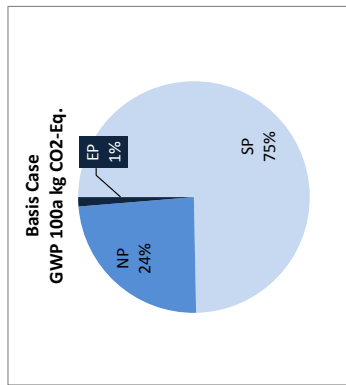
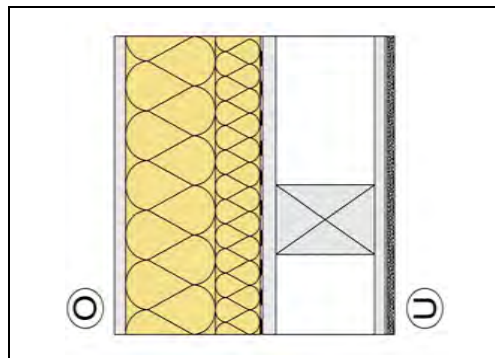
SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.i. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

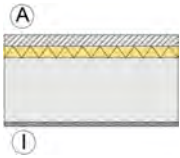
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer			Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lösbarkheit			LD-Lösbarkheit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case											
		Min	Mittel	Max			Min	Mittel	Max	Dep.	Rec.	Therm.		Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.									
		[a]	[a]	[a]			[a]	[a]	[a]	[M-%]	[M-%]	[M-%]		[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]								
1	magnesiumgeb. Holzwolle	0,025	0,166	0,151	680	17	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
2	Mineralwolle MW-WD St	0,100	0,035	2,857	100	10	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-WD St	0,200	0,035	5,714	100	20	33	38	50	n.i.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
4	Dampfbremse (PE Folie)	0,000	0,250	0,001	1100	0,22	30	35	40	n.i.	33	38	50	t.	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
5	Rauhschalung - Bestand	0,030	0,130	0,231	Bestand		53	68	79	n.i.	76	92	115	t.	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
6	Holzbalke 14%; Luft 86%	0,220	1,360	0,162	Bestand		76	92	115	TW	76	92	115	t.	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
7	Bestand - Rauhschalung	0,024	0,130	0,185	Bestand		53	68	79	n.i.	76	92	115	t.	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
8	Bestand - Schiftpaulette	0,005	0,075	0,067	Bestand		54	59	79	n.i.	76	92	115	t.	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
9	Bestand - Kalkputz	0,015	0,700	0,021	Bestand		55	58	80	l.	76	92	115	t.	50%	0%	0%	40%	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen				0,10	MI - SP	47,2	MI - Gesamt [kg/m²]																								
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,10	MI - NP	14,9	[kg/m²]																								
Ziel U-Wert [W/m²K]				0,10	MI - NP	14,9	[kg/m²]																								
U-Wert Bestand [W/m²K]				0,58			[kg/m²]																								



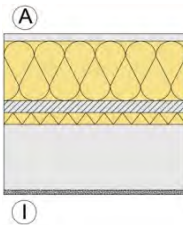
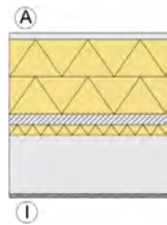

GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					75%	24%	1%	73,2	76%	24%	1%	1080,5	76%	24%	181,7	62,1
					65%	34%	1%	84,5	66%	34%	1%	1248,0	66%	34%	209,3	71,5
					98%	0%	2%	55,5	99%	0%	1%	819,5	100%	0%	138,1	47,2

**Thermische Sanierungen für Oberste Geschoßdeckenaufbauten zwischen 1968 - 1978**

DGD 03			
Betonhohlkörperdecke mit Dämmplatten und Betonestrich	Betonestrich	4,0	cm
	Dämmplatte	4,0	cm
	Betonhohlkörperdecke inkl. Aufbeton	22,0	cm
	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,75		W/m²K



**Thermische Sanierungsvarianten**

DGD 03_AD1			DGD 03_AD2			DGD 03_AD3		
								
Dachbodendämm- element 150 kg/m³	20,0	cm	Magnesitgeb. Holzwole- platte WW	2,5	cm	Magnesitgeb. Holzwole- platte WW	2,5	cm
Betonestrich	4,0	cm	EPS W20 Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle 100 kg/m³	10,0	cm
Dämmplatte	4,0	cm	EPS W20 Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle 100 kg/m³	20,0	cm
Betonhohlkörperdecke inkl. Aufbeton	22,0	cm	Betonestrich	4,0	cm	Betonestrich	4,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Dämmplatte	4,0	cm	Dämmplatte	4,0	cm
			Betonhohlkörperdecke inkl. Aufbeton	22,0	cm	Betonhohlkörperdecke inkl. Aufbeton	22,0	cm
			Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K	

**Generell:**

- Grundsätzlich ist durch die Betonhohlkörperdecke die Luftdichtheit im Bestand gegeben. Eventuelle Leckagen verursacht von Durchdringungen oder dgl. können ein teilweises oder auch vollständiges Abdichten erfordern.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.
- Bei der Verlegung von mehreren Lagen von Dämmmaterial in Platten ist eine stoßversetzte Verlegung notwendig (Vermeidung von durchgehenden Fugen).

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 03\_AD1**

- Die Verwendung von einlagigen Dämmelementen ermöglicht einen raschen und einfachen Verlegevorgang Das Angebot von Dämmelementen am Markt mit höheren Dämmdicken ist derzeit noch eingeschränkt.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 03\_AD2**

- Bei eventuellem Abbruch des Betonestrichs (oder der Betonplatten) sind Unebenheiten der Rohdecke vor Verlegung von starren Dämmplatten mittels Schüttungen (z.B.: Sand) auszugleichen.
- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.
- Der Einbau von Dämmplatten mit niedriger Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) reduziert die Aufbauhöhe.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 03\_AD3**

- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.



Bauteil-Nr.
DGD03_AD1
Altersklasse
1968 - 1979

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

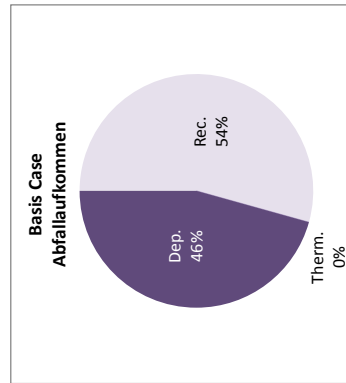
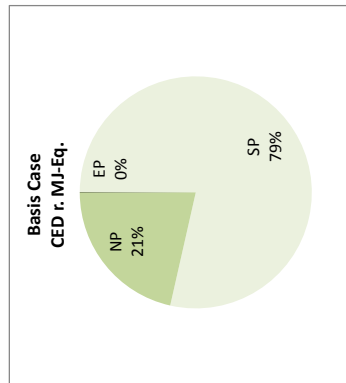
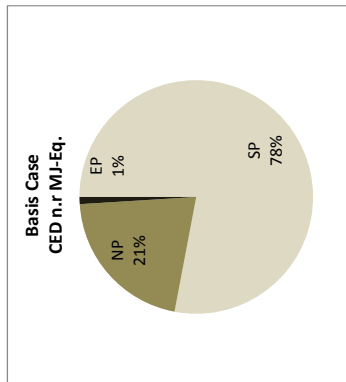
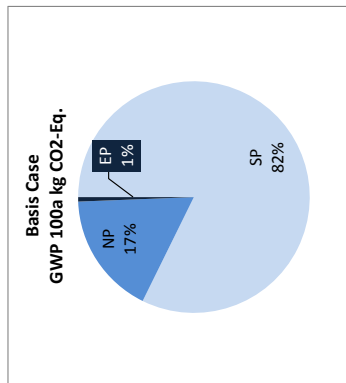
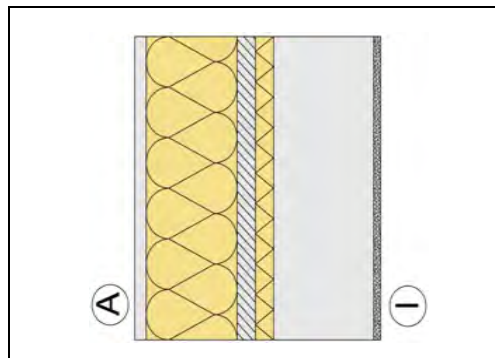
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Dachboden-Dämmelemente	0,200	0,200	0,200	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%			
2	Betonestrich - Bestand	0,040	0,040	0,040	n.l.	82	96	138	t.	50%	0%	0%	35%	0%	0%	25%	0%	0%			
3	Bestand - Dämmplatte 90	0,040	0,040	0,040	n.l.	82	96	138	t.	100%	0%	0%	80%	0%	0%	40%	0%	0%			
4	Betonhohlkörperdecke	0,220	0,220	0,220	TW	82	96	138	t.	40%	0%	0%	25%	0%	0%	10%	0%	0%			
5	Deckenputz - Kalkzement	0,015	0,011	0,011	l.	55	58	80	t.	50%	0%	0%	40%	0%	0%	30%	0%	0%			
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]		0,10		MI - SP		60		MI - Gesamt		69,5									
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,10		MI - NP		9,5				69,5											
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]		0,16																			
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]		0,75																			



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			
BaC	82%	17%	1%	64,7	78%	21%	1%	880,7	BaC	46%	54%	0%	69,5
WoC	74%	25%	1%	71,8	69%	30%	1%	1002,0	WoC	80%	20%	0%	75,5
BeC	99%	0%	1%	53,6	99%	0%	1%	692,4	BeC	15%	85%	0%	60,0

Bauteil-Nr.
DGD03_AD2
Altersklasse
1968 - 1978

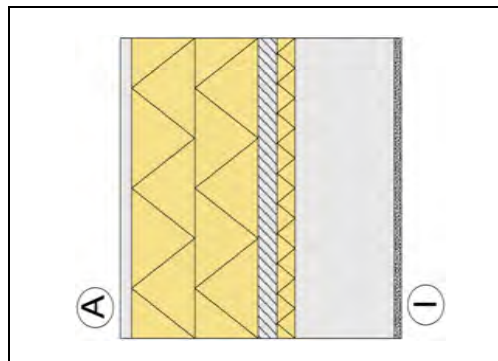
Nutzungsdauer
50

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase

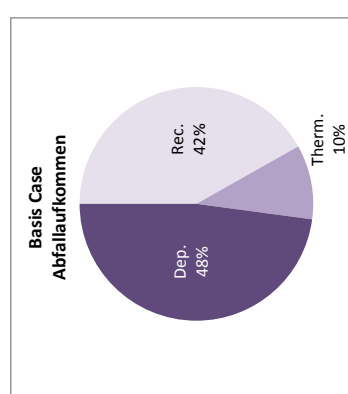
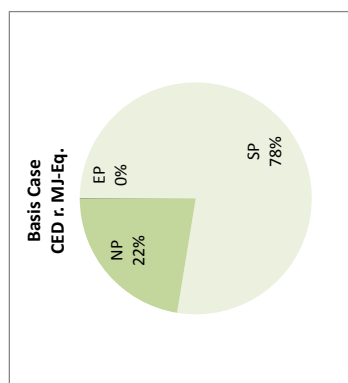
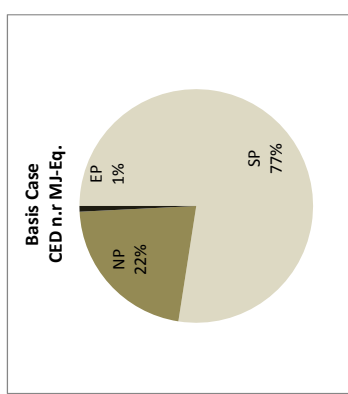
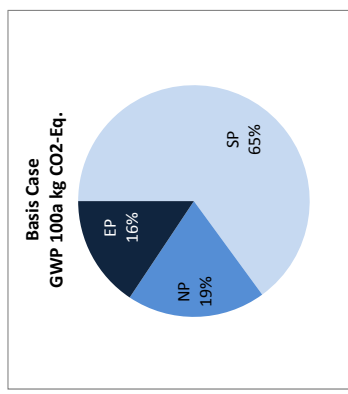
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer			Rohdichte [kg/m³]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	λ [W/mK]	Dicke [m]	Masse/Fläche [kg/m²]	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	magnesiumgeb. Holzwolle	0,025	0,166	0,151	680	0,151	0,166	17	33	38	50	l.	100%	0%	0%	75%	0%	0%	50%	50%	0%	
2	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	4,375	21	4,375	0,032	2,94	33	38	50	l.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%	
3	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	4,375	21	4,375	0,032	2,94	33	38	50	l.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%	
4	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	0,029	Bestand	0,029	1,400	63	82	96	138	n.l.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	75%	0%		
5	Bestand - Dämmplatte 90	0,040	0,050	0,800	Bestand	0,800	0,050	50	33	38	50	n.l.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	40%	60%	0%	
6	Betonhohlkörperdecke	0,220	0,750	0,293	Bestand	0,293	0,750	138	82	96	138	TW	40%	60%	0%	25%	75%	0%	90%	10%	0%	
7	Deckenputz - Kalkzement	0,015	1,400	0,011	2000	0,011	1,400	80	55	58	80	l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	30%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen									MI - Gesamt			MI - SP			MI - NP			MI - NP				
Wärmeübergangswiderstand Innen									52,88			0,10			0,10			0,10				
Ziel U-Wert [W/m²K]									7,2			0,10			0,10			0,75				
U-Wert Bestand [W/m²K]									60,1			60,1			60,1			60,1				

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer			Rohdichte [kg/m³]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	λ [W/mK]	Dicke [m]	Masse/Fläche [kg/m²]	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	magnesiumgeb. Holzwolle	0,025	0,166	0,151	680	0,151	0,166	17	33	38	50	l.	100%	0%	0%	75%	0%	0%	50%	50%	0%	
2	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	4,375	21	4,375	0,032	2,94	33	38	50	l.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%	
3	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	4,375	21	4,375	0,032	2,94	33	38	50	l.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%	
4	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	0,029	Bestand	0,029	1,400	63	82	96	138	n.l.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	75%	0%		
5	Bestand - Dämmplatte 90	0,040	0,050	0,800	Bestand	0,800	0,050	50	33	38	50	n.l.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	40%	60%	0%	
6	Betonhohlkörperdecke	0,220	0,750	0,293	Bestand	0,293	0,750	138	82	96	138	TW	40%	60%	0%	25%	75%	0%	90%	10%	0%	
7	Deckenputz - Kalkzement	0,015	1,400	0,011	2000	0,011	1,400	80	55	58	80	l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	30%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen									MI - Gesamt			MI - SP			MI - NP			MI - NP				
Wärmeübergangswiderstand Innen									52,88			0,10			0,10			0,10				
Ziel U-Wert [W/m²K]									7,2			0,10			0,10			0,75				
U-Wert Bestand [W/m²K]									60,1			60,1			60,1			60,1				



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
100a	100a	BaC	WoC	BeC	65%	19%	16%	97,1	77%	22%	1%	78%	22%	0%	0%	139,9
BaC	BaC	BaC	WoC	BeC	55%	28%	17%	114,7	68%	31%	1%	68%	68%	32%	0%	159,7
WoC	WoC	BaC	WoC	BeC	85%	0%	15%	74,5	99%	0%	1%	100%	100%	0%	0%	108,6
BeC	BeC	BaC	WoC	BeC	85%	0%	15%	74,5	99%	0%	1%	100%	100%	0%	0%	108,6
Summe	Summe	BaC	WoC	BeC	65%	19%	16%	97,1	77%	22%	1%	78%	22%	0%	0%	139,9
Summe	Summe	BaC	WoC	BeC	85%	0%	15%	74,5	99%	0%	1%	100%	100%	0%	0%	108,6

Bauteil-Nr.
DGD03_AD3
Altersklasse
1968 - 1978

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

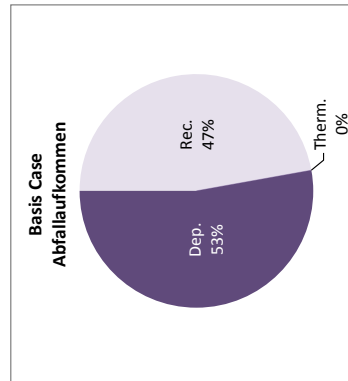
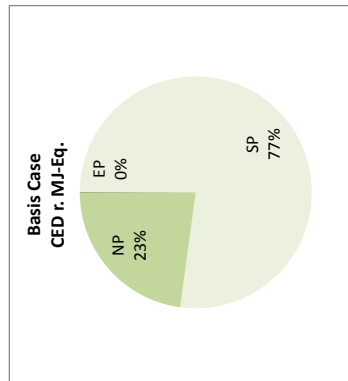
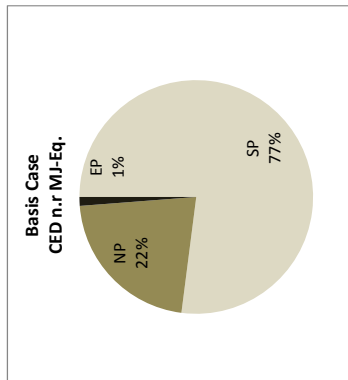
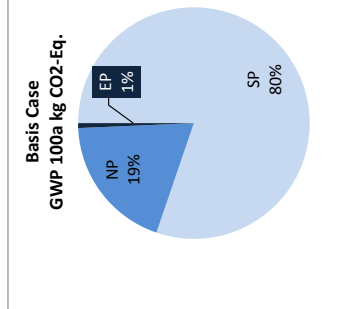
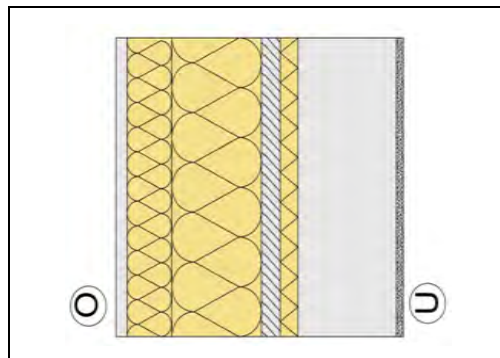
nicht trennbar  
trennbar

n.t.  
t.

Nutzungsdauer

50

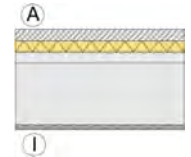
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung													
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case									
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]							
1	magnesiumgeb. Holzwolle	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	Mineralwolle MW-WD St	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-WD St	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	Betonestrich - Bestand	33	53	63	n.l.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	Bestand - Dämmplatte 90	33	38	50	n.l.	82	96	138	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	40%	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Betonhohlkörperdecke	82	96	138	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Deckenputz - Kalkzement	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		0,10			MI - SP	77			MI - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,10																							
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,10																							
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,75																							
		91,8																							




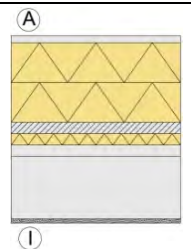
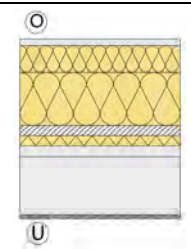
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]		
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]						
					80%	19%	1%	90,4	77%	22%	1%	1164,7	77%	23%	0%	190,6	53%	47%	0%	91,8
					72%	28%	1%	101,5	67%	31%	1%	1329,0	67%	32%	0%	218,0	85%	15%	0%	101,2
					99%	0%	1%	73,1	99%	0%	1%	909,2	100%	0%	0%	147,1	77%	23%	0%	77,0

**Thermische Sanierungen für Oberste Geschoßdeckenaufbauten zwischen 1968 - 1978**

<b>DGD 04</b>			
Hohlkörperdecke mit Aufbeton und Dämmplatten mit Estrich	Betonestrich	4,0	cm
	Dämmplatten	4,0	cm
	Ziegelhohlkörper mit Aufbeton	27,0	cm
	Deckenputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,71	W/m²K	



**Thermische Sanierungsvarianten**

DGD 04_AD1			DGD 04_AD2			DGD 04_AD3		
								
Dachbodendämm- element 150 kg/m³	20,0	cm	Magnesitgeb. Holzwole- platte WW	2,5	cm	Magnesitgeb. Holzwole- platte WW	2,5	cm
Betonestrich	4,0	cm	EPS W Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle 100 kg/m³	10,0	cm
Dämmplatten	4,0	cm	EPS W Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle 100 kg/m³	20,0	cm
Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	27,0	cm	Betonestrich	4,0	cm	Betonestrich	4,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Dämmplatten	4,0	cm	Dämmplatten	4,0	cm
			Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	27,0	cm	Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	27,0	cm
			Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K	

**Generell:**

- Grundsätzlich ist durch die Ziegelhohlkörperdecke die Luftdichtheit im Bestand gegeben. Eventuelle Leckagen verursacht von Durchdringungen oder dgl. können ein teilweises oder auch vollständiges Abdichten erfordern.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.
- Bei der Verlegung von mehreren Lagen von Dämmmaterial in Platten ist eine stoßversetzte Verlegung notwendig (Vermeidung von durchgehenden Fugen).

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 04\_AD1**

- Die Verwendung von einlagigen Dämmelementen ermöglicht einen raschen und einfachen Verlegevorgang. Das Angebot von Dämmelementen am Markt mit höheren Dämmdicken ist derzeit noch eingeschränkt.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 04\_AD2**

- Bei eventuellem Abbruch des Betonestrichs (oder der Betonplatten) sind Unebenheiten der Rohdecke vor Verlegung von starren Dämmplatten mittels Schüttungen (z.B.: Sand) auszugleichen.
- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.
- Der Einbau von Dämmplatten mit niedriger Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) reduziert die Aufbauhöhe.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 04\_AD3**

- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.

Bauteil-Nr.
<b>DGD04_AD1</b>
Altersklasse
<b>1968 - 1978</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

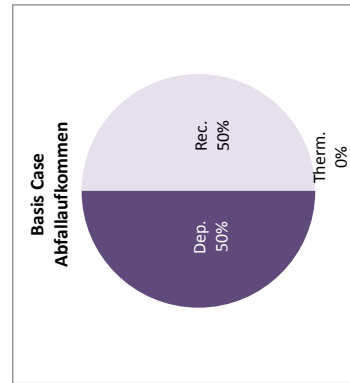
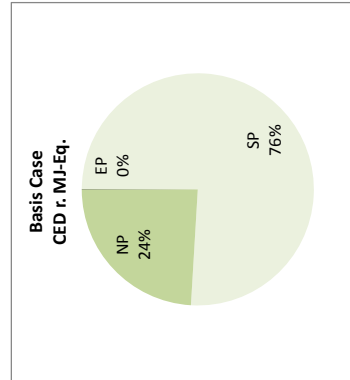
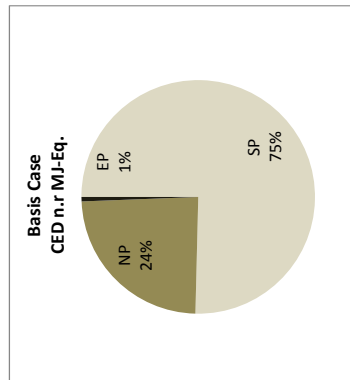
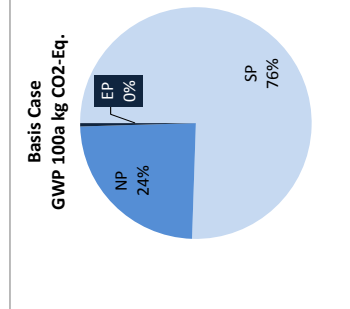
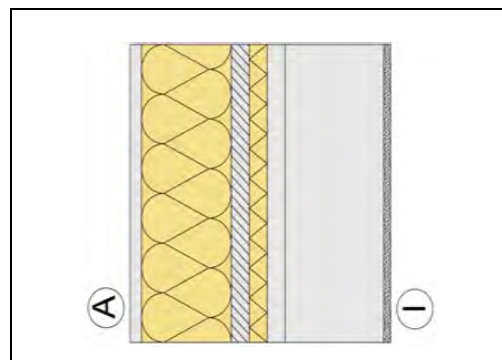
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung																
		Rohdichte		R <sub>T</sub>		Dicke		λ		Masse/Fläche		Lebensdauer		Lösbarkeit		LD-Lösbarkeit		Trennbarkeit		Worst Case		Basis Case		Best Case				
		[kg/m³]	[kg/m²]	[mK/W]	[mK/W]	[m]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[a]	[a]	Min	Mittel	Max	l.	n.l.	l.	n.l.	l.	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Dachboden-Dämmelement	150	30	5,000	0,040	0,200	0,040	0,200	30	38	33	38	50	l.	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	0%	0%
2	Betondeckungs-Bestand	Bestand		0,029	1,400	0,040	1,400	0,040		53	33	53	63	n.l.	n.l.	76	94	132	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	75%	0%	0%
3	Bestand - Dämmplatte 90	Bestand		0,800	0,050	0,040	0,050	0,040		38	33	38	50	n.l.	n.l.	76	94	132	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	40%	0%	0%
4	Ziegelhohlkörper mit Auf	Bestand		0,366	0,738	0,270	0,738	0,270		94	76	94	132	TW	TW	76	94	132	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	90%	0%	0%
5	Bestand - Kalkzementput	Bestand		0,011	1,400	0,015	1,400	0,015		58	55	58	80	l.	l.	76	94	132	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - SP	30	0,10						MI - Gesamt																		
Wärmeübergangswiderstand Innen		MI - NP	9,5	0,16																								
Ziel U-Wert [W/m²K]				0,71																								
U-Wert Bestand [W/m²K]																												



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r		CED r		Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [MJ-Eq.]	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [%]	Dep. [%]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BaC	WoC												
		76%	24%	0%	0%	76%	24%	771,4	BaC	76%	24%	78,3				78,3	0%	24%	0%	100%	50%	0%	39,5	
		65%	34%	1%	1%	65%	34%	892,2	WoC	66%	34%	90,2				90,2	0%	34%	0%	100%	0%	0%	45,5	
		100%	0%	0%	0%	100%	0%	583,7	BeC	100%	0%	59,5				59,5	0%	0%	0%	100%	0%	0%	30,0	

Bauteil-Nr.
<b>DGD04_AD2</b>
Altersklasse
<b>1968 - 1978</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

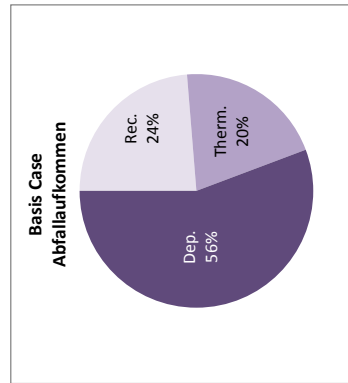
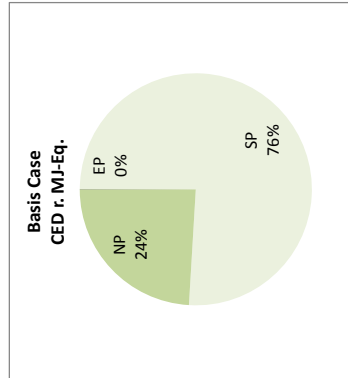
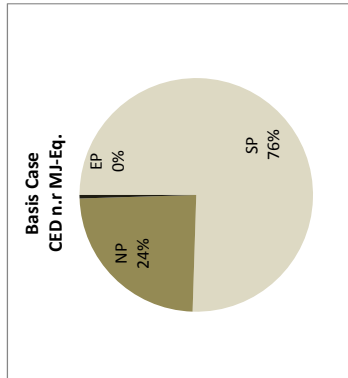
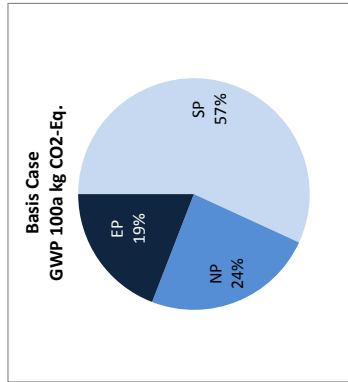
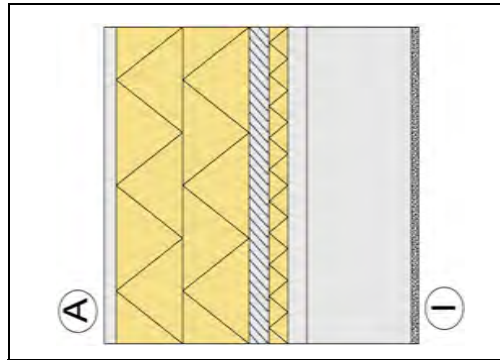
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung															
		Lebensdauer		Rohdichte [kg/m³]	R <sub>T</sub> [mK/W]	Dicke [m]	λ [W/mK]	Lösbarkeit		LD-Lösbarkeit		Trennbarkeit	Worst Case		Basis Case		Best Case										
		Min [a]	Mittel [a]					Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]						
1	magnesiumgeb. Holzwool	0,025	0,166	680	0,151	17	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	21	4,375	2,94	33	38	50	l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	80%	0%	40%	50%	50%	40%	60%	60%	
3	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	21	4,375	2,94	33	38	50	l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	80%	0%	40%	50%	50%	40%	60%	60%	
4	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	Bestand	0,029	Bestand	33	53	63	n.l.	76	94	132	t.	50%	50%	0%	35%	0%	75%	25%	40%	75%	0%	0%		
5	Bestand - Dämmplatte 90	0,040	0,050	Bestand	0,800	Bestand	33	38	50	n.l.	76	94	132	t.	100%	0%	0%	80%	0%	40%	60%	40%	90%	0%	0%		
6	Ziegelhohlkörper mit Auf	0,270	0,738	Bestand	0,366	Bestand	76	94	132	TW	76	94	132	t.	50%	50%	0%	30%	0%	70%	10%	90%	0%	0%	0%		
7	Bestand - Kalkzementput	0,015	1,400	Bestand	0,011	Bestand	55	58	80	l.	76	94	132	t.	50%	50%	0%	40%	0%	70%	30%	70%	0%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen				MI - SP	0,10	MI - Gesamt																					
Wärmeübergangswiderstand Innen				MI - NP	0,10	[kg/m²]																					
Ziel U-Wert				MI - NP	0,10	[kg/m²]																					
U-Wert Bestand					0,71	[kg/m²]																					



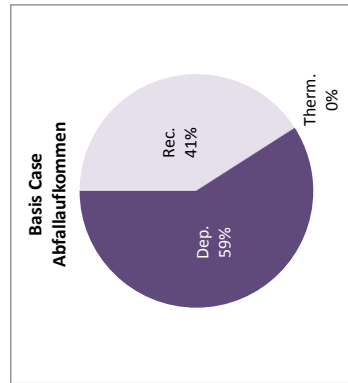
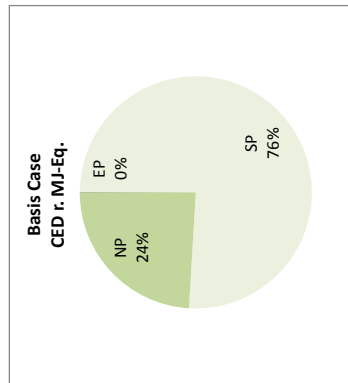
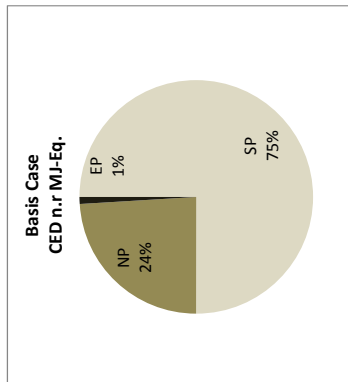
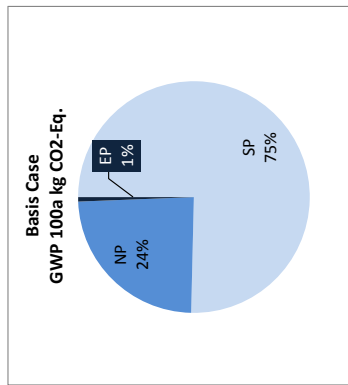
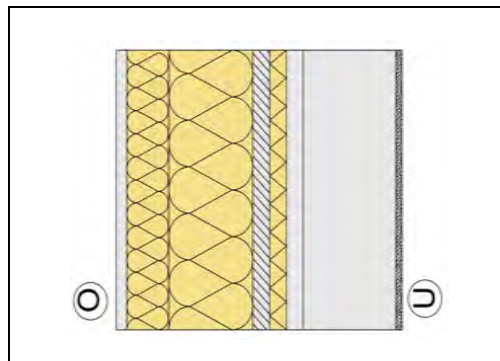
GWP	CED n.r.		CED r.		Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]
	SP [%]	NP [%]	SP [%]	NP [%]			
100a	57%	24%	76%	24%	BaC	1057,8	30,1
BaC	57%	24%	76%	24%	WoC	1220,5	34,7
WoC	46%	34%	65%	34%	BeC	802,9	22,9
BeC	80%	0%	99%	0%			

Bauteil-Nr.
<b>DGD04_AD3</b>
Altersklasse
<b>1968 - 1978</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

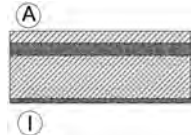
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case							
		Min	Mittel	Max		Min	Mittel	Max		Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.					
1	magnesiumgeb. Holzwolle	33	38	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	50%	100%	0%
2	Mineralwolle MW-WD St	33	38	50	l.	33	38	50	l.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	100%	100%	0%
3	Mineralwolle MW-WD St	33	38	50	l.	33	38	50	l.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	100%	100%	0%
4	Betonestrich - Bestand	33	53	63	n.l.	76	94	132	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	40%	40%	0%
5	Bestand - Dämmplatte 90	33	38	50	n.l.	76	94	132	TW	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	90%	90%	0%
6	Ziegelhohlkörper mit Auf	76	94	132	TW	76	94	132	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	10%	90%	0%
7	Bestand - Kalkzementput	55	58	80	l.	76	94	132	l.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	30%	70%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		0,10			MI - SP	47			MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,10																					
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,10																					
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,71																					

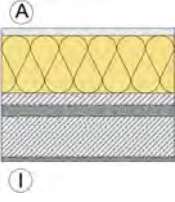
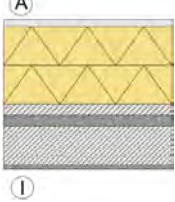
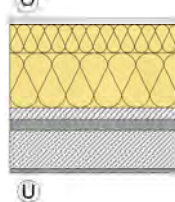


GWP	100a	CED n.r			CED r			Summe	[MJ-Eq.]
		SP	NP	EP	SP	NP	EP		
BaC	75%	24%	1%	71,8	75%	24%	1%	1055,4	BaC
WoC	65%	34%	1%	82,8	65%	34%	1%	1219,2	WoC
BeC	99%	0%	1%	54,5	99%	0%	1%	800,5	BeC
									Summe
									[MJ-Eq.]
									180,9
									BaC
									208,4
									WoC
									137,5
									BeC
									18%
									Dep.
									[%]
									41%
									Rec.
									0%
									Therm.
									[%]
									0%
									Abfallaufk.
									[kg]
									61,8
									BaC
									71,2
									WoC
									47,0
									BeC

**Thermische Sanierungen für Oberste Geschoßdeckenaufbauten zwischen 1949 - 1969**

DGD 05			
Stahlbetondecke	Betonestrich	4,0	cm
	Hüttenbims	4,0	cm
	Stahlbetondecke	14,0	cm
	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,64	W/m²K	



Thermische Sanierungsvarianten								
DGD 05_AD1			DGD 05_AD2			DGD 05_AD3		
								
Dachbodendämm-element 150 kg/m³	20,0	cm	Magnesitgeb. Holzwohle-platte WW	2,5	cm	Magnesitgeb. Holzwohle-platte WW	2,5	cm
Betonestrich	4,0	cm	EPS W Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m³	10,0	cm
Hüttenbims	4,0	cm	EPS W Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m³	20,0	cm
Stahlbetondecke	14,0	cm	Betonestrich	4,0	cm	Betonestrich	4,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Hüttenbims	4,0	cm	Hüttenbims	4,0	cm
			Stahlbetondecke	14,0	cm	Stahlbetondecke	14,0	cm
			Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,18 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,11 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,11 W/m²K	

**Generell:**

- Grundsätzlich ist durch die Ziegelhohlkörperdecke die Luftdichtheit im Bestand gegeben. Eventuelle Leckagen verursacht von Durchdringungen oder dgl. können ein teilweises oder auch vollständiges Abdichten erfordern.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.
- Bei der Verlegung von mehreren Lagen von Dämmmaterial in Platten ist eine stoßversetzte Verlegung notwendig (Vermeidung von durchgehenden Fugen).

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 05\_AD1**

- Die Verwendung von einlagigen Dämmelementen ermöglicht einen raschen und einfachen Verlegevorgang. Das Angebot von Dämmelementen am Markt mit höheren Dämmdicken ist derzeit noch eingeschränkt.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 05\_AD2**

- Bei eventuellem Abbruch des Betonestrichs (oder der Betonplatten) sind Unebenheiten der Rohdecke vor Verlegung von starren Dämmplatten mittels Schüttungen (z.B.: Sand) auszugleichen.
- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.
- Der Einbau von Dämmplatten mit niedriger Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) reduziert die Aufbauhöhe.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 05\_AD3**

- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.

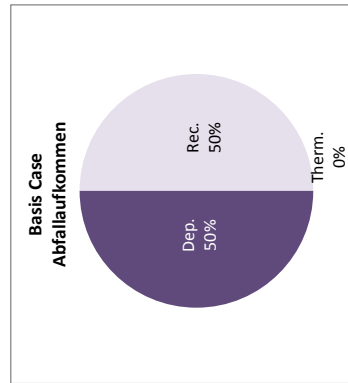
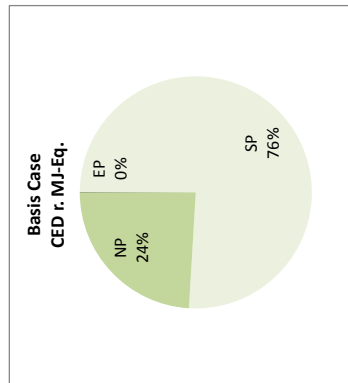
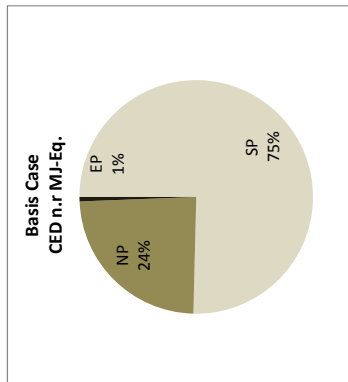
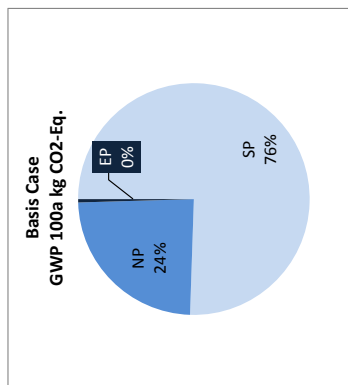
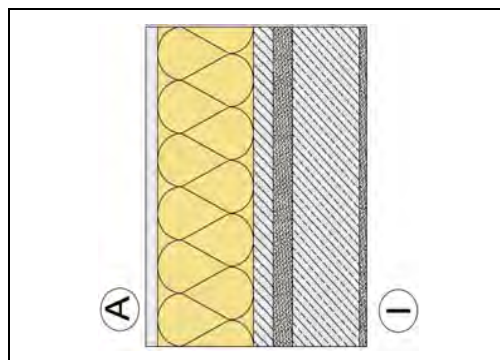


Bauteil-Nr.
<b>DGD05_AD1</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1969</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Lösbarkeit	Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case							
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]			Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
1	Dachboden-Dämmelemente	0,200	0,200	0,200	30	30	30	38	50	50	50	l.	t.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Betonestrich - Bestand	0,040	0,040	0,040	30	33	33	53	63	63	63	n.l.	t.	50%	0%	0%	35%	0%	0%	25%	75%	0%	0%
3	Hüttenbims	0,040	0,040	0,040	30	82	82	96	138	138	138	n.l.	t.	30%	0%	0%	40%	0%	0%	30%	60%	0%	0%
4	Stahlbetondecke R= 2300	0,140	0,140	0,140	30	82	82	96	138	138	TW	t.	t.	40%	0%	0%	25%	0%	0%	10%	75%	0%	0%
5	Bestand - Kalkzementputz	0,015	0,015	0,015	30	55	55	58	80	80	80	l.	t.	50%	0%	0%	40%	0%	0%	30%	60%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]		0,10		MI - SP		30		MI - Gesamt													
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,10		MI - NP		9,5		39,5															
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]		0,18																					
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]		1,64																					



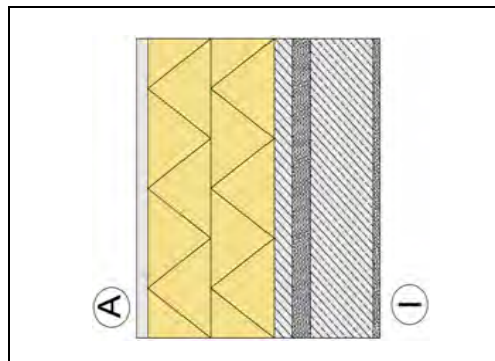
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					76%	24%	0%	46,1	75%	24%	1%	BaC	78,3	50%	0%	39,5
					65%	34%	1%	53,2	65%	34%	1%	WoC	90,2	100%	0%	45,5
					100%	0%	0%	34,9	100%	0%	0%	BeC	59,5	0%	0%	30,0

Bauteil-Nr.
<b>DGD05_AD2</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1969</b>

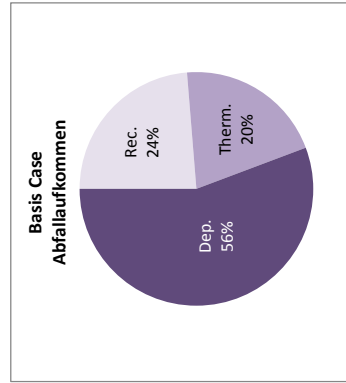
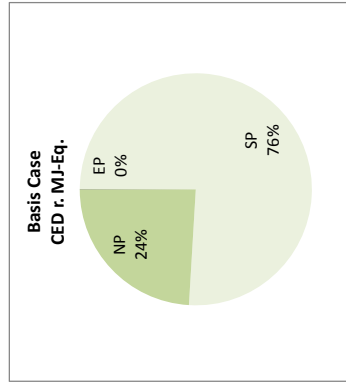
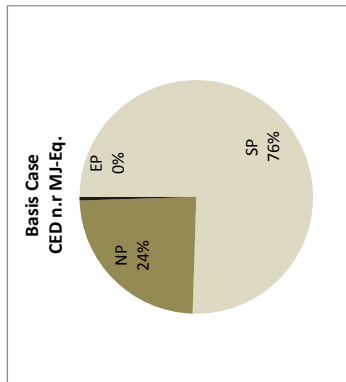
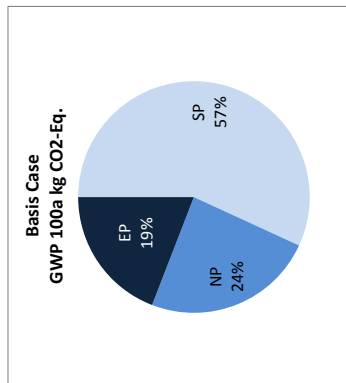
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
						Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	magnesiumgeb. Holzwolle	0,025	0,166	0,151	680	17	38	50	33	38	50	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	
2	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	4,375	21	2,94	33	38	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%	0%	0%	
3	EPS W 20-Plus	0,140	0,032	4,375	21	2,94	33	38	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%	0%	0%	
4	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	0,029	Bestand		33	53	82	96	138	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	75%	0%	0%	0%	0%	
5	Hüttenbims	0,040	0,130	0,308	Bestand		82	96	82	96	138	t.	30%	70%	0%	40%	60%	0%	70%	0%	0%	0%	0%	
6	Stahlbetondecke R= 2300	0,140	2,300	0,061	Bestand		82	96	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	90%	0%	0%	0%	0%	
7	Bestand - Kalkzementput	0,015	1,400	0,011	Bestand		55	58	80	82	138	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen																								
Wärmeübergangswiderstand Innen																								
Ziel U-Wert [W/m²K]																								
U-Wert Bestand [W/m²K]																								
MI - Gesamt [kg/m²]																								
MI - NP [kg/m²]																								
MI - SP [kg/m²]																								



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]		
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
					57%	24%	19%	78,5	BaC	76%	24%	0%	130,3	BaC	56%	24%	21%	30,1
					46%	34%	20%	96,0	WoC	65%	34%	1%	1220,5	WoC	74%	0%	26%	34,7
					80%	0%	20%	55,9	BeC	99%	0%	1%	802,9	BeC	37%	47%	15%	22,9

Bauteil-Nr.
<b>DGD05_AD3</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1969</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

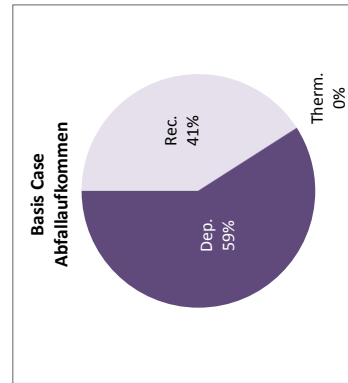
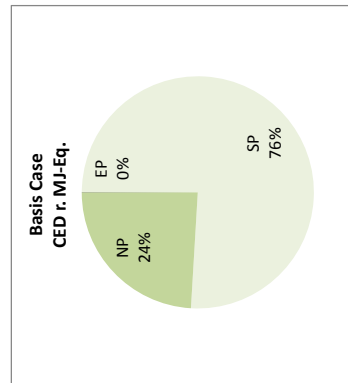
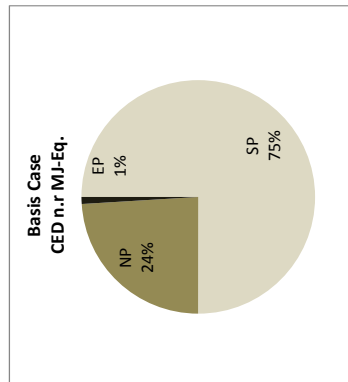
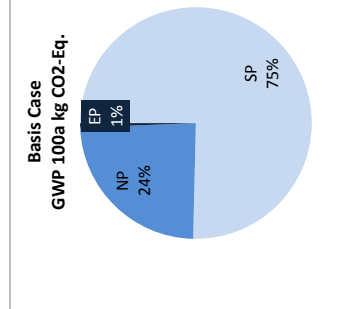
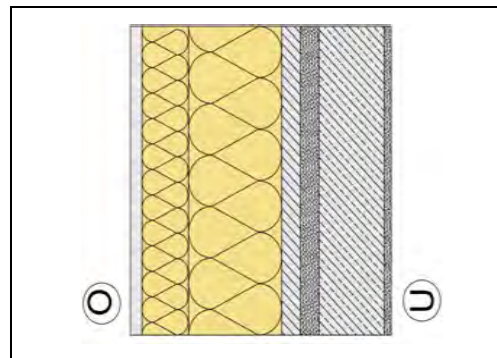
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

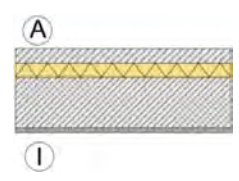
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung															
		Lebensdauer		Rohdichte [kg/m³]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	λ [W/mK]	Dicke [m]	Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case								
		Min [a]	Mittel [a]						Max [a]	Min [a]	Mittel [a]		Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]					
1	magnesitgeb. Holzwolle	33	38	50	17	680	0,151	0,166	0,025	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	
2	Mineralwolle MW-WD St	33	38	50	10	100	2,857	0,035	0,100	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	
3	Mineralwolle MW-WD St	33	38	50	20	100	5,714	0,035	0,200	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	
4	Betonestrich - Bestand	33	53	63		Bestand	0,029	1,400	0,040	n.l.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%		
5	Hüttenbims	82	96	138		Bestand	0,308	0,130	0,040	n.l.	82	96	138	t.	30%	70%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	
6	Stahlbetondecke R= 2300	82	96	138		Bestand	0,061	2,300	0,140	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%	
7	Bestand - Kalkzementput	55	58	80		Bestand	0,011	1,400	0,015	l.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - Gesamt		47		MI - SP		0,10																			
Wärmeübergangswiderstand Innen		[kg/m²]		61,8		MI - NP		0,11																			
Ziel U-Wert [W/m²K]		1,64				U-Wert Bestand [W/m²K]		1,64																			



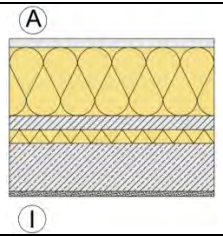
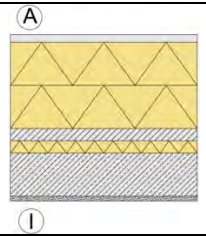
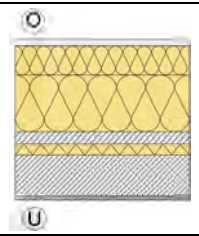
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]	
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			BaC
		75%	24%	1%	71,8	75%	24%	1%	1055,4	76%	24%	0%	180,9	59%	41%	0%	61,8
		65%	34%	1%	82,8	65%	34%	1%	1219,2	66%	34%	0%	208,4	100%	0%	0%	71,2
		99%	0%	1%	54,5	99%	0%	1%	800,5	100%	0%	0%	137,5	18%	82%	0%	47,0

**Thermische Sanierungen für Oberste Geschoßdeckenaufbauten zwischen 1958 - 1980**

DGD 06			
Stahlbetondecke	Betonestrich	4,0	cm
	Dämmplatte	4,0	cm
	Stahlbetondecke	14,0	cm
	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,91	W/m²K	



**Thermische Sanierungsvarianten**

DGD 06_AD1			DGD 06_AD2			DGD 06_AD3		
								
Dachbodendämmelement 164 kg/m³	20,0	cm	Magnesitgeb. Holzwolleplatte WW	2,5	cm	Magnesitgeb. Holzwolleplatte WW	2,5	cm
Betonestrich	4,0	cm	EPS W Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m³	10,0	cm
Dämmplatte	4,0	cm	EPS W Plus 21 kg/m³	14,0	cm	MW-WD Mineralwolle Steinwolle 100 kg/m³	20,0	cm
Stahlbetondecke	14,0	cm	Betonestrich	4,0	cm	Betonestrich	4,0	cm
Kalkzementputz	1,5	cm	Dämmplatte	4,0	cm	Dämmplatte	4,0	cm
			Stahlbetondecke	14,0	cm	Stahlbetondecke	14,0	cm
			Kalkzementputz	1,5	cm	Kalkzementputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K	

**Generell:**

- Grundsätzlich ist durch die Ziegelhohlkörperdecke die Luftdichtheit im Bestand gegeben. Eventuelle Leckagen verursacht von Durchdringungen oder dgl. können ein teilweises oder auch vollständiges Abdichten erfordern.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.
- Bei der Verlegung von mehreren Lagen von Dämmmaterial in Platten ist eine stoßversetzte Verlegung notwendig (Vermeidung von durchgehenden Fugen).

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 06\_AD1**

- Die Verwendung von einlagigen Dämmelementen ermöglicht einen raschen und einfachen Verlegevorgang. Das Angebot von Dämmelementen am Markt mit höheren Dämmdicken ist derzeit noch eingeschränkt.
- Bei Verwendung des Dachbodens als Trockenraum ist ein Eindringen von Wasser durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Abdichten der Stöße und Fugen) und bei der Materialwahl zu berücksichtigen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 06\_AD2**

- Bei eventuellem Abbruch des Betonestrichs (oder der Betonplatten) sind Unebenheiten der Rohdecke vor Verlegung von starren Dämmplatten mittels Schüttungen (z.B.: Sand) auszugleichen.
- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.
- Der Einbau von Dämmplatten mit niedriger Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) reduziert die Aufbauhöhe.

**Möglichkeiten und Grenzen DGD 06\_AD3**

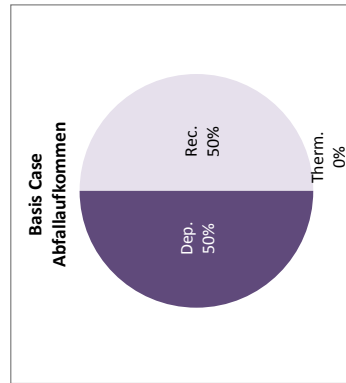
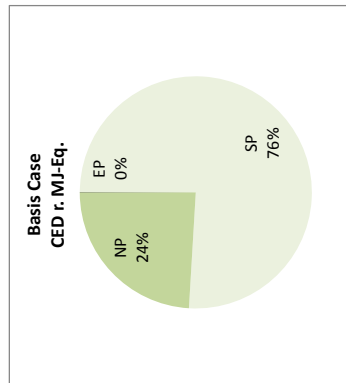
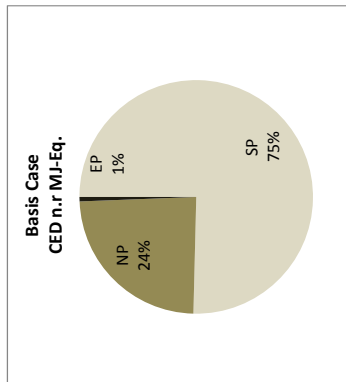
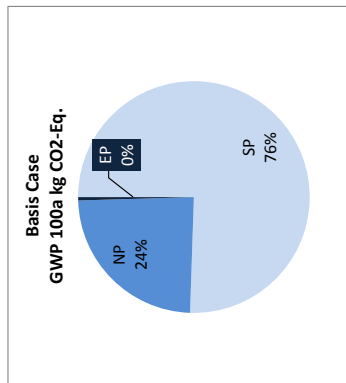
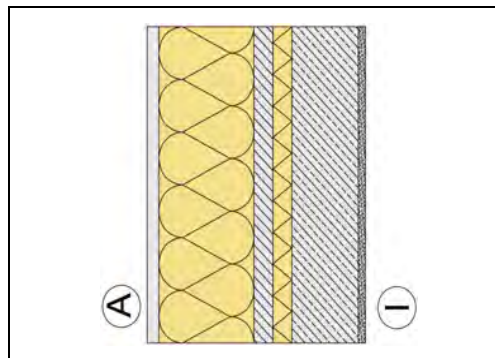
- Der Einbau mehrerer Dämmplattenlagen verhindert durchgehende Fugen in der Dämmebene.

Bauteil-Nr.
<b>DGD06_AD1</b>
Altersklasse
<b>1958 - 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			Lösbarkheit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkheit	Worst Case			Basis Case			Best Case								
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]						
1	Dachboden-Dämmelement	0,200	0,040	5,000	150	30	33	<b>38</b>	50	l.	33	<b>38</b>	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%			
2	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	0,029	Bestand		33	<b>53</b>	63	n.l.	82	<b>96</b>	138	t.	50%	0%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	40%	0%	0%				
3	Bestand - Dämmplatte 90	0,040	0,050	0,800	Bestand		33	<b>38</b>	50	n.l.	82	<b>96</b>	138	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	90%	0%	0%				
4	Stahlbetondecke R= 2300	0,140	2,300	0,061	Bestand		82	<b>96</b>	138	TW	82	<b>96</b>	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	70%	0%	0%				
5	Bestand - Kalkzementputz	0,015	1,400	0,011	Bestand		55	<b>58</b>	80	l.	82	<b>96</b>	138	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%				
Wärmeübergangswiderstand Außen										MI - SP																					
Wärmeübergangswiderstand Innen											MI - NP																				
Ziel U-Wert [W/m²K]											0,16																				
U-Wert Bestand [W/m²K]											0,91																				
MI - Gesamt [kg/m²]																															
39,5																															



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO <sub>2</sub> -Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
		76%	24%	0%	0%	24%	1%	46,1	75%	24%	1%	BaC	76%	24%	0%	78,3
		65%	34%	1%	1%	34%	1%	53,2	65%	34%	1%	WoC	66%	34%	0%	90,2
		100%	0%	0%	0%	0%	34,9	100%	0%	0%	0%	BeC	100%	0%	0%	59,5

Bauteil-Nr.
<b>DGD06_AD2</b>
Altersklasse
<b>1958 - 1980</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
 Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
 Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
 CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
 CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
 Rec. Recycling  
 Therm. Thermische Verwertung

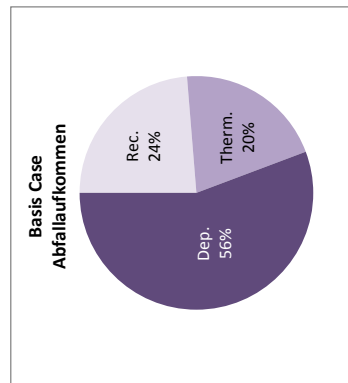
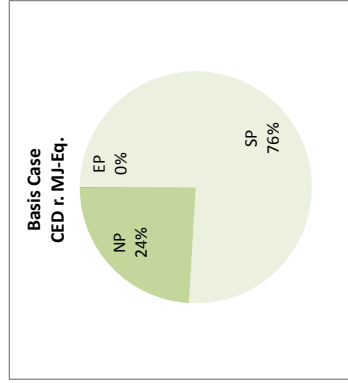
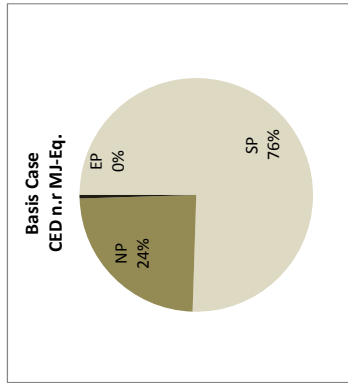
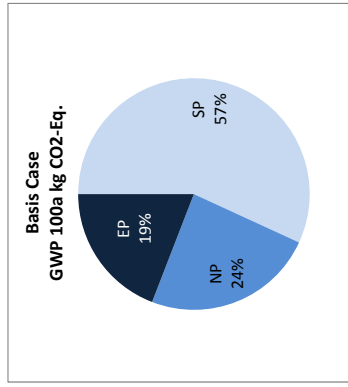
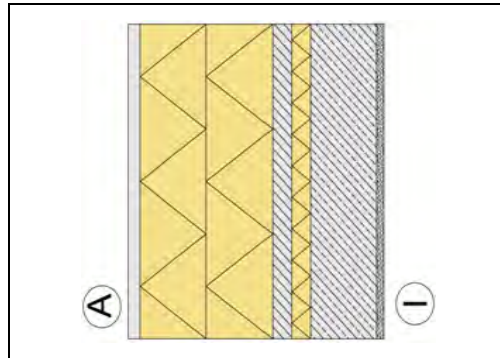
SP Sanierungsphase  
 NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
 EP Entsorgungsphase

n.i. nicht lösbar  
 l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
 t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung																
		Lebensdauer			Roh- dichte [kg/m³]	Masse/ Fläche [kg/m²]	Lös- barkeit	LD-Lösbarkeit			Trenn- barkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case										
		Min	Mittel	Max				Min	Mittel	Max		Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.								
1	magnesiumgeb. Holzwollef	0,166	0,151	0,166	680	17	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2	EPS W 20-Plus	0,032	4,375	0,032	21	2,94	l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	EPS W 20-Plus	0,032	4,375	0,032	21	2,94	l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	Betonestrich - Bestand	1,400	0,029	1,400	Bestand		n.i.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	Bestand - Dämmplatte 90	0,050	0,800	0,050	Bestand		n.i.	82	96	138	t.	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Stahlbetondecke R= 2300	2,300	0,061	2,300	Bestand		TW	82	96	138	t.	40%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Bestand - Kalkzementput	1,400	0,011	1,400	Bestand		l.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		0,10		MI - SP		22,88		MI - Gesamt		[kg/m²]																		
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,10		MI - NP		7,2		30,1																				
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,10		MI - NP		7,2																						
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,91																										



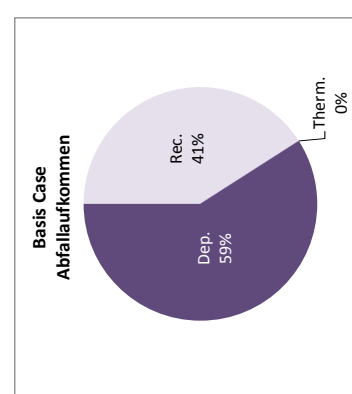
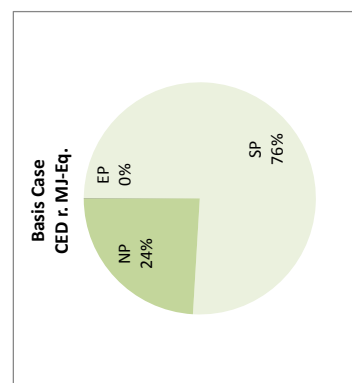
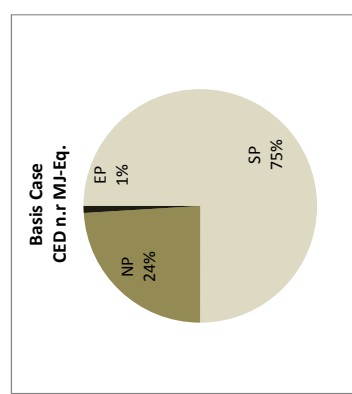
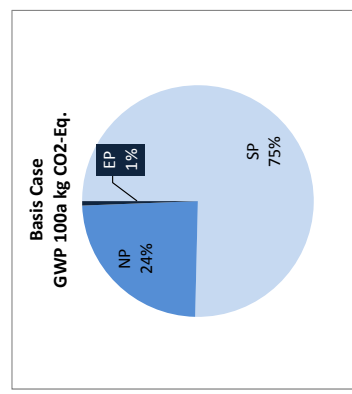
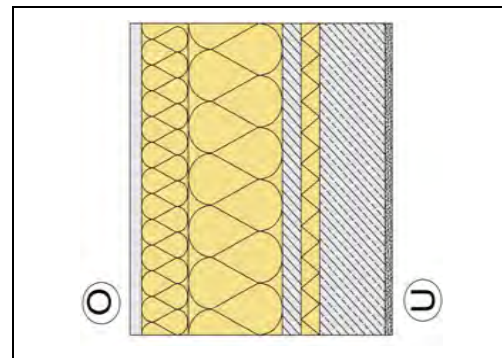
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP	NP	EP	Summe	CED n.r			CED r.			Abfall- aufkom.	Summe	Therm.	Summe
									[%]	[kgCO2-Eq]	[MJ-Eq.]	[%]	[kg]	[MJ-Eq.]				
		57%	24%	19%	78,5	76%	24%	0%	1057,8	76%	24%	0%	BaC	130,3	56%	24%	21%	30,1
		46%	34%	20%	96,0	65%	34%	1%	1220,5	66%	34%	0%	WoC	150,0	74%	0%	26%	34,7
		80%	0%	20%	55,9	99%	0%	1%	802,9	100%	0%	0%	BeC	99,0	37%	47%	15%	22,9

Bauteil-Nr.
<b>DGD06_AD3</b>
Altersklasse
<b>1958 - 1980</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	magnesitgeb. Holzwolle	0,025	0,166	0,151	680	17	38	50	33	38	50	t.	100%	0%	0%	75%	25%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%
2	Mineralwolle MW-WD St	0,100	0,035	2,857	100	10	38	50	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-WD St	0,200	0,035	5,714	100	20	38	50	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
4	Betonestrich - Bestand	0,040	1,400	0,029	Bestand		53	63	82	96	138	n.l.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	0%
5	Bestand - Dämmplatte 90	0,040	0,050	0,800	Bestand		33	50	82	96	138	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	0%
6	Stahlbetondecke R= 2300	0,140	2,300	0,061	Bestand		82	96	82	96	138	t.	40%	60%	0%	75%	25%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%
7	Bestand - Kalkzementput	0,015	1,400	0,011	Bestand		55	58	82	96	138	t.	50%	50%	0%	60%	40%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen					0,10	MI - SP	47	MI - Gesamt [kg/m <sup>2</sup> ]																
Wärmeübergangswiderstand Innen					0,10	MI - NP	14,8																	
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]					0,10	MI - NP	14,8																	
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]					0,91																			



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkommen			Summe		
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]	BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC
GWP	100a	75%	75%	99%	75%	75%	99%	76%	66%	100%	76%	34%	34%	180,9	208,4	137,5
	BaC	24%	24%	65%	24%	24%	65%	24%	24%	34%	24%	24%	34%	1055,4	1219,2	800,5
	WoC	34%	34%	99%	34%	34%	99%	34%	34%	100%	34%	34%	100%	82,8	54,5	54,5
	BeC	0%	0%	99%	0%	0%	99%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	82,8	54,5	54,5



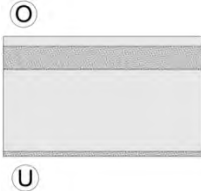




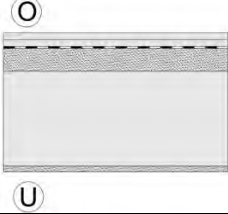
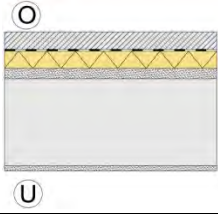
## Aufbauten – Kellerdecke (DGK)

### Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten vor 1919

DGK 01			
Ziegelgewölbe	Holzbohlen	3,0	cm
	Schlacke zw. Polsterhölzern	7,0	cm
	Ziegelgewölbe	25,0	cm
	Deckenputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	0,86	W/m <sup>2</sup> K	



### Thermische Sanierungsvarianten

DGK 01_ID1			DGK 01_ID2		
					
Zementgeb. Holzspanplatte (V100) 1280 kg/m <sup>3</sup>	1,8	cm	Zementgeb. Estrich	5,0	cm
Zementgeb. Holzspanplatte (V100) 1280 kg/m <sup>3</sup>	1,8	cm	Dampf- und Luftbremse	0,02	cm
Luft- und Dampfbremse	0,02	cm	EPS W 30 Plus 30 kg/m <sup>3</sup>	5,0	cm
EPB Schüttung (Perlite) i. M.	6,0	cm	EPB Schüttung (Perlite) i. M.	3,0	cm
Ziegelgewölbe	25,0	cm	Ziegelgewölbe	25,0	cm
Deckenputz	1,5	cm	Deckenputz	1,5	cm
U-Wert nach Sanierung	0,72	W/m <sup>2</sup> K	U-Wert nach Sanierung	0,38	W/m <sup>2</sup> K

### Generell:

- Um das Ziel Plusenergiestandard für das Gebäude erreichen zu können, wäre es notwendig einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,15 W/m<sup>2</sup>K durch die thermische Sanierung der Kellerdecke zu erreichen. Das Anbringen zusätzlicher Dämmung im Bereich des Gewölbes wird in den wenigsten Fällen möglich sein. Der Einbau ausreichender Dämmlagen im Fußbodenbereich ist ohne anderweitige Maßnahmen (Höhersetzen von Tür- oder Durchgangsstürzen, Ausgleichsmaßnahmen bei Stiegenan- und austritten, Höhenänderungen bei allen Anschlüssen) schwer durchführbar.
- Bei geometrischer Begrenzung (d.h.: keine größere Dämmschichtdicke ist möglich) ist die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei Bemessungswert von  $\lambda=0,04$  W/mK) einzubauen. (OIB RL 6 Version Okt. 2011, Pkt. 10.1.3)
- Der geringe Spielraum in den Aufbauhöhen wirkt sich auf die Palette an möglichen Bodenbelägen aus. Geringe Einbauhöhen von Belägen sind von Vorteil.
- Bei Kellernutzung ist grundsätzlich mit keinem Wärme- und Feuchtestrom im Aufbau von unten nach oben zu rechnen. Im Falle einer anderweitigen Nutzung, durch die eine Konditionierung (wenn auch nur zeitweilig) des Kellers erfolgt, ist der Einbau einer zusätzlichen Abdichtungsebene unter der Dämmebene zu prüfen.
- Die Luftdichtheit zum unconditionierten Keller wird durch die Folienlage zwischen Estrich und Wärmedämmung (EPS W30 plus) hergestellt. Daher ist diese überlappend und verklebt auszuführen und an den angrenzenden Bauteilen mittels Hochzug an den Putz anzuschließen!

### Möglichkeiten und Grenzen DGK 01\_ID1

- Dieser Aufbau kann nicht als Standard oder Empfehlung für eine hochwertig thermische Sanierung herangezogen werden, da auch der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) laut OIB RL 6 bei weitem überschritten wird. In der Praxis werden vergleichbare Aufbauten allerdings ausgeführt – da die geometrischen Begrenzungen und andere Rahmenbedingungen wenig Spielraum lassen. Wesentlich wäre es im weiteren Sanierungskonzept Ersatzmaßnahmen (höhere Dämmung anderer Bauteile, etc.) vorzusehen, bzw. in der Detailplanung darauf zu achten, dass Bauschäden (durch Feuchte, etc) allenfalls vermieden werden.



- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen, kann aber durch die geringe Aufbauhöhe nicht erfüllt werden.

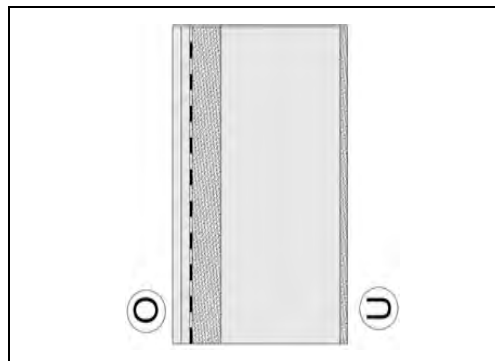
### **Möglichkeiten und Grenzen DGK 01\_ID2**

- Die Stärke des Estrichs und eventuelle Bewehrung ist auf die jeweilige zukünftige Nutzung abzustimmen.
  - Die Ausführung eines Nassestrichs ermöglicht prinzipiell den Einbau einer Fußbodenheizung, allerdings muss die Ausführung des Estrichs (Material und Dicke) und der Dämmung darauf abgestimmt werden. Die Übereinstimmung mit den zutreffenden Normen (ÖNORM B 2232, ÖNORM EN 13813, ÖNORM B 2242-4 etc.) ist im Einzelfall zu prüfen.
- Der Einbau der zusätzlichen Wärmedämmung ist nur möglich, wenn die Durchgangslichten, Raum- oder Parapethöhen, sowie Stiegenantritte eine gewisse Toleranz zulassen. In den meisten Fällen ist die Schüttung auf ein Mindestmaß zu reduzieren, um den Einbau der Dämmplatten und des Nassestrichs zu ermöglichen.
- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Die EPS-Dämmplatten sind dabei durch geeignete Trittschalldämmplatten zu ersetzen.

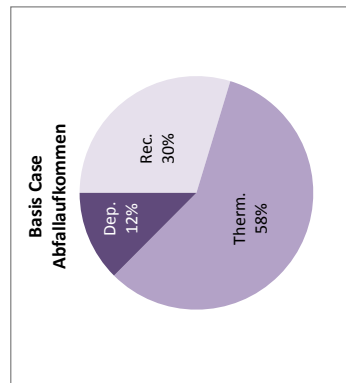
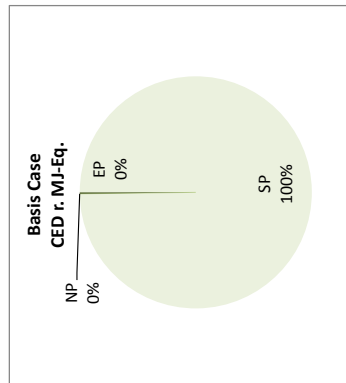
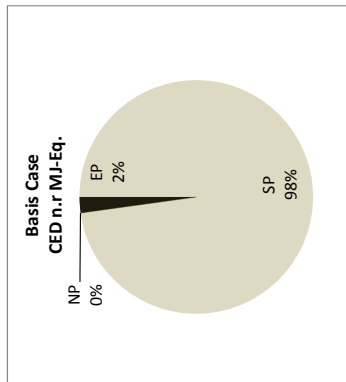
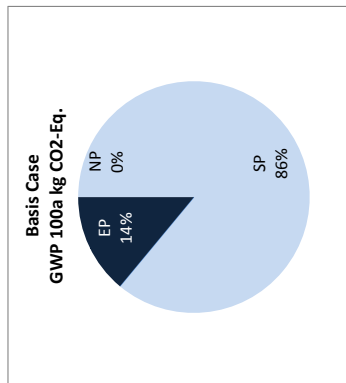
Bauteil-Nr.
<b>DGK01_ID1</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte (kg/m³)	Masse/Fläche (kg/m²)	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
							l.	l.	l.	l.	l.	l.		l.	l.	l.	l.	l.	l.	l.	l.	l.	l.	l.
1	Bestand - Kalkzementputz	0,015	1,400	0,011	Bestand	55	58	80	80	100	150	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%
2	Ziegelgewölbe	0,250	0,700	0,357	Bestand	80	100	150	80	100	150	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%
3	EPB Perlite	0,060	0,120	0,500	430	80	80	80	42	56	69	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	0%
4	Dampf- und Luftbremse	0,000	0,250	0,001	1100	30	35	40	n.l.	56	69	t.	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	20%	80%	0%	0%	0%
5	Holzspanplatte V100 - 12	0,018	0,200	0,090	1280	42	56	69	n.l.	56	69	t.	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	20%	80%	0%	0%	0%
6	Holzspanplatte V100 - 12	0,018	0,200	0,090	1280	42	56	69	l.	56	69	t.	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	20%	80%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen							MI - Gesamt							72,1										
Wärmeübergangswiderstand Innen							MI - SP							0,17										
Ziel U-Wert [W/m²K]							MI - NP							0,72										
U-Wert Bestand [W/m²K]														0,86										



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



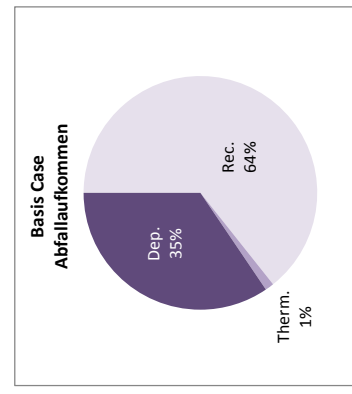
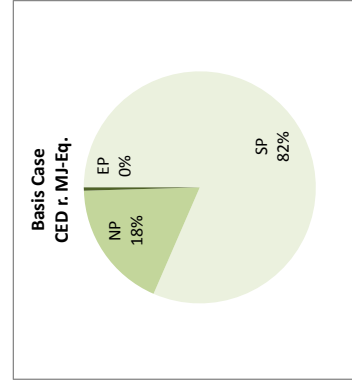
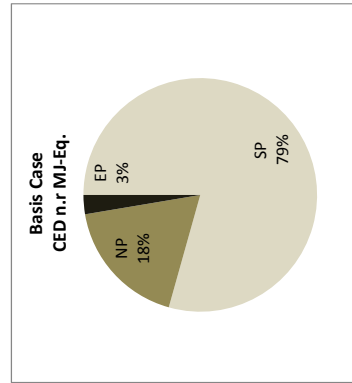
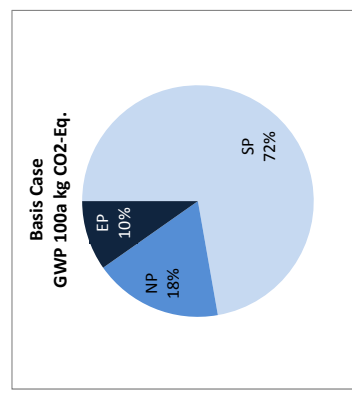
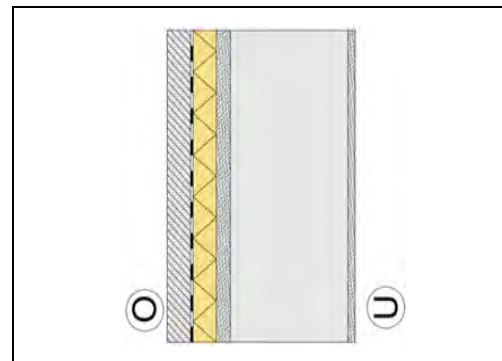
GWP	100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
		SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	86%	0%	0%	2%	98%	0%	2%	BaC	149,3
WoC	71%	16%	13%	2%	82%	16%	2%	WoC	177,8
BeC	87%	0%	13%	2%	98%	0%	2%	BeC	149,3
		Summe [kgCO2-Eq.]			Summe [MJ-Eq.]			Summe [kg]	
		63,8			716,2			72,1	
		77,2			855,6			85,8	
		62,9			715,2			72,1	

Bauteil-Nr.
<b>DGK01_ID2</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte (kg/m³)	Masse/Fläche [kg/m²]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Entsorgung						
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Worst Case		Basis Case		Best Case		
							[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]
1	Bestand - Kalkzementputz	0,015	1,400	0,011	Bestand	80	58	80	55	58	80	t.	50%	60%	0%	30%	70%	0%	0%	0%
2	Ziegelgewölbe	0,250	0,700	0,357	Bestand	150	100	150	80	100	150	t.	50%	70%	0%	30%	90%	0%	0%	0%
3	EPB Perlite	0,030	0,120	0,250	430	80	80	80	33	41	55	t.	50%	65%	0%	35%	75%	0%	0%	0%
4	EPS-W 30 Plus - Decke	0,050	0,030	1,667	30	33	41	33	33	41	n.l.	t.	0%	20%	100%	0%	40%	80%	60%	80%
5	Dampf- und Luftbremse	0,000	0,250	0,001	1100	0,22	30	35	33	41	n.l.	t.	0%	10%	0%	0%	20%	80%	0%	0%
6	Zementgeb. Estrich 2000	0,050	1,700	0,029	2000	100	53	63	33	41	n.l.	t.	50%	65%	0%	35%	75%	0%	0%	0%
							MI - Gesamt [kg/m²]													
							114,6													
							MI - NP [kg/m²]													
							25,2													
							U-Wert Bestand [W/m²K]													
							0,86													
							Ziel U-Wert [W/m²K]													
							0,17													
							0,17													

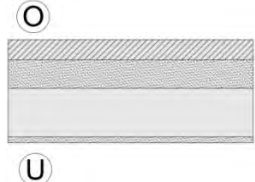


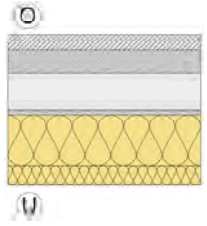
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
		72%	18%	10%	79%	18%	3%	63%	34%	3%	631,1	139,8
		57%	34%	9%	63%	34%	3%	70%	34%	3%	790,9	173,7
		90%	0%	10%	97%	0%	3%	99%	0%	1%	514,9	114,6
											32,3	139,8
											40,2	173,7
											26,5	114,6



**Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten vor 1919**

DGK 02			
Ziegeldecke zw. Stahlträger („Platzdecke“)	Betonestrich	5,0	cm
	Schlacke	7,0	cm
	Ziegeldecke zw. Stahlträgern	12,0	cm
	Deckenputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,32	W/m <sup>2</sup> K	



Thermische Sanierungsvarianten			
DGK 02_AD1			
			
Betonestrich	5,0	cm	
Schlacke	7,0	cm	
Ziegeldecke zw. Stahlträgern	12,0	cm	
Deckenputz	1,5	cm	
MW-W Mineralwolle Steinwolle 35 kg/m <sup>3</sup>	16,0	cm	
MW-W Mineralwolle glasvlieskaschierte Deckendämmplatte im Schienensystem 40 kg/m <sup>3</sup>	6,0	cm	
U-Wert nach Sanierung	0,16	W/m <sup>2</sup> K	

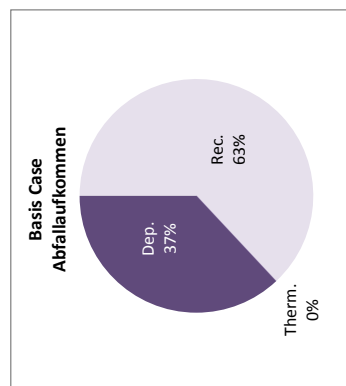
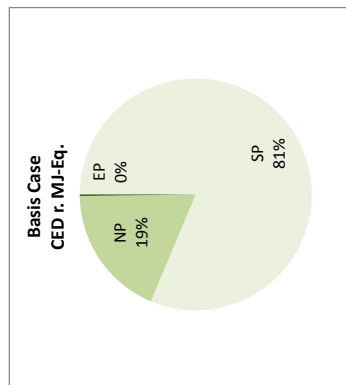
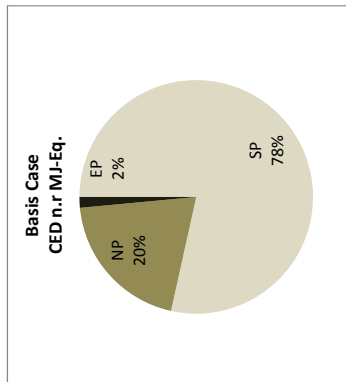
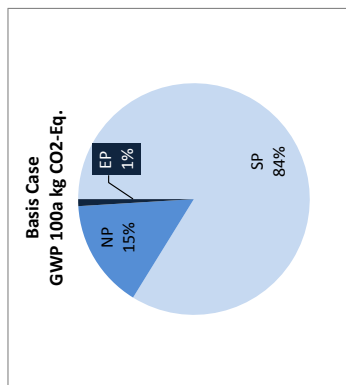
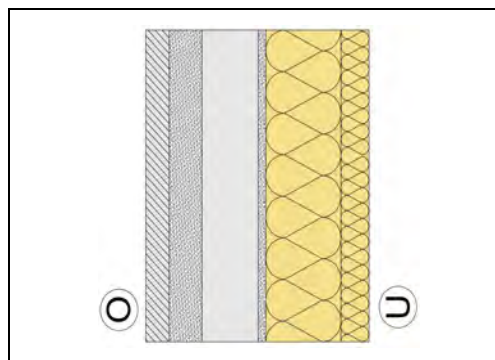
- Generell:**
- Die Montage der unterseitigen Kellerdeckendämmung kann nur durchgeführt werden, wenn die lichte Raumhöhe im Kellergeschoss dies zulässt.
  - Die Nutzung als Kellerraum hat nur geringe Anforderungen an den Schallschutz. Die Dämmung an der Unterseite verbessert im Allgemeinen die Schallabsorption und den Luftschall, ist aber bei reiner Kellernutzung nicht notwendig. Eine Putzbeschichtung an der Unterseite im Keller würde die Absorptionseigenschaften beeinflussen. Lärmquellen im Keller (Kesselanlagen oder Nutzungen für Freizeit – oder Werkstattaktivitäten) kann eine Schalldämmung erfordern.
  - Bei Verwendung von Steinwolle als Dämmmaterial der Platte kann grundsätzlich von einer Verbesserung des Feuerwiderstandes ausgegangen werden (Platten in der Euroklasse A1 sind am Markt erhältlich) – diesbezüglich sind die Produktangaben des Herstellers zu beachten.
  - Bei unbeheizten Kellerräumen ist mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen, daher ist auf die Verwendung von feuchtigkeitsstabilem Material zu achten.
  - Wärmebrücken im Anschlussbereich von Zwischen- und Außenwänden (vor allem bei außenluftdurchströmten Kellerräumen) müssen mit einer Halsdämmung (ca. 60 cm) versehen werden.
  - Sämtliche Unterzüge sind (in Abhängigkeit der Höhe) ebenfalls in die Dämmung zu integrieren.
  - Die Luftdichtheit der bestehenden Decke ist zu prüfen. Ist diese nicht im geeigneten Ausmaß gegeben, bedarf es einer vertieften bauphysikalischen Betrachtung und eventuellen Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau.
  - Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Im Bedarfsfall sind Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau vorzunehmen.

- Möglichkeiten und Grenzen DGK 02\_AD1**
- Gut geeignet wenn, wenn auch optische Ansprüche im Kellerbereich erfüllt werden sollen.
  - Die Befestigung des Schienensystems an der bestehenden Deckenunterseite ist mit einem Statiker abzustimmen.

Bauteil-Nr.
<b>DGK02_AD1</b>
Altersklasse
<b>vor 1919</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case						
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
1	Mineralwolle MW-W Ste	33	38	53	l.	33	38	53	t.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%		
2	Schienensystem	33	41	55	n.l.	33	38	53	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%		
3	Mineralwolle MW-W Ste	33	38	53	l.	33	38	53	t.	100%	0%	0%	20%	0%	0%	60%	40%	0%	0%		
4	Deckenputz - kalkzement	55	58	80	n.l.	66	74	106	t.	50%	50%	0%	40%	0%	0%	30%	70%	0%	0%		
5	Ziegeldecke R=1700	80	100	150	TW	80	100	150	t.	50%	50%	0%	30%	0%	0%	10%	90%	0%	0%		
6	Schlacke	76	89	135	n.l.	80	100	150	t.	50%	50%	0%	30%	0%	0%	10%	90%	0%	0%		
7	Betonestrich - Bestand	33	53	63	l.	80	100	150	t.	50%	50%	0%	65%	0%	0%	25%	75%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub> [m²K/W]			MI - SP [kg/m²]			MI - Gesamt [kg/m²]													
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,17			0,17			0,16													
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,16			0,16			1,32													
U-Wert Bestand [W/m²K]		1,32			5,4			52,7													



GWP	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	EP [%]	NP [%]	SP [%]	Abfallaufkom. [kg]	Dep. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]
	[%]	[kgCO2-Eq.]	[MJ-Eq.]	[%]	[kgCO2-Eq.]	[MJ-Eq.]								
100a	84%	50,8	662,2	81%	41,5	37%	0%	18%	81%	41,5	BaC	37%	0%	52,7
BaC	76%	23%	55,8	70%	747,5	27%	0%	27%	73%	46,3	WoC	48%	0%	56,1
WoC	99%	0%	43,1	98%	529,0	0%	0%	0%	100%	33,8	BeC	26%	0%	47,3
BeC														



**Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten zw. 1919 - 1969**

<b>DGK 03</b>				
Ortbetonrippendecke (an der dünnsten Stelle)	Betonestrich	5,0	cm	
	Schlacke	7,0	cm	
	Ortbetonrippendecke	7,0	cm	
U-Wert Bestand	1,63	W/m²K		

**Thermische Sanierungsvarianten**

<b>DGK 03_AD1</b>								
Betonestrich	5,0	cm						
Schlacke	7,0	cm						
Ortbetonrippendecke	7,0	cm						
Mineralwolle MW-W Steinwolle 35 kg/m³	16,0	cm						
Mineralwolle MW-W glasvlieskaschierte Deckendämmplatte im Schienensystem 40 kg/m³	6,0	cm						
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m²K							

**Generell:**

- Die Montage der unterseitigen Kellerdeckendämmung kann nur durchgeführt werden, wenn die lichte Raumhöhe im Kellergeschoss dies zulässt.
- Die Nutzung als Kellerraum hat nur geringe Anforderungen an den Schallschutz. Die Dämmung an der Unterseite verbessert im Allgemeinen die Schallabsorption und den Luftschall, ist aber bei reiner Kellernutzung nicht notwendig. Eine Putzbeschichtung an der Unterseite im Keller würde die Absorptionseigenschaften beeinflussen. Lärmquellen im Keller (Kesselanlagen oder Nutzungen für Freizeit – oder Werkstattaktivitäten) kann eine Schalldämmung erfordern.
- Bei Verwendung von Steinwolle als Dämmmaterial der Platte kann grundsätzlich von einer Verbesserung des Feuerwiderstandes ausgegangen werden (Platten in der Euroklasse A1 sind am Markt erhältlich) – diesbezüglich sind die Produktangaben des Herstellers zu beachten.
- Bei unbeheizten Kellerräumen ist mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen, daher ist auf die Verwendung von feuchtigkeitsstabilem Material zu achten.
- Wärmebrücken im Anschlussbereich von Zwischen- und Außenwänden (vor allem bei außenluftdurchströmten Kellerräumen) müssen mit einer Halsdämmung (ca. 60 cm) versehen werden.
- Sämtliche Unterzüge sind (in Abhängigkeit der Höhe) ebenfalls in die Dämmung zu integrieren.
- Die Luftdichtheit der bestehenden Decke ist zu prüfen. Ist diese nicht im geeigneten Ausmaß gegeben, bedarf es einer vertieften bauphysikalischen Betrachtung und eventuellen Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau.
- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Im Bedarfsfall sind Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau vorzunehmen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGK 03\_AD1**

- Gut geeignet wenn, wenn auch optische Ansprüche im Kellerbereich erfüllt werden sollen.
- Die Befestigung des Schienensystems an der bestehenden Deckenuntersicht ist mit einem Statiker abzustimmen.

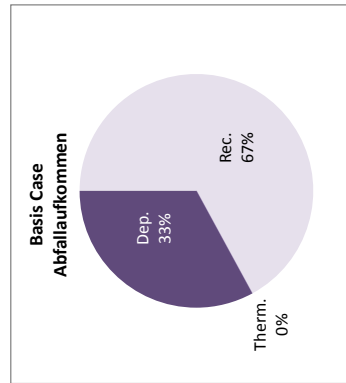
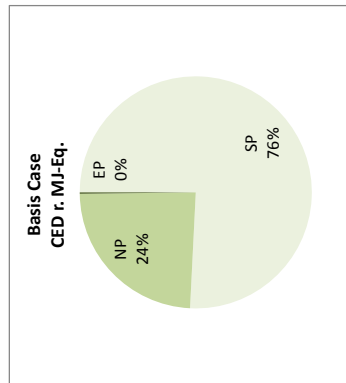
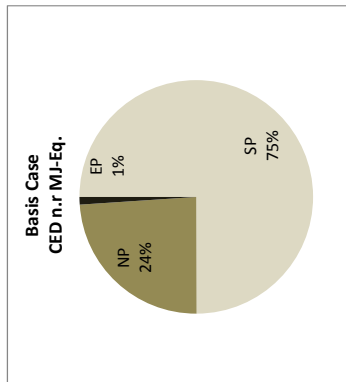
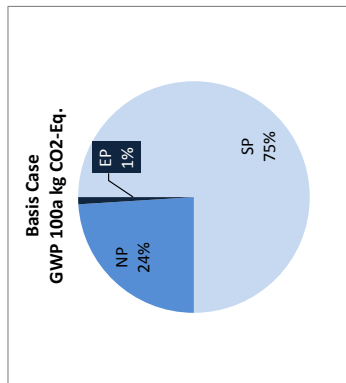
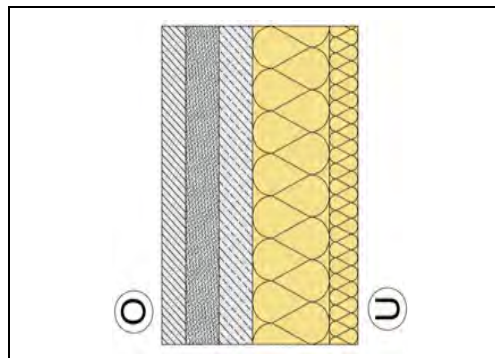


Bauteil-Nr.
<b>DGK03_AD1</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1969</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung							
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case			
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	
1	Mineralwolle MW-W Ste	33	38	53	l.	33	38	53	t.	100%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
2	Schienensystem	33	41	55	n.l.	33	38	53	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
3	Mineralwolle MW-W Ste	33	38	53	l.	33	38	53	t.	100%	0%	0%	80%	0%	0%	60%	40%	0%	0%
4	Ortbetonrippendecke	82	96	138	TW	80	100	150	t.	40%	60%	0%	25%	0%	0%	10%	90%	0%	0%
5	Schlacke	76	89	135	n.l.	80	100	150	t.	50%	50%	0%	30%	0%	0%	10%	90%	0%	0%
6	Betonestrich - Bestand	33	53	63	l.	80	100	150	t.	50%	50%	0%	35%	0%	0%	25%	75%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]		0,17		MI - SP		17,25		MI - Gesamt									
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,17																	
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]		0,16																	
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]		1,63																	



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					75%	24%	1%	32,2	BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					65%	34%	1%	37,1								
					99%	0%	1%	24,5								
								420,3								
								637,7								
								552,9								
								31,8								
								22,7								
								26,1								
								17,3								



**Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten zw. 1949 - 1969**

<b>DGK 04</b>				
Betonhohlkörper mit Aufbeton	Betonestrich	5,0	cm	
	Schlacke	7,0	cm	
	Betonhohlkörper mit Aufbeton	30,0	cm	
U-Wert Bestand	1,10		W/m²K	

**Thermische Sanierungsvarianten**

<b>DGK 04_AD1</b>								
Betonestrich	5,0	cm						
Schlacke	7,0	cm						
Betonhohlkörper mit Aufbeton	30,0	cm						
Klebemörtel	1,0	cm						
MW-W Mineralwolle glasvlieskaschierte Deckendämmplatte 90 kg/m³	20,0	cm						
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K							

**Generell:**

- Die Montage der unterseitigen Kellerdeckendämmung kann nur durchgeführt werden, wenn die lichte Raumhöhe im Kellergeschoss dies zulässt.
- Die Nutzung als Kellerraum hat nur geringe Anforderungen an den Schallschutz. Die Dämmung an der Unterseite verbessert im Allgemeinen die Schallabsorption und den Luftschall, ist aber bei reiner Kellernutzung nicht notwendig. Eine Putzbeschichtung an der Unterseite im Keller würde die Absorptionseigenschaften beeinflussen. Lärmquellen im Keller (Kesselanlagen oder Nutzungen für Freizeit – oder Werkstattaktivitäten) kann eine Schalldämmung erfordern.
- Bei Verwendung von Steinwolle als Dämmmaterial der Platte kann grundsätzlich von einer Verbesserung des Feuerwiderstandes ausgegangen werden (Platten in der Euroklasse A1 sind am Markt erhältlich) – diesbezüglich sind die Produktangaben des Herstellers zu beachten.
- Bei unbeheizten Kellerräumen ist mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen, daher ist auf die Verwendung von feuchtigkeitsstabilem Material zu achten.
- Wärmebrücken im Anschlussbereich von Zwischen- und Außenwänden (vor allem bei außenluftdurchströmten Kellerräumen) müssen mit einer Halsdämmung (ca. 60 cm) versehen werden.
- Sämtliche Unterzüge sind (in Abhängigkeit der Höhe) ebenfalls in die Dämmung zu integrieren.
- Die Luftdichtheit der bestehenden Decke ist zu prüfen. Ist diese nicht im geeigneten Ausmaß gegeben, bedarf es einer vertieften bauphysikalischen Betrachtung und eventuellen Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau.
- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Im Bedarfsfall sind Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau vorzunehmen.

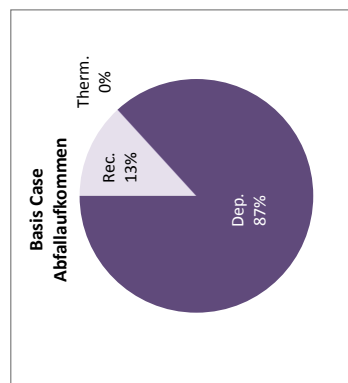
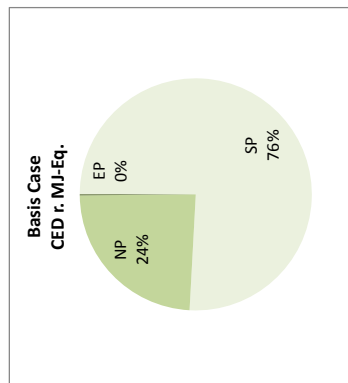
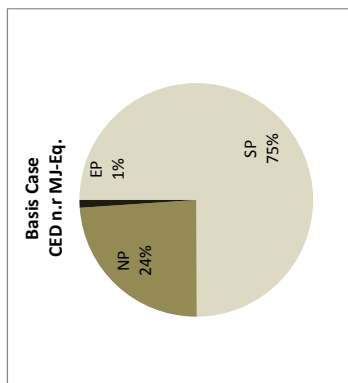
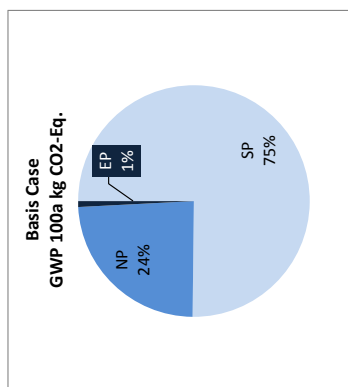
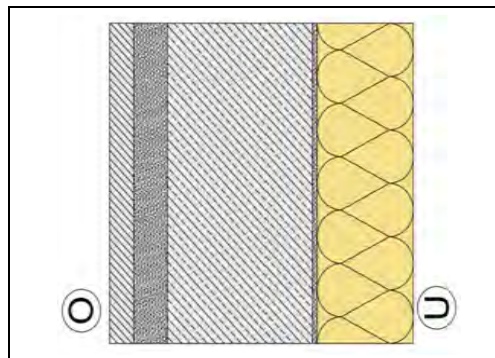
**Möglichkeiten und Grenzen DGK 04\_AD1**

- Bei geringeren optischen Ansprüchen an die Deckenuntersicht ist der Einsatz glasvlieskaschierter Decken-Dämmplatten empfehlenswert. Am Markt ist im Hinblick auf unterschiedliche Untersichten eine Reihe an Produkten erhältlich. Der Einbau kann mittels Klebmontage oder Dübelmontage direkt auf die Deckenuntersicht (in Abhängigkeit des Gewichtes der Deckenplatte und der Untergrundbeschaffenheit) erfolgen.
- Die Dübelmontagen an der bestehenden ist mit einem Statiker abzustimmen – die Tragfähigkeit der bestehende darf durch die Verdübelung nicht beeinträchtigt werden.
- Bei einer Klebmontage ist die Tragfähigkeit des Untergrundes zu prüfen. Betonuntersichten oder eventuell bestehende Putzschichten können durch Abplatzungen, Hohlstellen, etc. eine zusätzliche Verdübelung erfordern.

Bauteil-Nr.
DGK04_AD1
Altersklasse
1949 - 1969

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_T$ [m <sup>2</sup> K/W]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Masse/Fläche [kg/m <sup>2</sup> ]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case								
							Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]						
							Lösbarkeit			Lebensdauer/Nutzungsdauer				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case					
1	Mineralwolle MW-W Ste	0,200	0,035	5,714	90	18	33	38	50	l.	33	38	53	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	0%		
2	Kiebelörtel	0,010	1,400	0,007	2000	9,3	28	37	53	n.l.	33	38	53	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%		
3	Betonhohlkörperdecke m	0,300	0,800	0,375	Bestand		82	96	138	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%		
4	Schläcke	0,070	0,350	0,200	Bestand		76	89	135	n.l.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	0%		
5	Betonestrich - Bestand	0,050	1,400	0,036	Bestand		33	53	63	l.	82	96	138	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen																												
Wärmeübergangswiderstand Innen																												
Ziel U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]																												
U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> K]																												
MI - Gesamt [kg/m <sup>2</sup> ]																												



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe				
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]	Summe [%]		
BaC	75%	24%	1%	30,6	75%	24%	1%	BaC	76%	24%	0%	BaC	87%	13%	0%	35,9
WoC	65%	34%	1%	35,2	65%	34%	1%	WoC	66%	34%	0%	WoC	100%	0%	0%	41,3
BeC	99%	0%	1%	23,2	99%	0%	1%	BeC	100%	0%	0%	BeC	74%	26%	0%	27,3



**Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten zw. 1949 - 1968**

<b>DGK 05</b>				
Stahlbetondecke	Holzbohlen	3,0	cm	
	Hüttenbims zw. Holzpfosten	3,0	cm	
	Stahlbeton	16,0	cm	
U-Wert Bestand	1,13	W/m²K		

Thermische Sanierungsvarianten							
DGK 05_AD1							
Holzbohlen	3,0	cm					
Hüttenbims zw. Holzpfosten	3,0	cm					
Stahlbeton	16,0	cm					
Klebemörtel	1,0	cm					
MW-W Mineralwolle glasvlieskaschierte Deckendämmplatte 90 kg/m³	20,0	cm					
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K						

**Generell:**

- Die Montage der unterseitigen Kellerdeckendämmung kann nur durchgeführt werden, wenn die lichte Raumhöhe im Kellergeschoss dies zulässt.
- Die Nutzung als Kellerraum hat nur geringe Anforderungen an den Schallschutz. Die Dämmung an der Unterseite verbessert im Allgemeinen die Schallabsorption und den Luftschall, ist aber bei reiner Kellernutzung nicht notwendig. Eine Putzbeschichtung an der Unterseite im Keller würde die Absorptionseigenschaften beeinflussen. Lärmquellen im Keller (Kesselanlagen oder Nutzungen für Freizeit – oder Werkstattaktivitäten) kann eine Schalldämmung erfordern.
- Bei Verwendung von Steinwolle als Dämmmaterial der Platte kann grundsätzlich von einer Verbesserung des Feuerwiderstandes ausgegangen werden (Platten in der Euroklasse A1 sind am Markt erhältlich) – diesbezüglich sind die Produktangaben des Herstellers zu beachten.
- Bei unbeheizten Kellerräumen ist mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen, daher ist auf die Verwendung von feuchtigkeitsstabilem Material zu achten.
- Wärmebrücken im Anschlussbereich von Zwischen- und Außenwänden (vor allem bei außenluftdurchströmten Kellerräumen) müssen mit einer Halsdämmung (ca. 60 cm) versehen werden.
- Sämtliche Unterzüge sind (in Abhängigkeit der Höhe) ebenfalls in die Dämmung zu integrieren.
- Die Luftdichtheit der bestehenden Decke ist zu prüfen. Ist diese nicht im geeigneten Ausmaß gegeben, bedarf es einer vertieften bauphysikalischen Betrachtung und eventuellen Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau.
- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Im Bedarfsfall sind Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau vorzunehmen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGK 05\_AD1**

- Bei geringeren optischen Ansprüchen an die Deckenuntersicht ist der Einsatz glasvlieskaschierter Decken-Dämmplatten empfehlenswert. Am Markt ist im Hinblick auf unterschiedliche Untersichten eine Reihe an Produkten erhältlich. Der Einbau kann mittels Klebemontage oder Dübelmontage direkt auf die Deckenuntersicht (in Abhängigkeit des Gewichtes der Deckenplatte und der Untergrundbeschaffenheit) erfolgen.

Bauteil-Nr.
<b>DGK05_AD1</b>
Altersklasse
<b>1949 - 1968</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

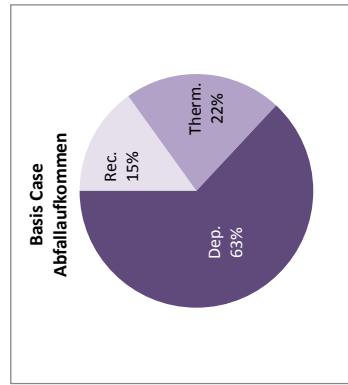
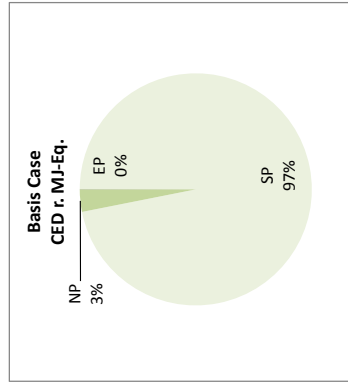
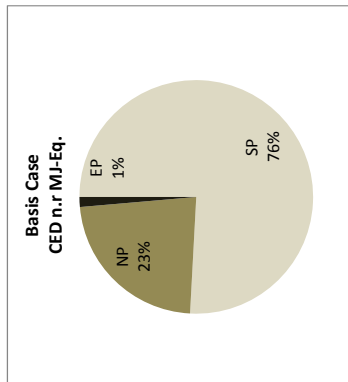
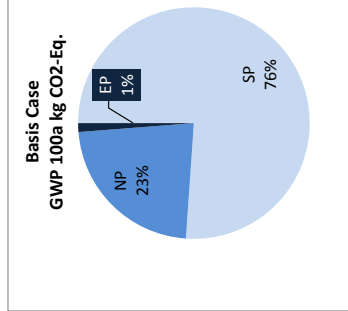
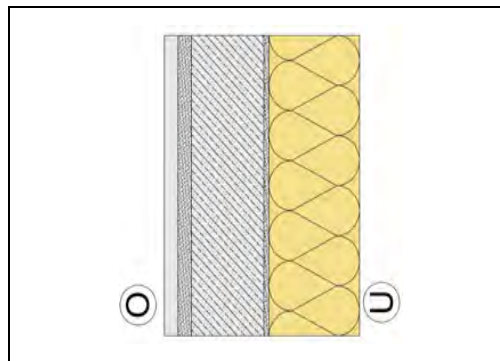
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

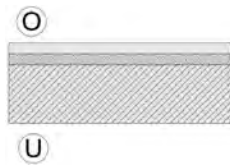
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer				LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case								
		Min	Mittel	Max	Max	Min	Mittel	Max		Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.						
		[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]	[MI-%]					
1	Mineralwolle MW-W Ste	0,200	0,035	5,714	18	33	38	50	33	38	53	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	
2	Klebermörtel	0,010	1,400	0,007	9,3	28	37	53	n.i.	33	53	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Stahlbeton R=2500	0,160	2,500	0,064		78	96	123	TW	82	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	10%	10%	90%	0%	0%	0%	
4	Hüttenbims	0,030	0,130	0,231		82	96	138	n.i.	82	138	t.	30%	70%	0%	40%	60%	30%	70%	40%	0%	0%	0%	0%
5	Holzbohlen	0,030	0,120	0,250	13,5	47	63	80	l.	47	80	t.	0%	0%	100%	0%	20%	0%	0%	40%	40%	60%	60%	
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub>		0,17	MI - Gesamt																			
Wärmeübergangswiderstand Innen		λ		0,17	[kg/m <sup>2</sup> ]																			
Ziel U-Wert		[W/m <sup>2</sup> K]		0,15	[kg/m <sup>2</sup> ]																			
U-Wert Bestand		[W/m <sup>2</sup> K]		1,13	49,4																			



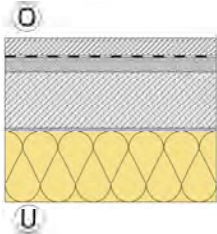
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe	Summe	Summe
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
		76%	76%	76%	66%	66%	66%	98%	98%	98%	307,7	277,3	277,3	
		23%	23%	23%	33%	33%	33%	0%	0%	0%	31	31	31	
		1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	459,8	459,8	459,8	
		1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	596,2	596,2	596,2	
		32,4	32,4	32,4	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	307,7	277,3	277,3	
		25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	40,8	40,8	40,8	

**Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten zw. 1969 - 1978**

DGK 06			
Ortbetondecke mit Schüttung und Estrich	Betonestrich	5,0	cm
	Baufolie	0,02	cm
	Hochofenschlacke	4,0	cm
	Stahlbeton	16,0	cm
U-Wert Bestand	1,56	W/m²K	



**Thermische Sanierungsvarianten**

DGK 06_AD1			
			
Betonestrich	5,0	cm	
Baufolie	0,02	cm	
Hochofenschlacke	4,0	cm	
Stahlbeton	16,0	cm	
Klebemörtel	1,0	cm	
MW-W Mineralwolle glasvlieskaschierte Deckendämmplatte 90 kg/m³	20,0	cm	
U-Wert nach Sanierung	0,16	W/m²K	

**Generell:**

- Die Montage der unterseitigen Kellerdeckendämmung kann nur durchgeführt werden, wenn die lichte Raumhöhe im Kellergeschoss dies zulässt.
- Die Nutzung als Kellerraum hat nur geringe Anforderungen an den Schallschutz. Die Dämmung an der Unterseite verbessert im Allgemeinen die Schallabsorption und den Luftschall, ist aber bei reiner Kellernutzung nicht notwendig. Eine Putzbeschichtung an der Unterseite im Keller würde die Absorptionseigenschaften beeinflussen. Lärmquellen im Keller (Kesselanlagen oder Nutzungen für Freizeit – oder Werkstattaktivitäten) kann eine Schalldämmung erfordern.
- Bei Verwendung von Steinwolle als Dämmmaterial der Platte kann grundsätzlich von einer Verbesserung des Feuerwiderstandes ausgegangen werden (Platten in der Euroklasse A1 sind am Markt erhältlich) – diesbezüglich sind die Produktangaben des Herstellers zu beachten.
- Bei unbeheizten Kellerräumen ist mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen, daher ist auf die Verwendung von feuchtigkeitsstabilem Material zu achten.
- Wärmebrücken im Anschlussbereich von Zwischen- und Außenwänden (vor allem bei außenluftdurchströmten Kellerräumen) müssen mit einer Halsdämmung (ca. 60 cm) versehen werden.
- Sämtliche Unterzüge sind (in Abhängigkeit der Höhe) ebenfalls in die Dämmung zu integrieren.
- Die Luftdichtheit der bestehenden Decke insbesondere im Bereich von Durchführungen ist zu prüfen. Ist diese nicht im geeigneten Ausmaß gegeben, bedarf es einer vertieften bauphysikalischen Betrachtung und eventuellen Abdichtungsmaßnahmen.
- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Im Bedarfsfall sind Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau vorzunehmen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGK 06\_AD1**

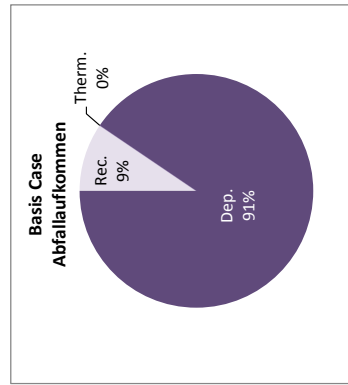
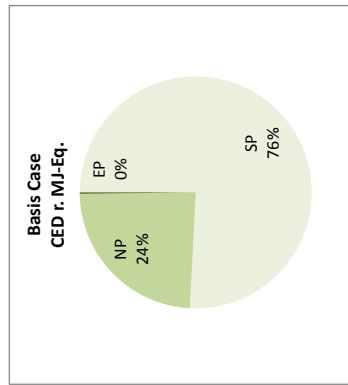
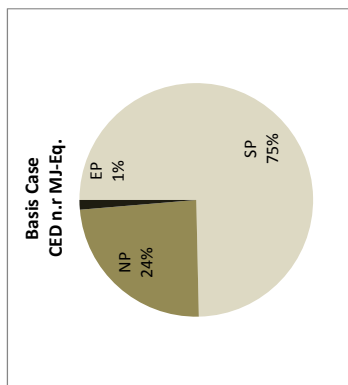
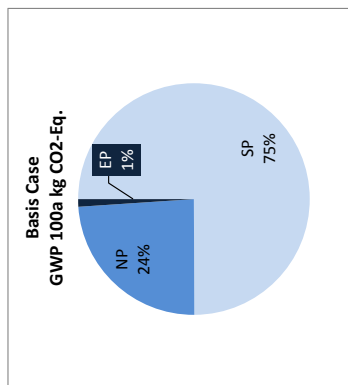
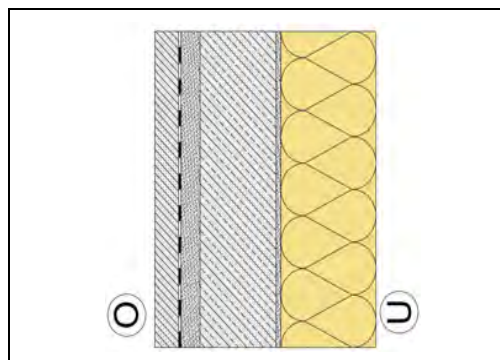
- Bei geringeren optischen Ansprüchen an die Deckenuntersicht ist der Einsatz glasvlieskaschierter Decken-Dämmplatten empfehlenswert. Am Markt ist im Hinblick auf unterschiedliche Untersichten eine Reihe an Produkten erhältlich. Der Einbau kann mittels Klebmontage oder Dübelmontage direkt auf die Deckenuntersicht (in Abhängigkeit des Gewichtes der Deckenplatte und der Untergrundbeschaffenheit) erfolgen.

Bauteil-Nr.
DGK06_AD1
Altersklasse
1969 - 1978

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm. Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand			

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Mineralwolle MW-W Ste	0,200	0,035	5,714	18	33	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%
2	Kleberörtel	0,010	1,400	0,007	20	28	53	n.l.	33	38	50	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
3	Stahlbeton R=2500	0,160	2,500	0,064	Bestand	78	123	TW	78	96	123	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%
4	Hochofenschlacke	0,040	0,200	0,200	Bestand	76	89	n.l.	78	96	123	t.	50%	50%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	0%
5	Baufolie - Bestand	0,000	0,250	0,001	Bestand	30	35	n.l.	78	96	123	t.	0%	0%	100%	0%	10%	0%	0%	20%	80%	0%	0%
6	Betonestrich - Bestand	0,050	1,400	0,036	Bestand	33	53	l.	78	96	123	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - Gesamt																					
Wärmeübergangswiderstand Innen		[kg/m²]																					
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,17																					
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,16																					
		1,56																					
		50,0																					

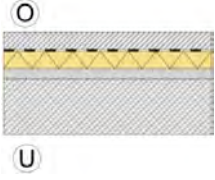


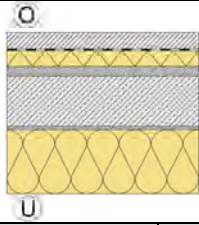
GWP 100a	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
BaC	75%	24%	1%	33,8	BaC	76%	24%	0%	BaC	91%	9%	50,0
WoC	65%	34%	1%	38,9	WoC	66%	34%	0%	WoC	100%	0%	57,6
BeC	99%	0%	1%	25,7	BeC	100%	0%	0%	BeC	81%	19%	38,0



**Thermische Sanierungen für Kellerdeckenaufbauten zw. 1969 - 1990**

DGK 07			
Ortbetondecke mit Dämmung und Estrich	Betonestrich	5,0	cm
	Baufolie	0,02	cm
	Dämmplatten	5,0	cm
	Schüttung (Splitt)	3,0	cm
	Stahlbeton	16,0	cm
U-Wert Bestand	0,67		W/m²K



Thermische Sanierungsvarianten			
DGK 07_AD1			
			
Betonestrich	5,0	cm	
Baufolie	0,02	cm	
Dämmplatten	5,0	cm	
Schüttung (Splitt)	3,0	cm	
Stahlbeton	16,0	cm	
Klebemörtel	1,0	cm	
MW-W Mineralwolle glasvlieskaschierte Deckendämmplatte 90 kg/m³	18,0	cm	
U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K		

**Generell:**

- Die Montage der unterseitigen Kellerdeckendämmung kann nur durchgeführt werden, wenn die lichte Raumhöhe im Kellergeschoss dies zulässt.
- Die Nutzung als Kellerraum hat nur geringe Anforderungen an den Schallschutz. Die Dämmung an der Unterseite verbessert im Allgemeinen die Schallabsorption und den Luftschall, ist aber bei reiner Kellernutzung nicht notwendig. Eine Putzbeschichtung an der Unterseite im Keller würde die Absorptionseigenschaften beeinflussen. Lärmquellen im Keller (Kesselanlagen oder Nutzungen für Freizeit – oder Werkstattaktivitäten) kann eine Schalldämmung erfordern.
- Bei Verwendung von Steinwolle als Dämmmaterial der Platte kann grundsätzlich von einer Verbesserung des Feuerwiderstandes ausgegangen werden (Platten in der Euroklasse A1 sind am Markt erhältlich) – diesbezüglich sind die Produktangaben des Herstellers zu beachten.
- Bei unbeheizten Kellerräumen ist mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen, daher ist auf die Verwendung von feuchtigkeitsstabilem Material zu achten.
- Wärmebrücken im Anschlussbereich von Zwischen- und Außenwänden (vor allem bei außenluftdurchströmten Kellerräumen) müssen mit einer Halsdämmung (ca. 60 cm) versehen werden.
- Sämtliche Unterzüge sind (in Abhängigkeit der Höhe) ebenfalls in die Dämmung zu integrieren.
- Die Luftdichtheit der bestehenden Decke ist zu prüfen. Ist diese nicht im geeigneten Ausmaß gegeben, bedarf es einer vertieften bauphysikalischen Betrachtung und eventuellen Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau.
- Die Anforderung eines eventuellen Trittschallschutzes wird von der Nutzungsart abhängen. Im Bedarfsfall sind Maßnahmen im darüber liegenden Fußbodenaufbau vorzunehmen.

**Möglichkeiten und Grenzen DGK 07\_AD 1**

- Bei geringeren optischen Ansprüchen an die Deckenuntersicht ist der Einsatz glasvlieskaschierter Decken-Dämmplatten empfehlenswert. Am Markt ist im Hinblick auf unterschiedliche Untersichten eine Reihe an Produkten erhältlich. Der Einbau kann mittels Klebmontage oder Dübelmontage direkt auf die Deckenuntersicht (in Abhängigkeit des Gewichtes der Deckenplatte und der Untergrundbeschaffenheit) erfolgen.

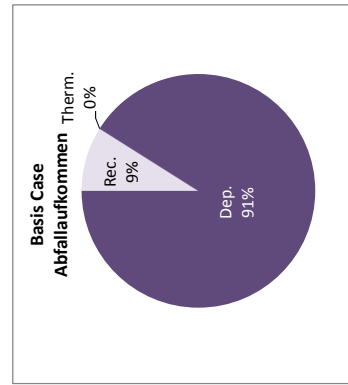
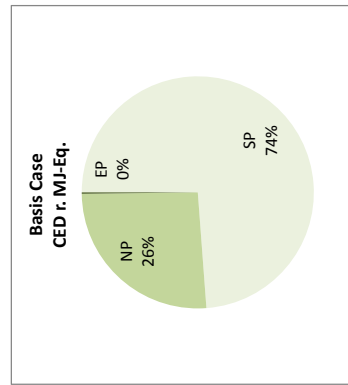
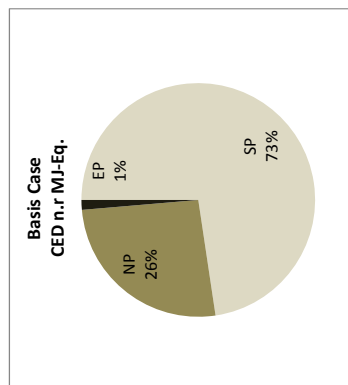
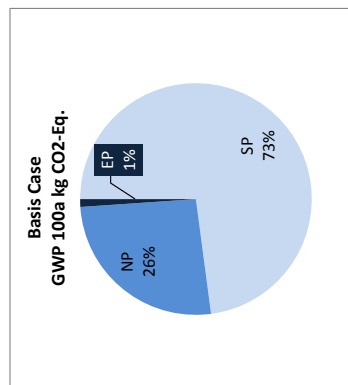
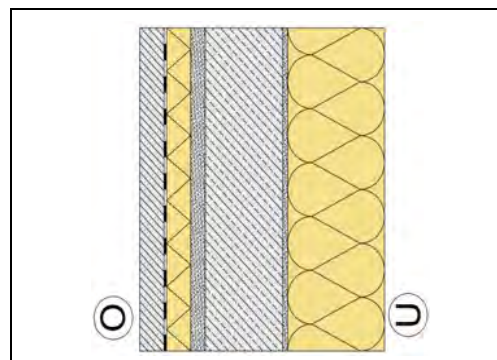


Bauteil-Nr.
<b>DGK07_AD1</b>
Altersklasse
<b>1969 - 1990</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkheit			LD-Lösbarkheit				Trennbarkeit		Worst Case			Basis Case			Best Case			
		Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.				
1	Mineralwolle MW-W Ste	33	37	50	l.	28	37	53	28	37	53	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	
2	Kiefernörtel	28	37	53	n.l.	28	37	53	n.t.	28	53	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
3	Stahlbeton R=2500	78	96	123	TW	78	96	123	t.	78	123	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	0%	
4	Schluttung Split	76	89	135	n.l.	78	96	123	t.	78	123	25%	75%	0%	15%	85%	0%	5%	95%	0%	0%	0%	
5	Bestand - Dämmplatte 90	33	38	50	n.l.	78	96	123	t.	78	123	100%	0%	0%	80%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	
6	Baufolie - Bestand	30	35	40	n.l.	78	96	123	t.	78	123	0%	0%	100%	0%	10%	0%	0%	20%	80%	0%	0%	0%
7	Betonestrich - Bestand	33	53	63	n.l.	78	96	123	t.	78	123	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen												MI - SP		0,17		MI - Gesamt		36,2					
Wärmeübergangswiderstand Innen												MI - NP		0,15		Ziel U-Wert		[W/m²K]		0,15			
U-Wert Bestand												[kg/m²]		48,9		U-Wert Bestand		[W/m²K]		0,67			



GWP	100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe	Therm.	Summe
		SP	NP	EP	SP	NP	EP				
BaC	73%	26%	1%	31,9	73%	26%	1%	BaC	36,2	0%	48,9
WoC	55%	44%	1%	42,1	55%	44%	1%	WoC	47,8	100%	64,6
BeC	99%	0%	1%	23,6	98%	0%	2%	BeC	26,8	82%	36,2

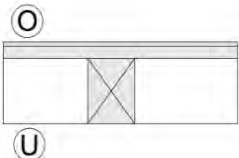




## Aufbauten – Dachschräge (DS)

### Nicht ausgebautes Dachgeschoss vor 1919 (Gründerzeithaus)

DS 01			
Dachschräge eines nicht ausgebauten Dachgeschosses	Dachziegel	1,0	cm
	Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm
	Holzsparren	16,0	cm
U-Wert Bestand		W/m <sup>2</sup> K	



#### Generell:

- Im Sinne der Nachverdichtung zentrumsnaher und infrastrukturell günstiger Standorte, ist der Ausbau ungenutzter Dachgeschosse von Gründerzeitgebäuden wünschenswert. Dazu ist es notwendig nicht nur eine thermische Sanierung durchzuführen, die durch eine Dämmung der obersten Geschoßdecke (siehe dazu DGD 01 – DGD 02) einfach und kostengünstig durchgeführt werden könnte, sondern einen vollständigen Dachgeschoßausbau vorzunehmen. Vorgaben des Denkmalschutzes stehen dieser Veränderung der Dachlandschaft oder des äußeren Erscheinungsbildes (Gesimsabschlüsse, Traufenlinien,..) zumeist gegenüber, daher wird der Neuaufbau von innen die bevorzugte Lösung sein. Folgende Aspekte können aber auch einem Ausbau von der Innenseite gegenüberstehen:
  - Für eine Wohnnutzung des Dachgeschoßes sind ausreichende Belichtung durch etwaige Dachflächenfenster oder Gaupen notwendig. Dies kann aus Gründen des Denkmalschutzes zu Einschränkungen der Belichtungsflächen führen.
  - Die Luft- und Dampfdichtheit ist auf Grund aufwändiger Dachkonstruktionen sehr schwierig herzustellen. Eine sorgfältige Detailplanung und gewissenhafte Überwachung in der Ausführung sind unerlässlich.
  - Gesimse und Gesimsbänke, die auf Grund des Denkmalschutzes nicht verändert werden dürfen, können die Detaillösung im Traufenbereich bei einem Ausbau von der Innenseite komplex gestalten. Der untere Abschluss der diffusionsoffenen Unterspannbahn muss gelöst werden.
  - Einschränkungen durch historisch wertvolle (zumeist aufwändige) Dachstuhlkonstruktionen können einen Innenausbau erschweren.

Aus den genannten Gründen kann ein Standardaufbau hier nicht empfohlen werden. Es empfiehlt sich aber, neue und unkonventionelle Ansätze in Abstimmung mit dem Denkmalschutz zu entwickeln.

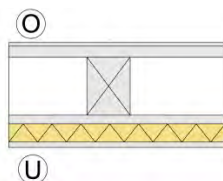
Für den Fall der Möglichkeit einen Ausbau von außen durchzuführen, können die Aufbauten DS02\_AD1 und DS02\_AD2, sowie DS03\_AD1 und DS03\_AD2 empfohlen werden.

Für den Fall eines gewünschten Ausbaues von innen (ohne maßgebliche Eingriffe von außen) können die Aufbauten DS02\_ID1 und DS03\_ID1 empfohlen werden. Allerdings sind in der Dachkonstruktionen aus dieser Zeit zumeist durch Verstreben, Zangen, Träme und dgl. gekennzeichnet. Das Herstellen der luft- und dampfdichten Ebene ist durch die Vielzahl resultierender Anschlüsse sehr aufwändig.

Im Falle geringer Auflagen durch den Denkmalschutz und einer thermischen Sanierung durch das Dämmen der obersten Geschoßdecke könnte dieser Aufbau auch mit solarthermischen Kollektoren oder Photovoltaikmodulen ausgestattet werden. Die Tragfähigkeit der Dachkonstruktion ist zuvor zu überprüfen.

**Thermische Sanierungen für Dachschrägen zwischen 1919 und 1969**

DS 02			
Dachschräge eines ausgebauten Dachgeschosses mit innenseitigem Putzträger	Dachziegel	1,0	cm
	Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm
	Holzsparren (hinterlüftet)	16,0	cm
	Sparschalung	2,4	cm
	Holzwoleleichtbauplatte - magnesitgebunden	5,0	cm
	Innenputz	1,5	cm
U-Wert Bestand	1,32		W/m²K



**Thermische Sanierungsvarianten**

DS 02_AD1			DS 02_AD2			DS 02_ID1		
Dachziegel	1,0	cm	Dachziegel	1,0	cm	Dachziegel	1,0	cm
Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm	Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm	Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm
Konterlattung 50x80 mm	5,0	cm	Konterlattung 50x80 mm	5,0	cm	Diffusionsoffene Unterspannbahn	0,03	cm
Aufsparrendämmung EPS W30 Plus	20,0	cm	Diffusionsoffene Unterspannbahn	0,03	cm	Mineralwolle zwischen best. Holzsparren	16,0	cm
Dampfbremse	0,02	cm	Rauhshalung	2,4	cm	Mineralwolle zwischen C- Profilen	12,0	cm
Rauhshalung	2,4	cm	Mineralwolle zwischen neuem Holzsparren	14,0	cm	Luft- und Dampfbremse	0,02	cm
Holzsparren (nicht hinterlüftet)	16,0	cm	Mineralwolle zwischen best. Holzsparren	16,0	cm	Installationsebene	3,0	cm
Sparschalung	2,4	cm	Dampfbremse	0,02	cm	Gipskartonplatten	1,25	cm
Holzwoleleichtbauplatte - magnesitgebunden	5,0	cm	Sparschalung	2,4	cm			
Innenputz	1,5	cm	Holzwoleleichtbauplatte - magnesitgebunden	5,0	cm			
			Innenputz	1,5	cm			
U-Wert nach Sanierung	0,12 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,14 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,15 W/m²K	

**Generell:**

- Eine hochwertige Sanierung dieser Aufbauten ist sowohl von innen oder außen möglich.
- Tragfähigkeit der Dachkonstruktion und Lastableitung ist allenfalls zu prüfen!

**Möglichkeiten und Grenzen DS 02 - AD 01**

- Der Aufbau von außen erhöht die Traufen- und Ortganlinien des Steildaches. Damit ändern sich sämtliche Ansichtshöhen, Anschlüssen an Gesimse, Verblechungen oder Nachbarbauteile. Bei denkmalgeschützten Gebäuden können sich daher Einschränkungen für diese Art der Sanierung ergeben.
- Die Verwendung einer Aufsparrendämmung erleichtert bei ausreichender Tragfähigkeit der bestehenden Dachkonstruktion einen bauphysikalisch einwandfreien Aufbau (Trennung zwischen den Trag- und Dämmfunktionen innerhalb des Aufbaues).
- Der Aufbau von der Außenseite reduziert Eingriffe im Inneren eines (möglicherweise genutzten) ausgebauten Dachraumes und bringt keine Beeinträchtigungen an der Innenseite durch zusätzliche Innendämmung (nutzbare Raumhöhe bleibt unverändert).
- Der Einbau mittels Aufsparrendämmung von außen ermöglicht ein vollflächiges Aufbringen der luft- und dampfdichten Ebene auf einer vorhandenen (oder herzustellenden) planen Fläche oberhalb der bestehenden Sparren (Rauhshalung oder Plattenwerkstoff).
- Ein Durchströmen des Luftquerschnittes zwischen den Sparren ist zu unterbinden. Dies ist durch das Schließen des oberen und unteren Anschlusses oder durch eine vollständige Auffüllung des Luftraumes mit Dämmmaterial zu gewährleisten.



### Möglichkeiten und Grenzen DS 02 - AD 02

- Der Aufbau ermöglicht eine Verstärkung der bestehenden Steildachkonstruktion.
- Durch die Dämmung zwischen den bestehenden Sparren ist die Aufbauhöhe nach außen gegenüber einer vollständigen Aufsparrendämmung etwas reduziert. Dennoch ändern sich, wie bei der vollständigen Aufsparrendämmung sämtliche Ansichtshöhen, Traufen- und Ortganglinien, Anschlüssen an Gesimse, Verblechungen oder Nachbarbauteile. Bei denkmalgeschützten Gebäuden können sich daher Einschränkungen für diese Art der Sanierung ergeben.
- Der Aufbau von der Außenseite reduziert Eingriffe im Inneren eines (möglicherweise genutzten) ausgebauten Dachraumes und bringt keine Beeinträchtigungen an der Innenseite durch zusätzliche Innendämmung (nutzbare Raumhöhe bleibt unverändert).
- Eine genaue Definition der Lage und Verlegung der Dampfbremse ist erforderlich – diese muss jedenfalls lückenlos ausgeführt werden.

### Möglichkeiten und Grenzen DS 02 - ID 01

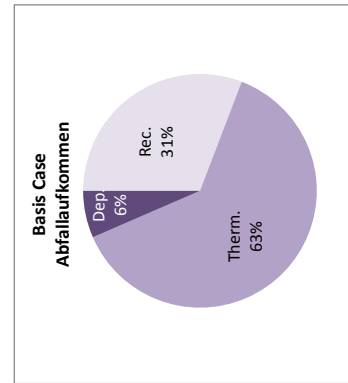
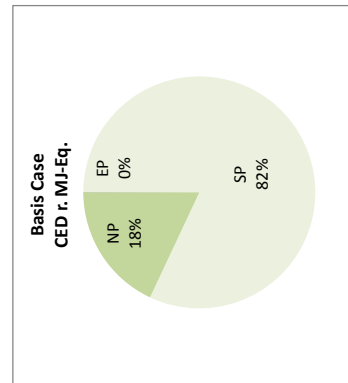
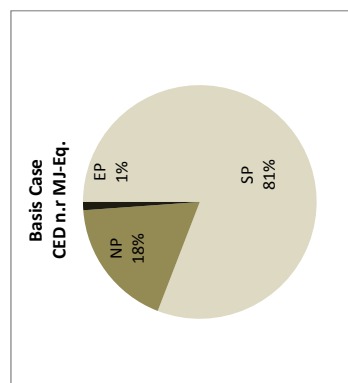
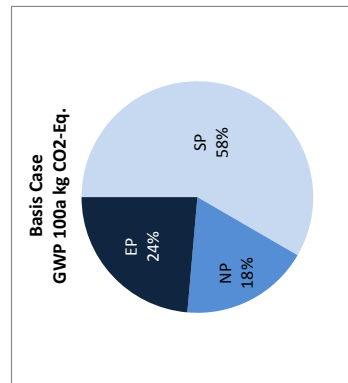
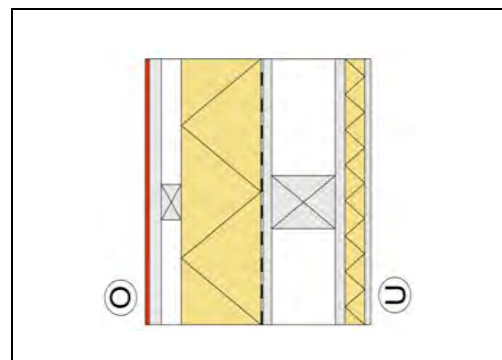
- Die Dämmung an der Innenseite ermöglicht das Beibehalten des äußeren Erscheinungsbildes und kann somit bei Dachausbauten unter Denkmalschutzvorgaben eingesetzt werden. Traufen – und Ortganglinien, sowie Verblechungen und Anschlüsse zu Nachbarbauteilen können (nahezu) unverändert bleiben – das Eindringen von Wasser durch schadhafte oder mangelhafte Ausführungen muss unterbunden werden.
- Die Dämmung an der Innenseite erfordert Eingriffe im Innenbereich des Dachgeschosses und kann bei bewohnten Räumen nur bedingt ausgeführt werden (Lösungen müssen mit Nutzer/-innen abgestimmt werden).
- Der Einbau der Dampfbremse ist leichter lückenlos unter den bestehenden Sparren an der Innenseite durchzuführen. Allerdings ist in dieser Ausführung der Einbau einer Unterspannbahn an der Außenseite notwendig. Diese kann nun nicht von der Innenseite lückenlos durchgeführt werden, sondern ist durch die Sparren unterbrochen. Es wird empfohlen, die Detaillösung mit einem Bauphysiker abzustimmen.

Bauteil-Nr.
<b>DS02_AD1</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1969</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit		Worst Case			Basis Case			Best Case			
		Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	
1	Dachziegel	0,010	0,700	0,014	17	43	60	74	l.	33	41	55	50%	0%	0%	30%	70%	0%	10%	0%	90%	0%	0%
2	Lattung (30x50mm)	0,030	0,150	0,200	18	53	68	79	n.l.	33	41	55	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%	60%
3	Konterlattung (80x50mm)	0,050	0,130	0,385	25	53	68	79	n.l.	33	41	55	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%	60%
4	EPS-W 30 Plus - Decke	0,200	0,030	6,667	6	33	41	55	n.l.	33	41	55	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	40%	60%	80%
5	Dampfsperre - Dach (PE)	0,000	0,230	0,001	0,3	30	35	40	n.l.	33	41	55	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%	60%
6	Sparschalung	0,024	0,130	0,185	500	12	68	79	n.l.	33	41	55	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%	60%
7	Stehende Luftschicht	0,160	0,681	0,235	1	0	0	0		0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	Bestand-Sparschalung Da	0,024	0,130	0,185	Bestand	53	68	79	n.l.	55	58	80	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%	60%
9	Bestand-WWPT Holzwo	0,050	0,091	0,549	Bestand	45	55	80	n.l.	55	58	80	70%	30%	0%	50%	50%	0%	30%	0%	70%	0%	0%
10	Bestand-kalkzementputz	0,015	0,700	0,021	Bestand	55	58	80	l.	55	58	80	50%	50%	0%	40%	60%	30%	30%	0%	70%	0%	0%
		Rohdichte		Mi - SP	78,5	MI - Gesamt																	
		Wärmeübergangswiderstand Außen		0,10		[kg/m <sup>2</sup> ]																	
		Wärmeübergangswiderstand Innen		0,10		[kg/m <sup>2</sup> ]																	
		Ziel U-Wert		0,12		[kg/m <sup>2</sup> ]																	
		U-Wert Bestand		1,29		[kg/m <sup>2</sup> ]																	

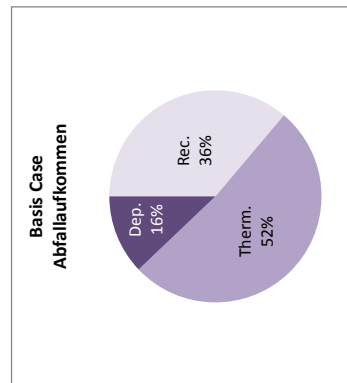
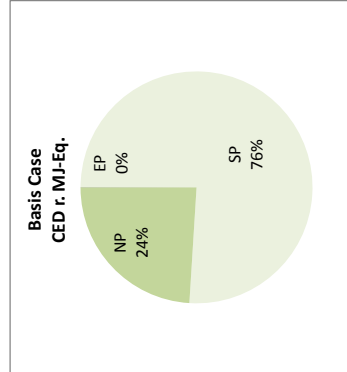
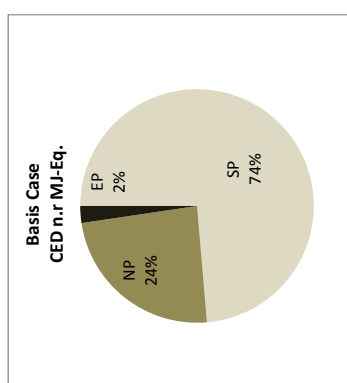
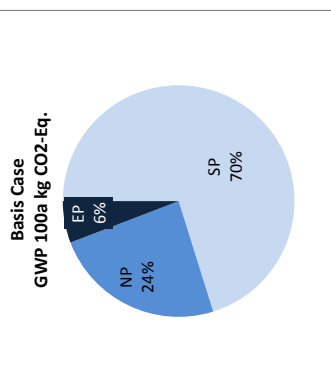
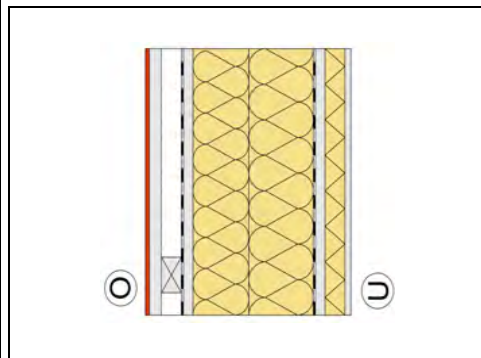


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe	Abfallaufkom.	Dep.	Rec.	Therm.	Summe												
					SP	NP	EP	SP	NP	EP							[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		
		58%	44%	77%	81%	65%	99%	81%	18%	0%	1077,1	1343,6	880,7	1249,3	1552,2	1024,3	1249,3	1552,2	1024,3	BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC	95,5	118,6	78,3

Bauteil-Nr.
<b>DS02_AD2</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1969</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case						
		Min	Mittel	Max		Min	Mittel	Max	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.				
[a]	[a]	[a]	[M-%]	[a]	[a]	[a]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]					
1	Dachziegel	0,010	0,010	0,010	l.	33	38	50	t.	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
2	Lattung (30x50mm)	0,030	0,030	0,030	n.l.	33	38	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
3	Konterlattung (80x50mm)	0,050	0,050	0,050	n.l.	33	38	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
4	Diffusionsoffene Untersp	0,000	0,000	0,000	n.l.	33	38	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
5	Rauhschalung	0,024	0,024	0,024	n.l.	33	38	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
6	Mineralwolle MW-W Ste	0,140	0,140	0,140	n.l./TW	33	38	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
7	Mineralwolle MW-W Ste	0,160	0,160	0,160	n.l./TW	33	38	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
8	Dampfsperre - Dach (PE	0,000	0,000	0,000	n.l.	33	38	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
9	Bestand-Sporschalung Da	0,024	0,024	0,024	n.l.	55	58	80	t.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
10	Bestand-WWPT Holzwooll	0,050	0,050	0,050	n.l.	55	58	80	t.	70%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
11	Bestand-kalkzementputz	0,015	0,015	0,015	n.l.	55	58	80	t.	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub>		[m <sup>2</sup> K/W]		MI - SP		[kg/m <sup>2</sup> ]		MI - Gesamt		[kg/m <sup>2</sup> ]									
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13		0,13		MI - NP		[kg/m <sup>2</sup> ]		79,9											
Ziel U-Wert		[W/m <sup>2</sup> K]		0,14		U-Wert Bestand		[W/m <sup>2</sup> K]		1,14											



GWP	100a	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe [MJ-Eq.]	Summe [kg]
		SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			
BaC	70%	74%	24%	2%	76%	24%	0%	955,2	79,9	
WoC	60%	63%	34%	3%	66%	34%	0%	1100,0	92,0	
BeC	93%	97%	0%	3%	100%	0%	3%	725,9	60,7	

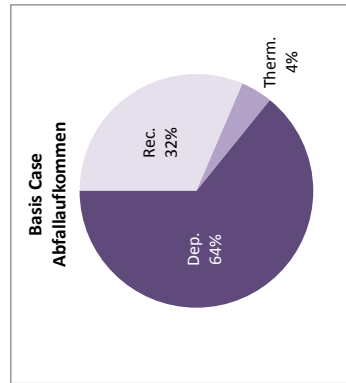
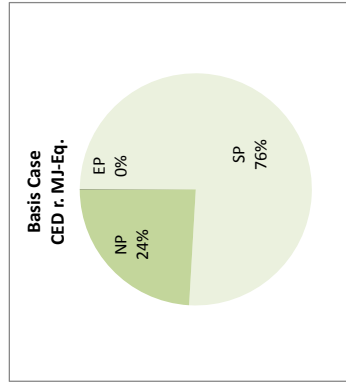
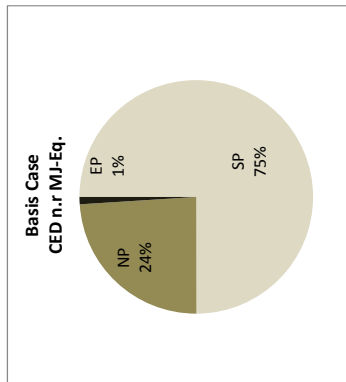
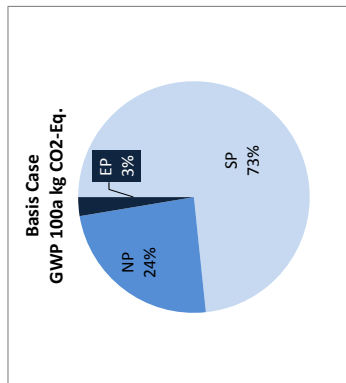
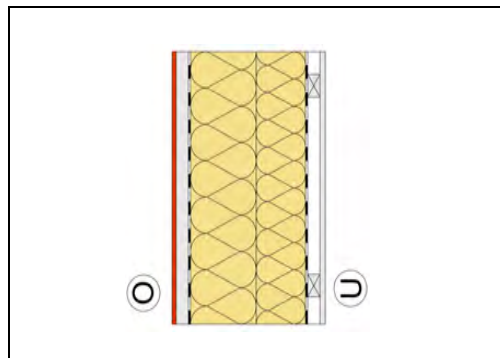


Bauteil-Nr.
<b>DS02_ID1</b>
Altersklasse
<b>1919 - 1969</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			Lösbarekeit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit		Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		
1	Bestand-Dachziegel	0,010	0,700	0,014	Bestand	43	60	74	l.	43	60	74	t.	50%	70%	0%	10%	90%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
2	Bestand-Lattung (30x50)	0,030	0,150	0,200	Bestand	53	68	79	n.l.	43	60	74	t.	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
3	Diffusionsdichtende Unterlage	0,000	0,420	0,001	358	31	40	60	n.l.	33	38	50	t.	0%	10%	0%	0%	20%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
4	Mineralwolle MW-W Ste	0,160	0,035	4,571	115	18,4	33	38	n.l./TW	33	38	50	t.	100%	50%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
5	MW-WL Mineralwolle G	0,120	0,040	3,000	20	2,4	32	50	n.l.	33	38	50	t.	100%	50%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
6	Dampf- und Luftbremse	0,000	0,250	0,001	1100	0,2	30	35	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
7	Installationsebene zw. La	0,030	0,176	0,170	500	1,5	32	50	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	
8	Gipskartonplatte (Trocke	0,013	0,210	0,060	900	1,3	32	50	l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
9	Spachtelung (Gipskarton				1600	0,3	32	50	n.l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
Wärmeübergangswiderstand Außen					MI - SP	34,1			MI - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen						0,10			[kg/m²]																
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,15																			
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,29			44,9																



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]		
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			BaC	WoC
100a					73%	24%	3%	41,8	75%	24%	1%	797,4	BaC	76%	24%	0%	90,8	44,9
BaC					73%	24%	3%	41,8	75%	24%	1%	797,4	BaC	76%	24%	0%	90,8	44,9
WoC					63%	34%	3%	48,3	65%	34%	1%	919,4	WoC	66%	34%	0%	104,5	51,7
BeC					97%	0%	3%	31,7	99%	0%	1%	605,3	BeC	100%	0%	0%	69,0	34,1

**Thermische Sanierungen für Dachschrägen zwischen 1978 und 1985**

DS 03			
Dachschräge eines ausgebauten Dachgeschosses mit Zwischensparrendämmung	Dachziegel	1,0	cm
	Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm
	Holzsparren (Zwischensparren-Dämmung 12 cm Mineralwolle)	16,0	cm
	Sparschalung	2,4	cm
	PAE-Folie	0,02	cm
	Gipskartonplatte	1,25	cm
U-Wert Bestand	0,34	W/m²K	



**Thermische Sanierungsvarianten**

DS 03_AD1				DS 03_AD2				DS 03_ID1			
Dachziegel	1,0	cm		Dachziegel	1,0	cm		Dachziegel	1,0	cm	
Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm		Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm		Dachlattung 30x50 mm	3,0	cm	
Konterlattung 50x80 mm	5,0	cm		Konterlattung 50x80 mm	5,0	cm		Diffusionsoffene Unterspannbahn	0,03	cm	
Aufsparrendämmung EPS W30 Plus	20,0	cm		Diffusionsoffene Unterspannbahn	0,03	cm		Mineralwolle zwischen best. Holzsparren	16,0	cm	
OSB-Platte	1,5	cm		Rauhshalung	2,4	cm		Mineralwolle zwischen C- Profilen	12,0	cm	
Holzsparren (12 cm Zwischensparren-dämmung Bestand)	16,0	cm		Mineralwolle zwischen neuem Holzsparren	14,0	cm		Luft- und Dampfbremse	0,02	cm	
Sparschalung	2,4	cm		Mineralwolle zwischen best. Holzsparren	16,0	cm		Installationsebene	3,0	cm	
PAE-Folie	0,02	cm		Luft- und Dampfbremse	0,02	cm		Gipskartonplatten	1,25	cm	
Gipskartonplatte	1,25	cm		Sparschalung	2,4	cm					
				PAE-Folie	0,02	cm					
				Gipskartonplatte	1,25	cm					
U-Wert nach Sanierung	0,11	W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,14	W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,15	W/m²K	

**Generell:**

- Eine hochwertige Sanierung dieser Aufbauten ist sowohl von innen oder außen möglich.
- Tragfähigkeit der Dachkonstruktion und Lastableitung ist allenfalls zu prüfen!
- Die bereits vorhandene Dämmung zwischen den Sparren kann bei einwandfreiem Zustand im Aufbau verbleiben. Die zumeist bestehende Überlüftung der bestehenden Zwischensparrendämmung ist zu unterbinden. Dies ist durch das Schließen des oberen und unteren Anschlusses oder durch eine vollständige Auffüllung des Luftraumes mit Dämmmaterial zu gewährleisten.

**Möglichkeiten und Grenzen DS 03 - AD1**

- Der Aufbau von außen erhöht die Traufen- und Ortganlinen des Steildaches. Damit ändern sich sämtliche Ansichtshöhen, Anschlüssen an Gesimse, Verblechungen oder Nachbarbauteile. Bei denkmalgeschützten Gebäuden können sich daher Einschränkungen für diese Art der Sanierung ergeben.
- Die Verwendung einer Aufsparrendämmung erleichtert bei ausreichender Tragfähigkeit der bestehenden Dachkonstruktion einen bauphysikalisch einwandfreien Aufbau (Trennung zwischen den Trag- und Dämmfunktionen innerhalb des Aufbaues).
- Der Aufbau von der Außenseite reduziert Eingriffe im Inneren eines (möglicherweise genutzten) ausgebauten Dachraumes und bringt keine Beeinträchtigungen an der Innenseite durch zusätzliche Innendämmung (nutzbare Raumhöhe bleibt unverändert).



- Eine luft- und dampfdichte Ebene muss allenfalls hergestellt werden. Dies kann durch das vollflächiges Aufbringen einer Folie auf einer vorhandenen (oder herzustellenden) planen Fläche oberhalb der bestehenden Sparren (Rauhschalung oder Plattenwerkstoff) geschehen. Eine weitere, sehr empfehlenswerte Variante ist das Aufbringen eines Plattenwerkstoffes (wie z.B: OSB-Platten oder glw.), die gleichzeitig die luft- und dampfdichte Ebene bilden.

### Möglichkeiten und Grenzen DS 02 - AD2

- Der Aufbau ermöglicht eine Verstärkung der bestehenden Steildachkonstruktion.
- Durch die Dämmung zwischen den bestehenden Sparren ist die Aufbauhöhe nach außen gegenüber einer vollständigen Aufsparrendämmung etwas reduziert. Dennoch ändern sich, wie bei der vollständigen Aufsparrendämmung sämtliche Ansichtshöhen, Traufen- und Ortganglinien, Anschlüssen an Gesimse, Verblechungen oder Nachbarbauteile. Bei denkmalgeschützten Gebäuden können sich daher Einschränkungen für diese Art der Sanierung ergeben.
- Der Aufbau von der Außenseite reduziert Eingriffe im Inneren eines (möglicherweise genutzten) ausgebauten Dachraumes und bringt keine Beeinträchtigungen an der Innenseite durch zusätzliche Innendämmung (nutzbare Raumhöhe bleibt unverändert).
- Sollte die Luftdichtheit durch die bestehende PAE-Folie nicht gegeben sein (eine Überprüfung wird dringend empfohlen) ist eine zusätzliche Luft- und Dampfbremse vorzusehen. Diese muss jedenfalls lückenlos ausgeführt werden.

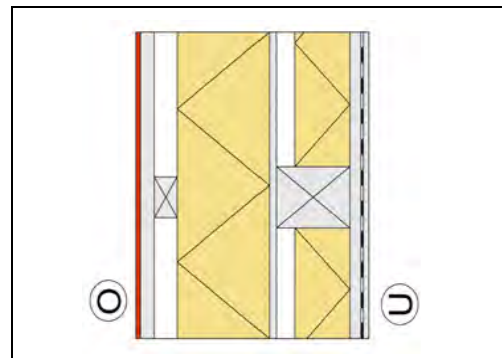
### Möglichkeiten und Grenzen DS 02 - ID1

- Die Dämmung an der Innenseite ermöglicht das Beibehalten des äußeren Erscheinungsbildes und kann somit bei Dachausbauten unter Denkmalschutzvorgaben eingesetzt werden. Traufen – und Ortganglinien, sowie Verblechungen und Anschlüsse zu Nachbarbauteilen können (nahezu) unverändert bleiben – das Eindringen von Wasser durch schadhafte oder mangelhafte Ausführungen muss unterbunden werden.
- Die Dämmung an der Innenseite erfordert Eingriffe im Innenbereich des Dachgeschosses und kann bei bewohnten Räumen nur bedingt ausgeführt werden (Lösungen müssen mit Nutzer/-innen abgestimmt werden).
- Der Einbau der Dampfbremse ist leichter lückenlos unter den bestehenden Sparren an der Innenseite durchzuführen. Allerdings ist in dieser Ausführung der Einbau einer Unterspannbahn an der Außenseite notwendig. Diese kann nun nicht von der Innenseite lückenlos durchgeführt werden, sondern ist durch die Sparren unterbrochen. Es wird empfohlen, die Detaillösung mit einem Bauphysiker abzustimmen.

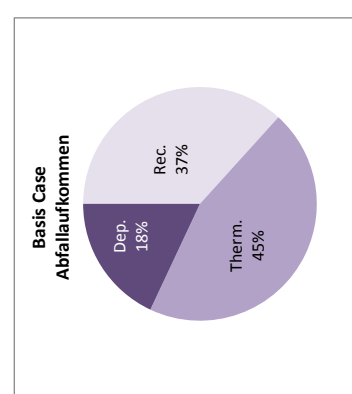
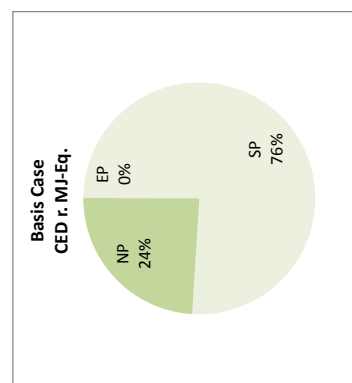
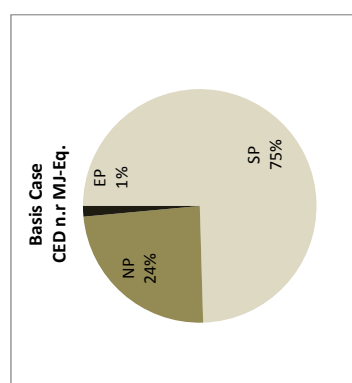
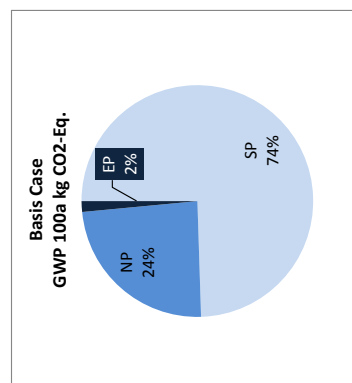
Bauteil-Nr.
<b>DS03_AD1</b>
Altersklasse
<b>1978 - 1985</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				
<b>Nutzungsdauer</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">50</span>					

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						[a]	[a]	[a]	[a]	[a]	[a]		[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]
1	Dachziegel	0,010	0,700	0,014	1700	17	43	60	74	33	38	50	t.	50%	0%	0%	0%	0%	10%	90%	0%
2	Lattung (30x50mm)	0,030	0,150	0,200	600	18	53	68	79	n.l.	33	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	40%	60%
3	Konterlattung (80x50mm)	0,050	0,130	0,385	500	25	53	68	79	n.l.	33	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	40%	60%
4	Mineralwolle MW-W Ste	0,200	0,035	5,714	115	23	33	38	50	n.l.	33	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
5	Rückwand - OSB 610 kg/a	0,015	0,130	0,115	610	9,2	30	42	55	n.l.	33	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	40%	60%
6	Stehende Luftschicht	0,040	0,681	0,059	1	0,0	0	0	0	n.l.	0	0	t.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Bestand-Mineralwolle M	0,120	0,038	3,158	Bestand	33	33	38	50	n.l.	32	50	t.	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
8	Bestand-Sparschalung Da	0,024	0,130	0,185	Bestand	53	30	35	40	n.l.	32	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	40%	60%
9	Bestand-Dampfsperre - D	0,000	0,230	0,001	Bestand	30	30	35	40	n.l.	32	50	t.	0%	100%	0%	0%	0%	0%	20%	80%
10	Bestand-Gipskartonplatt	0,013	0,210	0,060	Bestand	32	32	50	57	l.	32	50	t.	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
		Wärmeübergangswiderstand Außen		0,10	MI - SP	MI - Gesamt			92,2												
		Wärmeübergangswiderstand Innen		0,1	MI - NP	[kg/m²]															
		Ziel U-Wert [W/m²K]		0,11	MI - NP	[kg/m²]			121,3												
		U-Wert Bestand [W/m²K]		0,34																	



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



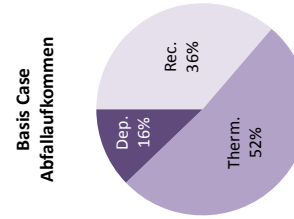
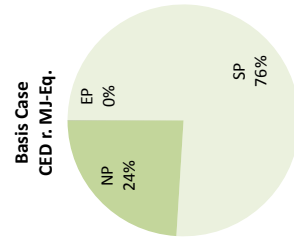
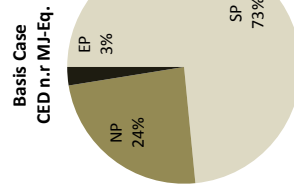
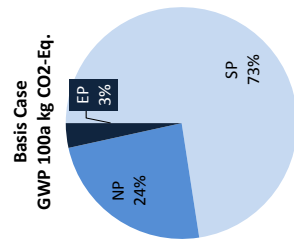
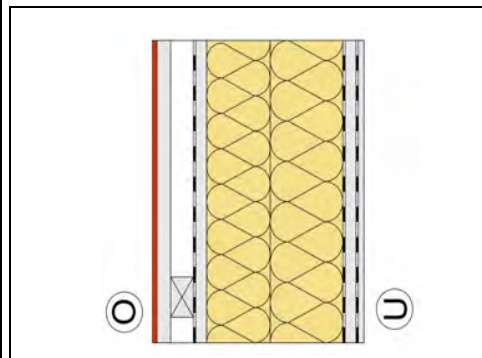
GWP 100a	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe					
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]							
BaC	74%	24%	2%	59,5	75%	24%	1%	1045,9	76%	24%	0%	1357,1	BaC	18%	37%	45%	121,3
WoC	64%	34%	2%	68,9	64%	34%	2%	1210,4	66%	34%	0%	1562,7	WoC	34%	9%	57%	139,6
BeC	98%	0%	2%	45,1	98%	0%	2%	792,0	100%	0%	0%	1031,3	BeC	2%	64%	34%	92,2

Bauteil-Nr.
<b>DS03_AD2</b>
Altersklasse
<b>1978 - 1985</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkheit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case				
		Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Dep. [M-%]		Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Dachziegel	0,010	0,700	0,014	17	43	60	74	l.	33	38	50	t.	50%	0%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%	
2	Lattung (30x50mm)	0,030	0,150	0,200	1,8	53	68	79	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	100%	0%
3	Konterlattung (80x50mm)	0,050	0,130	0,385	25,0	53	68	79	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	100%	0%
4	Diffusionsoffene Untersp	0,000	0,420	0,001	358	0,11	31	60	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	100%	0%
5	Rauhschalung	0,024	0,130	0,185	500	12	38	50	n.l./TW	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%
6	Mineralwolle MW-W Ste	0,140	0,038	3,684	15	2,1	33	38	n.l./TW	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	
7	Mineralwolle MW-W Ste	0,160	0,038	4,211	15	2,4	33	38	n.l./TW	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	
8	Bestand-Dampfsperre - D	0,000	0,230	0,001	Bestand	30	35	40	n.l.	32	50	57	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	100%	0%
9	Bestand-Sparschalung Da	0,024	0,130	0,185	Bestand	53	68	79	n.l.	32	50	57	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	100%	0%
10	Bestand-Dampfsperre - D	0,000	0,230	0,001	Bestand	30	35	40	n.l.	32	50	57	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	100%	0%
11	Bestand-Gipskartonplatt	0,013	0,210	0,060	Bestand	32	50	57	n.l.	32	50	57	t.	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen			$R_T$		MI - SP		60,4		MI - Gesamt														
Wärmeübergangswiderstand Innen																							
Ziel U-Wert [W/m²K]																							
U-Wert Bestand [W/m²K]																							



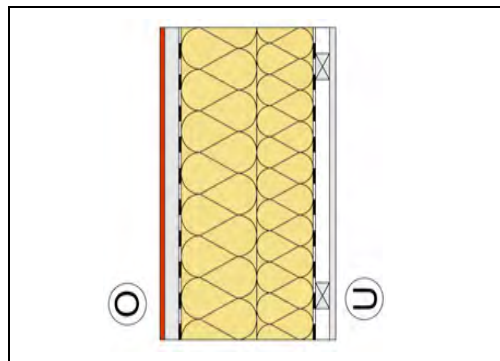
GWP 100a	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom.	Best Case								
	SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]			Therm. [MJ-Eq.]	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]					
100a	73%	24%	3%	73%	24%	3%	366,0	BaC	76%	24%	0%	954,1	BaC	12%	36%	52%	79,5
BaC	62%	34%	4%	63%	34%	3%	426,2	WoC	66%	34%	0%	1098,8	WoC	22%	14%	64%	91,5
BeC	96%	0%	4%	97%	0%	3%	276,7	BeC	100%	0%	0%	725,1	BeC	3%	59%	39%	60,4

Bauteil-Nr.
<b>DS03_ID1</b>
Altersklasse
<b>1978 - 1985</b>

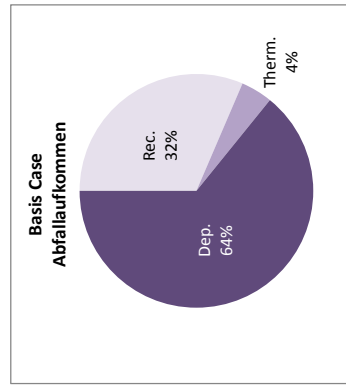
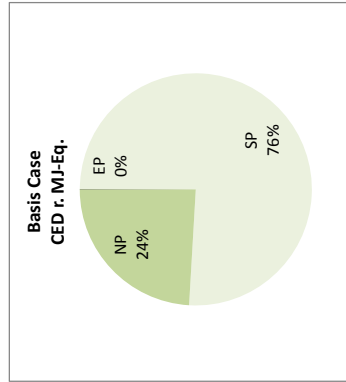
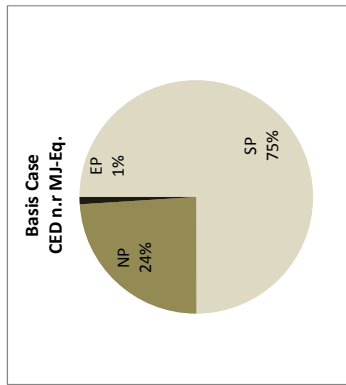
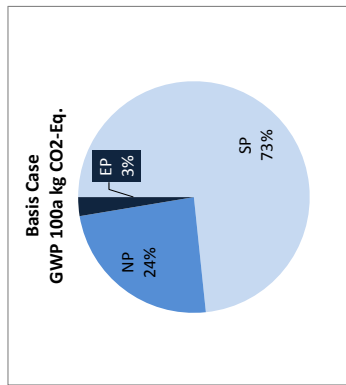
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			Lösbarkheit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
						[a]	[a]	[a]		[a]	[a]	[a]		[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]	[M-%]		
1	Bestand-Dachziegel	0,010	0,700	0,014	Bestand	43	60	74	l.	43	60	74	t.	50%	0%	0%	30%	70%	0%	10%	90%	0%			
2	Bestand-Lattung (30x50)	0,030	0,150	0,200	Bestand	53	68	79	n.l.	43	60	74	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%		
3	Diffusionsoffene Untersp.	0,000	0,420	0,001	358	31	40	60	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	20%	80%		
4	Mineralwolle MW-W Ste	0,160	0,035	4,571	115	18,4	33	38	n.l./TW	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	0%		
5	MW-WL Mineralwolle G	0,120	0,040	3,000	20	2,4	32	50	n.l.	33	38	50	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	0%		
6	Dampf- und Luftbremse	0,000	0,250	0,001	1100	0,2	30	35	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	20%	80%		
7	Installationsebene zw. La	0,030	0,176	0,170	500	1,5	32	50	n.l.	33	38	50	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	0%	40%	60%		
8	Gipskartonplatte (Trocke	0,013	0,210	0,060	900	1,3	32	50	l.	32	38	50	t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%		
9	Spachtelung (Gipskarton				1600	0,3	32	50	n.l.	32	38	50	t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt																			
Wärmeübergangswiderstand Innen						[kg/m²]																			
Ziel U-Wert [W/m²K]						10,8																			
U-Wert Bestand [W/m²K]						1,29																			



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



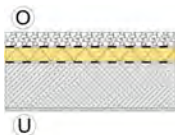
GWP	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom.	Rec. [%]	Therm. [%]	Summe [kg]			
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]					BaC	WoC	BeC
100a	73%	24%	3%	41,8	75%	24%	1%	797,4	76%	24%	0%	90,8	64%	31%	4%	44,9	
BaC	63%	34%	3%	48,5	65%	34%	1%	923,0	66%	34%	0%	104,7	95%	0%	5%	52,3	
WoC	97%	0%	3%	31,7	99%	0%	1%	605,3	100%	0%	0%	69,0	34%	63%	3%	34,1	
BeC																	

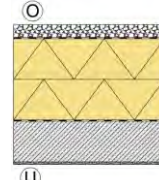
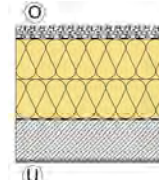
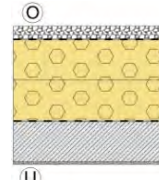


## Aufbauten – Flachdach (FD)

**Thermische Sanierungen für nicht belüftete Flachdachaufbauten zwischen 1960 - 1973**

FD 01			
Stahlbetondecke mit Dämmung und Kiesschüttung	Kiesschüttung	5,0	cm
	Abdichtung	1,0	cm
	Dämmplatten	5,0	cm
	Dampfsperre	0,02	cm
	Gefälleestrich i.M.	5,0	cm
	Stahlbetondecke	16,0	cm
	Deckenputz	1,0	cm
U-Wert Bestand	0,62	W/m <sup>2</sup> K	



Thermische Sanierungsvarianten									
FD 01_AD1			FD 01_AD2			FD 01_AD3			
									
Kiesschüttung	5,0	cm	Kiesschüttung	5,0	cm				
Trennfolie	0,015	cm	Trennfolie	0,015	cm				
Mehrschichtige Kunststoffabdichtung	0,18	cm	Mehrschichtige Kunststoffabdichtung	0,18	cm	Bitumenabdichtungsbahn 2-lagig je ca. 0,5 cm (UV-beständig)	1,0	cm	
Dämmplatten EPS-W30 kg/m <sup>3</sup> 16cm (gegeben falls Gefälledämmplatten)	16,0	cm	Dämmplatten MW-WD Steinwolle 150 kg/m <sup>3</sup> 16cm (gegeben falls Gefälledämmplatten)	16,0	cm	Dämmplatten CG-D Schaumglas 120 kg/m <sup>3</sup> 18cm (gegeben falls Gefälledämmplatten)	18,0	cm	
EPS-W30 kg/m <sup>3</sup>	16,0	cm	MW-WD Steinwolle 132 kg/m <sup>3</sup>	16,0	cm	CG-D Schaumglas 120 kg/m <sup>3</sup>	18,0	cm	
Dampfsperre	0,02	cm	Dampfsperre	0,02	cm	Bitumenanstrich	0,02	cm	
Gefälleestrich i.M.	5,0	cm	Gefälleestrich i.M.	5,0	cm	Gefälleestrich i. M.	5,0	cm	
Stahlbetondecke	16,0	cm	Stahlbetondecke	16,0	cm	Stahlbetondecke	16,0	cm	
Deckenputz	1,0	cm	Deckenputz	1,0	cm	Deckenputz	1,0	cm	
U-Wert nach Sanierung	0,09 W/m <sup>2</sup> K		U-Wert nach Sanierung	0,11 W/m <sup>2</sup> K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m <sup>2</sup> K		

**Generell:**

- Der bestehende Aufbau ist auf eventuelle Undichtheiten zu kontrollieren. Durchfeuchtete Dämmlagen sind unbedingt zu entfernen. Zumeist empfiehlt sich ein vollständiges Abräumen.
- Ein bestehendes Gefälle ist zu überprüfen und auf die Übereinstimmung mit derzeit gültigen Anforderungen abzustimmen (Mindestgefälle von mind. 2%). Allenfalls ist durch einen Gefälleestrich und/oder Gefälledämmplatten dieses sicherzustellen.
- Eventuelle Brandschutzanforderungen an das neue Dämmmaterial müssen berücksichtigt werden.
- Die Attikahöhe wird durch einen neuen, höheren Flachdachaufbau verändert. Eine Erhöhung der Attika sollte geprüft werden – dabei sind auch geänderte Gesamthöhen des Gebäudes zu berücksichtigen.
- Bestehende Ein-, Aufbauten und Durchführungen müssen ebenfalls ausreichend in die neue Dämmung eingebunden werden.
- Die bestehende Deckenkonstruktion ist auf ihre Tragfähigkeit zu überprüfen. Bei geringen oder keinen Reserven in der Tragfähigkeit sollten Abdichtungsvarianten ohne zusätzliche Auflast (Kiesschüttung) gewählt werden
- Die mechanische Befestigung der Abdichtungsbahnen soll vorzugsweise nur bei Leichtdächern angewendet werden.

**Möglichkeiten und Grenzen FD 01\_AD1**

- Der Einbau einer Dampfsperre ist für einen schadensfreien Aufbau unerlässlich.
- Grundsätzlich sind auch EPS-W20 oder EPS-W25 Platten für den Einbau geeignet, allerdings ist die Belastbarkeit eine geringere (keine Gründachaufbauten oder höhere Auflasten möglich). Bei Verwendung von EPS-W30 Dämmplatten können auch nachträglich ohne Eingriffe in den Aufbau Auflasten aufgebracht werden.





### **Möglichkeiten und Grenzen FD 01\_ AD2**

- Der Einbau einer Dampfsperre ist für einen schadensfreien Aufbau unerlässlich.
- Geeignet für Aufbauten mit Brandschutzanforderungen.

### **Möglichkeiten und Grenzen FD 01\_ AD3**

- Die Verwendung von Schaumglasdämmung ergibt eine höhere Belastbarkeit durch Auflasten im Allgemeinen. Es empfiehlt sich jedoch für die exakte Belastbarkeit die Angaben des Herstellers zu berücksichtigen und gegebenenfalls einen Statiker beizuziehen.
- Der Einsatz von Schaumglasdämmstoffen ermöglicht einen Aufbau ohne zusätzliche Dampfsperre.
- Geeignet für Aufbauten mit Brandschutzanforderungen.
- Die Verwendung von UV-beständigen Abdichtungsmaterialien ermöglicht einen Aufbau ohne Kiesschüttung und ist somit für Deckenkonstruktionen geeignet, die nur mehr wenig Toleranzen für zusätzliche Auflasten aufweisen.

Bauteil-Nr.
<b>FD01_AD1</b>
Altersklasse
<b>1960 - 1973</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

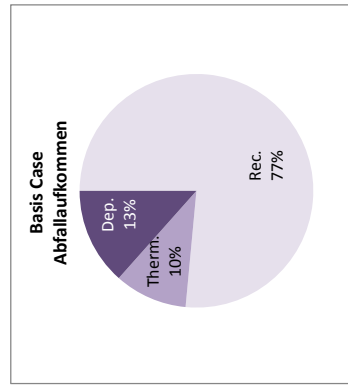
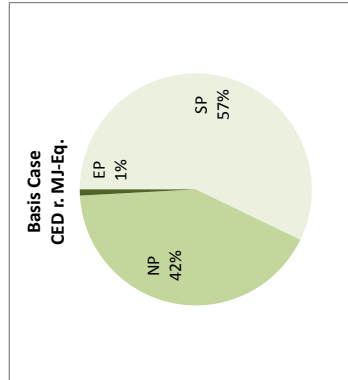
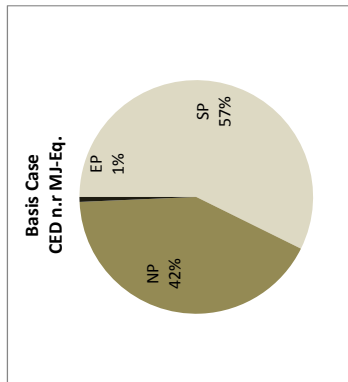
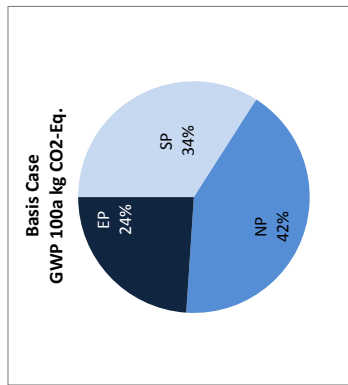
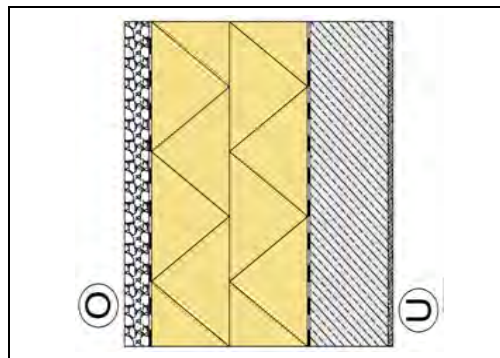
SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.i. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]			
1	Kiesschüttung - Flachdach	30	40	40	n.i.	25	29	44	t.	25%	75%	0%	15%	85%	0%	5%	95%	0%			
2	Trennfolie	31	40	60	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%			
3	mehrschicht. Kunststoff	25	29	44	n.i.	25	29	44	t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%			
4	EPS-W 30 Plus - Decke	33	41	55	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%			
5	EPS-W 30 Plus - Decke	33	41	55	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%			
6	bit. Dampfsperre mit ALL	30	35	40	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%			
7	Gefällebeton - Flachdach	78	96	123	n.i.	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%			
8	Stahlbetondecke R= 2300	82	96	138	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%			
9	Bestand - Kalkzementputz	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%			
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - SP		102,5	MI - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,13	[kg/m²]																
Ziel U-Wert				0,09	[kg/m²]																
U-Wert Bestand				0,63	[kg/m²]																



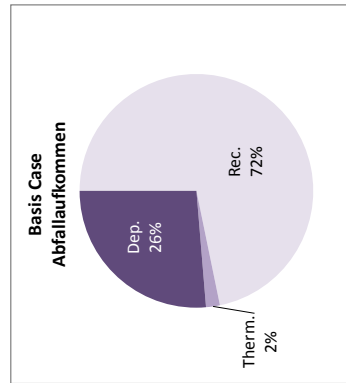
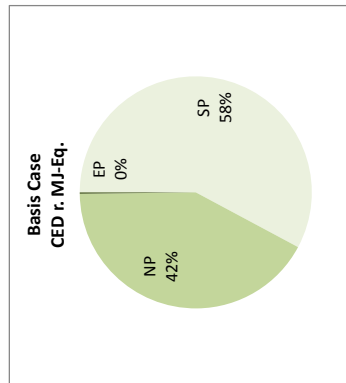
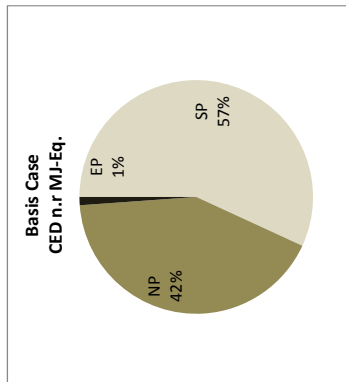
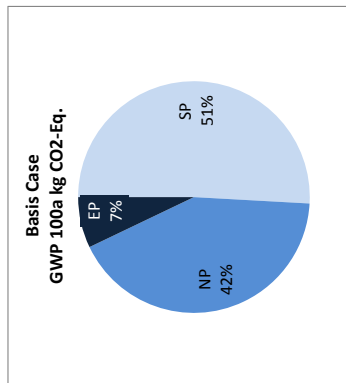
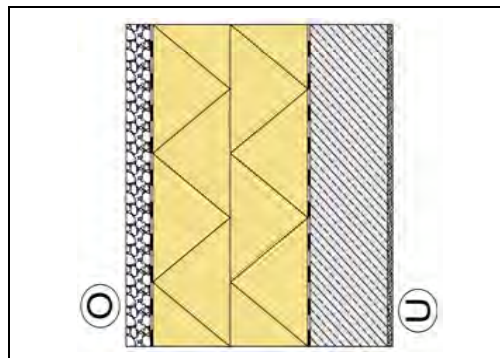
GWP 100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom. BaC	WoC	BeC	Summe [kg]
								SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
				34%	42%	24%	132,0	57%	42%	1%	2054,8	57%	42%	1%	22,5	176,8	
				27%	50%	23%	164,0	49%	50%	1%	2386,2	49%	50%	1%	26,1	205,1	
				56%	12%	32%	80,8	87%	12%	1%	1352,9	87%	12%	1%	14,8	116,5	

Bauteil-Nr.
<b>FD01_AD2</b>
Altersklasse
<b>1960 - 1973</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			Lösbarekeit			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Kleischüttung - Flachdach	0,050	0,700	0,071	1800	90	30	40	n.l.	25	29	44	t.	25%	75%	0%	15%	85%	0%	5%	95%	0%		
2	Trennfolie	0,000	0,220	0,001	53	0,01	31	40	n.l.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	0%	20%	80%	
3	mehrschicht. Kunststoff	0,002	0,230	0,008	1500	2,7	25	29	n.l.	25	29	44	t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	0%	100%	
4	MW-WD Steinwolle 150	0,160	0,037	4,324	150	24	33	38	n.l.	25	29	44	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	
5	MW-WD Steinwolle 1324	0,160	0,037	4,324	132	21,1	33	38	n.l.	25	29	44	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%	0%	
6	bit. Dampfsperre mit ALU	0,000	0,170	0,001	1200	0,24	30	35	n.l.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	0%	90%	0%	0%	100%	0%	
7	Gefällebeton - Flachdach	0,050	2,300	0,070	Bestand	Bestand	78	96	n.l.	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	
8	Stahlbetondecke R= 2300	0,160	2,300	0,070	Bestand	Bestand	82	96	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%	0%	
9	Bestand - Kalkzementputz	0,010	1,400	0,007	Bestand	Bestand	55	58	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	30%	70%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen				0,04	MI - SP	138,1	MI - Gesamt																	
Wärmeübergangswiderstand Innen				0,13																				
Ziel U-Wert [W/m²K]				0,11	MI - NP	100,0																		
U-Wert Bestand [W/m²K]				0,63																				



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq]	CED n.r			CED r			Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]
									SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]		
100a					77%	12%	11%	72,9	86%	12%	2%	2217,8	1254,8	79,7	156,9	
BaC					51%	42%	7%	109,7	57%	42%	1%	1907,8	238,0	238,0	238,0	
WoC					44%	50%	6%	126,2	49%	50%	1%	2217,8	140,4	276,1	276,1	
BeC					77%	12%	11%	72,9	86%	12%	2%	2217,8	140,4	276,1	276,1	

Bauteil-Nr.
<b>FD01_AD3</b>
Altersklasse
<b>1960 - 1973</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

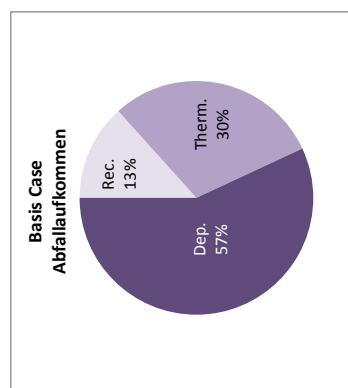
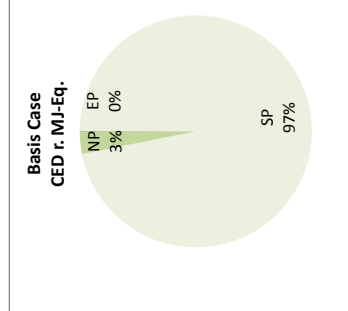
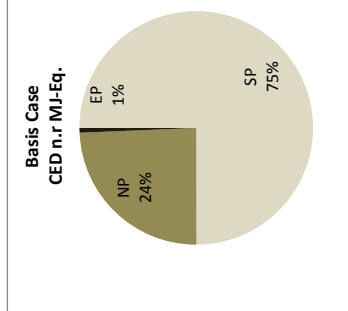
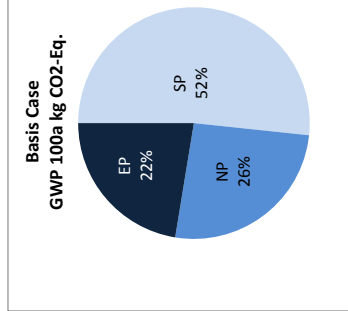
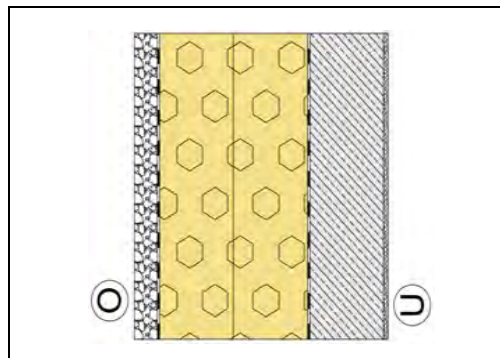
SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

n.l. nicht lösbar  
l. lösbar

n.t. nicht trennbar  
t. trennbar

Nutzungsdauer **50**

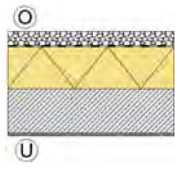
Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min	Mittel	Max	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]				
1	Bitumen-Dachdichtungst	22	28	41	n.l.	22	28	41	22	28	41	n.t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%		
2	Bitumen-Dachdichtungst	22	28	41	n.l.	22	28	41	22	28	41	t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%		
3	CG-D Schaumglas - Flach	39	52	72	n.l.	44	56	82	44	56	82	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	40%	0%	0%		
4	CG-D Schaumglas - Flach	39	52	72	n.l.	44	56	82	44	56	82	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	40%	0%	0%		
5	Bitumenanstrich	39	52	72	n.l.	44	56	82	44	56	82	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%		
6	Gefällebeton - Flachdach	78	96	123	n.l.	82	96	138	82	96	138	n.t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	90%	0%	0%		
7	Stahlbetondecke R= 230	82	96	138	TW	82	96	138	82	96	138	n.t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	90%	0%	0%		
8	Bestand - Kalkzementput	55	58	80	l.	55	58	80	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	70%	0%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - SP		55,4	MI - Gesamt																		
Wärmeübergangswiderstand Innen		MI - NP		9,4	MI - NP																		
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,10		0,10																			
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,63		0,63																			

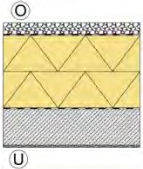
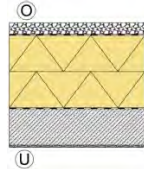
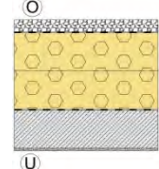


GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. BaC	Abfallaufkom. WoC	Abfallaufkom. BeC	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]					
BaC	52%	26%	22%	125,4	75%	24%	1%	1953,0	BaC	97%	3%	0%	315,7	64,8	
WoC	44%	38%	17%	146,0	62%	38%	1%	2369,0	WoC	85%	15%	0%	361,8	76,6	
BeC	61%	9%	29%	105,5	91%	8%	1%	1609,0	BeC	99%	1%	0%	308,6	58,0	

**Thermische Sanierungen für nicht belüftete Flachdachaufbauten zwischen 1973 - 1985**

FD 02			
Stahlbetondecke mit größerer Dämmdicke und Kiesschüttung	Kiesschüttung	5,0	cm
	Abdichtung	1,0	cm
	Dämmplatten	15,0	cm
	Dampfsperre	0,02	cm
	Gefälleestrich i.M.	5,0	cm
	Stahlbetondecke	16,0	cm
	Deckenputz	1,0	cm
U-Wert Bestand	0,24	W/m²K	



Thermische Sanierungsvarianten									
FD 02_AD1			FD 02_AD2			FD 02_AD3			
									
Kiesschüttung	5,0	cm	Kiesschüttung	5,0	cm				
Trennfolie	0,015	cm	Trennfolie	0,015	cm				
Mehrschichtige Kunststoffabdichtung	0,18	cm	Mehrschichtige Kunststoffabdichtung	0,18	cm	Bitumenabdichtungsbahn 2-lagig je ca. 0,5 cm (UV-beständig)	1,0	cm	
Dämmplatten EPS-W30 kg/m³ 16cm (gegeben falls Gefälledämmplatten)	16,0	cm	Dämmplatten MW-WD Steinwolle 150 kg/m³ 16cm (gegeben falls Gefälledämmplatten)	16,0	cm	Dämmplatten CG-D Schaumglas 120 kg/m³ 18cm (gegeben falls Gefälledämmplatten)	18,0	cm	
EPS-W30 kg/m³	16,0	cm	MW-WD Steinwolle 132 kg/m³	16,0	cm	CG-D Schaumglas 120 kg/m³	18,0	cm	
Dampfsperre	0,02	cm	Dampfsperre	0,02	cm	Bitumenanstrich	0,02	cm	
Gefälleestrich i.M.	5,0	cm	Gefälleestrich i.M.	5,0	cm	Gefälleestrich i. M.	5,0	cm	
Stahlbetondecke	16,0	cm	Stahlbetondecke	16,0	cm	Stahlbetondecke	16,0	cm	
Deckenputz	1,0	cm	Deckenputz	1,0	cm	Deckenputz	1,0	cm	
U-Wert nach Sanierung	0,09 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,11 W/m²K		U-Wert nach Sanierung	0,10 W/m²K		

**Generell:**

- Der bestehende Aufbau ist auf eventuelle Undichtheiten zu kontrollieren. Durchfeuchtete Dämmlagen sind unbedingt zu entfernen.
- Aufbauten jüngerer Datums (ca. 1973 - 1985) können durchaus noch intakt sein und ein Dublieren des bestehenden Aufbaues grundsätzlich ermöglichen. Allerdings sollte auch die bestehende Dampfbremse (auf ihre Eignung und Funktionsfähigkeit) überprüft werden.
- Ein bestehendes Gefälle ist zu überprüfen und auf die Übereinstimmung mit derzeit gültigen Anforderungen abzustimmen (Mindestgefälle von mind. 2%). Allenfalls ist durch einen Gefälleestrich und/oder Gefälledämmplatten dieses sicherzustellen.
- Eventuelle Brandschutzanforderungen an das neue Dämmmaterial müssen berücksichtigt werden.
- Die Attikahöhe wird durch einen neuen, höheren Flachdachaufbau verändert. Eine Erhöhung der Attika sollte geprüft werden – dabei sind auch geänderte Gesamthöhen des Gebäudes zu berücksichtigen.
- Bestehende Ein-, Aufbauten und Durchführungen müssen ebenfalls ausreichend in die neue Dämmung eingebunden werden.
- Die bestehende Deckenkonstruktion ist auf ihre Tragfähigkeit zu überprüfen. Bei geringen oder keinen Reserven in der Tragfähigkeit sollten Abdichtungsvarianten ohne zusätzliche Auflast (Kiesschüttung) gewählt werden
- Die mechanische Befestigung der Abdichtungsbahnen soll vorzugsweise nur bei Leichtdächern angewendet werden.

**Möglichkeiten und Grenzen FD 02\_AD1**

- Der Einbau einer Dampfsperre ist für einen schadensfreien Aufbau unerlässlich.
- Grundsätzlich sind auch EPS-W20 oder EPS-W25 Platten für den Einbau geeignet, allerdings ist die Belastbarkeit eine geringere (keine Gründachaufbauten oder höhere Auflasten möglich). Bei Verwendung von EPS-W30 Dämmplatten können



auch nachträglich ohne Eingriffe in den Aufbau Auflasten aufgebracht werden.

### **Möglichkeiten und Grenzen FD 02\_ AD2**

- Der Einbau einer Dampfsperre ist für einen schadensfreien Aufbau unerlässlich.
- Geeignet für Aufbauten mit Brandschutzanforderungen.

### **Möglichkeiten und Grenzen FD 02\_ AD3**

- Die Verwendung von Schaumglasdämmung ergibt eine höhere Belastbarkeit durch Auflasten im Allgemeinen. Es empfiehlt sich jedoch für die exakte Belastbarkeit die Angaben des Herstellers zu berücksichtigen und gegebenenfalls einen Statiker beizuziehen.
- Der Einsatz von Schaumglasdämmstoffen ermöglicht einen Aufbau ohne zusätzliche Dampfsperre.
- Geeignet für Aufbauten mit Brandschutzanforderungen.
- Die Verwendung von UV-beständigen Abdichtungsmaterialien ermöglicht einen Aufbau ohne Kiesschüttung und ist somit für Deckenkonstruktionen geeignet, die nur mehr wenig Toleranzen für zusätzliche Auflasten aufweisen

Bauteil-Nr.
<b>FD02_AD1</b>
Altersklasse
<b>1973 - 1985</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

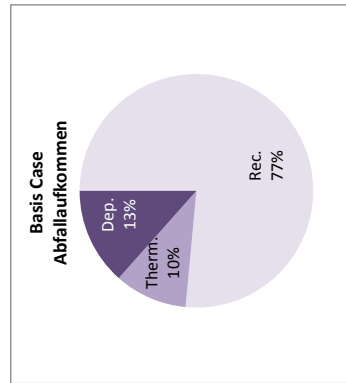
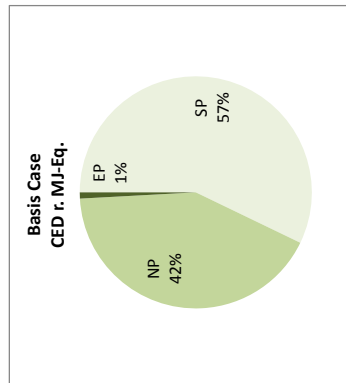
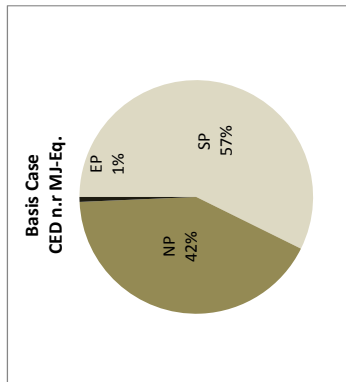
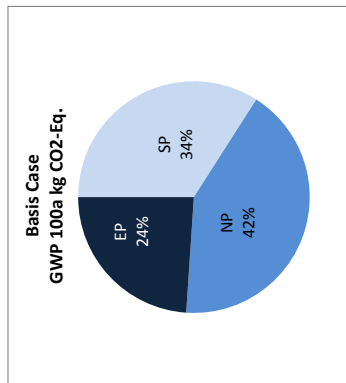
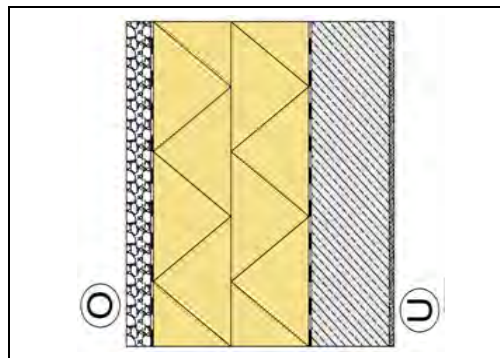
GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			Lösbarkeit	LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case					
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [MI-%]	Rec. [MI-%]	Therm. [MI-%]	Dep. [MI-%]	Rec. [MI-%]	Therm. [MI-%]	Dep. [MI-%]	Rec. [MI-%]	Therm. [MI-%]			
1	Kiesschüttung - Flachdach	30	40	40	n.i.	25	29	44	t.	25%	75%	0%	15%	85%	0%	5%	95%	0%			
2	Trennfolie	31	40	60	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%			
3	mehrschicht. Kunststoff	25	29	44	n.i.	25	29	44	t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%			
4	EPS-W 30 Plus - Decke	33	41	55	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%			
5	EPS-W 30 Plus - Decke	33	41	55	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	20%	80%	0%	40%	60%			
6	bit. Dampfsperre mit ALL	30	35	40	n.i.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%			
7	Gefällebeton - Flachdach	78	96	123	n.i.	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%			
8	Stahlbetondecke R= 2300	82	96	138	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%			
9	Bestand - Kalkzementput	55	58	80	l.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%			
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - Gesamt				MI - Gesamt				MI - Gesamt			MI - Gesamt			MI - Gesamt					
Wärmeübergangswiderstand Innen		102,5				102,5				102,5			102,5			102,5					
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,13				0,13				0,13			0,13			0,13					
U-Wert Bestand [W/m²K]		74,3				74,3				74,3			74,3			74,3					



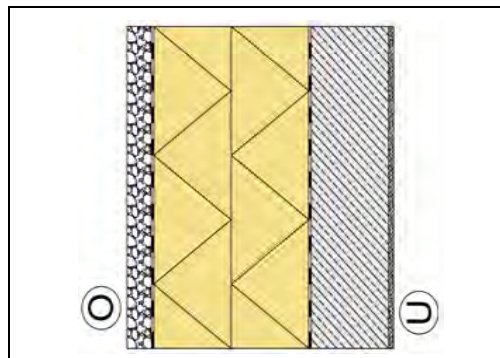
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r.			CED r.			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. BaC	Abfallaufkom. WoC	Abfallaufkom. BeC	Summe [kg]
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]					
GWP	100a	34%	42%	24%	57%	42%	1%	57%	57%	42%	1%	2054,8	22,5	26,1	176,8
BaC		27%	50%	23%	49%	50%	1%	49%	49%	50%	1%	2386,2	14,8	14,8	205,1
WoC		56%	12%	32%	87%	12%	1%	87%	87%	12%	1%	1352,9	4%	4%	116,5
BeC															

Bauteil-Nr.
<b>FD02_AD2</b>
Altersklasse
<b>1973 - 1985</b>

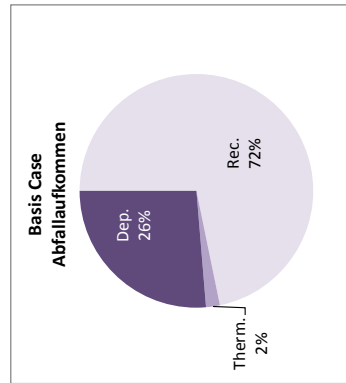
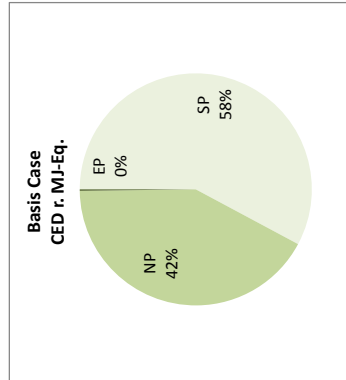
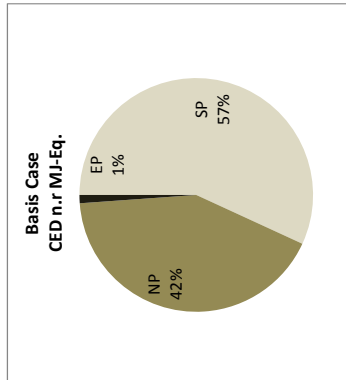
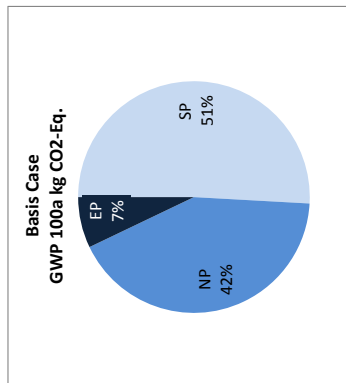
Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung									
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Dep.		Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	
1	Kiesschüttung - Flachdach	30	40	40	n.l.	n.l.	25	29	44	t.	25%	75%	0%	15%	85%	0%	5%	95%	0%		
2	Trennfolie	31	40	60	n.l.	n.l.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%		
3	mehrschicht. Kunststoff	25	29	44	n.l.	n.l.	25	29	44	t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%		
4	MW-WD Steinwolle 150	33	38	50	n.l.	n.l.	25	29	44	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%		
5	MW-WD Steinwolle 1324	33	38	50	n.l.	n.l.	25	29	44	t.	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	0%		
6	bit. Dampfsperre mit ALL	30	35	40	n.l.	n.l.	25	29	44	t.	0%	0%	100%	0%	10%	90%	0%	20%	80%		
7	Gefällebeton - Flachdach	78	96	123	n.l.	n.l.	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%		
8	Stahlbetondecke R= 2300	82	96	138	TW		82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%		
9	Bestand - Kalkzementput	55	58	80	l.		55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	30%	70%	0%		
Wärmeübergangswiderstand Außen		MI - SP		138,1	MI - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen		MI - NP		0,13	MI - NP																
Ziel U-Wert [W/m²K]				0,11																	
U-Wert Bestand [W/m²K]				0,63																	



Baukonstruktionsorientierter Leitfaden



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Summe	Summe	Summe	Summe
					SP	NP	EP	SP	NP	EP				
		51%	42%	7%	57%	42%	1%	58%	42%	50%	1%	1907,8	121,0	238,0
		44%	50%	6%	49%	50%	1%	2217,8	50%	50%	1%	140,4	49%	276,1
		77%	12%	11%	86%	12%	2%	1254,8	88%	12%	0%	79,7	3%	156,9



Bauteil-Nr.
<b>FD02_AD3</b>
Altersklasse
<b>1973 - 1985</b>

Basis Case (BaC) mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote  
Worst Case (WoC) minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote  
Best Case (BeC) maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote

GWP100a Treibhauspotential  
CED n.r. nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand  
CED r. erneuerbarer kumulierter Energieaufwand

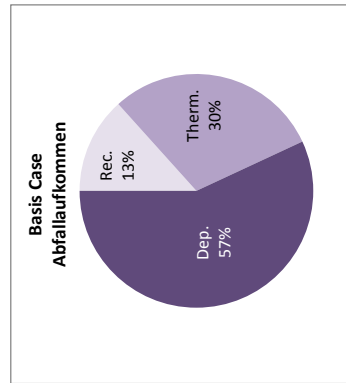
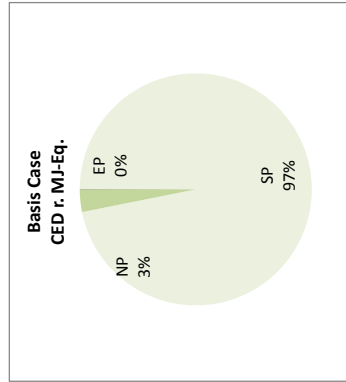
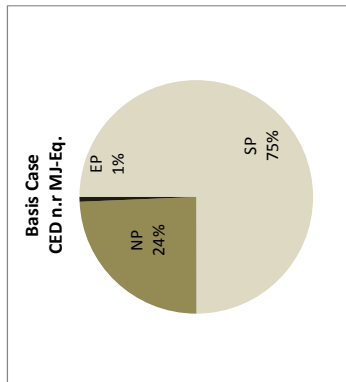
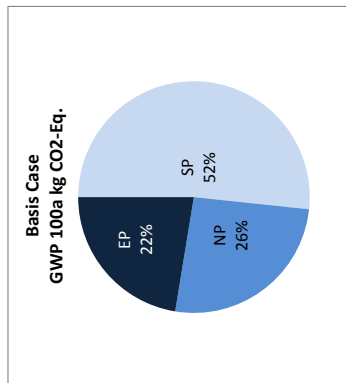
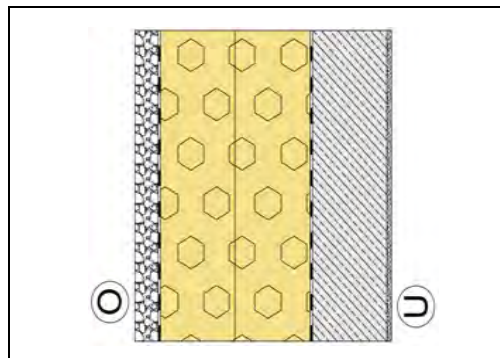
Dep. Deponierung  
Rec. Recycling  
Therm. Thermische Verwertung

SP Sanierungsphase  
NP Nutzungsphase (Instandhaltung)  
EP Entsorgungsphase

nicht trennbar  
trennbar

**Nutzungsdauer** 50

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung													
		Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case										
		Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]								
1	Bitumen-Dachdichtungst	0,005	0,170	0,029	6	22	28	41	n.i.	22	28	41	n.t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
2	Bitumen-Dachdichtungst	0,005	0,170	0,029	6	22	28	41	n.i.	22	28	41	t.	20%	0%	80%	10%	0%	90%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
3	CG-D Schaumglas - Flach	0,180	0,036	5,000	21,6	39	52	72	n.i.	44	56	82	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	0%	20%	60%	40%	0%	0%
4	CG-D Schaumglas - Flach	0,180	0,036	5,000	21,6	39	52	72	n.i.	44	56	82	t.	100%	0%	0%	80%	20%	0%	0%	20%	60%	40%	0%	0%
5	Bitumenanstrich	0,000	0,230	0,001	0,2	39	52	72	n.i.	44	56	82	n.t.	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
6	Gefällebeton - Flachdach	0,050	2,300	0,022	78	82	96	123	n.i.	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	10%	90%	0%	0%
7	Stahlbetondecke R= 2300	0,160	2,300	0,070	82	82	96	138	TW	82	96	138	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	0%	0%	10%	90%	0%	0%
8	Bestand - Kalkzementput	0,010	1,400	0,007	55	55	58	80	I.	55	58	80	t.	50%	50%	0%	40%	60%	0%	0%	0%	30%	70%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>T</sub> [m²K/W]		0,04		MI - Gesamt [kg/m²]		55,4		MI - NP [kg/m²]		9,4		MI - Gesamt [kg/m²]		64,8									
Wärmeübergangswiderstand Innen		0,13																							
Ziel U-Wert [W/m²K]		0,10																							
U-Wert Bestand [W/m²K]		0,63																							



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r.			CED r.			Summe [MJ-Eq.]	Abfallaufkom. [kg]	Summe [kg]	
					SP [%]	NP [%]	EP [%]	SP [%]	NP [%]	EP [%]				
BaC	52%	26%	22%	125,4	75%	24%	1%	1953,0	BaC	97%	3%	0%	315,7	64,8
WoC	44%	38%	17%	146,0	62%	38%	1%	2369,0	WoC	85%	15%	0%	361,8	76,6
BeC	61%	9%	29%	105,5	91%	8%	1%	1609,0	BeC	99%	1%	0%	308,6	58,0





## Aufbauten - Erdberührter Fußboden (EB)



**Thermische Sanierungen für erdberührte Fußbodenaufbauten vor 1968**

<b>EB 01</b>				
Unterbeton – Bodenplatte	Betonestrich	5,0	cm	
	Dämmung	4,0	cm	
	Schüttung	3,5	cm	
	Unterbeton	12,0	cm	
	Rollierung	12,0	cm	
U-Wert Bestand	0,73	W/m <sup>2</sup> K		

<b>Thermische Sanierungsvarianten</b>									
EB 01_ID1			EB 01_AD1						
Zementgebundener Estrich	6,0	cm	Zementgebundener Estrich	6,0	cm				
Dampfsperre mit ALU-Einlage	0,03	cm	Luft- und Dampfbremse (überlappt und verklebt)	0,02	cm				
EPS-T 650 Plus 15 kg/m <sup>3</sup>	3,0	cm	MW-T Mineralwolle 115 kg/m <sup>3</sup>	3,0	cm				
EPS-W 30 Plus	14,0	cm	EPB Schüttung (Perlite) 430 kg/m <sup>3</sup>	3,0	cm				
EPB Schüttung (Perlite) 430 kg/m <sup>3</sup>	3,0	cm	Bituminöse Abdichtungsbahn 3 mm	0,3	cm				
Bituminöse Abdichtungsbahn 3 mm	0,3	cm	Unterbeton (bewehrt)	15,0	cm				
Unterbeton	15,0	cm	PE-Folie 2 lagig	0,0	cm				
Rollierung	12,0	cm	XPS-G 35 kg/m <sup>3</sup>	20,0	cm				
			Sauberkeitsschicht	6,0	cm				
			Baupapier	0,02	cm				
			Rollierung	12,0	cm				
U-Wert nach Sanierung	0,16 W/m <sup>2</sup> K		U-Wert nach Sanierung	0,14 W/m <sup>2</sup> K					

**Generell:**

- Um das Ziel Plusenergiestandard für das Gebäude erreichen zu können, wäre es notwendig einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,15 W/m<sup>2</sup>K durch die thermische Sanierung des erdberührten Fußboden zu erreichen. Das Anbringen zusätzlicher Dämmung oberhalb des bestehenden Unterbetons wird in den wenigsten Fällen möglich sein: Der Einbau ausreichender Dämmlagen im Fußbodenbereich ist ohne anderweitige Maßnahmen (Höhersetzen von Tür- oder Durchgangsstürzen, Ausgleichsmaßnahmen bei Stiegenan – und austritten, Höhenänderungen bei allen Anschlüssen) schwer durchführbar. Bei geometrischer Begrenzung (d.h.: keine größere Dämmschichtdicke ist möglich) ist die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei Bemessungswert von λ=0,04 W/mK) einzubauen. (OIB RL 6 Version Okt. 2011 Pkt. 10.1.3).
- Eine konsequente Abdichtung des erdberührten Fußbodens gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit im Bestand erfordert eine ebenso konsequente horizontale Feuchtigkeitssperre der Wände in der Höhe des Fußbodenaufbaues. Die Flächenabdichtung ist lückenlos an die horizontale Wandabdichtung anzuschließen. Wird dies verabsäumt und die Abdichtung nur in der Fläche durchgeführt, sind weitreichende Schäden im Wandbereich durch kapillar aufsteigende Feuchtigkeit die Folge.
- Die beiden Lösungsansätze für die thermische Sanierung von erdberührten Fußböden können sinngemäß auch für Aufbauten früherer Epochen angewendet werden.



### **Möglichkeiten und Grenzen EB 01\_ID1**

- Der geringe Spielraum in den Aufbauhöhen wirkt sich auf die Palette an möglichen Bodenbelägen aus. Geringe Aufbauhöhen sind von Vorteil.

### **Möglichkeiten und Grenzen EB 01\_AD1**

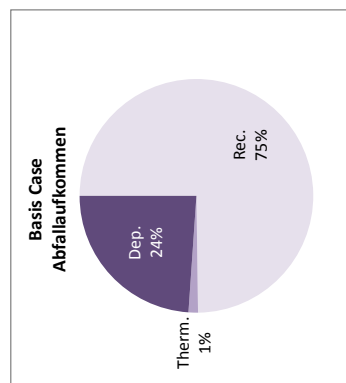
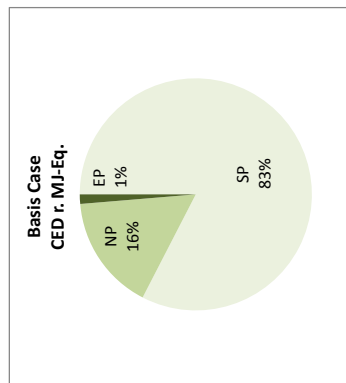
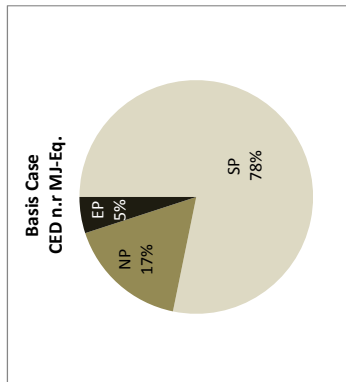
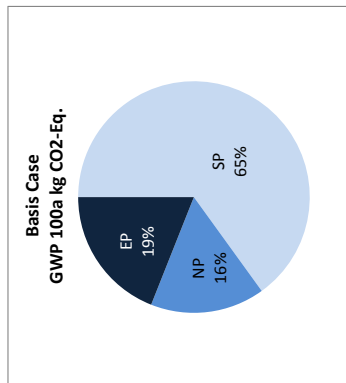
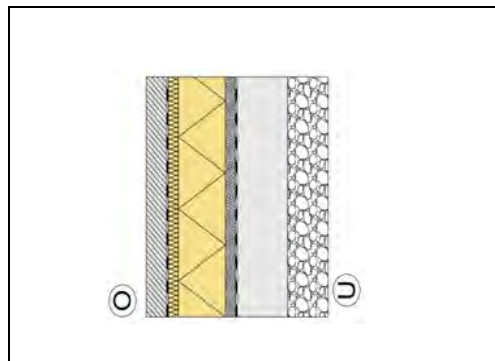
- Die Dämmung unter der Fundamentplatte (Unterbeton) ist als druckbelastbare und feuchtigkeitsunempfindliche Dämmung auszuführen.
- Bei Leitungsführungen im Fußbodenaufbau ist die Dicke der Ausgleichsschüttung zu erhöhen, um die Wirkung der Trittschalldämmung (vor allem in Kreuzungspunkten) nicht zu beeinträchtigen.
- Durch die Notwendigkeit des Innenaushubes und damit teilweises Freilegen der Fundamentbereiche sind die Arbeiten mit Statikern abzustimmen.

Bauteil-Nr.
<b>EB01_ID1</b>
Altersklasse
<b>vor 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Rohdichte [kg/m³]	Lebensdauer			LD-Lösbarkeit			Trennbarkeit	Worst Case			Basis Case			Best Case		
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
						Min [a]	Mittel [a]	Max [a]	Min [a]	Mittel [a]	Max [a]		Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]	Dep. [M-%]	Rec. [M-%]	Therm. [M-%]
1	Rollierung	0,120	0,700	0,171	1800	63	82	114	n.l.	100	140	t.	25%	75%	0%	15%	85%	0%	5%	95%	0%
2	Unterbeton	0,150	1,400	0,136	1800	75	100	140	n.l.	100	140	t.	40%	60%	0%	25%	75%	0%	10%	90%	0%
3	bitumöse Abdichtungsbahn	0,003	0,170	0,018	1200	29	40	57	n.l.	40	57	t./n.t.	20%	0%	80%	10%	0%	0%	0%	0%	100%
4	EPB Perlite	0,030	0,120	0,250	430	80	80	80	n.l.	40	57	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%
5	EPS-W 30 Plus - Decke	0,140	0,030	4,667	30	4,2	41	55	n.l.	40	57	t.	0%	0%	100%	0%	20%	0%	0%	40%	60%
6	EPS-T 650 Plus	0,030	0,033	0,909	15	0,45	38	50	n.l.	40	57	t.	0%	0%	100%	0%	20%	0%	0%	40%	60%
7	Alu-Dampfsperre (1200 k)	0,000	0,170	0,002	1200	30	35	40	n.l.	40	57	t.	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
8	Zementgeb. Estrich 2000	0,060	1,700	0,035	2000	33	53	63	n.l.	40	57	t.	50%	50%	0%	35%	65%	0%	25%	75%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen						MI - Gesamt			MI - Lösbarkeit												
Wärmeübergangswiderstand Innen						[kg/m²]															
Ziel U-Wert [W/m²K]						0,16															
U-Wert Bestand [W/m²K]						0,73															



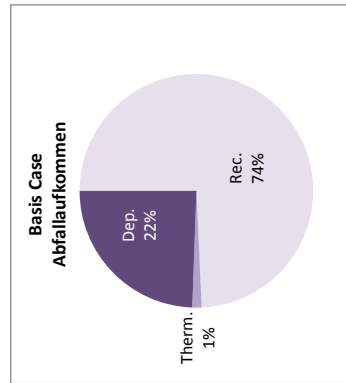
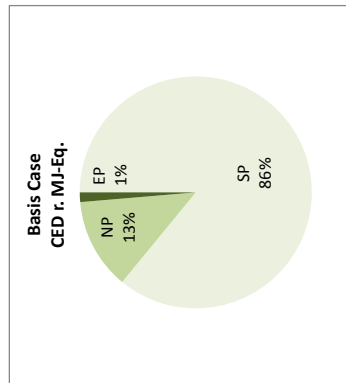
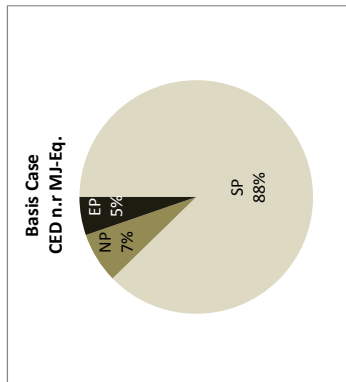
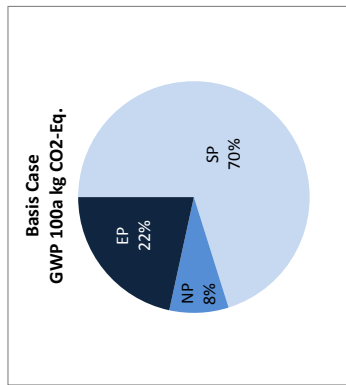
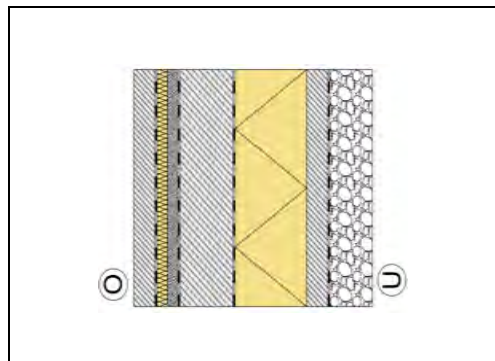
GWP	100a	BaC	WoC	BeC	SP [%]	NP [%]	EP [%]	Summe [kgCO2-Eq.]	CED n.r.			CED r.			Abfallaufkom. [MJ-Eq.]	Summe [kg]
									BaC	WoC	BeC	BaC	WoC	BeC		
					65%	16%	19%	127,0	78%	17%	5%	83%	16%	1%	61,6	662,9
					49%	36%	16%	169,8	59%	37%	5%	63%	36%	1%	80,6	730,0
					79%	0%	21%	104,1	95%	0%	5%	99%	0%	1%	51,6	627,5

Bauteil-Nr.
<b>EB01_AD1</b>
Altersklasse
<b>vor 1968</b>

Basis Case (BaC)	mittlere Lebensdauer, mittlere Recyclingquote	Dep.	Deponierung	SP	Sanierungsphase
Worst Case (WoC)	minimale Lebensdauer, minimale Recyclingquote	Rec.	Recycling	NP	Nutzungsphase (Instandhaltung)
Best Case (BeC)	maximale Lebensdauer, maximale Recyclingquote	Therm.	Thermische Verwertung	EP	Entsorgungsphase
GWP100a	Treibhauspotential	n.l.	nicht lösbar	n.t.	nicht trennbar
CED n.r.	nicht erneuerbarer kumulierter Energieaufwand	l.	lösbar	t.	trennbar
CED r.	erneuerbarer kumulierter Energieaufwand				

Nutzungsdauer **50**

Schichtgruppe	Bezeichnung	Lebensdauer/Nutzungsdauer										Entsorgung											
		Lebensdauer			Lösbarkeit			LD-Lösbarkeit				Trennbarkeit			Worst Case			Basis Case			Best Case		
		Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	Dep.	Rec.	Therm.	
1	Rollierung+Baupapier	0,120	0,700	0,171	1800	216	63	82	114	n.l.	n.l.	75	100	140	25%	75%	0%	0%	0%	5%	95%	0%	0%
2	Sauberkeitsschicht	0,060	1,330	0,045	2000	120	75	100	140	n.l.	n.l.	75	100	140	40%	60%	0%	25%	0%	10%	90%	0%	0%
3	XPS-G 35 kg/m³	0,200	0,035	5,714	35	7	75	100	140	n.l.	n.l.	75	100	140	0%	0%	100%	0%	0%	0%	20%	40%	60%
4	PE Folie - zweilagig	0,000	0,250	0,002	1100	0,44	30	35	40	n.l.	n.l.	75	100	140	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	20%	80%
5	Unterbeton	0,150	1,100	0,136	1800	270	75	100	140	n.l.	n.l.	75	100	140	40%	60%	0%	25%	0%	10%	90%	0%	0%
6	bitumöse Abdichtungsba	0,003	0,170	0,018	1200	3,6	29	40	57	n.l.	n.l.	29	38	50	20%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
7	EPB Perlite	0,030	0,120	0,250	430	12,9	80	80	80	n.l.	n.l.	80	80	80	50%	50%	0%	35%	0%	25%	75%	0%	0%
8	MW-T Mineralwolle TDP	0,030	0,033	0,909	115	3,45	33	38	50	n.l.	n.l.	29	38	50	100%	0%	0%	80%	0%	60%	40%	0%	0%
9	Zementestrich+PAE-Folie	0,060	1,700	0,035	2000	120	33	53	63	n.l.	n.l.	29	38	50	50%	50%	0%	35%	0%	25%	75%	0%	0%
Wärmeübergangswiderstand Außen		R <sub>t</sub>		0,00	MI - SP	753,39	MI - Gesamt																
Wärmeübergangswiderstand Innen		R <sub>t</sub>		0,17	MI - NP	40,1	MI - NP																
Ziel U-Wert [W/m²K]		λ		0,14																			
U-Wert Bestand [W/m²K]		λ		0,73																			



GWP	100a	BaC	WoC	BeC	CED n.r			CED r			Abfallaufkom.	Summe	Summe
					SP	NP	EP	SP	NP	EP			
					88%	7%	5%	88%	7%	5%	BaC	1820,3	793,5
					79%	16%	22%	79%	15%	6%	WoC	2010,1	845,4
					79%	0%	21%	95%	0%	5%	BeC	1673,6	753,4