

Planung und Ausführung von Fugen bei Abdichtungen

Inhalt

1. Ausgangslage / Geltungsbereich	1
2. Planung von Bewegungsfugen	1
2.1 Aufgaben des Planers	1
2.2 Lasteinwirkungen gemäss SIA 261	2
2.3 Fugenbewegungen und Berechnung	3
2.4 Erdbebensicherheit	5
2.5 Unterkonstruktion	5
2.6 Fugendichtungssysteme	5
2.7 Materialien	7
2.8 Verankerungen	8
2.9 Übergänge Hochbau- zu Unterterrainfugensysteme	10
3. Ausführung von Fugenabdichtungssystemen	11
3.1 Einbaubedingungen / Einbautemperatur	11
3.2 Ausführung von Nuttschichten über Fugenabdichtungen	11
4. Unterhalt von Fugendichtungssystemen	11
5. Verantwortungen (gemäss SIA 274)	12
6. Begriffe / Verständigung	13

1. Ausgangslage / Geltungsbereich

Diese Empfehlung PAV-A 04 soll als Verständigung zwischen Planer, Bauleitung und Unternehmer dienen und die Grundlagen schaffen, Planung und Ausführung von Fugen bei Abdichtungen nach stringenten Grundsätzen auszurichten und damit Schäden zu vermeiden. Es entspricht dem heutigen Stand der Technik. Für die Planung und Ausführung sind zudem die im Anhang aufgeführten Normen und Merkblätter zu berücksichtigen. Besonders zu beachten sind Schnittstellen und Übergänge bei Fugen zwischen Abdichtungen bei gedämmten und nichtgedämmten Systemen im Hochbau und Unterterrainbereich.

Das vorliegende Merkblatt gilt für Abdichtungen von Fugen in Bauten. Es enthält Grundsätze und Hinweise für die Planung und Ausführung von Bewegungsfugen unter und über Terrain. Nicht Gegenstand dieses Merkblattes sind befahrbare Bewegungsfugen.

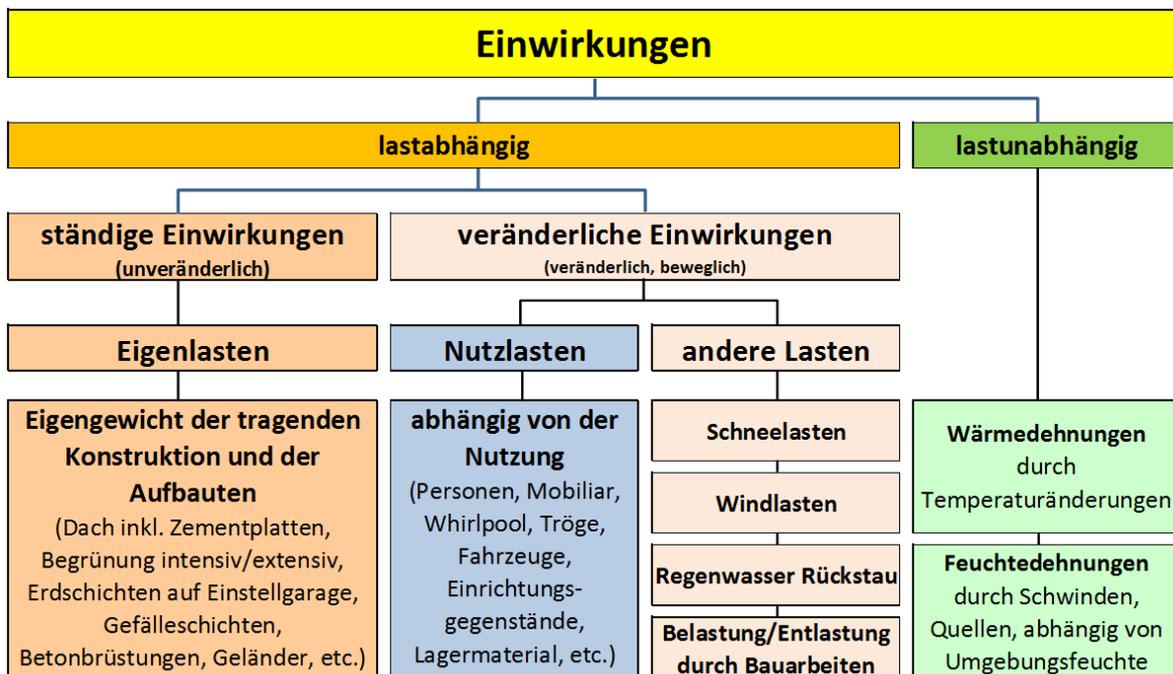
2. Planung von Bewegungsfugen

2.1 Aufgaben des Planers

1. Der Planer bestimmt das Gesamtkonzept der Abdichtung (Flächensystem, Fugen, Abschlüsse, Schnittstellen, Übergänge) gleichsam im Hochbau, wie im Unterterrainbereich.

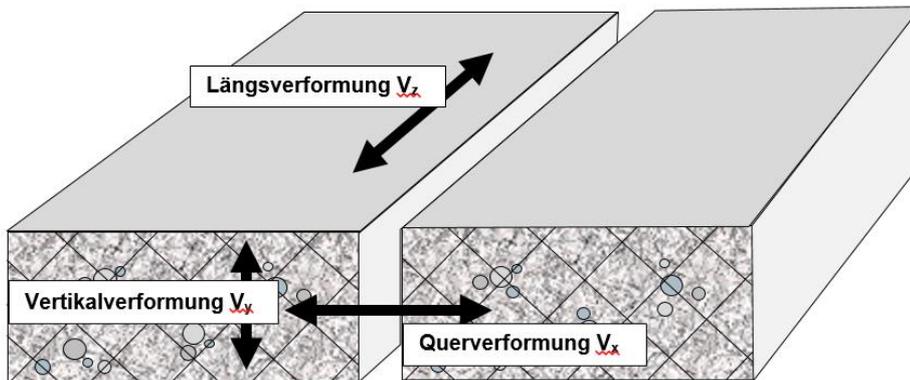
2. Der Planer erstellt eine Nutzungsvereinbarung, in dem alle Fugen in Ihrer Art und Bewegungen definiert sind (SIA 261/ SIA 274 sowie SIA 118-271/272/274)
3. Der Planer bestimmt die Art/Funktion der Fugen (Arbeitsfuge, Bewegungsfuge)
4. Der Planer muss die Trenn- und Bewegungsfugen aufgrund der zu erwartenden Bewegungen festlegen. Auf diesen Grundlagen erfolgt die Berechnung der Fugenbreiten und anschliessend die Auswahl der möglichen Fugendichtungssysteme
5. Das Fugenabdichtungssystem ist so zu wählen, dass die zu erwartenden Fugenbewegungen auch bei Richtungsänderungen übernommen werden können.
6. Abdichtungsbänder müssen die Dichtigkeitsklasse 1 erfüllen (SIA 270, SIA 272) und die angrenzenden Bauteile bei Fugen müssen gewährleisten, dass keine Unterwanderung der Abdichtung durch Wasser, Wasserdampf oder Luft erfolgen kann.
7. Es muss sichergestellt werden, dass Abdichtungsbänder gegen mechanische Beschädigungen und Schubkräfte ausreichend geschützt werden.
8. Bei Betonkonstruktionen sind Risse zu erwarten, welche bereits ab 0.1 mm wasserführend sein können und deshalb abgedichtet werden müssen.
9. Die zu erwartenden Fugenbewegungen mit den Fugenbreiten müssen in den Planunterlagen ersichtlich sein.
10. Bei der Ausschreibung müssen die zum Einsatz kommenden Abdichtungsbänder mit allen Übergangs- und Anschlussdetails (Punkte 1 bis 8) ersichtlich sein.

2.2 Lasteinwirkungen gemäss SIA 261



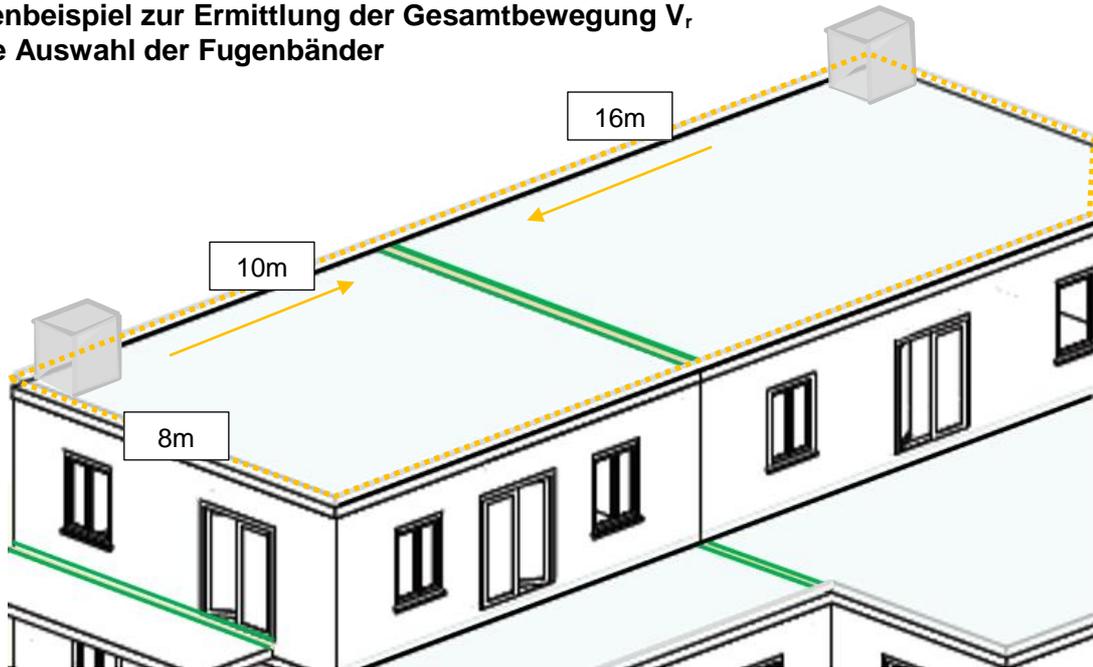
2.3 Fugenbewegungen und Berechnung

Die Bewegungen/Verformungen können in drei verschiedenen Richtungen auftreten. Das Fugendichtungssystem muss die Gesamtverformungen V_r aller Richtungen aufnehmen können.



Die Formel zur Berechnung der Fugenbewegung findet sich in der Norm SIA 274 : 2021, 3.1.1.5.

Rechenbeispiel zur Ermittlung der Gesamtbewegung V_r für die Auswahl der Fugenbänder



1 Grundlage:					
1.1	Temperaturen	Einbautemperatur	+10° C/K	Temp.differenz Sommer-Winter	$\Delta \vartheta_{\max S-W} + 80^\circ \text{ C/K}$
		Temperatur Winter	-20° C/K	Temp.differenz Einbau-Sommer	$\Delta \vartheta_{E-S} + 50^\circ \text{ C/K}$
		Temperatur Sommer	+60° C/K	Temp.differenz Einbau-Winter	$\Delta \vartheta_{E-W} + 30^\circ \text{ C/K}$
1.2	Bauteilmasse:	Quer 1 rechts	16m		
		Quer 2 links	10m		
		Länge	8m		
1.3	Material:	Beton		Längenausdehnungskoeffizient	$\alpha \ 0.012 \text{ mm/mK}$
1.4	Kernpunkte:	Annahme => die beiden Kamine sind als statische Kernpunkte ausgebildet Dies bewirkt, dass die entstehende Ausdehnung in Richtung Bewegungsfuge erfolgt.			
		Annahme => max Ausdehnung Richtung Bewegungsfuge 50%			
1.5	Vertikalbewegung:	Die Vertikalbewegung darf max. 1/300 der Bewegungsfugenlänge sein. Die Fuge liegt beidseitig auf Wandscheiben: Deshalb nur kleine Bewegung => Annahme V_y Annahme 10%			
2	Bewegungen	Quer 1	Quer 2	Quer_{tot}	Berechnung
		Länge 1	Länge	Länge_{tot}	Quer_{tot} x $\Delta \vartheta_{\max S-W}$ (Temp.diff So-W_{imax}) x $\alpha = V_{x \max}$
2.1	Querbewegung	$V_{x \max}$ 16m	10m	26m	$26m \times 80K \times 0.012mm/mK = 24.96 \ 25mm$
	Querbewegung	$V_{x \text{ Annahme}}$ 16m	10m	26m	Berücksichtigung Kernpunkte: 50% 12.48 12.5mm
	Querbewegung	$V_{x E-S}$ 16m	10m	26m	$26m \times 50K \times 0.012mm/mK = 15.60 \ 16mm$
	Querbewegung	$V_{x E-W}$ 16m	10m	26m	Berücksichtigung Kernpunkte: 50% 7.8 8mm
					$26m \times 30K \times 0.012mm/mK = 9.36 \ 9.5mm$
					Berücksichtigung Kernpunkte: 50% 4.68 4.5mm
2.2	Längsbewegung	$V_{z \max}$ 8		8m	$8m \times 80K \times 0.012mm/mK = 7.68 \ 8mm$
	Längsbewegung	$V_{z E-S}$ 8		8m	$8m \times 50K \times 0.012mm/mK = 4.80 \ 5mm$
	Längsbewegung	$V_{z E-W}$ 8		8m	$8m \times 30K \times 0.012mm/mK = 2.88 \ 3mm$
2.3	Vertikalbewegung	$V_{y \max}$ 8		8m	$8m \times 1/300 = 26.67 \ 27mm$
	Vertikalbewegung	$V_{y \text{ annahme}}$			$27mm \times 10\% = 2.70 \ 3mm$
2.4	Gesamtbewegung	$V_r = \sqrt{V_{x \text{ Annahme}}^2 \times V_{z \max}^2 \times V_{y \text{ Annahme}}^2} = V_r$			$\sqrt{12.5^2 \times 8^2 \times 3^2} = 15.14 \ 15mm$
3	Ergebnis:	Das Fugenband muss eine Gesamtbewegung V_r von mind. 15mm aufnehmen können.			

2.4 Erdbebensicherheit

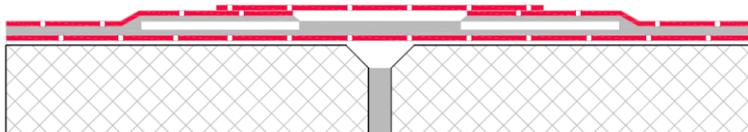
Der Fachplaner muss die Erdbebensicherheit berücksichtigen (SIA 261). Der Mindestabstand der Nennfugenweite beträgt über Terrain 40 mm (Ausnahmen sind zulässig, aber müssen rechnerisch belegt werden). Gemäss Norm SIA 274 sind Fugen in dieser Breite eine Sonderkonstruktion und müssen entsprechend spezifiziert werden.

2.5 Unterkonstruktion

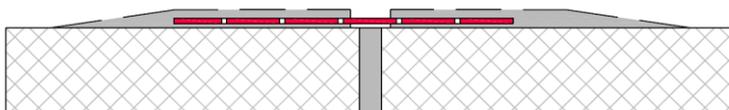
1. Die Unterkonstruktion darf im Fugenbereich keine Überzähne, scharfe Kanten, aufstehende Befestigungen (Nägeln, Schrauben) aufweisen, die zu einer Verletzung des Fugenbandes führen kann. Scharfe Kanten sind abzufasen.
2. Der Betonuntergrund muss so beschaffen sein, dass eine Abdichtung mit Verbund aufgebracht werden kann (Rauigkeit, Porosität, Feuchtigkeit). Kiesnester müssen in Betonqualität ausgeworfen werden.
3. Die Fugenausbildung in der Unterkonstruktion inkl. den eingelegten Trennmateriale muss vor den Abdichtungsmass nahmen von der Bauleitung kontrolliert und abgenommen werden.
4. Die geplante Fugenbreite muss auch nach dem Einbau (Frischbeton-Druck) gewährleistet sein. Dies ist bei der Wahl der Fugeneinlage zu berücksichtigen.
5. Kann die Fugeneinlage die zu erwartenden Bewegungen nicht aufnehmen, muss diese nach dem Betonieren wieder entfernt und mit einem geeigneten Dämmstoff ergänzt werden.
6. Die Luftdichtheit im warmseitigen Bereich der Fuge muss gewährleistet sein.
7. Die Fugenausbildung muss mit geeigneten Materialien so erfolgen, dass keine Wärmebrücke entsteht.

2.6 Fugendichtungssysteme

Im Abdichtungssystem für Flächen zu verankernde Fugenbänder



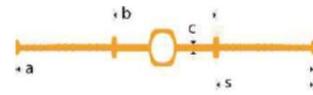
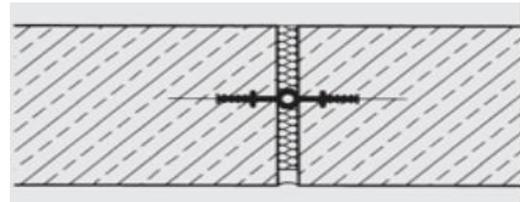
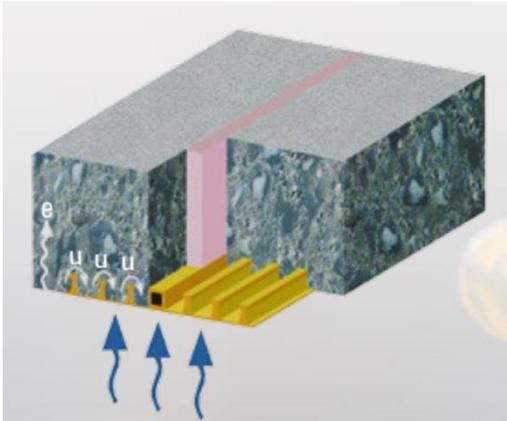
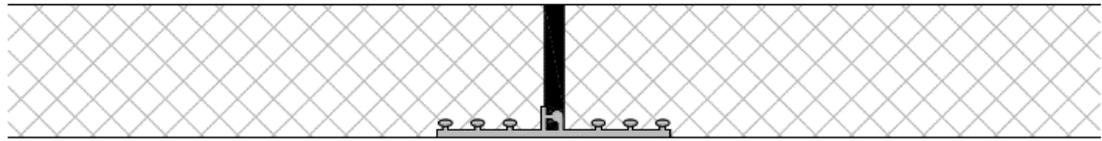
Auf dem Untergrund zu verklebende Fugenbänder



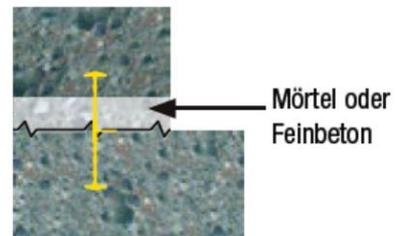
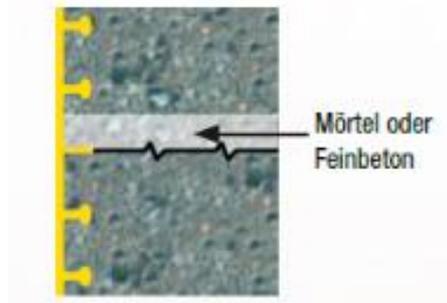
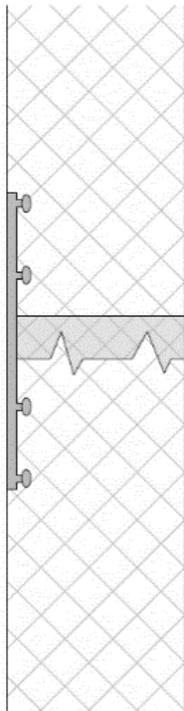
Körper- und Randfugenbänder

Körper- und Randfugenbänder werden in diesem Zusammenhang nur informativ aufgeführt. Sie werden aber nicht näher abgehandelt, weil Sie im Zusammenhang mit den Baumeisterarbeiten direkt ausgeführt werden.

Bewegungsfugen mit Körper und Randfugenbänder



Arbeitsfugen mit Körper- und Randfugenbänder



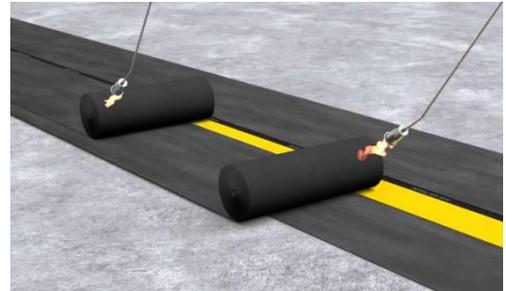
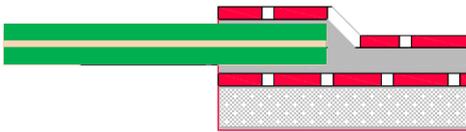
2.7 Materialien			Untergrund			Fugenabdichtungssysteme							Einsatzgebiet	
Abdichtungssystem	Materialverträglichkeiten in Fugenabdichtungssystemen		Beton	Holz	Metall	mit Flächenabdichtung	Elastomerbitumen	TPS / Butyl-Kautschuk	PVC-P/ bitumenbeständig	FPO / Polyolefin	Weich-PVC / Körperfugen	FL.K / Dila-Gewebe	Hochbau	Unterterrain
	Abdichtungsmaterial	Art												
Flächenabdichtungen ohne Verbund	Polymerbitumen-Dichtungsbahn (PBD)	flexibel	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
	Kunststoff-Dichtungsbahnen PVC	flexibel	x	x	x	x			x				x	x
	Kunststoff-Dichtungsbahnen TPO		x	x	x	x	Bis 10 mm kum. Bewegung kann Vr innerhalb der Flächenabdichtung übernommen werden					x	x	
	EPDM	flexibel	x	x	x	x							x	
	Gussasphalt (MA)	starr	x	x	x		x	x					x	x
Flächenabdichtungen mit Verbund	Polymerbitumen-Dichtungsbahn (PBD)	flexibel	x			x	x	x	x			x	x	x
	Kunststoff-Dichtungsbahnen PVC	flexibel	x			x				x			x	x
	Flüssigkunststoff (FLK)	flexibel	x									x	x	x
	Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB)	flexibel	x							x				x
	wasserdichte Mörtel (WDM)	starr	x							x				x
Fugenabdichtungssysteme	Elastomerbitumenbänder z.B. Soprajoint WF, DFB, Swisspor Dila, Baudertec WF		x		x		x						x	x
	TPS / Butyl-Kautschukbänder z. B. Flamine, Prenoflex		x		x			x					x	x
	PVC - P Bänder z.B. Dilatec		x		x				x				x	x
	FPO – Bänder z.B. Combiflex		x		x					x				x
	Weich PVC Fugenbänder (Körper / Randfugenband)		x								x			x
	FLK		x		x							x	x	x

2.8 Verankerungen

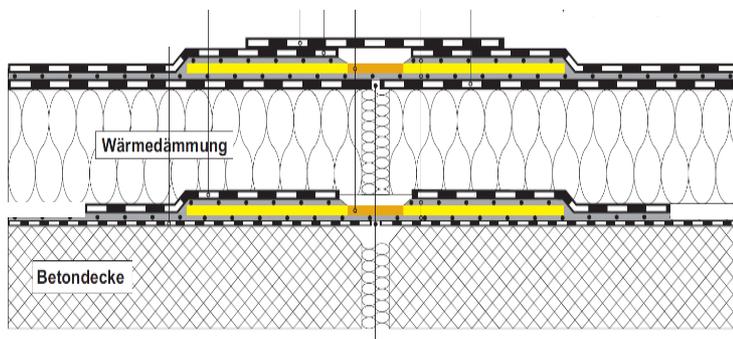
Bituminöse Flächenabdichtungen

Die Fugenbänder werden sandwichartig in die Abdichtung eingefügt.

Ohne Wärmedämmung

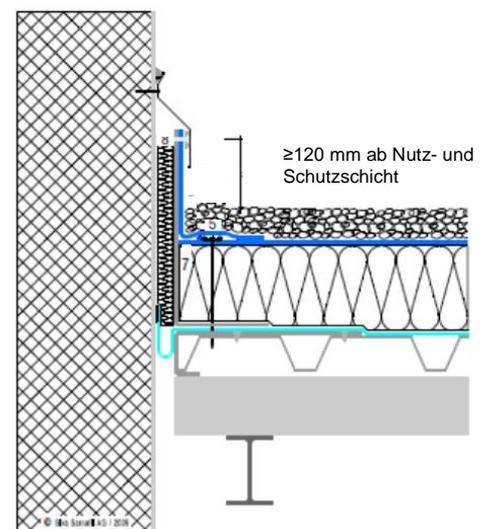
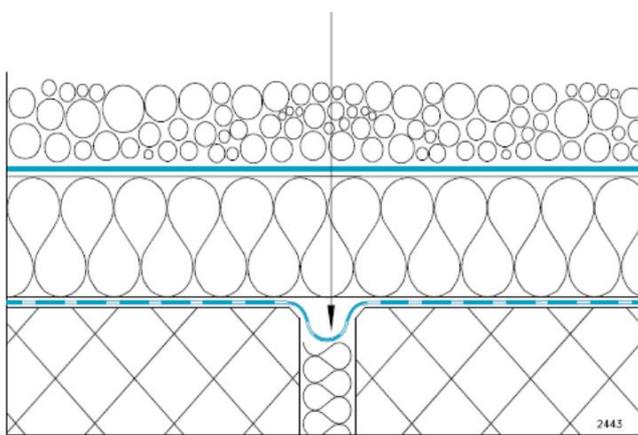


Mit Dämmung



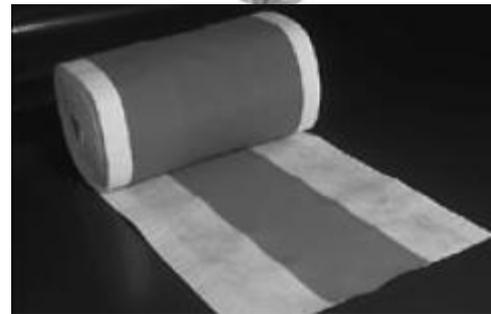
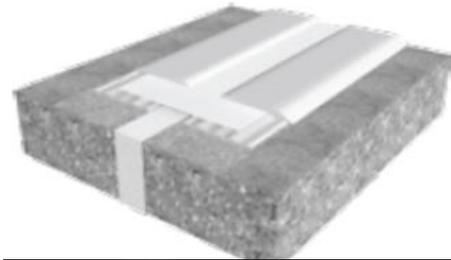
Flächenabdichtungen mit Kunststofffolien

Bewegungen bis 10mm werden in der Flächenabdichtung ohne Zusatzmassnahmen aufgenommen. Die Dampfsperre wird geschlauft. Bei bituminösen Dampfsperren wird ein Fugenband eingebaut.



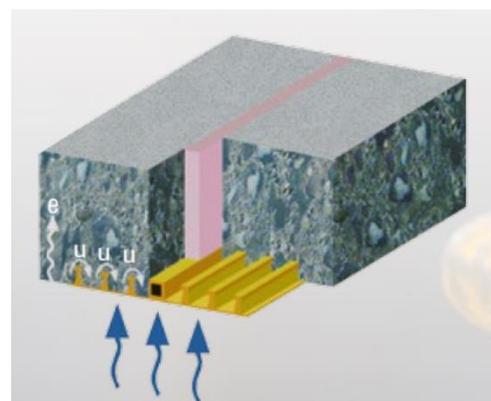
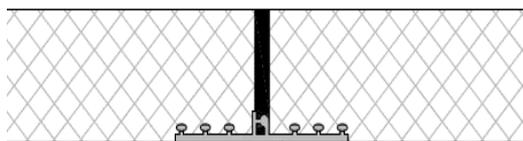
Kraftschlüssige Verbindungen

Die Fugenbänder werden mit Epoxidkleber oder Flüssigkunststoff mit dem Untergrund kraftschlüssig verbunden. Zu beachten sind die notwendigen Untergrundvorbereitungen.



Körper- und Randfugenbänder

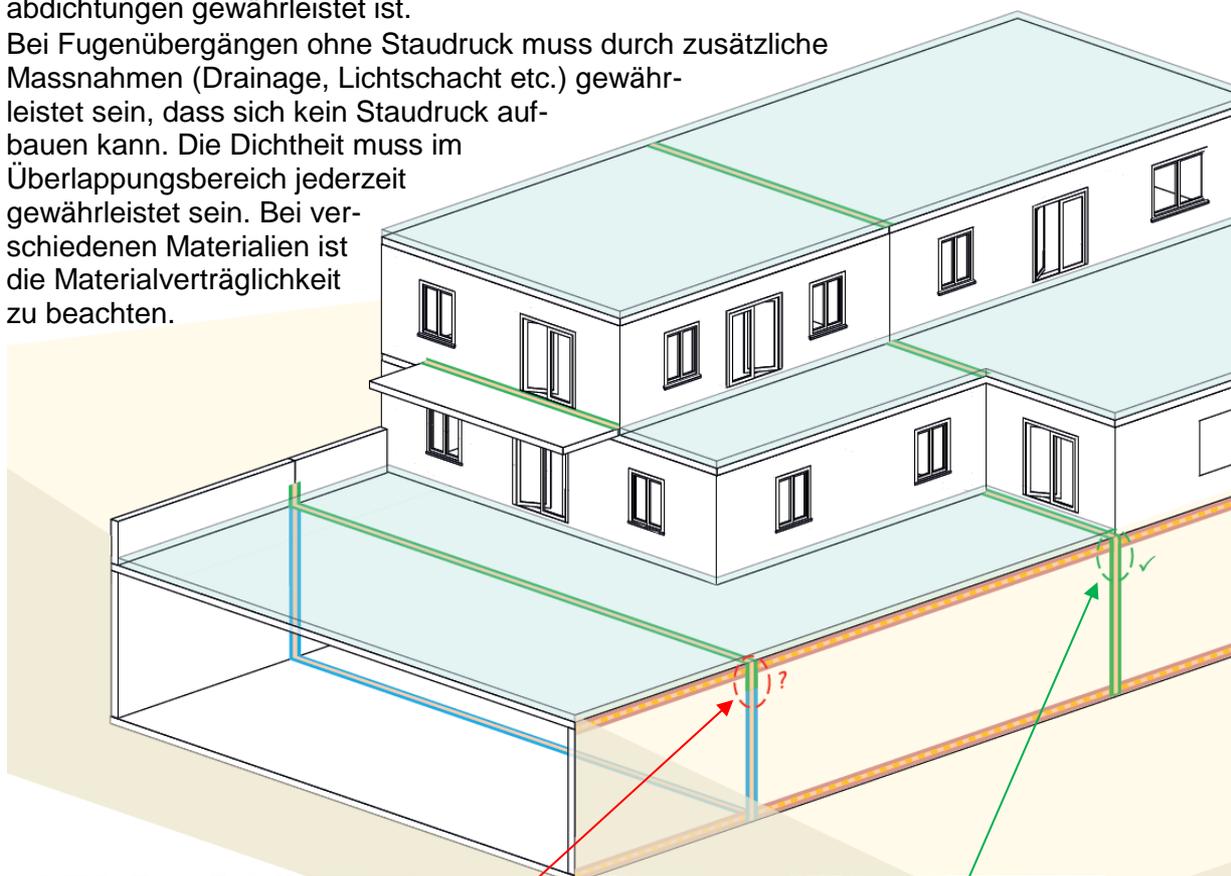
Die Fugenbänder werden mit Verkrallungsstegen vorgängig in die Schalung eingelegt und einbetoniert.



2.9 Übergänge Hochbau- zu Unterterrainfugensysteme

Der Fachplaner muss in der Projektphase das gesamte Fugenabdichtungssystem planen. Die Planung muss gewährleisten, dass die Übergänge zwischen verschiedenen Fugenabdichtungen, zu angrenzenden Bauteilen und zur Flächenabdichtung dauerhaft gelöst werden können. Dabei muss im Speziellen folgendes berücksichtigt werden:

- Die Dehnzonen beider Systeme müssen bei Staudrucksituationen dauerhaft und stauwassersicher miteinander verbunden werden.
- Die Verbindung der Verankerungszonen beider Systeme muss bei Staudrucksituationen dauerhaft und stauwassersicher gewährleistet sein.
- Die geforderte Gesamtbewegung V_r innerhalb der Dehnzone muss im Verbindungsbereich erhalten bleiben.
- Die Verankerung und Materialisierung des Unterterrainsystemes muss so gewählt werden, dass die Temperaturbeständigkeit beim Einbau bituminöser Flächenabdichtungen gewährleistet ist.
- Bei Fugenübergängen ohne Staudruck muss durch zusätzliche Massnahmen (Drainage, Lichtschacht etc.) gewährleistet sein, dass sich kein Staudruck aufbauen kann. Die Dichtheit muss im Überlappungsbereich jederzeit gewährleistet sein. Bei verschiedenen Materialien ist die Materialverträglichkeit zu beachten.

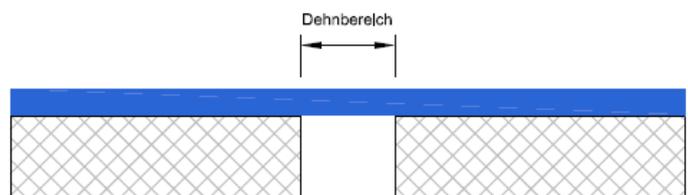


3. Ausführung von Fugenabdichtungssystemen

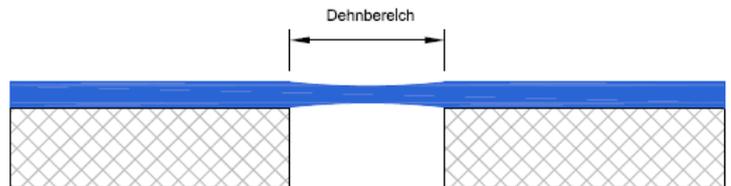
3.1 Einbaubedingungen / Einbautemperatur

Das gewählte Fugenabdichtungssystem muss die zu erwartenden Bewegungen dauerhaft gewährleisten. Der Dehnbereich muss mind. der Breite der Fuge entsprechen. Im Zusammenhang mit dem Einbauzeitpunkt (Sommer/Winter) des Fugenbandes ist es wichtig, dass die maximal mögliche Bewegung gewährleistet bleibt.

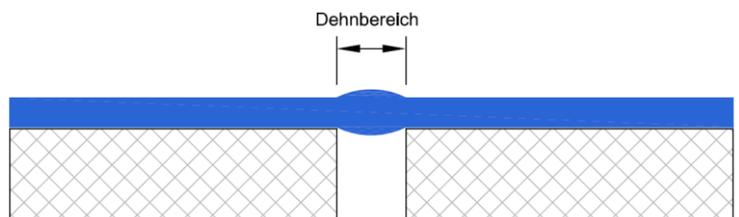
Einbausituation: z.B. Temp.
zwischen + 5 und + 15° C



Situation im Winter: z.B. Temp.
- 40°C



Situation im Sommer: z.B. Temp.
+ 60°C



Bei der Ausführung müssen die produktespezifischen Angaben des Herstellers berücksichtigt werden.

3.2 Ausführung von Nuttschichten über Fugenabdichtungen

Die Bewegungsfreiheit des Fugensystems muss auch durch die darüberliegenden Nuttschichten gewährleistet sein.

4. Unterhalt von Fugendichtungssystemen

Das Abdichtungssystem muss so geplant werden, dass Kontrolle und Unterhalt sichergestellt sind. Ist dies nicht möglich, muss das System vor dem Einbau weiterer Schichten geprüft werden (SIA 274, 2.1.11)

5. Verantwortungen (gemäss SIA 274)

Bauherr

- Beizug eines Planers zur Bestimmung des Abdichtungs- und Fugenkonzeptes

Planer

- Erstellen des Abdichtungs- und Fugenkonzeptes
- Prüfung der Gebrauchstauglichkeit der Unterkonstruktion, bzw. des Untergrundes im Hinblick auf das Abdichtungs- und Fugenkonzept
- Berechnung und Planung aller zu erwartenden Bewegungen der Bauteile im Zusammenhang mit Fugenabdichtungen

Bauleitung

- Dokumentation der Unternehmer mit Unterlagen und Plänen (Angabe der Fugenbreiten und alle zu erwartenden Fugenbewegungen der einzelnen Fugen)
- Kontrolle der Gewerke anhand der Planunterlagen
- Kontrolle des Untergrundes hinsichtlich Gefälle, Toleranzen (Genauigkeit) und Oberflächenbeschaffenheit.
- Anordnen von notwendigen Massnahmen, falls die Gegebenheiten nicht den Anforderungen an den Untergrund entsprechen

Ersteller Unterkonstruktion

- Kontrolle des bauseitigen Untergrundes hinsichtlich Gefälle, Toleranzen (Genauigkeit), Oberflächenbeschaffenheit.
- Verwendung von geeigneten Materialien in der Fugenkonstruktion, die der vorgesehenen Beanspruchung genügen
- Einhalten der vorgegebenen Fugenbreiten
- Fugeneinlagen entfernen
- Falls aus wärmedämmtechnischen Gründen erforderlich, Fugeneinlage mit geeignetem Dämmstoff ergänzen.
- Sicherstellen der Haftverbindungen aller verwendeten Materialien auf dem bauseitige Untergrund (Ausgleichs- und Reprofiliermassnahmen).

Ausführung Fugendichtungssysteme

- Kontrolle des bauseits vorhandenen Untergrundes hinsichtlich Festigkeit, Rauigkeit, Ebenheit, Sauberkeit und Trockenheit.
- Information des Bauherrn über den Unterhalt der Fugen

6. Begriffe / Verständigung

- **Abdichtungsband**
Industriell gefertigte, flexible, bandförmige Baustoffe für den Einsatz in Abdichtungssysteme für Fugen
- **Anschlussfuge**
Fuge zwischen Bauteilen, welche in Material und Funktion verschieden sind, z.B. Anschlüsse an Fenster, Wände, etc.
- **Arbeitsfuge**
Fuge infolge einer zeitlichen Unterbrechung eines Arbeitsvorganges in Betonkonstruktionen mit durchgehender Bewehrung. Sie wird zur Gliederung des Arbeitsablaufes oder als konstruktive Maßnahme planmäßig in einem Bauteil oder Bauwerk angeordnet
- **Baustellenstoss**
auf der Baustelle ausgeführt, stumpf gestoßene Verbindung (Fügung) gleicher Fugenbandprofile in einer Ebene
- **Bemessungswasserstand**
bei stark oder sehr stark durchlässigen Böden höchster innerhalb der plan-mäßigen Nutzungsdauer zu erwartender Grundwasser-, Schichtenwasser-, oder Hochwasserstand. Bei weniger durchlässigen Böden der in Höhe der Geländeoberfläche angenommene Wasserstand bzw. der höchste, nach Möglichkeit aus langjähriger Beobachtung ermittelte Hochwasserstand,
ANMERKUNG:
Der Bemessungswasserstand wird in m, der Bemessungswasserdruck in bar, bezogen auf die Eintauchtiefe des Fugenbandes, angegeben (1 bar entspricht 10 mWS bzw. 0,1 MPa).
- **Bewegungsfuge**
Geplante Unterbrechung zwischen Bauteilen, welche in in der Funktion gleich sind, um Bewegungen in Form von Ausdehnungen, Verschiebungen bei Beton, Holz und Stahl sowie Schwinden, Kriechen oder Setzungen bei Betonkonstruktionen der einzelnen Bauteile zu ermöglichen.
Für das Fugenband sind Verformungen in x-Richtung sowie in y- und z-Richtung möglich (siehe Darstellung Seite 3).
- **Dehnteil**
Bereich des Abdichtungsbandes, der die Bewegungen im Fugenbereich aufnimmt
- **Dilatationsfuge**
Siehe Bewegungsfuge
- **Fugenband aussen liegend**
Fugenband, das so eingebaut wird, dass seine Aussenfläche mit der Oberfläche der Konstruktion bündig abschliesst (Oberflächenfugenband)
- **Fugenband innen liegend**
Fugenband, dass vollständig einbetoniert wird (Körperfugenband)
- **Fugenweite w**
Abstand zwischen den Flanken einer Fuge.
- **Gebäudetrennfuge**
Siehe Bewegungs- und Anschlussfuge.
- **Nennfugenweite w_{nom}**
in der Bauwerksplanung für den Zeitpunkt der Bauwerkserstellung vorgesehene Fugenweite
- **Scheinfugen (Sollrisstelle) bei Betonkonstruktionen**
Scheinfugen werden an Stellen angeordnet, an denen der Beton beim Auftreten hoher Spannungen reissen soll (Sollrisstelle). Die Bewehrung ist reduziert

- **Schleppstreifen**
streifenförmige Trennlagen aus geeigneten Stoffen zur Sicherung einer unverklebten Zone
- **Verformung**
Lageänderung der Fugenflanken in x-, y- und/oder z-Richtung infolge der Bewegung der angrenzenden Bauwerke oder Bauteile
Beispiel: aufgrund von Durchbiegen, Setzen, Verkanten, Kippen, Schwinden, Temperaturänderungen oder Wasserdruck im Bereich von Bewegungsfugen
- **Gesamtverformung v_r**
Maximal zu erwartende, kummulierte Verformung, die das Fugenabdichtungssystem dauerhaft erfüllen muss
- **Übergang**
Wechsel zwischen unterschiedlichen Abdichtungssystemen, z. B. zwischen einer Flächenabdichtung und den Fugenbändern in Bauwerk- oder Bauteilfugen

Haftungsausschluss

PAVIDENSA ist darum bemüht, dass die Informationen auf den Empfehlungen korrekt sind. Sie beziehen sich auf Normalfälle und beruhen auf den Kenntnissen und Erfahrungen der PAVIDENSA-Fachgruppenmitglieder. PAVIDENSA kann aber keine Gewähr bezüglich ihrer Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Eignung gewähren. PAVIDENSA schliesst die eigene Haftung und sonstige Verantwortung für allfällige Fehler oder Unterlassungen sowie für die Folgen der Benutzung der Empfehlungen aus.