Neue Entwicklungen der konstruktiven Ausgestaltung von Fugen bei Betonkonstruktionen

Autor(en): **Honegger, Heinz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **92 (1974)**

Heft 14

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-72316

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

leitungen im Unterlagsboden vermeidet Wandschlitze in den hoch beanspruchten Fassadenmauern.
- Die genaue Einhaltung des Lieferprogramms macht die Montage der Mauerwerkelemente ab Lastwagen möglich.

Abschliessend möchte ich meiner Genugtuung Ausdruck geben, dass bei der Ausführung dieses Projektes Gelegenheit geboten war, nicht nur Statik- und Bemessungsfragen zu beantworten, sondern eine *echte* Ingenieuraufgabe zu erfüllen: die einem Team kompetenter Fachleute gestellte Aufgabe, die Konstruktion eines zeitgemässen Hochhauses, optimal zu lösen.

Adresse des Verfassers: *Stephan Schubiger*, dipl. Ing. ETH, SIA, ASIC, Firma Schubiger & Cie., Bauingenieure, Kleinstrasse 16, 8008 Zürich.

Bauträger, Projektierungsbüros, Firmen

Bauherrschaft: *E. Göhner AG*, Zürich; Architekt: *E. Rütti*, Zürich; Ingenieur: *Schubiger & Cie.*, Zürich; Unternehmer: *Brunner*, Winterthur; Mauerwerkelemente: *Preton*, Pfungen; Fassadenelemente: *Spezialbeton AG*, Staad.

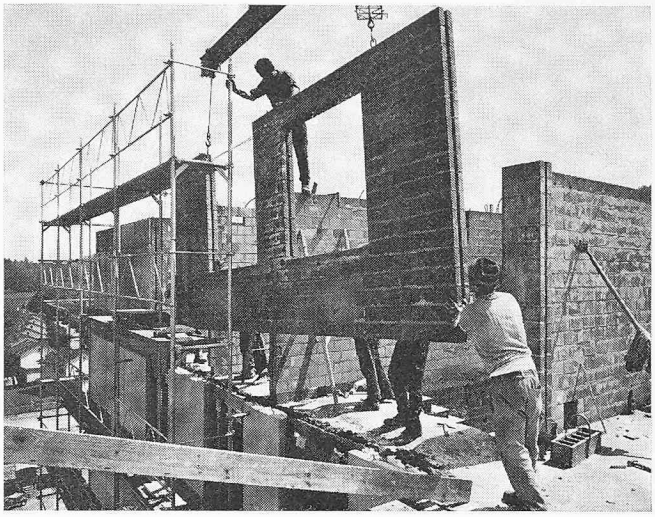


Bild 4. Montage eines Fassadenelementes im 17. Stock und Ansicht der Betonplatten des 16. Stockes

Neue Entwicklungen der konstruktiven Ausgestaltung von Fugen bei Betonkonstruktionen

DK 624.012.43

Von **H. Honegger**, Wil ZH

Die Verwendung immer hochwertigerer Baustoffe, die sorgfältige Ausnützung der Materialeigenschaften bei immer grösseren Bauwerken verlangt gezielten, sparsamen Einsatz von Fugen und sorgfältige konstruktive Durchbildung der angeordneten Fugen.

Die Fugen erlauben den Ausgleich von Bewegungen zur Vermeidung von Schäden infolge (nicht erkannter) Zwängungen. Das sonst monolithische Betontragwerk wird bei jeder Fuge unterbrochen. Dieser Unterbruch darf sich nicht ungünstig auf das Tragwerk auswirken, insbesondere ist darauf zu achten, dass die Fuge nicht zum Ansatzpunkt von Schäden oder Zerstörungen wird.

Die aufzunehmenden Bewegungen stammen entweder von ausserhalb des Tragwerkes (Baugrundbewegungen; Setzungen, Verschiebungen, Verdrehungen) oder haben ihren Ursprung im Bauwerk selbst. Aus Temperaturänderungen ergeben sich Längenänderungen. Auch Kriechen und Schwinden bringen Verkürzungen, die allerdings meist rasch abklingen. Die elastischen Deformationen aus Vorspannung und Eigengewicht sind bei der konstruktiven Ausbildung der Fugen im Normalfall nicht mehr massgebend, da sie bis zum Einbau der Fugenkonstruktionen meist ihren Endwert erreicht haben. Sorgfältig zu berücksichtigen sind die elastischen Deformationen infolge Nutzlast, Schnee- und Windbelastungen, Erdbebenwirkungen und Schockkräften.

Die Fugenkonstruktion hat verschiedene Bewegungen zwischen zwei Bauteilen schadenfrei aufzunehmen:

- Längenänderungen
- seitliche Verschiebungen
- Höhenänderungen
- Torsionen (Drehung in der Brückenachse)
- Rotationen (Knickwinkel in der Brückenachse im Aufriss wie auch im Grundriss).

Es ist Sache des Ingenieurs, diese «Randbedingungen» für die Fugenkonstruktion möglichst genau vorherzusagen (Bilder 1 und 2). Anschliessend hat er die konstruktive Durch-

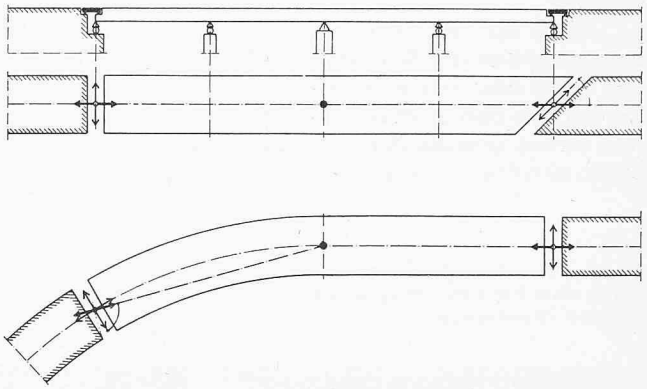


Bild 1. Schematische Darstellung der durch Fugenkonstruktionen aufzunehmenden Bewegungen

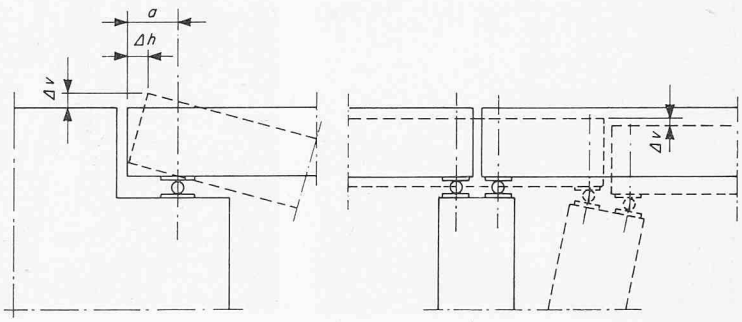


Bild 2. Schematische Darstellung von Brückenbewegungen. Links Durchbiegung, rechts Stützendrehung

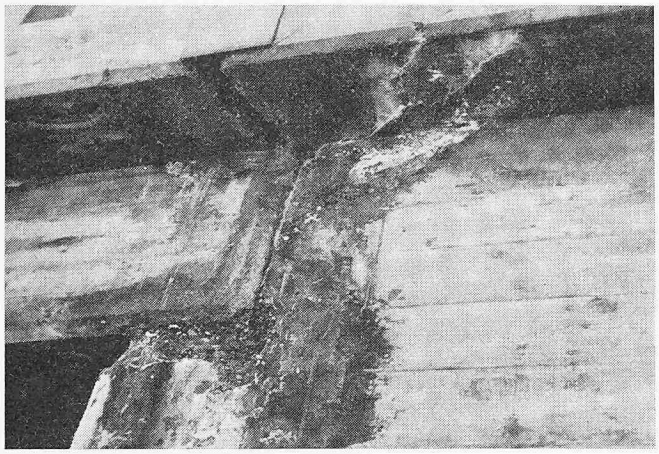


Bild 3. Beschädigung eines Brückenwiderlagers infolge undichten Fahrbahnüberganges

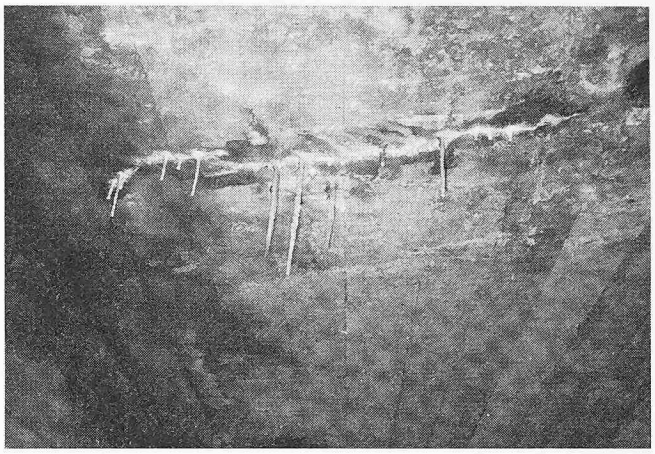


Bild 4. Kalkausblühungen in einer Parkgarage infolge undichter Fuge

bildung der Fuge zu bestimmen. Dabei wird er die Kosten (Material, Einbau, Unterhalt, Ersatz) wie auch die Qualität (Sicherheit, Fahrverhalten, Störanfälligkeit usw.) in Rechnung zu stellen haben.

Fugen sollten grundsätzlich wasserdicht gestaltet werden. Es ist zu verhindern, dass Wasser, oft noch durch Tausalze oder sonstwie verunreinigt, in die Fuge eintritt und sich unkontrolliert auf den Betonoberflächen verteilen kann. Die Schadenmechanismen des Wassers dürfen hier als bekannt vorausgesetzt werden (Bilder 3 und 4). Besonders gefährdet sind Zonen um Spannankerköpfe.

Eine wasserdichte Fugenabdichtung erlaubt oft, auf eine Entwässerungsrinne zu verzichten. Es entfallen dann nicht nur die Kosten für die Rinne selbst, sondern auch diejenigen für ihre Reinigung und den Unterhalt. Es ist aber eine Ermessensfrage, ob nicht im Hinblick auf nicht immer absolut zuverlässige Abdichtung infolge Beschädigungen (die Kautschuk-Dichtprofile sind die schwächsten Teile der Fugenkonstruktionen), fehlerhafter Ausführungen usw. aus Sicherheitsgründen nicht doch eine einfache Entwässerungsrinne eingeplant werden sollte.

Die in der Fugenspalte sich auswirkenden Bauwerks-Bewegungsgrössen und Richtungen dürfen nicht durch eingefallene Steine oder andere Festteile behindert werden, und müssen durch die elastischen Dehnprofile zwängungsfrei aufgenommen werden. Grundsätzlich sollte deshalb bei befahrbaren oder begehbaren Fugen-Übergangskonstruktionen neben dem grössten zulässiger Fugenspalt des Dehnprofiles auch eine nicht zu unterschreitende Fugenspaltgrösse zwischen den Stahlflächen der Randprofile und Lamellen von etwa 10 mm eingerechnet werden.

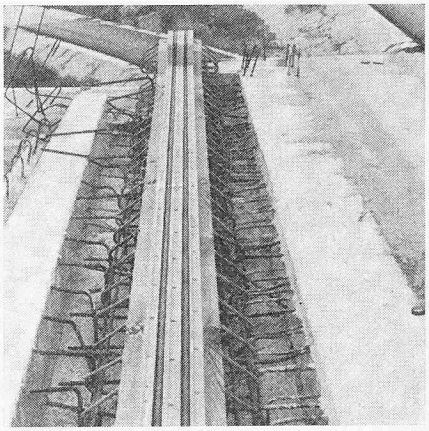
Fugen-Übergangskonstruktionen unterscheiden sich von Kitt- und Kautschuk-Dehnprofilen, die zwischen Betonkontaktflächen eingebaut werden, dadurch, dass beidseitig der Bauwerksfuge Randprofilträger aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff angeordnet und im Beton verankert werden. Solche Randprofilträger können zudem Anschlussflansche für Isolationen, Beläge oder Verputze aufweisen. Zwischen den Randprofilen werden die eigentlichen Dehnprofile eingebaut. Bei grösseren Dilatationen in Fugen von Fahrbahnen und Gehwegen wird die Überbrückung der grossen Bauwerksfuge durch zusätzlich angeordnete Lamellenträger in mehrere Einzelfugen unterteilt. Diese Lamellenträger werden über spaltüberbrückende, verschiebliche Querträger elastisch aufgelagert und gleichzeitig gegen Sogkräfte niedergehalten.

In den nachfolgenden Ausführungen werden einige Neuentwicklungen auf dem Gebiete von Fugen-Übergangskonstruktionen behandelt. Eine Vielzahl neuer Patente und Patentanmeldungen bietet dem Bau-Ingenieur neue Möglichkeiten für seine Konstruktionen. Man unterscheidet zwischen Fahrbahn-, Gehweg-, Industrieboden-, Fussboden-, Ecken-, Wand- und Decken-Übergangskonstruktionen, bei denen je nach Einsatzzweck nachfolgend genannte Minimalanforderungen erfüllt werden sollten:

Bild 5. Zerstörter Brückenbelag. Der Belag wurde ohne Fahrbahn-Übergangskonstruktion über der Bauwerksfuge aufgebracht

Bild 6. Beschädigte Übergangs-Randprofile in einer Brückenfahrbahn. Zu hoch verlegte Randprofile boten dem Schneepflug Angriffsflächen

Bild 7. Einsetzen eines Fahrbahnüberganges in eine Aussparung, Schnitt siehe Bild 16. Tauern-Autobahn bei Salzburg



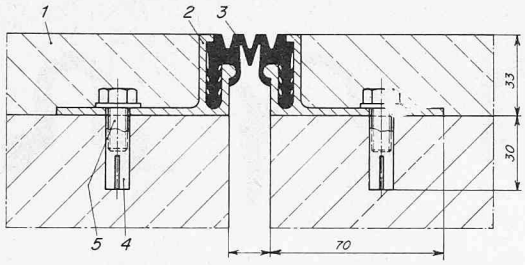


Bild 8. Übergangskonstruktion für Bodenbeläge

1 Bodenbelag
2 Anschlussprofil aus Metall oder Kunststoff
3 Kautschuk-Profilband
4 und 5 Dübel und Schraube zur Befestigung des Anschlussprofils

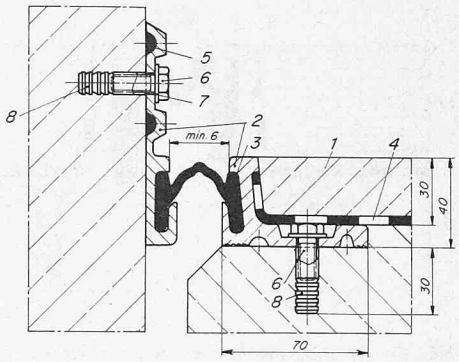


Bild 9. Übergangskonstruktion Bodenbelag-Wand (aufgehendes Mauerwerk oder Pfeiler)

1 Bodenbelag
2 Anschlussprofil, Extrudal
3 Kautschuk-Profilband
4 Isolationsschicht
5 Zellkautschuk-Dichtring
6, 7 und 8 Dübel, Nylon-Unterlagsscheibe und Schraube zur Befestigung des Anschlussprofils

- Bei der konstruktiven Ausbildung sind die Belastungs-Normen und alle gegebenen Lastfälle zu berücksichtigen.
- Die Verankerung der Randprofile im Beton der Tragwerke oder Bauteile soll robust sein; dabei sind die Erkenntnisse der Verankerungstechnik zu berücksichtigen, um mögliche Kerbwirkungen auszuschalten. Die Randprofile können in Aussparungen nachträglich einbetoniert werden; dabei soll die Bauwerksarmierung wenn möglich mit den Randprofilen verschweisst werden. Solche Aussparungen müssen vor dem Ausbetonieren sorgfältig gereinigt, ausgespült und aufgerauht werden, um einen guten Verbund von Alt- und Neubeton zu erreichen. Eine andere Befestigungsart ist die Verdübelung der Randprofilträger auf einem ebenen, sauberen Glattstrich.
- Der Randprofilträger-Anschlussflansch bei Anwendung von Isolationen, Belägen und Verputzen soll möglichst breit sein. Bei bituminösen Belägen muss zudem der Belag in ganzer Stärke bis an die vertikalen Flächen des Randprofils herangeführt werden, da gerade in diesem Bereich die Verkehrsbelastungen am grössten sind. Besteht der Tragwerks-Belag aus Asphaltbeton (dieser kann wasserdurchlässig werden), so empfiehlt sich im Anschlussbereich der Randprofile ein Gussasphaltband von rund 50 cm Breite in der ganzen Stärke anzuordnen, um die Wasserdichtigkeit zu verbessern. Der Belag soll gegenüber der OK-Fugenübergangskonstruktion überhöht werden, da seine Stärke durch Nachverdichtung und Verschleiss vermindert wird.
- Zur Anwendung kommt ein auswechselbares und sicher wasserdichtes Kautschuk-Dehnband, dreidimensional verformbar, mit guten Eigenschaften gegen chemische Einflüsse, Witterung und Alterung, mit hoher Weiterreissfestigkeit, Dehn- und Zugfestigkeit usw. Wölben sich die Dehnprofile beim Schliessen der Fugen nach oben, so werden allfällige Steine oder sonstige Feststoffe angehoben und durch den Verkehr wieder weggearbeitet; dadurch wird ein Verklemmen von Steinen meist verhindert und das Dehnprofil geschützt. Während den Einbetonierungs- und Belagsarbeiten müssen die Kautschuk-Dehnprofilbänder durch abriebfeste und hitzebeständige Folien abgedeckt werden. Es hat sich gezeigt, dass immer wieder Betonschlämme, bituminöse Isolations- und Belagsmassen auf die Kautschukprofile fallen. Gerade bei den bituminösen Materialien, welche bis zu 220 °C erwärmt werden, kann es vorkommen, dass dann bei Fehlen solcher Schutzfolien die Kautschukprofile verbrannt oder beschädigt werden. Dieses Abdeckband ist unmittelbar vor Inbetriebnahme der Verkehrsflächen vom Dehnprofil abzuziehen.
- Die Stahl- oder Aluminium-Oberflächen müssen unmittelbar vor Aufbringung des Oberflächenschutzes die richtige Vorbehandlung erhalten, wobei bei Stahlflächen eine Stahlkorn-Strahlung mit anschliessender Zink-Epoxydbeschichtung empfohlen wird. Bei Aluminium-Teilen sind die Oberflächen entweder mit einem Steinkohlen-Teerpechanstrich bei vorheriger Eloxierung der Betonkontaktflächen oder mit einer Einbrennlackierung auf der Basis von modifizierten Kunstharzlacken (Acryl) zu schützen.
- Der Ausbildung eines durchgehenden Fugenspaltes vom Tragwerk in die Übergangskonstruktion ist grösste Beachtung zu schenken; der Fugenspalt sollte vor dem Einbetonieren der Konstruktionen immer nachkontrolliert werden. Deformierbare Füllkörper oder Schalbleche eignen sich für diese Ausbildung des Fugenspaltes.

Fussboden-, Industrieboden- sowie Wand- und Decken-Übergangskonstruktionen

Die Übergangskonstruktionen der Bilder 8 bis 11 sind für Dilatationen von 15 bzw. 30, bzw. 60 mm ausgelegt. Zwischen Aluminium-Randprofilen werden hier Kautschuk-Dehnprofilbänder einmontiert. Diese Bänder weisen tannenzapfenartige Verankerungslappen auf, die mit konstanter Vorspannung innerhalb der langen, nach unten gerichteten Nute sowohl eine gute Wasserdichtigkeit als auch eine starke Verankerung ergeben. Sie können ausgewechselt werden. Für die Randprofile wird ein wetterbeständiges, hochwertiges Aluminium verwendet, das neben einer Eloxierung als Oberflächenschutz einen zusätzlichen Steinkohlen-Teerpechanstrich im Bereiche der Betonkontaktflächen erhält. Diese Profile werden über Dübelschrauben und -hülsen auf einen ebenen, sauberen, trockenen Glattstrich im Beton verankert. Für den Glattstrich ist hochwertiger Mörtel zu verwenden, oder er ist direkt mit dem Konstruktionsbeton zu erstellen. Diese Verankerung nimmt auch Kräfte aus den Temperaturspannungen infolge der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten zwischen Beton und Aluminium auf. Die Stösse der Aluminium-Randprofile werden geschweisst. Horizontale und vertikale Knicke wie auch T- und Kreuzausbildungen werden vorfabriziert. Für den fachgerechten Anschluss von Isolationen und Belägen sind Anschlussflansche vorgesehen. Diese Fugentypen werden vor allem für begehbare und langsam befahrene Flächen eingesetzt. Eine recht interessante Lösung kann bei Eckfugenausbildungen im Bereiche von aufgehendem Mauerwerk oder entlang von Pfeilern angewendet werden. Neben dem vorher beschriebenen horizontalen Randprofil wird an der vertikalen Betonfläche ein Aluminium-Profil über eine verformbare Moosgummischnur mit Dübel-Schrauben und -hülsen, wasserdicht befestigt. Zwischen diesen beiden Randprofilen wird dann wieder das normale Kautschuk-Dehnprofilband auswechselbar einmontiert (Bild 9).

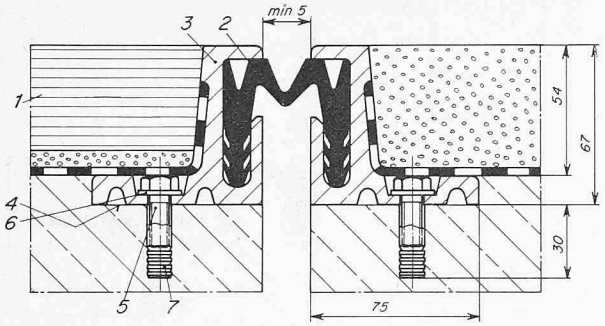


Bild 10. Übergangskonstruktion für Bodenbeläge
1 Bodenbelag
2 Anschlussprofil, Extrudal
3 Kautschuk-Profilband
4 vorbereitete Unterlage, Glattstrich
5, 6 und 7 Dübel, Unterlagsscheibe aus Nylon und Schraube zur Befestigung des Anschlussprofils

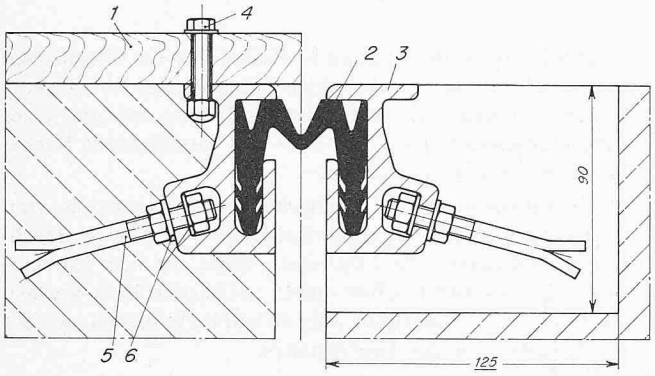


Bild 11. Übergangskonstruktion für Bodenbeläge
1 Schalbrett
2 Kautschuk-Profilband
3 Anschlussprofil aus Aluminium
4 Befestigungsschraube Schaltbrett-Anschlussprofil
5 Ankerschraube, wird eingegossen
6 Unterlagsscheiben aus Nylon

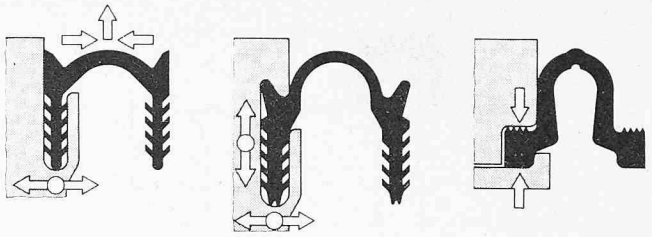


Bild 12. Links tannzapfenartiges Dehnprofilband mit konstanter horizontaler Vorspannung innerhalb der langen nach unten gerichteten Nute des Stahlrandprofiles (zulässiger Dehnweg 30 mm). Mitte das gleiche Dehnprofilband. Die oben im Stahlrandprofil angeordnete Nute spannt das Band zusätzlich konstant vertikal vor (zulässiger Dehnweg 50 mm). Rechts Profilbandverankerung durch Anpressen der gerillten Profilbandenden unter den Auskragungen des Stahlrandprofils (zulässiger Dehnweg 60 mm)

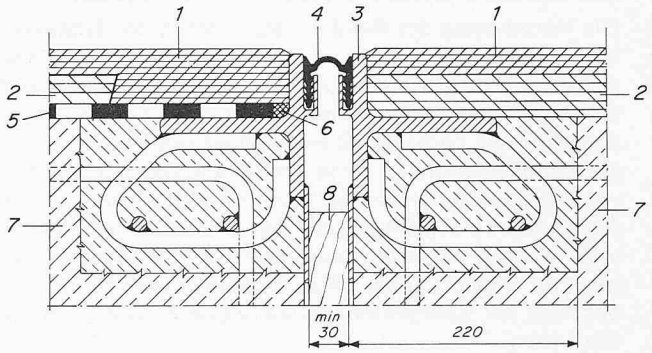


Bild 13. Fahrbahn- und Gehweg-Übergangskonstruktion
1 Deckschicht (Verschleissschicht)
2 Schutzschicht (Binder)
3 Stahlrandprofil
4 Kautschuk-Profilband
5 Isolation
6 Isolationsanschluss (Kitt)
7 Beton mit Aussparung
8 Fugeneinlage

Eine weitere Konstruktion zeigt Bild 11, bei der am Randprofil seitenverschiebliche Anker verschraubt werden. Die Lage der Anker kann je nach gegebener Lage von Armierungseisen, Spannankerköpfen gewählt werden. Dieser Konstruktionstyp wird neben horizontalen Fugenausbildungen hauptsächlich für stark beanspruchte Vertikalfugen bei Stützmauern, Kraftwerk Maschinenhallen-Fassaden usw. angewendet.

Alle vorgenannten Konstruktionsarten können als Ganzes mit bereits einmontiertem Kautschuk-Dehnprofilband und anmontierten Transport-, Voreinstell- und Versetz-Traversen auf die Baustelle angeliefert und versetzt werden. Die Randprofile können auch einzeln, unabhängig voneinander mit einer Distanzlehre versetzt werden. Diese Versetzart erlaubt es, dass die Fugeneinlagen im Beton von oben her zwischen den beiden Randprofilen eingeschoben und auch wieder entfernt werden können. Das Kautschuk-Dehnprofilband kann anschliessend zwischen die Randprofile einmontiert werden. Bei der Ausführung gemäss Bild 11 kann das Randprofil (ohne Profilband) mit besonderer Spann- und Distanzi-Vorrichtung an der Schalung (bei Vertikalfugen) befestigt werden.

Fahrbahn- und Gehweg-Übergangskonstruktionen mit einem elastischen Dehnprofil

Die seitliche Verankerung der Dehnprofilbänder wird bei den Übergangskonstruktionen nach Grösse des zulässigen Dehnweges und der sich daraus ergebenden Beanspruchungen ausgebildet (Bilder 12, 13 und 14).

Die Stahlrandprofile werden entweder in stranggepresster oder zusammengeschweisster Art (gewalzte Normalprofile) hergestellt und entsprechen den Stahlqualitäten St 37 oder St 52–3. Bei diesen Randprofilarten können Anschlussflansche für verschiedene Belags- und Isolationsstärken gewählt werden. Leider kommt es immer wieder vor, dass erst nach Einbau der Übergangskonstruktion die Art der anzuschliessenden Isolation sowie des Belages festgelegt wird. Dies kann dazu führen, dass die Belagsstärke im Anschlussbereich zur Übergangskonstruktion schwächer ist als diejenige des übrigen Tragwerkbelages. Diese Schwächung liegt zudem im Bereiche ständiger dynamischer Stösse durch das Überfahren der Fahrzeuge (Sprungschanze) und kann zu Auswalkungen führen. Diese Beanspruchung wird noch grösser, wenn die Belagsstärke infolge Nachverdichtung und Verschleiss (Spikes usw.) aus der andauernden Verkehrsbelastung vermindert wird. Als Folge davon liegt die Oberkante des Fugenüberganges dann höher als der Belag. Dadurch wird auch die Fugenübergangs-Konstruktion stärker den Stossbelastungen aus dem Verkehr ausgesetzt. Schneepflüge, welche auf OK-Belag eingestellt werden, können zum Beispiel ernsthafte Beschädigungen am Fugenübergang verursachen (Bild 6). Die Verankerung der Randprofile durch die bewährten Rundeisenanker (keine Kerbwirkungen) wird durch eingeschweisste Quereisen verbessert, wobei die Tragwerkarmierung ebenfalls durch Verschweissen an die Randprofilanker verbunden wird. Es ergibt sich ein monolithischer Querverbund des Aussparungsbetons.

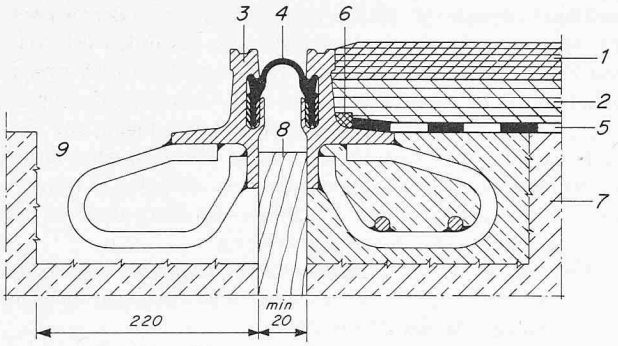


Bild 14. Fahrbahn- und Gehweg-Übergangskonstruktion

1 Deckschicht (Verschleissschicht)
2 Schutzschicht (Binder)
3 Stahlrandprofil
4 Kautschuk-Profilband
5 Isolation
6 Isolationsanschluss (Kitt)
7 Beton mit Aussparung
8 Fugeneinlage
9 Aussparung

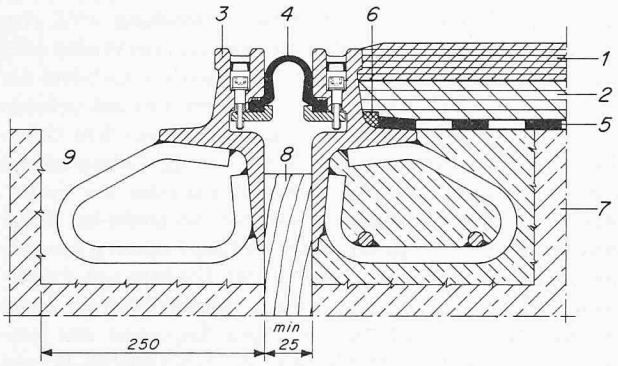


Bild 15. Fahrbahn-Übergangskonstruktion

1 Deckschicht (Verschleissschicht)
2 Schutzschicht (Binder)
3 Stahlrandprofil
4 Kautschuk-Profilband
5 Isolation
6 Isolationsanschluss (Kitt)
7 Beton mit Aussparung
8 Fugeneinlage
9 Aussparung

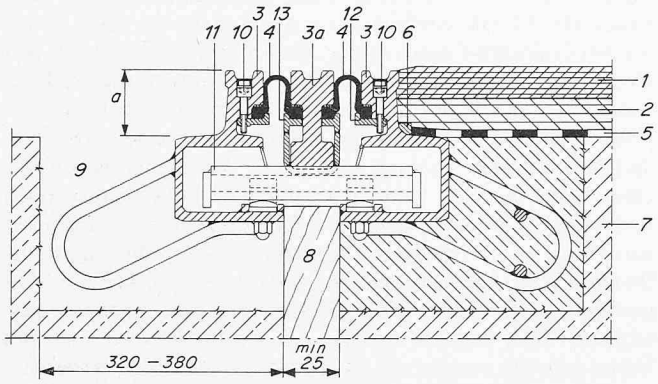


Bild 16. Fahrbahn-Übergangskonstruktion für grossen Dehnweg mit einer Mittellamelle. Bild 7 zeigt diese Konstruktion beim Einbau

1 Deckschicht (Verschleissschicht)
2 Schutzschicht (Binder)
a Gesamtstärke der Deck- und Verschleissschicht
3 Stahlrandprofil
3a Mittellamelle
4 Kautschuk-Profilband
5 Isolation
6 Isolationsanschluss (Kitt)
7 Beton mit Aussparung
8 Fugeneinlage
9 Aussparung
10 Edelstahlschraube mit Innensechskant und Nylonunterlagsscheibe
11 Auflagertraverse
12 und 13 Klemmprofile für Kautschuk-Profilband

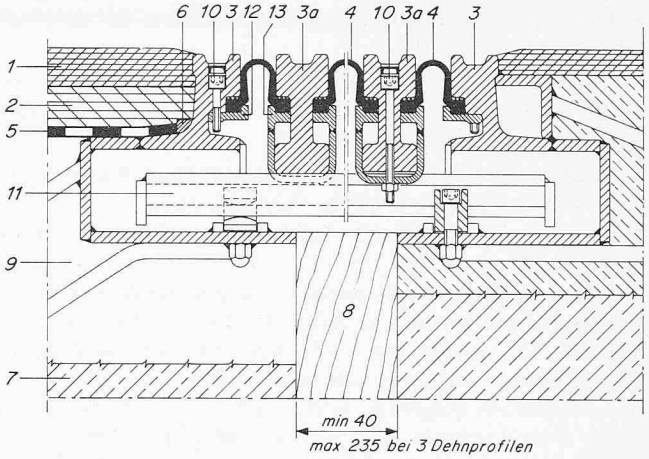


Bild 17. Fahrbahn-Übergangskonstruktion für sehr grossen Dehnweg mit zwei Mittellamellen. Zahlenlegende siehe Bild 16

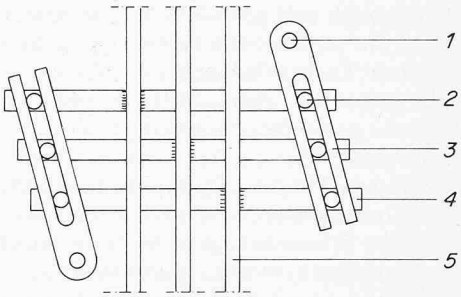
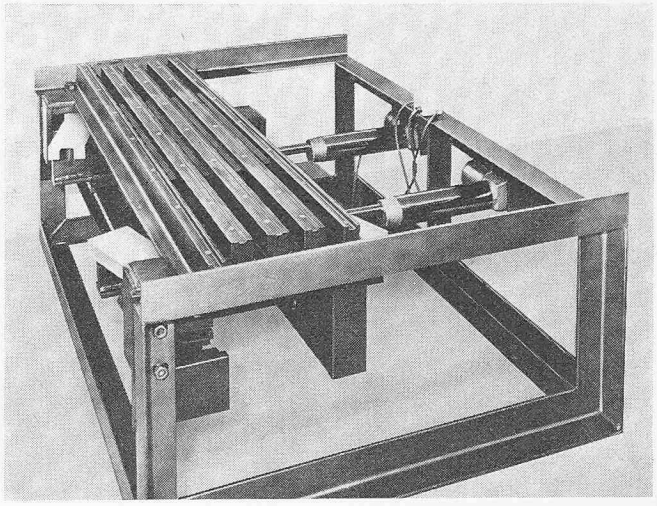


Bild 19. Synchronsteuerung für die Mittellamellen der Fahrbahn-Übergangskonstruktion

1 Drehzapfen
2 bewegliche Lagerung, Drehzapfen
3 Zange für synchrone Lamellenverschiebung
4 Auflagertraverse
5 Mittellamellen, je mit einer Auflagertraverse verschweisst

Bild 18. Fahrbahn-Übergangskonstruktion mit drei Mittellamellen zur Prüfung und Demonstration in der Werkstatt aufgebaut. Synchronsteuerung siehe Bild 19



Fahrbahn- und Gehweg-Übergangskonstruktionen mit mehrfach angeordneten Dehnprofilen

Bei den Fugen-Übergangskonstruktionen mit mehr als einem Dehnprofilband stellen sich zusätzliche Anforderungen wobei folgende Punkte wichtig sind:

- Alle Fugenspalten sollen in jeder Stellung gleich breit bleiben,
- Möglichst wenige bewegliche Verschleissteile,
- Robuste, stossdämpfende Auflagerung und Niederhaltung der Träger.

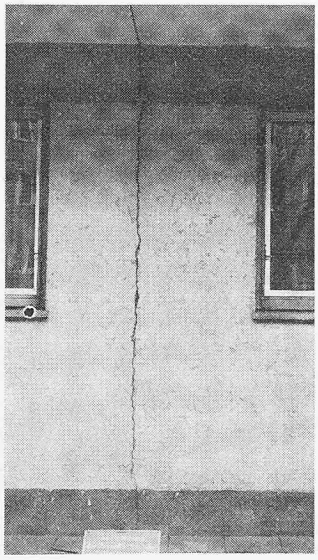
Die nachfolgend beschriebenen Konstruktionen nehmen horizontale Dehnwege von 140, 205, 270, 335, 400, 465, 530, 595, 660, 725 und 790 mm auf (Bilder 15 bis 19). Sie ermöglichen durch eine neuartige, federlose Parallelogramm-Steuerung (die nötigenfalls ausgebaut werden kann) eine stets gleichbleibende Dehnwegverteilung auf jedes Dehnprofil. Die Steuerorgane sind beidseitig des Spaltes untergebracht. Dadurch können alle Dilatationen und Kontraktionen des Bauwerkes, aber auch seitliche Verschiebungen, ein Anheben oder Senken und sogar Verdrehen derselben aufgenommen werden. Alle diese Bewegungen machen die jeder Fugenseite zugeteilten und voneinander unabhängig wirkenden Steuerorgane mit, da sie nicht miteinander verbunden sind. Dadurch, dass keine Federn mehr verwendet werden müssen, entfällt ein immer wieder zu kontrollierendes und periodisch zu ersetzendes Konstruktionselement. Die mechanische Verklemmung der Dehnprofile mittels rostfreier Edelstahlschrauben (säure- und korrosionsbeständig) gibt gerade bei Mehrfach-Dehnprofil-Übergangskonstruktionen eine grosse Betriebssicherheit. Im Gegensatz zu dieser Verankerungsart besteht bei vorgespannten Dehnprofilverklemmungen die Möglichkeit, dass die Elastizitätswirkung im Laufe der Jahre abgebaut wird, so dass die Funktionstüchtigkeit wie auch die Wasserdichtigkeit in Frage gestellt wird. Bei dieser Konstruktion kommt auch eine neuartige Niederhalterung der Quertraversen zur Anwendung, bei der über seitlich auskragende Stahlteile beidseitig der Quertraverse eine Verspannung auf ein Gleitpolster (Blockpolymerisat-Kautschuk) angeordnet ist.

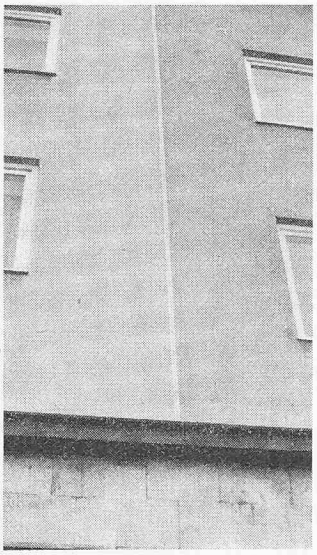
Wand-, Fassaden- und Deckenfugen-Übergangskonstruktionen

Bei diesen Fugenarten unterscheidet man zwischen Aussen- und Innenfugen, wobei die Aussenfugen auf alle Fälle wasserdicht (Schlagregen usw.) ausgebildet werden sollten.

Bild 20, links. Unkontrolliert gerissener Fassadenputz längs einer Fuge

Bild 21, rechts. Der Fassadenputz wurde längs einer Fuge getrennt und abgedeckt. Die Abdeckung dient als Schutz und bringt gleichzeitig ein sauberes Aussehen





Innenfugen werden je nach Anforderung entweder wasserdicht oder nur mit einer aus ästhetischen Gründen erforderlichen Fugenabdeckung versehen. Bei Fassaden mit Verputzschichten muss je nach Fugenspiel zur Aufnahme der Spannungen, Dehnungen, Schrumpfungen und Setzungen, zur Verhinderung der sonst auftretenden Risse ebenfalls eine elastische bewegliche Übergangskonstruktion eingebaut werden. Dabei ist ein fachgerechter Anschluss des Verputzes an die Randwinkel und den Untergrund wichtig.

Die abgebildeten Konstruktionstypen ergeben ausserdem einen sauberen Abschluss von Gerade- und Eckfugen in Wänden und Decken (Bilder 21 bis 24).

Zwischen zwei Leichtmetall-Randprofilen ist ein elastisches Dehnprofil auswechselbar verankert. Die seitlich auskragenden gelochten Schenkel der Trägerschiene (oder auf Putzstärke zurechtgebogenes Streckmetall) ermöglichen in den grossen Bohrungen einen örtlichen Verbund des Putzes mit dem Bauwerksgrund und geben dadurch dem Profil einen zusätzlichen Halt. Primär werden jedoch diese Schenkel durch Spezial-Stahlnägel befestigt. Das elastische Dehnprofil bleibt, soweit es sichtbar ist, immer gerade, d. h. es können sich beim Öffnen oder Schliessen der Fuge keine Falten oder Spalten im Kautschukprofil bilden. Durch diese Ausbildung wird eine erste Dichtfunktion erfüllt. Sollten trotzdem einmal Wasser oder andere Fremdkörper hinter diesen Teil gelangen, so bildet der schlaufenförmige, leicht vorgespannte hintere Teil den sicheren Schutz, da er nochmals eine Verbindung zwischen dem Dehn- und Leichtmetall-Profil herstellt. Sollte sich die Dehnungsfuge einmal über das vorgegebene Mass öffnen oder die Fugenränder sich gegenseitig längs verschieben, so bleibt bei dieser Konstruktion der Einlage auf jeden Fall die Dichtung gewährleistet; dabei wird die Verankerung der Leichtmetall-Trägerschiene mit dem Mauerwerk bzw. dem Bauwerkskörper kaum stark beansprucht. Auch bei allfälligen Setzungen des Bauwerks bleiben die Dehnprofile mit den Leichtmetall-Trägerschienen gleitend verbunden. Für den Transport und die Montage deckt ein Klebestreifen den sichtbaren Teil der Profilkonstruktion ab, damit diese nicht verschmutzt wird. Nach Beendigung der Arbeiten zieht man diese Streifen ab (Bild 23).

Die Fugenabdeckungen gemäss Bild 22 werden zum Schutz von Belägen, Verputz usw., sowie zum Erzielen eines sauberen Aussehens der Dehn- oder Arbeitsfugen angewandt. Sie werden in Decken, Wänden, Ecken und, wenn es technisch vertretbar ist, sogar in Fussböden eingesetzt. Das Abdeckprofil besteht aus Aluminium, Kautschuk oder Kunststoff und weist Nuten für Klemmfedern auf. In Abständen von rund 20 cm werden Edelstahl-Federn in das Abdeckprofil einmontiert. Mit Hilfe dieser Stahlfedern bzw. Klammern werden die Abdeckprofile auf die Bauwerkfläche druckknopfartig aufgedrückt, wobei sich die Federn in den Fugenspalt pressen. Die Abdeckprofile liegen dadurch unter einer Vorspannung auf der Oberfläche, die sich beim Schliessen des Fugenspaltes noch vergrössert. Die Abdeckprofile können für Fugenspaltgrössen von 10 bis 60 mm eingesetzt werden, wobei an die Fugenausführung keine hohen Ansprüche gestellt werden. Die Abdeckprofile müssen weder eingemörtelt, genagelt, gebohrt, verschraubt noch verklebt werden. Die Profile können auch um Ecken gebogen werden; sie haben sich als dauerhaft erwiesen.

Die in Bild 25 gezeigte Fugenabdeckung ist wasserdicht, jedoch gegen Beschädigung schlecht geschützt und deshalb nur bei nicht begangenen Böden anzuwenden. Beidseitig der Fuge wird ein Aluminium-Klemmprofil über Dübelschrauben und -hülsen befestigt. Anschliessend wird unter die losen Klemmprofile ein Kunststoffprofil mit verquetschbaren Seitenenden geschoben. Nun werden die Dübelschrauben angezogen, wobei über die Betonkontaktflächen ein wasserdichter Verschluss erreicht wird. Die Aluminium-Klemmprofile werden in den Oberflächen eloxiert.

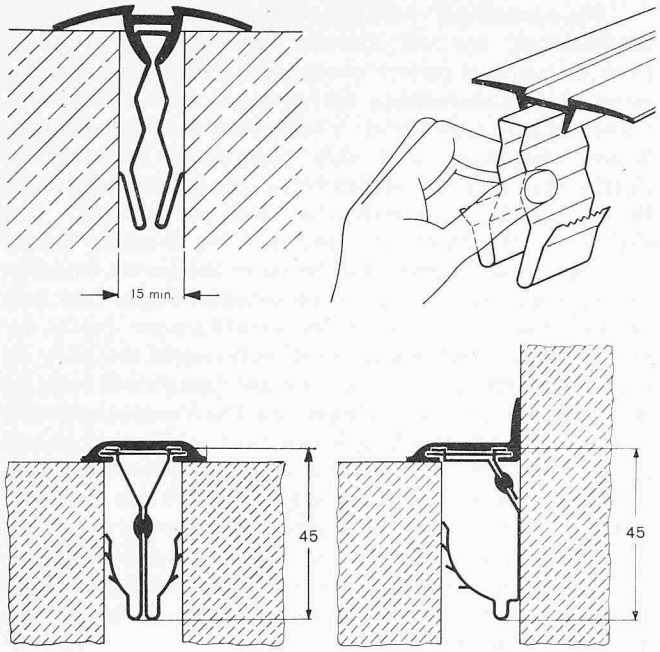
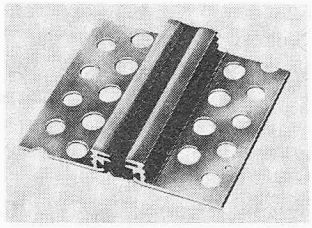


Bild 22. Fugenabdeckungen. Diese dienen vorwiegend dem sauberen Aussehen der Fuge. In eine Deckleiste aus Leichtmetall oder Kunststoff werden alle 20 cm Stahlfedern eingesetzt. Mit diesen Stahlfedern, die sich – druckknopfartig – in der Fuge festhaken, wird die Abdeckung festgemacht. Diese Fugenabdeckungen erlauben auch saubere Rand- und Eckanschlüsse



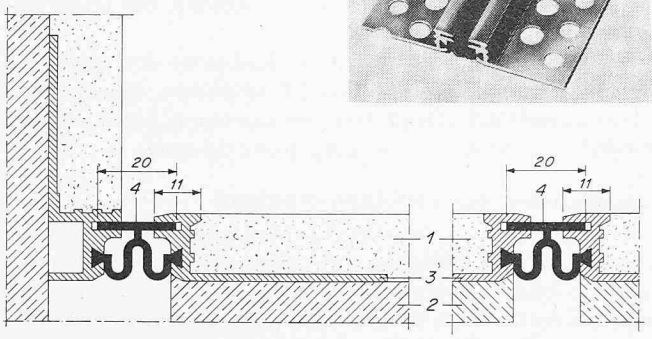


Bild 23. Fugenabdichtungsprofil für verputzte Flächen, bzw. Bodenbeläge

1 Verputz bzw. Bodenbelag
2 Tragkonstruktion, Mauerwerk oder Beton
3 Randprofil mit gelochtem Schenkel, der eine gute Befestigung erlaubt
4 Kautschuk-Profilband ergibt zwei hintereinanderliegende Dichtungsebenen

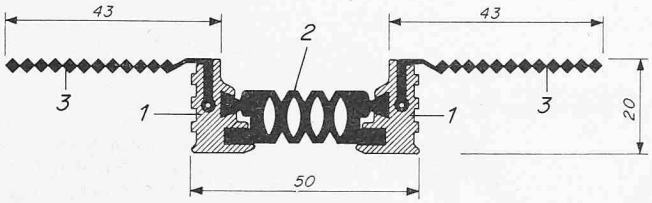


Bild 24. Fugendichtung

1 Randprofil aus Metall oder Kunststoff
2 Kautschuk-Profilband, die zellenförmige Ausbildung erlaubt einen grossen Dehnweg
3 Streckmetall zum Eingiessen

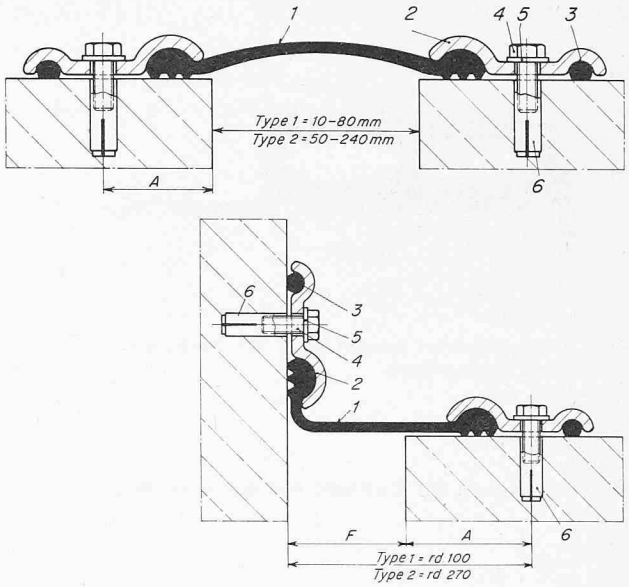


Bild 25. Wasserdichte Abdeckung von Fugenspalten

1 Weich-PVC-Profilrinne
2 Aluminium-Klemmprofil
3 Zellkautschuk-Dichtring
4, 5 und 6 Dübel, Unterlagsscheibe aus Nylon und Schraube zur Befestigung des Klemmprofils
A ein minimalerAbstand von 30 bis 60 mm ist hier einzuhalten, damit die Verankerung den Beton nicht wegsprengt
F Fugenspalt

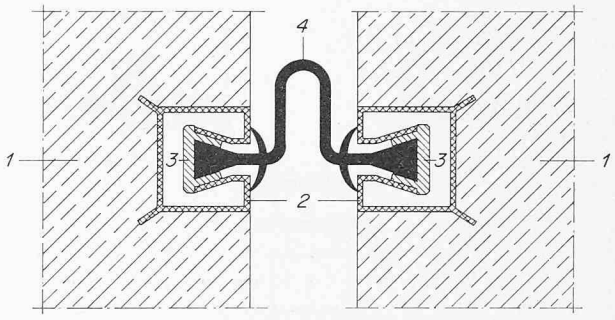


Bild 26. Fugenausbildung zwischen vorfabrizierten Elementen, für ein Fugenspiel von 5 bis 30 mm

1 Beton
2 einbetoniertes Trägerprofil aus Kunststoff
3 Aluminiumprofil, das zum besseren Einschieben des Dichtungsprofiles mit diesem fest verbunden ist
4 Dichtprofil aus Kautschuk mit Dichtungslippen

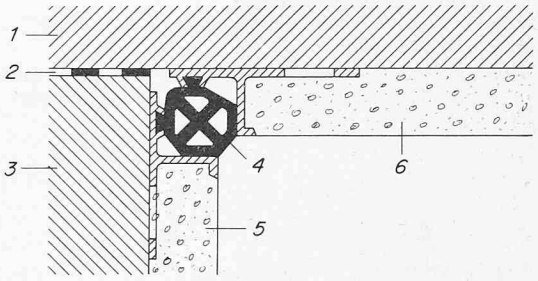


Bild 27. Anschlusskonstruktion Decke-Wand, innen

1 Decke
2 Deckenauflager
3 Wand
4 Kautschuk-Profil in Aluminium-Randprofilen; diese Randprofile werden auf das Mauerwerk bzw. die Decke aufgenagelt und verputzt
5 Wandverputz
6 Deckenverputz

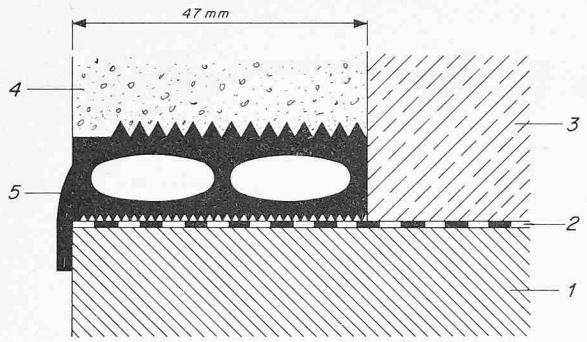


Bild 28. Konstruktive Ausgestaltung der Aussenwand bei einem Deckenauflager

1 tragende Wand
2 Deckenauflager
3 betonierte Decke
4 Putz
5 Kautschukprofil mit Tropfnase und Haftverzahnung

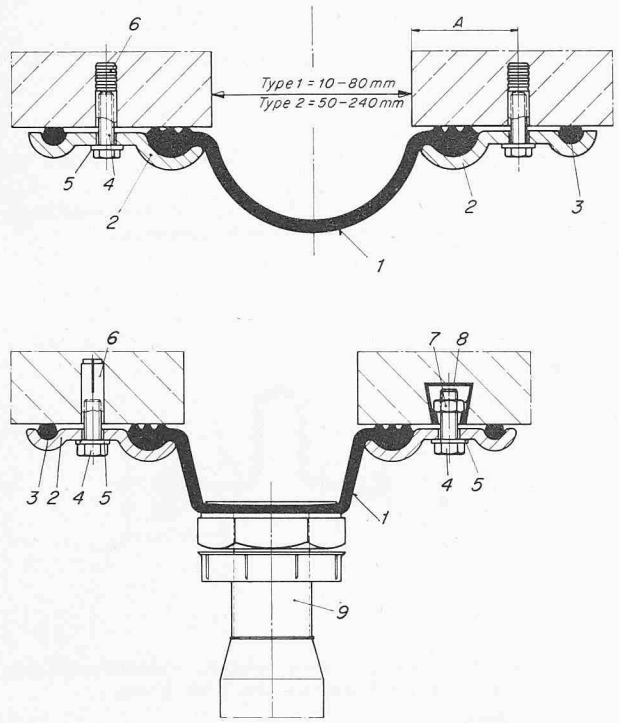


Bild 29. Auswechselbarer unterer Abschluss einer Fuge, die als Rinne ausgebildet ist. Unten der dazugehörende Vertikalablauf

1 Weich-PVC-Profilrinne
2 Aluminium-Klemmprofil
3 Zellkautschuk-Dichtring
4, 5 und 6 Dübel, Nylon-Unterlagsscheibe und Schraube zur Befestigung des Klemmprofils
7 und 8 Verschraubung in einbetonierte Ankerschiene
9 Vertikalablauf
A ein minimaler Abstand von 30 bis 60 mm ist hier einzuhalten, damit die Verankerung den Beton nicht wegsprengt

Die Ausbildung von Fugen zwischen vorfabrizierten Betonelementen, wie beispielsweise Fassadenteilen, erfordern einen dichten und sauber aussehenden Fugenverschluss, der neben Materialspannungen, hervorgerufen durch Temperaturschwankungen, auch starken Windkräften und Witterungseinflüssen standhalten muss. Beim nachfolgend beschriebenen Fugensystem (Bild 26) werden bereits bei der Herstellung der Betonfertigteile Trägerprofile in diese einbetoniert. Das eigentliche Dichtprofil wird dann auf der Baustelle laufend von oben in die Trägerprofile der fertig montierten Betonelemente eingeschoben. In die so abgedichteten Fugen kann kein Wasser eindringen, da es an den scharfkantigen Zapfen der Profile abläuft. Das System eignet sich sowohl für Kalt- als auch für Warmfassaden. Die zulässige Fugenbreite kann im Bereich von 10 bis 40 mm liegen, die Fluchtungstoleranz beträgt ±5 mm. Die Randprofile bestehen aus einem hochwertigen, schlagfesten, alterungs- und witterungsbeständigen, hellgrauen Kunststoff. Das eigentliche Dehnprofil aus alterungsbeständigem Kautschuk ist in den beiden Seitenenden in ein Aluminium-Profil einmontiert, das ein störungsfreies Einschieben in die Randprofile gewährleistet. Besondere Befestigungsvorrichtungen ermöglichen einen rationellen Einbau an den Seitenschalungen.

Für Bewegungsfugen-Ausbildungen bei Gleitlagern (Gleitfolien) oder Elastomere-Lagern (Verformungspolstern) ergeben sich im Abschlussbereich von Aussenfassaden und Inneneckbereichen zwischen Wand und Decke Forderungen, die zur Ausbildung einer konsequent durchgeführten Bewegungsfuge geführt haben. Dabei müssen aber ästhetische Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Die Konstruktion gemäss Bild 27 weist auf jeder Seite ein Randprofil aus Aluminium auf, das auf dem Mauerwerk bzw. der Deckenuntersicht aufgenagelt wird. Dazwischen ist ein verformbares Kautschuk-Dehnprofil einmontiert, welches alle Längenänderungen der Decke oder des Flachdaches in sich aufnehmen kann. Anschliessend wird der Verputz auf die Schenkel des Trägerprofils angeschlossen.

Bei Aussenfugen wird auf der Randzone des Lagers das dehnbare Kautschukprofil (Bild 28) aufgeklebt, das eine nach unten ausgebildete Tropf- bzw. Wassernase aufweist, die verhindert, dass Wasser in die Lagerebene eindringt.

Fugenentwässerungen mit Dehnprofilrinnen

Bei defekten, sonst wasserdichten Fugenübergangs-Konstruktionen oder Kittfugen, kann das durchsickernde Meteor-, Tausalz- oder Schmutzwasser grosse Schäden verursachen. Bei den konventionellen Schleppblech-, Fingerauszug- und Rollverschluss-Übergangskonstruktionen, wo das zwischen den Konstruktionsteilen hindurchfliessende Wasser über Tropfnasen in eine Entwässerungsrinne geleitet wird, können durch Defekte oder Rinnen-Verstopfungen Folgeschäden entstehen. Bei Brücken und anderen Tragwerken, besonders bei mehrgeschossigen Parkgaragen, können solche durchsickernde oder durchfliessende Wasser nicht nur Schäden am Bauwerk, son-

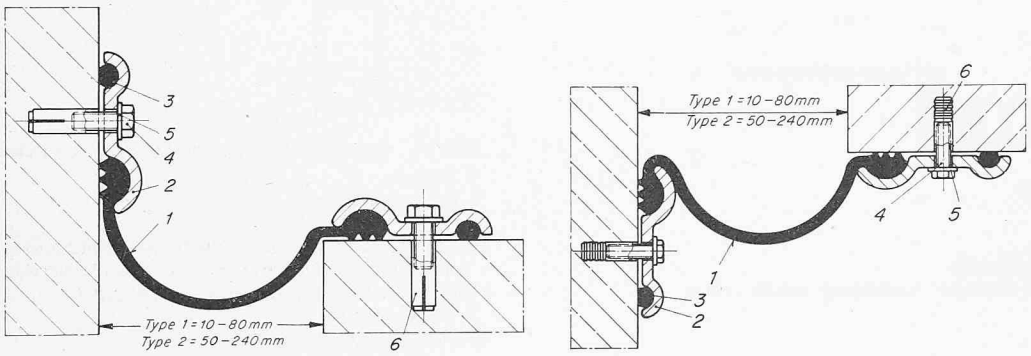


Bild 30. Wasserdichter Abschluss einer Fuge zwischen Wand und Decke, oben bzw. unten an der Decke angebracht. Der entstehenden Rinne kann durch das Anordnen der Befestigungen ein leichtes Gefälle gegeben werden. Zahlenlegende siehe Bild 29

dern auch Lackschäden bei parkierten Autos anrichten. Das durch die Fuge durchfliessende Wasser kann sich unkontrollierbar an den Decken verteilen und tropft dann irgendwo ab (Bild 4). Die Konstruktionen gemäss Bildern 29 und 30 sind als bewegliche Entwässerungsrinnen bei verschiedensten Fugen zu verwenden, die seitlich abzudichten sind. Die Rand-Aluminium-Profile werden mit Dübel, Hülsen und Schrauben über eine zusätzlich dichtende Moosgummischnur auf der Betonfläche befestigt, wobei zugleich auch der Klemmbereich des Kunststoffrinnenbandes wasserdicht auf die Betonflächen verquetscht wird. Dadurch, dass der Klemmbereich des Dehnrinnenbandes einen eigentlichen Verquetschungsbereich durch Zähne aufweist, können auch beschränkte Unebenheiten in den Betonflächen abgedichtet werden. Ein Rinnengefälle kann durch die Anordnung der Klemmprofile erreicht werden. Am tiefsten Gefällspunkt kann dann ein Vertikalablauf mit Kunststoffrohren angeordnet werden. Für Reinigungsarbeiten muss nur eine Seite der Alu-Klemmprofile abmontiert werden. Eckfugen-Ausbildungen sind möglich.

Bild 31 zeigt eine Kombination der Lösung eines Fugenüberganges mit einer Entwässerungsrinne für Gehwege. Diese Gehweg-Schleppblechausführung kann besonders für grössere Dilatationen und zu erwartende Vertikalverschiebungen (Setzungen) eingesetzt werden. Die wasserdichte Befestigung der Entwässerungsrinne beidseits des Fugenspaltes und innerhalb der Übergangskonstruktion, sowie die Ausbildung eines Vertikalablaufes am tiefsten Gefällspunkt (wählbar), verhindert, dass solches Wasser unter der Rinne Betonflächen befeuchten kann und bei Eisbildungen Folgeschäden verursacht.

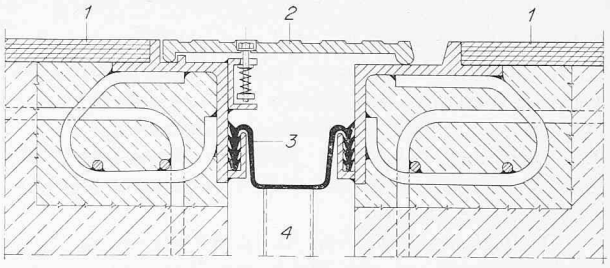


Bild 31. Fugenübergang für Gehweg mit Schlepplatte und Entwässerungsrinne

1 Belag
2 Schlepplatte
3 elastisches Rinnenband
4 vertikales Ablaufrohr

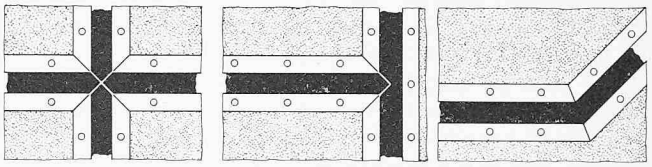


Bild 32. Der Ausbildung von sauberen, dichten Kreuzungspunkten, T-Zusammenschlüssen und Abwinklungen ist beim Planen und Verlegen von Fugen grösste Sorgfalt zu widmen

Schlussbemerkungen

Die funktionstüchtige, und vor allem auch wasserdichte Ausbildung jeder Fugenübergangskonstruktion steht und fällt mit der fachgerechten, konstruktiven Detailausbildung in den Bereichen von Gefällsknicken, Kreuzungspunkten, horizontalen Abwinklungen und vertikalen Aufwinklungen. Dabei ist vor allem bei horizontalen Fugen darauf zu achten, dass die Fugen-Übergangskonstruktionen wannenmässig an den Seitenabschlüssen hochgezogen werden, um diese Zonen gegen das anlaufende und sich stauende Oberflächenwasser zu dichten. Es ist nicht empfehlenswert, solche Aufwinklungen durch andere Dichtungsmaterialien zu erstellen, da die Verbundstellen sonst starken Beanspruchungen ausgesetzt werden. Es zeigt sich immer wieder, dass es nötig ist, dass man sich bereits im Zeitpunkt der Planung und der Festlegung des statischen Systems mit der Anordnung und Verlaufsrichtung des Fugenüberganges eingehend und kritisch befassen sollte. In vielen Fällen wurden bisher durch recht komplizierte Anordnungen der Fugen beträchtliche Kosten in der Konstruktionsausbildung des Fugenüberganges verursacht. Dabei sollten die Ausbildungen im Bereiche von Pfeilern, Zwischenwänden, Konsolen usw. besonders beachtet werden. Das statische System muss deshalb auch im Hinblick auf eine wirtschaftliche und zuverlässige Fugenanordnung und -ausbildung überprüft werden.

Adresse des Verfassers: *Heinz Honegger*, Wendelbuck, 8196 Wil ZH; Heinz Honegger AG, Lochmühle, Postfach 18, 8427 Rorbas ZH.

Sämtliche abgebildeten Konstruktionen entstammen dem Herstellungs- bzw. dem Vertriebsprogramm der «Honel», Rorbas, und sind patentrechtlich geschützt.

Francisturbinen von 820000 PS für das Grand-Coulee-Kraftwerk

DK 621.224

Das Wasserkraftwerk am Columbia-Fluss in North Central Washington, USA, besteht aus der Grand-Coulee-Staumauer, die den Franklin-D.-Roosevelt-See aufstaut, sowie auf jeder Seite der Staumauer je einer Zentrale, jede gebaut für neun Einheiten von 108 MW, und einer Pumpstation mit sechs Pumpengruppen von je 65000 PS. Eine dritte Kraftzentrale befindet sich im Bau. Sie ist für sechs vertikalachsige Turbinengruppen vorgesehen, von denen die drei ersten 820000 PS (Generatorleistung 600 MW) bei 87 m Fallhöhe und 72 U/min leisten werden, während die folgenden drei Gruppen für 960000 PS (Generatorleistung 700 MW) gebaut werden sollen. Die erste Turbinengruppe wird gegenwärtig montiert; sie ist zur Zeit die grösste Maschine dieser Art in der Welt. In «Water Power» 25 (1973) Nr. 12, S. 451–457, beschreibt *H. G. Arthur*, Konstruktions-Direktor des Bureau of Reclamation, US Department of the Interior, Denver, Colorado, die Turbine und die Montagearbeiten dieser Gruppe.

Die Fallhöhe schwankt zwischen 67 m und 108 m. Die Nennleistung von 820000 PS soll bei 87 m erreicht werden; der beste Wirkungsgrad bei 750000 PS und 93 m. Das wird die mittlere Fallhöhe nach erfolgtem Vollausbau sein.

Der grösste Durchmesser des Laufrades beträgt rd. 9,7 m, der Austrittsdurchmesser rd. 9,3 m, das Gewicht rd. 500 t. Die obere Wand und der ringförmige Teil des Laufrades werden in je zwei Hälften angeliefert und an Ort und Stelle zusammengeschweisst. Nachher setzt man die 13 Schaufeln ein und verschweisst sie mit der oberen Wand und dem Ring. Rund 15% der Schaufeloberfläche, wo mit Kavitationserscheinungen zu rechnen ist, erhielten einen Schutzüberzug aus rostfreiem Stahl von 1/8" (3,2 mm) Dicke, der mittels elektrischer Schweissung aufgebracht wurde. Die mit minimalem Spiel ausgeführten Drosselstellen sind mit auswechselbaren Ringen aus rostfreiem Stahl versehen. Nach erfolgtem Zusammenbau wird das Laufrad in einem Glühofen spannungsfrei geglüht und anschliessend statisch ausbalanciert. Auf ein dynamisches Ausbalancieren wurde verzichtet.

Der Stützring im Innern des Spiralgehäuses besteht aus acht Teilen, die an jeder Trennstelle durch je 16 vorgespannte