

Merkblatt
Radondichte Stahlbetonkonstruktionen



Herausgeber:
Radonfachstelle Deutschschweiz
Fachhochschule Nordwestschweiz
Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau
Prof. Roger Blaser Zürcher
Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz

Für die italienische Schweiz:
Dipartimento ambiente costruzione e design
Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI)
Samuel Antonietti, Luca Pampuri, Prof. Tiziano Teruzzi
Via Flora Ruchat-Roncati 15, 6850 Mendrisio

Ausgabe 11.2024

1 Allgemein

Das vorliegende Merkblatt soll zu rissarmen Stahlbetonkonstruktionen führen, damit radondichte Konstruktionen erzielt werden können. Das Merkblatt basiert auf Erfahrungswerten und stellt den aktuellen Stand der Technik dar. Trotzdem können aus dem Merkblatt keine Rechtsansprüche abgeleitet werden.

2 Bauphysik

Der Transport von Radon aus dem Erdreich in das Gebäude kann über drei Vorgänge erfolgen. Es sind dies:

- Diffusion
- Konvektion
- Kapillarleitung

Damit ein radondichter Beton erzielt werden kann, müssen alle Transportvorgänge unterbunden werden. Dies kann mit unterschiedlichen konstruktiven Massnahmen erfolgen. In vorliegendem Merkblatt wird das Verdrängungskonzept abgehandelt.

2.1 Diffusion

Als Diffusion wird ein druckloser Teilchentransport von einem Gebiet mit hoher Konzentration zu einem Gebiet mit tiefer Konzentration bezeichnet. Um die Diffusionsdichtheit eines Materials oder Bauteils zu bestimmen ist die Diffusionslänge von Radon im Material entscheidend. Aufgrund des radioaktiven Zerfalls von Radon und der begrenzten Diffusionsgeschwindigkeit, zerfällt ein Teil des Radons im Bauteil.

Die Diffusionslänge l gibt an, wie weit Radon in das Material eindringen kann, bevor es auf einen Anteil von $\frac{1}{e}$ zerfällt. Sei $\lambda = 2.1 \times 10^{-6} \frac{1}{s}$ die Zerfallskonstante von Radon und D die Diffusionskonstante von Radon im entsprechenden Material, dann ist die Diffusionslänge $l = \sqrt{D/\lambda}$.

Wann ein Bauteil als radon(diffusions)dicht bezeichnet wird, ist nicht klar geregelt. Allgemein verbreitet ist die Ansicht, dass die Dicke des Bauteils mindestens die dreifache Diffusionslänge betragen muss. Dies entspricht einer Zurückhaltung von 95 % des Radons.

Die Radondiffusionskonstante ist bei vielen Baumaterialien nicht in den technischen Spezifikationen angegeben, daher kann es hilfreich sein, beim Hersteller eine entsprechende Angabe zu erfragen.

Zusätzlich kann auf Werte aus der Literatur zurückgegriffen werden, z.B. aus «Radon – Praxis-Handbuch Bau». Sehr gute Materialien erreichen einen Diffusionskoeffizient von unter $10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$. Es gilt, umso kleiner die Diffusionskonstante und umso dicker das Bauteil, desto besser ist der Schutz vor Radondiffusion.

2.2 Konvektion

Als Konvektion wird ein Teilchentransport durch äussere Einflüsse, wie zum Beispiel Druck-, Temperatur- oder Dichtedifferenzen, bezeichnet. Der allgemein bekannte Kamineffekt ist ein typisches Beispiel für konvektiven Teilchentransport. Konvektion findet, bei undichten Konstruktionen, auch zwischen Bodenluft und Innenraum statt. Dabei ist die Konvektion in der Lage, mehrere Kubikmeter Gas pro Stunde zu transportieren, während bei der Diffusion nur geringste Volumina transportiert werden. Daher ist eine Betrachtung der Diffusion nur bei absoluter Dichtigkeit gegenüber Konvektion sinnvoll.

In der Bodenluft kann die Radonkonzentrationen über 150'000 Bq/m³ liegen. Strömt nun diese Bodenluft ungehindert in den Innenraum, kann die Radonkonzentration massiv steigen.

2.3 Kapillarleitung

Der massgebende Transportmechanismus bei von aussen eindringender Feuchtigkeit ist die sogenannte Kapillarleitung. Eine exakte theoretische Beschreibung der Kapillarleitung fehlt bis heute, da komplexe Hohlraumstrukturen in Baustoffen vorliegen.

Die häufigsten Baustoffe enthalten Poren, die sich in ihrer Struktur und Grösse stark unterscheiden können. Da die Wassermoleküle in der Regel kleiner sind als die Poren, findet dort ein Flüssigkeitstransport statt. Ursache und treibende Kraft ist die Kapillarkraft. Hierbei handelt es sich um das Zusammenwirken von Adhäsions- und Kohäsionskräften.

Das Wasser steigt so lange auf, bis ein Gleichgewichtszustand zwischen der Gewichtskraft der Wassersäule und der Kohäsionskräfte am Innenrand der Kapillare eingetreten ist.

3 Bautechnik

3.1 Planungsgrundsätze

Die Planung von radondichten Stahlbetonkonstruktionen beginnt bereits in der Vorprojektphase. Idealerweise werden einfache Geometrien gewählt, damit Zwängungen innerhalb von Bauteilen vermieden werden können. Auch Veränderung von Bauteilquerschnitten sollen entfallen, damit Rissbildungen umgangen werden können.

Zudem muss für die Stahlbetonkonstruktion eine Nutzungsvereinbarung erstellt werden. Eine Nutzungsvereinbarung weist im Regelfall folgende Bestandteile auf:

- Definition der Ziele
- Definition der Randbedingungen
- Definition der erforderlichen baulichen Massnahmen
- Grundrisspläne im geeigneten Massstab mit Kennzeichnung der betroffenen Bauteile
- Schnittpläne im geeigneten Massstab mit Kennzeichnung der betroffenen Bauteile

Technische Spezifikationen von radondichten Betonen

Druckfestigkeitsklasse	C 25/30 bis C 30/37 ¹
Expositionsklasse	XC3 (CH)
Grösstkorn	32 mm
Chloridgehaltsklasse	CI 0.10
Konsistenzklasse	F3 bis F5, weich bis fliessfähig
Rohdichte	2000 bis 2600 kg/m ³
Zusätzliche Anforderungen	wasserdicht (WDB DK1), radondicht

¹ Die Druckfestigkeit ist objektspezifisch so zu begrenzen, dass keine Rissbildung aufgrund zu hoher Festigkeit resultiert.

Die konstruktiven Anforderungen an die Betonbauteile sind:

- Die minimale Bauteilstärke beträgt 25 cm. Querschnittsveränderung sollten vermieden werden.
- Die Fläche darf 600 m² pro Betonieretappen nicht übersteigen.
- Die Geometrie der Fläche soll ein Längen-Breitenverhältnis von 3:1 nicht übersteigen.
- Es dürfen keine Bauteilquerschnittstörungen durch Leitungen oder dgl. vorhanden sein. Sollte dies nicht vermieden werden können, muss eine Bauteilverstärkung vorgenommen werden. Hierbei sind die resultierenden Spannungen im Bauteilquerschnitt zu berücksichtigen.
- Der Beton soll einen w/z-Wert von 0.45 bis 0.65 und eine Bewehrungsüberdeckung von 35 mm \pm 5 aufweisen.
- Die Rissbreitenbeschränkung beträgt 0.1 bis 0.2 mm.
- Der minimale Bewehrungsabstand ist abhängig des gewählten Grösstkorns. Dieser beträgt im Minimum das Mass des Grösstkorns zuzüglich 5 mm.

Bei Bodenplatten ist zudem zu berücksichtigen, dass eine durchgehende Sauberkeitsschicht unter der Bodenplatte gegeben ist. Allenfalls muss zusätzlich eine Trennlage (empfehlenswert bzgl. Abbau von Schwindrissen) verbaut werden.

3.2 Ausführungsgrundsätze

Auch in der Ausführung sind Massnahmen zu ergreifen, damit die Planung erfolgreich umgesetzt werden kann. Es sind dies:

- Die aussenseitige Bewehrung ist mit betonverbindenden Distanz- respektive Abstandhalter zu verlegen. Als ideal haben sich Abstandhalter aus Beton oder Faserbeton bewährt.
- Bei Bodenplatten sollten die Unterstützungen für die obere Bewehrung auf die untere Bewehrung abgestellt werden.
- Schalungsanker müssen druckwasserdicht sein.
- Es sind nur wasser-, schnee- und eisfreie Schalungen und Bewehrungen zulässig. Die Schalung muss wasserdicht abgeklebt werden, damit kein Austritt von Zementmilch aus der Schalung erfolgen kann.
Während dem Einbau dürfen keine Niederschläge gegeben sein.
- Die minimale Lufttemperatur beim Einbau beträgt - 5 °C.
- Die freie Fallhöhe des Betons darf 1 m nicht übersteigen, da ansonsten mit einer Entmischung zu rechnen ist.
- Die Betonkonstruktionen dürfen in den ersten 7 Tagen des Abbindeprozesses keinen Erschütterungen ausgesetzt sein.
- Es ist eine der Witterung angepasste und somit geeignete Betonnachbehandlung erforderlich.

Selbstverständlich sind die Planungsgrundsätze ebenfalls in der Ausführung auf der Baustelle zu kontrollieren. Diese können sogar als Checkliste Anwendung finden.

3.3 Bauteilzusammenschlüssen, An- und Abschlüssen

Bei Bauteilzusammenschlüssen, An- und Abschlüssen sind zusätzliche Abdichtungsmassnahmen erforderlich. Diese können in unterschiedlichen Positionen liegen. Es sind dies:

- aussenseitige Anordnung
- mittige Anordnung
- innenseitige Anordnung

Die Ausbildung der zusätzlichen Abdichtungsmassnahmen richtet sich hierbei nach der Position und den Anforderungen aus dem Feuchteschutz. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass bei Bauteilzusammenschlüssen, An- und Abschlüssen der Aspekt der Diffusion vernachlässigt werden kann. Es gilt die Konvektion und Kapillarleitung zu unterbinden, weshalb handelsübliche Abdichtungselemente verbaut werden können.

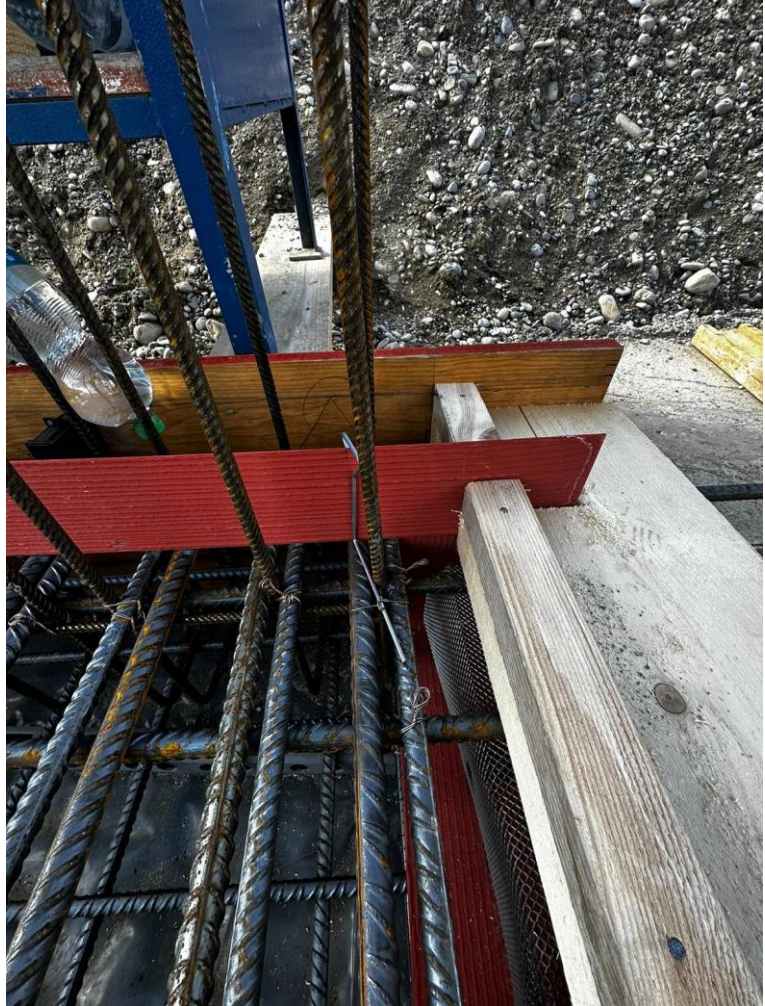
Mögliche Ausführungen sind:

- Fugenblech
- Fugenband
- Injektionsschlauch
- Membranabdichtungssystem

3.3.1 Fugenblech

Fugenbleche sind verzinkte Stahlbleche mit einer Spezialbeschichtung zur Frischbetonverbundwirkung.

Bild 1: Fugenblech,
Quelle: Rascor Bern AG



Planerisch ist zu berücksichtigen:

- Das Fugenblech wird mittig der Bauteilkonstruktion montiert.
- Die Befestigungsbügel müssen einen Abstand von 50 cm aufzuweisen.
- Bei Richtungsänderungen ist der Abstand der Befestigungsbügel auf maximal 20 cm zu kürzen.
- Das Fugenblech ist mittels Bindedraht an die obere Bewehrung zu montieren.
- Stossstellen sind mit einer Überlappung von mindestens 10 cm auszuführen.
- Stossstellen sind mit Klammern zu sichern. Der kürzere, gebogene Klammerschenkel muss nach aussen gerichtet werden.
- Ein wellenartiger Verlauf beeinträchtigt die Funktionalität nicht.
- Es bedarf einen minimalen Bewehrungsabstand von 30 mm.
- Beschichtete Oberfläche nach aussen.
- Der untere Schutzfolienstreifen muss vor dem Betonieren abgezogen werden.
- Bei mehrfachen Betonierabschnitten muss das Fugenblech beim ersten Abschnitt halbseitig, jedoch im Minimum zu 30 mm eingebunden werden.
- Den Befestigungsbügel vor dem Betonieren des zweiten Abschnittes abtrennen und den verkürzten Klammerschenkel entfernen.
- Den oberen Schutzfolienstreifen erst kurz vor dem Schliessen der aufgehenden Wand-schalung entfernen.

3.3.2 Fugenband

Die Fugenbänder bestehen aus einem Thermoplast und können aussenseitig oder innenseitig (mittig) positioniert werden.

Bild 2: Fugenband,
Quelle: Rascor Bern AG



Planerisch ist generell zu berücksichtigen:

- Es gibt Fugenbänder für Arbeitsfugen und Bewegungsfugen.
- Die Fugenbänder können aus unterschiedlich erhältlichen Formteilen zusammengesetzt werden und somit der Bauteilgeometrie angepasst werden.
- Fugenbänder unterliegen einer produktespezifischen Masstoleranz; $1\% \pm 0.5\%$.
- Bei äusseren Einflüssen (Witterung, Lagerung, Zwängungen und dgl.) sind Massabweichungen von bis 3 % zu erwarten. Somit muss eine geschützte Lagerung auf der Baustelle stattfinden.

Planungs- und Verlegehinweise für aussenliegende Fugenbänder:

- Minimaler Bewehrungsabstand von 30 mm.
- Aussenliegende Fugenbänder werden an die Schalung angenagelt. Einschlagtiefe maximal $1/3$ der Nagellänge, aufstehenden Nagel um 45° nach aussen abbiegen.
- Stossstellen müssen einen Mindestabstand von 50 cm aufweisen. Nur gerade Stossstellen sind auf der Baustelle zulässig, ansonsten sind Formteile zu verwenden.
- Es bedarf einer Reinigung vor dem Betonieren.
- Kein Kontakt mit der Vibrationsnadel beim Betonieren zulässig.
- Sorgfältige Demontage der Schalung, damit das Fugenband nicht ausgerissen wird. Nachkontrolle mit Dokumentation erforderlich.

Planungs- und Verlegehinweise für innenliegenden Fugenbänder:

- Minimaler Bewehrungsabstand von 30 mm.
- Bei Bewegungsfugen bedarf es zusätzlich einem aussenliegenden Fugenband und einem raumseitigen Fugenabschlussband, damit die Fuge vor Verunreinigungen geschützt werden kann.
- Bei Bodenplatten muss das innenliegende Fugenband einen v-förmigen Winkel von etwa 15° nach oben aufweisen, damit eine hohlraumfreie Einbettung erfolgen kann.
- Die Einbindetiefe des Fugenbandes beträgt maximal die halbe Bauteilstärke.
- Fugenbänder müssen falten- und verwerfungsfrei eingebaut werden.
- Fugenbänder müssen lagesicher befestigt werden. Befestigung (Klammern oder Bindedraht) erfolgt an der raumseitigen Bewehrung in einem Abstand von maximal 25 cm.
- Bei einer Bewehrungsunterbrechung ist ein Verlegebügel zu verwenden.
- Kein Kontakt mit der Vibrationsnadel beim Betonieren zulässig.

3.3.3 Injektionsschlauch

Injektionsschläuche gelten als innenliegende Fugenabdichtung. Gegenüber einem Fugenband werden diese nach dem Aushärten des Betons (frühestens 28 Tage) verpresst.

Bild 3: Injektionsschlauch,
Quelle: Rascor Bern AG



Planerisch ist zu berücksichtigen:

- Die Schlauchlänge darf im Maximum 15 m betragen.
- Mittige Position in der Fuge, jedoch mit einem Mindestabstand von 15 cm ab der Aus-senkante und einem allseitigen minimalen Randabstand von 8 cm.
- Der Verlegeuntergrund muss gereinigt, frei von Fehlstellen und losen Bestandteilen sein. Zudem frei von trennenden oder haftungsmindernden Bestandteilen (Schalungsöl, Zementschlämme usw.). Es darf kein Eis oder stehendes Wasser vorliegen.
- Die Schnittstellen müssen mit einem geeigneten Filamentband zur Verhinderung von Einrissen versehen werden.
- Die Schlauchenden sind mit Befestigungspacker versehen (Achtung: Spätere Zugäng-lichkeit beachten).
- Verpresskreisläufe müssen sich im Minimum um 10 cm überlappen.
- Parallel verlaufende Injektionsschläuche müssen einen Mindestabstand von 50 mm auf-weisen.
- Der Injektionsschlauch muss lagebeständig befestigt werden. Maximaler Befestigungs-abstand von 15 cm.
- Bei Richtungsänderung muss ein Biegeradius von mindestens 5 cm eingehalten wer-den.
- Bei einem Wechsel von horizontaler zu vertikaler Verlegerichtung muss durch Ausbil-dung einer Schlaufe der Injektionsschlauch bis an die Fugenecke geführt werden.

3.3.4 Membranabdichtungssystem

Membranabdichtungssysteme bestehen aus hochflexiblen, elastischen Abdichtbänder, welche mit einem geeigneten Systemkleber aufgeklebt werden.

Bild 4: Membranabdichtung,
Quelle: ingBP



Für die Abdichtung von Arbeitsfugen wird ein Band in einer Stärke von 1 mm verwendet (bei Bewegungsfugen 2 mm). Die Bänder gibt es in unterschiedlichen Breiten.

Das Abdichtungssystem besteht aus:

- Grundauftrag (Kleber), Stärke von 1 bis 2 mm
- Abdichtband, Mindeststärke von 1 mm
- Deckauftrag (Kleber), Stärke von 1 bis 2 mm

Ausführungsbestimmungen sind:

- Die Mindestklebefläche des Systems muss in Abhängigkeit der Feuchtlast ermittelt werden. In der Praxis liegt diese bei mindestens 10 cm.
- Der Grundauftrag weist einen Überstand über die Bandbreite von je 5 bis 10 mm auf. Somit kann mit den Deckauftrag das Band vollständig eingebettet werden.
- Der Verlegeuntergrund muss gereinigt, frei von Fehlstellen und losen Bestandteilen sein. Zudem frei von trennenden oder haftungsmindernden Bestandteilen (Schalungsöl, Zementschlämme usw.). Dies erfolgt durch Schleifen, Fräsen oder Strahlen (Kugel- oder Sandstrahlung).
- Es muss eine minimale Haftzugfestigkeit von 1.5 N/mm^2 vorhanden sein.
- Die Luft- und Baukörpertemperatur muss zwischen 10 und 30 °C (Funktionsgrenze $\geq 2 \text{ °C}$) liegen.

3.4 Durchdringungen

Durchdringungen sind zu vermeiden. Speziell Durchdringungen in Bodenplatten stellen ein Risiko dar und sollten daher auf das absolute Minimum reduziert werden. Auch an hangseitigen Aussenwänden sollen Durchdringungen umgangen werden.

Bei Durchdringungen gilt:

- Durchdringungen müssen im rechten Winkel durch das Bauwerk geführt werden.
- Zu benachbarten Fugen und Durchdringungen muss ein minimaler Abstand von 25 cm eingehalten werden.

Die konstruktive Ausbildung der Durchdringungen richtet sich nach der Position und den Anforderungen aus dem Feuchteschutz. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass bei Durchdringungen der Aspekt der Diffusion nicht vernachlässigt werden kann. Somit gilt es nebst der Konvektion ebenfalls die Diffusion zu unterbinden. Geeignete radondichte Dichtelemente sind am Markt erhältlich. Konstruktive Möglichkeiten sind:

- Dichtmanschette
- Dichtkragen
- Dichtflansch
- Pressring, ggf. mit Futterrohr
- Gliederkette, ggf. mit Futterrohr

3.4.1 Dichtmanschette

Dichtmanschetten funktionieren im Wesentlichen wie Membranabdichtungen. Bei den Manschetten handelt es sich um vorgefertigte Formteile.

3.4.2 Dichtkragen

Als Dichtkragen wird eine Fugenbandführung, oft aus Kunststoff, bezeichnet, welche um das einzubauende Rohr gelegt wird. Die Befestigung erfolgt mit Spannband und Schloss. Oft wird auch der Begriff Mauerkragen verwendet.

Bild 5: Dichtkragen,
Quelle: Rascor Bern AG



Die Montage eines Dichtkragens ist relativ einfach.

- Das Rohr muss gereinigt sein.
- Allfällige Kratzspuren an der Rohroberfläche müssen entfernt werden.
- Beidseitige Montage der Spannänder erforderlich.
- Allseitige Betonumhüllung von mindestens 50 mm.

3.4.3 Dichtflansch

Dichtflansche sind vorkonfektionierte Einbauhülsen, welche mit einer expandierenden Sperrmörtelfüllung in Aussparungen montiert werden. Je nach Hersteller sind zusätzliche Dichtkrägen zu montieren.

Dichtflansche finden eher selten Anwendung.

3.4.4 Pressring

Pressringe oder Ringraumdichtungen werden in die Kernbohrungen oder ein Futterrohr zeitgleich mit der Rohrdurchführung positioniert. Mit Verschraubung verkleinert sich der Dichthohlraum, wodurch die Pressringdichtung nach aussen an die Oberfläche der Kernbohrung oder des Futterrohres und an die Rohrwand gepresst wird.

Bild 7: Pressring, Quelle: ingBP



Die Montage eines Pressringes oder einer Ringraumdichtung ist relativ einfach.

- Sie gelten als elastische Abdichtungen und dürfen keinen radialen oder axialen Kräften ausgesetzt werden.
- Innenflächen der Kernbohrungen oder des Futterrohres müssen gereinigt sein und dürfen keine Rillen aufweisen.
- Bei porösen Innenflächen bedarf es eine Ausgleichsschicht, z.B. Epoxidharz.
- Eine zentrierte und rechtwinklige Rohreinführung ist erforderlich.
- Die Formstabilität der Leitung muss gegeben sein.
- Die Aussenoberfläche der Leitung muss ebenfalls gereinigt werden, damit keine Verunreinigungen zu einer unebenen Oberfläche führen.
- Die Position liegt möglichst an der Aussenseite der Wand, jedoch sicherlich im äusseren Drittel des Bauteils.
- Die Elemente müssen mit den Schrauben zur Innenseite montiert werden.
- Die Verschraubung erfolgt kreuzweise.
- Die Verschraubung erfolgt von Hand (keine Maschinenverschraubung).

3.4.5 Gliederketten

Glieder- oder Dichtungsketten werden in die Kernbohrungen oder ein Futterrohr mit der Rohrdurchführung positioniert. Gegenüber einem ungeteiltem Pressring weist die Gliederkette den Vorteil auf, dass diese auch nachträglich eingebaut werden kann.

Glieder- oder Dichtungsketten weisen weitere Vorteile gegenüber den Pressringen auf. Es sind dies:

- Möglichkeit für kleine Rohrdurchmesser und engen Ringräumen
- Einfache Realisierung von ungewohnten Kernbohrgrössen oder Futterrohren
- Materialkombinationen je nach Anwendungsfall

Mit dem Verschrauben erfolgt auch bei der Gliederkette eine Verkleinerung des Dichthohlraums, wodurch die Ringdichtung nach aussen an die Oberfläche der Kernbohrung oder des Futterrohres und an die Rohrwand gepresst wird.

Die Verschraubung erweist sich gegenüber den Pressringen als etwas komplexer. Besonders wichtig sind:

- Es werden die Schraubenköpfe und nicht die Schrauben-Mütter angezogen.
- Unterschiedliche Drehmomente je nach Gliedergrösse.
- Zwingende Einhaltung des Drehmoments, damit das Druckplattensegment standhält und die Schrauben-Mutter nicht durchdreht.
- Druckplattensegmente dürfen sich nicht überlagern, damit das Gummisegment und nicht das Nachbarsegment komprimiert wird.

Bild 7
Ansicht einer Gliederkette bei einer Rohr-in-Rohr-Montage,
Quelle: c-flex GmbH



Die Montage einer Glieder- oder Dichtungskette ist nicht ganz so einfach.

- Sie gelten als elastische Abdichtungen und dürfen keinen radialen oder axialen Kräften ausgesetzt werden.
- Innenflächen der Kernbohrungen oder des Futterrohrs müssen gereinigt sein und dürfen keine Rillen aufweisen.
- Bei porösen Innenflächen bedarf es eine Ausgleichsschicht, z.B. Epoxidharz.
- Eine zentrierte und rechtwinklige Rohreinführung ist erforderlich.
- Die Formstabilität der Leitung muss gegeben sein.
- Die Aussenoberfläche der Leitung muss ebenfalls gereinigt werden, damit keine Verunreinigungen zu einer unebenen Oberfläche führen.
- Da die Gliederkette als offene Kette geliefert wird, muss diese entsprechend den Lieferantenhinweisen geschlossen werden.
- Zur korrekten Bestimmung der Kettenlänge eignet sich ein Umfangmessband.
- Die Position liegt möglichst an der Aussenseite der Wand, jedoch sicherlich im äusseren Drittel des Bauteils. Es bedarf eine ungestörte (keine Lunker oder dgl.) Kontaktfläche.
- Die Elemente müssen mit den Schrauben zur Innenseite montiert werden.
- Die Verschraubung erfolgt im Uhrzeigersinn (niemals kreuzweise!) – in mehreren Durchgängen.
- Die Verschraubung erfolgt von Hand mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels (keine Maschinenverschraubung). Kleine Ringräume von ca. 9 bis 12 mm bedürfen üblicherweise einem Drehmoment von 1 Nm. Bei grossen Dichtungskettengliedern kann ein Drehmoment von bis zu 60 Nm erforderlich sein.
- Ein digitaler Drehmomentadapter wird empfohlen.
- Nachkontrolle der Verschraubung und ggf. Nachjustierung nach zwei Stunden.
- Spiralgewellte Rohre oder parallel gewellte respektive ringgewellte Rohre können nicht abgedichtet werden.

Das Merkblatt ist nach heutigem Wissensstand entstanden und entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik. Trotzdem kann seitens der Verfasser und der FHNW keine Haftung für Schäden übernehmen, die durch die vorliegende Publikation entstehen können.

Für die Unterstützung in der Ausarbeitung möchten wir uns bedanken bei:

Dipl.-Ing. Cathleen Hoffmann, Holcim (Schweiz) AG

Dr. sc. techn., dipl. Bau-Ing. Yves Schiegg, TFB AG

Adrian Imhof, Rascor Bern AG

Dipl. Ing. HTL Attila Civelek, c-flex GmbH

Auch danken wir dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) für die Beauftragung als Radonfachstelle Deutschschweiz, welche es uns ermöglicht das Merkblatt zu erstellen.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Angewandte Psychologie

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG