

27. Informations-Seminar – Bauwerke instand setzen – heute und morgen

09. November 2016 in Bad Nauheim

Rissinjektion

Planung, Ausführung und Qualitätssicherung

Dr.-Ing. Angelika Eßer

Universität Duisburg-Essen, Institut für Massivbau



1

Inhalt

- **Planung**
 - Rissfüllstoffe
 - Rissarten
 - Einwirkungen aus dem Betonuntergrund
 - Prinzipien u. Verfahren
 - Füllarten
 - Füllziele
- **Ausführung und Qualitätssicherung**



2

Rissfüllstoffe

Nach EN 1504-5 und Instandhaltungsrichtlinie

(bauaufsichtlich zurückgezogen DIN V 18028 – weiterhin technisch o.k.)

Rissfüllstoffe für kraftschlüssiges Füllen (**F**) → kraftschlüssig = **f**orce transmitting

starrer Rissfüllstoff → Verbund zur Betonflanke zur Übertragung von Zug-, Druck-, Schubkräften, **rissfüllstoffabhängige Festigkeitseigenschaften**

▪ für begrenzt dehnbares Füllen (**D**) → dehnbar = **d**uctile

dehnbarer Rissfüllstoff → Verbund zur Betonflanke zur Aufnahme von **Rissbreitenänderungen**

▪ für quellfähiges Füllen (**S**) → quellfähig = **S**welling fitted

wiederholtes Quellen durch **Wasseradsorption**



3

Rissarten

Riss: Trennung im Betongefüge, Scheinfugen, Arbeitsfugen

▪ oberflächige Risse

netzartig oder gerichtet, wenige Millimeter tief



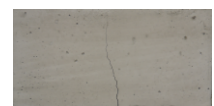
▪ oberflächennahe Risse

erfassen geringe Querschnittsteile bis max. Unterkante der äußeren Bewehrungslage

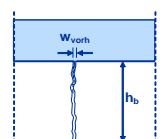


▪ Biegerisse / Schuberisse





Durchtrennung wesentlicher Teile, verbleib. ungerissene Querschnittsteile, z. B. Druckzone



▪ Trennrisse Durchtrennung des Gesamtquerschnitts



4

Einwirkungen aus dem Betonuntergrund		UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN
XSTAT (static)	Statisch mitwirkend	Beispiel (informativ) Reprofilierung v. druckbeansp. Bauteil kraftschlüssiges Füllen von Rissen und Hohlräumen
XBW2 (backfacing water)	Rückseitige Durchfeuchtung mit Durchströmung (flächig)	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XCR (cracks)	Risse	
w (width)	mit Rissbreite w in mm	
Δw	mit Rissbreitenänderung Δw in mm	
LFR (low frequent)	– zyklisch niedrigfrequent (Temperatur-, Wasserstandsänderung)	WU-Bauteil 
HFR (high frequent)	– zyklisch hochfrequent (Verkehrslasten)	Brücke 
CON (continuous)	– kontinuierliche Rissbreitenänderung (Schwinden, Setzungen)	Bodenplatte; Rissbildung durch Stützensenkung 
XDYN	Dynamische Beanspr. bei Applikation	Brücke unter Verkehr; ggf. Parkdeck

5

INSTITUT FÜR MASSIVBAU

Einwirkungen aus dem Betonuntergrund		UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN
DY (dry)	mit Feuchtezustand "trocken" <ul style="list-style-type: none"> Wasserzutritt nicht möglich Beeinflussung des Riss-/Hohlraumbereiches durch Wasser nicht feststellbar bzw. seit ausreichend langer Zeit ausschließbar 	Beispiel (informativ) Innenbauteil
DP (damp)	mit Feuchtezustand "feucht" <ul style="list-style-type: none"> Farbtonveränderung im Riss- oder Hohlraumbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt. Anzeichen auf Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussinterungen, Kalkfahnen). Riss oder Hohlraum erkennbar feucht oder matt-feucht (beurteilt an Trockenbohrkernen) 	frei bewitterte Bauteile; erdberührte Bauteile
WT (wet)	mit Feuchtezustand "nass (drucklos gefüllt)" <ul style="list-style-type: none"> Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar. Wasser perlt aus dem Riss 	frei bewitterte Bauteile; erdberührte Bauteile
WF (waterflow)	mit Feuchtezustand "fließendes Wasser (druckwasserführend)" <ul style="list-style-type: none"> Zusammenhängender Wasserstrom tritt aus dem Riss aus 	WU-Bauteil

6

INSTITUT FÜR MASSIVBAU

Einwirkungen aus dem Betonuntergrund

Weitere Rissmerkmale

- Verschmutzung
- Aussinterung
- vorangegangene Maßnahmen



Prinzipien und Verfahren

1. Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen a) Injektion – kraftschlüssige oder dehnbare Rissfüllstoffe b) Vergießen – kraftschlüssige Rissfüllstoffe
2. Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen Injektion – kraftschlüssige oder dehnbare Rissfüllstoffe
4. Verstärkung des Betontragwerks	4.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen a) Injektion – kraftschlüssige Rissfüllstoffe b) Vergießen – kraftschlüssige Rissfüllstoffe
7. Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen a) Injektion – kraftschlüssige oder dehnbare Rissfüllstoffe b) Vergießen – kraftschlüssige Rissfüllstoffe

Füllart

▪ Injektion (I)

Rissfüllstoffe werden mithilfe eines Injektionsgerätes unter geregelterm Druck über Packer mit oder ohne Verdämmung injiziert

▪ Vergießen (V)

Rissfüllstoffe werden drucklos durch Gravitation oder kapillares Saugen an **gesäuberten, vorbereiteten Rissen** unter **ständig gefülltem Füllstoffreservoir** vergossen. Die **erforderliche Fülltiefe** wird **vorab festgelegt** und **kontrolliert**

▪ (Tränken)

Kein eigenständiges Instandsetzungsverfahren – nur evtl. als vorbereitende Maßnahme unter OS-System

9

Füllziele

- Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen)
- Abdichten
- Kraftschlüssiges Verbinden
- Begrenzt dehnbar Verbinden

10

Füllziele

Verbinden der Rissflanken

- **kraftschlüssig**
 - Wiederherstellung einer höheren Bauteilsteifigkeit, Zustand I
 - **Nicht** dauerhaft realisierbar **bei wiederkehrender Rissursache**
 - **Gefahr der Neurissbildung im benachbarten Beton**
- **begrenzt dehnbar**
 - Beibehaltung Bauteilsteifigkeiten im gerissenen Zustand II
 - **keine Gefahr der Neurissbildung im benachbarten Beton**
 - dauerhaft realisierbar **bei wiederkehrender Rissursache**



11

Füllziele

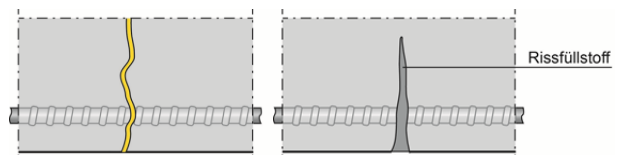
Kraftschlüssig Verbinden kraftschlüssiger, starrer Rissfüllstoff

- mit reaktivem Polymerbindemittel (P) z. B. Epoxidharz (EP)
- mit hydraulischem Bindemittel (H) z. B. Zementleim (ZL),
Zementsuspension (ZS)

druck-, schub-, zugfest

F1: $f_{ct} = 3,0 \text{ MPa}$ (2,5 MPa)

F2: $f_{ct} = 2,0 \text{ MPa}$ (1,5 MPa)



12

Füllziele UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Vergleich Biegezugversuche Epoxidharz – Zementleim / Zementsuspension			
Merkmal		EP	ZS ZL
Festigkeit	Wasser ohne	> Beton	≤ C25/30
	mit	undefiniert / prüfen	≤ C25/30
Überbeanspruchung		Riss im Beton	erneute Rissöffnung
Zusintern		nein	ja

13

INSTITUT FÜR MASSIVBAU

Füllziele UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

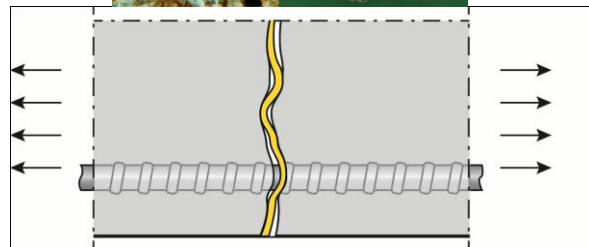
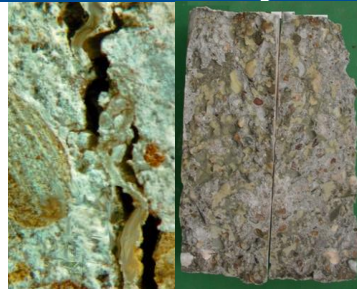
Dehnbar Verbinden

Begrenzt dehnbarer Rissfüllstoff

- mit reaktivem Polymerbindemittel (P)
- z. B. Polyurethan

Dehnung > 10 %

d.h. $\Delta w \leq 10 \%$



14

if
INSTITUT FÜR MASSIVBAU

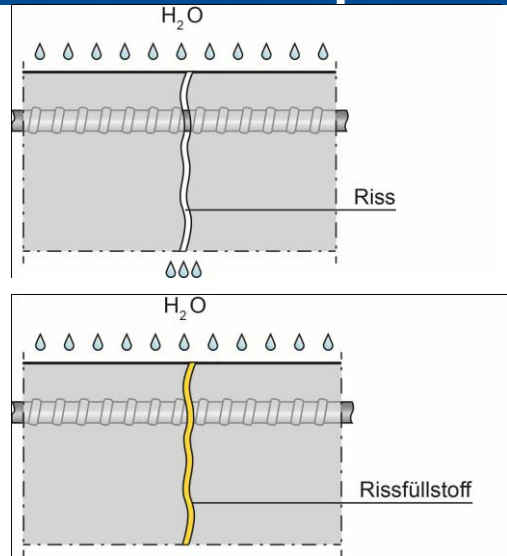
Abdichten von Rissen

- Kraftschlüssiger Rissfüllstoff F(P,H)
- Begrenzt dehnbarer Rissfüllstoff D(P)
- Quellfähiger Rissfüllstoff S(P)

Wasserdichtheitsklasse

D1: wasserdicht bei 2×10^5 Pa

D2: wasserdicht bei 7×10^5 Pa



15

Schließen von Rissen (Begrenzen der Rissbreite w)

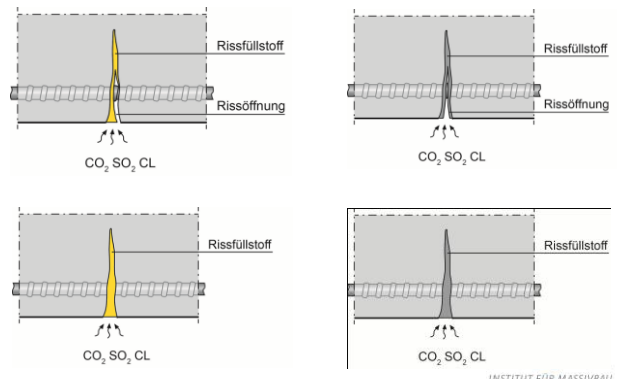
- Kraftschlüssiger Rissfüllstoff F(P,H)
- Begrenzt dehnbarer Rissfüllstoff D(P)

Zutritt von korrosionsfördernden
 beton- und stahlangreifenden Stoffen

- **Hemmen** $w_{\text{neu}} \leq w_{\text{zulässig}}$

oder

- **Verhindern** $w_{\text{neu}} = 0$



INSTITUT FÜR MASSIVBAU

16

Füllziele

Schließen von Rissen (Begrenzen der Rissbreite w)

Zutritt von korrosionsfördernden

beton- und stahlangreifenden Stoffen

▪ **Hemmen** $W_{neu} \leq W_{zulässig}$

oder

▪ **Verhindern** $W_{neu} = 0$

EC2	
Exposition	w_k zul [mm]
X0, XC1	0,4
XC2 – XC4	0,3

EC2/NA	
Exposition	w_k zul [mm]
XD1, XD3	0 ? 0,3 + OS ?



17

Beispiel

Zum Schutz oder zur Instandsetzung von Bewehrungskorrosion

7. Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität

7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen

Vertikaler Trennriss in einer Winkelstützwand kreuzt horizontale Bewehrung

Exposition: Außenbauteil mit direkter Beregnung: XC4

Außenbauteil - Frost ohne Taumittel: XF1

Rissursache: Schwinden u. Temperaturänderung

Rissbreite: $w = 0,8$ mm, ca. 10°C

Rissfüllung mit ZL

in der Winterperiode erneuter Flankenabriss, $w_{neu} = 0,1$ mm \leq 0,3 mm ✓



18

Verwendung von Rissfüllstoffen

S	1	2	3	Einwirkung auf den Füllbereich			
				trocken ^a DY (dry)	feucht DP (damp)	nass WT (wet)	fließendes Wasser ^b WF (waterflow)
Z	Füllziel	Verfahren	Füllart	Zuordnung von Rissfüllstoffen, Füllart und Verfahren			
				F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)
1a	Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen)	1.5a 7.6a	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)
1b		1.5b ^d 7.6b ^d	durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	--	--
2a		1.5a 2.6	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) ^c F-I (H) D-I (P) S-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- D-I (P)
2b	Abdichten	1.5b ^d	durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	--	--
3	Begrenzt dehnbare Verbinden	1.5a, 2.6 7.6a	durch Injektion	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)
4a	Kraftschlüssiges Verbinden	4.5a	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ^e	F-I (P) ^c F-I (H) ^e	-- F-I (H) ^e	-- F-I (H) ^e
4b		4.5b	durch Vergießen	F-V (P) F-V (H) ^e	-- F-V (H) ^e	--	--

- ^a Flanken von Rissen und innere Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgemästet werden.
- ^b Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung) und rückseitigem Abdichten (SPUR)
- ^c F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit
- ^d Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden
- ^e gilt sinngemäß auch für Hohlräume

Rissfüllstoff

F: kraftschlüssiges Füllen von Rissen mit reaktivem Polymerbindemittel (P) - z. B. Epoxidharz (EP) mit hydraulischem Bindemittel (H) - z. B. Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS)

D: dehnbare Füllen von Rissen,

mit reaktivem Polymerbindemittel (P) - z. B. Polyurethan (PUR) evtl. mit zugehörigem schnellschäumenden Polyurethan (SPUR)

S: quellfähiges Füllen

19

Einflussgrößen - Rissinjektion



20

Rissinjektion und zugehöriges Injektionsverfahren

Injektionsverfahren besteht aus

- Injektionsgerät,
- ggf. Anlage(n) zur Herstellung des Rissfüllstoffes als Stoffgemisch,
- ggf. Verdämmung,
- Einfüllstutzen (Packer), ggf. Injektionsschläuche.
- Die Angaben zur Ausführung regeln den Einsatz des Verfahrens.



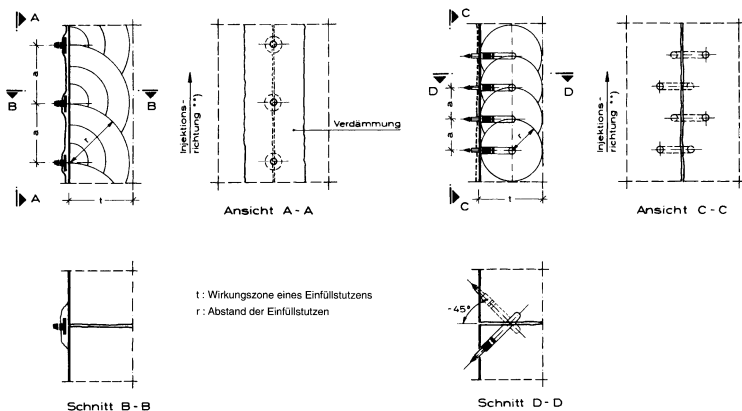
21

Ausführung und Qualitätssicherung

Packeranordnung

a) Befestigung auf der Bauteiloberfläche
 (i.d.R. mit Verdämmung)

b) Befestigung in Bohrlöchern (Bohrpacker)
 (i.d.R. ohne Verdämmung)



22

Verdämmung auf der Bauteiloberfläche

- Injektionsdruck anpassen
- Reparaturmaterialien für Leckstellen vorhalten
- bei Entfernen der Verdämmung mit Sorgfalt !



Beschädigungen an der ursprünglichen Bauteiloberfläche trägt der Auftragnehmer

23

Verwendung von Bohrpäckern

- keine Beschädigung tragender Bewehrung
- Packeranordnung in Abhängigkeit der Bauteiltiefe
- bei dickwandigen Bauteilen → Bohrpackerreihen in unterschiedlichen Tiefen anordnen
- Durchgängigkeit des Bohrlochs durch Reinigungsmaßnahmen sichern
- bei Verbleib von Bohrpackerteilen im Bauwerk → nicht rostend + Sollbruchstelle ausbilden



24

1-K-Anlagen UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN



Viskositätsentwicklung

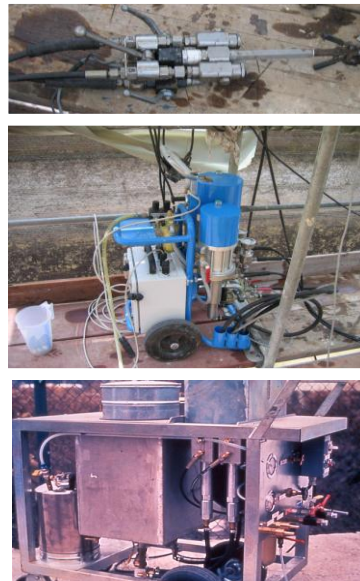
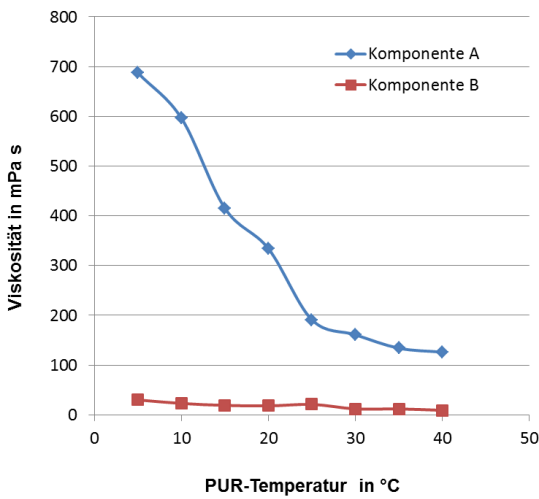
Füllgut	Viskosität (η) f (Zeit (t))
EP	
PUR	

25



2-K-Anlagen UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Viskositäten der Einzelkomponenten



26



Ausführung und Qualitätssicherung

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

- Protokollführung
- Vorhaltung von Verschleiß- und Ersatzteilen
- Rückstellproben

Kontrolle - Mischungsverhältnis

→ Auslitern

Viskositäten der Komponenten sind temperaturabhängig



27



if
INSTITUT FÜR MASSIVBAU

Ausführung und Qualitätssicherung

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Als Checkliste zu empfehlen

Merkblatt
für die
Bauüberwachung
von Ingenieurbauten

M-BÜ-ING

Teil 3
Massivbau

Abschnitt 5
Füllen von Rissen und Hohlräumen
in Betonbauteilen

if
INSTITUT FÜR MASSIVBAU

28

Füllen von Rissen als dauerhafte Maßnahme

- **Bauwerksverhältnisse feststellen**
- **Instandsetzungsziel / Füllziel definieren**
- **Beachtung materialspezifischer Anwendungsbedingungen**
- **Eigenüberwachung der Ausführung**

29

