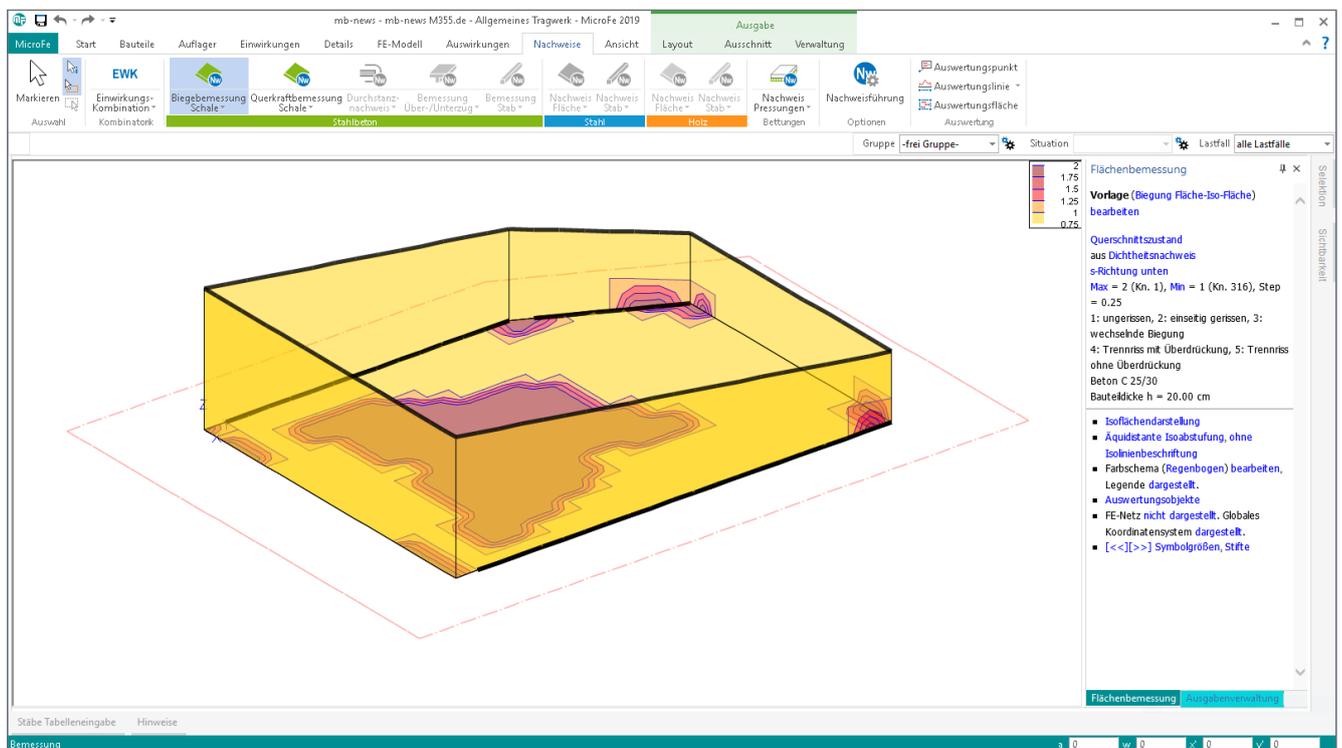


Dipl.-Ing. Sven Hohenstern

Wasserundurchlässigkeit und Dichtheit von Betonbauten

Leistungsbeschreibung des MicroFe-Moduls M355.de Nachweis für WU-Beton und wassergefährdende Stoffe nach Eurocode

Wasserundurchlässige Bauwerke nach WU-Richtlinie müssen im Vergleich zum EC 2 einen verschärften Rissbreitennachweis erfüllen. Für die Bemessung von Betonbauten wie LAU- und HBV-Anlagen, in denen wassergefährdende Stoffe behandelt werden, sind noch weitergehende Maßnahmen zu berücksichtigen, um dem Besorgnisgrundsatz nach §62 Wasserhaushaltsgesetz zu genügen.



Allgemeines

Mit dem MicroFe-Modul M355.de kann einerseits der Dichtheitsnachweis nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMWS)“ [1] geführt werden. Andererseits wird damit der Rissbreitennachweis nach WU-Richtlinie [2] ermöglicht.

Dichtheitsnachweis nach BUMWS-Richtlinie

Zusätzlich zu den Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweisen nach DIN EN 1992-1-1 [3] ist für Betonbauten, die ohne Oberflächenabdichtung zum Auffangen von wasser-

gefährdenden Stoffen dienen, ein Nachweis der Dichtheit des Betons gemäß der BUMWS-Richtlinie [1], Teil 1, Kapitel 5.1 zu führen. Falls kein vereinfachter Nachweis ohne Berechnung nach Kapitel 5.1.2 erbracht werden kann, muss der Nachweis nach Kapiteln 5.1.3 bis 5.1.5 erfolgen.

Die Dichtheit ist gemäß [1] gewährleistet, wenn „die Eindringfront des Mediums als Flüssigkeit während der Beaufschlagungsdauer mit einem Sicherheitsabstand nachweislich nicht die der Beaufschlagung abgewandte Seite des Betonbauteils erreicht.“

Der Nachweis der Dichtheit ist also prinzipiell ein Nachweis der zur Verfügung stehenden Betondicke gegenüber der Eindringtiefe des wassergefährdenden Mediums. Dabei ist zwischen gerissenen und ungerissenen Bereichen zu unterscheiden und ggf. zu berücksichtigen, inwieweit gerissene Bereiche wieder überdrückt werden.

Nachweis-Parameter

In den Positionseigenschaften jeder Platten-, Flächen-, Decken- und Wand-Position lassen sich die Parameter zum Dichtheitsnachweis separat definieren, vgl. Bild 1.

Im weiteren Verlauf werden diese Parameter einzeln erläutert.

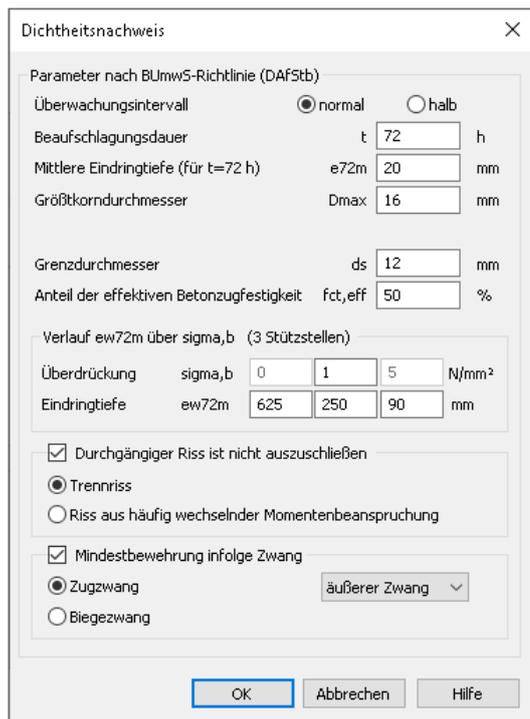


Bild 1. Parameter für Dichtheitsnachweis

Gemäß [1], Teil 1, Kapitel 8 ist eine regelmäßige Überwachung der baulichen Anlage erforderlich. Wird das übliche Überwachungsintervall halbiert, darf der Nachweis mit reduzierten Teilsicherheitsbeiwerten gemäß [1], Tabelle 1-1 geführt werden.

Der Nachweis erfolgt immer nur für einen festgelegten Zeitraum (= Beaufschlagungsdauer *t*), in dem das Medium auf den Beton einwirkt.

Die charakteristische Eindringtiefe *e_{tk}* eines Mediums in ungerissenen Beton ist gemäß [1], Teil 2, Kapitel 4.2 definiert durch:

$$e_{tk} = e_{tm} \cdot 1,35 \tag{1}$$

mit

$$e_{tm} = e_{72m} \cdot \sqrt{\frac{t}{72}} \tag{2}$$

mit

t Beaufschlagungsdauer in [h]
e_{72m} mittlere Eindringtiefe in ungerissenen Beton für *t* = 72h

Die mittlere Eindringtiefe *e_{72m}* kann für bestimmte Fälle [1], Bild 2-1 entnommen werden oder ist durch Eindringversuche zu bestimmen.

Die charakteristische Eindringtiefe *ew_{tk}* eines Mediums in einen durchgehenden Trennriss der Breite *w* ist gemäß [1], Teil 2, Kapitel 4.4 definiert durch:

$$ew_{tk} = ew_{tm} \cdot 1,35 \tag{3}$$

mit

$$ew_{tm} = ew_{72m} \cdot \sqrt{\frac{t}{72}} \tag{4}$$

mit

t Beaufschlagungsdauer in [h]
ew_{72m} mittlere Eindringtiefe in zentrisch überdrückte Trennrisse für *t* = 72h

Die mittlere Eindringtiefe *ew_{72m}* des Mediums in zentrisch überdrückte Trennrisse in Abhängigkeit der Überdrückung *σ_b* kann für bestimmte Fälle [1], Bild 2-2 entnommen werden oder ist durch Eindringversuche zu bestimmen. In MicroFe sind drei Stützstellen dieses Kurvenverlaufs vorzugeben.

Bei nicht zentrischer Überdrückung wird die anzusetzende Betondruckspannung nach Gl. (2-8) aus [1] ermittelt.

Kombinatorik

Für den Dichtheitsnachweis werden die Kombinationen nach [1], Teil 1, Kapitel 4.4 untersucht. Im Zeitraum vor der Beaufschlagung ist die seltene Kombination nach Gl. (1-2) ohne Beaufschlagungseinwirkung maßgebend. Während der Beaufschlagung ist die quasi-ständige Kombination nach Gl. (1-3) unter Berücksichtigung der Beaufschlagungseinwirkung zu untersuchen, wobei jeweils die Kombinationsbeiwerte nach [1], Tabelle 1-5 anzusetzen sind.

Der Beaufschlagungslastfall ist einer Einwirkung vom Typ „Beaufschlagung für Dichtheitsnachweis“ zuzuordnen, welche in den projektweiten Einwirkungen im ProjektManager anzulegen ist. Falls keine Einwirkung dieses Typs mit zugeordnetem Lastfall existiert, kann keine quasi-ständige Kombination für den Dichtheitsnachweis erzeugt werden.

Nachweis

Um den Dichtheitsnachweis zu erfüllen, versucht MicroFe durch Erhöhung der Biegebewehrung (ggf. in oberer und unterer Lage) die Druckzone ausreichend zu erhöhen. Dies ist jedoch nicht in allen Fällen möglich, so dass ggf. der Nachweis nicht erbracht werden kann.

Folgende fünf Querschnittszustände sind beim Nachweis zu unterscheiden:

1) Nachweis in ungerissenen Bereichen

Falls mit Gl. (1-7) aus [1] nachgewiesen werden kann, dass im Querschnitt keine Zugspannungen auftreten, dann erfolgt der Dichtheitsnachweis gemäß [1], Teil 1, Kapitel 5.1.3, Gl. (1-4).

$$h \geq \gamma_e \cdot e_{tk} \quad (5)$$

mit

h	Bauteildicke
e_{tk}	charakteristischer Wert der Eindringtiefe in ungerissenen Beton
γ_e	Teilsicherheitsbeiwert für Eindringtiefe nach Tabelle 1-1

2) Nachweis in einseitig gerissenen Bereichen

Falls mit Gl. (1-7) aus [1] nicht nachgewiesen werden kann, dass im Querschnitt keine Zugspannungen auftreten, dann erfolgt der Dichtheitsnachweis gemäß [1], Teil 1, Kapitel 5.1.4, Gl. (1-8).

$$x \geq \gamma_e \cdot e_{tk} \quad (6)$$

$$\geq 2D_{\max}$$

$$\geq 30 \text{ mm}$$

mit

x	Druckzonendicke
e_{tk}	charakteristischer Wert der Eindringtiefe in ungerissenen Beton
γ_e	Teilsicherheitsbeiwert für Eindringtiefe nach Tabelle 1-1
D_{\max}	Nennwert des Größkorns der Gesteinskörnung

3) Nachweis in beidseitig gerissenen Bereichen infolge häufig wechselnder Momentenbeanspruchung

Falls ein durchgängiger Trennriss nicht auszuschließen ist und außerdem mit einer häufig wechselnden Momentenbeanspruchung zu rechnen ist, sollte diese Option in der Eingabe entsprechend gewählt werden. In diesem Fall wird der Querschnitt unabhängig von der vorhandenen Lastkombination immer als durchgängig gerissen angenommen, so dass die auftretende Druckzone immer als vorgerissen anzusetzen ist. Der Dichtheitsnachweis erfolgt nach [1], Teil 1, Kapitel 5.1.4, Gl. (1-9), wobei gemäß [1], Teil 2, 4.4.2 (9) mit der doppelten Eindringtiefe ew_{tm} zu rechnen ist.

$$xw \geq \gamma_e \cdot 2 \cdot ew_{tk} \quad (7)$$

$$\geq 2D_{\max}$$

$$\geq 50 \text{ mm}$$

mit

xw	Dicke der vorgerissenen Druckzonen
ew_{tk}	charakteristischer Wert der Eindringtiefe in der vorgerissenen Druckzone
γ_e	Teilsicherheitsbeiwert für Eindringtiefe nach Tabelle 1-1
D_{\max}	Nennwert des Größkorns der Gesteinskörnung

4) Nachweis in durchgängig gerissenen Bereichen mit Überdrückung

Falls ein durchgängiger Trennriss nicht auszuschließen ist, aber keine häufig wechselnde Momentenbeanspruchung vorliegt, sollte diese Option in der Eingabe entsprechend gewählt werden.

In diesem Fall wird der Querschnitt unabhängig von der vorhandenen Lastkombination immer als durchgängig gerissen angenommen, so dass die auftretende Druckzone immer als vorgerissen anzusetzen ist. Der Dichtheitsnachweis erfolgt nach [1], Teil 1, Kapitel 5.1.4, Gl. (1-9).

$$xw \geq \gamma_e \cdot ew_{tk} \quad (8)$$

$$\geq 2D_{\max}$$

$$\geq 50 \text{ mm}$$

mit

xw	Dicke der vorgerissenen Druckzonen
ew_{tk}	charakteristischer Wert der Eindringtiefe in der vorgerissenen Druckzone
γ_e	Teilsicherheitsbeiwert für Eindringtiefe nach Tabelle 1-1
D_{\max}	Nennwert des Größkorns der Gesteinskörnung

5) Nachweis in durchgängig gerissenen Bereichen ohne Überdrückung

Falls im Querschnitt keine Druckspannungen auftreten und entweder der Querschnitt nicht mehr als ungerissen gemäß Querschnittszustand 1) angesehen werden kann oder die Option eines durchgängigen Trennrisses aktiviert wurde, erfolgt der Dichtheitsnachweis nach [1], Teil 1, Kapitel 5.1.5, Gl. (1-11), wobei für ew_{tk} der Wert ohne Überdrückung angesetzt wird.

$$h \geq \gamma_e \cdot ew_{tk} \quad (9)$$

mit

h	Bauteildicke
ew_{tk}	charakteristischer Wert der Eindringtiefe in der vorgerissenen Druckzone
γ_e	Teilsicherheitsbeiwert für Eindringtiefe nach Tabelle 1-1

Mindestbewehrung

Die Mindestbewehrung infolge Zwangseinwirkungen ist gemäß [1], Teil 1, Kapitel 6 (1) nach DIN EN 1992-1-1 [3], Kapitel 7.3.2 für eine Rissbreite $w_k = 0,2 \text{ mm}$ zu ermitteln. Der hierzu notwendige Grenzdurchmesser d_s und der Anteil der wirksamen Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ von der mittleren Betonzugfestigkeit f_{ctm} sind vorzugeben.

Unter gewissen Umständen (vgl. [1], Kapitel 6) darf auf eine Mindestbewehrung verzichtet werden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Dichtheitsnachweises lassen sich im Rahmen der Flächenbemessungsausgaben dokumentieren.

Sowohl in der grafisch-interaktiven (vgl. Titelbild) wie auch in den positionsorientierten Iso- / Werte- / Tabellenausgaben (vgl. Bild 2) stehen neben der zur Erfüllung des Nachweises erforderlichen Bewehrung auch in jedem FE-Knoten die Eindringtiefe des Mediums und die aus der maßgebenden Lastfallkombination resultierenden Bemessungsschnittgrößen, Querschnittszustand und Druckzonenhöhe zur Verfügung.

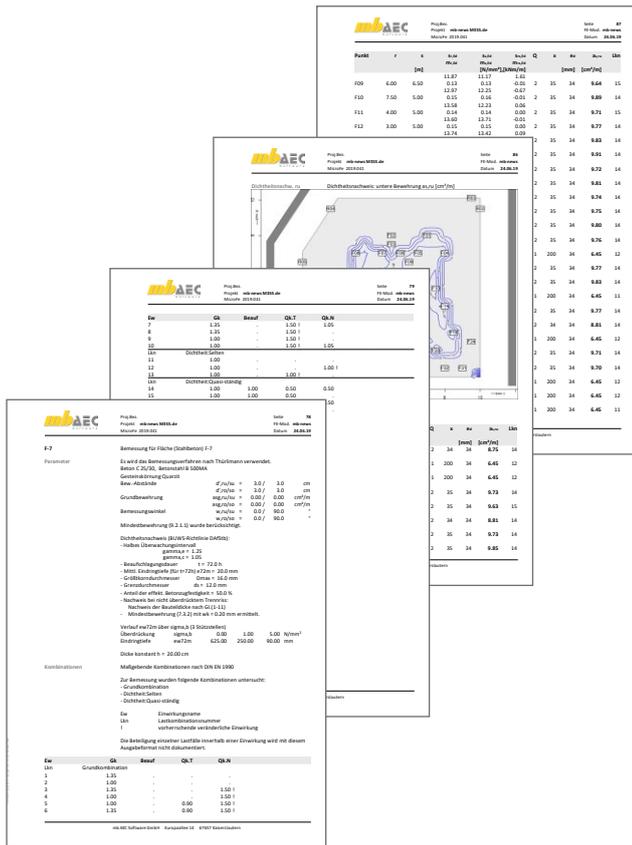


Bild 2. Positionsorientierte Ausgabe Dichtheitsnachweis

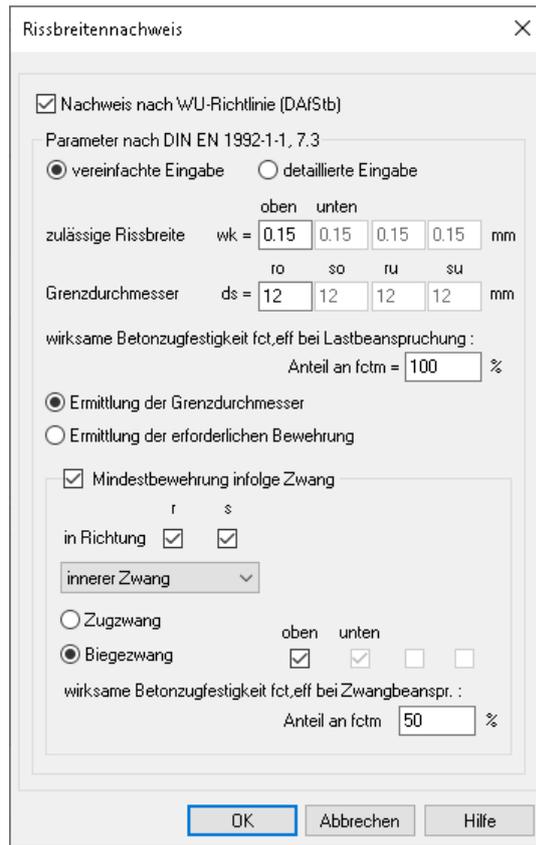


Bild 3. Parameter für Rissbreitennachweis

Rissbreitennachweis nach WU-Richtlinie

In den Rissbreitennachweis-Parametern jeder Platten-, Decken-, Flächen- und Wandposition kann der Nachweis nach WU-Richtlinie aktiviert werden.

Gemäß [2], Kapitel 8.5 ist der Rissbreitennachweis nach DIN EN 1992-1-1 [3], Kapitel 7.3 zu führen. Hierbei ist die häufige Einwirkungskombination zu verwenden. Die zulässigen Rissbreiten w_k sind [2], Tabelle 2 zu entnehmen und in den Rissbreitennachweis-Parametern vorzugeben (vgl. Bild 3).

Fazit

Mit dem MicroFe-Modul M355.de lassen sich die zusätzlichen Gebrauchstauglichkeitsnachweise der Wasserundurchlässigkeit von WU-Bauteilen per Rissbreitennachweis und der Dichtheit von LAU- und HBV-Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen führen.

Dipl.-Ing. Sven Hohenstern
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMWS)“, Ausgabe März 2011, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V., Berlin.
- [2] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“, Ausgabe Dezember 2017, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V., Berlin.
- [3] Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010

Preise und Angebote

M355.de Nachweis für WU-Beton und wassergefährdende Stoffe nach Eurocode **699,- EUR**
Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

MicroFe comfort **3.999,- EUR**
MicroFe-Paket „Platten + räumliche Systeme“

PlaTo **1.499,- EUR**
MicroFe-Paket „Platten“

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgekosten-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Juli 2019
Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)