

Dipl.-Ing. Shusheng Yang, Essen

# **Herabsetzung der Rißbildung von Beckenkronen durch Vorspannung**

Reihe **4**: Bauingenieurwesen

Nr. **143**

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort	
Zeichen, Symbole	
<b>1. Problemstellung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2. Stand der Erkenntnisse</b>	<b>3</b>
2.1 Einleitung	3
2.2 Anforderungen, Auslegung von Klärbecken	4
2.2.1 Zement	4
2.2.2 Beton	5
2.2.3 Einfluß der Nachbehandlung auf die Frost-Tau-Widerstandsfähigkeit	7
2.2.4 Einwirkung von Frost-Tau und Taumitteln bzw. Gegenmaßnahmen	9
2.2.5 Einfluß des Luftporengehalts auf die Betonqualität	10
2.3 Zusammenfassung	12
<b>3. Thermodynamik und Spannungszustand der Krone</b>	<b>14</b>
3.1 Einleitung: Risse an Kronen	14
3.2 Grundlagen	15
3.2.1 Wärmeleitung	15
3.2.2 Wärmeübertragung durch Konvektion	16
3.2.3 Strahlung und Absorption	19
3.3 Wärmebilanz der Klärbeckenkronen	21
3.3.1 Wärmebilanz der Krone im Sommer	21
3.3.2 Wärmebilanz der Krone im Winter	25
3.3.2.1 Infrarot-Enteisungsanlage	25
3.3.2.2 Heizdraht zur Enteisung	26
3.4 Kritische Jahreszeit für die Krone	26
3.5 Instationäre Temperaturverteilungen	26
3.6 Thermodynamische Untersuchungen ausgesuchter Klärbecken	27
3.6.1 Grundlagen	27
3.6.2 Normale winterliche Witterungsverhältnisse	28
3.6.3 Extrem kalte Witterungsverhältnisse	28
3.6.4 Thermodynamische Untersuchungen an den ausgesuchten Klärbecken	33
3.7 Wärmespannungen in Klärbeckenkronen	34

<b>4. Schwinden in der Beckenwand</b>	<b>40</b>
4.1 Grundlagen	40
4.2 Schwindberechnungen	41
4.3 Zugspannung in der Krone infolge von Schwinden	47
4.3.1 Ersatztemperatur für Schwinden	47
4.3.2 Schwindspannung	47
<b>5. Beeinflussung der Ribbildung durch Vorspannung</b>	<b>49</b>
5.1 Grundlagen	49
5.2 Zugfestigkeit	53
5.3 Ribwahrscheinlichkeit in der Krone	55
5.3.1 Bedingungen für Ribbildungen	55
5.3.2 Spannungen in der Krone nach der Inbetriebnahme	56
5.3.3 Ribwahrscheinlichkeit (RWS)	56
5.4 Einfluß von Vorspannung auf die Ribwahrscheinlichkeit	59
5.4.1 Statische Grundlagen	59
5.4.2 Schnittgrößen infolge von Vorspannung in Klärbecken	60
5.4.3 Ribwahrscheinlichkeit bei Vorspannung	62
5.4.4 Aktuelle Vorspanngrade der untersuchten Becken	64
5.5 Erwartungen	64
<b>6. Versuche zur Feststellung der Frost-Tau-bedingten Spannungen im Innern des Betongefüges</b>	<b>66</b>
6.1 Allgemeines	66
6.2 Untersuchungsmethode	67
6.3 Meßverfahren	67
6.4 Probekörper und deren Vorspannung	74
6.5 Temperaturverteilung in den Probekörpern	77
6.6 Messung der Frost-Tau-bedingten Spannungen im Innern des Betongefüges	82
6.6.1 Meßaufbau	82
6.6.2 Auswertung der Meßergebnisse	82
6.7 Effektive Meßlänge der Meßelemente und Frost-Tau-bedingte Spannungen im Innern des Betongefüges	86
6.8 Genauigkeit und Empfindlichkeit des Meßverfahrens	96
6.8.1 Genauigkeit des Meßverfahrens	96
6.8.2 Empfindlichkeit des Meßverfahrens gegenüber Temperatur	97

6.8.3 Empfindlichkeit des Meßverfahrens gegenüber radialer Last	98
6.9 Abwitterung	99
6.10 Einfluß der Vorspannung auf Abwitterung des Betons	101
6.11 Diskussion des Verfahrens	102
<b>7. Wirtschaftlichkeit der Vorspannung</b>	<b>104</b>
7.1 Konstruktionsdetails	104
7.2 Kostenanalyse	104
7.3 Kostenrelation Fugenkonstruktion/Vorspannung	106
7.3.1 Becken Hattingen (4 Becken)	106
7.3.2 Becken Arnsberg-Neheim (4 Becken)	107
7.3.3 Becken Arnsberg-Wildshausen (2 Becken)	108
7.4 Einfluß der Beckenlagerung auf die Wirtschaftlichkeit	110
<b>8. Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>115</b>

Anhang

Literatur