VGB PowerTech

Richtlinie

BTR
Bautechnik bei Kühltürmen

VGB-Richtlinie
für den bautechnischen Entwurf, die Berechnung, die Konstruktion und die Ausführung von Kühltürmen

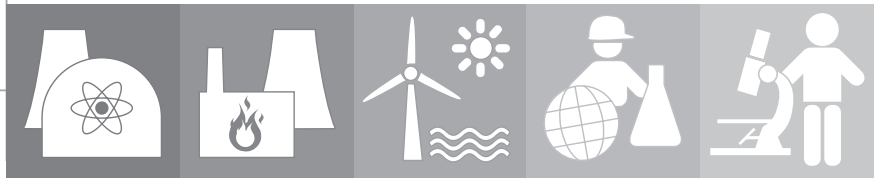
VGB-R 610

Ausgabe 2010

Herausgegeben von der
VGB PowerTech e.V.

Zu beziehen bei:
VGB PowerTech Service GmbH
Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften
Postfach 10 39 32, 45039 Essen
Tel. +49 201 8128-200
Fax +49 201 8128-329
E-mail: mark@vgb-org.de

ISBN 978-3-86875-125-3



www.vgb.org

Jegliche Wiedergabe ist nur mit vorheriger Genehmigung der VGB gestattet.

Vorwort zur Ausgabe 2010

Die vorliegende Richtlinie „BTR Bautechnik bei Kühltürmen“ stellt - gemeinsam mit der VGB-R 135 „Planung von Kühlturmanlagen“ [1] und der VGB-R 612 „Maßnahmen an Kühltürmen und Schornsteinen aus Stahlbeton zum Schutz gegen Betriebs- und Umgebungseinwirkungen“ [2] - weiterhin eine vereinheitlichende Grundlage für die bautechnische Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung sowie für die Bauausführung von Kühlturmbauwerken aus Stahlbeton dar. Sie basiert auf etwa 45-jährigen Erfahrungen von Anlagen- und Bauplanern, von Bauausführenden, Prüfingenieuren und Bauherren mit der Herstellung von Kühltürmen. Ergänzend gibt die Richtlinie VGB-R 613 „Leitfaden für das Lebensdauermanagement von Stahlbeton-Kühltürmen in Kraftwerken“ [3] Hinweise für betriebsbegleitende Inspektionen und Instandhaltungen.

Im Hinblick auf die bevorstehende Einführung der Normenreihen DIN EN 1991 und DIN EN 1992 sowie anderer mitgeltender europäischer Normen wurde eine Anpassung der von 2005 stammenden Fassung der Richtlinie erforderlich; sie wird ersetzt durch die vorliegende Ausgabe 2010. Neue Erkenntnisse aufgrund fortgeführter ingenieurwissenschaftlicher Studien sowie Rückflüsse aus der Praxis haben darüber hinaus Modifizierungen bedingt. Insbesondere wurden aktualisierte Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte für Wind- und Temperatureinwirkungen sowie weiterentwickelte betontechnologische Konzepte in diese Ausgabe 2010 aufgenommen.

Vertragliche Regelungen mit Zuständigkeiten für organisatorische Abläufe werden in dieser Richtlinie nicht erfasst. Sie sind gesondert von den Vertragspartnern zu definieren. Es wird gebeten, der VGB-Geschäftsstelle die mit der Anwendung dieser Richtlinie gesammelten Erfahrungen, Quellen zu missverständlicher Auslegung, Unzulänglichkeiten in der Darstellung sowie Verbesserungsvorschläge mitzuteilen; sie können Anlass für zukünftige Ergänzungen oder Änderungen sein.

Die Bearbeitung dieser Ausgabe 2010 wurde von einer Projektgruppe „Bautechnik bei Kühltürmen“ des VGB-Arbeitskreises „Schornsteine, Kühltürme und andere Sonderbauwerke“ im VGB-Fachausschuss „Bauwesen“ durchgeführt, der die nachstehend genannten Personen angehörten:

Dipl.-Ing. P. Blömeke, Gelsenkirchen
Dipl.-Ing. D. Busch, Essen
Dipl.-Ing. T. Depe, Ratingen
Dipl.-Ing. H. Eggers, Hannover
Dipl.-Ing. G. Gjorsoski, Ratingen
Dipl.-Ing. J. Gnegel, Herne
Prof. Dr.-Ing. R. Harte, Wuppertal
Dipl.-Ing. R. Haupt, Dortmund
Dr. rer. nat. R. Hüttl, Berlin
Dipl.-Ing. E. Jung, Düsseldorf
Dipl.-Ing. J. Lenz, Essen
Prof. Dr.-Ing. L. Lohaus, Hannover
Dr.-Ing. R. Meiswinkel, Hannover (Obmann)
Dipl.-Ing. J. Meyer, Bochum
Dipl.-Ing. H. Mosebach, Dortmund
Prof. Dr.-Ing. H.-J. Niemann, Bochum
Dipl.-Ing. F.-J. Nunier, Essen
Dipl.-Ing. B. Titze, Cottbus
Dipl.-Ing. J. Torkar, Bochum
Dipl.-Ing. J. Weigl, Neustadt a.d.W.
Dipl.-Ing. R. Winking, Grevenbroich
Dr.-Ing. R. Wörmann, Bochum

Allen Beteiligten sei an dieser Stelle für ihre Mitwirkung gedankt.

Essen, im Dezember 2010

VGB PowerTech e.V.

Haftungsausschluss

VGB-Richtlinien und VGB-Merkblätter sind Empfehlungen, die jedermann frei zur Anwendung stehen. Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen.

Sie berücksichtigen den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden Stand der Technik. Durch das Anwenden von VGB-Richtlinien oder VGB-Merkblättern entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung oder Garantie des VGB PowerTech und derjenigen, die an den VGB-Richtlinien oder VGB-Merkblättern beteiligt sind, ist ausgeschlossen.

Inhalt

1 Einleitung ... 9
1.1 Anwendungsbereich ... 9
1.2 Mitgeltende Normen ... 9
1.3 Definition und Begriffe ... 9

2 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit - Betontechnologie ... 11
2.1 Allgemeines ... 11
2.2 Mindestanforderungen ... 11
2.2.1 Expositionsklassen ... 11
2.2.2 Betonzusammensetzung ... 11
2.2.3 Betondeckung ... 12
2.2.4 Betonoberflächen ... 12
2.2.5 Arbeitsfugen ... 12
2.2.6 Nachbehandlung ... 13
2.3 Zusatzanforderungen für kühlwasserbeaufschlagte Bauteile ... 13
2.3.1 Expositionsklassen ... 13
2.3.2 Betonzusammensetzung ... 13
2.3.3 Betondeckung ... 14
2.3.4 Nachbehandlung ... 14
2.4 Zusatzanforderungen bei betonangreifendem Grundwasser ... 14
2.5 Zusatzanforderungen bei Einwirkung von Meerwasser und bei Kühltürmen in Küstennähe ... 14
2.5.1 Expositionsklassen ... 14
2.5.2 Betonzusammensetzung ... 15
2.5.3 Betondeckung ... 15
2.6 Zusatzanforderungen für Kühltürme mit Abgasableitung ... 15
2.6.1 Expositionsklassen ... 15
2.6.2 Betondeckung ... 15
2.6.3 Weitere Schutzmaßnahmen ... 15
2.7 Zusatzanforderungen bei Anwendung von Beton mit hohem Widerstand gegen chemische Einwirkungen ... 16
2.7.1 Allgemeines ... 16
2.7.2 Betonzusammensetzung ... 16
2.7.3 Betondeckung ... 17

3 Kühlturmtragwerk 17
3.1 Einwirkungen 17
3.1.1 Allgemeines 17
3.1.2 Ständige Einwirkung G 18
3.1.3 Windlast W 18
3.1.3.1 Allgemeines 18
3.1.3.2 Außen- und Innendruck 18
3.1.3.3 Außendruckbeiwerte eines freistehenden Kühlturms 19
3.1.3.4 Böengeschwindigkeitsdruck q_b 21
3.1.3.5 Dynamische Überhöhung 23
3.1.3.6 Interferenzwirkungen 24
3.1.4 Temperatur T 27
3.1.4.1 Allgemeines 27
3.1.4.2 Betriebstemperatur T^{OP} 28
3.1.4.3 Sommer-Stillstand T^{S} 29
3.1.4.4 Winter-Stillstand T^{W} 29
3.1.5 Schwinden S 29
3.1.6 Fremdverursachte Baugrundsetzungen B 30
3.1.7 Montagelasten M 30
3.1.8 Erdbeben A_E 30
3.1.9 Vorspannung P 30
3.1.10 Sonstige und außergewöhnliche Einwirkungen 30
3.2 Sicherheitskonzept 31
3.2.1 Allgemeines 31
3.2.2 Einwirkungen, Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsbeiwerte 31
3.2.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit 32
3.2.3.1 Bemessungskonzept 32
3.2.3.2 Kombinationen von Einwirkungen 32
3.2.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit 33
3.2.5 Beulsicherheit 33
3.3 Verfahren zur Tragwerksberechnung und Nachweisführung 33
3.3.1 Allgemeines 33
3.3.2 Lineare Berechnungsverfahren 34
3.3.3 Nichtlineare Berechnungsverfahren 34

3.3.4 Verfahren zum Beulnachweis ... 35
3.3.5 Nachweise zur Begrenzung der Rissbreite ... 35
3.3.5.1 Nachweis der Mindestbewehrung bei Erstrissbildung ... 35
3.3.5.2 Nachweis für Einwirkungskombinationen ... 35
3.3.6 Zusätzliche Nachweise für Stützung ... 36
3.3.7 Zusätzliche Nachweise für Gründung ... 36
3.3.7.1 Baugrund ... 36
3.3.7.2 Flachgründungen ... 37
3.3.7.3 Pfahlgründungen ... 37
3.4 Konstruktive Anforderungen ... 37
3.4.1 Kühlturmschale ... 37
3.4.1.1 Wanddicke ... 37
3.4.1.2 Bewehrung ... 37
3.4.1.3 Oberes und unteres Randglied ... 38
3.4.1.4 Zulässige Ausführungstoleranzen ... 39
3.4.1.5 Zusammenstellung der Mindestwerte ... 39
3.4.1.6 Schalung und Rüstung ... 39
3.4.2 Stützung und Gründung ... 40
3.4.2.1 Bewehrung ... 40
3.4.2.2 Zulässige Ausführungstoleranzen ... 40

4 Becken, Einbautragkonstruktionen, Wasserverteilungskanäle und Steigeschacht ... 40
4.1 Becken mit Auslaufbauwerk ... 40
4.1.1 Einwirkungen ... 40
4.1.1.1 Wasserfüllung Q_W ... 41
4.1.1.2 Montagelasten M ... 41
4.1.1.3 Betriebstemperatur T ... 41
4.1.1.4 Fremdverursachte Baugrundsetzungen B ... 41
4.1.1.5 Erdbeben A_E ... 42
4.1.1.6 Erddruck E und äußerer Wasserdruck Q_{We} ... 42
4.1.2 Ermittlung der Bemessungswerte ... 42
4.1.3 Sicherheitskonzept und Bemessung ... 42
4.1.3.1 Auftriebssicherheit ... 43
4.1.3.2 Beckensohle ... 43

4.1.3.3 Wasserundurchlässigkeit 43
4.1.4 Konstruktion und Ausführung 43
4.1.4.1 Unterbau des Beckens 43
4.1.4.2 Konstruktive Gestaltung der Ein- und Auslaufbauwerke 43
4.1.4.3 Abmessung 43
4.1.4.4 Mindestbewehrung 44
4.1.4.5 Fugen 44
4.2 Einbautragkonstruktion, Wasserverteilungskanäle und Steigeschacht 44
4.2.1 Einwirkungen 44
4.2.1.1 Eigenlast G 44
4.2.1.2 Verkehrslast Q_P 45
4.2.1.3 Windlast W 45
4.2.1.4 Einwirkungen aus dem Betrieb 45
4.2.1.5 Erdbeben A_E 45
4.2.1.6 Dynamische Einwirkungen 45
4.2.1.7 Eislasten F 45
4.2.1.8 Horizontale Anpralllasten A_A 46
4.2.1.9 Fremdverursachte Baugrundsetzungen B 46
4.2.2 Ermittlung der Bemessungswerte 46
4.2.2.1 Imperfektion 46
4.2.3 Sicherheitskonzept und Bemessung 47
4.2.3.1 Rissbreitenbeschränkung 47
4.2.3.2 Fugen 47
4.2.4 Konstruktion und Ausführung 47
4.2.4.1 Konstruktionsweise 47
4.2.4.2 Ausführungstoleranzen 48

5 Qualitätsmanagement 48
5.1 Allgemeines 48
5.2 Bauteile 49

ANHANG

A1 Zusammenstellung der verwendeten Symbole 53
A2 Zitierte Richtlinien und Literatur 57
A3 Weiterführende Richtlinien und Literatur 57