

Dipl.-Ing. Klaus Schäfer
Prüfingenieur für Bautechnik VPI
Wettbachstraße 18
71063 Sindelfingen

Berücksichtigung der Einwirkungen aus Grundwasser und Hochwasser bei Bauwerken des Allgemeinen Hochbaus

1. Allgemeines

Dem Leistungsbild der HOAI entsprechend ist vom Objektplaner neben den Baugrundverhältnissen auch die Grundwassersituation zu ermitteln.

Dies gilt besonders für Baumaßnahmen in Tallagen, in der Nähe von offenen Gewässern und in hochwassergefährdeten Gebieten.

Auch der Tragwerksplaner muss für die vertragskonforme Leistung im Rahmen der Grundlagenermittlung standortbezogene Einflüsse unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse klären, das heißt, gegebenenfalls die notwendigen Informationen vom Objektplaner und der Bauherrschaft aktiv einfordern [201].

Für ihn ist es nicht ausreichend, auf seine Pläne Annahmen zur Baugrundbeschaffenheit zu schreiben mit dem Vermerk, diese seien bei der Bauausführung zu überprüfen und sich zum Thema Grundwasser ganz auszuschweigen.

1.1 Grundwasser

Sofern nicht hinreichende örtliche Erfahrungen vorliegen, werden die erforderlichen Informationen als Teil einer geotechnischen Untersuchung erhoben. Der festgestellte und bewertete Grundwasserstand (Höhenlage der Grundwasserfläche oder Grundwasserdruckfläche) ist dann – im Allgemeinen mit einem Sicherheitszuschlag – als charakteristischer Wert des Bemessungswasserstandes im Geotechnischen Bericht angegeben.

Liegt ein Bauwerkstandort im Nahbereich von kleineren Gewässern und sind sonst keine nutzbaren Angaben zu Grundwasserständen vorhanden, ist im Allgemeinen die Höhe der Geländeoberfläche als Bemessungswasserstand anzusetzen [302].

1.2 Hochwasser

Mögliche Gefährdungen aus Hochwasser lassen sich in Baden-Württemberg aus den Hochwassergefahrenkarten HWGK (www.hochwasserbw.de) entnehmen. Sie sind Grundlage für die Bauleitplanung.

Kartentyp 1a stellt die errechneten Überflutungstiefen für ein hundertjähriges Hochwasser dar (Abflussmenge HQ_{100}), Kartentyp 2 die errechneten Hochwasserausbreitungen für die statistischen Hochwasserabflüsse $HQ_{10, 50, 100}$ sowie für ein Extremhochwasser HQ_{Extrem} .

Bis HQ_{100} wird ein planmäßiger Betrieb und die bestimmungsgemäße Nutzung aller Bauwerke vorausgesetzt.

HQ_{Extrem} umfasst auch unterschiedliche Szenarien wie z. B. Brückenverklausungen oder den Ausfall von Hochwasserschutzanlagen.

Gebiete, in denen ein entsprechendes Hochwasser statistisch einmal in hundert Jahren auftreten kann, gelten als festgesetzte Überschwemmungsgebiete, für die besondere Schutzvorschriften gelten, z. B. Verbot neuer Baugebiete.

In Überschwemmungsgebieten müssen die grundsätzliche Zulässigkeit der Baumaßnahme und die planerischen Notwendigkeiten mit der Wasserrechtsbehörde geklärt werden.

Wild abfließendes Oberflächenwasser (Hangwasser) und Überlastung des Kanalsystems können jedoch in den HWGK nicht berücksichtigt werden.

2. Berücksichtigung in den bautechnischen Nachweisen:

2.1 Bemessungswerte von Grundwasserdrücken:

Die Bemessungswerte für Einwirkungen aus Grundwasserdrücken sind in DIN EN 1997 mit NA und der Ergänzungsnorm DIN 1054 geregelt:

[2.1], 2.4.6.1.2 (6):

Bei der Behandlung von Grundwasserdrücken ... im GZT müssen die Bemessungswerte die ungünstigsten Werte sein, die während der Nutzungsdauer des Bauwerks auftreten könnten. Bei ... GZG müssen als Bemessungswerte die ungünstigsten Werte angesetzt werden, die unter normalen Umständen auftreten könnten.

[2.3] 2.4.6.1.2 (A6):

Bei der Ermittlung der Bemessungswerte der Beanspruchungen aus freiem Wasser und aus Grundwasser sind auch für den veränderlichen Anteil des Wasserdrucks die Teilsicherheitsbeiwerte für ständige Einwirkungen zugrunde zu legen.

[2.3] 2.4.6.1.2 (7):

(7) In bestimmten Fällen dürfen extreme Wasserdrücke nach EN 1990:2002, 1.5.3.5 als außergewöhnliche Einwirkungen behandelt werden.

Außergewöhnliche Einwirkungen sind definiert in

[1], 1.5.3.5: außergewöhnliche Einwirkung:

eine Einwirkung, die i.d.R. von kurzer Dauer, aber von bedeutender Größenordnung ist und die während der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks jedoch mit keiner nennenswerten Wahrscheinlichkeit auftreten kann.

2.2 Bemessungssituationen nach DIN EN 1990, 3.2:

- Ständige Situationen, die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen
- Vorübergehende Situationen, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks beziehen, z. B. Bauzustand oder Instandsetzung
- Außergewöhnliche Situationen, z. B. Brand, Explosionen, Anprall

[1], 3.2 (3):

Die gewählten Bemessungssituationen müssen alle Bedingungen, die während der Ausführung und Nutzung des Tragwerks vernünftigerweise erwartet werden können, hinreichend genau erfassen.

2.3 Bemessungssituationen nach DIN 1054

Angelehnt an DIN EN 1990, 3.2 sind in DIN 1054, 2.2 A(4) folgende Bemessungssituationen definiert:

BS-P	ständige und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen
BS-T	vorübergehende, zeitlich begrenzte Situationen (Bauzustände, Unterfangungen, Baugrubenböschungen u. Ä.)
BS-A	außergewöhnliche Situationen (z. B. <u>extremes</u> Hochwasser)

Nach [1], 2.3 sollte die geplante Nutzungsdauer eines Bauwerkes bei der Planung festgelegt werden und ist für „Gebäude und andere gewöhnliche Tragwerke“ in Tabelle 2.1 grundsätzlich mit 50 Jahren angesetzt.

Dies dürfte für die meisten Hochbauten die untere Grenze des tatsächlichen Nutzungszeitraums darstellen.

Einflüsse aus Grundwasser und Hochwasser sollten in folgenden Bemessungssituationen berücksichtigt werden:

Bemessungswasserstand aus Grundwasser :	BS-P
Bemessungswasserstand bei fünfzigjährigem Hochwasser :	BS-P
Bemessungswasserstand bei hundertjährigem Hochwasser :	BS-T
Bemessungswasserstand bei extremem Hochwasser :	BS-A

Bei Hochbauten, die der Versorgungssicherheit oder Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung dienen, sollte die Einstufung gegebenenfalls zur sicheren Seite hin angepasst werden.

3. Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

Für Einwirkungen aus drückendem Wasser sind für den GZT in der Regel zwei Nachweise zu führen:

- Gegen Versagen durch Verlust der Lagesicherheit infolge von Aufschwimmen (Grenzzustand UPL–uplift) auf der Grundlage der DIN EN 1997-1,
- Gegen inneres Bauteilversagen (Grenzzustand STR-structural) auf der Grundlage der DIN EN 1997-1 und baustoffspezifischen Regelungen, z. B. für Beton DIN EN 1992-1-1

Maßgebend sind:	DIN EN 1990:2010-12 mit NA	[1]
	DIN EN 1997-1:2009-09	[2.1]
	DIN EN 1997-1/NA:2010-12	[2.2]
	DIN 1054:2010-12	[2.3]
	sowie die baustoffspezifischen Eurocodes	

3.1 Nachweis gegen Aufschwimmen des Bauwerks (UPL):

Nachweisform: $V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d$ [2.1], 2.4.7.4 (2.8)

3.2 Nachweis gegen Versagen des Tragwerks oder eines seiner Teile (STR)

Nachweisform: $E_d \leq R_d$ [1], 6.4.2 (6.8)

3.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen

Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind für die jeweilige Bemessungssituation nach DIN 1054, A 2.4.7.6.1 mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach Tabelle A 2.1 zu ermitteln. Wasserdruck (auch veränderlicher) gilt dabei als ständige Einwirkung.

Die Bemessungswerte sind ohne Berücksichtigung von Kombinationsbeiwerten zu ermitteln [2.1], 2.4.6.1.1 mit [2.3], A (2b).

Tabelle A 2.1 – Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_F^{1)}$ bzw. $\gamma_E^{2)}$ für Einwirkungen und Beanspruchungen

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A
HYD und UPL: Grenzzustand des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen				
Destabilisierende ständige Einwirkungen ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,05	1,05	1,00
Stabilisierende ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stab}$	0,95	0,95	0,95
Destabilisierende veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1,50	1,30	1,00
Stabilisierende veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,stab}$	0	0	0
Strömungskraft bei günstigem Untergrund ³⁾	γ_H	1,45	1,45	1,25
Strömungskraft bei ungünstigem Untergrund ³⁾	γ_H	1,90	1,90	1,45
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit				
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1,10	1,05	1,00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stab}$	0,90	0,90	0,95
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,50	1,25	1,00
STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund				
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen allgemein ^a	γ_G	1,35	1,20	1,10
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen ^b	$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00	1,00
Beanspruchung aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchdruck	γ_{G-E0}	1,20	1,10	1,00
Beanspruchung aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1,50	1,30	1,10
Beanspruchungen aus günstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	0	0	0
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlusts der Gesamtstandsicherheit				
Ständige Einwirkungen ^a	γ_G	1,00	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit				
$\gamma_G = 1,00$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen				
$\gamma_Q = 1,00$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen				
^a einschließlich ständigem und veränderlichem Wasserdruck				
^b nur im Sonderfall nach 7.6.3.1 A (2)				

- 1) Der Beiwert γ_F ist Oberbegriff für die jeweils auf den Einzelfall der Einwirkungen F bezogenen Teilsicherheitsbeiwerte.
- 2) Der Beiwert γ_E ist Oberbegriff für die jeweils auf den Einzelfall der Beanspruchungen E bezogene Teilsicherheitsbeiwerte.
- 3) Teilsicherheitsbeiwert gemäß DIN 1054/A2

Technische Baubestimmungen:

- [1] DIN EN 1990:2010-12 mit NA
- [2.1] DIN EN 1997-1:2009-09 EC 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
mit
- [2.2] DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang
und
- [2.3] DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1
- [3.1] DIN EN 1997-2:2010-10 EC 7, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds mit
- [3.2] DIN EN 1997-2/NA:2010-12 Nationaler Anhang
und
- [3.3] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für Bautechnische Zwecke- Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

Ergänzende Veröffentlichungen:

- [100] Handbuch Eurocode 7: Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, Beuth-Verlag
- [101] Handbuch Eurocode 7: Geotechnische Bemessung, Band 2: Erkundung und Untersuchung, Beuth-Verlag
- [102] Kommentar zum Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung Allgemeine Regeln, Beuth-Verlag

Literatur:

- [200] Schmidt, H.-H.: Grundlagen der Geotechnik; 4. Auflage (2013), Teubner-Verlag
- [201] Locher/Koebler/Frik: Kommentar zur HOAI Vertrag, Honorar, Haftung, 12. Auflage (2013), WernerVerlag

Weitere Veröffentlichungen zum Thema:

- [300] Harder, H.: Annahmen reichen nicht mehr aus
Deutsches Ingenieurblatt 10/10
- [301] Schmidt, H.-H.: Der Baugrund wird zu oft links liegen gelassen
Deutsches Ingenieurblatt 07-08/08
- [302] Grabczewski, H. v.: Ermittlung des Bemessungswasserstandes
Eine vorplanerische Pflicht oder Planerschicksal
Beton- und Stahlbetonbau Spezial „Wasserundurchlässige Bauwerke“
Oktober 2014, S. 37
- [303] Kunz, Klaus: Ein Beitrag zum Teilsicherheitsbeiwert für Wasserdruck
Bautechnik 91 (2014) Heft 5, S. 339
- [304] Kinzler, Steffen: Rückverankerte Betonsohlen –
Morgen, Karl: Nachweise in den Grenzzuständen UPL, GEO-2 und STR
Bautechnik 91 (2014) Heft 95, S. 622
- [305] Kärcher, Klaus: Verbesserte Bestimmung des Bemessungs-Grundwasserspiegels
Gottheil, Klaus-M. Beton- und Stahlbetonbau 92 (1997) Heft 11, S. 297