



Merkblatt Nr. 5.2/2

Stand: 30.06.1994

alte Nummer: 5.3-1

Ansprechpartner: Referat 42

Hausanschrift: Lazarettstraße 67
80636 München

Telefon: (089) 92 14-01

Telefax: (089) 92 14-14 35

Internet: <http://www.bayern.de/lfw>

E-Mail: poststelle@lfw.bayern.de

Baugrunduntersuchung und geotechnische Betreuung von Entwurf und Bauausführung im Wasserbau

1.	Vorbemerkung.....	2
2.	Normative Festlegungen.....	2
2.1.	Geltende und mitgeltende Normen.....	2
2.2.	Geotechnische Kategorien und Anforderungen an die Baugrunduntersuchung	2
2.3.	Art und Umfang der Baugrunduntersuchung	3
2.4.	Sachverständiger für Geotechnik und Geotechnischer Bericht.....	4
3	Baugrunduntersuchungen für Vorhaben der Wasserwirtschaft - Zusammenarbeit WWA - LfW	4
3.1.	Allgemeines.....	4
3.2.	Planung und Überwachung der Aufschlüsse.....	5
3.3.	Labor- und Feldversuche.....	5
3.4.	Geotechnische Berichte und Baubetreuung.....	6



1. Vorbemerkung

Jedes Bauwerk wird auf dem oder im Untergrund - Lockergestein (Boden) oder Fels - gegründet. Das Verhalten und damit auch die Standsicherheit der Bauwerke, d.h. die Sicherheit gegen Auftreten von Grenzzuständen der Tragfähigkeit wird maßgeblich vom Untergrund beeinflusst. Bei Bauwerken, die aus Lockergestein oder Felstrümmern geschüttet sind, wie z.B. bei Deichen und Dämmen, sind die Eigenschaften der Schüttung ebenfalls sicherheitsrelevant. Daraus folgt, daß der Erfassung und Beschreibung der Eigenschaften des Baugrundes einschl. der Grundwasserhältnisse und ggf. der Schüttung und ihrer Berücksichtigung bei Entwurf und Standsicherheitsnachweis ein hoher Stellenwert zukommt. So gesehen ist die Baugrunduntersuchung sowie die Auswertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse ein wichtiger Bestandteil der Gewährleistung der Bauwerkssicherheit; unzureichende Baugrunduntersuchung oder fehlerhafte Interpretation der Untersuchungsergebnisse können auf die Standsicherheit der Bauwerke fatale Auswirkungen haben.

2. Normative Festlegungen

2.1. Geltende und mitgeltende Normen

Die Anforderungen an Art und Umfang der Baugrunduntersuchung sowie die Auswertung, Interpretation und Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse sind in der europäischen Vornorm für den Grundbau CEN 250/SC 7 (veröffentlicht als Vornorm ENV 1997-1), der DIN 1054 „Sicherheit im Grundbau“ sowie in der DIN 4020 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“ enthalten.

Der Hauptabschnitt „Geotechnische Angaben“ der europäischen Vornorm enthält die Grundlagen für Planung und Durchführung der Baugrunduntersuchung, spezifiziert die durch Versuche abzuleitenden geotechnischen Parameter und präzisiert die Anforderungen an die geotechnische Berichterstattung. Der Hauptabschnitt „Grundlagen für geotechnische Nachweise“ regelt die Bestimmung der in Standsicherheitsnachweisen einzusetzenden geotechnischen Parameter und zwar als charakteristische Werte und als Bemessungswerte. Die DIN 1054 behandelt die Baugrunduntersuchung nur kurz und allgemein. Wegen weiterer Festlegungen wird auf die DIN 4020 hingewiesen.

Von den drei erwähnten Normen besitzt die DIN 4020 den höchsten Ausführlichkeitsgrad. Da diese Norm mit dem Entwurf der europäischen Vornorm ENV 1997-1 harmonisiert wurde, wird im folgenden ausschließlich von der DIN 4020 ausgegangen. Darüber hinaus gelten für die Baugrunduntersuchung zahlreiche weitere DIN-Normen sowie Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (früher Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau - DGEG). Anlage 1 enthält eine Auflistung der mitgeltenden DIN-Normen.

2.2. Geotechnische Kategorien und Anforderungen an die Baugrunduntersuchung

Um der Komplexität der geotechnischen Problematik und dem geotechnischen Risiko Rechnung zu tragen, führt die DIN 4020 drei geotechnische Kategorien ein. Die Einstufung richtet sich nach



dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion, den Baugrundverhältnissen und den Wechselbeziehungen zur Umgebung des geplanten Bauwerkes:

- GK 1 umfaßt kleine, einfache Bauwerke bei einfachen und bekannten Baugrundverhältnissen, die lediglich punktweise zu verifizieren sind. Die Standsicherheit kann aufgrund gesicherter Erfahrungen ohne nennenswerte Untersuchungen und Nachweise beurteilt werden.
- GK 2 umfaßt gewöhnliche Bauwerke und Baugrundverhältnisse, bei denen der Baugrund nach den Regeln des Normenwerkes von einem Sachverständigen für Geotechnik zu beurteilen ist. Die Standsicherheitsnachweise sind nach den einschlägigen Berechnungsnormen zu erbringen.
- GK 3 umfaßt Bauwerke und/oder Baugrund überdurchschnittlicher Schwierigkeiten, deren geotechnische Bearbeitung (Baugrunduntersuchung, Geotechnischer Bericht und Standsicherheitsnachweise) vertiefte Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik erfordern.

Aufschlüsse im Untergrund sind in der Regel Stichproben. Für die geotechnische Beurteilung und für den Standsicherheitsnachweis sind jedoch Aussagen für den ganzen vom Bauwerk beeinflussten Bereich des Untergrundes, also auch zwischen den einzelnen Baugrundaufschlüssen, erforderlich. Geotechnische Untersuchungen sind so zu planen, daß eine Interpolation der Baugrundverhältnisse mit hoher Aussagekraft möglich ist. Daher ist die Einschaltung des Sachverständigen für Geotechnik bereits in der Planungsphase für die Baugrunduntersuchung unerläßlich.

2.3. Art und Umfang der Baugrunduntersuchung

Die geotechnischen Untersuchungen für ein Bau- oder Sanierungsvorhaben der GK 2 und 3 laufen üblicherweise in drei Schritten ab: Voruntersuchungen, Hauptuntersuchungen und baubegleitende Untersuchungen. In jedem dieser Schritte sind Aufschlüsse, Labor- und Feldversuche erforderlich, deren Art und Umfang unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Bauwerkes und des Untergrundes sowie nach Auswertung bereits vorliegender Erkenntnisse festgelegt werden.

Die Aufschlüsse gliedern sich in direkte (Bohrungen, Schürfe und Sondierbohrungen) und indirekte Aufschlüsse (Ramm- sowie Drucksondierungen und geophysikalische Verfahren). Die Aussagekraft der einzelnen Aufschlußarten, aber auch die dafür erforderlichen Kosten variieren in einem großen Bereich. Deshalb kommt es bei der Planung und Ausführung der Aufschlüsse sehr auf ihre geschickte Wahl und Kombination an, wofür die Vorinformation über die Untergrundverhältnisse und die Erfahrung von erheblicher Bedeutung sind. Häufig ist es angebracht, erst nach Vorliegen der Ergebnisse einer bestimmten Aufschlußart über den Einsatz weiterer Aufschlüsse zu entscheiden.

Bei der Festlegung der Art und des Umfanges der Aufschlüsse wie auch der erforderlichen geotechnischen Versuche ist neben der Einstufung in eine der Geotechnischen Kategorien auch eine Reihe von Randbedingungen zu berücksichtigen, die im einzelnen in der DIN 4020 aufgelistet sind. In dieser Norm beispielhaft angegebene Werte für Abstand und Tiefe der Aufschlüsse sind als Richtwerte anzusehen, die vom Sachverständigen für Geotechnik optimiert werden müssen.



2.4. Sachverständiger für Geotechnik und Geotechnischer Bericht

Nach der DIN 4020 hat der Sachverständige für Geotechnik die geotechnischen Untersuchungen zu planen, die Aufschlüsse sowie die zugehörigen Feld- und Laborversuche zu überwachen, die Ergebnisse auszuwerten und die sich ergebenden Folgerungen für Planung und Konstruktion des Bauwerkes zu ziehen und in einem Geotechnischen Bericht darzustellen.

Der Sachverständige für Geotechnik bedarf nicht einer Bestellung durch eine Körperschaft. Er muß aber fachkundig auf dem Gebiet der Geotechnik sein und Erfahrungen auf dem jeweils angesprochenen Teilgebiet besitzen. In der Regel ergibt sich die Befähigung, als Sachverständiger für Geotechnik zu wirken, aus einem einschlägigen Studium, nach Möglichkeit mit einer Vertiefung auf dem Gebiet der Geotechnik mit entsprechender Abschlußprüfung und einer mehrjährigen praktischen Tätigkeit auf diesem Fachgebiet.

Für Baugrund- sowie für Baustoffuntersuchungen ist vom Sachverständigen für Geotechnik ein schriftlicher Geotechnischer Bericht zu erstellen, der sich nach der DIN 4020 wie folgt gliedert:

1. Darstellung der geotechnischen Untersuchungen
2. Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse
3. Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

3 Baugrunduntersuchungen für Vorhaben der Wasserwirtschaft - Zusammenarbeit WWA - LfW

3.1. Allgemeines

Die Wasserwirtschaftsverwaltung plant und errichtet vorwiegend Anlagen für den Hochwasserschutz (Hochwasserdeiche und -mauern, Staudämme). Bauwerke dieser Art gehören in der Regel auch bei günstigen Untergrundverhältnissen zur GK 3.

Sowohl hinsichtlich des Gefährdungspotential als auch der geotechnischen Problematik lassen sich die dammartigen Bauwerke des Wasserbaues einteilen in:

- a) relativ kurze aber höhere Dämme im Speicherbau, die hohen hydraulischen Gradienten $i = \Delta h/l$ ausgesetzt sind (Δh ist der hydraulische Höhenunterschied und l die durchströmte Länge) und
- b) lange Hochwasserschutzdeiche und Begleिटdämme für Stauhaltungen, die nur geringen hydraulischen Gradienten ausgesetzt sind.

In beiden Fällen erfordert die Baugrunduntersuchung einschließlich der Rückschlüsse für Konstruktion und Bauausführung entsprechendes Fachwissen und Erfahrungen. Im allgemeinen verfügen die Wasserwirtschaftsämter jedoch nicht über Personal, das diese Anforderungen erfüllt. Es bietet sich daher an, daß in der Regel das Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft die Aufgaben des Sachverständigen für Geotechnik übernimmt, wobei grundsätzlich auch die Möglichkeit besteht, ein privates Geotechnisches Büro zu beauftragen. Eine enge Zusammenarbeit mit den



Geologen der Wasserwirtschaftsämter, die die geologischen Verhältnisse ihres Amtsbereiches gut kennen, ist erforderlich und erhöht die Effizienz der Untersuchungen. Die Anlage 2 enthält einen Vorschlag für die Zusammenarbeit zwischen WWÄ und LfW bei geotechnischen Untersuchungen.

3.2. Planung und Überwachung der Aufschlüsse

Jede Baugrunduntersuchung sollte nach Vorliegen eines Grobkonzeptes des Planers für die geplante Baumaßnahme mit einer Sichtung und Bewertung vorhandener Unterlagen beginnen. Als solche können geologische Karten und Beschreibungen, vorhandene Aufzeichnungen über Baugrundaufschlüsse im Bereich der geplanten Baumaßnahme oder in der Umgebung und örtliche Aufschlüsse (z. B. Baugruben) dienen. Am Anfang der Planung ist auch eine gemeinsame Begehung durchzuführen, nach der entschieden wird, ob vor der endgültigen Festlegung der Aufschlüsse eine Voruntersuchung nach einem weitmaschigen Untersuchungsnetz vorzunehmen ist. Die Planung der Untersuchungen, d.h. Anzahl, Art, Abstände und Tiefen der Aufschlüsse sowie evtl. weitere Parameter, wird vom Wasserwirtschaftsamt mit Unterstützung durch das LfW vorgenommen. Bohrarbeiten werden in der Regel vom Wasserwirtschaftsamt ausgeschrieben.

Eine fachliche Überwachung von Bohrarbeiten sowie die Bohrgutansprache gem. DIN 4022 sind unerlässlich. Sie werden im Regelfall durch den Geologen des Wasserwirtschaftsamtes wahrgenommen. Der Sachverständige für Geotechnik sollte sich jedoch gemäß der DIN 4020 persönliche Eindrücke von der Beschaffenheit des Bohrgutes auch während der Bohrarbeiten verschaffen. Erforderlichenfalls sind Modifikationen am Bohrprogramm vorzunehmen.

3.3. Labor- und Feldversuche

Laborversuche an Boden- und Felsproben dienen grundsätzlich der Beantwortung von zwei verschiedenen Fragestellungen und können dementsprechend in zwei große Gruppen eingeteilt werden:

- a) Durch klassifizierende und zustandsbeschreibende Versuche werden die durch direkte oder indirekte Aufschlüsse gewonnenen Erkenntnisse untermauert und präzisiert. Dazu gehören Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung, der Wassergehaltsgrenzen, des Wassergehaltes sowie der Dichte; für einige Fragestellungen ist auch die Bestimmung des Kalkgehaltes und der organischen Anteile erforderlich. Dafür sind Bodenproben der niedrigsten Güteklasse 4 nach DIN 4021 ausreichend, lediglich für die Bestimmung des Wassergehaltes und der Dichte werden Proben der Güteklasse 3 bzw. 2 benötigt. Die Ergebnisse der klassifizierenden und zustandsbeschreibenden Versuche ergänzen das durch die Aufschlüsse entstandene Bild der Schichtung im Untergrund.
- b) Durch weitergehende Versuche werden Bodenkennwerte erhalten, die für die Planung und die Festlegung der Verdichtungsparameter bei Erdbauwerken benötigt werden sowie die Formulierung von charakteristischen Werten von Bodenkenngrößen für Standsicherheitsnachweise erlauben. Zu dieser Gruppe gehören u.a. der Proctorversuch, der einaxiale und der dreiaxiale Druckversuch, der Rahmenscherversuch, der Kompressionsversuch, der Durchlässigkeitsversuch. Die Ergebnisse dieser Versuche sind nur dann aussagekräftig,



wenn entweder Bodenproben der höchsten Güteklasse 1 oder 2 gem. DIN 4021 oder aber im Labor aufbereitete Proben verwendet werden, die für den natürlichen Baugrund bzw. das endgültige Bauwerk repräsentativ sind.

Die Festlegung der Anzahl und Art der durchzuführenden Versuche, die fachliche Aufsicht der Versuchsdurchführung, die Beurteilung der Ergebnisse und ihre Auswertung obliegen dem Sachverständigen für Geotechnik. Einige der Versuche der Gruppe a) können in den Laboren des WWA Hof, des TNA oder im Erdbaumechanischen Labor des LfW durchgeführt werden. Die für Versuche der zweiten Gruppe b) Benötigte Laborausstattung ist nur im LfW-Labor vorhanden.

Feldversuche werden zur Bestimmung der natürlichen Dichte von Lockergestein sowie zur Erfassung der Durchlässigkeit von Lockergestein und Fels durchgeführt. Weitergehende Feldversuche können auch zur Erfassung der Verformbarkeit und der Festigkeit des Untergrundes vorgenommen werden. Durch Injektionsversuche wird die Injizierbarkeit des Untergrundes getestet und eine Optimierung der Abdichtung des Untergrundes ermöglicht. Mit Ausnahme von Standardsondierungen (SPT), die bei Bohrarbeiten zur Erfassung der Lagerungsdichte bzw. der Festigkeit des Bodens durchgeführt werden, sind alle Feldversuche durch geeignetes Fachpersonal zu überwachen.

Für größere und anspruchsvollere Erdbaumaßnahmen sind in der Regel Probeschüttungen zur Optimierung des Verdichtungsverfahrens und zur Auswahl der bestgeeigneten Verdichtungsgeräte erforderlich. Solche Versuche werden vom LfW in Zusammenarbeit mit dem WWA geplant, ihre Durchführung wird vom WWA ggfs. mit Unterstützung des LfW überwacht. Die Versuchsergebnisse fließen in den Geotechnischen Bericht ein.

3.4. Geotechnische Berichte und Baubetreuung

Im Sinne der DIN 4020 und unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Bauvorhaben der Wasserwirtschaft sind im Abschn. 1 des Geotechnischen Berichtes die natürlichen Gegebenheiten sowie die wichtigsten Erkenntnisse hinsichtlich des Aufbaues des Untergrundes zu behandeln. Dazu gehören, neben einem morphologisch-geologischen Überblick und Angaben zur Durchführung der Aufschlüsse, der Schichtenverlauf und die Beschaffenheit der einzelnen Schichten, der Verlauf des Grundwasserspiegels bzw. sein Schwankungsbereich, durch Rammdiagramme veranschaulichte Dichteverteilung in den einzelnen Schichten und weitere Einzelheiten, die in Längs- und Querschnitten darzustellen sind. Beigefügt werden auch die wichtigsten Ergebnisse der Labor- und Feldversuche und zwar in Form von Kornverteilungsdiagrammen für die einzelnen Bohrungen und Tabellen mit Bodenkennwerten.

Im Abschnitt 2 werden die Untersuchungsergebnisse für den Untergrund und das Schüttmaterial beurteilt.

Der Abschnitt 3 des Geotechnischen Berichtes enthält unter 3.1 Folgerungen und Empfehlungen für die Konstruktion des geplanten bzw. für die Sanierung eines bestehenden Bauwerkes. Dazu gehören in den meisten Fällen auch Vorschläge zur Querschnittsgestaltung und Anforderungen an die Schüttmaterialien der einzelnen Zonen des Querschnittes. Unter 3.2 des Geotechnischen Berichtes sind Angaben über Bodenkennwerte und Grundwasserstände für Standsicherheitsnachweise, sowie unter 3.3 Hinweise zur Verdichtung des Schüttmaterials und zu weiteren in Verdichtung des Schüttmaterials und zu weiteren in Verbindung mit der Bauausführung stehen-



den Randbedingungen zu entnehmen. Eine Mustergliederung für Geotechnische Berichte zu wasserwirtschaftlichen Bauvorhaben ist als Anlage 3 diesem Merkblatt beigelegt.

Sollte kein förmlicher Standsicherheitsnachweis nötig sein, so wird in einem gesonderten Abschnitt des Geotechnischen Berichtes die Sicherheit des Bauwerkes im Sinne der DIN 1054 bzw. der DIN 19700 beurteilt. In Fällen, in denen ein prüfbarer Standsicherheitsnachweis benötigt wird, wird dieser im Anschluß an den Geotechnischen Bericht vom LfW gestellt. Die Sicherheit der fertigen Bauwerke ist nur dann gewährleistet, wenn die im Standsicherheitsnachweis angenommenen Bodenkennwerte, Abmessungen und ähnliches tatsächlich vorhanden sind. Die Bestätigung dieser Annahme ist eine der wichtigsten Aufgaben der fachlichen baubegleitenden Kontrolle und Prüfung.

Hinsichtlich der erforderlichen geotechnischen Kontrollen, Beobachtungen und Feld- und Laborversuche zur Überprüfung der geforderten Kennwerte der Schüttung ist eine genaue Absprache zwischen dem LfW und der Bauleitung des WWA erforderlich. Falls es während der Bauausführung zu erheblichen Abweichungen von den erwarteten Eigenschaften des Bodens als Baugrund und als Baustoff oder in Verbindung mit dem Grundwasser kommt, ist eine unverzügliche Heranziehung des LfW erforderlich, des auch die im Rahmen der Baukontrolle gemachten Feststellungen und gewonnenen Werte zu beurteilen hat.

Bearbeiter:

Dr. Sadgorski

Anlage(n):

- 1 DIN-Normen zu Baugrunduntersuchungen
- 2 Zusammenarbeit zwischen den Wasserwirtschaftsämtern und dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft bei geotechnischen Untersuchungen
- 3 Gliederung geotechnischer Berichte

Hinweis: Die Anlagen sind als separate Datei abgespeichert

