

Geotechnik ■

VBI-Leitfaden für Bauherren,
Architekten und Fachplaner

Impressum

Herausgeber

Verband Beratender Ingenieure VBI
Budapester Straße 31
10787 Berlin
T +49 30 26062-0
F +49 30 26062-100
info@vbi.de
www.vbi.de

Redaktion

VBI-Fachgruppe Geotechnik
Ines Bronowski, VBI

Satz und Gestaltung

Pantamedia communications GmbH

2., aktualisierte Auflage 2021

Stand: August 2021

Vorwort

Kein Bauwerk ohne Geotechnik! Das ist die Botschaft dieses Leitfadens, den ein Autorenteam der VBI-Fachgruppe Geotechnik verfasst hat, um den Blick aller Projektbeteiligten am Bau für den Baustoff Baugrund zu schärfen.

Die Publikation wendet sich an Auftraggeberinnen und Auftraggeber in den Rathäusern und Bauämtern, an die Architektinnen und Architekten in ihrer wichtigen Rolle als Objektplaner im Hochbau und an die tragwerksplanenden Ingenieurkolleginnen und -kollegen.

Vielen Bauherren ist nicht bewusst, dass sie als Eigentümer des zu bebauenden Grundstücks die Verantwortung für den Baugrund und alle damit verbundenen Risiken tragen. Ihnen ist oft nicht klar, dass von der Beschaffenheit des Grund und Bodens am Standort ihres Projekts der Fortgang des Baus und damit auch die Baukosten abhängen.

Die entsprechende Aufklärungs- und Beratungspflicht darüber obliegt den Planerinnen und Planern. Bei vielen Bauvorhaben sind die Architektinnen und Architekten erste und wichtigste Ansprechpartner der Bauherren. Die Geotechnik und damit der Baustoff Baugrund kommen aber in der Architektenausbildung nicht nur zu kurz, sie kommen oft gar nicht vor. Und auch viele Fachplanerinnen und Fachplaner wissen wenig darüber, welche Hebelwirkung ein qualifizierter geotechnischer Bericht für das gesamte Bauvorhaben entwickeln kann.

Alle Beteiligten für den Wert qualifizierter geotechnischer Planung und Beratung zu sensibilisieren ist daher das Ziel dieser Broschüre.

Jörg Thiele

Präsident des Verbands
Beratender Ingenieure VBI

Susanne Wartzack

Präsidentin des Bunds Deutscher
Architektinnen und Architekten BDA

Autoren des Leitfadens

- **Dr.-Ing. Stefan Weihrauch**, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner mbB, Hamburg, Vorsitzender der VBI-Fachgruppe Geotechnik
- **Dipl.-Ing. Almuth Große**, GuD Geotechnik und Umweltgeologie mbH, Leipzig
- **Dr.-Ing. Peter Grubert**, Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH – GGU, Sülzetal
- **Dipl.-Ing. Joost Hebestreidt**, Schnack Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover
- **Dr.-Ing. Christoph Lehnert**, Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf – Geotechnische Beratung, Planung und Projektabwicklung, Lübeck
- **Dr.-Ing. Hans-Peter Nottrodt**, Geotechnik Dr. Nottrodt Weimar GmbH, Weimar
- **Dipl.-Ing. Stefan Reich**, HPC AG, Hamburg
- **Dipl.-Ing. Friedhelm Schultheis**, Ahlenberg Ingenieure GbR, Herdecke
- **Dr.-Ing. Christian Wawrzyniak**, Dr.-Ing. Christian Wawrzyniak – Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Vaihingen/Enz

Bildnachweis:

Foto Kapitel 1 (S. 6): Archiv;

Foto Kapitel 2 (S. 9): Archiv;

Foto Kapitel 3 (S. 12): Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf;

Foto Kapitel 4 (S. 16): Fotolia;

Foto Kapitel 5 (S. 20): Grundbauingenieure Steinfeld und Partner;

Foto Kapitel 6 (S. 28): Fotolia;

Foto Kapitel 7 (S. 32): Fotolia

Inhalt

1. Einleitung der VBI-Fachgruppe	6
2. Der Baugrund – mehr als ein Baustoff	9
2.1 Lockergestein	10
2.2 Festgestein	11
3. Baugrundrisiko und Haftung	12
4. Geotechnik – Ingenieurdisziplin mit vielen Facetten	16
5. Geotechnische Ingenieurleistungen	20
5.1 Geotechnische Kategorien	22
5.2 Baugrunderkundung	23
5.3 Gründungsberatung	25
5.4 Geotechnische Planung	26
5.5 Geotechnische Überwachung und Messungen	27
6. Kein Bauwerk ohne Geotechnik	28
6.1 Gründung	29
6.2 Wasser	30
6.3 Baugruben	31
7. Tipps für Bauherren und Architekten	32

1. Einleitung



Nicht alle Bauwerke sind Meisterwerke, aber die allermeisten sind Unikate – und brauchen ein passendes Fundament auf sicherem Grund und Boden. Als Bauherrin oder Bauherr, Architektin und Architekt, Objekt- oder Tragwerksplanerin oder -planer werden Sie bereits am Anfang des Planungsprozesses mit wichtigen geotechnischen Fragestellungen konfrontiert, z. B.

- Wie ist der Baugrund einzuschätzen?
- Wer trägt das Baugrundrisiko?
- Welche Baugrunduntersuchungen sind erforderlich?
- Sind baugrundbedingte Erschwernisse und Mehrkosten zu erwarten?
- Wie finden wir frühzeitig eine technisch und wirtschaftlich optimierte Lösung?
- Wie vermeiden wir Bauverzögerungen und nachträgliche Kostensteigerungen?

Der natürlich entstandene Baugrund birgt – anders als Beton und Stahl – unvermeidbare Restrisiken. Ein unterschätztes oder vernachlässigtes Baugrundrisiko kann mit großer Hebelwirkung zur Kostenfalle für das gesamte Bauvorhaben werden. Im Spannungsfeld von starkem Zeit- und Kostendruck stehen Architekten und Architektinnen, Planerinnen, Planer und Bauausführende einzeln und gemeinschaftlich vor einem hohen Haftungsrisiko. Baugrundbedingte Risiken zu erkennen und zu minimieren, sichere und wirtschaftliche Lösungen zu erarbeiten, dies ist die Aufgabe von planenden und beratenden Bauingenieurinnen und Bauingenieuren der Fachdisziplin Geotechnik.

Die Autorinnen und Autoren der VBI-Fachgruppe Geotechnik möchten Ihnen mit dem vorliegenden Leitfaden die breit gefächerte und hoch entwickelte Ingenieurdisziplin Geotechnik etwas näher bringen. Wir möchten Sie praxisgerecht und in kompakter Form über das Spektrum und den Stellenwert geotechnischer Ingenieurleistungen als wesentlichem Teil der Planungskette informieren. Mögen diese Informationen einen kleinen Beitrag zum Erfolg Ihres Bauvorhabens leisten.

Viel Freude beim Lesen!

2. Der Baugrund – mehr als ein Baustoff



Der Baugrund ist die Basis, auf der ein Bauwerk gegründet wird. Daneben gibt es auch Bauwerke, die im Baugrund hergestellt werden (z. B. Tunnel, Einschnitte) bzw. Bauwerke, die zur Sicherung des Baugrunds erforderlich werden (z. B. Stützmauern, Verankerungen). Außerdem gibt es Bauwerke, bei denen der Baugrund als Baustoff verwendet wird (z. B. Dammschüttungen/Geländeaufhöhungen).

Meist ist der Standort eines Bauwerks bereits festgelegt, wenn die Untersuchungen zur Tragfähigkeit des Baugrunds eingeleitet werden. Die Eigenschaften des Baugrunds sind als vorgegeben anzusehen, die Wahl einer geeigneten Gründung muss auf den vorhandenen Baugrund abgestimmt werden.

Der Baugrund kann sehr vielfältig sein. Grundsätzlich wird Lockergestein von Festgestein unterschieden. Lockergestein wird auch als Boden, Festgestein als Fels bezeichnet. Zwischen Locker- und Festgestein gibt es Übergangsbereiche, in denen der Fels zu Boden verwittert.

Im Baugrund kommt Wasser in vielfältigen Formen vor. Die Wasserverhältnisse sind immer in die Bewertung des Baugrunds einzubeziehen. Wasserführende Horizonte, Grundwasserstände, Durchlässigkeiten, Druck- und Strömungsverhältnisse sowie die Grundwasserbeschaffenheit beeinflussen Planung und Bauausführung entscheidend.

2.1 Lockergestein

Lockergestein variiert über eine weite Bandbreite. Bedingt durch die Entstehung kann es organische Anteile enthalten, die die Tragfähigkeit beeinträchtigen und auch ohne Lasteinwirkung zu deutlichen Bodenverformungen führen. Lockergestein kann auch rein mineralischer Zusammensetzung sein, wobei aus geotechnischer Sicht nach der Größe der Partikel zwischen Ton, Schluff, Sand und Kies unterschieden wird.

Während Ton einen inneren Zusammenhalt hat und viel Wasser aufnehmen kann, haben Sand und Kies in reiner Form keinen inneren Kornzusammenhalt. Böden mit innerem Zusammenhalt werden als bindig, die ohne inneren Zusammenhalt als nichtbindig bezeichnet.

Die bindigen Eigenschaften haben einen großen Einfluss auf die Festigkeit und Zusammendrückbarkeit, aber auch auf die Verdichtbarkeit und Durchlässigkeit eines Bodens. Bindige Böden sind empfindlich gegenüber Wasserzutritt und dynamischen Beanspruchungen und weichen schnell auf.

Kornform und Mineralzusammensetzung sowie die geologische Entstehung von Böden sind entscheidende Kriterien bei der Beurteilung der Bodeneigenschaften. So haben eiszeitlich vorbelastete Böden meist größere Tragfähigkeiten als jüngere Böden. Aufgefüllte Böden können starke Unterschiede in Zusammensetzung und Verdichtung aufweisen.

Je nach Aufgabenstellung sind die unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeitseigenschaften von bindigen und nichtbindigen Böden entweder positiv oder negativ zu bewerten. So ist ein bindiger Boden einerseits geeignet, um Dichtungen in Erdbauwerken wie Dämmen oder Deichen herzustellen. Andererseits führen dieselben Eigenschaften innerhalb einer Baugrube für ein Gebäude zu zusätzlichen Maßnahmen, da Niederschlagswasser aufstauen und zu Wasserschäden führen kann. Nichtbindige Böden werden eingesetzt, um durch ihre Filtereigenschaften Wasser von Bauteilen fernzuhalten.

2.2 Festgestein

Für die Gründung eines Bauwerkes kann das Antreffen von Festgestein (Fels) wegen seiner hohen Festigkeit durchaus positiv sein, die bautechnische Bearbeitung ist allerdings aufwändiger. Daher ist es für die Planung wichtig, dass eine möglichst genaue Abgrenzung zwischen Locker- und Festgestein erfolgt. Der Übergang ist in der Regel durch unterschiedliche Verwitterungsgrade gekennzeichnet.

Fels ist aufgrund seiner erdgeschichtlichen Entstehung in der Regel kein gleichförmiges Medium, sondern geprägt durch geologisch bedingte Inhomogenitäten. Diese zeigen sich durch Störungszonen sowie ausgeprägte Trennflächen, wie z. B. Klüfte, die durch räumliche Orientierung, Größe und Anzahl gekennzeichnet sind. Das führt zu richtungsabhängig unterschiedlichen Eigenschaften.

Trennflächengefüge haben entscheidenden Einfluss auf die Festigkeit und Lösbarkeit und damit auf die Anforderungen an die Wahl und Bestückung der Löse-/Abbaugeräte bzw. generell auf die Art des Abbaus (z. B. Sprengung). Darüber hinaus sind Bauzustände, die durch die Eingriffe beim Bauen erzeugt werden (z. B. Änderung der Spannungszustände durch Auflockerung/Entfestigung) vorausschauend hinsichtlich ihrer temporären Standsicherheit zu beurteilen.

3. Baugrundrisiko und Haftung



Der natürlich gewachsene Baugrund kann durch geotechnische Untersuchungen in der Regel nicht so umfassend erkundet werden, dass jegliche Unsicherheiten bezüglich seiner räumlichen Variabilität, Zusammensetzung und geotechnischen Eigenschaften ausgeräumt sind. In diesem Sinne verbleibt also ein Baugrundrisiko.

Die nationale und europäische Normung definiert das **Baugrundrisiko** wie folgt: „Baugrundrisiko: ein in der Natur der Sache liegendes, unvermeidbares Restrisiko, das bei Inanspruchnahme des Baugrunds zu unvorhersehbaren Wirkungen bzw. Erschwernissen, z. B. Bauschäden oder Bauverzögerungen, führen kann, obwohl derjenige, der den Baugrund zur Verfügung stellt, seiner Verpflichtung zur Untersuchung und Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse nach den Regeln der Technik zuvor vollständig nachgekommen ist und obwohl der Bauausführende seiner eigenen Prüfungs- und Hinweispflicht Genüge getan hat.“ [1]

Bereits daraus geht hervor, dass der **Bauherr oder die Bauherrin** (der oder die den Baugrund zur Verfügung stellen) verpflichtet ist, die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse nach den Regeln der Technik zu untersuchen und zu beschreiben bzw. dafür eine Sachverständige oder einen Sachverständigen für Geotechnik einzuschalten (siehe auch Abschnitt 4). Weiterhin wird auf die Prüfungs- und Hinweispflicht des Bauausführenden hingewiesen.

Für alle am Bau Beteiligten – Bauherrschaft, Architekten oder Architektinnen, Tragwerksplanerinnen oder Tragwerksplaner und Bauausführende – stellt sich die Frage nach Zuständigkeit und Verantwortlichkeit, Abgrenzung und Haftungsrisiko. Damit werden die Fragen um das Baugrundrisiko zu juristischen Fragen. Nach deutscher Rechtsprechung liegt das oben definierte Baugrundrisiko im Sinne eines unvermeidbaren Restrisikos beim Bauherrn oder der Bauherrin als Lieferanten des Baugrundes. Dies ist in § 645 Abs. 1 BGB sowie § 4 Abs. 3 und § 13 Abs. 3 VOB/B verankert.

Schwierig wird es in der Praxis bei der Abgrenzung des unvermeidbaren Baugrund(rest)risikos einerseits und der Zuweisung eines vermeidbaren Baugrundrisikos und dessen möglicher Schadensfolgen andererseits. Das vermeidbare Baugrundrisiko ist dadurch gekennzeichnet, dass es durch Beachtung der allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgeschaltet werden kann.

Nach Schadensfällen mit „Beteiligung“ des Baugrunds kommt es häufig zu rechtlichen Auseinandersetzungen, bei denen – zu Recht oder zu Unrecht – behauptet wird, dass einer der Beteiligten seiner Verpflichtung zur Ausschaltung des vermeidbaren Baugrundrisikos nicht hinreichend nachgekommen ist. Aus diesen Schadensfällen resultieren zahlreiche Gerichtsurteile, welche die ständige Rechtsprechung aufzeigen.

Der **Architekt oder die Architektin bzw. die Objektplanerin oder der Objektplaner** bei Ingenieurbauwerken muss als Gesamtkoordinator oder Koordinatorin darauf hinwirken, dass rechtzeitig eine Sachverständige oder ein Sachverständiger für Geotechnik eingeschaltet wird. Weiterhin muss der Architekt bzw. die Architektin die Ergebnisse des Baugrundgutachtens bzw. geotechnischen Berichts bei den Planungen berücksichtigen und dabei prüfen, ob die geotechnischen Angaben vollständig und plausibel sind. Zahlreiche Gerichtsurteile belegen, dass Architektin oder Architekt hier in einem besonderen Haftungsrisiko stehen (z. B. OLG Zweibrücken, Urteil vom 20.01.2009 – 8 U 43/07; OLG Karlsruhe, Urteil vom 12.09.2007 – 6 U 120/06).

Der **Tragwerksplaner oder die -planerin** hat die Aufgabe, die Gründungsmaßnahmen statisch-konstruktiv festzulegen. Er oder sie darf die hierzu erforderlichen Daten und Angaben zum Baugrund als Bearbeitungsgrundlage fordern, hat selbst jedoch keine Pflicht zur Untersuchung. Allerdings ist er oder sie für die Vollständigkeit der Planungsgrundlagen verantwortlich und hat Aufklärungs- und Hinweispflicht, wenn der Datenbestand unvollständig oder erkennbar nicht plausibel ist. Verzichtet er oder sie darauf und verlässt sich ohne Hinweis auf Erfahrungswerte, zieht der Tragwerksplaner oder die -planerin die Verantwortung auf sich (z. B. BGH, Urteil vom 15.03.2013 – VII ZR 257/11).

Die baugrundbezogenen Pflichten des Tragwerksplaners bzw. der -planerin erscheinen zunächst nicht sehr umfangreich. Häufig tritt sie oder er aber rechtlich in die Rolle des Architekten oder der Architektin, indem er oder sie z. B. Gründungskonstruktionen, Baugrubensicherungen, Nachgründungen, Ertüchtigungen oder Sicherungsmaßnahmen an Nachbarbauwerken plant.

Der oder die **Bauausführende** macht auf der Grundlage der verfügbaren Unterlagen ein Preisangebot. Er oder sie hat in der Angebotsphase die Pflicht, die Ausschreibungsunterlagen auf Vollständigkeit zu prüfen. Inhaltlich darf er oder sie sich grundsätzlich auf deren Richtigkeit verlassen. Eigene zusätzliche Erkundungen sind in der Bieterphase nicht zumutbar. Lediglich zur Ausarbeitung von Sondervorschlägen empfiehlt sich eine Zusatzerkundung zur Präzisierung des Baugrundmodells. Verlässt ein Sondervorschlag den in den Ausschreibungsunterlagen beschriebenen Baugrund oder die Kenngrößen, auf denen die ausgeschriebene Lösung basiert, trägt der Unternehmer oder die Unternehmerin das volle Baugrundrisiko. Der Unternehmer, die Unternehmerin ist generell für die Erstellung des Gewerkes verantwortlich. Hierzu zählen auch der Soll-Ist-Vergleich der Baugrundsituation und der Nachweis der Verträglichkeit von Sonderlösungen hinsichtlich der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit.

Bei Schadensfällen, die auf Pflichtverletzung zur Ausschaltung des vermeidbaren Baugrundrisikos zurückzuführen sind, haften nach ständiger Rechtsprechung häufig mehrere der Baubeteiligten gesamtschuldnerisch. Alle Beteiligten sind zu einem verantwortlichen Umgang mit erkennbaren Risiken verpflichtet. Das vermeidbare Baugrundrisiko kann durch rechtzeitige Einschaltung eines oder einer qualifizierten und erfahrenen Sachverständigen für Geotechnik erfolgreich ausgeschaltet werden.

4. Geotechnik – Ingenieurdisziplin mit vielen Facetten



Die Geotechnik ist eine interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft, die Inhalte aus dem Bauingenieurwesen, der Ingenieurgeologie und dem Bergbau vereint. Darüber hinaus sind Fachbereiche des Wasserbaus und des Baubetriebs einschließlich maschinentechnischer Aspekte in der Geotechnik ausgebildet.

Der oder die für dieses Tätigkeitsfeld speziell ausgebildete Sachverständige für Geotechnik befasst sich mit allen Arten von Bauwerken, die auf oder in der Erde errichtet bzw. gegründet werden. Kennzeichnende Aufgabenstellung ist es in diesem Zusammenhang, den Untergrund als natürlich gebildeten Baustoff zu erfassen, zu beschreiben und der Planung bzw. der Berechnung in Form eines Baugrundmodells zugänglich zu machen. Diese Aufgabe ist oftmals so vielfältig wie die Natur selbst.

Von Sachverständigen für Geotechnik sind wirtschaftliche Lösungen zu erarbeiten, bei denen nach den anerkannten Regeln der Technik die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks gewährleistet sind. Materialien und Konstruktionen müssen zur Erfüllung ihrer speziellen Bauaufgabe auf die Wechselwirkung mit dem Untergrund abgestimmt werden, um das notwendige Sicherheitsniveau zu erreichen.

Der oder die Sachverständige für Geotechnik wird im allgemeinen Sprachgebrauch bisher überwiegend als Baugrundgutachter oder -gutachterin, als Baugrundsachverständiger oder -sachverständige bzw. Ingenieurin/Ingenieur für Geotechnik, fälschlicherweise manchmal auch als „Bodengutachter“ bezeichnet. Die europäische Normung verwendet den Begriff der oder des Sachverständigen für Geotechnik.

Wesentliche Arbeitsfelder der oder des Sachverständigen für Geotechnik sind:

- Planung und Auswertung von Baugrunderkundungen
- Erarbeitung eines Baugrundmodells
- Berechnung der Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund
- Berechnung der Einwirkungen von Erschütterungen, Schwingungen und Erdbeben
- Bewertung des Einflusses von Grundwasser auf die Baumaßnahmen
- Qualitätssicherung durch Begleitung und Überwachung der Baumaßnahme

Die Geotechnik ist u.a. Bestandteil der naturwissenschaftlichen Studiengänge der Geologie und Hydrogeologie sowie der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge des Bauingenieurwesens. Wegen der natürlich vorhandenen Vielfalt von Baugrund und Wasser im Boden findet ein wichtiger Teil der Ausbildung im Anschluss an das Studium in der Praxis statt. Tatsächlich sind die örtlichen Erfahrungen im Umgang mit dem Baugrund unverzichtbarer Bestandteil und Hintergrund für die Bewertung der geotechnischen Verhältnisse.

Die geotechnischen Untersuchungen für bautechnische Zwecke im Sinne von DIN 4020 und Eurocode 7 Teil 2 umfassen Vor- und Hauptuntersuchungen sowie baubegleitende Untersuchungen. Das bedeutet, dass sich die geotechnischen Untersuchungen und Bewertungen von der frühesten Phase der Planung über die Herstellung bis in die Betriebs- und Nachsorgephase eines Bauwerkes hindurchziehen. Diese Untersuchungen bestehen in der Regel aus Felduntersuchungen (Bohrungen, Schürftgruben und Probenentnahmen) und bodenmechanischen Laboruntersuchungen an den gewonnenen Bodenproben. Die in der Geotechnik arbeitenden Ingenieurinnen und Ingenieure müssen sich bei jedem Bauwerk detailliert mit den örtlichen Böden befassen und diese persönlich und eigenhändig im Labor auf ihre Eigenschaften untersuchen.

Ein besonderes Qualitätsmerkmal für geotechnische Ingenieurbüros ist deshalb die Bearbeitungstiefe bei der Erfüllung des Auftrages für ein geotechnisches Gutachten. Durch den Betrieb eines eigenen bodenmechanischen Labors ist die komplette Auftragserfüllung aus einer Hand gewährleistet. Dabei ist sicherzustellen, dass das bodenmechanische Laborpersonal für seine Tätigkeiten ausgebildet, qualifiziert und entsprechend den Anforderungen des Faches weitergebildet wird. Um eine gleichbleibend hohe Bearbeitungsqualität zu gewährleisten, wurde für die entsprechenden Laborantinnen und Laboranten das Berufsbild des Baustoffprüfers/der -prüferin, Fachrichtung Geotechnik, als Lehrberuf geschaffen.

5. Geotechnische Ingenieurleistungen



Geotechnische Ingenieurleistungen umfassen eine Vielfalt an Beratungs- und Planungsleistungen, die durch die oder den Sachverständigen für Geotechnik in folgenden Bereichen zu erbringen sind:

- Beraten, Planen und Überwachen der Baugrunderkundung
- Untersuchung und Beschreibung von Baugrund und Grundwasser
- Kennzeichnung von Schichten und Homogenbereichen
- Ermittlung von charakteristischen Bodenkennwerten
- Planung und Bemessung von Gründungen und weiteren geotechnischen Bauwerken und Bauteilen
- Planungsbegleitende Beratung
- Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten
- Qualitätssicherung und Bauwerksmonitoring

Der Baugrund ist Bestandteil der Baukonstruktion. Daher sind für die Beurteilung der Interaktion von Boden und Bauwerk die Kenntnis der Baugrundeigenschaften und ein intensiver Austausch zwischen den Planungsbeteiligten, insbesondere mit dem Tragwerksplaner bzw. der Tragwerksplanerin, erforderlich. Je genauer die oder der Sachverständige für Geotechnik weiß, was geplant ist und mit welchen Lasten zu rechnen ist, desto genauer können ihre oder seine Angaben zu den Gründungsmöglichkeiten sein.

Zusätzlich können bei Ingenieurbauwerken mit intensiver Boden-Bauwerksinteraktion und bei Erdbauwerken geotechnische Fach- bzw. Objektplanungen erforderlich werden.

Im Rahmen der geotechnischen Überwachung ist der oder die Sachverständige für Geotechnik in die Ausführungsphase eingebunden und kann die Qualität der Gründung des Bauwerkes und damit dessen Gebrauchstauglichkeit maßgeblich steuern.

Der Bearbeitungsumfang und die Bearbeitungstiefe der geotechnischen Ingenieurleistungen werden dabei an die Anforderungen angepasst, die mit der Zuordnung zu geotechnischen Kategorien definiert werden.

5.1 Geotechnische Kategorien

Geotechnische Kategorien sind nach den gültigen Normen Gruppen, „..., in die bautechnische Maßnahmen und Verfahren nach dem Schwierigkeitsgrad des Bauwerkes, der Baugrundverhältnisse sowie der zwischen ihnen und der Umgebung bestehenden Wechselwirkung eingestuft werden.“ [2]

Eine ausführliche Zusammenstellung der kennzeichnenden Merkmale und Beispiele zur Einstufung in die jeweilige geotechnische Kategorie ist in der gültigen Normung [3] zu finden. Als erste Orientierung können die Geotechnischen Kategorien (GK) wie folgt unterschieden werden:

	Bauwerk	Baugrund	Grundwasser
GK 1	<ul style="list-style-type: none">■ geringe Lasten■ setzungsunempfindliches Tragwerk	einfache Verhältnisse	nicht relevant
GK 2	<ul style="list-style-type: none">■ übliche Lasten■ unterschiedliche Verformungen können vom Tragwerk aufgenommen werden	durchschnittlich	beherrschbar
GK 3	<ul style="list-style-type: none">■ hohe Lasten■ setzungsempfindliches Tragwerk	schwierig	problematisch

5.2 Baugrunderkundung

Ziel der Baugrunderkundung ist es, eine für die vorgesehene Baumaßnahme angemessene Charakterisierung des Baugrundes zu erreichen. Dabei ist es wichtig, dass der durch die Baumaßnahme beanspruchte Baugrund hinsichtlich seines Aufbaus und seiner Eigenschaften repräsentativ beschrieben wird. Damit soll das Baugrundrisiko gemäß Abschnitt 3 auf das unvermeidbare Restrisiko reduziert werden.

Die **Baugrunderkundung** muss dem jeweiligen Planungsstand des Bauvorhabens angepasst sein. Zunächst sind Recherchen geologischer und historischer Kartenwerke erforderlich. Ebenso sind Informationen zu früheren Bebauungen wesentlich.

Durch eine **geotechnische Voruntersuchung** können die prinzipielle Eignung des Planungsgebietes für das Bauvorhaben eingeschätzt und bei der Planung zu berücksichtigende Besonderheiten wie hoher Grundwasserspiegel, Störungszonen usw. festgestellt werden.

Für die **geotechnische Hauptuntersuchung** sollte die Planung des Bauwerks bereits soweit fortgeschritten sein, dass Angaben zur genauen Lage, zur angestrebten Gründungstiefe und ein grober Überschlag der zu erwartenden Bauwerkslasten vorliegen, um die Anzahl und die Tiefe der auszuführenden direkten Aufschlüsse festlegen zu können. Dieses Untersuchungsprogramm wird durch die oder den Sachverständige/n für Geotechnik festgelegt.

Bei den Aufschlussmethoden wird zwischen direkten Aufschlüssen (Schürfgrube, Bohrung, Bohrsondierung) und indirekten Aufschlüssen (Ramm- und Drucksondierung) unterschieden. Bei direkten Aufschlüssen kann durch die Entnahme von Proben der anstehende Baugrund direkt begutachtet, beschrieben und weiter untersucht werden, wobei die Qualität der Baugrundbeschreibung vom gewählten Aufschlussverfahren und der dabei gewonnenen Probengüte abhängt. Bei indirekten Aufschlüssen kann aus den im Feld bestimmten Daten in Korrelation mit direkten Aufschlüssen und Erfahrungswerten auf die Schichtung und Tragfähigkeit des Baugrundes geschlossen werden. Diese Verfahren können in bestimmten Fällen durch geophysikalische Erkundungsmethoden ergänzt, aber nicht ersetzt werden.

Die Mindestanforderungen an Anzahl, Abstand und Tiefe der Baugrundaufschlüsse werden in der gültigen Normung [4] bauwerksabhängig festgelegt. Die in dieser Norm angegebenen Untersuchungstiefen sind keine Richtwerte, sondern Mindesttiefen, die mit den gewählten Aufschlussverfahren erreicht werden müssen. In der Wahl unzureichender Aufschlussverfahren, zu großer Abstände zwischen den Aufschlüssen bzw. einer zu geringen Aufschlusstiefe liegt häufig die Ursache einer unzutreffenden Baugrundbeschreibung, aus der wiederum Mehrkosten bei den Gründungsarbeiten für das Bauwerk und ggf. spätere Bauschäden resultieren können.

Zu einer Baugrunderkundung gehören weiterhin Recherchen hinsichtlich der Grundwasserstände und der zu erwartenden Grundwasserstandsschwankungen. Des Weiteren werden im Rahmen der Baugrunduntersuchung bodenmechanische Laborversuche zur Klassifizierung des Baugrundes, zur Bestimmung des Verformungsverhaltens und der Festigkeit ausgeführt. Der Umfang der Versuche ist von der Bauaufgabe abhängig. Die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen dienen als Grundlage zur Festlegung der charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kenngrößen.

Art und Umfang der Baugrunderkundung sind von Sachverständigen für Geotechnik im Rahmen der Grundleistung nach HOAI (Anlage 1, Abschnitt 1.3) festzulegen bzw. zu planen. Die gewerblichen Leistungen zur Baugrunderkundung nach VOB Teil C: ATV DIN 18301 und die geotechnischen Ingenieurleistungen gemäß HOAI sollten insbesondere bei größeren Bauvorhaben und/oder aufwändigen Bohr- und Sondierarbeiten getrennt beauftragt werden.

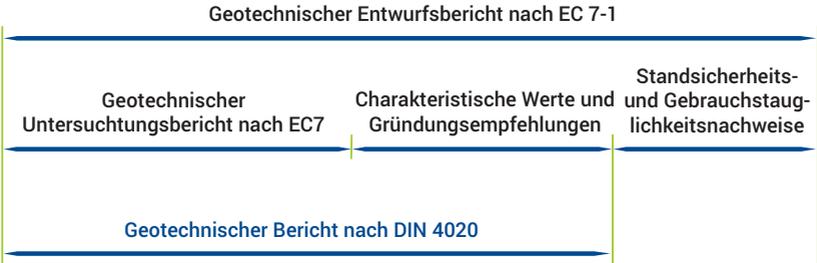
5.3 Gründungsberatung

„Für die Baugrunduntersuchung einschließlich der Grundwasseruntersuchung ist bei allen Geotechnischen Kategorien ein Bericht zu erstellen.“ [5]

Zunächst ist ein Geotechnischer Untersuchungsbericht erforderlich, in dem die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse dargelegt werden. Bei den Geotechnischen Kategorien GK 2 und GK 3 muss der Geotechnische Bericht zusätzlich auch eine Gründungsempfehlung sowie Folgerungen für das Bauwerk und die Ausführung enthalten. Es sind charakteristische Werte der bodenmechanischen Kenngrößen und Grundwasserstände im Hinblick auf die geplanten Baumaßnahmen anzugeben. Gegebenenfalls sind Angaben zur Baugrubensicherung und Grundwasserabsenkung sowie zu den Auswirkungen auf die Nachbarbebauung erforderlich.

Der Geotechnische Bericht ist Bestandteil des Geotechnischen Entwurfsberichtes nach Eurocode (EC) 7-1. In diesem müssen zusätzlich Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise enthalten sein, die im Zuge der Geotechnischen Planung erbracht werden.

Einordnung des Geotechnischen Berichts gemäß DIN 4020:2010-12



5.4 Geotechnische Planung

Die Leistungen für die Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise für den geotechnischen Entwurfsbericht nach EC 7-1 sind hier einzuordnen. Im Rahmen der Standsicherheitsnachweise werden u. a. die Sicherheit gegen Grundbruch und Geländebruch untersucht. Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit werden in der Geotechnik üblicherweise die zu erwartenden Verformungen (Setzungen) ermittelt. Im Regelfall führen diese Untersuchungen zu einer Optimierung der Gründungskonstruktion und damit zur Reduzierung der Kosten.

Bei der Planung werden auch gewerkespezifische Homogenbereiche des Baugrundes abgegrenzt und deren Eigenschaften für die Ausschreibung der Bauleistungen nach VOB beschrieben. In Zusammenhang mit komplexen Bauaufgaben werden die Ergebnisse der Baugrunderkundung zunehmend auch in dreidimensionalen Modellen abgebildet und in die Gesamtplanung mit Anwendung der BIM-Methode eingebunden. In die geotechnische Planung muss der oder die Sachverständige für Geotechnik einbezogen werden.

Die geotechnische Planung bildet eine Besondere Leistung nach dem Leistungsbild Geotechnik der HOAI, Anlage 1, Abschnitt 1.3.

5.5 Geotechnische Überwachung und Messungen

Nach EC 7-1 ist die Übereinstimmung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, die im Zuge der Baudurchführung angetroffen werden, mit den im geotechnischen Bericht beschriebenen Verhältnissen zu überprüfen. Infolge der nur punktuellen Untersuchung des Baugrundes können während der Bauausführung Abweichungen festgestellt werden. In diesem Fall müssen durch die oder den Sachverständige/n für Geotechnik in Abstimmung mit Bauherrin bzw. Bauherr, den Planungsbeteiligten und ggf. der ausführenden Firma Maßnahmen festgelegt werden.

Des Weiteren erfolgt eine Kontrolle, ob die bei der Baumaßnahme eingesetzten Bauverfahren mit den im geotechnischen Entwurfsbericht beschriebenen und in der Planung vorausgesetzten Verfahren übereinstimmen.

Durch Messungen und Monitoring kann im Rahmen der Beobachtungsmethode gemäß Normenhandbuch EC 7 [6] bei komplizierten Baugrund- und Grundwasserverhältnissen die getroffene Prognose überprüft werden.

Ein weiteres Aufgabengebiet der oder des Sachverständigen für Geotechnik ist die Qualitätssicherung im Erdbau. Dabei werden die Eignung der zum Einsatz kommenden Erdstoffe und Materialien und die Einhaltung der Anforderungen des Geotechnischen Entwurfsberichtes sowie der Planung geprüft. Beim Einbau der Erdstoffe wird die Erfüllung der beschriebenen Qualitätsmerkmale, wie z. B. Verdichtungsgrad und Wasserdurchlässigkeit, überwacht.

6. Kein Bauwerk ohne Geotechnik



6.1 Gründung

Jedes Bauwerk benötigt eine Gründung. Damit werden die Lasten in den Baugrund übertragen. Die Auswahl der technisch-wirtschaftlich optimalen Gründungsart erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Standsicherheit
- Verformungsverhalten
- Kosten
- Auswirkungen auf die Nachbarbebauung

Steht ausreichend tragfähiger Boden in geringer Tiefe an, ist im Regelfall eine **Flachgründung** über Fundamente ausreichend. Es werden unterschieden:

- Einzelfundamente: beispielsweise unter Stützen des Tragwerks,
- Streifenfundamente: beispielsweise unter Wänden des Tragwerks.

Alternativ werden Gebäude auch auf Plattengründungen errichtet.

Eine **Tiefgründung** ist erforderlich, wenn ausreichend tragfähiger Baugrund erst in großer Tiefe ansteht. Dazu eignen sich Pfähle unterschiedlicher Materialien und Einbauverfahren. Rammpfähle werden als Fertigpfahl aus Stahl oder Stahlbeton über Rammenergie in den Untergrund eingebracht. Bohrpfähle werden aus Ort-beton in vorher hergestellten Bohrungen hergestellt.

Gering tragfähiger Baugrund erfordert nicht zwingend die Herstellung einer Tiefgründung. In vielen Fällen besteht auch die Möglichkeit der **Baugrundverbesserung**. Dabei wird durch eine Verdichtung/Verfestigung oder durch das Einbringen von Baustoffen und Bauteilen die Tragfähigkeit des Bodens derart verbessert, dass eine Flachgründung möglich wird. Die verschiedenen Möglichkeiten sind vielfältig und fallen in den Bereich des Spezialtiefbaus. Exemplarisch seien hier genannt:

- Vorbelastung
- Bodenaustausch
- Intensivverdichtung und Tiefenverdichtung mit/ohne Materialzugabe
- Injektionsverfahren, z. B. Düsenstrahlverfahren

Beim Bauen im Bestand, insbesondere bei der Errichtung von Gebäuden unmittelbar neben bestehenden Bauwerken, können besondere Maßnahmen notwendig werden, um deren Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit nicht zu beeinträchtigen. Solche Maßnahmen sind:

- Unterfangungen
- Verbau
- Anpassung der Gründungsart

6.2 Wasser

Wasser kommt im Baugrund in vielfältigen Formen vor. Unterschieden wird dabei zwischen Bodenfeuchte, nichtdrückendem und drückendem Grundwasser. Mit Bodenfeuchte und nichtdrückendem Wasser muss mindestens gerechnet werden. Drückendes Wasser liegt dagegen vor, wenn Bauteile im Grundwasser liegen oder wenn der Baugrund wenig durchlässig ist und dadurch Stauwasser auftreten kann.

Kellerwände und Sohlplatten müssen durch geeignete Maßnahmen geschützt werden. Dazu sind Abdichtungen oder Dränagen geeignet.

In der Bauphase können Maßnahmen zur Absenkung des Grundwassers erforderlich werden. Das sind in der Regel Wasserhaltungen durch Dränagen oder Brunnen.

6.3 Baugruben

Baugruben sind temporäre Bauwerke, die hohe geotechnische Anforderungen stellen. Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Baugruben geböscht hergestellt werden. Bei beengten Platzverhältnissen, bei Nachbarbebauung oder bei Grundwasser ist ein Verbau erforderlich. Typische Verbauarten sind:

- Trägerbohlwandverbau
- Spundwandverbau
- Bohrpfahlwand
- Schlitzwand

Wenn die Baugrube unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, kann ein Baugrubenverbau wasserdicht ausgeführt werden, der ggf. in gering wasserdurchlässige Baugrundsichten oder eine Unterwasserbetonsohle bzw. Injektionssohle einbindet. Bei größeren Baugrubentiefen oder zur Begrenzung der Verformungen können Verankerungen oder Aussteifungen erforderlich werden.

7. Tipps für Bauherren und Architekten



Ganz am Anfang stehen die Ideen und Wünsche von Bauherr oder Bauherrin. Zusammen mit Architekt oder Architektin und mit Fachplanerinnen und -planern werden daraus erste Skizzen und Entwürfe. Gleichzeitig stellt sich die Frage nach den Baukosten, eine grobe Kostenschätzung kommt auf den Tisch. Der Baugrund ist zu diesem Zeitpunkt häufig noch nicht erkundet und es werden optimistische Baugrundverhältnisse vorausgesetzt.

TIPP: Der Baugrund muss frühzeitig erkundet werden, damit baugrundbedingte Mehrkosten erkannt und bei der weiteren Planung berücksichtigt werden können.

TIPP: Holen Sie bereits vor dem Kauf eines Baugrundstückes Informationen zum Baugrund ein oder vereinbaren Sie mit Verkäufer oder Verkäuferin zumindest eine Baugrundvoruntersuchung.

Der Bauherr oder die Bauherrin stellt den Baugrund zur Verfügung und trägt das Baugrundrisiko! Unerwartet auftretende baugrundbedingte Mehrkosten, z. B. bei schlecht tragfähigem oder kontaminiertem Boden, strapazieren das Budget und die Nerven.

Der oder die Sachverständige für Geotechnik trägt dazu bei, dass rechtzeitig geeignete Baugrunduntersuchungen durchgeführt werden, um von Beginn an die Weichen für den Erfolg des Bauvorhabens richtig zu stellen. Die Ingenieurleistung erstreckt sich in dieser Phase zunächst auf die Planung der Baugrunduntersuchungen (Art und Umfang, Anzahl und Lage der Untersuchungsstellen) und deren Koordination. Damit übernimmt der oder die Sachverständige für Geotechnik frühzeitig einen wesentlichen Teil der Verantwortung für das Thema Baugrund.

TIPP: Binden Sie rechtzeitig eine Sachverständige oder einen Sachverständigen für Geotechnik ein.

Der oder die Sachverständige für Geotechnik erstellt einen Bericht (Baugrundgutachten/Geotechnischer Bericht) mit allen wichtigen Informationen zu Baugrund und Grundwasser sowie zu eventuellen Schadstoffbelastungen im Boden. Damit kann das Planungsteam die Kosten für die Gründung und ggf. für die Entsorgung schadstoffbelasteter Böden qualifiziert abschätzen – ein wertvoller Beitrag zur Erhöhung der Planungs- und Kostensicherheit.

Qualität zahlt sich erfahrungsgemäß aus. Neben der fachlichen Qualifikation sind langjährige Erfahrungen mit vergleichbaren Projekten auf dem ortstypischen Baugrund besonders wichtig. Der Baugrund im Allgäu ist eben anders als in der norddeutschen Tiefebene...

TIPP: Wählen Sie die oder den Sachverständige/n für Geotechnik nicht nach dem niedrigsten Preis aus. Orientieren Sie sich an Referenzen und persönlichen Empfehlungen.

Auch bei einem kleineren, vermeintlich einfachen Bauvorhaben sollten Sie nicht auf die Hilfe eines oder einer Sachverständigen für Geotechnik verzichten. Wenn etwas schief geht, stehen vor allem Architekt/Architektin und Planer bzw. Planerin in der Haftung, bei Fahrlässigkeit u. U. sogar ohne Versicherungsschutz. Und bei einfachen Verhältnissen ist auch der Arbeitsaufwand des oder der Sachverständigen für Geotechnik gering.

Die Berufsbezeichnung und das Berufsausübungsrecht der Sachverständigen für Geotechnik sind, anders als z. B. bei Ärztinnen und Ärzten oder Juristen und Juristinnen, vom Gesetzgeber nicht klar geregelt. Zur Orientierung empfiehlt sich die Lektüre von Abschnitt 4 dieses Leitfadens.

Qualifizierte und verantwortungsvolle Sachverständige für Geotechnik sind in der Regel Mitglied in der Ingenieurkammer ihres Bundeslandes. Sie sind dort als selbstständig und eigenverantwortlich tätige Sachverständige für Geotechnik in die Liste der Beratenden Ingenieure und Ingenieurinnen eingetragen. Die meisten von ihnen arbeiten in entsprechenden Ingenieurbüros und sind Mitglied im VBI, der fachlichen und berufspolitischen Heimat von rund 2.000 unabhängig beratenden und planenden Ingenieurinnen und Ingenieuren verschiedener Ingenieurdisziplinen.

TIPP: Schauen Sie in die Planer-Datenbank des VBI:
<https://www.vbi.de/planerdatenbank>

Zitierte Normen

- [1] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 (EC 7-2), Abschnitt A 1.5.3.17.
- [2] DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 (EC 7-1), Abschnitt A 2.1.2.
- [3] DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 (EC 7-1), Anhang AA.
- [4] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 (EC 7-2), Anhang B 3.
- [5] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 (EC 7-2), Abschnitt A 7.1.
- [6] Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, Band 2: Erkundung und Untersuchung, vom DIN autorisierte konsolidierte Fassung. Beuth Verlag, Berlin 2011.

Verband Beratender Ingenieure VBI
Budapester Straße 31 · 10787 Berlin
T +49 30 26062-0
info@vbi.de · www.vbi.de