



VERBAND BERATENDER  
INGENIEURE

# GEOTECHNIK

VBI-Leitfaden für Bauherren,  
Architekten und Fachplaner

# GEOTECHNIK

VBI-Leitfaden für Bauherren,  
Architekten und Fachplaner



# Impressum

## **Herausgeber**

Verband Beratender Ingenieure VBI

Budapester Str. 31

10787 Berlin

Tel.: 030/26062-0

Fax: 030/26062-100

E-Mail: [vbi@vbi.de](mailto:vbi@vbi.de)

[www.vbi.de](http://www.vbi.de)

## **Redaktion**

VBI-Fachgruppe Geotechnik

Ines Bronowski, VBI

## **Gestaltung**

pantamedia communications GmbH, Berlin

Stand: August 2014

# Vorwort

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

Daher wendet sich die Publikation an Auftraggeber, private und öffentliche in den Rathäusern und Bauämtern des Landes. Sie wendet sich außerdem an die Architekten in ihrer wichtigen Rolle als Objektplaner im Hochbau und an die tragwerksplanenden Ingenieurkollegen inner- und außerhalb des VBI.

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 nicht klar, dass von der Beschaffenheit des Grund und Bodens am Standort ihres Projektes der Fortgang des Baus und damit auch die Baukosten abhängen.

Die entsprechende Aufklärungs- und Beratungspflicht darüber obliegt den Planern. Bei vielen Bauvorhaben ist der Architekt erster und wichtigster Ansprechpartner des Bauherrn. 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 Fachplaner wissen wenig darüber, welche Hebelwirkung ein qualifizierter geotechnischer Bericht für das gesamte Bauvorhaben entwickeln kann.

Darüber zu informieren – Auftraggeber, Architekten und Fachplaner für den Mehrwert qualifizierter geotechnischer Planung und Beratung zu sensibilisieren, ist das Anliegen dieser Broschüre, der wir gemeinsam als Partner beim Planen und Bauen viele interessierte Leser wünschen.

**Dr.-Ing. Volker Cornelius**

Präsident des Verbandes  
Beratender Ingenieure VBI

**Heiner Farwick**

Präsident Bund  
Deutscher Architekten BDA

## Autoren des Leitfadens

- **Dr.-Ing. Stefan Weihrauch**, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR, 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
- **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

### **Bildnachweise:**

Foto Kapitel 1 (S. 6): Archiv

Foto Kapitel 2 (S. 8): © LianeM - Fotolia.com

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

Foto Kapitel 4 (S. 16): © andresinfinite - Fotolia.com

Foto Kapitel 5 (S. 19): Grundbauingenieure Steinfeld und Partner

Foto Kapitel 6 (S. 25): © Christian Delbert - Fotolia.com

Foto Kapitel 7 (S. 29): © ty - Fotolia.com

# Inhalt

<b>Präsidentengrußwort</b>	3
<b>1. Einleitung der VBI-Fachgruppe</b>	6
<b>2. Der Baugrund: mehr als ein Baustoff</b>	8
2.1 Lockergestein	9
2.2 Festgestein	11
<b>3. Baugrundrisiko und Haftung</b>	12
<b>4. Geotechnik als Fachdisziplin des Bauingenieurwesens</b>	16
<b>5. Geotechnische Ingenieurleistungen</b>	19
5.1 Geotechnische Kategorien	21
5.2 Baugrunderkundung	21
5.3 Gründungsberatung	23
5.4 Geotechnische Planung	24
5.5 Geotechnische Überwachung und Messungen	24
<b>6. Kein Bauwerk ohne Geotechnik</b>	25
6.1 Gründung	26
6.2 Wasser	27
6.3 Baugruben	28
<b>7. Tipps für Bauherren und Architekten</b>	29

# 1. Einleitung



Nicht alle Bauwerke sind Meisterwerke, aber die allermeisten sind Unikate – und brauchen ein passendes Fundament auf sicherem Grund und Boden. Als Bauherr, Architekt, Objekt- oder Tragwerksplaner 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, 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 Bauingenieuren der Fachdisziplin Geotechnik.

Die 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 unter 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 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. Erschwerissen, 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** (der den Baugrund zur Verfügung stellt) verpflichtet ist, die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse nach den Regeln der Technik zu untersuchen und zu beschreiben bzw. dafür einen geotechnischen Sachverständigen einzuschalten. Dies ist in der Regel ein Ingenieur für Geotechnik (siehe auch Abschnitt 4).

Für alle am Bau Beteiligten – Bauherren, Architekten, 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 als Lieferanten des Baugrundes. Dies ergibt sich aus § 645 Abs. 1 BGB sowie § 4 Abs. 3 und § 13 Abs. 3 VOB/B.



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 bzw. der Objektplaner** bei Ingenieurbauwerken muss als Gesamtkoordinator gegenüber dem Bauherren darauf hinwirken, dass rechtzeitig ein geotechnischer Sachverständiger eingeschaltet wird. Weiterhin muss der Architekt die Ergebnisse des Baugrundgutachtens bzw. geotechnischen Berichts bei seinen Planungen berücksichtigen und dabei prüfen, ob die geotechnischen Angaben vollständig und plausibel sind. Zahlreiche Urteile belegen, dass der Architekt hier einem besonderen Haftungsrisiko ausgesetzt ist (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** hat die Aufgabe, die Gründungsmaßnahmen statisch-konstruktiv festzulegen. Er darf die hierzu erforderlichen Daten und Angaben zum Baugrund als Bearbeitungsgrundlage fordern, hat selbst jedoch keine Pflicht zur Untersuchung. Allerdings ist er für die Vollständigkeit seiner Planungsgrundlagen verantwortlich und hat Aufklärungs- und Hinweispflicht, wenn der Datenbestand unvollständig oder erkennbar nicht plausibel ist. Verzichtet er darauf und verlässt sich ohne Hinweis auf Erfahrungswerte, macht er sich haftbar (z. B. BGH, Urteil vom 15.03.2013 – VII ZR 257/11 –).

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

Der **Bauausführende** macht auf der Grundlage der ihm verfügbaren Unterlagen ein Preisangebot. Er hat in der Angebotsphase die Pflicht, die Ausschreibungsunterlagen auf Vollständigkeit zu prüfen. Inhaltlich darf er 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 das volle Baugrundrisiko. 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 qualifizierten und erfahrenen geotechnischen Sachverständigen erfolgreich ausgeschaltet werden.



## 4. Geotechnik – Fachdisziplin des Bauingenieurwesens



Das Bauingenieurwesen ist der Teil der Ingenieurwissenschaften, der sich mit der Konzeption, dem Entwurf, der Konstruktion und Berechnung sowie der baulichen Umsetzung und ggf. auch dem Betrieb von Bauwerken befasst. Aufgabe des Bauingenieurs ist die Erarbeitung von wirtschaftlichen baulichen Lösungen, bei denen nach den anerkannten Regeln der Technik die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet sind. Materialien und Konstruktionen des Bauwerkes müssen zur Erfüllung der speziellen Bauaufgabe aufeinander abgestimmt werden und das notwendige, definierte Sicherheitsniveau erreichen.

Die Geotechnik und der für dieses Tätigkeitsfeld speziell ausgebildete Bauingenieur – der Ingenieur für Geotechnik – befassen sich mit allen Arten von Bauwerken, da sie auf oder in der Erde errichtet bzw. gegründet werden. Kennzeichnende Aufgabenstellung ist es in diesem Zusammenhang, den Untergrund als natürlich gebildeten – nicht aus definierten Komponenten und Rezepten zusammengesetzten – Baustoff zu erfassen, zu beschreiben und der Planung bzw. der Berechnung zugänglich zu machen. Diese Aufgabe ist so vielfältig wie die Natur selbst.

Der Ingenieur für Geotechnik wird im allgemeinen Sprachgebrauch bisher überwiegend als Baugrundgutachter oder Baugrundsachverständiger, fälschlicherweise manchmal auch als „Bodengutachter“ bezeichnet. Die europäische Normung verwendet den Begriff des Sachverständigen für Geotechnik. Seit Einführung der europäisch harmonisierten Normen für die Geotechnik ist in der Praxis der Begriff des geotechnischen Sachverständigen üblich geworden.

Wesentliche Arbeitsfelder neben der geotechnischen Erfassung sind:

- die Geostatik: Berechnung statischer Einwirkungen durch Gründungen und durch Erdbauwerke,
- die Geodynamik: Berechnung dynamischer Einwirkungen durch Bauwerke oder durch den Baugrund sowie
- die Geohydraulik: beschäftigt sich mit den unterschiedlichen Erscheinungsformen des Wassers im Boden und behandelt deren Einwirkungen auf Bauwerke.

Im Ergebnis steht die Darstellung der Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund, d. h. die modellhafte Erfassung und Berechnung des Wechselspiels von Kräften und Verformungen, Einwirkungen und Reaktionen.

Die naturwissenschaftlichen Fachbereiche bzw. Ausbildungsgänge der Geologie und Hydrogeologie betrachten im Wesentlichen die Entstehung und die physikalischen, mineralogischen sowie chemischen Eigenschaften der Gesteine. Im Unterschied dazu ist die Geotechnik in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen des Bauingenieurwesens eines der Teilgebiete. Wegen der natürlich vorhandenen Vielfalt von Böden, 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 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, Schürfgruben und Probenentnahmen) und bodenmechanischen Laboruntersuchungen an den gewonnenen Bodenproben. Der in der Geotechnik arbeitende Ingenieur muss 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 Laboranten das Berufsbild des Baustoffprüfers, Bereich Boden, als Lehrberuf geschaffen.

## 5. Geotechnische Ingenieurleistungen



Geotechnische Ingenieurleistungen umfassen eine Vielfalt an Beratungs- und Planungsleistungen, die durch den Ingenieur für Geotechnik bzw. geotechnischen Sachverständigen 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, erforderlich. Je genauer der geotechnische Sachverständige weiß, was geplant ist und mit welchen Lasten zu rechnen ist, desto genauer sind seine Angaben zu den Gründungsmöglichkeiten.

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

Im Rahmen der geotechnischen Überwachung ist der geotechnische Sachverständige 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
<b>GK 1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ geringe Lasten</li><li>■ setzungsunempfindliches Tragwerk</li></ul>	einfache Verhältnisse	nicht relevant
<b>GK 2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ übliche Lasten</li><li>■ unterschiedliche Verformungen können vom Tragwerk aufgenommen werden</li></ul>	durchschnittlich	beherrschbar
<b>GK 3</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ hohe Lasten</li><li>■ setzungsempfindliches Tragwerk</li></ul>	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 berücksichti-

gende Besonderheiten wie hoher Grundwasserspiegel, Störungszonen usw. festgestellt werden.

Für die **geotechnische Hauptuntersuchung** sollte die Planung des Bauwerkes bereits soweit fortgeschritten sein, dass Angaben zur genauen Lage, zur angestrebten Gründungstiefe und ein grober Überschlag der zu erwartenden Bauwerklasten vorliegen, um die Anzahl und die Tiefe der auszuführenden direkten Aufschlüsse festlegen zu können. Dieses Untersuchungsprogramm wird durch den geotechnischen Sachverständigen 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 angegebene Untersuchungstiefe 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.

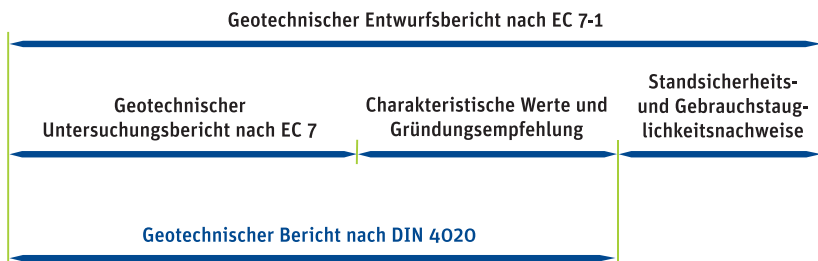
### 5.3 Gründungsberatung

„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 und bilden eine Besondere Leistung nach dem Leistungsbild Geotechnik der HOAI, Anlage 1, Abschnitt 1.3. 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. In die geotechnische Planung sollte der geotechnische Sachverständige einbezogen werden.

## **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 den geotechnischen Sachverständigen in Abstimmung mit dem Bauherren, 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 des geotechnischen Sachverständigen 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 Ortbeton 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 des Bauherrn. Zusammen mit dem Architekten und mit Fachplanern 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 dem Verkäufer zumindest eine Baugrundvoruntersuchung.**

Der Bauherr 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 geotechnische Sachverständige trägt dazu bei, dass rechtzeitig geeignete Baugrunduntersuchungen durchgeführt werden, um von Beginn an die Weichen für den Erfolg des Bauvorhabens richtig zu stellen. Seine 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 geotechnische Sachverständige frühzeitig einen wesentlichen Teil der Verantwortung für das Thema Baugrund.

**TIPP: Binden Sie rechtzeitig einen geotechnischen Sachverständigen ein.**

Dieser 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 den geotechnischen Sachverständigen 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 geotechnischen Sachverständigen verzichten. Wenn etwas schief geht, stehen vor allem Architekt und Planer in der Haftung, bei Fahrlässigkeit u. U. sogar ohne Versicherungsschutz. Und bei einfachen Verhältnissen ist auch der Arbeitsaufwand des geotechnischen Sachverständigen gering.

Als Bauherr und Auftraggeber sollten Sie wissen, dass die Berufsbezeichnung und das Berufsausübungsrecht des Ingenieurs für Geotechnik, anders als z. B. bei Ärzten und Juristen, vom Gesetzgeber bisher nicht streng geregelt bzw. geschützt sind. Die Ingenieurgesetze der einzelnen Bundesländer enthalten relativ offene Regelungen z. B. auch für Naturwissenschaftler. Zur Orientierung empfiehlt sich die Lektüre von Abschnitt 4 dieses Leitfadens.

Qualifizierte und verantwortungsvolle geotechnische Sachverständige sind in der Regel Mitglied in der Ingenieurkammer ihres Bundeslandes und arbeiten selbstständig und eigenverantwortlich als Freiberufler oder in Führungspositionen in entsprechenden Ingenieurbüros. Die meisten von ihnen sind Mitglied im VBI, der fachlichen und berufspolitischen Heimat von rund 3.000 unabhängig beratenden und planenden Ingenieuren verschiedener Ingenieurdisziplinen.

**TIPP: Schauen Sie in die Planer-Datenbank des VBI: [www.vbi.de/planerdatenbank/](http://www.vbi.de/planerdatenbank/)**



## Zitierte Normen

- [1] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2:2010-10 (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 1997-1:2010 (EC 7-1), Abschnitt A 2.1.2.
- [3] DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2010 (EC 7-1), Anhang AA.
- [4] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2:2010-10 (EC 7-2), Anhang B 3.
- [5] DIN 4020:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2:2010-10 (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 Str. 31 / 10787 Berlin  
Tel.: 030 26062-0 / Fax: 030 26062-100  
[www.vbi.de](http://www.vbi.de) / [vbi@vbi.de](mailto:vbi@vbi.de)