



RWE



Ein Ratgeber
von
RWE Power



**Baugrund
und Fundament**

Inhalt

3	Vorwort	
4	Einführung	
6	Bodenarten und ihre Eigenschaften	
6	Baugrund – was ist das?	
7	Baugrundeignung verschiedener Böden	
10	Wichtige DIN-Normen Baugrund/Böden	
10	DIN 18196	
10	DIN EN 1997-1, Eurocode 7 in Verbindung mit DIN 1054 – Ergänzende Regelungen	
11	DIN 18300 (2012/2019)	
11	DIN 4020	
11	DIN EN ISO 14688	
11	DIN 4023	
11	DIN EN 1998, Eurocode 8	
12	Bauwerk und Baugrund beeinflussen sich gegenseitig	
12	Lasteinleitung in den Baugrund	
13	Setzung	
14	Setzungsdauer	
14	Schädliche Setzungen	
15	Ursachen schädlicher Setzungen	
16	Natürliche Baugrundprobleme	
16	Unterschiedlich feste Bodenarten	
16	Unterschiedlich dicke setzungs-empfindliche Bodenschicht	
17	Lokal setzungsgefährdete Böden	
17	Flächige, aber unterschiedlich setzungsgefährdete Böden	
18	Baugrundprobleme durch Eingriff von außen	
18	Verfüllungen/Auffüllungen	
19	Feste Körper im Boden	
19	Hohlräume im Boden	
20	Fehler in der Gründungskonstruktion	
20	Nicht frostfreie Fundamente	
20	Zu dichte Anordnung der Fundamente	
21	Anbauten	
22	Zu schwache Überbrückung von tief gegründeten Einzelfundamenten	
22	Zu schwache Kellerböden	
23	Wie können Setzungsschäden vermieden werden?	
23	Warum ist eine Baugrunduntersuchung so wichtig?	
25	Welche Gründungsarten sind bei problematische Baugrund empfehlenswert?	
25	Fundamentplatte	
26	Bodenaustausch	
27	Tiefgründungen: Fundamentblöcke	
28	Tiefgründungen: Brunnenringe	
28	Tiefgründungen: Stahlbetonpfähle	
29	Einheitliches Gründungsniveau	
30	Anbauten/Nebengebäude	
31	Terrassen	
32	Verschiedenes	
32	Lichtschächte, Podeste	
32	Eingangstreppen	
33	Grundleitungen	
34	Schlussbemerkung	
35	Impressum	

Legende

Mutterboden	(Mu)
Auffüllung	(A)
Schluff	(U)
Humoser Schluff	(U, h)
Torf	(H)
Sand	(S)
Kies/Sand	(G, S)
Kies	(G)
Ton	(T)

Sehr geehrte Bauinteressentinnen und -interessenten

Ihr Weg zum eigenen Heim wird heutzutage fachlich gut unterstützt. Durch vielfältige Informationen – von der Finanzierung bis hin zum letzten Bauprodukt – können nicht nur Fachleute, sondern auch Sie selbst eine gute Vorplanung gewährleisten. Zudem geben detaillierte Produktinformationen und Verarbeitungshinweise den handwerklich Begabten die Möglichkeit, eine Bauausführung guter Qualität in Eigenleistung durchzuführen.

Die für die Erstellung Ihres Eigenheims erforderlichen Informationen sind meistens kostenfrei zu erhalten, zum Beispiel von Banken oder Bausparkassen, Energieversorgungsunternehmen, Baumaterialfirmen oder auch Baumärkten. Das Informationsangebot ist überaus vielfältig und deckt deshalb die gängigsten Fragen ab. Zu vermissen sind jedoch Informationen zur Gründung, wozu u. a. auch die Beschaffenheit des Baugrundes gehört.

Diese Informationslücke ist erklärlich, da der Baugrund nicht gewerblich produziert wird, sondern von der Natur vorgegeben ist. Andererseits ist dies bedauerlich, weil gerade Fehler bei der Gründung schwerwiegend und kaum rückgängig zu machen sind. Die Qualität Ihres Eigenheimes wird dadurch dauerhaft beeinträchtigt. Deshalb sind Informationen über die Bodenbeschaffenheit und eine daran angepasste Gründung ein wichtiges Kriterium, welches bei der Planung und Konstruktion des Eigenheimes zwingend berücksichtigt werden sollte.

Nur zu oft wird nicht bedacht, dass der Baugrund das gesamte Gewicht eines Hauses, welches immerhin bei einem gemauerten Einfamilienhaus bei über 200 Tonnen (ca. 2.000 kN) liegt, aufnehmen muss.

Treten schädliche Bauwerkssetzungen auf, lassen sich die Ursachen dafür im Nachhinein nur mit erheblichem Aufwand feststellen und beseitigen. In der Regel wird ausschlaggebend sein, ob die vorgegebene Eigenart des Baugrundes genügend berücksichtigt worden ist. Ausnahmen bilden im Rheinischen Braunkohlenrevier unter bestimmten Voraussetzungen mögliche bergbauliche Einwirkungen auf ein Bauwerk. Das durch ungleiche Setzungen hervorgerufene typische Schadensbild stellt sich in beiden Fällen gleich ein, lässt aber nicht ohne Weiteres Rückschlüsse auf die Setzungsursache zu.

Um die Informationen in dieser Hinsicht zu erweitern und damit Schadensfälle vermeiden zu helfen, werden hier in Form eines kleinen Ratgebers für die Region Hinweise von Sachverständigen zur fachgerechten Gründung Ihres Eigenheims gegeben. Denn mit einem den Baugrundeigenschaften angepassten soliden Fundament kann auch bei ungünstigem Baugrund eine gut tragfähige Gründung geschaffen werden.

Mit freundlicher Empfehlung
Ihre RWE Power



Einführung

Verständlicherweise fehlt den meisten Bauherren der Einblick in das Zusammenspiel von Bauwerk, Gründung und anstehendem Baugrund. Unterlaufen bei der Einschätzung dieser Zusammenhänge Fehler, können die Schäden hinterher kaum noch mit nachhaltigem Erfolg beseitigt werden. Risse in Wänden oder eine Schiefstellung des gesamten Gebäudes, die die Nutzung stören oder beeinträchtigen, bis hin zu Schäden an der Konstruktion, die den Bestand gefährden können, verleiden die Freude am Bauwerk.

Dies ist zu vermeiden, wenn man allen Überlegungen und Planungen folgende Einsichten voranstellt:

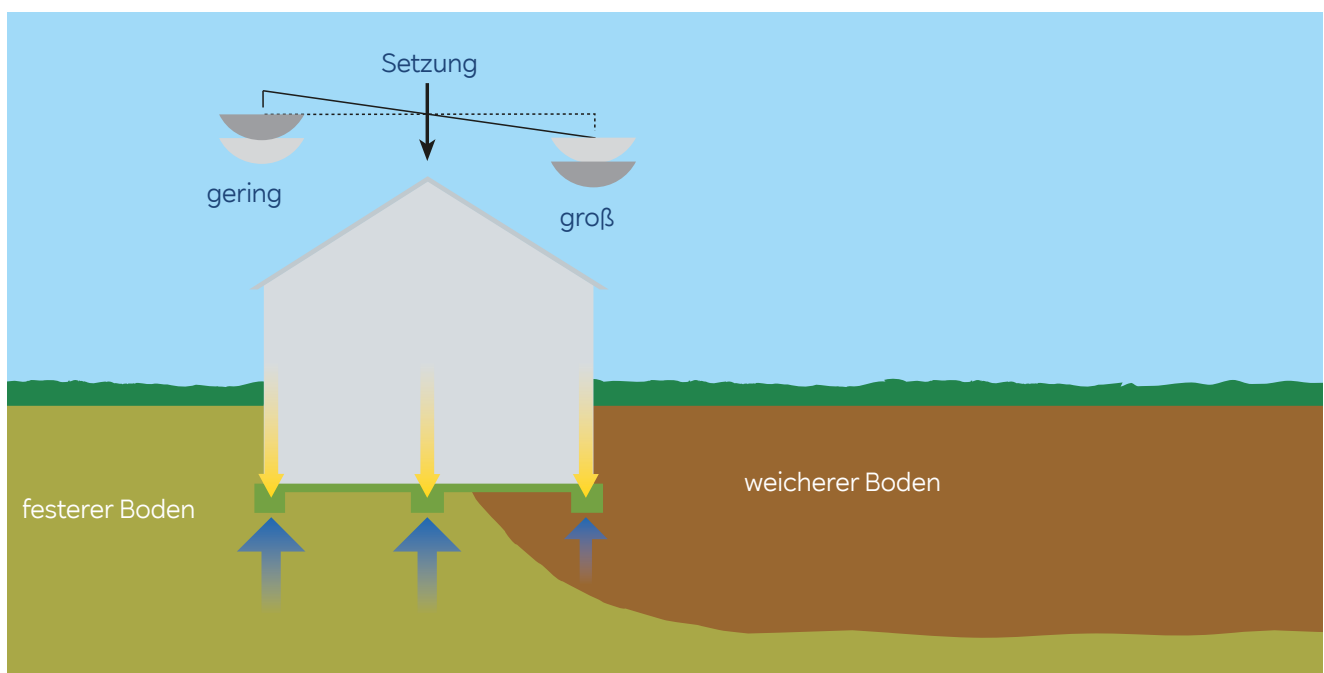
> Alle Bauwerkslasten müssen über die Gründung in den Baugrund eingeleitet werden (statisches Gleichgewicht).

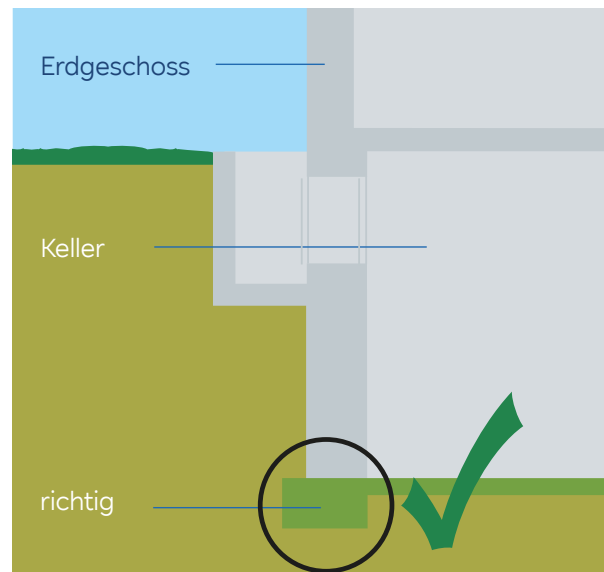
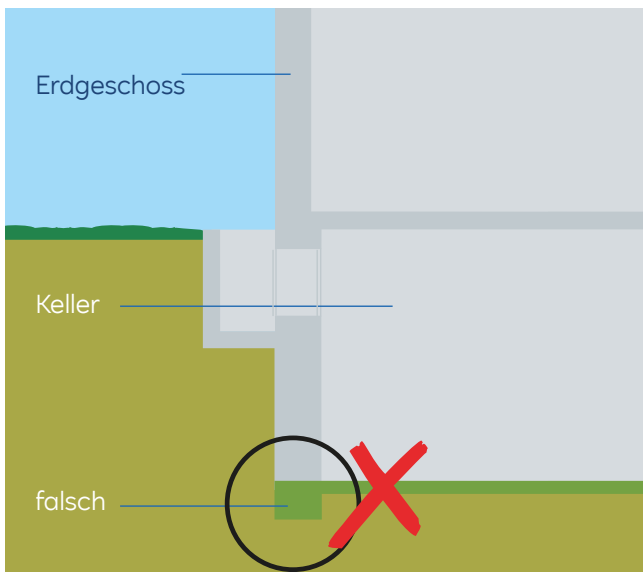
> Böden können bei sonst gleicher äußerer Erscheinungsform wegen ihres natürlichen Ursprungs und der geologischen Vergangenheit stark voneinander abweichende Eigenschaften besitzen. Sie sind unterschiedlich tragfähig, was bei einer oberflächlichen Betrachtung nicht ohne Weiteres erkennbar ist.

> Baugrund und Bauwerk bilden immer eine konstruktive Einheit.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Gründungsplanung liegt in der unterschiedlichen Beanspruchbarkeit der künstlichen Baustoffe des Bauwerkes und des Fundamentes selbst sowie des Baugrundes. Beim Baugrund handelt es sich ja um einen natürlich entstandenen Baustoff, der erheblich geringere Festigkeiten als das Bauwerk besitzt und sich einer verbessernden Beeinflussung, bis auf wenige Ausnahmen, entzieht.

Es bleibt selten eine andere Wahl, als die Gründung und die aufgehende Konstruktion den Gegebenheiten, also dem angetroffenen Boden, anzupassen. Dafür muss man über den Boden etwas mehr wissen. Es genügt nicht, ihn nur an der Geländeoberfläche zu begutachten, sondern es müssen alle darunterliegenden Bodenschichten so weit in die Untersuchung einbezogen werden, wie sie an der Aufnahme der Bauwerkslasten beteiligt sind. Die Einflusstiefen sind, je nach Wahl der Gründungskonstruktion, beträchtlich.





Besonderer Beachtung bedürfen auch die Baugrubensohle und die Fundamentsohlen, die durch die Bauarbeiten und Witterungseinwirkungen beeinflusst werden, bevor betoniert wird. Die kurz nach dem Aushub planebenen und festen Sohlen können aufgewühlt oder durch Regen vernässt und verschlammte und dadurch weich und uneben werden, wodurch es später zu unterschiedlichen Setzungen an Gebäuden kommen kann. Als weitere von vielzähligen nicht vom Baugrund abhängigen Mängeln sollen hier noch zu große Aushubhöhen oder an falscher Stelle ausgehobene Fundamentgräben erwähnt werden. Solche Fehlstellen werden verfüllt, dabei jedoch häufig nicht ausreichend verdichtet.

Hauptsächliche Ursachen von

Gründungsschäden sind:

- > **Unzureichende Berücksichtigung des Baugrundaufbaus und seiner Eigenschaften**
- > **Konstruktions- und Planungsmängel**
- > **Ausführungsmängel**

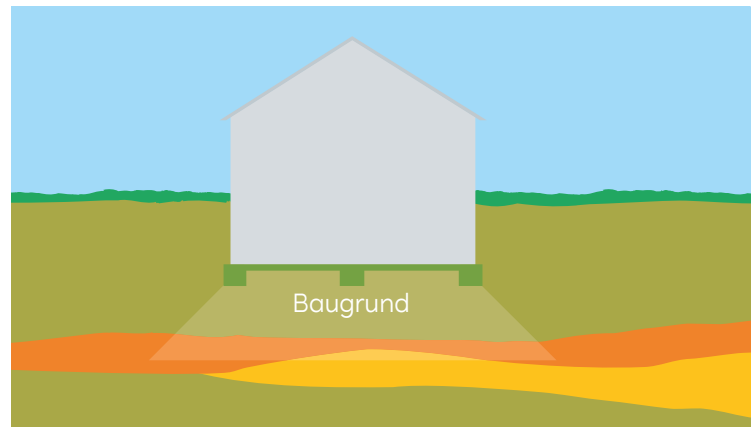
In einem kurzen Abriss wird in diesem Ratgeber auf die wesentlichen Fehler vermeidenden Punkte hingewiesen. Diese Hinweise müssten genügen, Bauherren und Berater so weit zu sensibilisieren, dass sie auf eine qualitätsvolle Gründung achten – und sich der Hilfe eines Baugrundgutachters bedienen –, um Schäden und Ärger zu vermeiden.

Schon jetzt lässt sich festhalten:

- > **Erkenntnisse über die Bodenverhältnisse bilden die Grundlage für eine Gründung guter Qualität.**
- > **Alle Einzelheiten im Zusammenhang mit der Gründung müssen vorher sorgfältig überdacht und geplant werden.**
- > **Hinterher, wenn das Bauwerk bereits errichtet ist, besteht kaum noch eine Chance, den Zustand mit angemessenem finanziellem Aufwand zu ändern.**

Baugrund – was ist das?

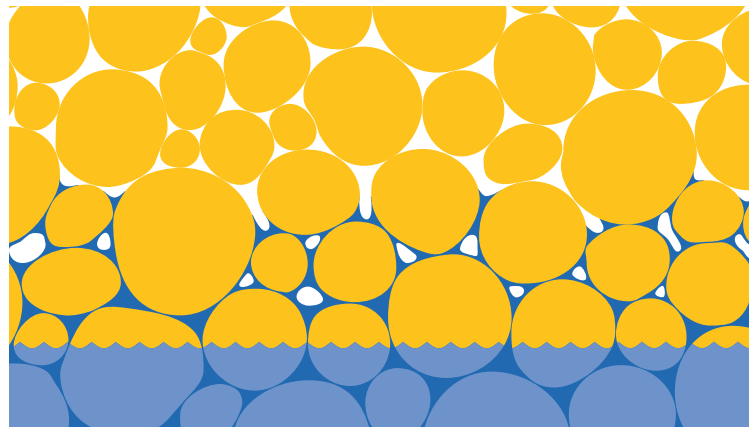
Als Baugrund wird der Bodenbereich bezeichnet, der die Lasten des Hauses tragen muss. Es sind die Bodenschichten, die unterhalb der Fundamente des Hauses anstehen.



Bei näherem Hinsehen besteht ein Boden im Rheinischen Braunkohlenrevier aus:

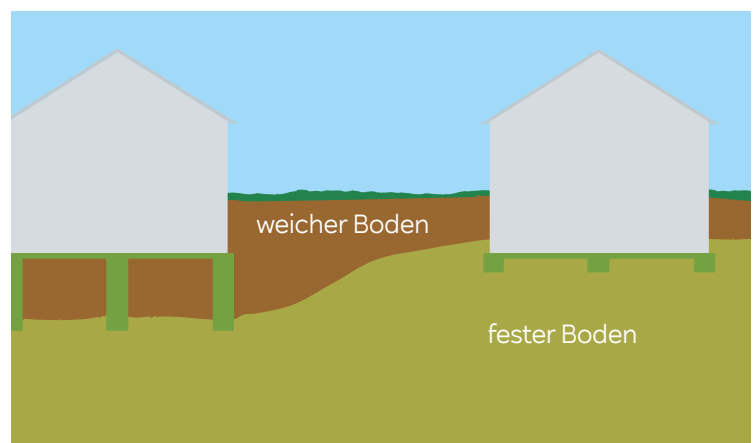
- > **Bodenkörnern**
- > **Hohlräumen (Poren)**

In den Poren sind Luft und Wasser eingeschlossen. Kornform, Korngröße, Korngrößenverteilung und Kornfestigkeit bestimmen ebenso wie Wassergehalt und Porendurchlässigkeit die Festigkeitseigenschaften des Bodens. Sie sind so naturbedingt und können nur in engen Grenzen verändert, also verbessert werden.



Daraus folgt in der Regel:

- > **Bodenaufbau und Bodeneigenschaften sind durch Untersuchungen zu erkunden.**
- > **Bodeneigenschaften können nur in begrenztem Umfang verbessert werden.**
- > **Die Gründung dem festgestellten Baugrund anpassen und falls nötig so tief führen, bis tragfähiger Baugrund erreicht ist, oder einen Bodenaustausch mit Kiespolster ausführen (siehe Seite 26).**



Baugrundeignung verschiedener Böden

Böden kommen in zahlreichen Formen vor. Entsprechend vielfältig sind ihre Eigenschaften. Die Tragfähigkeit ist eine für jegliche Bebauung entscheidende Eigenschaft der Böden. Sie ist bei bindigen Böden (zum Beispiel Lehm, Ton) und nichtbindigen Böden (zum Beispiel Sand, Kies) von verschiedenen Einflussgrößen abhängig.

Wer hat es nicht schon selbst erlebt, dass nach einem längeren Regen auf einem sonst gut begehbaren lehmigen Feldweg der Fuß einsank und bei jedem Schritt wegglied? Offenbar hatte die Belastbarkeit des bindigen Bodens durch die Wasserzufuhr abgenommen. Tatsächlich füllen sich die feinen Poren schnell mit Wasser und umgeben die feinen Körner mit einem Wasserfilm, der die Kornreibung vermindert und die Verschiebung der Körner gegeneinander erleichtert.

Bei bindigen Böden ist der Wassergehalt für die Belastbarkeit bedeutsam.

Ganz anders verhält sich ein mit Grobsand, Feinkies oder Schotter abgedeckter Weg. Hier wird auch nach einem heftigen Regen keine Veränderung der Tragfähigkeit festzustellen sein. Das Wasser durchsickert die großen Poren. Die relativ großen Körner liegen stabil und verschieben sich nicht, wenn sie genügend dicht gelagert sind.

Bei nichtbindigen Böden ist die Lagerungsdichte für die Belastbarkeit von entscheidender Bedeutung.

Da für den Bauherrn von Interesse ist, ob und wie sich die auf seinem Grundstück anstehenden Böden als Baugrund eignen, enthalten die hier aufgeführten Beschreibungen der im Rheinischen Braunkohlenrevier häufigsten Bodenarten auch eine Einschätzung der jeweiligen Baugrundeignung.

Insbesondere in den sogenannten Fluss- oder Bachauengebieten (in der hiesigen Region sind dies zum Beispiel die Erft-, Niers- oder Rurniederung) stehen von Natur aus Böden an, die als Baugrund nur bedingt oder gar nicht geeignet sind und eine sehr sorgfältige Gründungsplanung erfordern.

Die in den Überschriften in Klammern nachgestellten Großbuchstaben sind die Kurzbezeichnungen der Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1. Liegen Mischformen vor, wird die Reihenfolge ihrer Anteile in Kleinbuchstaben, durch Beistriche (Kommata) abgetrennt, davorgesetzt (zum Beispiel tonig-sandiger Schluff = t, s, U).

Kies (G) und Sand (S)			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Nichtbindiger bzw. grobkörniger Boden • Korndurchmesser Kies: 2,0 mm bis 63,0 mm • Korndurchmesser Sand: 0,06 mm bis 2,0 mm • Kornform: Kanten abgeschliffen, eckig oder rund 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe mechanische Kornfestigkeit • Gut belastbar • Lassen sich gut nachverdichten • Lassen sich gut entwässern 	<ul style="list-style-type: none"> • Häufig in tieferen Lagen ab 4 m im Rheinischen Braunkohlenrevier • Selten oberflächennah und deshalb auch selten direkter Baugrund 	Gut bis sehr gut
Schluff (U)			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Bindiger bzw. feinkörniger Boden • Korndurchmesser: 0,002 mm bis 0,06 mm • Kornform: wie Sand, nur feiner 	<ul style="list-style-type: none"> • Winzige, enge Poren, deshalb wasserhaltend und feucht • Lässt sich zusammenklumpen und formen • Weicht bei Wasserzutritt auf • Mittelmäßig belastbar, häufig jedoch für ein Eigenheim noch ausreichend • Kann sich nach Lastaufbringung über eine längere Zeit zusammendrücken • Lässt sich schwer entwässern 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr selten in reiner Form, häufig in Mischformen 	Gut bis mäßig
Löss (U)			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Wie Schluff, nur gleichmäßige Körnung • Korndurchmesser: 0,01 bis 0,05 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Wie Schluff • Zusätzlich: durch Kalkanteil ist der Boden verkittet und relativ gut tragfähig 	<ul style="list-style-type: none"> • In der Eiszeit vom Wind verfrachteter Boden, der in großen Mulden, zum Beispiel der Kölner Bucht, abgelagert wurde, zum Teil große Mächtigkeiten 	In der Regel gut

Tonig-sandiger Schluff (t, s, U) [Lehm]			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Bindiger feinkörniger Boden, vermischt mit grobkörnigem Sand und feinsten Schichtmineralien des Tons • Korndurchmesser: 0 bis 2,0 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Wie Schluff 	<ul style="list-style-type: none"> • Am häufigsten verbreiteter Boden im Rheinischen Braunkohlenrevier • Oberflächennah, bis zu 5 m und mehr anstehend • Deshalb auch häufigster Baugrund 	Gut bis mäßig

Tonig-sandiger, humoser Schluff (t, s, h, U)			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Wie Lehm • Unterschied: merklicher Anteil an humosen Stoffen (Pflanzenreste) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dunkle Farbe* • Hoher Wassergehalt • Lässt sich stark zusammendrücken • Wenig oder gar nicht belastbar • Verliert an Volumen (Zersetzung humoser Anteile) 	<ul style="list-style-type: none"> • Häufiger Boden in 6 bis 7 m Tiefe in Flussniederungen, den sogenannten Auegebieten, als Bach- oder Flussablagerungen anzutreffen 	Nicht geeignet

*Zwar nicht immer zutreffend, doch als Faustregel für den Nichtfachmann sollte gelten: Je dunkler ein Boden, umso mehr ist seine Baugrundeignung infrage zu stellen.

Ton (T)			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Bindiger bzw. sehr feinkörniger Boden • Korndurchmesser: < 0,002 mm • Kornform: plättchen- bis nadelförmig 	<ul style="list-style-type: none"> • Meist hellere Farbe • Winzige, enge Poren • Stark wasserhaltend • Große kapillare Steighöhe • Wasserundurchlässig • Stärker zusammendrückbar, jedoch mit langsamem Ablauf • Lässt sich kaum verdichten 	<ul style="list-style-type: none"> • Selten in reiner Form • In Oberflächennähe meist nur als Mischform (Lehm) • In tieferen Lagen als Trennschichten der gespannten Grundwasserhorizonte 	Mäßig bis bedingt brauchbar

Torf (H)			
Art	Eigenschaften	Vorkommen	Baugrundeignung
<ul style="list-style-type: none"> • Organische Masse (Reduktion von pflanzlichen Bestandteilen unter Luftabschluss) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dunkle Farbe • Sehr hoher Wassergehalt • Verliert stark an Volumen (Zersetzung der organischen Stoffe) • Lässt sich sehr stark zusammendrücken • Nicht belastbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Häufig in Niederungen, den sogenannten Auegebieten, als Fluss- oder Bachablagerungen anzutreffen • Selten tiefer als 4 m • Verbreitung in Linsen- oder Bandform, wechselnd in Lehm oder Auelehm eingeschlossen 	Nicht geeignet

Wichtige DIN-Normen Baugrund/Böden

Wie allgemein bekannt, sind Abmessungen, Werkstoffgüten und die Berechnungsmethoden zur Vereinheitlichung genormt. So sind auch die Baustoffe für den Eigenheimbau weitgehend solcher Normung unterworfen, um die Gütekontrolle zu erleichtern. Weniger – und meist nur den Fachleuten – bekannt ist, dass man auch den „natürlichen Baustoff Boden“ in Normen geordnet und in seiner Eigenschaft beschrieben hat. Hervorzuheben sind die nachstehenden Normen und Vorschriften:

DIN 18196

Klassifizierung von Böden für bautechnische Zwecke (Verwendbarkeit als Baustoff) und Einteilung in drei Bodengruppen. Entscheidend ist der Anteil von Bodenkörnern mit einem Durchmesser kleiner als $< 0,06 \text{ mm}$:

• Grobkörnige Böden

Massenanteil von Körner mit Durchmesser $< 0,063 \text{ mm}$: $< 5\%$

• Gemischtkörnige Böden

Massenanteil von Körner mit Durchmesser $< 0,063 \text{ mm}$: $5\text{--}40\%$

• Feinkörnige Böden

Massenanteil von Körner mit Durchmesser $< 0,063 \text{ mm}$: $> 40\%$

Diese DIN enthält außerdem eine Einteilung in

- Organogene Böden und
- Organische Böden, die nicht als Baugrund geeignet sind

DIN EN 1997-1, Eurocode 7 in Verbindung mit DIN 1054 – Ergänzende Regelungen

Unterscheidung von Böden nach Belastbarkeit (mechanisches Verhalten unter Baulast) und Unterteilung der Böden nach zwei Bodenarten:

- Nichtbindige Böden
- Bindige Böden

Diese Unterscheidung gibt die auf den ersten Blick erkennbaren Erscheinungsformen dieser Bodenarten wieder. Die nichtbindigen Böden, zum Beispiel Kies/Sand, zerfallen/zerrieseln beim Anfassen, während die bindigen Böden, zum Beispiel lehmiger Boden, zusammenklumpen und je nach Wassergehalt mit der Hand geformt werden können.

Weiterhin nennt die DIN ebenfalls organische Böden wie Torf oder mineralische Böden mit organischen Beimengungen, insbesondere pflanzlicher Herkunft, als besondere Bodenarten, die nicht als Regelfälle zu betrachten sind, sondern einer besonderen Betrachtung bedürfen. Im Zusammenhang mit der vorgenannten DIN 18196 sind solche Böden als Baugrund nicht geeignet.

DIN 18300 (2012)

Unterscheidung nach Boden- und Felsklassen für die Ausschreibung von Erdarbeiten in

- **fünf Bodenklassen und**
- **zwei Felsklassen**

Es wird hier nach Gewinnbarkeit und Verarbeitbarkeit, also nach den Eigenschaften beim Lösen, Laden, Fördern und Verdichten unterschieden.

DIN 18300 (2019)

Homogenbereiche

DIN 4020

Geotechnische Untersuchung für bautechnische Zwecke (Baugrunderkundung). Legt umfassend fest, in welcher Form und welchem Umfang solche Untersuchungen durchzuführen sind.

DIN EN ISO 14688-1

Benennen und Beschreiben von Boden und Fels.

Gibt Hinweise für die einheitliche Benennung der Bodenarten nach Haupt- und Nebenanteilen.

DIN 4023

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.

Wichtig für das Verständnis der vorgelegten Erkundungsergebnisse.

DIN EN 1998, Eurocode 8

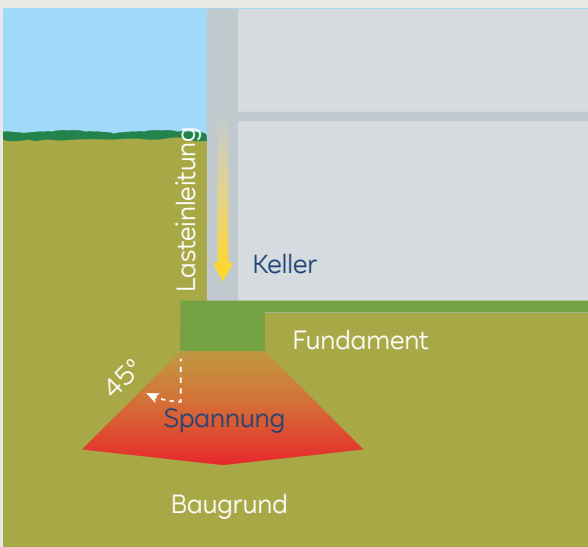
Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben.

Gibt Konstruktionshinweise für Gebäude.



Bauwerk und Baugrund beeinflussen sich gegenseitig

Die über die Gründung in den Boden eingeleiteten Lasten müssen vom Baugrund aufgenommen werden. Die dadurch hervorgerufenen Bodenreaktionen haben ihrerseits wieder Auswirkungen auf das Bauwerk. So ist eine gegenseitige Beeinflussung von Bauwerk und Baugrund gegeben.



Lasteinleitung in den Baugrund

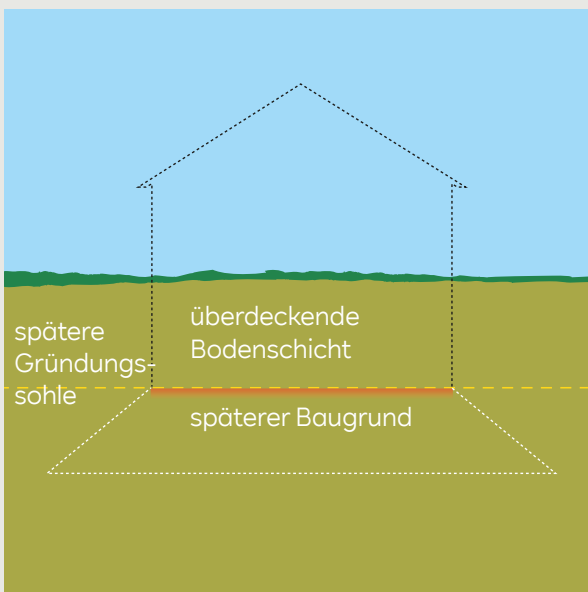
Alle im Bauwerk entstehenden Lasten müssen zur Erhaltung des statischen Gleichgewichts von den Gründungskörpern in den Baugrund eingeleitet werden. Unmittelbar unter der Fundamentfläche tritt dadurch die größte Beanspruchung, die Sohlpressung, auf. Sie ist, grob vereinfacht, dreieckförmig verteilt mit dem Größtwert in der Fundamentmitte. Da die Verteilungsfläche mit der Tiefe zunimmt, muss die Last je Flächeneinheit, die sogenannte Spannung, ihrer Größe nach abnehmen.

Die Lastausbreitung unter etwa 45 Grad lässt ab einer bestimmten Tiefe die Spannungen so klein werden, dass keine Auswirkungen auf den Baugrund mehr erfolgen.

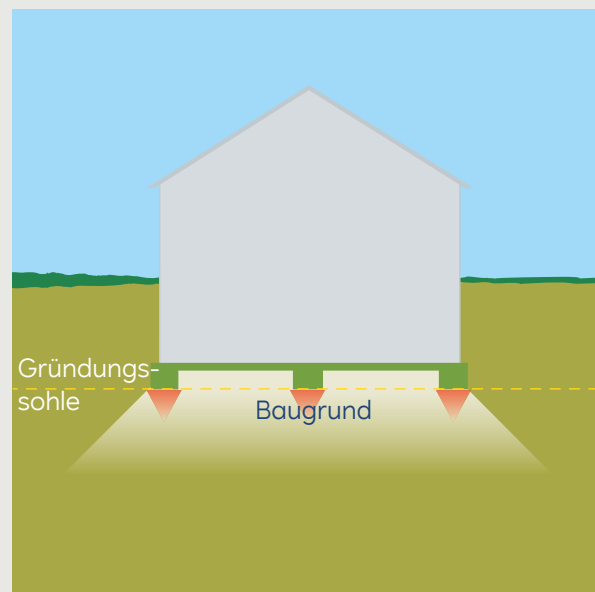


Der schiefe Turm von Pisa

Ein Beispiel für ungleichmäßige Setzungen infolge fehlender Baugrunderkundung.



Vor Baubeginn:
große Fläche, kleine Sohlspannung, große Tiefenwirkung



Nach Bauwerkserstellung:
kleine Fläche, große Sohlspannung, kleine Tiefenwirkung

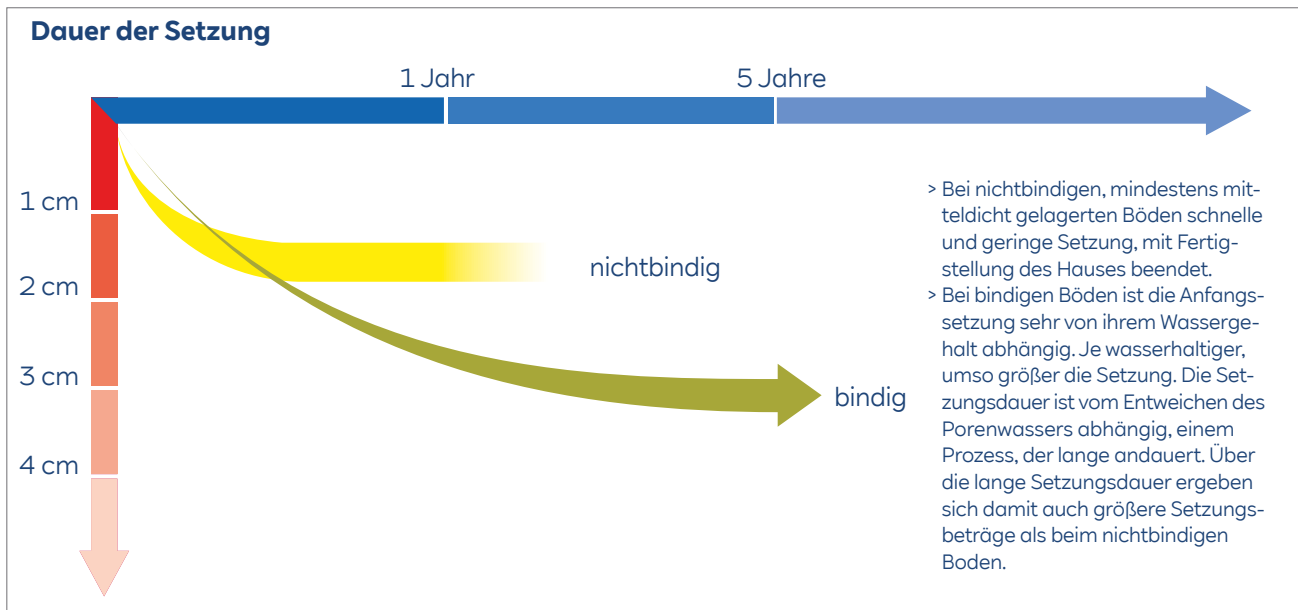
Setzung

Die Spannungsverteilung unter 45 Grad bewirkt, dass die Spannungen sich über die Bauwerksgrundfläche hinaus im Boden ausbreiten.

Beim Zusammendrücken wird ein Baustoff kürzer. Ebenso verhält sich auch der Boden. Wird er belastet, presst ihn der entstehende Druck zusammen. Man nennt das Setzung, weil diese Volumenverminderung an der Erdoberfläche eine Einsenkung bewirkt, die sich so weit erstreckt, wie der Spannungseinfluss über die Bauwerksfläche hinausreicht. Eine Setzung tritt aber nur auf, wenn der Boden in Höhe der Gründungssohle höher belastet wird, als er vorher durch die entfernte Bodenauflast beansprucht war.

Die Setzung ist im Wesentlichen eine Zusammendrückung der vorhandenen Hohlräume, also eine Umlagerung des Korngerüstes.

Die Setzungsgröße wird von der vorhandenen Lagerungsdichte oder dem Porenvolumen bestimmt. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass bei gleicher Lasteinwirkung große Fundamente (kleinere Sohlspannung) kleinere Setzungsmaße zeigen als kleine Fundamente (größere Sohlspannung). Daraus folgt, dass Fundamente nicht für eine einheitliche Sohlspannung, sondern für eine gleiche Setzung bemessen werden sollten.



Setzungsdauer

Die Bauwerkssetzung ist bei nichtbindigen und bindigen Bodenschichten sowohl in ihrem Gesamtmaß als auch in ihrem zeitlichen Ablauf unterschiedlich.

Rollige Böden (Kies, Sand) verfügen über eine stabile Lagerung durch ihr gut belastbares Bodengerüst, bei dem sich die Einzelkörner berühren. Bei Belastung stellt sich durch Verhakung der Körner miteinander und Ausfüllung von Zwischenräumen durch kleinere Körner schnell eine relativ geringe Setzung (Zusammendrückung) ein. Vorhandenes Porenwasser kann über zusammenhängende weite Porenkanäle gut abfließen.

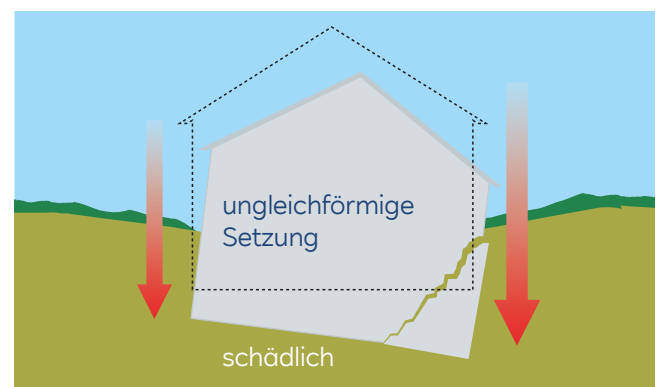
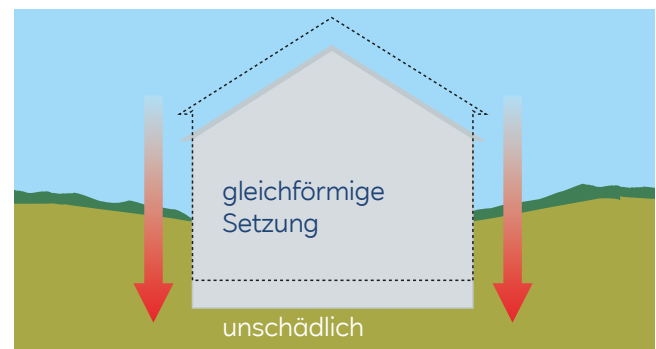
Bei bindigen Böden, wie zum Beispiel feinkörnigem Lehmboden, kann die Belastung vom Korngerüst nur langsam übernommen werden, weil die einzelnen Bodenkörner durch einen Wasserfilm voneinander getrennt sind. Durch die engen Poren kann das Porenwasser nur über einen langen Zeitraum verdrängt werden. Nach einer Anfangssetzung muss man mit deutlichen Nachsetzungen rechnen, die noch einige Jahre nach Fertigstellung des Bauwerkes anhalten können. Bei bindigen Schichten aus Ton kann ein solcher Vorgang Jahrzehnte dauern.

Bei weichen humosen Aueböden (bindig) kommen zu der stärkeren Anfangssetzung und den längeren Nachsetzungen durch das verdrängte Porenwasser auch noch lang anhaltende Setzungen aus Verrottung der humosen Bestandteile.

Lockere Auffüllungen sacken über viele Jahre nach, sodass es bei solchen Böden ebenfalls zu lang anhaltenden Nachsetzungen kommt.

Schädliche Setzungen

Das Problem sind nicht die Setzungen an sich, sondern die unterschiedlichen Setzungen zwischen unmittelbar benachbarten Bauteilen oder unter dem Gebäude selbst.



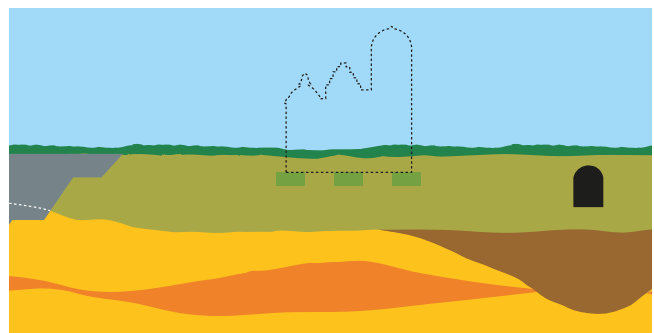
Deshalb: Gründung so ausbilden, dass nur gleichförmige und somit unschädliche Setzungen auftreten.

Ursachen schädlicher Setzungen

Steht man auf dem festen und vertrauenerweckenden eigenen Grund und Boden, überlegt man meist nicht, unter welcher vielfältigen geologischen Einflüssen der darunter anstehende Baugrund im Laufe der Jahrtausende aufgeschichtet oder aus dem Vorhandenen abgetragen wurde.

So können die unterschiedlichsten Bodenschichten entstanden sein, die waagrecht oder geneigt mit sehr verschiedenen Eigenschaften übereinanderliegen. Ohne genauere Kenntnis des Bodenaufbaus und der Beschaffenheit der beteiligten Schichten ist eine Bebauung immer mit erheblichen Risiken behaftet.

Setzt man sich aber doch im Glauben, die Erdoberfläche sei genügend tragfähig für die Gründung des beabsichtigten Bauwerks, darüber hinweg, wird eine Fehleinschätzung in den meisten Fällen zu unzureichenden Gründungen, daraus folgenden Bauschäden und erheblichen Sanierungskosten führen. Aber nicht nur der natürliche Zustand des Baugrundes macht uns Probleme, sondern auch früher von Menschenhand vorgenommene Eingriffe, wie Abgrabungen, Verfüllungen, Hohlräume und Fundamentreste längst vergessener Bauten. Ausführungs- und Konstruktionsmängel, wie im Folgenden noch angesprochen, sind zusätzliche Schadensursachen.



Natürliche Baugrundprobleme

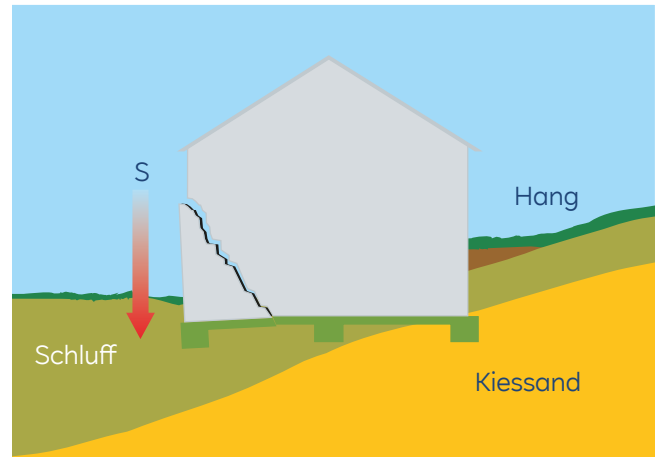
Unterschiedlich feste Bodenarten

Hauptsächlich bei einer Hanglage des Grundstückes kann es vorkommen, dass die Gründung eines Hauses in zwei unterschiedliche Bodenarten gelangt. Dies ist möglich, weil der grobkörnige Kiessand meist dem Hang folgt beziehungsweise dieser als Basis die eigentliche Erhöhung, den Hang, bildet. Überdeckt wird der Kiessand von einer feinkörnigen, annähernd gleich dicken Lehmbodenschicht.

Beide Bodenarten sind zwar, für sich betrachtet, als Baugrund geeignet, werden dennoch in Kombination miteinander unterschiedliche Setzungen bewirken.

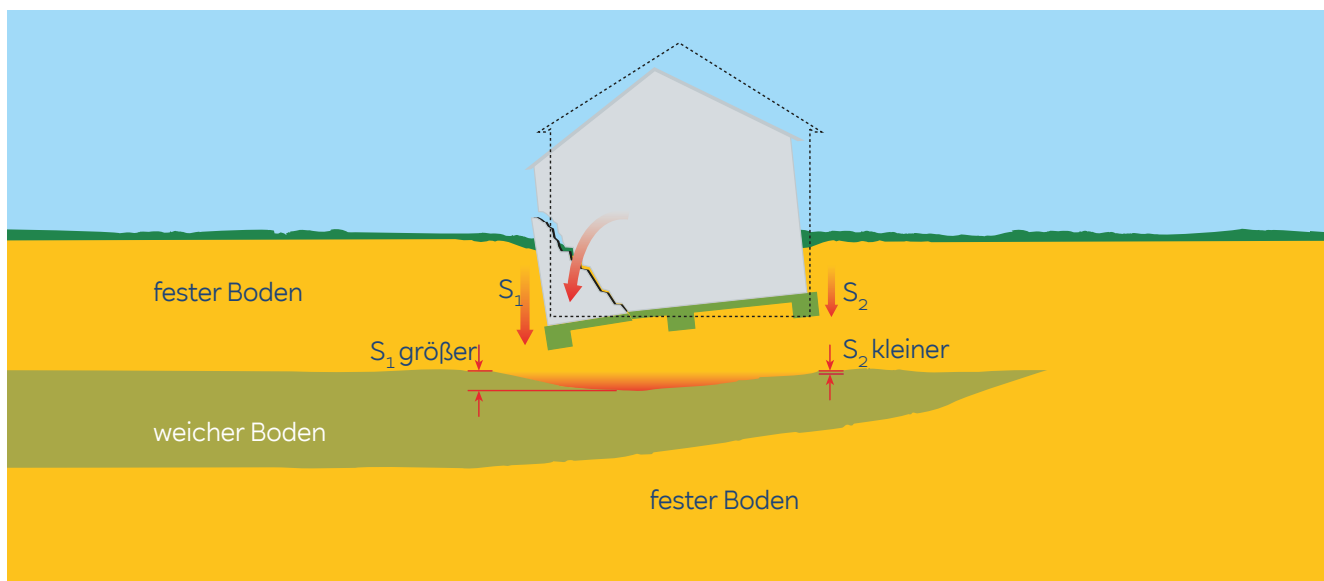
Wird ein Haus mit einheitlichem Gründungsniveau sozusagen in den Hang hineingebaut – das heißt hangseitig mit Keller und hangabwärts aus dem Boden herausstehend –, erfolgt so zwangsläufig eine Gründung in den sehr festen Kiessand und in den höher liegenden Lehmboden.

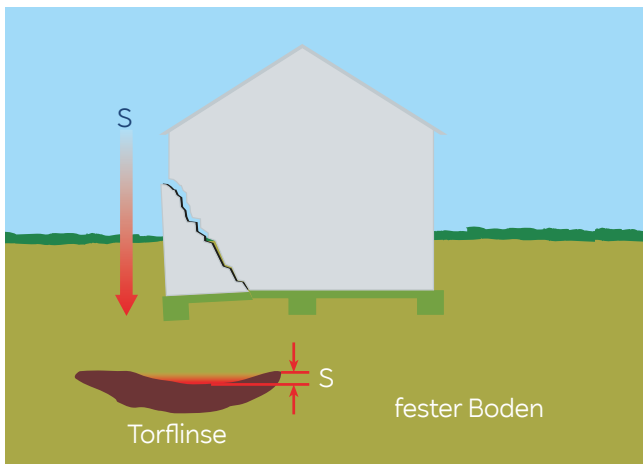
Da sich Kiessand unter der Baulast schneller und weniger setzt als zum Beispiel der Lehmboden, treten unterschiedliche Setzungen auch noch nach Bau fertigstellung auf. Dadurch können Risse entstehen.



Unterschiedlich dicke setzungsempfindliche Bodenschicht

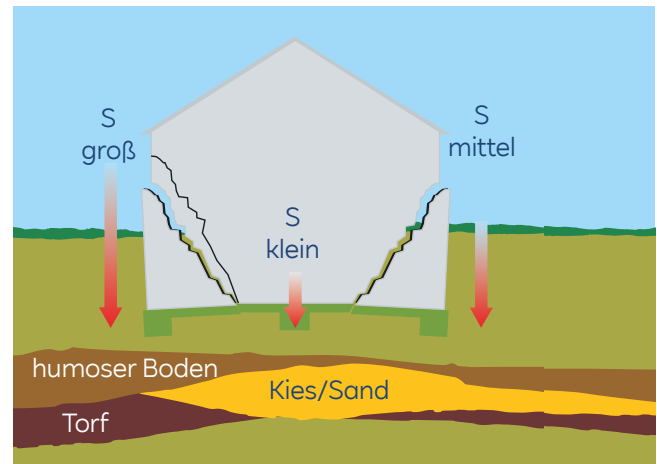
Eine unterschiedlich dicke oder geneigte weiche und deshalb setzungsempfindliche Bodenschicht wird sich an der Stelle der größten Dicke unter einem Bauwerk stärker setzen als an anderer Stelle. Im günstigsten Fall stellt sich dadurch das Bauwerk schief. Ist es nicht steif genug konstruiert oder sind die Setzungsunterschiede zu groß, kommt es zusätzlich zu Rissen.





Lokal setzungsgefährdete Böden

Örtlich eng begrenzte Bodeneinschlüsse aus setzungsempfindlichem Boden in mäßiger Tiefe unter der Gründungssohle stellen eine ernste Gefahr für ein Bauwerk dar. Typisch dafür sind kleine Fluss- oder Bachauen mit Linsen aus Auelehm, Torf oder Faulschlamm. Da oft nur Teile des Bauwerks betroffen sind, stellen sich bereichsweise Setzungen und somit Schäden am Gebäude ein. Diese können teilweise so beträchtlich sein, dass nach anfänglicher Rissbildung sogar der Bestand des Gebäudes gefährdet ist.



Flächige, aber unterschiedlich setzungsgefährdete Böden

Eine in Auegebieten ebenfalls typische Bodenformation sind bänderhafte organische Böden in unterschiedlichen Mächtigkeiten und mit unterschiedlichen Bestandteilen an Pflanzenresten (humose Durchsetzung). Diese Aueböden sind häufig von Schluff oder Kies-/Sandschichten über- und unterlagert oder durchzogen.

Solche Böden stellen ebenfalls eine ernste Gefahr für ein Gebäude dar, da eng begrenzte, erhebliche, unterschiedliche Setzungen in mehreren Gebäuderichtungen auftreten können.

Die Setzungen dieser als Baugrund ungeeigneten Böden liegen nicht nur im Wechsel fest und weich, also im unterschiedlichen Verhalten unter Baulast, begründet. Es finden auch Setzungen aus einer Volumenverminderung der humosen Bestandteile statt, weil sich diese, wenn sie nicht vollkommen von der Luft abgeschlossen sind, lang anhaltend zersetzen beziehungsweise verrotten.

Baugrundprobleme durch Eingriff von außen

Verfüllungen/Auffüllungen

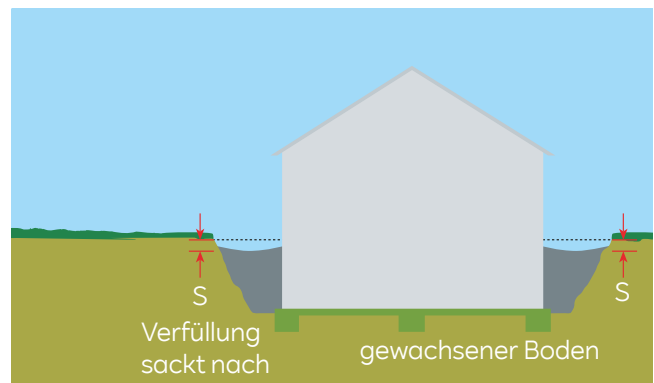
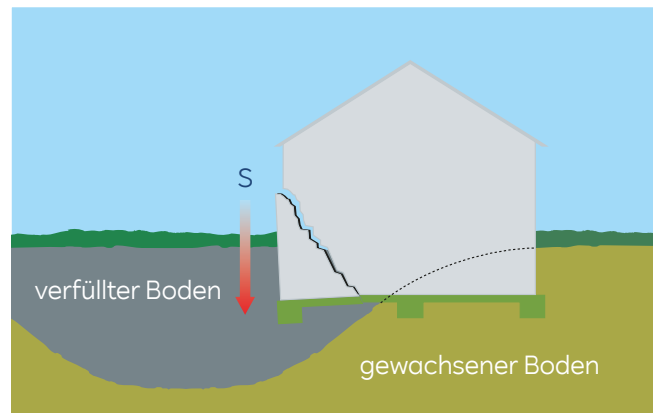
An der Geländeoberfläche, meist gar nicht wahrnehmbar, befinden sich manchmal im Untergrund Gräben, Gruben, Bombentrichter u. ä., die in der Regel mit all dem, was man nicht mehr brauchen konnte – einschließlich Hausmüll und Bauschutt – aufgefüllt worden sind. Vielfach wurden sie, weil niemand an eine spätere Nutzung dachte, ohne jede Verdichtung einfach verkippt.

Dieser inhomogene Boden wird wegen der lockeren Lagerung und des Verrottungsprozesses der organischen Anteile eine lang anhaltende beträchtliche Setzung durch Kornumlagerung durchmachen. Hohlrumbildungen sind bei dem ungleichförmigen Füllmaterial auch nicht auszuschließen.

Wird ein Neubau in einem verfüllten oder aufgefüllten Bereich oder sogar über den Rand einer Verfüllung erstellt, sind starke Setzungsschäden unausweichlich.

Verfüllte Bereiche bergen nicht nur für ein Haus Probleme. Zu bedenken ist auch, dass durch den Aushub der Baugrube zwangsläufig auch wieder verfüllte Bereiche kleinerer Ausmaße geschaffen werden.

Dies trifft für den über die Hausfläche hinausreichenden Bereich der Baugrube, für den sogenannten Arbeitsraum, zu. Dieser muss später, wenn die Kelleraußenwände abgedichtet sind, verfüllt werden. Genau in diesem Bereich liegen die an das Haus anschließenden Außenanlagen, wie die Eingangstreppe oder das Eingangspodest, die Lichtschächte oder ein Teil der Terrasse.

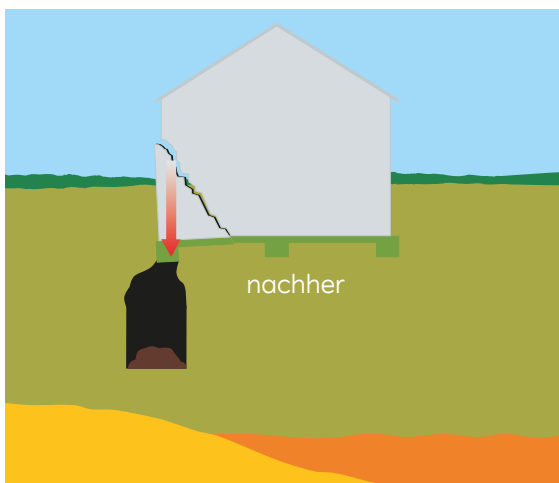
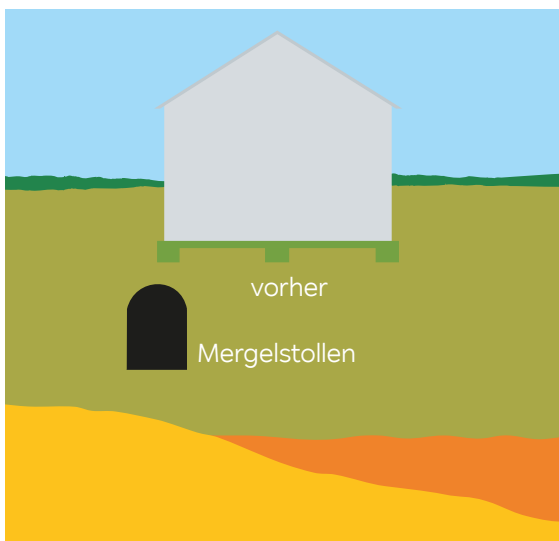
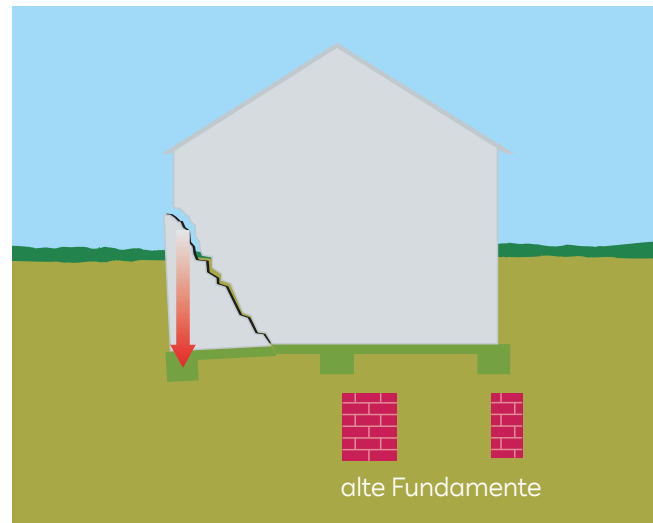


Die Verfüllung des Arbeitsraumes der Baugrube lässt sich aus vielen Gründen meistens nicht so verdichten wie der gewachsene Boden nebenan. Es werden Nachsackungen auftreten. Liegen die vorgenannten Bauteile auf der Verfüllung auf oder werden darin gegründet, werden diese auch nachsacken und vom Haus abreißen.

Feste Körper im Boden

Reste alter Fundamente, Brunnen- und anderer Schächte und sogar Wurzelstümpfe großer Bäume können, wenn sie unerkannt in geringer Tiefe unter der Gründungsebene liegen, innerhalb des Bauwerks unterschiedliche Setzungen auslösen. Die alten Bauwerksteile haben sich schon unter der ehemaligen Last gesetzt und sind vielfach auch tiefer gegründet als das neue Bauwerk. Sie werden sich also weniger verformen als der umgebende Boden, der die übrigen Fundamentlasten übernehmen soll.

Die unterschiedlichen Setzungsmaße bei benachbarten Gründungen können erhebliche Setzungsschäden hervorrufen. Da solche Einschlüsse nur schwer zu orten sind, ist man auf alte Kartenwerke (Archive), Luftaufnahmen (Vermessungsämter und Landesbildstelle) und Auskünfte älterer Ortsansässiger angewiesen.



Hohlräume im Boden

In gewissen Gebieten, in denen unter einer Deckenschicht kalkhaltiger Löss- oder noch kalkhaltigerer Mergelboden ansteht, benutzte man früher diese Kalkböden zum Düngen der Felder. Da im Acker tiefe Gruben stürten, trieb man außerhalb der Ackerflächen Mergelstollen vor, aus denen man den Kalkboden gewann. Die darüber stehende gebliebene unversehrte Bodenschicht ließ eine unbehinderte Bewirtschaftung der Felder zu.

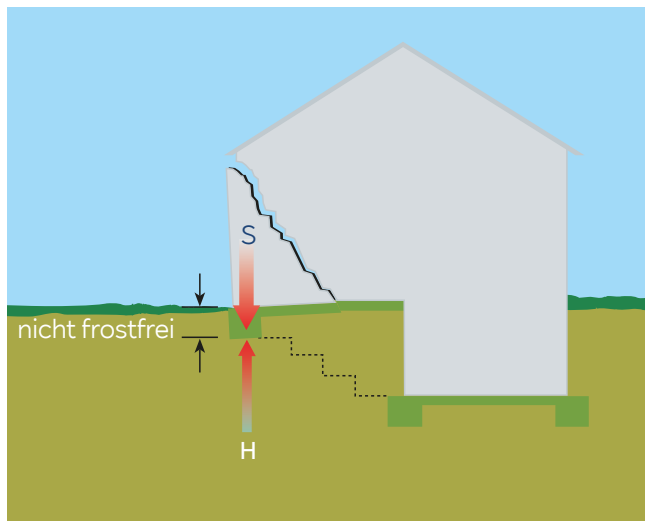
Sickerwasser, Scheitelnachbrüche und aufgebrachte Lasten lassen auf Dauer die Stollen einbrechen, die aber nicht immer bis zur Erdoberfläche verstricken. Wird nun ein solcher unerkannter Stollen überbaut, kann er völlig einbrechen. Da es bei solchen Einbrüchen zu Freilagen ganzer Fundamente, zumindest aber von Fundamentteilen, kommt, erfolgen Einsackungen größeren Ausmaßes mit den üblichen Schiefstellungen und Risschäden bis hin zu teilweisen Zerstörungen.

In der Nachbarschaft alter Burgen und Befestigungsanlagen stößt man manchmal sogar auf verborgene Fluchttunnel, Stollen und Brunnen.

Fehler in der Gründungskonstruktion

Nicht frostfreie Fundamente

Die in der DIN 1054 aus der Erfahrung heraus festgehaltene Forderung nach einer frostfreien Gründungstiefe, das heißt dem Abstand der Gründungssohle zu der dem Frost ausgesetzten Geländeoberfläche, hat gute Gründe. Bei Unterschreitung der allgemeinen Mindesttiefe von 80 Zentimetern muss bei einem frostgefährdeten Baugrund mit Schäden gerechnet werden.



Frost bringt bei bindigen Böden (Lehm, Löss, Ton, Schluff) das in den Poren enthaltene Wasser zum Gefrieren. Es bilden sich getrennte Lagen von Erdstoffen und Eislinsen.

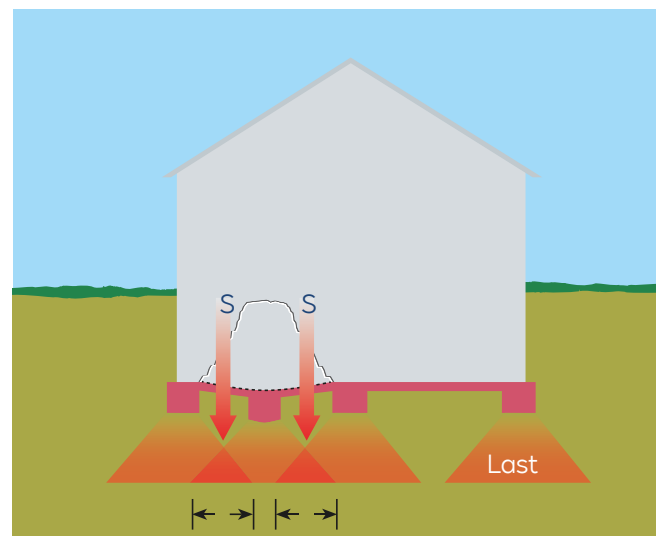
Diese Eislinsen heben den Boden, da Wasser beim Gefrieren sein Volumen um neun Prozent vergrößert. Der Boden wird auch seitlich verschoben.

Diesem Vorgang stehen jedoch das Gewicht und die Eigenspannung des Gebäudes entgegen, sodass seltener merkbare Schäden auftreten.

Beim Auftauen des Eises hingegen weicht der wasserempfindliche Boden auf und verliert dadurch erheblich an Tragfähigkeit. Häufig geht sie völlig verloren. Daraus folgen Setzungen in einem Ausmaß, welches die Gebäudekonstruktion in den seltensten Fällen schadensfrei aufnehmen kann. Es kommt zu Setzrissen.

Zu dichte Anordnung der Fundamente

Benachbarte Fundamente sollten mindestens einen lichten Abstand von mehr als zwei Fundamentbreiten haben, die größere Breite ist maßgebend, damit sich die Sohlpressungen nicht in einer Tiefe überlagern, in der sie noch zusätzliche Setzungen hervorrufen können. Anderenfalls bilden sich anstelle der angestrebten einheitlichen Setzungen unter allen Fundamenten in Gebäudemitte stärkere Setzungen, also eine Mulde. Je nach Größe der Setzungsunterschiede können daraus Risschäden im Gebäude auftreten.



Anbauten

Es muss immer damit gerechnet werden, dass bei der Errichtung eines Anbaus an ein bestehendes Bauwerk oder der Ausfüllung einer Baulücke Bewegungen zwischen dem alten und dem neuen Bauteil eintreten.

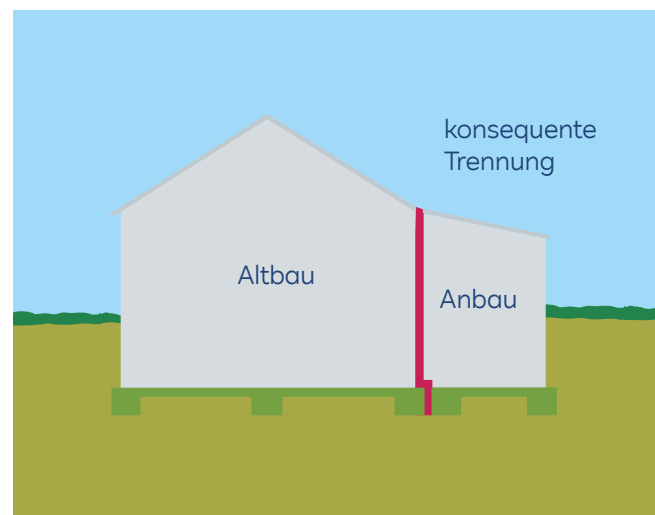
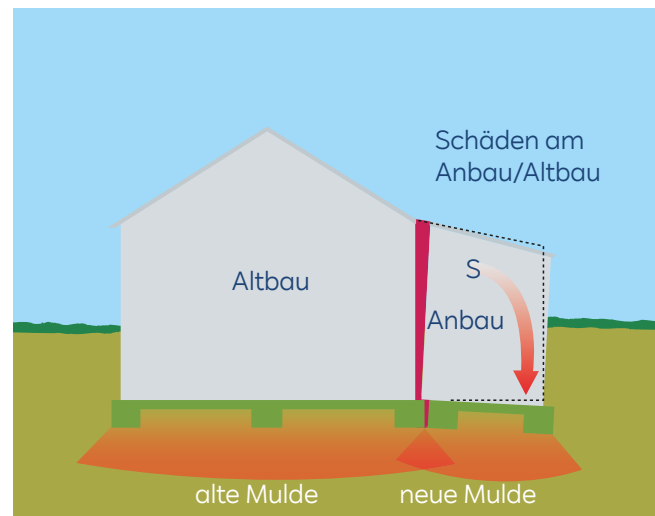
Daher ist grundsätzlich auf eine einwandfreie Trennung der Baukörper durch Fugen zu achten.

Die anzubauenden Teile sollten in keinem Fall auf die Fundamentüberstände des alten Bauteils aufgesetzt werden.

Die vorhandene Setzungsmulde des alten Bauwerks, die ja über seine Begrenzung hinausreicht, wird nun durch eine neue Mulde überlagert, die ihrerseits wiederum bis unter den Altbau reicht. Damit treten an der angebauten Seite erneute Setzungen auf, die bei entsprechender Größe durch eine örtliche Fundamentfreilage Risschäden verursachen können, obwohl der Altbau, auch nach langer Standzeit, bislang keine Schäden aufwies.

Ein weiteres Problem liegt im Anschluss des Anbaus an den Altbau. Legt man den Anbau an den Fundamentüberständen des Altbaus auf, überträgt er einen Teil seiner Lasten auf dieses Grenzfundament und belastet es zusätzlich. So kann es zu Mauerwerksabrissen und Fundamentabsackungen unter dem Altbaufundament kommen.

Schiefstellungen des Anbaus und ein keilförmiges Öffnen der Bewegungsfugen wären die unausbleibliche Folge.

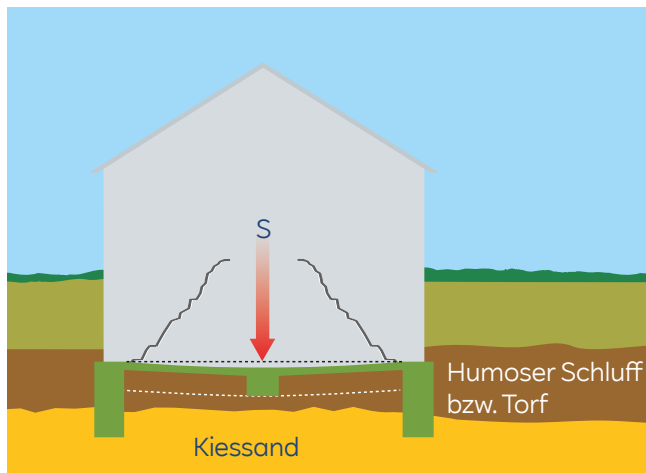


Zu schwache Überbrückung von tief gegründeten Einzelfundamenten

Steht in der erforderlichen Gründungstiefe eine nicht ausreichend tragfähige Bodenschicht an, muss die Gründung in einer tiefer liegenden, ausreichend tragfähigen Schicht erfolgen.

Um die Kosten zu begrenzen, werden die Fundamente meist nicht durchgehend, sondern punktförmig in Pfeilerform vertieft.

Diese Blöcke oder Pfeiler sollten unter den Wandkreuzungen angeordnet werden und durch einen bewehrten Balkenrost, in Verbindung mit einer bewehrten Kellersohle, untereinander verbunden werden. Die Blöcke oder Pfeiler sind so zu bemessen, dass sie die gesamte Bauwerkslast in den Baugrund einleiten können. Anderenfalls erhält der nicht als Baugrund geeignete Boden Last aus den Wänden.



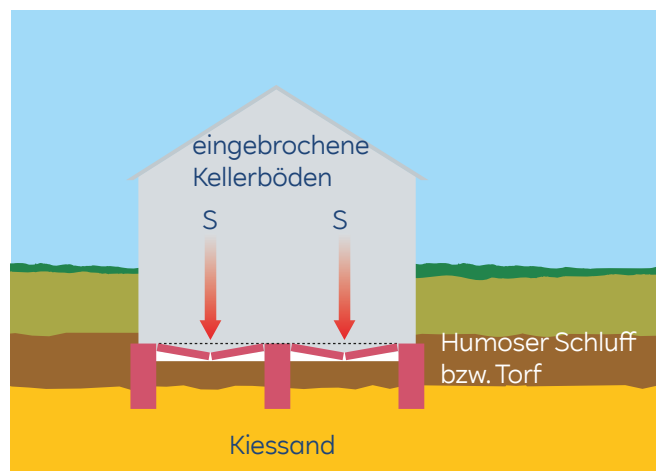
Dieser Boden wird sich infolgedessen, im Gegensatz zu den Bereichen mit den Pfeilern beziehungsweise Blöcken, stärker setzen. Die Wandbereiche zwischen den Pfeilern werden nachgeben und reißen.

Ist der ungeeignete Boden nicht nur weich, sondern auch noch humos durchsetzt (Aueboden), kann sich dieser auch ohne Last aus den Wänden setzen.

Wenn der Boden nicht vollständig im Grundwasser liegt, zum Beispiel durch natürliche Grundwasserstandsschwankungen, verrotten die humosen Bestandteile. Der Boden verliert an Volumen, wodurch die Wände hohlfallen und sich durchsenken.

Zu schwache Kellerböden

Wie zuvor schon angesprochen, gehört zur ordnungsgemäßen Ausbildung einer solchen Tiefgründung die besondere Ausbildung der Kellersohle als bewehrte Bodenplatte.



Wird diese Kellersohle nicht als tragendes Element mit in die Gründungskonstruktion einbezogen (wie eine Geschossdecke), sondern wie bei normalen Gründungen nur auf den (hier ungeeigneten) Baugrund aufgelegt, kann sie sich, insbesondere bei humosen Böden, ebenfalls durchsenken.

Warum ist eine Baugrunduntersuchung so wichtig?

Der Bauherr kann oft bereits durch aufmerksames Betrachten des Baugrundstückes und seiner Umgebung Hinweise auf möglicherweise zu erwartende Probleme entdecken.

Geländemulden und Senken können auf verlandete ehemalige Bachtäler oder Tümpel hinweisen, wo sich im Untergrund abgelagerte Aueböden mit Torfeinlagerungen oder weiche, breiige Böden verbergen können. Auch Straßennamen oder Orts- teilbezeichnungen, in denen das Wort „Bruch“ oder „Broich“ vorkommt, weisen auf ehemalige Überschwemmungsgebiete mit wenig tragfähigen und setzungsgefährdeten Böden hin.

Erzählungen von Nachbarn und ortsansässigen alten Leuten können wichtige Hinweise enthalten, reichen aber keineswegs zu einer Baugrundbeurteilung aus oder ersetzen sie gar. Die Beurteilung der Bodeneigenschaften durch äußerliches Betrachten (visuelle und manuelle Methoden) erfordert sehr viel örtliche Erfahrung und ist trotz allem relativ ungenau. Eigentlich erhält man bestenfalls Hinweise für eine gezielte Untersuchung.

Um das Bodenverhalten bei Bebauung konkret festzustellen, ist eine Untersuchung durch den **Baugrundsachverständigen** erforderlich. Nach der DIN 4020 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“ müssen für jede Bauaufgabe Beschaffenheit und Aufbau des Bodens und auch die Grundwasserverhältnisse projektbezogen geklärt werden. So kann bspw. der Grundwasserspiegel zur Bauzeit durch künstliche oder natürliche Einflüsse zeitverändert sein und unterhalb der Baugrubensohle liegen, jedoch ist ein zukünftiger Wiederanstieg insbesondere bei den Abdichtungen am Bauwerk zu berücksichtigen. Weitere Informationen über die derzeitigen und zukünftig zu erwartenden Grundwasserverhältnisse kann der Erftverband in Bergheim geben (www.erftverband.de).



Grundsätzlich ist der Entwurfsverfasser (Architekt) verpflichtet, die Untersuchungen zu veranlassen. Der Bauherr hat allerdings die Untersuchungen in Auftrag zu geben. Wenn man bedenkt, dass die Untersuchung eine Gründungsberatung enthält, sind die Kosten von meist weniger als einem Prozent der Bausumme sinnvoll investiert. Wichtig ist, an die Untersuchung nicht erst beim Baugrubenaushub zu denken. Das Gutachten sollte vor Erstellung der Statik vorliegen.

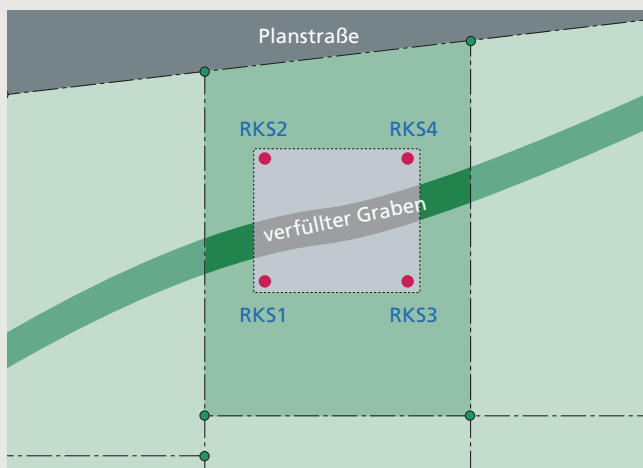
Von der Einschaltung eines Baugrundsachverständigen kann der Architekt nur absehen, wenn er die Boden- und Grundwasserverhältnisse genau kennt und in dem Baugebiet noch nie Überraschungen aufgetreten sind.

Aufeinanderfolge, Dicke und Beschaffenheit der Bodenschichten sowie eventuell vorhandenes Grundwasser werden festgestellt durch

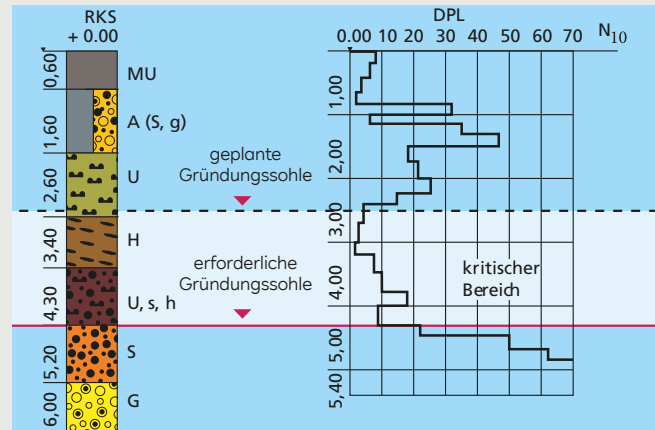
- > Bohrungen
- > Sondierungen

Die Bohrungen müssen für ein normales Wohnhaus ohne besonders tiefe Unterkellerung (bspw. bei einer mehrstöckigen Tiefgarage) meist nur mit leichtem Bohrgerät fünf bis acht Meter tief geführt werden. Aus einzelnen Bodenschichten werden Proben entnommen, die im Labor untersucht werden. Zusätzlich wird mit einer in den Boden gerammten Stabsonde der Eindringungswiderstand gemessen. Dazu zählt man die Rammschläge pro zehn Zentimeter Eindringung.

Die nach DIN 4023 grafisch dargestellten Ergebnisse verdeutlichen die Bodeneigenschaften und sind Grundlage für die Gründungsplanung.



Vier Bohrungen mit Rammkernsondierung (RKS1 bis RKS4) an den Ecken des geplanten Hauses erfassen nicht einen alten verfüllten Graben.



Die Anzahl der Untersuchungsstellen zur Erkundung des Baugrundes ist vom jeweiligen Einzelfall abhängig und kann deshalb nicht generell festgelegt werden.

Es gilt jedoch der Grundsatz, dass ein dichteres Netz von Untersuchungen einen wesentlich genaueren Überblick über den Baugrund verschafft als ein weitmaschiges Netz. Liegen die Untersuchungen zu weit auseinander, können die Ergebnisse zu einer Fehleinschätzung des Baugrundes führen.

Links stehendes Beispiel verdeutlicht die Fehleinschätzungen.

Oft lohnt ein Blick in öffentlich (bspw. Internet) zugängliche historische Kartenwerke oder Luftbilder, um erkennen zu können, an welchen Stellen Baugrunderkundungen sinnvoll erscheinen. Bspw. ob historische Bachläufe – wie in nebenstehender Abbildung dargestellt – mit verfüllten Gräben oder abgerissene Bauwerke mit möglicherweise überdeckten alten Fundamenten im Bereich des geplanten Gebäudes vorhanden sein könnten, die einer Berücksichtigung bedürfen.

Welche Gründungsarten sind bei problematischem Baugrund empfehlenswert?

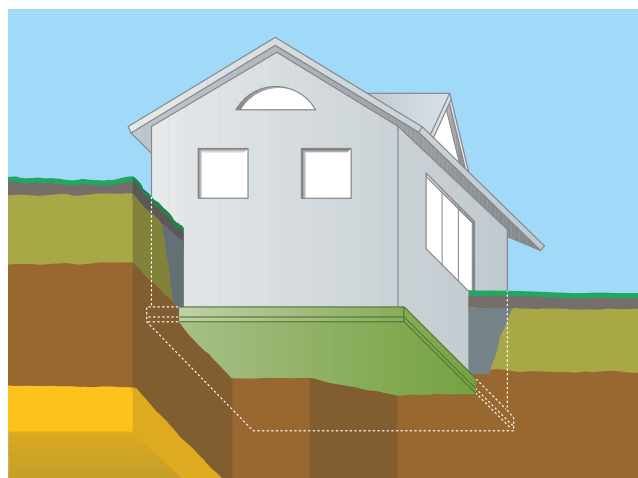
Fundamentplatte

Ist als Baugrund eine gleichmäßig humos durchsetzte Auelehmschicht ohne Torfeinlagerungen und von gleichmäßiger, aber größerer Dicke anzutreffen, so kann der Baugrundgutachter in Abstimmung mit dem Statiker eine Gründung mit besonderen baulichen Maßnahmen auf der Auelehmschicht empfehlen. Eine Gründung mit unbewehrten Streifenfundamenten reicht in diesen Fällen nicht mehr aus.

Wenn eine Ausführung des Kellergeschosses allein schon aus Gründen der Abdichtung gegen drückendes Wasser in Beton vorgesehen ist, kann das gesamte Kellergeschoss als biegesteifer Stahlbetonkasten oberhalb der setzungsgefährdeten Auelehmschicht erstellt werden.

Um den Aufwand zu reduzieren, kann bei einem gemauerten Keller mäßigen ungleichen Setzungen nur mit einer bewehrten Fundamentplatte unter dem gesamten Gebäude begegnet werden. Die Platte ist gleichzeitig Kellerboden und wird nach dem Verlegen der Grundleitungen in einem Arbeitsgang und mit seitlichem Überstand über die Grundrissfläche betoniert. Damit ist auch ein anschließendes sauberes Arbeiten auf der Platte und das Lagern von Baustoffen möglich. Die Dicke der Stahlbetonplatte wird vom Statiker entsprechend den Angaben des Baugrundsachverständigen für die jeweiligen Bodenkenngrößen der weichen Schicht festgelegt. Grundsätzlich wird sie sich in ihrer Dicke und Bewehrungsführung von einer Geschosdecke unterscheiden.

Die Stahlbetonplatte sollte auch auf einer zuvor hergestellten Sauberkeitsschicht bewehrt und betoniert werden.



Weiterhin sollte für eine Aussteifung des Gebäudes durch Stahlbetondecken oder, wenn Fertigteildecken verlegt werden, durch Ringbalken und ausreichend viele Längs- und Querwände gesorgt werden.

Insgesamt bleibt zu bedenken, dass trotz aller Maßnahmen eine leichte Gebäudeschiefstellung nicht auszuschließen ist. Die Risikoabwägung obliegt dabei dem Baugrundgutachter.

- > **Mächtiger, gering humoser Schluff**
- > **Platte statisch berechnet, ausreichend dick und bewehrt**
- > **Sauberkeitsschicht unter Platte erforderlich**
- > **Wirtschaftlich, aber Gebäudeschiefstellung möglich**
- > **Nur in Abstimmung zwischen Baugrundgutachter und Statiker**



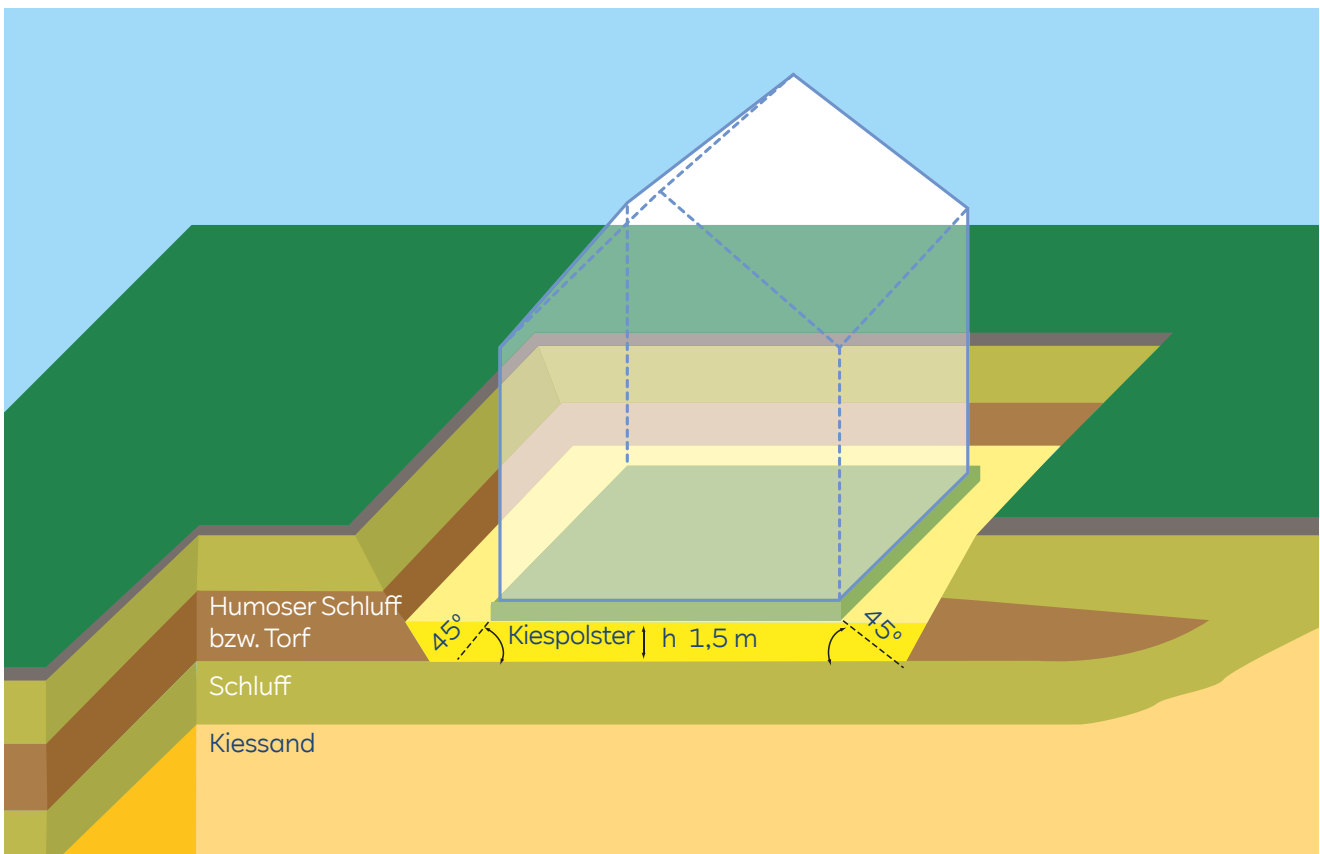
Bodenaustausch

Unmittelbar oder nur in mäßiger Tiefe unter der Gründungsebene angetroffene weiche Schichten (humoser Schluff bzw. Torf statt Auelehm) nicht zu großer Dicke können durch Austausch des weichen, setzungsgefährdeten Bodens gegen einen kontrolliert zu verdichtenden lagenweise einzubauenden nichtbindigen Boden (Kiessand) ersetzt werden.

Dazu ist die Baugrube tiefer, bis auf den tragfähigen Baugrund auszuheben. Dabei ist zu beachten, dass wegen des Lastausbreitungswinkels von 45 Grad das Kiessandpolster an jeder Seite um seine Höhe breiter sein muss als die Gründungsfläche des Hauses. Entsprechend breiter wird auch die Baugrube.

Dies wirft bei den heutigen meist engen Grundstücken und bei einer Grenzbebauung Probleme auf. Deshalb und aus Kostengründen ist der Bodenaustausch nur in geringen Dicken zu empfehlen.

- > **Flach liegende weiche Schicht entfernen**
- > **Baugrube wird deutlich größer**
- > **Von Tiefbauunternehmen vor Ort ausführbar**





Tiefgründungen: Fundamentblöcke

Diese Konstruktionsform wurde, wenn auch in anderem Zusammenhang, bereits zuvor angesprochen. Sie wird immer dann notwendig, wenn setzungsgefährdete, das heißt wenig oder nicht tragfähige Schichten, also humoser Schluff oder Torf, in größeren Mächtigkeiten anstehen. Dann sind über geeignete Gründungskörper, die der Kosten wegen punkt- oder streifenförmig verteilt werden, die Bauwerkslasten in die tiefer liegende tragfähige Bodenschicht einzuleiten.

Wichtig ist es, festzuhalten, dass alleine diese Gründungskörper die gesamte Bauwerkslast in den Boden einleiten müssen.

Das bedeutet aber, dass die Wände entweder auf einem die Gründungselemente überspannenden Stahlbetonbalkenrost oder auf einer entsprechend bemessenen durchgehenden Stahlbetonplatte stehen müssen.

Wird ein Balkenrost verwendet, müssen die Kellerböden wie eine normale Geschossdecke freitragend in Stahlbeton ausgebildet werden.

Um durch die als Baugrund nicht geeigneten Aueböden hindurch in den tragfähigen Baugrund zu kommen, stehen in Abhängigkeit von der Tiefe verschiedene Gründungsarten zur Verfügung.

Es sind zunächst einzelne Fundamentstreifen oder -blöcke anzuführen. Diese Systeme sparen Schachtarbeiten und Beton und lassen sich bis zu einer Tiefe, bei der noch keine Verbauarbeiten erforderlich sind, wirtschaftlich von der Baugrubensohle aus mit dem vorhandenen Bagger ausheben.

In jedem Fall sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften zu beachten.

- > Einfaches statisches Konzept
- > Wirtschaftlich durch Geräteinsatz

Tiefgründungen: Brunnenringe

Sind mehrere Meter nicht tragfähiger Schichten mit einer Tiefgründung zu durchfahren, bietet sich eine einfach zu erstellende punktuelle Tiefgründung mit Brunnenringen an, solange kein Grundwasser ansteht.

Es handelt sich um reine Handarbeit. Der Boden wird innen aus dem Brunnenrohr ausgeschachtet. Der Brunnenring sinkt dann am Anfang mit etwas Nachhilfe ein. Der Boden wird innen weiter abgeschachtet und oben werden weitere Ringe aufgesetzt, bis der tragfähige Boden erreicht ist. In der Regel genügt es, den Brunnen mit verdichtetem Kies aufzufüllen und oben mit einer Betonplatte abzuschließen. Einfacher und eventuell auch kostengünstiger ist das Verfüllen mit Magerbeton.

Die Brunnen sollten, wie schon vorher erwähnt, unter den Wandecken und -kreuzungen stehen.

- > **Einfaches statisches Konzept**
- > **Arbeiten im Grundwasser schwierig, aber möglich**
- > **Einfache Ausführung**
- > **Ringe mit verdichtetem Kies oder Magerbeton verfüllen**

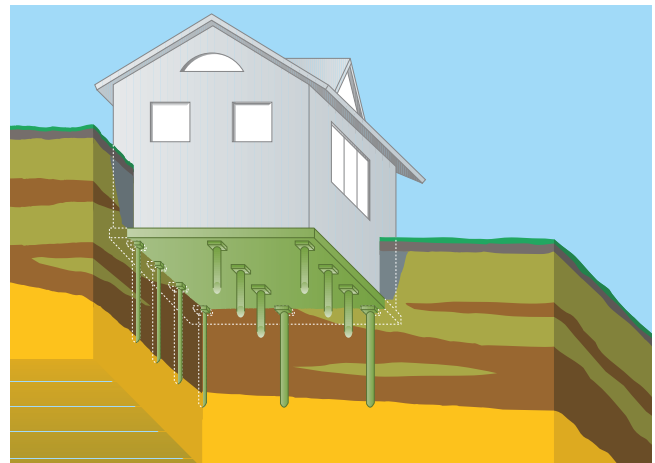


Tiefgründungen: Stahlbetonpfähle

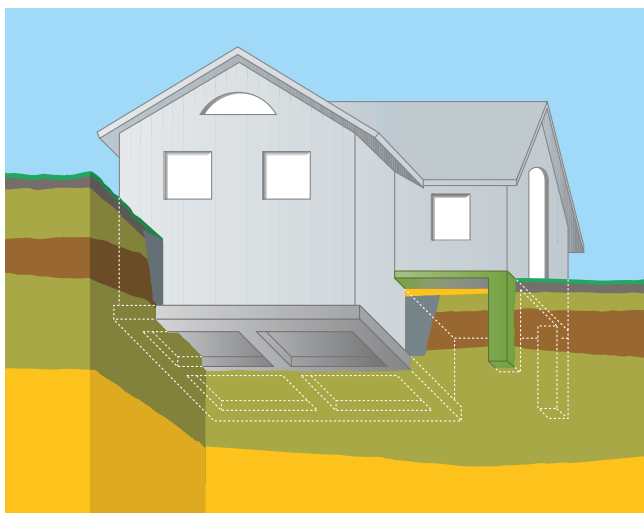
Ein maschinelles und relativ kostengünstiges Verfahren mit kurzer Bauzeit sind neben Verpresspfählen auch Mikropfähle. Sie lassen sich bei größeren Mächtigkeiten der nicht tragfähigen Bodenschichten sehr gut einsetzen. Wie bei den anderen Tiefgründungen wird über die Pfahlköpfe eine Stahlbetonplatte gespannt. Die Mikropfähle werden von hiesigen Spezialfirmen angeboten.

Bei allen hier angesprochenen Tiefgründungen sollte der Bauherr bedenken, dass nachträgliche Sanierungen stets teurer sind als Investitionen in eine solide Gründung.

- > **Schneller Einbau**
- > **Wenig Aufwand**
- > **Spezialfirma erforderlich**



Einheitliches Gründungsniveau



Ein teilunterkellertes Haus bedarf wegen der dadurch gegebenen unterschiedlichen Lasten und unterschiedlich tief reichenden Gründungen bei der Gründungsplanung besonderer Aufmerksamkeit. Ist der Baugrund in beiden Gründungsebenen gleich beschaffen, werden keine Probleme auftreten, wenn man beachtet, dass das höher gegründete Fundament unter einem Winkel von 30 Grad bis auf die Gründungsebene des tieferen abgetrept werden muss.

Anderenfalls wird durch die nebenstehenden Gebäudeauflasten der Erddruck auf die tiefer gegründete Kelleraußenwand vergrößert. Das kann Risse, Verschiebungen in den Lagerfugen und Undichtigkeiten in der Schutzschicht gegen Bodenfeuchtigkeit bewirken.

Schädliche Setzungen sind jedoch vorprogrammiert, wenn der unterkellerte Bereich in tragfähigem Baugrund und der nicht unterkellerte Bereich in einem ungeeigneten Baugrund, wie zum Beispiel Auelehm, gegründet ist.

Um unterschiedlichen Setzungen vorzubeugen, empfiehlt es sich, beide Hausbereiche gleich tief zu gründen, das heißt die Gründung des nicht unterkellerten Bereichs bis auf die Tiefe des Kellerbereichs herunterzuführen. Dabei ist auf eine selbsttragende Ausbildung des Bodens des nicht unterkellerten Bereichs aus Stahlbeton zu achten.

Man sollte überlegen, ob es bei diesen bautechnischen Zwängen nicht sinnvoll ist, das Haus vollständig zu unterkellern und dadurch zusätzlichen Nutzraum zu gewinnen, zumal die zusätzliche Unterkellerung kaum Mehrkosten bringen wird.

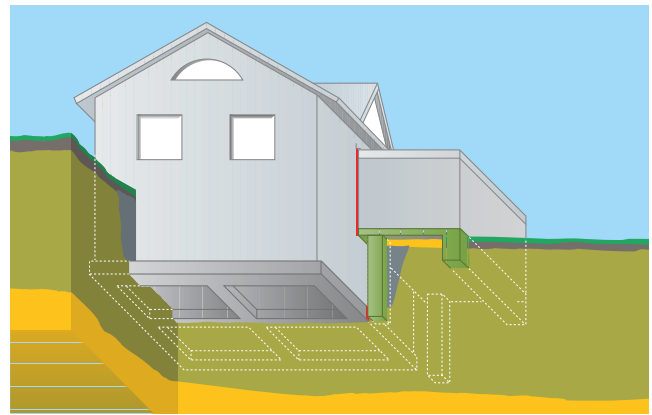
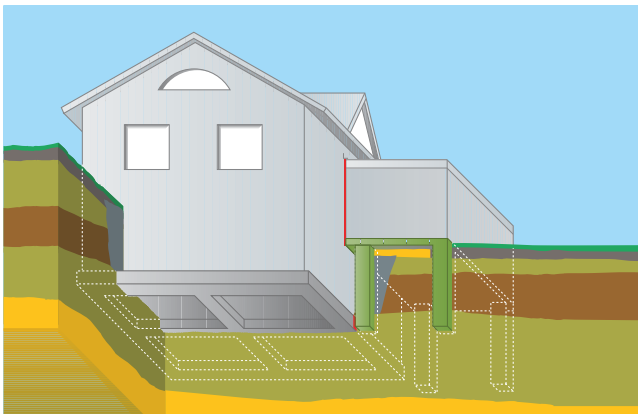
- > **Einheitliches Gründungsniveau schaffen**
- > **Fundamente des nicht unterkellerten Bereichs auch bis in tragfähigen Baugrund führen**
- > **Boden des nicht unterkellerten Bereichs als freitragende Stahlbetonplatte ausführen**
- > **Grundleitungen an Stahlbetonplatte befestigen, nicht im Auelehm verlegen!**
- > **Gebäude ggf. ganz unterkellern**
- > **Einfach durch örtliche Baufirma auszuführen**

Anbauten/Nebengebäude

Bei nicht unterkellerten Nebengebäuden, wie zum Beispiel Garagen oder Abstellräumen und auch späteren Anbauten, die sämtlich an das unterkellerte Haus anschließen, ist in der Regel auch auf das Prinzip des einheitlichen Gründungsniveaus zu achten, es sei denn, der Baugrund ist in jeder Tiefenlage gleich gut tragfähig.

Hieraus ergeben sich zwei Konstruktionslösungen, die jedoch folgende einheitliche Regeln beinhalten:

- > Nebengebäude beziehungsweise Anbau konsequent vom Haupthaus trennen. Zwischen dem Haupthaus und dem Nebengebäude beziehungsweise dem Anbau eine vom Fundament bis zum Dach reichende Bewegungsfuge ausbilden
- > Den Anbau beziehungsweise das Nebengebäude nicht in die Baugrubenverfüllung des Haupthauses gründen
- > Ehemaligen Baugrubenbereich mit einer frei-tragenden Stahlbetonbodenplatte überbrücken



Terrassen

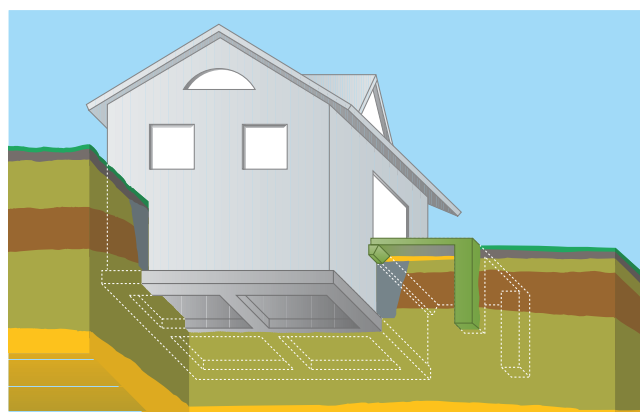
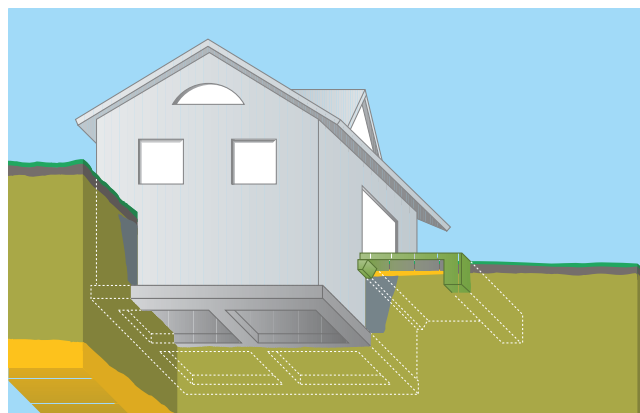
Ist geplant, auch eine hochwertige Terrasse anzulegen, die eventuell später sogar mit einem Wintergarten überbaut werden soll, sollte deren Platte nicht in einfacher, auf dem Boden aufliegender Form ausgeführt werden. Zu bedenken ist die nachsackende Baugrubenverfüllung, in deren Bereich die Terrassenplatte bei schwacher Ausbildung auch nachsacken würde. Deshalb ist es immer ratsam, die Terrassenplatte als freitragende Stahlbetonplatte mit zwei festen Auflagerseiten auszubilden.

An der Hausseite können als Auflager entweder die im Terrassenbereich verdickte Kelleraußenwand, aus der Kellerwand herausragende feste Konsolen oder, nach dem Abdichten der Wand, vor dieser auf Gründungsebene des Hauses erstellte Pfeiler dienen.

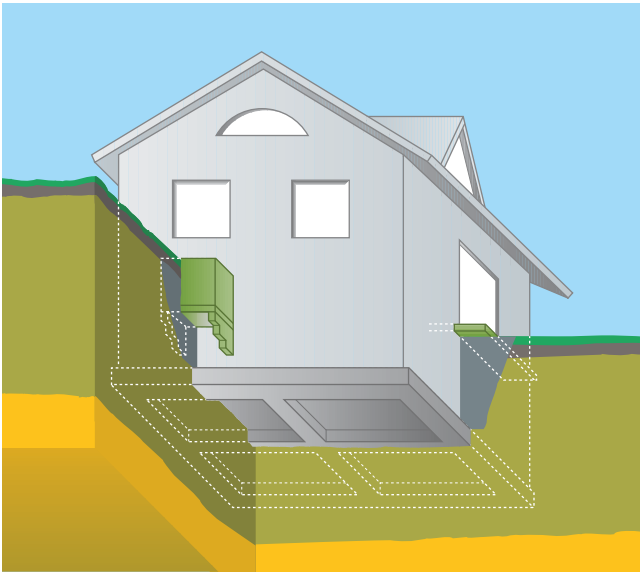
Auf der freien Seite der Terrasse sind bei einem guten Baugrund nur ein frostfreies Streifenfundament oder Blöcke erforderlich. Stehen aber als Baugrund ungeeignete Böden, wie zum Beispiel Auelehm an, sollte die Gründung dieser Terrassen-seite durch diese Böden hindurch bis auf Tiefe der Hausgründung reichen, damit ein einheitliches Gründungsniveau geschaffen ist.

Hierzu bieten sich je nach Tiefe Betonpfeiler, Pfeiler aus ausbetonierten Brunnenringen oder sogenannte Mikropfähle (Stahlbetonpfähle mit geringem Durchmesser von 160 bis 275 Millimetern) an.

- > **Terrassen nie im Baugrubenbereich gründen oder auflegen. Die Verfüllung sackt nach!**
- > **Terrassenplatte freitragend ausbilden (Stahlbetonplatte)**
- > **Feste Auflager am Haus schaffen oder Terrassenplatte an der Hausseite so tief wie das Haus gründen**
- > **Bei ungeeignetem Baugrund die freie Terrassen-seite auch bis auf Gründungsebene des Hauses tiefgründen**



Verschiedenes



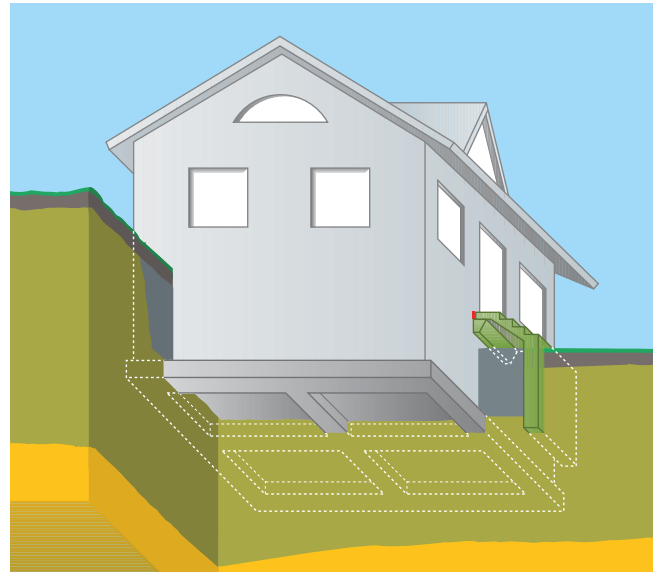
Lichtschächte, Podeste

Ein ungeeigneter Baugrund ist auch bei kleineren an das Haus anschließenden Bauteilen, wie zum Beispiel bei Lichtschächten oder Eingangstreppten und darüber hinaus bei den Abwasserleitungen, zu berücksichtigen – insbesondere bei den unterhalb der Bodenplatte des Hauses verlegten Grundleitungen. Diese Bauteile können gegenüber dem solide gegründeten Haus Setzungen erfahren, wenn nicht an besondere Vorkehrungen gedacht wird.

Lichtschächte, Eingangspodeste oder -stufen zum Beispiel liegen häufig noch im verfüllten Bereich des Arbeitsraumes der Baugrube, der erfahrungsgemäß noch über Jahre hinweg nachsackt. Es ist deshalb davon abzuraten, diese Bauteile auf die Verfüllung aufzulegen oder darin zu gründen. Sie sollten stattdessen fest mit dem Haus verbunden, auskragend ausgebildet werden. Ein anschauliches Beispiel stellen die modernen Kunststofflichtschächte dar, die keine Gründung brauchen, weil sie an der Keller- außenwand hängend verschraubt werden.

- > **Keine Bauteile in die Verfüllung des Arbeitsraumes der Baugrube gründen oder auf die Verfüllung auflegen**
- > **Kleinere Bauteile fest auskragend mit dem Haus verbinden**

Dieses Prinzip sollte auch bei massiven Konstruktionen gewählt werden, wobei dann eine Verschraubung nicht mehr ausreichend sein wird, sondern stabile auskragende Konstruktionen.

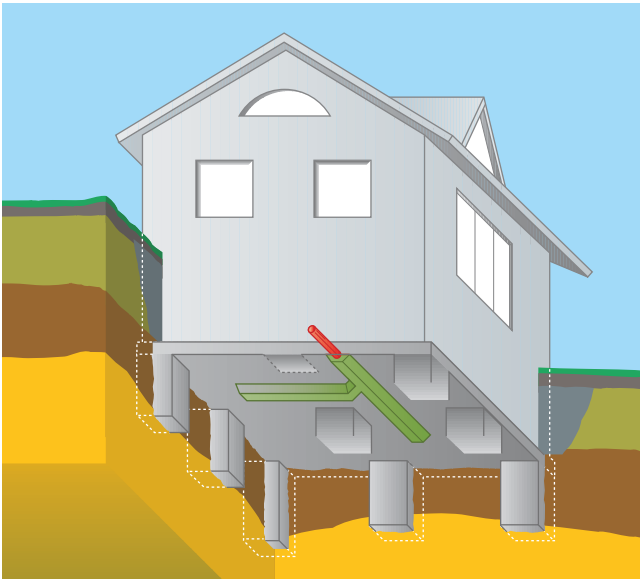


Eingangstreppten

Bei einer höheren und deshalb längeren und schwereren Eingangstreppten allerdings kann eine feste auskragende Verbindung mit dem Haus bauphysikalische Probleme aufwerfen. Zwar könnte die Kellerdecke, statisch ausreichend bewehrt, nach außen durchlaufend und auskragend konstruiert werden, mit dem nach der Podestlänge abknickenden Lauf für die Stufen; nachteilig dabei sind jedoch der Wärmeverlust und temperaturabhängige Längenänderungen des Treppenbetons, die sich schädlich auf die anderen Bauteile des Hauses auswirken können.

Deshalb sollten bei auskragenden Konstruktionen zumindest mittlerweile im Handel erhältliche statisch wirksame Verbindungselemente zwischen der Geschosdecke und dem außen liegenden Bauteil verwendet werden, die mit einer den Wärmedurchgang stark reduzierenden Dämmschicht versehen sind.

Bei größeren Stufen- oder Eingangsanlagen sollte jedoch die Gründung, wie in dem Kapitel „Einheitliches Gründungsniveau“, zum Beispiel für Terrassen empfohlen, ausgeführt werden.



Grundleitungen

Bei einem Haus mit einer Tiefgründung ist auch der Kellerboden beziehungsweise bei einem nicht unterkellerten Haus der Erdgeschossboden wie eine Decke freitragend auszubilden. Unter diese Stahlbetondecke zu verlegende Rohrleitungen sollten fest mit dieser Platte verbunden werden.

Wird keine feste Verbindung, sondern eine Verlegung zum Beispiel in einem humosen Schluff bzw. Torf ausgeführt, der aufgrund seiner organischen Bestandteile an Volumen verlieren und sich dadurch auch ohne Belastung setzen kann, folgen die Leitungen den Setzungen. Abrisse von den in der freitragenden Bodenplatte eingesetzten Boden-einläufen oder anderweitigen Leitungsanschlüssen und bereichsweise Mulden in den Leitungen wären die Folge. Abflussbehinderungen und Verstopfungen würden umso mehr Probleme aufwerfen, weil an diese Leitungen sehr schwer heranzukommen ist.

Von daher bietet es sich ohne viel Zeit- und Kostenaufwand an, die Leitungen entweder mit einem rostfreien beziehungsweise unverrottbaren Material an die freitragende Bodenplatte anzuhängen oder – noch einfacher – einzubetonieren.

Falls erforderlich, mit einer streifenförmigen Plattenverdickung, die dem Verlauf der Leitung folgt.

Schlussbemerkung

Die Qualität eines Bauwerkes wird nicht nur durch den sichtbaren, oberhalb der Erdoberfläche liegenden Gebäudeteil bestimmt, sondern maßgeblich auch von der im Erdreich verborgenen Gründungskonstruktion. **Dabei kommt es nicht darauf an, möglichst viel Beton oder Bewehrungsstahl in die Fundamente einzubringen; wichtig ist, eine den Baugrundverhältnissen angepasste Gründung zu wählen.**

Dies kann allerdings nur gelingen, wenn der Baugrund in Aufbau, Beschaffenheit und Eignung richtig eingeschätzt und dies bei der Gründungsplanung auch entsprechend berücksichtigt wird.

Die in diesem Ratgeber dargestellten unterschiedlichen Bodenarten und die exemplarisch aufgezeigten Schadensmöglichkeiten durch Fehleinschätzung des Baugrundes oder unzureichend angepasste Gründungskonstruktionen machen deutlich, wie wichtig eine fundierte fachliche Beratung des Bauherrn ist.

Knapper werdende Baulandressourcen und die zunehmende Urbanisierung des ländlichen Raumes führen dazu, dass auch Gebiete mit problematischem Baugrund einer Bebauung zugeführt werden. Bei sorgfältiger Beachtung der vorhandenen Grundstücksgegebenheiten, der anerkannten Regeln der Bautechnik und solider Planung und Ausführung des Bauvorhabens wird ein Gebäude auch auf ungünstigem Baugrund schadensfrei bleiben.

Auf die oftmals zu wenig beachteten Baugrundeigenschaften aufmerksam zu machen und konkrete Lösungswege aufzuzeigen, ist Anliegen dieses Ratgebers. Denn nur ein rundum gut informierter Bauherr kann die richtigen Entscheidungen für ein in jeder Hinsicht solide gebautes Haus treffen.



Impressum

Herausgeber:

RWE Power AG
RWE-Platz 2
45141 Essen

Kontakt:

T 0800 8822820
M vorsorge-bauplanung@rwe.com

Redaktion:

Überarbeitete Fassung:
Dipl.-Ing. Frank Bennett
Dipl.-Ing. Markus Holzheim
Dipl.-Ing. Michael Stormberg
Dipl.-Ing. Franziska Eidam

Fachliche Beratung:

Dipl.-Ing. Jürgen Ober
Dipl.-Ing. Wilhelm Heinrichs
Dipl.-Ing. Helmut Jung
Prof. Dipl.-Ing. R. Rübener

