

T3 Technische Böden

Für die wirtschaftlichste Lösung



INNOVATIV • ÖKOLOGISCH • WIRTSCHAFTLICH

„Technische Böden“ ist ein Planungsverfahren, über das die wirtschaftlichste Gründungslösung für das konkrete Bauvorhaben ermittelt wird.



1. Mehr als 10 Jahre Beschäftigung mit „Fachplanungen für Flüssigbodenanwendungen“ zeigen:

- teilweise geniale Bau- und Gründungslösungen
- teilweise nicht nachvollziehbare Lösungsfindung
- häufig unklare Kennwertermittlung
- häufig intransparente Modellentwicklung und Rechenwege

- Schuld haben immer „die Anderen“



2. Die Hertie School of Governance hat die Kostenexplosionen bei den großen Bauvorhaben BER, Stuttgart 21, Elbphilharmonie, etc. untersucht und ist zu einem eindeutigen Ergebnis gekommen:

„Die Kosten eines Bauvorhabens explodieren regelmäßig, wenn auf Basis einer unzureichenden Vorplanung fehlerhafte Verträge geschlossen werden.“

„Die Kosten öffentlicher Projekte laufen regelmäßig aus dem Ruder. Die Wissenschaftler plädieren daher für mehr Transparenz, bessere Planung und Kontrolle.“ (Mai 2022)



Executive Education

3. Aus der DIN 18300 (2015) sind die folgenden Ziele abzuleiten:
- Es sind konkrete Vorschläge für den Erdbau zu machen, die aus Sicht des Gutachters die jeweils wirtschaftlichste Lösung darstellt.
 - Benötigte Liefermaterialien müssen konkret benannt werden, bzw. deren Anforderungen aufgeführt werden.
 - In dem Gutachten müssen alle Angaben enthalten sein, die sowohl für die Planung als auch für die Ausschreibung der Erdbaumaßnahme benötigt werden.
 - Das Zusammenwirken von Auftraggeber, Planer und Fachplanern wird erstmals ausdrücklich gefordert.
-

4. Aktuell werden allein in Deutschland jedes Jahr rund 250.000.000 to. mineralische Abfälle auf Deponien entsorgt.

Bekannt ist: in den nächsten 10 Jahren werden rund 50 % der bestehenden Deponien schließen.

Die Folge: die zu erwartenden signifikant steigenden Entsorgungskosten führen zu einer Zunahme von Wiederverwertungen von Aushubböden.





5. Energieeffizientes Bauen

- Gesetze fordern nachhaltiges Bauen von Kreislaufwirtschaft bis Klimaschutz
- Gradmesser der Nachhaltigkeit sind Bewertungssysteme
- Objektiv messbar wird die Nachhaltigkeit an Energieverbrauch und CO₂ Mengen
- Energie kostet Geld und wird als fossiler Rohstoff immer teurer
- Im Hochbau werden Gebäude bereits nach Nachhaltigkeitskriterien zertifiziert

Der Zwang zur Reduzierung des Energieverbrauchs macht auch vor dem Tiefbau nicht halt!



5. Energieeffizientes Bauen

- Energiebedarf bei Bau und Betrieb sind relevante Kriterien der Nachhaltigkeit
- Neben den Bau- und Betriebskosten hängt auch die Finanzierung davon ab
- Zinsen und Kredite werden an den Grad der Nachhaltigkeit geknüpft

Dieses Prinzip gilt für den Hochbau und wird vor dem Tiefbau nicht halt machen!

Aus wirtschaftlicher Sicht soll der zu planende Baustoff aus allen Böden herstellbar sein. Durch die Herstellung von „Technischen Böden“ aus dem Aushubmaterial sollen fremd angelieferte Austauschbaustoffe durch den örtlich hergestellten „Technischen Boden“ substituiert werden. Neben der Erfüllung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und den Klimaschutzgesetzen werden durch den Einsatz von „Technischem Boden“ erhebliche Ressourcen geschont.

Ziel der Anwendung des Verfahrens „Technische Böden“ ist die Planbarkeit stoffkreislauf-schlüssiger Baumaßnahmen.

Das Planungsverfahren soll Lösungen zur technischen Veränderung von Aushubböden oder mineralischen Abfällen erarbeiten, sodass sie als optimaler Baustoff innerhalb der Baustelle wieder eingesetzt werden können.

Damit erfolgt eine Minimierung von Entsorgungskosten und Transportwegen sowie eine deutliche Verbesserung der CO₂-Bilanz durch die Ressourcenschonung und den Wiedereinsatz von Aushubböden.

- Frühzeitige Einbindung der Fachplanung für maximales Ausschöpfen der Vorteile des Verfahrens
Kostenvergleich und Nutzenberechnung
 - Grundlage für die Kalkulierbarkeit und Transparenz der erzielbaren Kostenvorteile
 - z. B. deutliche Kosteneinsparung trotz höherem Materialpreis

- Aussagekräftige Beschreibungen von Technik, Technologie und Logistik
 - Grundlage für die Kalkulierbarkeit und Transparenz der erzielbaren Qualitätsvorteile
 - z. B. Vermeidung von Folgekosten

- Frühzeitige Einbindung der Fachplanung für maximales Ausschöpfen der Vorteile des Verfahrens
Kostenvergleich und Nutzenberechnung
 - Grundlage für die Kalkulierbarkeit und Transparenz der erzielbaren Kostenvorteile
 - z. B. deutliche Kosteneinsparung trotz höherem Materialpreis

- Aussagekräftige Beschreibungen von Technik, Technologie und Logistik
 - Grundlage für die Kalkulierbarkeit und Transparenz der erzielbaren Qualitätsvorteile
 - z. B. Vermeidung von Folgekosten

Zur wirtschaftlichsten Gründungslösung

Für die Beurteilung einer Gründungslösung sind regelmäßig 3 Aspekte zu betrachten:

- Baugrund, einschließlich Grundwasserverhältnisse
- Bauwerk (Lasten, Schwingungen, Wärmeableitung, etc.)
- Gründungselement als Bindeglied zwischen dem Baugrund und dem Bauwerk



Der Baugrund, das Bauwerk und das Gründungselement lassen sich durch (Boden-)kennwerte charakterisieren. Dabei sind die Kennwerte des Baugrundes ebenso gegeben (der Baugrund ist nun einmal so, wie er ist), wie auch die Anforderungen an die Kennwerte aus dem Bauwerk (z.B.: aufzunehmende Lasten). Die Kennwerte vom Gründungselement müssen ermittelt werden, mit dem Ziel, dass das Gründungselement mindestens über die technische Nutzungsdauer seine Funktion behält.

Die „Baustelle“ wird insoweit als System verstanden, dem unterstellt wird, dass alle natürlichen und künstlich eingebrachten Materialien miteinander interagieren (z.B.: eine eingebrachte Kraft erzeugt immer eine Gegenkraft). Bei der Ermittlung der wirtschaftlichsten Lösung geht es also nicht darum, die möglichst billigen Produkte gegenüberzustellen. Nachhaltige Wirtschaftlichkeit kann nur über eine Systembetrachtung ermittelt werden.



Anwendungsbereiche für Aushubböden

Aushubböden können innerhalb einer Baustelle wie folgt verwendet werden:

Verwendung von Aushubböden		
direkt	hydraulisch abbindend	bodenähnlich
- als Verfüllmaterial - als Baustoff, bei Eignung - als Bettungsmaterial, Eignung nach DIN 1610 - als Straßenbaumaterial, Eignung nach ZTV StB-SoB ...	- Verfestigungen (Bodenverbesserungen) - In-situ-HGT	Flüssigboden
	ZFSV	

Schritt 1: Baugrunduntersuchung: Vorstudie

Normung

Vorstudie

- **DIN EN 1997-2, Abs. 2.1.1**

(6) Vor der Planung des Untersuchungsprogramms sollten die verfügbaren Informationen und Unterlagen in einer Vorstudie bewertet werden ...

*Bevor das Untersuchungsprogramm aufgestellt wird, **muss** die Örtlichkeit besichtigt ... werden.*

Vorstudie

→ frühere Untersuchungen, Luftbilder, **Themenkarten** (Geologie, Hydrogeologie, Bodenkunde, Topographie, historische Karten)

→ Staatliche Geologische Dienste Deutschlands www.infogeo.de

! Geologische Karten und Profile sind
keine Bemessungsgrundlagen

→ BAW-Archive in Karlsruhe und Hamburg:
> 10.000 Geotechnische Gutachten an Bundeswasserstraßen

Inhalte einer Fachplanung „Technische Böden“

Schritt 1: Baugrunduntersuchung: Planung Baugrunderkundung

Aus den Erkenntnissen der Vorstudie ist das Untersuchungsprogramm für die Baugrunderkundung festzulegen.

Für die Festlegung des Untersuchungsprogramms sollten Kenntnisse über das Bauvorhaben in ausreichender Detailtreue vorliegen (optimal: Entwurfsplanung)

Untersuchungsprogramm

- ✦ Lage, Anzahl
 - ✦ Methodik
 - ✦ Erkundungstiefe
-

Schritt 1: Baugrunderkundung

Inhalt eines Baugrundgutachtens

Geotechnische Berichte werden auf Grundlage der **EN 1997-2 – Eurocode 7**: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds sowie zusätzlich in Deutschland nach **DIN 4020** – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 erstellt. Sie sind letztlich Bestandteil des Geotechnischen Entwurfsberichts nach EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau.

Die Gliederung eines Geotechnischen Berichts richtet sich nach der Aufgabenstellung. Konkrete Gliederungsempfehlungen sind in dem Merkblatt Geotechnische Untersuchungen und Bemessungen im Straßenbau (M-GUB (2020)) für Ingenieurgeologische Streckengutachten enthalten.

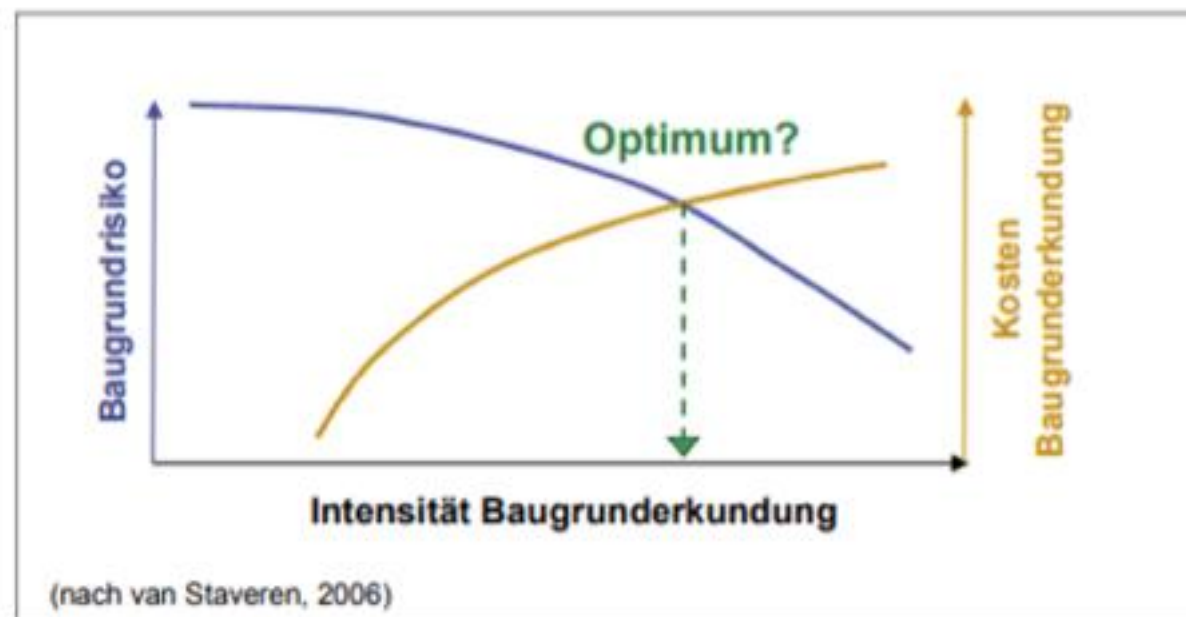
Inhalte einer Fachplanung „Technische Böden“

Schritt 1: Baugrunderkundung



Umfang

Untersuchungsprogramm



Schritt 1: Baugrunderkundung

Das neue BGH-Urteil

Die bisherige Grundsatzannahme, dass beim Baugrundrisiko alle baugrundbedingten Mehrkosten und Verzögerungen zulasten des Bauherrn gehen, weil er den Baugrund als "Baustoff" für die Planung und Bauausführung bereitstellt, gilt so nicht mehr.

Das bedeutet: zukünftig wird der Einzelfall geprüft.

Insbesondere für VOB-Ausschreibungen gilt: Planung, Baugrundgutachten und Ausschreibung müssen kongruent sein!

„Alte“ Gutachten sind an die neue DIN 18300 anzupassen.



Schritt 2: Bauwerksangaben

Angaben aus dem Bauwerk:

- Lasten, stat., dyn.
- Kräfte (Art und Größe)
- Strömungsgeschwindigkeiten
- etc.

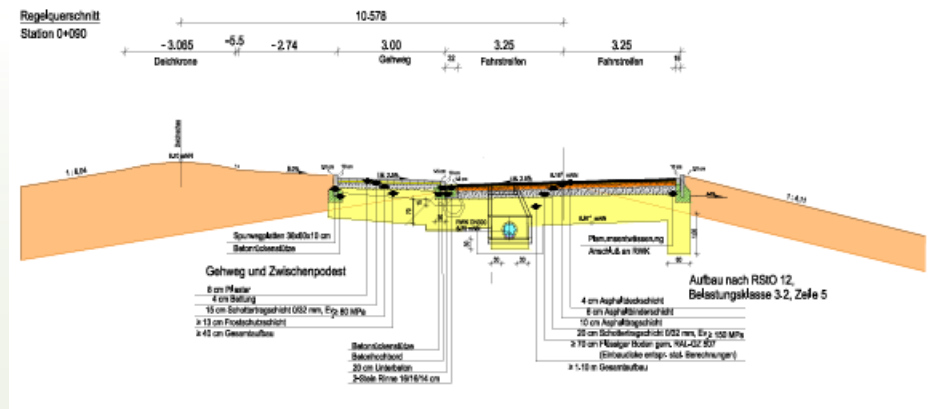
Anforderungen für das Bauwerk:

- Zulässige Setzungen und Verformungen
- „Wasserdichtheit“
- Zulässige Erschütterungen
- Wärmeableitung, -speicherung
- etc.



Schritt 3: technologische Parameter

- ✦ Ermittlung und Bewertung der für die Baustelle relevanten technologischen Parameter (Einbautechnologie, Bauzustände, etc.)
- ✦ Logistik
- ✦ Statiken für den Bau- und den Endzustand
- ✦ Exakte Beschreibung der Gütesicherung für das jeweilige Bauvorhaben



Schritt 3: technologische Parameter

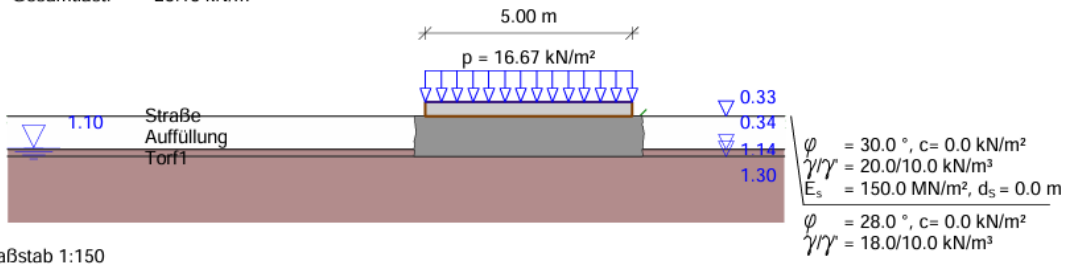


- ✦ Ermittlung und Bewertung der für die Baustelle relevanten technologischen Parameter (Einbautechnologie, Bauzustände, etc.)
- ✦ Logistik
- ✦ Statiken für den Bau- und den Endzustand
- ✦ Exakte Beschreibung der Gütesicherung für das jeweilige Bauvorhaben

Schritt 3: technologische Parameter

Lastfall 1

Auflast: 16.67 kN/m²
Eigengewicht: 6.46 kN/m²
Gesamtlast: 23.13 kN/m²



Statiken

Erstellung von Statiken für:

◆Bauzustände

◆Endzustand

Konventionelle Statiken liefern Aussagen über einen Betrachteten Punkt oder eine Linie.

Bei komplexeren Bauvorhaben, komplexen Untergrund- und Grundwasserstrukturen und sind 3-dimensionale Statiken mittels FEM erforderlich.

Die Statiken sind als prüffähige Statiken zu erstellen

Schritt 4: technische Parameter

End- und Gebrauchseigenschaften

Beschreibung der End- und Gebrauchseigenschaften für das konkrete Bauvorhaben

- ✦ Tragfähigkeiten
- ✦ zulässige Setzungen
- ✦ zulässige Verformungen
- ✦ Durchlässigkeiten
- ✦ Wärmeleitfähigkeiten
- ✦ Haftreibungen
- ✦ und vieles mehr

Die End- und Gebrauchseigenschaften werden für das jeweilige Bauvorhaben individuell festgelegt



Schritt 4: technologische Parameter

Rezepturfindung



Aus dem Ausgangsboden werden die erreichbaren Kennwerte abgeschätzt (z.B.: Kohäsion, Steifemoduln).

Mit den abgeschätzten Kennwerten wird ein Vormodell, einschl. Vorstatik erstellt.

Werden rezepturseitig die abgeschätzten Kennwerte nicht erreicht, sind 2 Änderungen möglich:

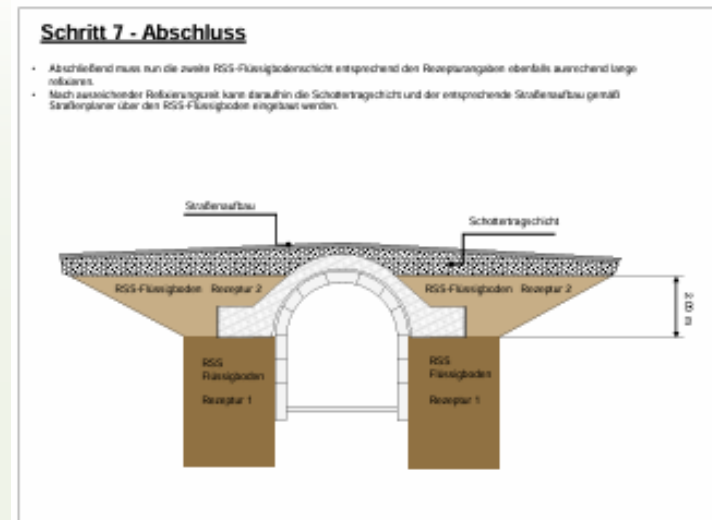
1. Anpassung der Rezeptur
2. Anpassung des Modells und der Statik



Führt ggfs. zu einem iterativen Prozess

Die Erstellung des hydrogeologischen Modells, sowie sämtliche Planungsschritte aus den Schritten 3 und 4 sind Bestandteil einer gesonderten (Fach-) Planung „Technische Böden“.

- ✦ Auswahl des geeigneten „Technischen Bodens“ anhand der Kennwerte
- ✦ Detaillierte Bauzeitenpläne
- ✦ Schnittstellenklärung
- ✦ Lösung von Konfliktpotenzialen, bevor der Konflikt besteht
- ✦ Vermeidung von „doppelter Arbeit“
- ✦ Präzise Kostenermittlungen, Kostenvergleiche
- ✦ Optimierung von Bauabläufen
- ✦ CO₂-Bilanzierung der gesamten Baustelle



Ziele der Fachplanung „Technische Böden“

Ziele

Herstellung eines funktionierenden und (möglichst) dauerhaft schadensfreien Bauwerkes

- ✦ Nachhaltigkeit
- ✦ Ressourcenschonung
- ✦ Umweltverträglichkeit
- ✦ Kostenoptimierung



Die Gliederung nach der Fachplanung „Technische Böden“ erfolgt in Anlehnung an die Mustergliederung des M-GUB (2020).

Änderungen:

Anstelle von: Entwurf Homogenbereiche – Festlegung Homogenbereiche treten:

- Beschreibung des Vormodells, einschließlich Vorstatik
- Beschreibung des iterativen Prozesses
- Beschreibung des „Gründungs-“Modells, einschl. Statik

Ziel:

Die Entwicklung der Gründungslösung soll transparent dargestellt werden, da

1. die Leistungen für die Zwischenschritte erbracht wurden und
 2. durch die Nachvollziehbarkeit der Lösungsentwicklung ein Lerneffekt für andere Planer entsteht.
-

Anhand der ermittelten Kennwerte und der Geometrie kann der geeignete Baustoff und das mit dem gewählten Baustoff verbundene Einbauverfahren korrekt gewählt werden.

Das erreichen wir immer dann, wenn Fachleute aus den Bereichen Baugrund, Bodenkunde, Modellierung, Statik, Labor, Qualitätssicherung, Technik und Baubetreuung die agierenden Praktiker und Baufirmen vor Ort unterstützt.

Nur so gewährleisten wir auch ein Maximum an Effizienz und Wirtschaftlichkeit.



Ihr Kontakt



Andreas Grabe

Dipl. Geologe, Betriebswirt VWA,
Wirtschaftsmediator

Lehrbeauftragter für Bodenmechanik und
Erdbau, HS Osnabrück

E-Mail: agrabe@geo4ing.de

www.struts-gmbh.de.

www.geo4ing.de



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**