



DCA Technische Information Nr. 1

# Qualitätsmanagement

Empfehlungen für Planung und Ausführung von  
HDD-Projekten unter besonderer Berücksichtigung  
baugrundspezifischer Aspekte

April 2007



## **Impressum**

Angaben gemäß §5 TMG:

Verband Güterschutz Horizontalbohrungen e.V. (DCA)  
Charlottenburger Allee 39  
52068 Aachen

### **Vertreten durch:**

1. Vorsitzender: Jorn Stoelinga
  2. Vorsitzender: Marco Reinhard
- Schatzmeister: Jürgen Muhl

### **Kontakt:**

Telefon: +49 241 9019290  
Telefax: +49 241 9019299  
E-Mail: [dca@dca-europe.org](mailto:dca@dca-europe.org)

### **Registereintrag:**

Eintragung im Vereinsregister.  
Registergericht: Amtsgericht Mönchengladbach  
Registernummer: 18VR1860

### **Verantwortlich für den Inhalt nach § 55 Abs. 2 RStV:**

Dipl.-Geol. Dietmar Quante  
Antje Quante  
Charlottenburger Allee 39  
52068 Aachen

Copyright © 2019 Verband Güterschutz Horizontalbohrungen e.V. (DCA).

All rights reserved.

Der Inhalt dieser Ausgabe darf nicht ohne vorherige schriftliche Genehmigung des DCA weder in Teilen noch als Ganzes kopiert, reproduziert, übersetzt oder in irgendein elektronisches oder maschinenlesebares Format konvertiert werden.

## Vorwort

Das gesteuerte Horizontalbohrverfahren (Horizontal Directional Drilling, HDD) wurde Ende der siebziger Jahre in der Tiefbohrtechnik entwickelt und wird seit mehr als drei Jahrzehnten auf qualitativ hohem Niveau für die grabenlose Verlegung von Rohrleitungen und Kabelsträngen eingesetzt.

Der Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.V. (DCA) hat als Fachverband der europäischen HDD-Industrie Mitte der neunziger Jahre den technischen Stand des HDD-Verfahrens in einer Richtlinie dokumentiert.

Die Technische Richtlinie liegt derzeit in der 2. Auflage unter dem Titel „Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten“ vor.

Mit der vorliegenden Ausarbeitung wird eine weitere Richtlinie vorgelegt, die den Titel „Qualitätsmanagement“ trägt und weitergehende Empfehlungen zur Qualitätssicherung von HDD-Projekten beinhaltet.

Der Leitfaden gibt Empfehlungen für die Bereiche Planung, Bauausführung und Überwachung von HDD-Projekten und wurde unter besonderer Berücksichtigung baugrundspezifischer Aspekte zusammengestellt.

Die vorliegenden Empfehlungen richten sich gleichermaßen an Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) und sollen in Ergänzung zu der technischen Richtlinie angewendet werden.

Aachen, im April 2007

Drilling Contractors Association (DCA)

## Inhaltsverzeichnis:

<b>1.</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
1.1	Projektstruktur und Zuständigkeiten	3
1.2	Qualitätssicherung und Baugrundverhältnisse	4
<b>2.</b>	<b>Allgemeines Qualitätsmanagement</b>	<b>4</b>
2.1	Qualitätssicherung und Projektstruktur	4
2.2	Qualitätssicherung und geotechnische Normen	5
<b>3.</b>	<b>Projektspezifisches Qualitätsmanagement</b>	<b>6</b>
3.1	Projekteinstufung nach dem Schwierigkeitsgrad	6
3.2	Ablaufdiagramme	8
3.3	Checklisten	8
3.4	Fallbeispiele Standardbaugrundsituationen	13
<b>4.</b>	<b>Fachpublikationen</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>Anlagen</b>	<b>14</b>

## 1. Einführung

Die Ausführungsqualität eines HDD-Projektes hängt von verschiedenen personellen und technischen Faktoren ab.

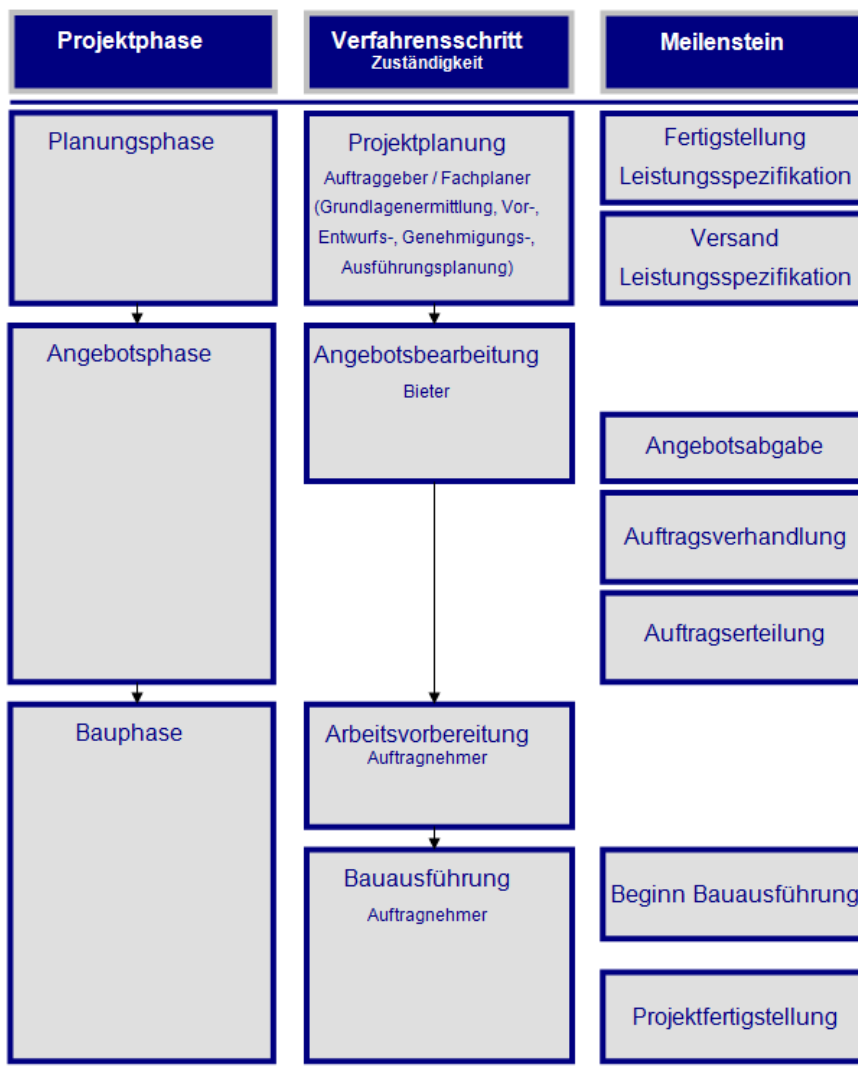
Die Schwierigkeiten resultieren hauptsächlich aus den geotechnischen Untergrundverhältnissen. Bei größeren HDD-Projekten wird den baugrund-spezifischen Aspekten in der Regel mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Bei kleineren Bohrungen ist man leicht geneigt weniger für Untersuchungen auszugeben. Dieses führt manchmal zu einem größeren Baugrundrisiko und zu einem unberechtigt schlechten Ruf der Bohrtechnik.

Die maßgebenden Faktoren sind nachfolgend erläutert und werden in Form von Graphiken, Ablaufdiagrammen, Checklisten und Fallbeispielen abgebildet.

Die Angaben wurden im Bezug auf allgemeine und spezifische Projektanforderungen zusammengestellt und sollen sicherstellen, dass alle Projektphasen auf einem qualitativ hohen Niveau, plangemäß und terminsicher ausgeführt werden können.

### 1.1 Projektstruktur und Zuständigkeiten

Grundlage der nachfolgenden Empfehlungen ist eine generalisierte Projektstruktur, die nachfolgend dargestellt ist.



## 1.2 Qualitätssicherung und Baugrundverhältnisse

Ein wesentlicher Schlüssel für die erfolgreiche Durchführung von HDD-Projekten ist die Kenntnis der Baugrundverhältnisse und der folgerichtige Umgang mit dem Baustoff Boden und Fels.

Die Baugrundverhältnisse stehen im Zusammenhang mit dem Begriff des Boden- und Baugrundrisikos. Der Begriff wird in den meisten europäischen Staaten in ähnlicher Weise verwendet und kann wie folgt definiert werden:

*„Das Baugrundrisiko ist ein in der Natur der Sache liegendes, unvermeidbares Restrisiko, das bei Inanspruchnahme des Baugrunds zu unvorhersehbaren Wirkungen bzw. Erschwernissen, z.B. Bauschäden und 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.“*

Die Begriffsbestimmung unterstreicht den Risikocharakter des Themas Baugrund im Bezug auf eine möglichst reibungslose Projektdurchführung und verdeutlicht Rechte und Pflichten des Auftraggebers und des Auftragnehmers.

Die Baugrunderkundung hat in der Regel durch den Auftraggeber zu erfolgen, da er die Örtlichkeit festlegt und in diesem Sinne den Baugrund für die Bauleistung zur Verfügung stellt. Unabhängig davon hat der Auftragnehmer im Bezug auf die Baugrundverhältnisse eigene Prüfungs- und Hinweispflichten, denen ebenfalls der Stand der Technik zugrunde zulegen ist.

Prinzipiell sind somit beide Parteien angehalten, das Risiko der Inanspruchnahme des Baugrundes auf das unvermeidbare Restrisiko unvorhersehbarer Wirkungen zu beschränken. Dies gilt analog auch für Ingenieurbüros, Beratende Ingenieure, Sachverständige, etc., die im allgemeinen unter dem Begriff Bauherrnvertreter bzw. Fachplaner oder Consultant zusammengefaßt werden und z.B. im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen, der Grundlagenermittlung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Ausschreibung oder Bauüberwachung tätig sind.

## 2 Allgemeines Qualitätsmanagement

Allgemeine Maßnahmen zur Qualitätssicherung können aus der Projektstruktur und aus Normen und Richtlinien abgeleitet werden.

### 2.1 Qualitätssicherung und Projektstruktur

Die Ausführungsqualität eines HDD-Projektes hängt von verschiedenen personellen und technischen Faktoren ab und kann mit Bezug auf die generalisierte Projektstruktur, wie folgt dargestellt werden.

#### Qualität des gesamten Projektes

Die **Qualität des gesamten Projektes** hängt ab von der:

- Qualität der Planung des Auftraggebers
- Qualität der Planung des Auftragnehmers
- Qualität der Bauausführung
- Erfahrung und Kapazität des Projektteams
- Zusammenspiel des Projektteams

#### Qualität Projektvorbereitung Auftraggeber

Die **Qualität der Planung des Auftraggebers** hängt ab von der:

- Qualität der geotechnischen und historischen Untersuchung
- Qualität der Ausführungsplanung
- Angemessenheit und Durchführbarkeit der Leistungsspezifikation

**Qualität Projektvorbereitung Auftragnehmer**

Die **Qualität der Planung des Auftragnehmers** hängt ab von der:

- Qualität der geotechnischen Planung
- Qualität der Durchführungsplanung
- Angemessenheit der Projekttermine
- Qualifikation und Zusammenspiel des Projektteams

**Qualität Bauausführung Auftragnehmer**

Die **Qualität der Bau- bzw. Ausführungsphase** hängt ab von:

- Qualität der eingesetzten Geräte und Materialien
- Qualifikation und Zusammenspiel des Projektteams

**2.2 Qualitätssicherung und Projektstruktur**

Die Qualitätsanforderungen hinsichtlich der baugrundspezifischen Aspekte sind in zahlreichen Normen und standardisierten Verfahren festgelegt. Normen bestehen insbesondere für alle gängigen Feld- und Laboruntersuchungen. Die richtige und konsequente Anwendung der standardisierten Verfahren ist ein wesentliches Werkzeug der Qualitätssicherung. Detaillierte Informationen zu nationalen und internationalen geotechnischen Normen und Standards können im Internet unter den nachfolgenden Adressen abgerufen werden:

Land	Normeninstitut / Fachverband	Internetadresse
Deutschland	Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)	<a href="http://www2.din.de">www2.din.de</a>
	Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT)	<a href="http://www.dggt.de">www.dggt.de</a>
Frankreich	Association Française de Normalisation (AFNOR)	<a href="http://www.afnor.fr">www.afnor.fr</a>
Großbritannien	British Standards Institution (BSI)	<a href="http://www.bsi-global.com">www.bsi-global.com</a>
Niederlande	Nederlands Normalisatie-instituut (NEN)	<a href="http://www.nen.nl">www.nen.nl</a>
Österreich	Österreichisches Institut für Normung (ON)	<a href="http://www.on-norm.at">www.on-norm.at</a>
Schweiz	Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV)	<a href="http://www.snv.ch">www.snv.ch</a>
USA	American Society for Testing Materials (ASTM)	<a href="http://www.astm.org">www.astm.org</a>
International	International Organization for Standardization (ISO)	<a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>
	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)	<a href="http://www.issmge.org">www.issmge.org</a>
	European Committee for Standardization (CEN)	<a href="http://www.cenorm.be">www.cenorm.be</a>

Die in dieser Richtlinie verwendeten geotechnischen Fachbegriffe und Untersuchungsmethoden sind durch das CEN publiziert worden und können den vorläufigen europäischen Normen ENV 1997-2 und ENV 1997-3 entnommen werden.

**Anmerkung:**

*Es ist wichtig zu betonen, dass die vorläufigen europäischen Normen noch Änderungen unterliegen und somit noch nicht als verbindliche Normen im engeren Sinn verwendet werden können. Der Arbeitsstand der vorläufigen europäischen Normen ersetzt somit noch nicht die nationalen Normen. Die vorläufigen europäischen Normen stellen jedoch allgemein anerkannte Anforderungen für die üblichen Feld- und Laboruntersuchungen dar und können als Rahmen für einheitliche Begriffsbestimmungen verwendet werden. Es ist zu beachten, dass die nationalen Normen fallweise davon abweichen können und somit die nationalen und die europäischen Normensysteme nicht wechselseitig verwendet werden sollten.*

### 3 Projektspezifisches Qualitätsmanagement

Projektspezifische Qualitätsanforderungen sollten mit Bezug auf den Schwierigkeitsgrad eines HDD-Projektes definiert werden.

#### 3.1 Projekteinstufung nach dem Schwierigkeitsgrad

Der Schwierigkeitsgrad wird durch die technischen und geotechnischen Randbedingungen des Vorhabens festgelegt.

Die technischen Randbedingungen werden durch die Länge, den Durchmesser und die Anzahl der Rohrleitungen oder Kabelbündel und die Art der Ausführung, das Rohrmaterial und durch die Lagegenauigkeit bestimmt. Generell steigt die Komplexität einer Bohrung mit zunehmender Länge und zunehmendem Durchmesser.

Die geotechnischen Randbedingungen hängen von den topographischen und geologischen Verhältnissen und von den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit benachbarter Gebäude oder sonstiger Infrastruktureinrichtungen ab.

Die geotechnischen Anforderungen steigen mit der Heterogenität der Baugrundverhältnisse, mit zunehmender Komplexität der geohydraulischen Verhältnisse und mit zunehmender Nähe zu vorhandenen Bauwerken (Gebäude, Masten, Fundamente, Spundwände, Kabel, Rohrleitungen, etc.).

Um eine differenzierte Vorgehensweise bei der Planung und Durchführung von HDD-Projekten zu ermöglichen, werden in dieser Richtlinie drei verschiedene Schwierigkeitsgrade unterschieden:

- **Kategorie 1** Routine HDD-Projekte
- **Kategorie 2** Standard HDD-Projekte
- **Kategorie 3** Komplexe HDD-Projekte

Der DCA empfiehlt hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades folgende Einteilung:

##### **Kategorie 1**

- Bohrlänge: kurze Bohrungen
- Rohrverlegung: Rohre und Kabel mit kleinem Durchmesser
- Schichtaufbau: unkonsolidierte oder schwach konsolidierte feinkörnige Böden
- Baugrundverhältnisse: auf ganzer Bohrlänge homogen und ungestört
- Bohrtrasse: großer Abstand zu Gebäuden und unterirdischen Einrichtungen
- Bodenverhältnisse: setzungsunempfindlich
- Rohrüberdeckung: größer als das zulässige Minimum
- Lagerungsverhältnisse: geringe Wahrscheinlichkeit von Spülsausräuschen
- Spülungsdruck: kleiner als maximal zulässiger Spülungsdruck

HDD-Projekte der Kategorie 1 können meistens auf Basis von Erfahrungswerten ausgeführt werden.



**Kategorie 3**

- Bohrlänge: lange Bohrungen
- Rohrverlegung: Bohrungen mit großem Bohrdurchmesser
- Topographie: Bohrungen mit Höhendifferenz zwischen Ein- und Austrittspunkt
- Schichtaufbau: Bohrungen in sehr grobkörnigen Böden oder Fels
- Baugrundverhältnisse: zerklüftete oder gestörte Formationen
- Lagerungsverhältnisse: wechselweise Durchörterung von Fels und Lockergesteinen
- Geohydraulische Situation: Bohrtassen mit schwierigen geohydraulischen Bedingungen
- Rohrüberdeckung: Bohrverlauf nahe der minimal zulässigen Überdeckung
- Bohrtrasse: geringer Abstand zu setzungsempfindlichen Bauten und Einrichtungen
- Bauverfahren: Bohrungen, die in Verbindung mit Injektionen und Verpreßarbeiten durchgeführt werden bzw. Bohrungen in denen bereichsweise zusätzlichen Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich werden können

HDD-Projekte der Kategorie 3 bedürfen im Vorfeld besonderer Untersuchungen und einer detaillierten und projektspezifischen Planung, Ausführung und Überwachung.

**Kategorie 2**

HDD-Projekte, die weder der Kategorie 1 noch der Kategorie 3 zugeordnet werden können, sollten in die Kategorie 2 eingestuft werden. Die Kategorie 2 faßt HDD-Projekte zusammen, die mit einem relativ kleinen projektspezifischen Untersuchungs- und Planungsumfang ausgeführt werden können.

Die Kriterien zur Einstufung eines HDD-Projektes sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet und mit allgemein anerkannten Erfahrungswerten versehen.

Kriterium	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
<b>HDD Projektkategorie</b>	Routine	Standard	Komplex
Bohrlänge	kurz, $\leq 150$ m	Alle HDD Projekte, die außerhalb der Grenzwerte der Kategorien 1 und 3 fallen	lang, $\geq 500$ m
Bohrdurchmesser	klein, $\leq 200$ mm		groß, $\geq 500$ mm
Abstand zu Infrastruktureinrichtungen	Abstand $> 30$ m		Abstand $\leq 5$ m
Höhenunterschied zwischen Ein- und Austrittspunkt	vernachlässigbar		$\geq 10$ m
Überdeckungshöhe	$\gg$ zulässiges Minimum		nahe am zulässigen Minimum
Statischer Spülungsdruck	$\ll$ zulässiges Maximum		nahe am zulässigen Maximum
Bodenart	feinkörnige Böden z.B.: Schluff, Feinsand		grobkörniger Boden oder Fels z.B. nicht bindige Böden $\geq 40$ % Kies / Blöcke, Wechselagerung harter und weicher Boden Schichten/Felsformationen
Lagerungsverhältnisse	homogen und ungestört		heterogen, gestört, klüftig z.B. bei Injektionen
Durchlässigkeit	$\leq 5 \times 10^{-4}$ m/s		$\geq 5 \times 10^{-3}$ m/s
Grundwasserchemismus	Süßwasser		Meerwasser
Empfindlichkeit der Infrastruktureinrichtungen bei Setzungen und Spülungsausbrüchen	nicht vorhanden	niedrig	hoch
<b>HDD Projektkategorie</b>	<b>Routine</b>	<b>Standard</b>	<b>Komplex</b>

### Empfehlung:

Für die Festlegung des Schwierigkeitsgrades eines HDD-Projektes sollte die jeweils höchste Einstufung aller Kriterien verwendet werden.

Die angegebenen Zahlenwerte z.B. für die Bohrlänge und den Bohrdurchmesser stellen Orientierungsgrößen dar, die gegebenenfalls projektspezifisch anzupassen sind.

HDD-Projekte der Kategorie 2 oder 3 können auch als Routine-Bohrungen eingestuft werden (Kategorie 1), sofern an der gleichen Lokalität bereits HDD-Projekte erfolgreich ausgeführt wurden und die Altunterlagen, insbesondere die Ergebnisse der geotechnischen und geophysikalischen Untersuchungen für das neue HDD-Projekt zur Verfügung stehen.

## 3.2 Ablaufdiagramme

Nach der Festlegung des Schwierigkeitsgrades, können für jeden Arbeitsschritt projektspezifische Qualitätsanforderungen festgelegt werden. Der Leitfaden enthält hierzu Ablaufdiagramme, in denen die wesentlichen Arbeitsschritte im Bezug auf die generalisierte Projektstruktur dargestellt sind:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| • <b>Projektplanung Auftraggeber</b>       | <b>Anlage 1</b> |
| • <b>Angebotsbearbeitung Auftragnehmer</b> | <b>Anlage 2</b> |
| • <b>Arbeitsvorbereitung Auftragnehmer</b> | <b>Anlage 3</b> |
| • <b>Bauausführung Auftragnehmer</b>       | <b>Anlage 4</b> |

In Abhängigkeit des Schwierigkeitsgrades eines HDD-Projektes sind die Bearbeitungsschritte wie folgt gekennzeichnet:

- = Arbeitsschritte für alle Projekte, Projekte Kategorie 1-3
- = zusätzliche Arbeitsschritte für Projekte der Kategorie 2
- = zusätzliche Arbeitsschritte für Projekte der Kategorie 3

Da die einzelnen Arbeitsschritte aufeinander aufbauen, sind in der Planungsphase besondere Anforderungen an die Qualitätssicherung zu stellen.

## 3.3 Checklisten

Die besonderen Anforderungen an die Planung und Baugrunderkundung können aus den nachfolgenden Checklisten abgeleitet werden.

Die Checkliste 1 beinhaltet eine Zusammenstellung der wesentlichen Ausarbeitungen bzw. Festlegungen bei der Planung und Durchführung von HDD-Projekten.

Die Checklisten 2 bis 5 beziehen sich auf das Thema Baugrund. Die Checkliste 2 enthält eine allgemeine Zusammenstellung zum Umfang der Baugrunderkundung. In der Checkliste 3 ist der erforderliche Untersuchungsumfang für HDD-Projekte in Lockergesteinen zusammengestellt. Die Checkliste 4 enthält Angaben für HDD-Projekte in grobkörnigen Böden. In der Checkliste 5 ist der Untersuchungsumfang für HDD-Projekte in Fest- und Halbfestgesteinen zusammengestellt.

## Checkliste 1: Arbeitsprogramm Generalprojekt

Rubrik	Kenndaten	Kategorie	Kategorie	Kategorie
		1	2	3
Aufgabenstellung	Kenndaten des Dükers und der Rohrverlegung	X	X	X
Auftraggeber	Angabe der zulässigen Rohrbelastungen (Druck und Zug) beim Einbau	X	X	X
	Bohrbarkeit	X	X	X
	Angabe des zu verwendenden Koordinatensystems		X	X
	Angabe des zu verwendenden Höhensystems	X	X	X
Lokalität	Angaben zur Zugänglichkeit / Erreichbarkeit	X	X	X
Auftraggeber / Auftragnehmer	Angaben zur Beschränkung der Zufahrtshöhe		X	X
	Angaben zur Beschränkungen des Zufahrtsgewichts		X	X
	Lage zu benachbarten Gebäuden, unterirdischen Einrichtungen (Kabel, Fundamente, Spundwände, etc.)	X	X	X
	Angaben zu vorhandenen Leitungen (Kabel, Pipelines, etc.)	X	X	X
	Angaben zur Rollenbahn	X	X	X
	Fotos, Luftaufnahme		X	X
Pläne / Zeichnungen	Draufsicht	X		X
Auftraggeber / Auftragnehmer	Lageplan, maßstäblich mit Darstellung der angrenzenden Gebäude, Bewuchs, Masten, Zäune, Flurstücksgrenzen, bestehende Leitungen/Kabel, Schutzgebiete, Fundamente, Spundwände, etc.	X	X	X
	Längsschnitt		X	X
	Längsschnitt mit Schichtenfolge /-verlauf			X
Bohrprofil	Längs- und Querprofil	X	X	X
Auftraggeber / Auftragnehmer	Angabe der Lage des Ein- und Austrittspunkts	X	X	X
	Angabe des Bohrdurchmesser	X	X	X
	Angabe der Bohrradien: vertikal, horizontal, kombiniert	X	X	X
	Angabe der geraden und gekrümmte Abschnitte		X	X
	Angabe der Ein- und Austrittswinkel	X	X	X
	Angabe der Überdeckung zum Gewässerbett, See- oder Meeresgrund	X	X	X
	Angabe der Überdeckung bis zur Geländeoberfläche	X	X	X
	Darstellung des Oberbogens		X	X
Bohrparameter	Pilotbohrung	X	X	X
Programm	Aufweitungsbohrungen	X	X	X
Auftragnehmer	Reinigungsdurchlauf			X
	Einziehvorgang	X	X	X
	Pumprate	X	X	X
	Umlaufendes Volumen	X	X	X
	Spülungsdruck		X	X
	Feststoffgehalt	X	X	X
	Volumen des Bohrkleins			X
	Bohr- Aufweitungsgeschwindigkeit		X	X
	Bohrloch und -meißelhydraulik / Bohrlochstabilität		X	X

## Checkliste 2: Untersuchungsprogramm Baugrundverhältnisse (Allgemein)

Rubrik	Inhalt	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Angaben zur Lokalität	Beschreibung der topographischen und hydrographischen Verhältnisse	X	X	X
	Angaben zur Historie der Lokalität	X	X	X
	Daten zu Wasserspiegelschwankungen	X	X	X
	Angaben zum Gewässerbett, Auskolkungen, Strömungen	X	X	X
	Klimadaten	X	X	X
Baugrund-untersuchung	Aufschlussbohrungen		X	X
	Drucksondierungen		X	X
	Entnahme von Boden- und Gesteinsproben		X	X
	Grundwasserspiegelmessungen		X	X
	Porenwasserdruckmessungen		X	X
	Angaben zur Abrasivität			
Labor-untersuchung	Bodenklassifikation		X	X
	Gesteinsklassifikation			X
	Angaben zu den Festigkeitseigenschaften		X	X
	Angaben zur Geochemie		X	X
	Beschreibung der geohydraulischen Verhältnisse		X	X
geophysikalische Untersuchung	Nachweis Verlauf der Schichtgrenzen; Nachweis von Störungen, Hindernissen durch: geoelektrische, seismische, hydroakustische, elektromagnetische Messungen			X
geotechnischer Bericht	Angaben zur Boden und Gesteinsklassifikation	X	X	X
	Beurteilung der Bohrbarkeit	X	X	X
	geologische Schnitte und Grundwassersituation	X	X	X
	Empfehlungen zur Wechselwirkung: Boden – Pipeline		X	X
	Beurteilung der hydrographischen Daten	X	X	X
geotechnische Nachweise / Bemessung	Nachweis Bohrlochstabilität, Gewölbewirkung, minimale Überdeckung		X	X
	hydraulische Berechnungen, Bilanzierung Feststoffumsatz		X	X
	Bemessung der Widerlager			X
	Nachweis Wechselwirkung Boden – Pipeline			X
	Angrenzende Infrastruktur: Nachweis der Grenzzustände			X

### Checkliste 3: Untersuchungsprogramm für Arbeiten in Lockergesteinen

Test	Parameter	Symbol	Einheit	Kategorie	Kategorie	Kategorie
				1	2	3
Klassifizierung	Mineralien, Abrasivität		-		X	X
	Korngrößenverteilung	PSD	-		X	X
	Plastizitäts- / Konsistenzindex	$I_p, I_c$	% / -		X	X
	Quellfähigkeit von Tonmineralien	$I_a$	-		X	X
	Gehalt an organischen Beimengungen	-	%		X	X
	Rohdichte	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>		X	X
	Korndichte	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>		X	X
Festigkeit und Verformungsverhalten	Scherfestigkeit, Winkel der inneren Reibung	$\varphi$	°			X
	Scherfestigkeit, Kohäsion	c	kN/m <sup>2</sup>			X
	Scherfestigkeit, Kohäsion undrännert	$c_u$	kN/m <sup>2</sup>			X
	Steifemodul mit behinderter Seitenausdehnung	E	kN/m <sup>2</sup>			X
	Spitzenwiderstand	$q_u$	kN/m <sup>2</sup>			X
	Mantelreibung	$q_c / f_r$	MPa		X	X
	Verlauf der Schichtgrenzen	-	-			X
Permeabilität	Wasserdurchlässigkeit	k	m/s		X	X
	Porenwasserdruck	u	kPa		X	X
	hydraulisches Gefälle	i	‰		X	X
Geochemie	Salzgehalt	-	‰		X	X

#### Checkliste 4: Spezielle Qualitätsanforderungen für Arbeiten in grobkörnigen Lockergesteinen

Parameter	Bohrdurchmesser und Probenahmemenge für repräsentative Korngrößenanalyse				
	Feinkies	Mittelkies	Grobkies		Steine/Blöcke
Größtkorn aus Altunterlagen	2 - 6,3 mm	6,3 - 20 mm	20 - 40 mm	40 - 63 mm	63 - 200 mm
Probenmenge	≥ 0,4 kg	≥ 2 kg	≥ 15 kg	≥ 70 kg	≥ 120 kg
Probenvolumen	≥ 0,3 dm <sup>3</sup>	≥ 1,3 dm <sup>3</sup>	≥ 10 dm <sup>3</sup>	≥ 45 dm <sup>3</sup>	≥ 80 dm <sup>3</sup>
Durchmesser der Bohrung	≥ 80 mm	≥ 120 mm	≥ 180 mm	≥ 273 mm	≥ 324 mm
Nachweis von Kieshorizonten ab Mächtigkeit	~ 0,05 m	~ 0,1 m	~ 0,5 m	~ 0,75 m	~ 1 m

#### Checkliste 5: Untersuchungsprogramm für Arbeiten in Felsgesteinen/Fels

Tests	Parameter	Symbol	Einheit	Kategorie 3
Klassifizierung	Mineralogie, Abrasivität		-	X
	Druckfestigkeit (einaxiale Druckfestigkeit, Punktlastversuch)	$\sigma_c$	MN/m <sup>2</sup>	X
	Scherfestigkeit, Winkel der inneren Reibung	$\varphi$	°	X
	Scherfestigkeit, Kohäsion	c	kN/m <sup>2</sup>	X
	Kornbindung (Brazil test, Spaltzugversuch)	$\sigma_z$	MN/m <sup>2</sup>	X
	Klüftigkeit	RQD	-	X
	Rohdichte	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	X
	Wassergehalt, Trockendichte	w, $\gamma$	%, kN/m <sup>2</sup>	X
	Überlagerungsdruck		kN/m <sup>2</sup>	X
	Trennflächengefüge	-	-	X
	Verlauf der Schichtgrenzen	-	-	X
Permeabilität	Gebirgsdurchlässigkeit	k	m/s	X
	Porenwasserdruck	u	kPa	X
	hydraulisches Gefälle	i	‰	X
Geochemie	Salzgehalt	-	‰	X

### 3.4 Fallbeispiele Standardbaugrundsituationen

In den Anlagen 5 bis 10 sind verschiedene Beispiele dargestellt, wie gesteuerte Horizontalbohrungen unter besonderer Berücksichtigung spezieller Baugrund-verhältnisse fachgerecht geplant und sicher ausgeführt werden können. Die Fallbeispiele enthalten Empfehlungen zu folgenden Baugrundsituationen:

- |  |                  |
|--|------------------|
| • Bohrarbeiten in feinkörnigen Lockergesteinen | <b>Anlage 6</b>  |
| • Bohrarbeiten in grobkörnigen Lockergesteinen | <b>Anlage 7</b>  |
| • Bohrarbeiten in bindigen Lockergesteinen     | <b>Anlage 8</b>  |
| • Bohrarbeiten unter Grundwassereinfluß        | <b>Anlage 9</b>  |
| • Bohrarbeiten in Fest- und Halbfestgesteinen  | <b>Anlage 10</b> |

Die linke Seite der Bildtafeln zeigt jeweils einen charakteristischen Ausschnitt aus einem Bohrprofil oder den Wertebereich eines kennzeichnenden Parameters.

In der rechten Spalte werden Empfehlungen bzw. Lösungsvorschläge gegeben, mit denen die Bohrung sicher ausgeführt werden kann.

## 4 Fachpublikationen

Weitere Empfehlungen können folgende Publikationen entnommen werden:

Einschätzung von Bohrrisiken und Risikominimierung bei grabenlosen Bauverfahren  
NSTT / Bolegbo-vok, Juni 2003  
Originaltitel: *Risicobeheesing sleufloze technieken voor ondergrondse infrastructuur*  
*Inventarisatie van boorrisico's*

Horizontal Directional Drilling - Technische Richtlinien des DCA  
2. Auflage - Oktober 2000  
Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.V.  
Charlottenburger Allee 39  
52068 Aachen

## 5 Anlagen

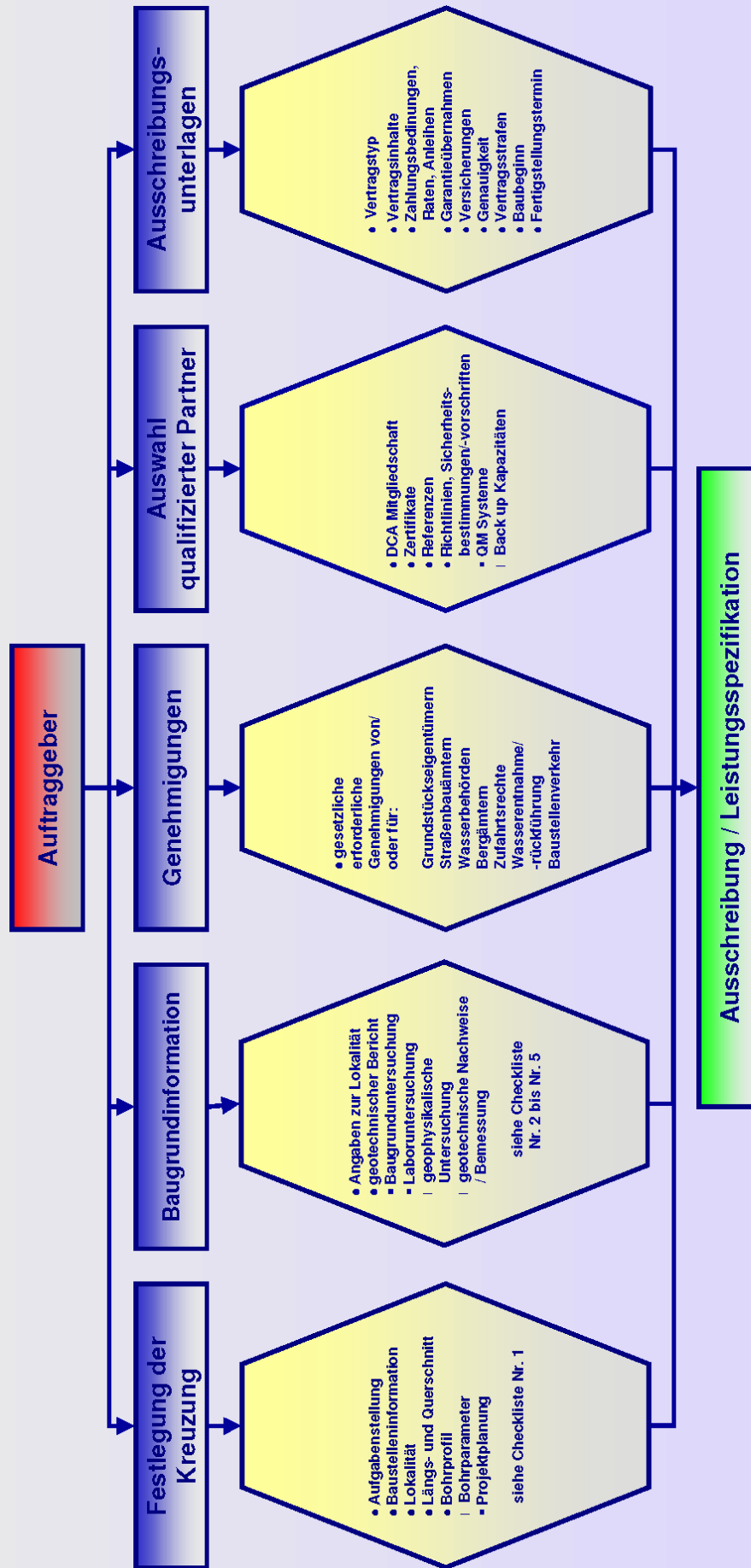
Anlage 1:	Ablaufdiagramm:	Projektplanung Auftraggeber
Anlage 2:	Ablaufdiagramm:	Angebotsbearbeitung Auftragnehmer
Anlage 3:	Ablaufdiagramm:	Arbeitsvorbereitung Auftragnehmer
Anlage 4:	Ablaufdiagramm:	Bauausführung Auftragnehmer
Anlage 5:	Legende:	Legende für Fallbeispiele
Anlage 6:	Fallbeispiele:	Bohrarbeiten in feinkörnigen Lockergesteinen
Anlage 7:	Fallbeispiele:	Bohrarbeiten in grobkörnigen Lockergesteinen
Anlage 8:	Fallbeispiele:	Bohrarbeiten in bindigen Lockergesteinen
Anlage 9:	Fallbeispiele:	Bohrarbeiten unter Grundwassereinfluss
Anlage 10:	Fallbeispiele:	Bohrarbeiten in Fest- und Halbfestgesteinen



Anlage 1

Anlage 1

Projektplanung Auftraggeber

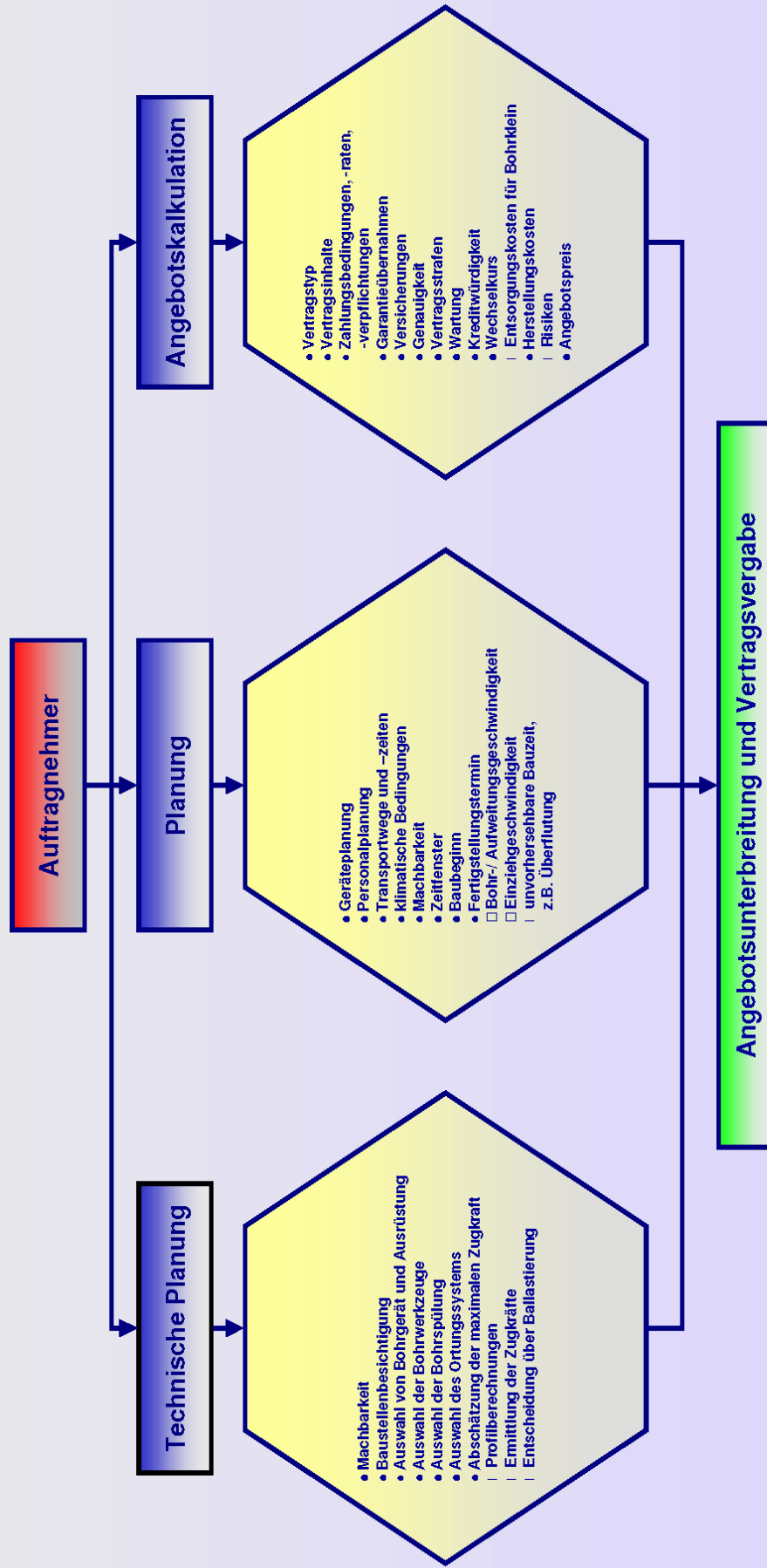


• = To-do's für Kategorie 1-3,    ■ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 2,    = Zusätzliche to-do's für Kategorie 3

Anlage 2

Anlage 2

# Angebotsbearbeitung Auftragnehmer

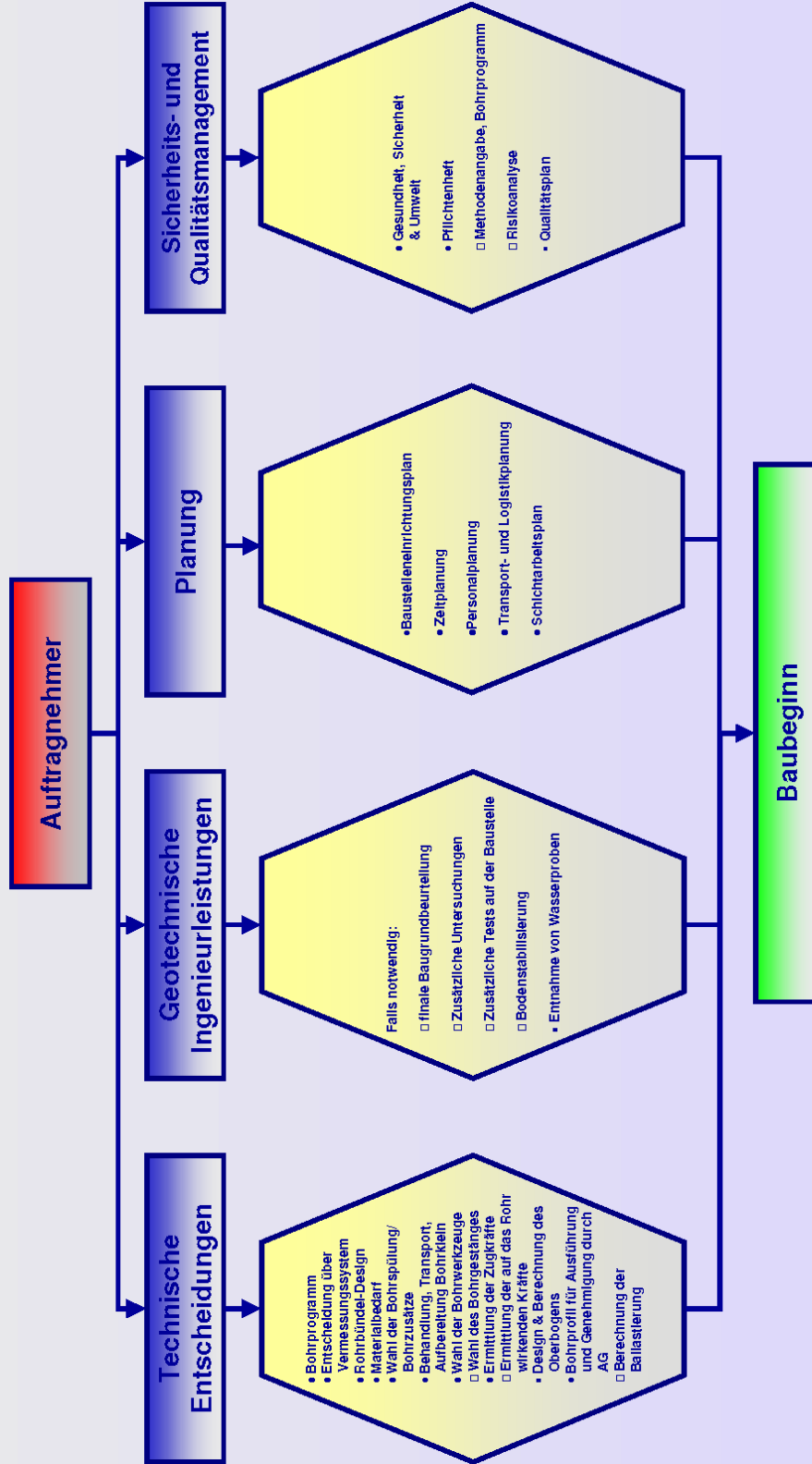


• = To-do's für Kategorie 1-3, ▪ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 2, □ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 3

Anlage 3

Arbeitsvorbereitung Auftragnehmer

Anlage 3



• = To-do's für Kategorie 1-3, □ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 2, □ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 3

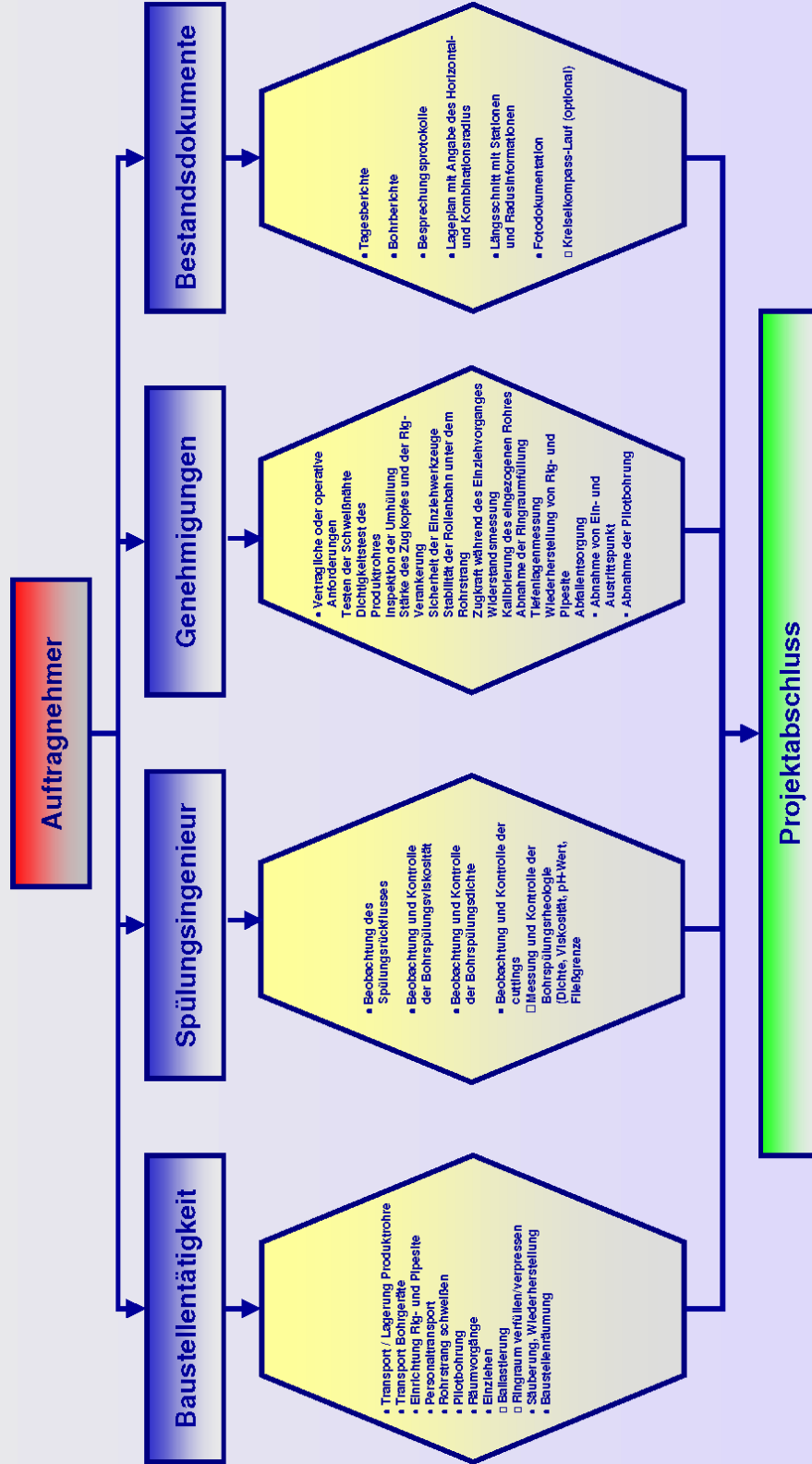


QUALITÄTSMANAGEMENT

Anlage 4

Anlage 4

# Baiausführung Auftragnehmer















• = To-do's für Kategorie 1-3, □ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 2, □ = Zusätzliche to-do's für Kategorie 3



QUALITÄTSMANAGEMENT

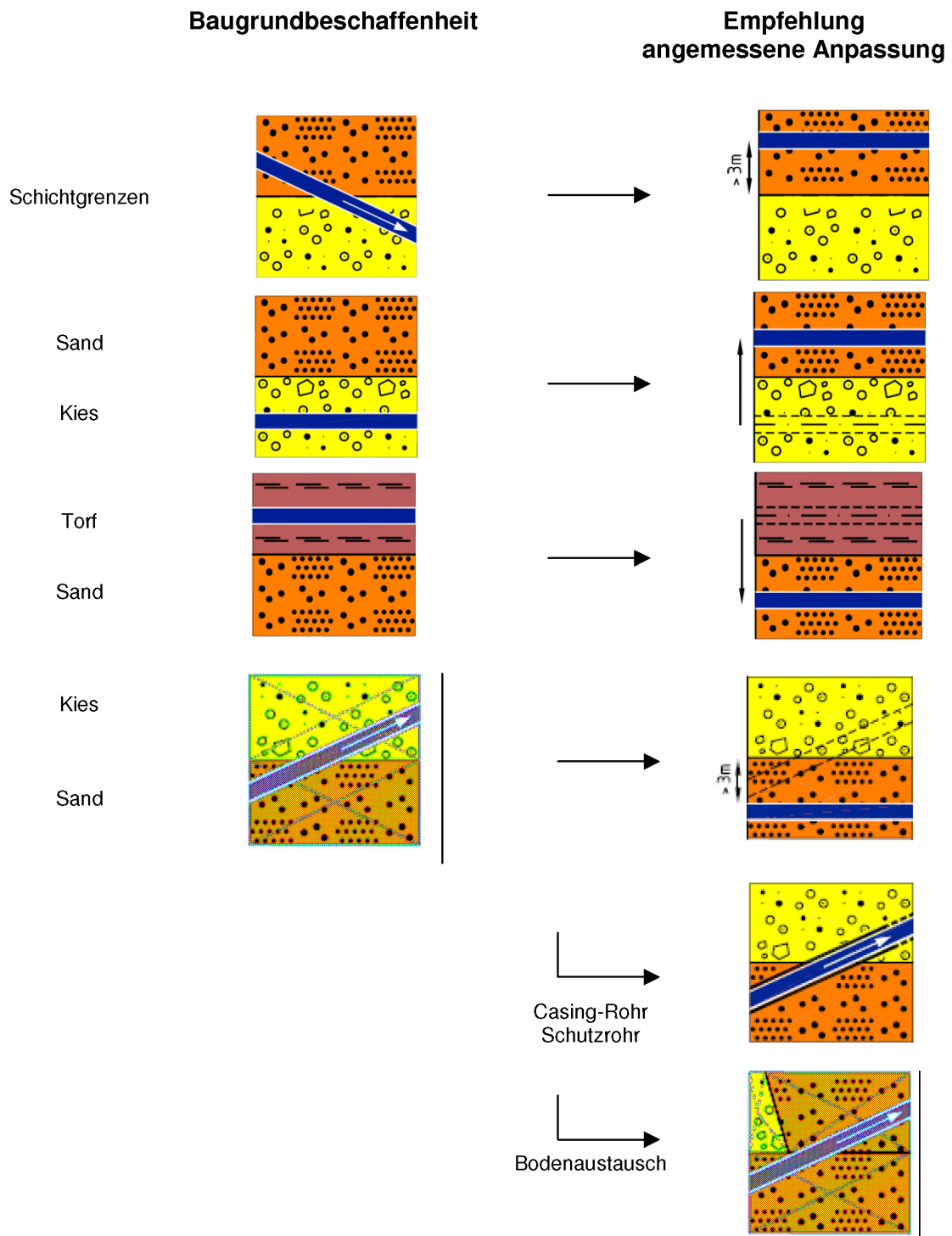
## Anlage 5

## Legende für Fallbeispiele

Symbole	Erläuterungen
	Sand (Sa)
	Kies (Gr)
	Silt (Si)
	Ton (Cl)
	Torf (Peat)
	Geschiebemergel (Boulder Clay)
	Fels (rock)
	Bohrloch, Bohrkopf, Bohrrichtung, ggf. Casing-Rohre
	breiig-flüssig $I_C < 0,5$
	steif, $0,75 < I_C < 1,00$
	fest, $I_C > 1,25$
	Grundwasserspiegel, statischer Porenwasserdruck
Aquifer	Grundwasserleiter
Aquitard	Grundwasserhemmer

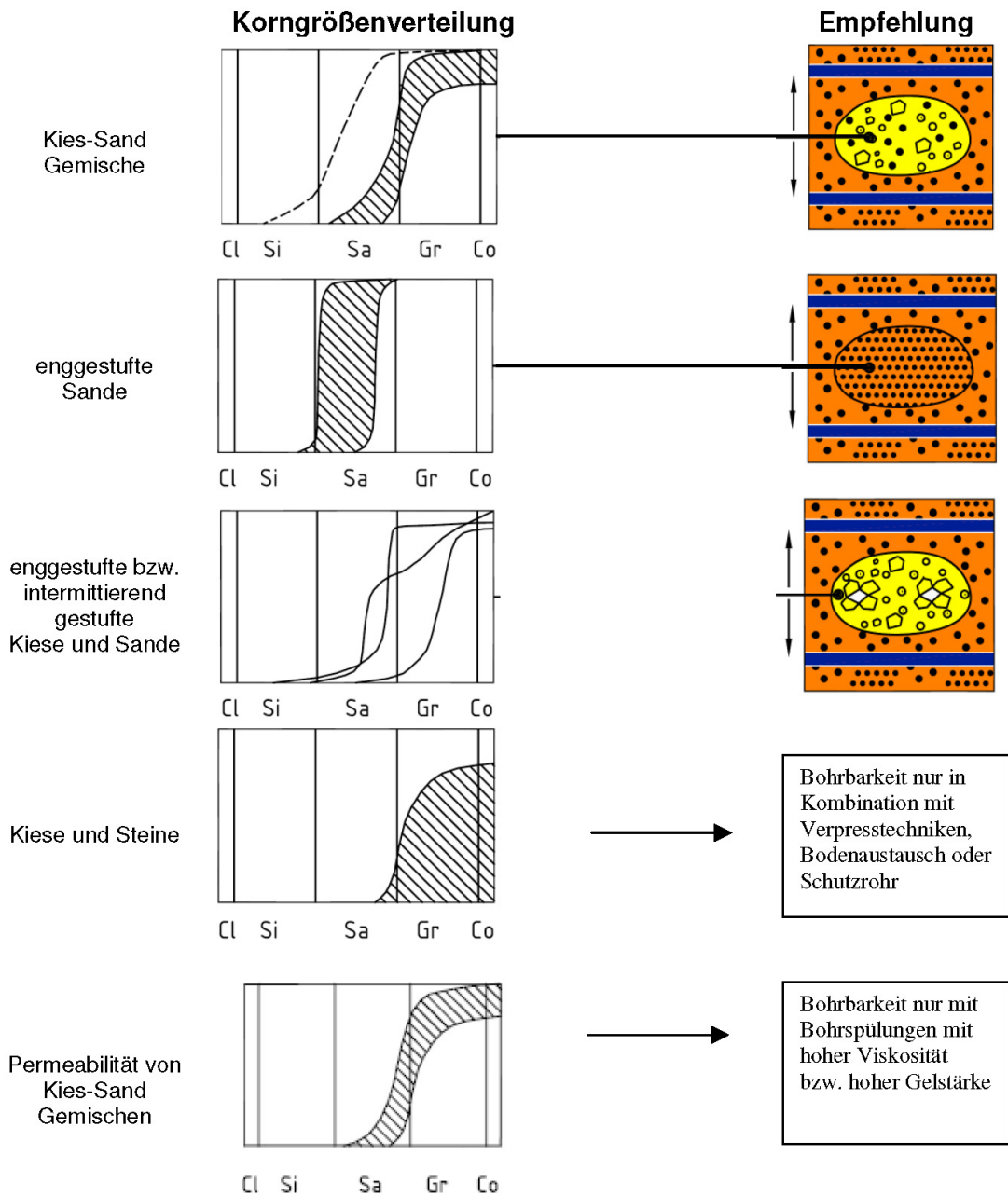
Anlage 6

# Bohrarbeiten in feinkörnigen Lockergesteinen



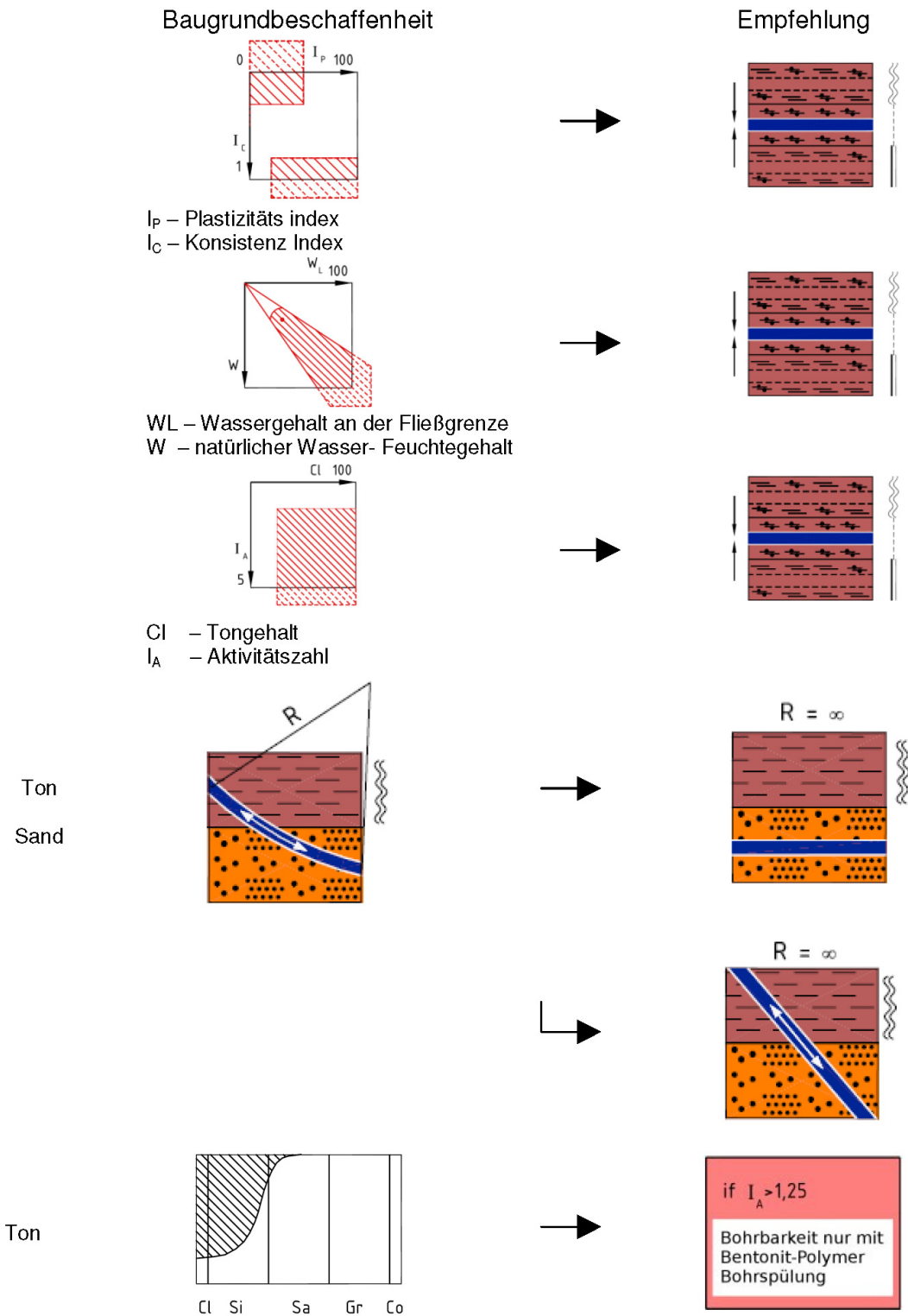
Anlage 7

# Bohrarbeiten in grobkörnigen Lockergesteinen



Anlage 8

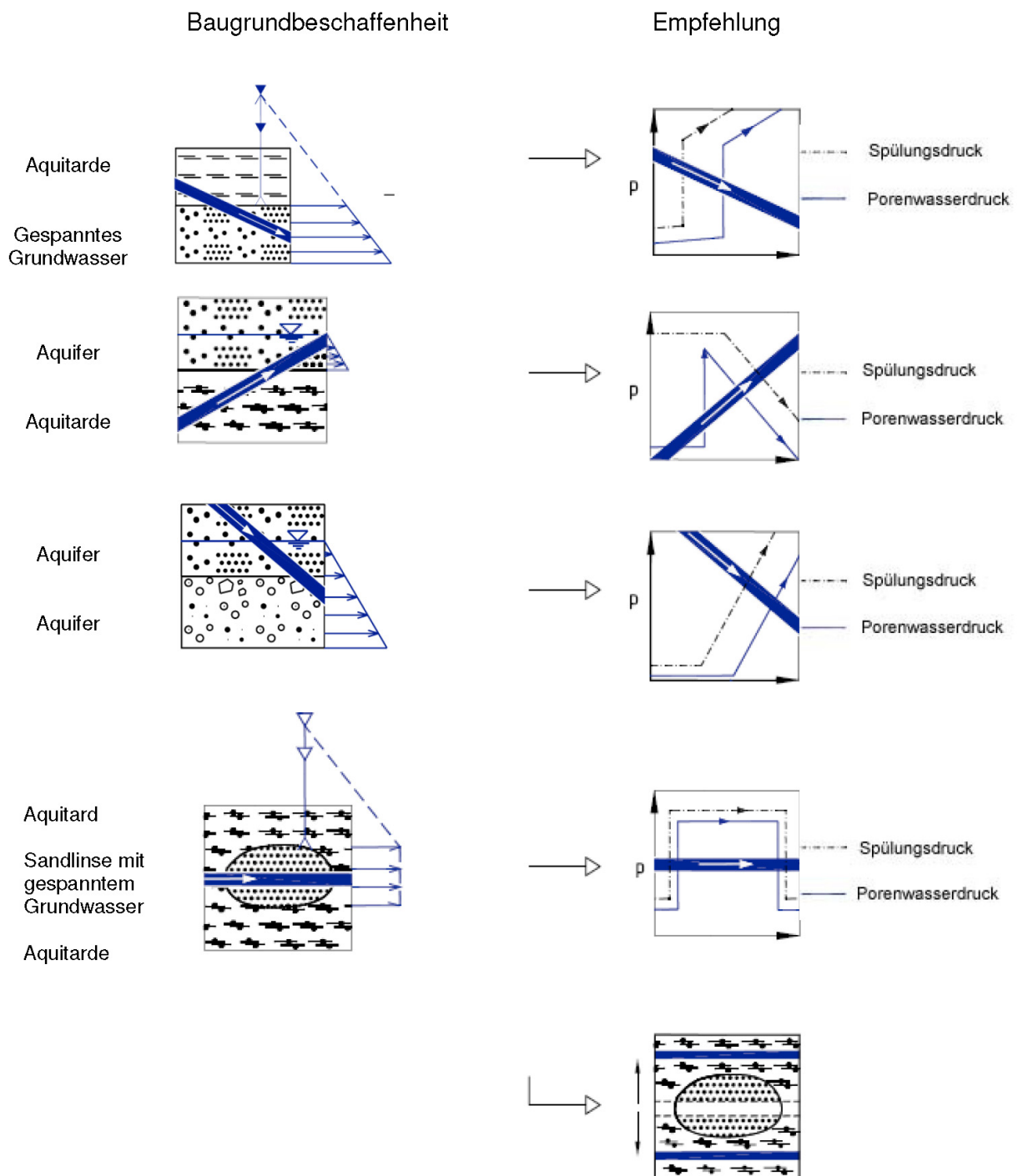
# Bohrarbeiten in bindigen Lockergesteinen





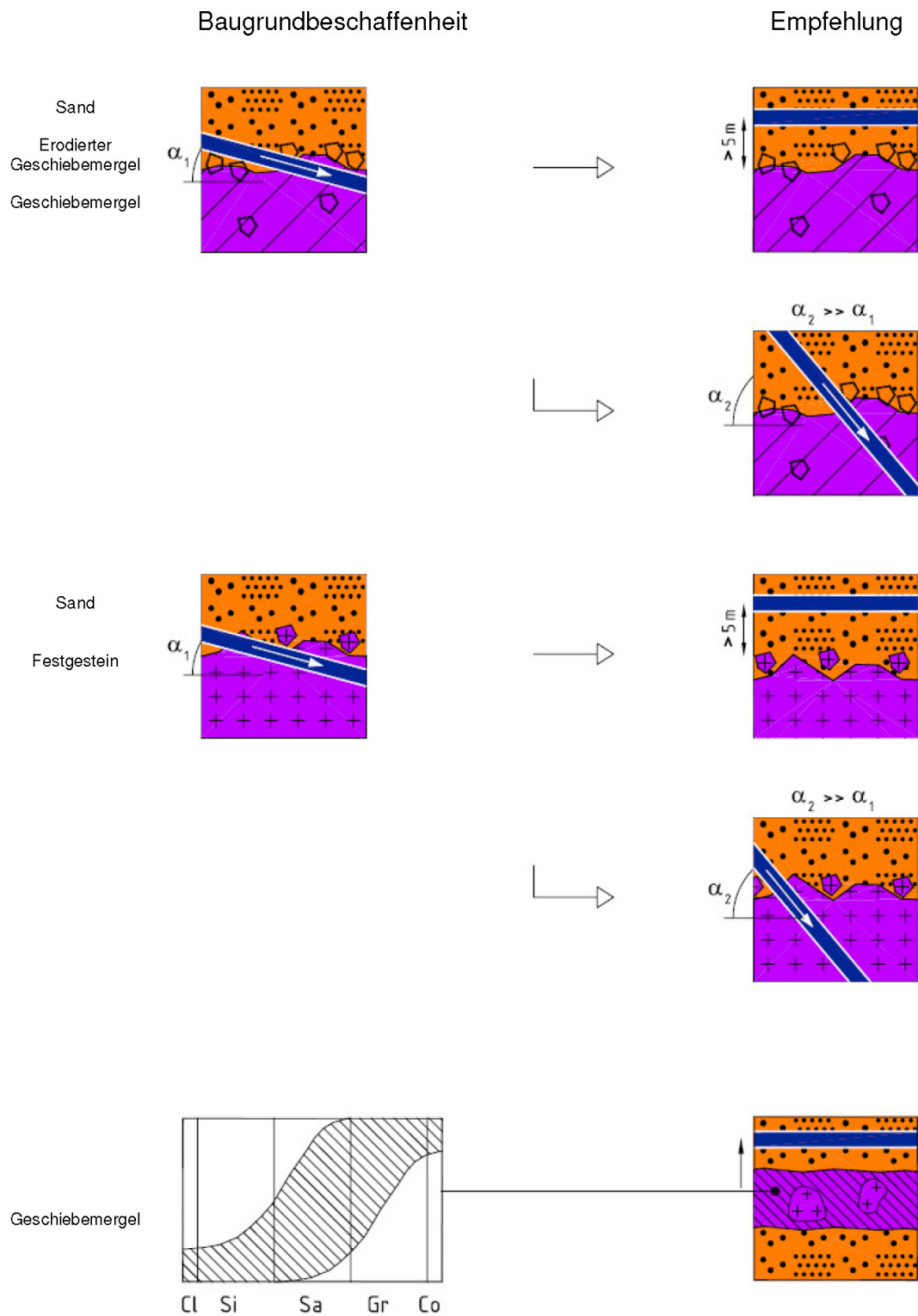
Anlage 9

## Bohrarbeiten unter Grundwassereinfluß



Anlage 10

# Bohrarbeiten in Fest- und Halbfestgesteinen





Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e. V.  
Drilling Contractors Association (DCA)  
Association des Entrepreneurs de Forage Dirigé  
Charlottenburger Allee 39  
52068 Aachen  
Tel.: +49 241 90 19 290  
Fax: +49 241 90 19 299  
E-Mail: [dca@dca-europe.org](mailto:dca@dca-europe.org)  
Internet: <http://www.dca-europe.org>