

GVT

Grundsätzliche Vereinbarungen für Statik und Konstruktion von Tunnelbauwerken

Teil 2 - Baugrubenumschließungen im Bereich der Stadtbahn in Frankfurt am Main

Stand Juni 2011



Aufgestellt: <small>nach § 23 HPPVO</small>	Mitgewirkt	Gepflichtet	Einverstanden:	Einverstanden:	Einverstanden:	Zugestimmt:
Prof. Krajewski	VGF GS BOStrab	Prof. Katzenbach	VGF Fahrweg	VGF Infrastruktur	VGF BL BOStrab	Technische Aufsichts- behörde
Hochschule Darmstadt	NT4.03	TU Darmstadt	NT33	NT3	NT4	RP Darmstadt Dez. III 33.1
Darmstadt, 7.6.2011	Frankfurt, 7.6.2011	Darmstadt, 14.6.2011	Frankfurt, 17.7.2011	Frankfurt, 09.07.2011	Frankfurt, 09.07.2011	Darmstadt, 10.6.2011
Prof. Krajewski	Mellies	Prof. Katzenbach	Rack	Lebisch	Rüffer	Krämer

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
1.1	Anwendungsbereich.....	5
1.2	Örtlicher Geltungsbereich.....	5
1.3	Bemessung	6
1.4	Teilsicherheitsbeiwerte	6
2	Lastannahmen für Baugrubenwände	7
2.1	Aktiver Erddruck	7
2.1.1	Erddruck aus seitlicher Bebauung	9
2.1.2	Erddruck aus Nutzlasten neben der Baugrube	10
2.2	Erhöhter aktiver Erddruck	10
2.3	Erddruckumlagerung	10
2.4	Passiver Erddruck	11
2.5	Erddruckabminderung in Eckbereichen.....	14
2.6	Wasserdruck.....	15
3	Lasten	17
3.1	Veränderliche Einwirkungen (Nutzlasten)	17
3.1.1	Straßenverkehr	17
3.1.2	Baustellenverkehr	17
3.1.3	Schienenverkehr.....	17
3.2	Anker und Stützen	18
4	Bauhilfskonstruktionen	19
4.1	Bemessung von Baugrubenabdeckungen und Hilfsbrücken	19
4.2	Einbindetiefe von Baugrubenmittelträgern.....	19
5	Leitungsanlagen	21
5.1	Lasten aus Leitungen	21
5.2	Lasten aus Straßenverkehr	22
6	Hinweise für Planung und Ausführung.....	23
6.1	Gültige Vorschriften - Material.....	23
6.2	Gültige Vorschriften - Bauverfahren und Bemessung.....	23
6.3	Ausführungstechnische Hinweise.....	23
6.3.1	Trägerbohlwände	23

6.3.2	Ortbetonwände	24
7	Konstruktion der Baugrubensicherung	26
7.1	Baugrubenwände	26
7.1.1	Mindesteinbindetiefe	26
7.1.2	Trägerbohlwände	26
7.1.3	Ortbetonwände	26
7.2	Steifen	27
7.2.1	Rückbauvorgang	27
7.2.2	Vorspannung	28
7.2.3	Konstruktion	28
7.3	Verpressanker	29
7.4	Verbände	31
7.4.1	Knickverbände	31
7.4.2	Aussteifung der Mittelträger	31
7.4.3	Abfangung von Mittelträgern	33
7.5	Fahrbahnabdeckungen	33
7.5.1	Fahrbahnträger	33
7.5.2	Brems- und Kippverbände	33
7.5.3	Fahrbahnplatten	34
7.5.4	Öffnungen in der Fahrbahnabdeckung	34
7.6	Abdichtung	35
8	Messprogramm	36
	Literaturverzeichnis	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Passiver Erddruck bei Trägerbohlwänden mit Erdaufleger im Frankfurter Ton.....	12
Abbildung 2.2: Mindestabmessungen von Bermen.....	13
Abbildung 2.3: Erddruckabminderung in Eckbereichen	14
Abbildung 2.4: Ermittlung des Erddrucks bei durchlässigen Verbauwänden in bindigem Boden.	15
Abbildung 4.1: Ermittlung der Widerstandskraft bei eingerammten Trägern.....	20
Abbildung 7.1: Ausbildung von Knickverbänden	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Charakteristische Werte bei Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ und Mantelreibung $q_{s,k}$ von gebohrten Verbauträgern im Frankfurter Baugrund bei Setzungen im Bereich der Gebrauchstauglichkeit ($s \approx 0,02 \varnothing$).....	19
---	----

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

- (1.1-1) Die vorliegenden Richtlinien sind für die Konstruktion und statische Berechnung von Baugrubenumschließungen im Stadtbahnbau der Stadt Frankfurt/Main anzuwenden. Sie ersetzen die Version aus dem Jahr 1991 und ergänzen die einschlägigen Vorschriften und Regelwerke im Hinblick auf lokale Festlegungen und Erfahrungen.
- (1.1-2) Die Baugrubenumschließungen für den Stadtbahnbau in Frankfurt am Main sind gemäß DIN 1054 [4] (bzw. [5], [6] und [7]) grundsätzlich der Geotechnischen Kategorie GK 3, dies ist die Kategorie für den höchsten Schwierigkeitsgrad geotechnischer Baumaßnahmen, einzuordnen.
- (1.1-3) Grundsätzlich ist daher neben dem Prüfsachverständigen ein Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau einzuschalten.
- (1.1-4) Die nachfolgenden und im Literaturverzeichnis aufgeführten Normen, Regelwerke, Richtlinien, Empfehlungen und Literaturstellen haben in ihrer aktuellen Fassung Gültigkeit. Hierzu ist die Musterliste der Technischen Baubestimmungen (MLTB) [3] maßgebend. Die in Kürze eingeführten europäischen Normen sind nach Aufnahme in die MLTB zu berücksichtigen.
In Sonderfällen ist der Prüfsachverständige für Erd- und Grundbau zur Klärung hinzuzuziehen.

1.2 Örtlicher Geltungsbereich

- (1.2-1) Der örtliche Geltungsbereich der bisherigen Richtlinien für die Konstruktion und statische Berechnung der Baugrubenumschließung (Stand: 1991) erstreckte sich auf das Gebiet Frankfurt am Main - Mitte, in welchem unter

Auffüllungen und quartären Sanden und Kiesen die Wechselfolge des sogenannten Frankfurter Tons (Hydrobienschichten, Miozän), sowie die Formation der Landschneckenmergel anstehen. In der aktuellen Version wird der Geltungsbereich auf den Westen Frankfurts erweitert, wo unter den quartären Böden überwiegend Sande des Pliozäns folgen. Die grundsätzliche Verbreitung der geologischen Formation geht aus dem Auszug der Geologischen Karte nach [29] (siehe Anhang 1) hervor. Lokale Abweichungen sind möglich. Hinsichtlich der detaillierten Beschreibung der Baugrundsituation ist ein geotechnischer Bericht gemäß DIN 1054 [4] erforderlich.

1.3 Bemessung

- (1.3-1) Die Bemessung der Baugrubenumschließung sowie der Aussteifungen ist grundsätzlich gemäß den geltenden Technischen Regelwerken (vgl. Literaturverzeichnis), insbesondere gemäß EAB [1] durchzuführen.

1.4 Teilsicherheitsbeiwerte

- (1.4-1) Teilsicherheitsbeiwerte sind nach Vorgabe der EB 79 EAB [1] zu berücksichtigen und sind der DIN 1054 [4] zu entnehmen.
- (1.4-2) Die Sicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q des Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen (GZ 1B) dürfen vereinfachend für die folgenden Lastfälle wie folgt zusammengefasst werden, sofern der Anteil der veränderlichen Einwirkungen $\leq 40\%$ der gesamten Einwirkungen beträgt.
- LF 1 zu $\gamma_{G,Q} = 1,40$
 - LF 2 zu $\gamma_{G,Q} = 1,25$

2 Lastannahmen für Baugrubenwände

2.1 Aktiver Erddruck

- (2.1-1) Die Berechnung des aktiven Erddrucks ist nach EAB [1] bzw. DIN 4085 [8] durchzuführen. Der Berechnung ist für das jeweilige Verbausystem eine wenig nachgiebige Stützung zugrunde zu legen. Die Verbaukonstruktion ist dementsprechend steif auszuführen. Anker sind nur nach gründlicher Erkundung der Lage und Höhe von eventuell beeinträchtigten Ver- und Entsorgungsleitungen zulässig und müssen einen garantierten Mindestabstand von 2,50 m hierzu aufweisen. Anker sind grundsätzlich vorzuspannen; Steifen sind sorgfältig zu verkeilen und gegebenenfalls ebenfalls vorzuspannen. Die Stützungen sind möglichst frühzeitig einzubauen.
- (2.1-2) Die folgenden Punkte sind bei der Berechnung des aktiven Erddrucks zu berücksichtigen:
- a) Für die folgende vereinfachte Erddruckberechnung wird eine Einbindung der Baugrube von mindestens 50% in den typischen Frankfurter Ton bzw. in pliozäne Sande zugrunde gelegt.
 - b) Der Frankfurter Ton besteht aus einer Schichtenfolge von Ton, Tonmergel, Kalksand und -schluffen, Hydrobien- und Muschelsanden sowie Kalksteinbänken. Die pliozänen Sande sind in der Regel schluffig und wechselnd kiesig ausgebildet. In die Sande sind örtlich wechselnd dicke Lagen aus feinsandigen Schluffen und Tonen mit teilweise organischen Beimengungen eingeschaltet.
 - c) Um bei der Ermittlung der Erddruckordinaten nicht alle Schichten der Wechselfolgen „Frankfurter Ton“ bzw. „pliozäne Sande“ berücksichtigen zu müssen, dürfen die Einzellagen im Rechenmodell zu einer homogenen Gesamtschicht zusammengefasst werden. Die angesetzten charakteristischen Kennwerte müssen das Verhalten der gesamten Wechselfolge repräsentieren.

-
- d) Etwa vorhandene Kalksteinbänke innerhalb der Wechselfolge des Frankfurter Tons sollen bei der Erddruckberechnung nicht entlastend angesetzt werden. Wenn in Ausnahmefällen von dieser Vorgabe abgewichen werden soll, ist ihr horizontbeständiges Vorkommen im jeweiligen Projekt gesichert nachzuweisen.
 - e) Die Tiefe des Aushubs nach Einbau einer Sicherungslage darf im Regelfall nicht mehr als 8,0 m betragen. Spätestens vier Wochen, nachdem mit dem Aushub der letzten 2,5 m begonnen worden ist, muss die Baugrubenwand gegen die Bauwerkssohle oder den entsprechend ausgebildeten Unterbeton abgestützt sein.
 - f) Wird abweichend vom Regelfall e) unter der untersten Sicherungslage bis maximal 11,0 m ausgehoben, ist unmittelbar nach Erreichen der Endaushubtiefe ein Unterbeton mindestens in C20/25,
 $h_{\min} = 20 \text{ cm}$ mit einer Bewehrung von mindestens einer oben liegenden Matte Q 188 A einzubringen. Es sind in diesem Fall Verformungsnachweise und Messungen an der Wand durchzuführen, Einzelheiten sind mit dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau abzustimmen.
 - g) Der Voraushub vor Einbau der ersten Sicherungslage darf eine Tiefe von 5,0 m nicht überschreiten.
- (2.1-3) Ein Nachweis von Vorbauzuständen vor Erreichen der Endaushubtiefe kann mit Einverständnis des Prüfsachverständigen entfallen, wenn:
- a) der vertikale Abstand der Sicherungslagen $\leq 6,0 \text{ m}$ beträgt und die oberste Sicherungslage nicht tiefer als 1,0 m unter Gelände liegt,
 - b) der Aushub vor Einbau der Sicherungslage 2,0 m nicht überschreitet,
 - c) die Verbauwand über die gesamte Baugrubentiefe eine einheitliche Biegesteifigkeit aufweist.

- (2.1-4) Beim Rückbau der obersten Sicherungslage muss die Baugrube bis mindestens 2,5 m unter Gelände verfüllt sein. Eine größere Baugrubenresttiefe ist zulässig, wenn in einer Tiefe von maximal 5,0 m unter Gelände eine Steifung (z.B. Bauwerksdecke) wirksam vorhanden bleibt. Zur Berechnung der Rückbauzustände ist nach EB 68 [1] zu verfahren.
- (2.1-5) Die bei den Vor- und Rückbauzuständen zu erwartenden Formänderungen von Verbauwand und Nachbargebäuden sind rechnerisch zu prognostizieren. Die Verträglichkeit der Formänderung ist zu beurteilen. Die auftretenden Verschiebungen sind messtechnisch zu erfassen und mit den Prognosen zu vergleichen.

2.1.1 Erddruck aus seitlicher Bebauung

- (2.1-6)
- a) Durch seitliche Bebauung entsteht ein Einfluss auf den Erddruck an der Baugrubenwand. Wenn eine unter 35° gegen die Horizontale geneigte Linie von der unteren Fundamentaußenkante auf die Baugrubenwand trifft, ist der Einfluss infolge seitlicher Bebauung zu berücksichtigen. Der Erddruck infolge der Bebauung ist nach EAB [1] zu berechnen.
 - b) Die waagerechten Bewegungen der Baugrubenwand, sowie die Setzungen hinter der Wand, sind im Einflussbereich von seitlicher Bebauung unter anderem durch Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks (vgl. 2.2) zu beschränken. Von dieser Empfehlung darf nur abgewichen werden, wenn die Verträglichkeit größerer Formänderungen für den Bestand nachgewiesen wird.
 - c) Bei Baugruben mit ungleich hohen Wänden oder ungleich schwerer seitlicher Bebauung sind der Erddruck auf die geringer belastete Wand bzw. die erforderlichen Stützkkräfte aus der Bedingung $\sum H = 0$ zu ermitteln.

2.1.2 Erddruck aus Nutzlasten neben der Baugrube

- (2.1-7) Die Berechnung des aktiven Erddrucks aus Nutzlasten neben der Baugrube ist nach EB 7 [1] durchzuführen.

2.2 Erhöhter aktiver Erddruck

- (2.2-1) Sollen die horizontalen Bewegungen einer Baugrubenwand sowie die damit verbundenen Setzungen hinter dem Baugrubenverbau mit Rücksicht auf ein bestehendes Bauwerk mit den nach EB 20 [1] genannten Maßnahmen verringert werden, so ist die Baugrubenwand mit einem erhöhten aktiven Erddruck, nach EB 22 [1], anstelle des aktiven Erddrucks zu bemessen. Die Größe des erhöhten aktiven Erddrucks ist von den Gegebenheiten der Baugrube, des Bodens und des Bauwerks abhängig. Generell ist der zu erwartende erhöhte aktive Erddruck zwischen dem aktiven Erddruck und dem Erdruhedruck einzuordnen.

2.3 Erddruckumlagerung

- (2.3-1) Eine Erddruckumlagerung nach EAB [1] ist zu berücksichtigen, sofern ein hinreichend biegeweiches System zur Anwendung kommt, welches oberhalb der Baugrubensohle mindestens 1-mal gestützt bzw. geankert ist.
- (2.3-2) Als hinreichend biegeweiche Systeme gelten:
- a) Trägerbohlwände
 - b) Spundwände
 - c) Aufgelöste Bohrpfahlwände
 - d) Bohrpfahlwände mit $l/d > 10$
 - e) Schlitzwände mit $l/d > 10$

Mit l = gesamte Wandtiefe und d = Wanddicke.

- (2.3-3) Eine Erddruckumlagerung ist für Trägerbohlwände nach EB 69 [1] anzusetzen. Bei aufgelösten Bohrpfahlwänden ist die Erddruckumlagerung ebenfalls nach EB 69 anzusetzen, sofern gilt:

$$a \geq d + (t/2)$$

mit: a = Achsabstand der Pfähle
 d = Pfahldurchmesser
 t = Einbindetiefe

Andernfalls sowie bei Spund- und Schlitzwänden ist eine Erddruckumlagerung nach EB 70 [1] anzusetzen. Nicht durch Steifen oder Anker gestützte Wände erfahren keine Erddruckumlagerung.

- (2.3-4) Werden biegestarke Systeme eingesetzt, darf eine Erddruckumlagerung nicht angewendet werden. Die Erddruckfigur ergibt sich somit aus der klassischen Erddruckberechnung.
- (2.3-5) Kommen andere, hier nicht genannte, Ausführungsarten zum Einsatz, sind die Lastannahmen mit dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau abzustimmen.

2.4 Passiver Erddruck

- (2.4-1) Den folgenden Angaben liegt die Annahme einer freien Auflagerung der Wände im Boden zugrunde. Wird für die Berechnung eine Einspannung am Fußpunkt angenommen, so ist für das jeweilige Verbausystem ein entsprechender Ansatz unter Berücksichtigung der EAB [1] zu wählen. Die Annahmen sind in diesem Fall mit dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau abzustimmen.
- (2.4-2) Die Berechnung des passiven Erddrucks bei im Boden frei aufgelagerten Spundwänden und Ortbetonwänden (Bohrpfahlwände und Schlitzwände) ist nach EB 19 [1] durchzuführen. Bei Trägerbohlwänden ist gemäß EB 14 [4] vorzugehen. Dies gilt auch für aufgelöste Bohrpfahlwände, sofern die Bedingung in (2.3-3) eingehalten ist.
- (2.4-3) Der Nachweis des Erdaufagers ist nach EB 80 und EB 14 [4] durchzuführen.

(2.4-4) Wegen möglicher Auflockerungen dürfen die ersten 20 cm unter der Baugrubensohle bei der Berechnung des passiven Erddrucks nicht in Betracht gezogen werden.

(2.4-5) Liegt das Erdauflager im Frankfurter Ton, so kann bei Trägerbohlwänden und bei aufgelösten Bohrpfahlwänden (sofern die Bedingung in (2.3-3) eingehalten ist), abweichend von EB 80 [1] wie folgt vorgegangen werden:

a) Der charakteristische passive Erddruck ergibt sich zu:

$$E_{ph,k} = c_{u,k} * \left(b_t * t + \frac{t^2}{2} \right)$$

$c_{u,k} = 100 \text{ kN/m}^2$ (charakteristischer Wert der undrainierten Kohäsion; sofern durch Versuche nichts anderes nachgewiesen)

t = Einbindetiefe

b_t = Trägerbreite

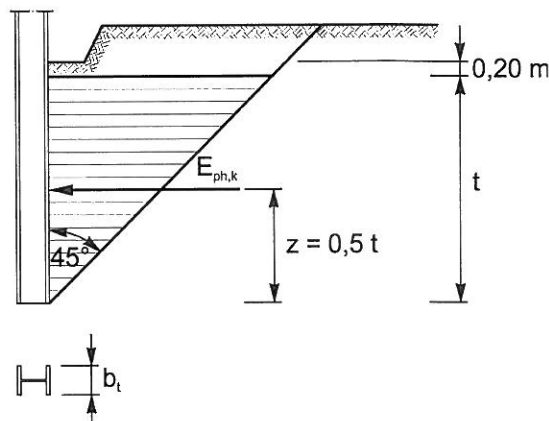


Abbildung 2.1: Passiver Erddruck bei Trägerbohlwänden mit Erdauflager im Frankfurter Ton

b) Der Abstand der Resultierenden von Trägerunterkante ist anzunehmen mit $z = 0,5 t$

c) Für den Achsabstand a der Träger muss folgende Bedingung eingehalten sein:

$$a \geq b_t + \frac{t}{2}$$

- d) Für $a < b_i + \frac{t}{2}$ ist der passive Erddruck wie für eine durchgehende Wand zu berechnen.

(2.4-6) Sofern am Fußauflager der Wand eine Berme angeordnet wird, darf die gesamte Einbindetiefe bei der Berechnung des Erdwiderstandes angesetzt werden, sofern die Berme die in Abbildung 2.2 angegebenen Mindestabmessungen nicht unterschreitet.

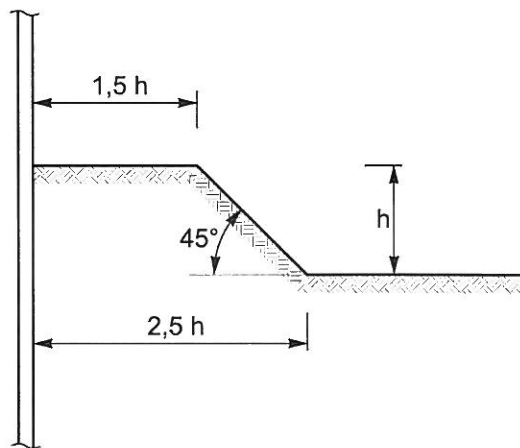


Abbildung 2.2: Mindestabmessungen von Bermen

2.5 Erddruckabminderung in Eckbereichen

(2.5-1) Die Tiefe der Baugrube sei H .

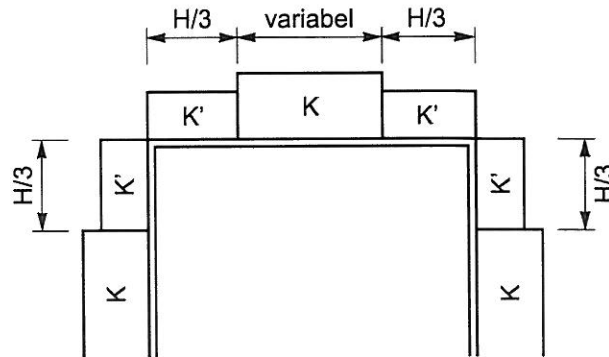


Abbildung 2.3: Erddruckabminderung in Eckbereichen

Sofern der aktive Erddruck klassisch für ebene zweidimensionale Querschnitte berechnet wird, darf der Erddruck in den in Abbildung 2.3 gezeigten Eckbereichen um $1/3$ abgemindert werden. Die in den Eckbereichen bei diesem Ansatz zulässigen horizontalen Verschiebungen betragen $\leq 1\%$ der Wandtiefe.

- (2.5-2) Die Abminderung ist nicht zulässig im Zusammenhang mit ausspringenden Ecken oder sprunghaften Änderungen der Baugrubenbreite. Die Steifbemessung in abgeminderten Bereichen hat mit einem Zuschlag von 20% zu erfolgen.
- (2.5-3) Auf die Möglichkeit von späteren Erweiterungen der Baugrube, bei denen dann die Grundlage für die Abminderung des Erddrucks an den Längswänden entfällt, wird besonders hingewiesen.

2.6 Wasserdruck

- (2.6-1) Der Wasserdruck auf die Verbauwände ist für die Bemessungswasserstände unter Berücksichtigung des im Boden auftretenden Strömungspotenziales (vgl. EB 59 [1]) zu ermitteln.
- (2.6-2) Bei durchlässigen Verbauwänden in bindigem Boden ist der Erddruck unter Berücksichtigung des im Gleitkeil des aktiven Grenzzustandes wirkenden Strömungsdrucks zu ermitteln. Sofern kein genauere Nachweis erfolgt, ist der Wasserdruck auf den Gleitkörper gemäß Abbildung 2.4 anzusetzen.

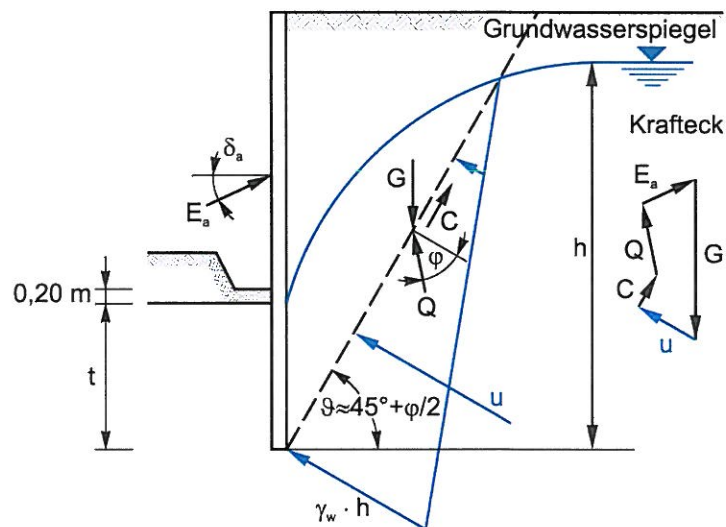


Abbildung 2.4: Ermittlung des Erddrucks bei durchlässigen Verbauwänden in bindigem Boden.

- (2.6-3) Der Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch ist nach EB 61 [1] zu führen. Abweichend von den in EB 61 [1] zugelassenen Ausnahmen, ist der rechnerische Nachweis stets zu führen.
- (2.6-4) Grundwasserhaltungsmaßnahmen sind zu planen und deren Auswirkungen bei der Planung zu berücksichtigen. Es ist sicherzustellen, dass auch bei Ausfall der Grundwasserhaltung eine ausreichende Sicherheit gewähr-

leistet ist (z.B. durch redundante Wasserhaltungssysteme oder Pumpenwachen). Eventuell sind Maßnahmen (wie ein rechtzeitiges Fluten der Baugrube) in einem Alarm- und Handlungsplan zu beschreiben und ihre Durchführung klar zu regeln.

- (2.6-5) Die Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich der Auswirkungen von Grundwasserhaltungsmaßnahmen sowie deren Planung sind dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau zur Prüfung vorzulegen.

Die erforderlichen geohydraulischen Nachweise sind zu führen und ebenfalls dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau zur Prüfung vorzulegen.

3 Lasten

3.1 Veränderliche Einwirkungen (Nutzlasten)

Veränderliche Einwirkungen sind nach EB 55, EB 56 und EB 57 [1] anzusetzen. Es gelten nachfolgende Ansätze.

3.1.1 Straßenverkehr

- (3.1-1) Die Belastung durch den Straßenverkehr ist nach EB 55 [1] zu berücksichtigen.

3.1.2 Baustellenverkehr

- (3.1-2) Veränderliche Einwirkungen infolge Baustellenverkehr sind nach EB 56 und EB 57 [1] zu berücksichtigen.

3.1.3 Schienenverkehr

- (3.1-3) Die Belastung infolge Straßenbahnen und oberirdischen U-Bahnen neben der Baugrube darf unter der großflächigen Gleichlast $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ nach EB 55, Kap. 6 [1], berücksichtigt werden, sofern zwischen Schwellenvorderkante und Wand ein Abstand von mindestens 0,60 m bzw. von Gleismitte bis Wand ein Abstand von $\geq 1,80 \text{ m}$ eingehalten wird. Bei einem geringeren Abstand ist die Flächenlast in einem 1,5 m breiten Streifen neben der Baugrubenwand wie folgt zu erhöhen:
- um $q'_k = 40 \text{ kN/m}^2$, wenn kein Abstand eingehalten wird;
 - Bei Abständen zur Schwellenvorderkante zwischen 0,0 m und 0,6 m ist q'_k linear zu interpolieren.

- (3.1-4) Einwirkungen aus Fliehkraft, Seitenstoß (Schlingerkraft) und aus Bremsen und Anfahren sind den Last- und Berechnungsvorgaben für Ingenieurbauwerke im Bereich der Stadtbahn Frankfurt am Main [16] zu entnehmen.

Für die Lastverteilung gilt sinngemäß der DIN-FB 101 [15].

3.2 Anker und Stützen

- (3.2-1) Zusatzbeanspruchungen, die infolge von Prüfen, Überspannen oder dem Lösen von Verankerungen oder Aussteifungen auftreten, müssen nicht nachgewiesen werden.

4 Bauhilfskonstruktionen

4.1 Bemessung von Baugrubenabdeckungen und Hilfsbrücken

- (4.1-1) Die Belastungsansätze für Baugrubenabdeckungen und Hilfsbrücken ergeben sich nach EB 56 [1] und DIN-FB 101 [15].
- (4.1-2) Für die Bemessung von Hilfsbrücken mit Straßenbahnlasten sind die Lastmodelle nach Vorgabe der VerkehrsGesellschaft Frankfurt a. M. [16] ergänzend zu DIN-FB 101 [15] zu berücksichtigen.

4.2 Einbindetiefe von Baugrubenmittelträgern

- (4.2-1) Die Mindesteinbindetiefe beträgt 3,0 m.
- (4.2-2) Bei der Ermittlung der Einbindetiefe infolge vertikaler Belastung dürfen die in Tabelle 4.1 aufgeführten Werte angesetzt werden, sofern aus der projektspezifischen Begutachtung des Baugrundes nicht abweichende Werte vorgegeben werden. Die Verwendung der Werte nach EB 84 [1] setzt voraus, dass der Frankfurter Ton in mindestens steifer Konsistenz und die pliozänen Sande in wenigstens mitteldichter Lagerung unterhalb der Baugrubensohle anstehen.

Tabelle 4.1: Charakteristische Werte bei Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ und Mantelreibung $q_{s,k}$ von gebohrten Verbauträgern im Frankfurter Baugrund bei Setzungen im Bereich der Gebrauchstauglichkeit ($s \approx 0,02 \varnothing$)

	$q_{b,k}$	$q_{s,k}$
Frankfurter Ton	400 kN/m ²	40 kN/m ²
Plioäne Sande	500 kN/m ²	50 kN/m ²

- (4.2-3) Erfolgt keine konstruktive Sicherung der Träger gegen Anprall, so ist EB 56 [1] zu berücksichtigen.
- (4.2-4) Bei eingerammten Trägern ist bei der Ermittlung der Widerstandskraft die gesamte erdberührte Trägersaußenfläche zu berücksichtigen. Dabei ist der kleinere Wert aus der Betrachtung der Abwicklung des Trägers (Fall a) und der Umrisslinie des Trägers (Fall b) maßgebend. (vgl. Abbildung 4.1)

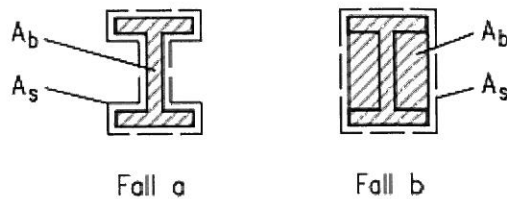


Abbildung 4.1: Ermittlung der Widerstandskraft bei eingerammten Trägern

- (4.2-5) Bei in Bohrlöcher eingesetzten Baugrubenmittelträgern ist das Bohrloch bis zum Trägerfuß verrohrt auszuführen. Der Trägerfuß ist bis zur Baugrubensohle mit Beton mindestens der Güte C20/25 aufzufüllen.

5 Leitungsanlagen

5.1 Lasten aus Leitungen

- (5.1-1) Für die Rohrleitungen, Leitungsbrücken, Fundamente einschl. Stützen und sonstigen erforderlichen Halterungen und Einbauten sind die Beanspruchungen aus Eigenlast und Umlenkungen des gefüllten Rohres, Wind, Reibung, Temperatur und dynamische Einflüssen aus der Flüssigkeitsbewegung (z.B. Druckstoß) sowie mindestens $q_v / 100$ als Horizontallast in Längs- und Querrichtung nachzuweisen.
- (5.1-2) Die Aufhängekonstruktion einschließlich der Leitungssysteme bei Wasserfüllung ist für folgende Temperatureinwirkungen zu berechnen:
- a) Ausgangstemperatur 12°C
 - b) Maximaltemperatur 20°C
 - c) Minimaltemperatur 0°C , d.h. $\Delta T = 20^\circ \text{C}$
- (5.1-3) Die Freiheitsgrade der Leitung sind an allen Unterstützungspunkten der jeweiligen Einwirkung entsprechend festzulegen.
- (5.1-3) Es sind absolute Festpunkte an dafür geeigneten Stellen einzurichten. Ggf. sind besondere Dilatationseinrichtungen vorzusehen.

5.2 Lasten aus Straßenverkehr

- (5.2-1) Fundamente im Einflussbereich des Straßenverkehrs ($e \leq 1,00$ m vom Fahrbahnrand) sind, sofern sie nicht durch entsprechende Leiteinrichtungen geschützt sind, für die zusätzliche Einwirkung Seitenstoß (seitlicher Fahrzeuganprall) analog zu DIN-FB 101 [15], Kap. 4.7.3.2 zu bemessen. Als Seitenstoß ist eine Last von 100 kN in 0,05 m unter Oberkante, maximal aber 1,2 m über Geländehöhe, anzusetzen.

6 Hinweise für Planung und Ausführung

6.1 Gültige Vorschriften - Material

- (6.1-1) Die charakteristischen Materialkenngrößen sind für Bauteile aus
- a) Holz nach DIN 1052 [25] (bzw. [26] und [27]),
 - b) Stahl nach DIN 18800 [22] (bzw. [23] und [24]),
 - c) Beton und Stahlbeton nach DIN 1045-1 [17] (bzw. [18] und [19]) und nach DIN-FB 100 [14], DIN 1045-2 [20] und DIN 1045-3 [21] anzusetzen.

6.2 Gültige Vorschriften - Bauverfahren und Bemessung

- (6.2-1) Bezüglich der Bemessung und Ausführung von Verbauwänden sind die ZTV-ING [2] sowie die jeweilig gültigen Fassungen der einschlägigen Normen, zu berücksichtigen. Insbesondere wird auf:
- a) DIN EN 1536 [9] für Bohrpfahlwände,
 - b) DIN 4126 [11] (bzw. [12]) für Schlitzwände und
 - c) DIN EN 12063 [13] für Spundwände
- verwiesen.

6.3 Ausführungstechnische Hinweise

6.3.1 Trägerbohlwände

- (6.3-1) Als Hölzer sind nur kantenscharf gesägte Holzbohlen einzusetzen, die mindestens der Sortierklasse S7 / C16M angehören (siehe EAB [1], Anhang 9). Die Mindestdicke beträgt 10 cm.
- (6.3-2) Die Mindestauflagerbreite der Hölzer beträgt $\frac{1}{5}$ der Trägerflanschbreite, mindestens aber 3 cm.

- (6.3-3) Rundhölzer und Eisenbahnschwellen sind als Verbohlung unzulässig.
- (6.3-4) Bei auf Biegung beanspruchten Vollhölzern gilt für den Modifikationsbeiwert gemäß DIN 1052 [25], Tab. F.1 zur Berücksichtigung der Nutzungsklasse vereinfachend: $k_{\text{mod}} = 1,00$.
Siehe hierzu auch EB 88 [1].
- (6.3-5) Die Sicherung der Bohlen in den Bohlträgern hat durch Hartholzkeile zu erfolgen. Die Hartholzkeile sind durch Aufnageln einer Leiste in ihrer Lage zu sichern.
- (6.3-6) Bei in Bohrlöcher eingesetzten Verbauträgern ist das Bohrloch bis zum Trägerfuß verrohrt herzustellen. Der Trägerfuß ist bis zur Baugrubensohle mit Beton mindestens der Güte C20/25 auszufüllen.

6.3.2 Ortbetonwände

- (6.3-7) Ortbetonwände dürfen in das Bauwerk als tragende Bauteile integriert werden, sofern die Expositionsklassen aus der Bauwerksnutzung berücksichtigt werden. Bei Schlitzwänden muss die Betondeckung mindestens 10 cm betragen.
- (6.3-8) Vor Einbau der Bewehrungskörbe hat eine Abnahme durch den Bauherrenvertreter zu erfolgen.
- (6.3-9) Bei wasserdruckhaltendem Verbau dürfen nur überschnitzene Bohrpfähle mit einem Mindestdurchmesser $d_{\text{min}} = 60$ cm und einer Überschneidung von mindestens 5 cm eingesetzt werden.
Schlitzwände müssen eine Mindestdicke von $d_{\text{min}} = 60$ cm aufweisen. Die Wanddicke muss an den Überschnitten auch an der ungünstigsten Stelle mindestens 20 cm betragen. Die Überschneidung ist messtechnisch nachzuweisen.

- (6.3-10) Bezüglich der Stababstände und der Mindestmaße der Betondeckung sind für einen Baugrubenverbau mit Schlitzwänden die Werte für ein Dauerbauwerk nach DIN 4126 [11] anzusetzen.
- (6.3-11) Um einen abflusslosen Bereich zwischen eventuell verbleibenden dichten Baugrubenwänden zu vermeiden, sind diese Wände nachträglich mit Öffnungen (Fenstern) zu versehen.

7 Konstruktion der Baugrubensicherung

7.1 Baugrubenwände

7.1.1 Mindesteinbindetiefe

- (7.1-1) Bei der Bemessung der Einbindetiefe sind sämtliche Vertikallasten zu berücksichtigen.

Bei Endaushub $\leq 8,0$ m unter der untersten Steifenlage beträgt die Mindesteinbindetiefe 2,0 m (gemessen ab UK Drainagegraben).
Bei Aushubtiefen $> 8,0$ m ist eine Einbindung von mindestens 2,5 m erforderlich.

Die erforderlichen Einbindetiefen sind rechnerisch nachzuweisen.

7.1.2 Trägerbohlwände

- (7.1-2) Bohlträgerabstände sind gleichmäßig zu wählen. Kann in besonderen Fällen ein gleicher Abstand zwischen den Trägern nicht eingehalten werden, sind diese gegen Verdrehung infolge ungleichmäßiger Belastung durch geeignete Maßnahmen zu sichern.

7.1.3 Ortbetonwände

- (7.1-3) Ortbetonwände sind ohne Staffelung der Bewehrung durchgehend für das jeweilige maximale Moment zu bemessen.

Die Längsbewehrung darf am oberen und unteren Pfahl- bzw. Wandende auf jeweils 2,00 m Höhe auf die Hälfte des Maximalwertes reduziert werden, sofern die Bemessung keine größeren Werte fordert.

- (7.1-4) Die Bewehrung ist bei Bohrpfahlwänden rotationssymmetrisch anzuordnen.
- (7.1-5) Bei der Herstellung überschnittener Bohrpfahlwände sind folgende Punkte einzuhalten:
- a) Die Herstellung ist gemäß einem Bohrfolgeplan vorzunehmen.
 - b) Die Herstellung darf nur mit Hilfe von Bohrschablonen erfolgen.
- (7.1-6) Bei der Herstellung von Schlitzwänden sind folgende Punkte einzuhalten:
- a) Die Herstellung ist gemäß einem Lamelleneinteilungsplan vorzunehmen.
 - b) Bei der Herstellung ist die erforderliche Überschneidung der Lamellen durch ein Geomesssystem in der Fußebene zu kontrollieren.
 - c) Bewehrung und Beton sind unmittelbar nach dem Ende des Auszugs eines Lamellenabschnittes einzubringen. Standzeiten des suspensionsgestützten Schlitzes > 45 min sind nicht zulässig.
- (7.1-7) Bei Bohrpfahlwänden und Schlitzwänden, die als wasserdruckhaltender Baugrubenverbau eingesetzt werden, darf die Lotabweichung maximal 0,5% der Wandhöhe betragen. Die Lotabweichung ist messtechnisch zu erfassen. Die Messergebnisse sind in einem Plan zeichnerisch auszuwerten.

7.2 Steifen

7.2.1 Rückbauvorgang

- (7.2-1) Die Steifenlagen sind im Regelfall so anzuordnen, dass beim Rückbau Umsteifungen nicht erforderlich werden und keine Aussteifungskräfte der Verbauwände in das Tunnelbauwerk geleitet werden, die zu einer Erhöhung der erforderlichen Bewehrung bzw. Bauwerksabmessungen führen.

- (7.2-2) Lässt sich in Sonderfällen eine zusätzliche Beanspruchung der Tunnelbauwerke durch den Rückbau nicht vermeiden, so sind die entsprechenden statischen Nachweise zu führen.
- (7.2-3) Beim Rückbau ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen sicherzustellen, dass durch den Ausbau der Steifen keine unzulässigen großen Verformungen auftreten, die eine angrenzende Bebauung oder neben der Baugrube liegende Leitungen gefährden oder beschädigen können.
Als konstruktive Maßnahme gilt z. B. der Einbau einer 20 cm dicken Betonscheibe in C20/25 circa 1,0 m unter der auszubauenden Steifenlage (siehe auch Kapitel 2.1). Diese Betonscheibe ist mit einer oben liegenden Matte \geq Q188 A zu bewehren.
- (7.2-4) Werden ausnahmsweise Teile der Aussteifung beim Rückbau in der Baugrube zurückgelassen, sind diese in Bestandsplänen aufzunehmen.

7.2.2 Vorspannung

- (7.2-5) Ist durch eine Verschiebung der Baugrubenwände die angrenzende Bebauung setzungsgefährdet, sind Steifen vorzuspannen.

7.2.3 Konstruktion

- (7.2-6) Eine waagerechte und zu den Gurten rechtwinklige Steifenanordnung ist anzustreben. Stahlsteifen sind mit Stahlkeilen, Holzsteifen mit Hartholzkeilen zu verkeilen. Die Gurte sind in vertikaler Richtung durch Konsolen oder geeignete Aufhängungen zu befestigen.
- (7.2-7) Die Steifen sind an ihren Enden sowie an Zwischenauflagern gegen horizontale und vertikale Verschiebungen und gegen Verdrehen zu sichern. Evtl. auftretende Horizontalkräfte quer zu den Steifen sind in die Baugrubenwände zu leiten.

- (7.2-8) Bei Bohlträgerwänden sind die im oberen Bereich anzuordnenden Steifen auf durchlaufende Gurtungen (mind. 15 cm^2) aufzulagern.
Die Auflagerlänge der Steifen an den Gurten soll mindestens 3 cm betragen.
- (7.2-9) Als konstruktive Maßnahme gegen den Ausfall einer Steife bzw. eines Ankers ist ein Stahlzugband (mind. $100 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$) am Kopf des Verbaus anzuschweißen, vorausgesetzt, dass die oberste Gurtung nicht für eine solche Sicherung herangezogen werden kann. Ein Nachweis gegen den Ausfall einer Steife bzw. eines Ankers entfällt hierdurch nicht.
- (7.2-10) Sämtliche Verkeilungen sind gegen Herausgleiten zu sichern.
- (7.2-11) Rundholzsteifen müssen gerade gewachsen sein und dürfen nicht gestoßen werden.
- (7.2-12) Bei Steifenprofilen größer als HEB 300 sind die Gurte als Doppelgurte auszubilden, die maximale Spreizung der Gurtprofile darf dabei 60 cm nicht überschreiten.
- (7.2-13) Zusammengesetzte Steifenprofile sind zu vermeiden.

7.3 Verpressanker

- (7.3-1) Es dürfen nur Verpressanker mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik, Berlin (DIBt) eingesetzt werden. Entsprechende Nachweise sind dem Bauherrenvertreter vor dem Einsatz vorzulegen.
- (7.3-2) Die Tragfähigkeit von Verpressankern ist mit Eignungsprüfungen nach DIN EN 1537 [10] an mindestens drei Ankern zu ermitteln. Die Eignungsprüfungen sind so rechtzeitig vorzunehmen, dass die Ergebnisse in die Planung einfließen können. Die Eignungsprüfungen sind spätestens bei

Baubeginn vorzunehmen.

(7.3-3) Für Vorbemessungen können folgende zulässigen Ankerkräfte angenommen werden:

a) Krafteintragungslänge vollständig in quartären oder pliozänen Sanden

zul. $P = 450 \text{ kN}$

b) Krafteintragungslänge vollständig in tertiären Tonen

zul. $P = 350 \text{ kN}$ (Bei 2-facher Nachverpressung).

Die Angaben setzen eine Krafteintragungslänge von 5,0 bis 6,0 m voraus. Bohr- und Herstellungsverfahren sind bereits bei der Vorbemessung zu berücksichtigen.

(7.3-4) Die Tragfähigkeit der Bauwerksanker ist nach DIN EN 1537 [10] durch Abnahmeprüfungen nachzuweisen.

(7.3-5) Der Ausfall eines Ankers ist nachzuweisen. Bezüglich konstruktiver Maßnahmen gegen den Ausfall eines Ankers siehe 7.2-9.

7.4 Verbände

- (7.4-1) In den Aussteifungsplänen sind die für den Bauzustand erforderlichen Verbände darzustellen.

7.4.1 Knickverbände

- (7.4-2) Werden zur Verringerung der Steifenknicklänge Knickverbände angeordnet, sind deren Kräfte in Abständen von weniger als 30 m durch Diagonalen, entsprechend Abbildung 7.1, in Festpunkte einzuleiten.

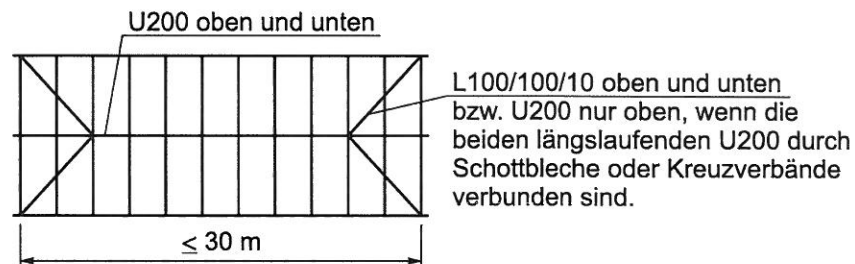


Abbildung 7.1: Ausbildung von Knickverbänden

Die Anordnung und Ausbildung der Verbände ist im Steifenplan festzulegen; auf die Blockeinteilung ist Rücksicht zu nehmen (z. B. bei unterschiedlichen Rückbauzuständen in den einzelnen Blöcken).

Ein statischer Nachweis ist nicht erforderlich, wenn entsprechend den Festlegungen in dieser Ziffer verfahren wird.

7.4.2 Aussteifung der Mittelträger

- (7.4-3) Die Baugrubenmittelträgerreihen erhalten durch die Auflager- und Bremskräfte aus der Fahrbahndeckung sowie aus nicht exakt geführten Steifenzügen Längskräfte, die bei Versprüngen oder an den Enden der Trägerflucht, jedoch mindestens in Abständen von circa 30 m in die Baugrubenwände einzuleiten sind.

Hierzu sind vorzusehen:

- a) Alle Felder der Mittelträgerflucht zwischen den beiden obersten Steifenlagen sind mit vertikalen, kreuzenden Verbänden (Andreas-kreuz) zu versehen. Im Bereich der Kraftableitung zur Außenwand (Ende einer Trägerflucht, Verspringen mit einer fortlaufenden Flucht, jedoch mindestens alle 30 m und stets an Baggerständen) sind die unteren Felder bis zur Aushubsohle ebenfalls mit „Andreaskreuzen“ zu versehen.
- b) Im Bereich der nach a) übereinander anzuordnenden Andreaskreuze, sind in Höhe der Steifenlagen, von Außenwand zu Außenwand durchgehende Horizontalverbände anzuordnen.
- c) Bei Versprüngen und an Enden von Mittelträgerfluchten bzw. bei Fehlen von mehreren Baugrubensteifen (verankerte Baugrubenwand), besonders bei mehreren Mittelträgerfluchten (sehr breite Baugruben) und bei Baggerständen ist es ggf. erforderlich, zur Sicherung der Mittelträgerreihen im Bereich der Horizontalverbände zusätzliche Vertikalverbände quer zur Baugrube anzuordnen (Türme).
- d) Die Mittelbohrträger sind an den durchlaufenden Steifenzügen quer zur Baugrube zu fixieren.

(7.4-4) Für die unter a) bis c) angeführten Verbände ist in der Regel das Profil U 200 ausreichend. Bei Schweißanschlüssen ist der Profilquerschnitt voll anzuschließen.

(7.4-5) Wenn die Aussteifung und Sicherung der Mittelträger gemäß der hier beschriebenen Konzeption konstruiert wird, kann ein rechnerischer Nachweis der Verbände entfallen. Einzelheiten, insbesondere der Anschlüsse sind in den Ausführungszeichnungen darzustellen.

(7.4-6) Bei Anordnung aller Verbände ist die Betonierfolge für den Tunnelbau zu berücksichtigen (z. B. keine Horizontalverbände im Deckenbereich). Ist im Zuge des Tunnelbaus die Herausnahme von Verbänden erforderlich, sind

geeignete Maßnahmen zur Erhaltung der Standsicherheit zu treffen.

- (7.4-7) Die als Steifenaufleger dienenden Zangen in den Mittelbohrträgerfluchten sind zusätzlich zu den Auflagerkräften aus den Steifen für eine Stabilisierungskraft von 1/100 der maximalen Steifenkraft aller an den Verband angeschlossenen Steifen zu bemessen.
- (7.4-8) Bei Steifenhöhen größer HEB 400 sind die oberen Flansche der Steifen in den Mittelbohrträgerfluchten zusätzlich zu stabilisieren.

7.4.3 Abfangung von Mittelträgern

- (7.4-9) Für geschweißte Ausführungen werden Spannungen in den Nähten auf 100 N/mm^2 begrenzt.

Bis zu ihrem Ausbau sind die Mittelträger in den Deckenaussparungen durch Verkeilen gegen Verschieben zu sichern.

7.5 Fahrbahnabdeckungen

7.5.1 Fahrbahnträger

- (7.5-1) Die Fahrbahnträger können als oberste Steifenlage herangezogen werden. Die Durchbiegung unter Verkehrslast darf 1/500 nicht überschreiten, Schweißstöße sind bei gebrauchten Fahrbahnträgern nicht zugelassen. Die Aufnahme und Ableitung der Horizontalkräfte sowie die Aufnahme der Vertikallasten sind nachzuweisen.

7.5.2 Brems- und Kippverbände

- (7.5-2) Die Bremslasten sind mindestens in Abständen von 30 m in die Baugrubenwände einzuleiten. Die Bremsverbände sind möglichst so anzu-

ordnen, dass die Aufnahme der Bremslasten sowie die Sicherung der Fahrbahnträger gegen Kippen und Torsionsbeanspruchung durch dieselben Verbände gewährleistet sind.

7.5.3 Fahrbahnplatten

- (7.5-3) Die Fahrbahnplatten sind im Regelfall aus Stahlbeton mit profilierter Oberfläche herzustellen. Die Länge der Platten soll ca. 2,0 m betragen. Die Platten müssen zweiachsig spannbar sein. Die Plattenoberseite ist eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen, Kantenschutzwinkel sind ausreichend zu verankern.
- (7.5-4) Mindestens jede dritte Fahrbahnplatte in Längsrichtung ist gegen Verschieben auf den Trägern zu sichern. Diese Sicherungen sind so auszubilden, dass eine Einleitung der Bremskräfte in den Träger erfolgen kann.
- (7.5-5) In Bereichen, die für Lastmodell 1 gemäß DIN-FB 101 [15] bemessen werden, sind die Fahrbahnplatten auf unbewehrte Neoprene - Streifen, $d = 10 \text{ mm}$, aufzulagern.
- (7.5-6) Bei geringerer Belastung und bei reinem Baustellenbetrieb dürfen die Fahrbahnplatten auf 5 cm dicken, auf den Fahrbahnträgerflanschen befestigten Hölzern aufgelagert werden.

7.5.4 Öffnungen in der Fahrbahnabdeckung

- (7.5-7) Öffnungen in der Fahrbahnabdeckung sind durch Absturzsicherungen zu sichern. Zwischen den befahrbaren Teilen der Abdeckung und Öffnungen sind zusätzlich Schrammborde anzuordnen.
- (7.5-8) Die Baggerlöcher sind gegen Ausschwenken von Lasten durch stabile Leiteinrichtungen zu sichern.

- (7.5-9) Um der Forderung „stabile Leiteinrichtung“ nachzukommen, sind folgende Maßnahmen durchzuführen.
- a) Zum Schutz der Baugrubensteifen vor Anprall durch Baggergreifer und Herausreißen ist eine Leiteinrichtung vorzusehen. Sie muss lotrecht montiert werden und auch in das Baggerloch hineinragende Steifen abdecken.
Als geeignet hat sich die Anordnung von Winkeln 100/100/10 mm in 0,5 m Abstand erwiesen, die an die stützenden Steifen angeschlossen werden.
 - b) Wird ein Laufsteg mit weniger als 2,0 m Abstand an einem Baggerloch vorbeigeführt, so ist ein besonderer Schutz für die Nutzer des Laufstegs vorzusehen.

7.6 Abdichtung

- (7.6-1) Für Bauwerke, die ohne Arbeitsraum direkt gegen den Baugrubenverbau betoniert werden, ist die Abdichtung entsprechend der Normalie K-N1.102-K-N1.105 [28] auszubilden.
- (7.6-2) Für Bauwerke, die mit Arbeitsraum hergestellt werden, ist die Abdichtung entsprechend der Normalie K-N1.106-K-N1.108 [28], auszubilden.
- (7.6-3) Zur Ausbildung der Abdichtung unter einer Mittelbohrträgerabfangung wird auf die Normalie K-N1.111 [28] verwiesen.

8 Messprogramm

- (8-1) Die bei Ausführung einer Baugrube auftretenden Verformungen und Bauteilbeanspruchungen sind messtechnisch zu erfassen. Grundlage bilden die Festlegungen zur Beobachtungsmethode in DIN 1054 [4] (bzw. [5], [6] und [7]).
- (8-2) Das Messprogramm ist projektspezifisch aufzustellen und ist integraler Bestandteil der Planungsarbeiten. Es ist mit dem Bauherrenvertreter, dem Prüflingenieur und dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau abzustimmen.
- (8-3) Das Messprogramm soll Haupt- und Regelmessquerschnitte enthalten, die sich in der Intensität der Messüberwachung unterscheiden. Der Abstand von Regelmessquerschnitten soll bei Streckenbauwerken maximal 50 m betragen. Hauptmessquerschnitte sollen in Abständen von maximal 250 m angeordnet werden.
- (8-4) Setzungen und horizontale Verschiebungen des Geländes und von Gebäuden sowie des Verbaukopfes werden mit tachymetrischen Messmethoden erfasst.
- (8-5) Die Horizontalverschiebung des Baugrubenverbaus wird tachymetrisch bzw. mit Hilfe von Inklinometern erfasst.
- (8-6) Bei vorgespannten Ankern und Steifen sind an exemplarischen Stellen Messuhren zur Erfassung der auftretenden Kräfte anzuordnen.
- (8-7) Die im Nahbereich und Messfeld der Baumaßnahme vorhandenen Wasserstände sind zu messen und aufzuzeichnen. Insbesondere sind Grundwasserentnahmen zu dokumentieren (Entnahmestellen, Mengen, etc.).

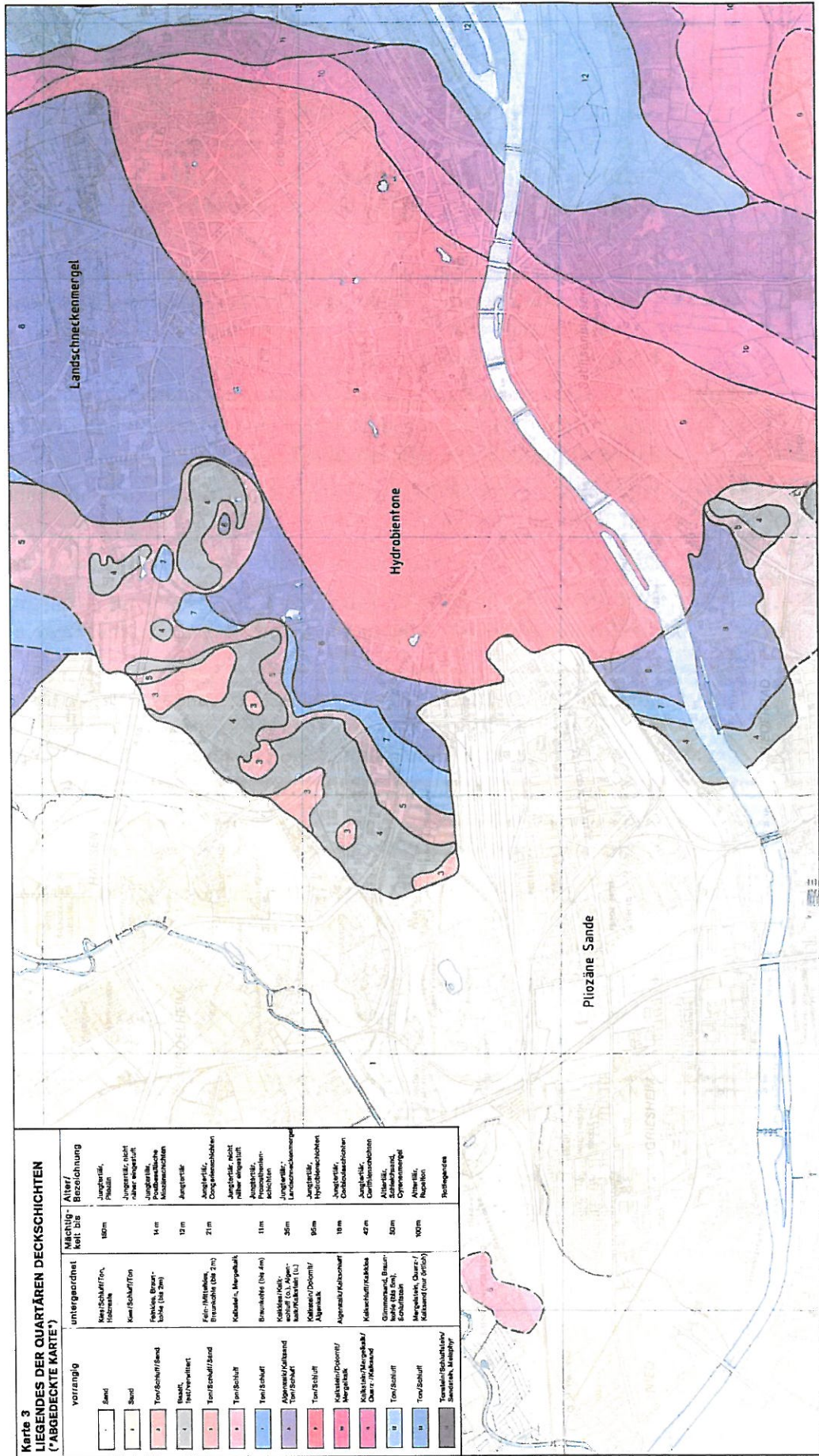
- (8-8) Projektspezifisch können weitere Messungen erforderlich werden.
- (8-9) Das Messprogramm muss Angaben zur Messhäufigkeit enthalten.
- (8-10) Die Messergebnisse sind baubegleitend grafisch aufzutragen und in Hinblick auf Übereinstimmung mit den Prognosen auszuwerten. Die Messergebnisse sowie die Auswertung hinsichtlich der Übereinstimmung mit den Prognosen sind dem Prüfenieur und dem Prüfsachverständigen für Erd- und Grundbau vorzulegen.

Literaturverzeichnis

- [1] EAB Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben, Ernst und Sohn; 4. Auflage 2006
- [2] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) - Baudurchführung, Verkehrsblatt-Verlag; Dezember 2007
- [3] MLTB, Musterliste der Technischen Baubestimmungen, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik
- [4] DIN 1054: 2005-01 mit Änderung A1: 2009-07, Baugrund; Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [5] DIN EN 1997-1:2009-09, Eurocode 7, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [6] DIN EN 1997-1/NA: 2010-12 Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [7] DIN 1054: 2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [8] DIN 4085: 2011-05, Baugrund – Berechnung des Erddrucks
- [9] DIN EN 1536: 2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle
- [10] DIN EN 1537: 2001-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verpressanker
- [11] DIN 4126: 1986-08, Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Ausführung
- [12] DIN EN 1538: 2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Schlitzwände
- [13] DIN EN 12063: 1999-05, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Spundwandkonstruktionen
- [14] DIN-Fachbericht 100: 2010-03, Beton - Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [15] DIN-Fachbericht 101: 2009-03, Einwirkungen auf Brücken
- [16] Last- und Berechnungsvorgaben für Ingenieurbauwerke im Bereich der Stadtbahn Frankfurt am Main, VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main, Dezember 2009

-
- [17] DIN 1045-1: 2008-08, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion
 - [18] DIN EN 1992-1-1: 2011-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
 - [19] DIN EN 1992-1-1/NA: 2011-1, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
 - [20] DIN 1045-2: 2008-08, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
 - [21] DIN 1045-3: 2008-08, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung
 - [22] DIN 18800: 2008-11, Stahlbauten –Teil 1: Bemessung und Konstruktion
 - [23] DIN EN 1993-1-1: 2010-12, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
 - [24] DIN EN 1993-1-1/NA: 2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
 - [25] DIN 1052: 2008-10 (mit Berichtigung 2010-05): Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau
 - [26] DIN EN 1995-1-1: 2010-12, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
 - [27] DIN EN 1995-1-1/NA: 2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
 - [28] Unterirdische Stationen, Normalien Rohbau, VerkehrsGesellschaft Frankfurt am Main, Stand 2010 (Vorabzug)
 - [29] Dr. E. Kümmerle, Geologisches Kartenwerk, Beiblatt 1 zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5817 Frankfurt a.M. West, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 2009

Anlage 1



Auszug der Geologischen Karte, Liegendes der quartären Deckschichten, nach [29]