

Standort Kiel

Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
Postfach 7107, 24171 Kiel

LBV-SH
Geschäftsbereiche 1 - 4

Vorschriftensammlung SH
Straßenbau

IV	05.20	7/2023
Entwurfsvermerk E 14: 2023-4		

nachrichtlich:

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit
Technologie und Tourismus S-H
Abt. Verkehr und Straßenbau
Düsternbrooker Weg 94
24105 Kiel

Ihr Zeichen:
Ihre Nachricht vom:
Mein Zeichen: 20201-554.140
Meine Nachricht vom:

Herr Tjardes
Tjardo.Tjardes@lbv-sh.landsh.de
Telefon: 0431 383-2001
Telefax: 0431 383-2025

Landesrechnungshof (nur per E-Mail)
Schleswig – Holstein
24030 Kiel

22.5.2023

Landesarchiv Schleswig (nur per E-Mail)
24837 Schleswig

DEGES (nur per E-Mail)
Zimmerstr. 54
10117 Berlin

Betr.: Allgemeine technische Entwurfsgrundlagen

**- Überarbeitung des Entwurfsvermerks E 14, Stand: 2023-4,
unveränderte Entwurfsvermerke E 1 und E 15, jeweils Stand: 2013-7**

Bezug: Vfg. vom 08.03.2019, Az.: 331-554.21 (**IV / 05.20 / 8/19**) Allgemeine technische Entwurfsgrundlagen, Überarbeitung des Entwurfsvermerks E 14, Stand 2019-3 sowie nicht überarbeitete Entwurfsvermerke E 1 und E 15, Stand: 11.07.2013

Anlage: 1) Entwurfsvermerk E 14 „Lärmschutzwände und Überflughilfen außerhalb von Kunstbauten mit einer Wandhöhe > 2,00 m“ mit Anhang 1 + 2, LBV-SH Kiel, Stand: 2023-4

2) Inhaltsverzeichnis „Brücken- und konstruktiver Ingenieurbau“ (Grauer Ordner); Reg.Nr. 05.01 für die Reg.Nr: 05.20, Seite 1, LBV-SH, Stand: 4/2023

Durch die Einführung der ZTV-Lsw 22 ist die Überarbeitung des Entwurfsvermerks E 14 „Lärmschutzwände außerhalb von Kunstbauten mit einer Wandhöhe > 2,00 m“ notwendig geworden. Der Entwurfsvermerk E 14 wurde entsprechend überarbeitet und dem Stand der geltenden Regelwerke angepasst.

Die Entwurfsvermerke E 01 „Stahlpundwände als Dauerlösung bei Brücken und Stützwänden“ und E 15 „Teil A: Flachgründungen des Brücken- und Ingenieurbaus auf Baugrundersatz zwischen Spundwänden und Teil B: Hinweise zur Berechnung und Bemessung des Baugru-
benverbaus“ wurden nicht überarbeitet und gelten weiterhin mit dem Stand: 11.07.2013.

Ich führe hiermit den überarbeiteten Entwurfsvermerk E 14 einschließlich der Anlagen mit der Bitte um Beachtung ein.

Das Bezugsschreiben wird hiermit aufgehoben. Die Anlage 1 zum Entwurfsvermerk E 1 sowie die Anlage 3 zum Entwurfsvermerk E 15 sind dem Bezugsschreiben zu entnehmen und dieser Verfügung beizufügen.

Die Fachbereiche, die für Maßnahmen Dritter zuständig sind, stellen sicher, dass auch Städte, mit denen UI- oder UA - Vereinbarungen bestehen, diese Rundverfügung beachten.

Die Anlage 2 bitte ich auszutauschen.


- Conradt -

Entwurfs-Vermerk E 14

Lärmschutzwände und Überflughilfen außerhalb v. Kunstbauten mit einer Wandhöhe > 2,00 m

HINWEIS: Wird in diesem Entwurfsvermerk auf eine europäische Norm (z.B. DIN EN 1991) oder ein Teil dieser Norm (z.B. DIN EN 1991-4) verwiesen, so gelten gleichfalls die jeweils dazugehörenden nationalen Anwendungsdokumente

1. Allgemeines

Durch die Einführung der ZTV-Lsw 22 ist die Überarbeitung dieses Entwurfsvermerkes notwendig geworden.

Dieser 'Entwurfs-Vermerk E 14' ist dem Stand der geltenden Regelwerke angepasst. Er enthält wie bisher eine Zusammenstellung von Hinweisen, Erläuterungen und Ergänzungen, die bei

- dem Bauwerksentwurf
- der Ausschreibung und Vergabe, sowie
- der Ausführung

von Lärmschutzwänden und Überflughilfen außerhalb von Kunstbauten mit einer Wandhöhe > 2,00 m zu beachten sind.

2. Vorschriften, Regelwerke

Es gelten die Vorschriften für den konstruktiven Ingenieurbau.

Soweit in diesem Vermerk nichts Abweichendes oder Ergänzendes festgelegt ist, sind die folgenden Vorgänge zu beachten:

a1) entfällt

a2) „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 22)“, (eingeführt mit RVfg 3/2023 vom 28.02.2023)

IV	05.23	3/2023
----	-------	--------

a3) „Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen (M EBGs-Lsw)“ (eingeführt mit RVfg 3/2019 vom 21.02.2019)

IV	05.62	4/2019
----	-------	--------

b) entfällt

- c) entfällt
- d) „Richtzeichnungen für Lärmschutzwände auf Brücken LS1 bis LS5 und LS 11 bis 26“; sind über die BASt "Regelwerke für den Brücken- und Ingenieurbau" als Download erhältlich.

3. Baugrundgutachten

- 3.1 Analog der Verfahrensweise im Brückenbau ist von einem bei der Bundesingenieurkammer "anerkannten Sachverständigen für Erd- und Grundbau (nach Bauordnungsrecht sowie als vergleichbar geltende Personen)" bzw. einer verwaltungseigenen Bodenprüfstelle (i. w. BGA genannt) ein Baugrundgutachten aufstellen zu lassen und dem Entwurf für die Lärmschutzwand beizufügen.

Als Anhalt dient sinngemäß das für den Brückenbau eingeführte Muster-Baugrundgutachten der Vorschriftensammlung IV, Reg.-Nr. 5.26.

Neben dem Baugrundaufbau und den Bodenkenngrößen des anstehenden Baugrundes sind im Baugrundgutachten u.a. für den Fall noch zu schüttenden Bodens Angaben zum Material und zu seiner Verdichtung erforderlich.

- 3.2 Zur Berechnung der Pfahleinbindelängen sind die für die Anwendung des im M EBGSLsw unter Ziffer 2.2 angegebenen Berechnungsverfahrens im BGA entweder repräsentative Bodenparameter, ggf. für einzelne Streckenabschnitte und Bodenschichten, anzugeben oder im BGA ist der Boden eine der Bodengruppen gemäß Tabelle Anhang B des M EBGSLsw zuzuordnen.

Sind in einem Bodenprofil unterschiedliche Bodenschichten vorhanden, ist nach Möglichkeit zur Erleichterung der Berechnung ein repräsentatives Ersatzprofil zu bestimmen. Dazu sind ggf. im Entwurf Vergleichsberechnungen erforderlich.

Erweist sich das als nicht zweckmäßig oder ist eine solche Bestimmung nicht möglich, ist anzugeben, welche Bodenschicht für die Berechnung der Pfahllänge zugrunde zulegen ist (u.U. ist das Ergebnis aus der ungünstigsten Schicht zu verwenden).

- 3.3 Wird im Vorentwurf in Erwägung gezogen, ggf. eine Gründung aus Stahlrohr-Rammpfählen vorzusehen, ist die Ausführbarkeit, insbesondere im Hinblick auf nachteilige Auswirkungen aus der Rammarbeit, durch eine Aussage im BGA zu beurteilen. Ist in Nebenangeboten mit einer Gründung aus Rammpfählen zu rechnen, ist bereits bei der Bodenerkundung die Anzahl der Baugrundaufschlüsse ausreichend anzusetzen.

3.4 Es bleibt dem Entwurfsaufsteller überlassen zu prüfen, ob es im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit zweckmäßig ist, die Vorgaben und Ansätze aufgrund einer Probelastung im Rahmen der Bauausführung zu ermitteln. Für diesen Fall sind im Entwurf detaillierte Angaben erforderlich über:

- Umfang und Art der Probelastung,
- Zeitpunkt der Probelastung,
- Auswertungskriterien.

4. Baustoffe

4.1 Beton

In Ergänzung zu Nr. 5.1 ZTV-Lsw 22 gilt folgendes:

4.1.1 Der Beton für

- die Bohrpfahlköpfe oberhalb der Unterkante der Sockelelemente (Pfostensockel = Sonderlösung, vgl. BMV-Richtzeichnung LS 17) und
 - die Sockelelemente
- ist herzustellen mit den in ZTV-ING, Teil 3 geforderten Merkmalen bzgl. Beton für Kappen.

4.1.2 Beton für die Köcheraussparungen: nach Ziffer 6.1 in 'ZTV-Lsw 22

4.1.3 Beton in Stahlrohr-Rammpfählen: wie Ziffer 4.1.2

4.2 Stahl (Betonstahl, Profilstahl):

Siehe Ziffer 1.5 in M EBGs-Lsw

5. Berechnungsgrundlagen

5.1 Einwirkungen

5.1.1 Lsw-Elemente

- Vertikal : - Eigengewicht der Konstruktion
unter Beachtung Ziffer 2.5.2.1 ZTV-Lsw 22
- Horizontal : - Windlasten nach Ziffer 2.5.2.2 ZTV-Lsw 22

5.1.2 Sockelelemente

- Vertikal : - Eigengewicht der Konstruktion
unter Beachtung Ziffer 2.5.2.1 ZTV-Lsw 22
- Horizontal : - Windlasten (Sog)
- Erdrückdruck aus Erdlasten und
Verkehrsflächenlast $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$

5.1.3 Gründung

- Vertikal : - Eigengewicht der Konstruktion
unter Beachtung Ziffer 2.5.2.1 ZTV-Lsw 22
- Horizontal : - Windlasten nach Ziffer 2.5.2.2 ZTV-Lsw 22,
- Erddruck gem. 2.1.3 des M EBGs-Lsw (Erddruck auf den
Sockel, wirksam von OF.-Obergel. (Lastseite) bis OF.-
Untergelände (Widerst. Seite) + 0,50 m, gemessen an der
Pfahlaußenkante, Einflussbreite: Pfahlabstand)

5.1.4 Querungshilfen

- Vertikal : - Eigengewicht der Konstruktion und Vereisungslasten
unter Beachtung v. Anhang E, F, G, H3 des M EBGs-Lsw
- Horizontal : - Windlasten und Vereisungslasten
unter Beachtung v. Anhang E, F, G, H3 des M EBGs-Lsw

Windzonen:

Entsprechend Tabelle des DIBt "Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen" für Schleswig-Holstein auf der Grundlage von DIN EN 1991-1-4.

In Zweifelsfällen oder Grenzbereichen mit Überschneidungen gilt die höhere Zone.

5.2 Berücksichtigung einer Abgrabung

Abgrabungen (1m ab Ok. Gelände, ggf. freizulegendes Bauteil) sind grundsätzlich zu berücksichtigen mit den Ansätzen der horizontalen Einwirkungen nach 5.1.3 (Nachweis für die Gründung) bis UK Abgrabung.

Gegenüber 2.2 des M EBGs-Lsw darf der Teilsicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand auf $\gamma_{R,e} = 1,3$ reduziert werden.

Falls durch die Berücksichtigung einer Abgrabung entscheidend in die Dimensionierung eingegriffen wird, sollten statt einer Berücksichtigung der Abgrabung Auflagen (z.B. Verbau) festgelegt werden. Auch ist der Böschungsverlauf (bei Wand auf/in Böschungen) für den LF Abgrabung festzulegen.

5.3 Standsicherheitsnachweis (Tragfähigkeit)

Für die Dimensionierung und Bemessung von Bohrpfahlgründungen können die im M EBGs-Lsw unter Ziffer 2.2 angegebenen 'Nachweise für Gründungspfähle' mit den für Bohrpfähle angegebenen Annahmen und den im Einzelfall zutreffenden Kenngrößen angewendet werden.

Bei Stahlrohren sind dabei folgende Einschränkungen vorzunehmen:

- Auf den Ansatz eines Wandreibungswinkels ist zu verzichten ($\delta = 0$).

5.4 Zulässige Verformungen (Gebrauchstauglichkeit)

Die Tabellen 5.1 und 5.2 der ZTV Lsw 22 sind zu beachten.

6. Lsw-Gründung

Gründungsart:

Im Regelfall ist eine Tiefgründung aus Bohrpfählen $\varnothing 70$ cm vorzusehen.

Tiefgründungen aus Stahlrohr-Rammpfählen sind zulässig, jedoch ist die Anwendbarkeit in jedem Einzelfall, insbesondere im Hinblick auf nachteilige Auswirkungen aus der Rammarbeit, zu prüfen und durch eine Aussage im BGA bestätigen zu lassen.

Ist im Ausschreibungsentwurf eine Bohrpfahlgründung vorgesehen, sind in den Ausschreibungsunterlagen und bei der Vergabe Nebenangebote mit Stahlrohr-Rammpfählen bei Einhaltung der hier festgelegten Bedingungen nur in begründeten (Ausnahme)fällen auszuschließen.

7. Böschung

Für Böschungen, die ohne Lärmschutzwand als ausreichend standsicher beurteilt werden können, müssen keine zusätzlichen Standsicherheitsnachweise geführt werden.

8. Konstruktive Einzelheiten

Im Regelfall bestehen die Pfosten aus Profilstahl, RiZ LS 16 ist anzuwenden.

Werden ausnahmsweise Pfosten aus anderen Materialien eingebaut, müssen diese Einschubweiten aufweisen, die den HEB 160 entsprechen. Der Achsabstand dieser Pfosten ist auf die Regellänge der Lsw-Elemente abzustimmen.

Eine Variante mit Pfostensockel enthält die 'Sonderlösung' nach RiZ LS 17.

8.1 Bohrpfähle

Es gelten die unter Ziffer 3.5.1 der M EBGs-Lsw dargelegten Grundsätze und Mindestwerte für

- die Pfahllänge und
- die Pfahlbewehrung

unter Beachtung folgender Ergänzungen und Erläuterungen:

8.1.1 Bewehrung

Die Längsbewehrung ist ungestaffelt von Ok.-Pfahlkopf bis Uk.-Pfahl durchzuführen.

Die Wendel- bzw. Bügelbewehrung wurde abweichend zur DIN EN 1536 und in Abänderung zur ZTV-ING festgelegt. Neben $d_s \geq 8 \text{ mm}$ und $s_w \leq 15 \text{ cm}$ gilt auch: $s_w \leq 20 \text{ cm}$ bei $d_s \geq 10 \text{ mm}$.

Für die Bemessung und Ausbildung der Pfahlkopfbewehrung bei einer Pfahlkopfausbildung ohne Pfahlsockel ist im Anhang H 1 des M EBGs-Lsw eine Nachweis- und Ausführungsmöglichkeit aufgezeigt.

Die im Köcherbereich erforderliche Wendelbewehrung ist gleichmäßig über die Köchertiefe t zu verteilen. Die oberen 3 Wendelungen sind jedoch mit der halben Ganghöhe vorzusehen.

Die o.g. Mindestwerte gelten auch im Kopfbereich und Pfostensockel.

8.2 Stahlrohr-Rammpfähle

Es gelten die unter Ziffer 3.5.2 des M EBGs-Lsw dargelegten Grundsätze. Stahlrohrpfähle sind mit geeignetem Material zu verfüllen und mit einem luft- und wasserdichten oberen Abschluss zu versehen.

Die Verbindung der Pfosten mit dem Stahlrohr kann stahlbaumäßig ausgebildet oder mit Beton hergestellt werden.

8.2.1 Bemessungsquerschnitt.

Die Querschnittsschwächung um 1 mm zur Berücksichtigung der Abrostung ist außen und innen anzusetzen.

8.2.2 Bemessung der Rammrohrpfähle

Es gilt Anhang D 3 des M EBGs-Lsw. Bei einer Verbindung mit Beton ist ergänzend zu beachten:

Köcherausbildung analog Anhang D 2 des M EBGs-Lsw

Die Wendelbewehrung kann konstruktiv ausgebildet werden, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die Horizontalbeanspruchung vom Stahlrohr aufgenommen wird. In

diesem Fall dürfen keine Beschädigungen aus dem Rammvorgang am Pfahlkopf vorhanden sein.

Als Verbindungsmittel zur Aufnahme der Vertikalbeanspruchung können Verbundmittel verwendet werden.

Nachzuweisen ist die Übertragung eines vertikalen Kräftepaars mit ihren Wirkungslinien im Abstand der aus der Stahlrohrbeanspruchung sich ergebenden resultierenden Druck- und Zugkraft.

Das Kräftepaar ist aus dem auf die Mitte des Pfahlkopfes (Betonbereich) transformierten, einwirkenden Biegemoment und den einwirkenden Vertikallasten zu bilden.

Die Stahlbau-Nachweise sind mit dem Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen $\gamma_Q = 1,5$ zu führen.

Der Einbau der Stahlbauteile zur Übertragung der Vertikalkräfte in die Stahlrohrwandungen darf erst nach dem Niederbringen der Rammfähle erfolgen.

Der Beton muss den Anforderungen nach Ziff. 4.1.3 entsprechen.

8.3 Sockelelemente

Sockelelemente in Ortbetonbauweise werden nicht zugelassen.

Auf die Beachtung der Betondeckung für Fertigteile gemäß DIN EN 1992-1-1 wird hingewiesen.

8.3.1 Mindestdicke

Die Dicke der Sockelelemente (als Fertigteile) beträgt mindestens 20,0 cm.

8.3.2 Betondeckung: min c = 5,0 cm (erdberührt)

min c = 4,0 cm seitlich	} Auflager-
= 3,0 cm stirnseitig	} knagge

8.3.3 Mindestbewehrung:

Betonstahl : \varnothing 10 mm, Abstand a = 20 cm, kreuzweise

Hinweis: Baustahlmatten sind nicht zugelassen!

8.4 Wandpfosten

8.4.1 Bei Lärmschutzwänden großer Höhe ist zu prüfen, ob der maximale Pfostenabstand (4,00 m oder 5,00 m), soweit dies mit den Wandelementen vereinbar ist, aus wirtschaftlichen Gründen verringert werden kann.

8.4.2 In wirtschaftlicher Hinsicht ist der Verwendung von Wandpfosten in der Stahlgüteklasse S 355 J2+N (DIN EN 10025) der Vorzug zu geben.

- 8.4.3 Eine Verstärkung der Wandpfosten im Einspannbereich durch Lamellen sollte aus den unter Ziffer 3.4 des M EBGs-Lsw genannten Gründen nicht vorgesehen werden. Sind Gurt- bzw. Stegverstärkungen vorgesehen, sind die Schweißnähte nachzuweisen. Die Gurtlamellen sind auf der Straßen- und Anliegerseite mit gleichem Querschnitt und gleicher Länge vorzusehen.

9. Wandelemente aus Holz (hierunter fallen nicht Steilwände)

- 9.1 Es gelten die Vorschriften unter 2., insbesondere Nr. 5.3 der ZTV Lsw, sofern nachfolgend nichts Weiteres festgelegt wird.

9.2 Prüfzeugnisse

Von den geforderten Nachweisen sind folgende Nachweise bei Angebotsabgabe vorzulegen:

- Luftschalldämmung gem. ZTV-Lsw 22 Pkt. 2.1
 - Schallabsorption gem. ZTV-Lsw 22 Pkt. 2.2
- und sofern für den Baustoff gemäß ZTV-Lsw 22, Tabelle 4 erforderlich:
- Langzeitwirksamkeit gem. ZTV-Lsw 22 Pkt. 2.6.1
 - Steinwurfresistenz gem. ZTV-Lsw 22 Pkt. 2.6.2
 - Feuerresistenz gem. ZTV-Lsw 22 Pkt. 2.6.4

9.3 Patentansprüche

Patentansprüche, die bei der Ausführung auftreten, müssen vom AN übernommen werden. Der AG ist von diesen Ansprüchen freizustellen.

9.4 Bedingungen für Nebenangebote

Werden bei einem Ausschreibungsentwurf mit Wandelementen aus Beton oder Aluminium nicht ausdrücklich Nebenangebote mit Elementen aus Holz ausgeschlossen, so sind in die Baubeschreibung (Teil A, a) unter 5. 'Angaben für Änderungsvorschläge oder Nebenangebote' u.a. die Formulierungen der Abschnitte 9.1 bis 9.3 sowie die folgenden Anforderungen sinngemäß aufzunehmen.

- Wandelemente: Bei Lärmschutzwandelementen aus kesseldruckimprägnierten Kiefernholz-Elementen und analog bei den anderen gemäß ZTV-Lsw 22 zugelassenen Holzarten gelten folgende Mindestabmessungen:

Rahmenhölzer:	d = 10,0 cm
Rückwände:	d = 3,6 cm
Rundholzstaketen:	d = 5,0 cm

Runde Staketen dürfen nur als gefräste Hölzer eingebaut werden – geschälte Hölzer sind nicht zulässig.

- Kesseldruckimprägnierte Hölzer: Kesseldruckimprägnierte Hölzer müssen mindestens 2-stielig eingeschnitten sein. 1-stielig eingeschnittenes Holz darf nicht eingebaut werden.
Die Hölzer sind erst zu bearbeiten (fräsen, schneiden) und dürfen erst dann imprägniert werden. Verblautes Holz darf nicht verarbeitet und eingebaut werden.
- Sockelelemente: Im Regelfall sind Sockelelemente aus Stahlbeton einzubauen. In Ausnahmefällen (z.B. auf Stützwänden) sind Sockelelemente aus Holz zugelassen, wenn kein dauerhafter Erd- und/oder Wasserkontakt vorhanden ist.
- Pfosten: Pfosten aus Holz sind im Regelfall nicht zugelassen. Ausnahmen sind vorher mit dem LBV-SH, Kiel abzustimmen.

9.5 Nebenangebote mit Holzelementen

Werden bei einem Hauptangebot mit Beton- oder Aluminiumelementen Nebenangebote mit Holzelementen abgegeben, ist bei der Wertung der Nebenangebote zu berücksichtigen, dass aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsdauer (Betonelemente = 60 Jahre, Holzelemente = 30 Jahre, Aluminiumelemente 40 Jahre; siehe Ablösebeträge – Berechnungsverordnung – ABBV-Richtlinien 2022 vom 10.08.2022) ein Nebenangebot mit Holzelementen ungefähr 3 % billiger sein muss als ein Hauptangebot mit Aluminiumelementen, um im Sinne des HVA B-StB, Teil 2 gleichwertig zu sein. Eine beispielhafte Ermittlung liegt als **Anhang 1** bei. Sie ist im Einzelfall neu durchzuführen.

Über die generelle Zulassung von Nebenangeboten, insbesondere bei Auftragswerten oberhalb des Schwellenwertes, ist gesondert zu entscheiden.

10. Bestandswände

Die Nachrechnung von Bestandswänden hat auf der Basis dieses Vermerks zu erfolgen, mit folgenden Änderungen:

- 10.1 Wenn keine neue Baugrundbeurteilung durchgeführt wird, dann ist der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,e}$ mit 2,0 wie in der Ursprungsberechnung anzusetzen (für die Einwirkung aus Abgrabung mit 1,5).
- 10.2 Die Verformungsbegrenzung des Pfostens von L/75 gilt unabhängig von der Wandhöhe (also auch bei L<5m).

11. Hinweise für das Bauwerksbuch

Durch den günstigen Ansatz der Windlast im Wandbereich D nach DIN EN 1991-1-4 wird bei Ausfall von einzelnen Wandelementen der Bereich D ggf. zum Bereich A mit höherer Windlast.

Im Reparaturfall bzw. im Fall eines Unfalls mit Zerstörung von Wandelementen ist deshalb bis zur Reparatur in den jeweiligen Nachbarfeldern die obere Hälfte der Wandelemente auszubauen. Im Programmsystem „SIB-Bauwerke“ ist ggf. ein entsprechender Hinweis aufzunehmen.

Anhang 1:

Beurteilung der Gleichwertigkeit einer Lärmschutzwand mit Elementen aus Holz gegenüber einer Lärmschutzwand mit Elementen aus Aluminium

Angaben nach der Ablösebeträge-Berechnungsverordnung – ABBV-Richtlinien 2022 vom 10.08.2022

Lsw Elemente	theoretische Nutzungsdauer (in Jahren)	jährliche Unterhaltungskosten (in %)
Holz	30	1,0
Aluminium	40	1,0

Zinssatz der Kostenkapitalisierung: $Z = 4 \%$.

Kostenannahme:

Lsw-Maßnahme:	2.000.000 €	
davon für Gründung ohne Kopfausbildung:		40 %
für Betonarbeiten (Köcher; Sockelelemente:		25 %
für Stahlarbeiten (Stütze)		11 %
für Lsw-Elemente		24 % = 480.000

Vergleich der Baukosten und kapitalisierten Erhaltungskosten zwischen Lsw mit Elementen aus Aluminium und Lsw mit Elementen aus Holz:

- Lsw mit Elementen aus Aluminium:

$$\begin{aligned}
 Ke &= 480.000 \text{ € Baukosten} \\
 &+ 100.000 \text{ € Abbruchkosten} \\
 &+ \underline{60.000 \text{ €}} \text{ 10 \% Verwaltungskosten} \\
 &= 640.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ku &= 480.000 \text{ €} \\
 &+ \underline{50.000 \text{ €}} \text{ 10 \% Verwaltungskosten} \\
 &= 530.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_n &= [1,04^{40-40}/(1,04^{40} - 1)] \times 640.000 + [(1,0/4) \times 530.000] \\
 &= [1/(4,801 - 1)] \times 640.000 + 132.500 \\
 &= 168.377 + 132.500 \text{ €} = 300.877 \sim 300.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\text{Baukosten} + \text{Erhaltung: } 480.000 + 300.000 = 780.000 \text{ €}$$

- Lsw mit Elementen aus Holz:

$$\begin{aligned}
 K_e &= 420.000 \text{ € Baukosten} \\
 &+ 85.000 \text{ € Abbruchkosten} \\
 &+ \underline{50.000 \text{ €}} \text{ 10 \% Verwaltungskosten} \\
 &= 555.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_u &= 420.000 \text{ € Baukosten} \\
 &+ \underline{40.000 \text{ €}} \text{ 10 \% Verwaltungskosten} \\
 &= 460.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_n &= [1,04^{30-30}/(1,04^{30} - 1)] \times 555.000 + [(1,0/4) \times 460.000] \\
 &= [1/(3,2434-1)] \times 555.000 + 115.000 \\
 &= 247.392 + 115.000 \text{ €} = 362.392 \sim 360.000 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\text{Baukosten} + \text{Erhaltung: } 420.000 + 360.000 = 780.000 \text{ €}$$

Ergebnis

Die Baukosten der Lärmschutzelemente aus Holz (hier z.B. 420.000 €) müssen um ca. 13 % (= $420.000 / 480.000 = 0,87$) kostengünstiger sein als die aus Aluminium bei gleichem Aufwand für Bau- und kapitalisierte Erhaltungskosten.

Bezogen auf die Kosten der Lärmschutzmaßnahme (hier z.B. 2.000.000 €) müssen die Lsw mit Elementen aus Holz bei diesem Beispiel um ca. 3 % (13 % von 24 %) kostengünstiger sein.

Anlage Ausschreibung

Teil A – Baubeschreibung – Abschnitt a)

a 1.x) Konstruktion der Lärmschutzwände

a 1.x.1) Allgemeines

Für die Ausbildung der Lärmschutzanlage gilt nach ZTV-ING Teil 8 „Weitere Bauwerke“, Abschnitt 1 „Lärmschutzwände“ die ZTV-Lsw 22

a 1.x.2) Gründung

Die Tiefgründung der Lärmschutzwand erfolgt über Ortbetonbohrpfähle mit einem Durchmesser von 70 cm ohne Kopferweiterung. Die Bohrfahllängen betragen hier $l = \dots \text{m}$ bei einem Regelachsabstand von $a = \dots \text{m}$

Baustoffe gemäß DIN-Fb 100 bzw. ZTV-ING:

Betondruckfestigkeitsklasse: C30/37
 Expositionsclassen: XC2, XD2, XF2, XA1
 Betonstahl: B 500 B

Die Lasteinleitung aus dem Wandpfosten erfolgt über einen im Pfahlkopf ausgebildeten Köcher. Die Verfüllung der Köcher erfolgt nach Ziffer 6.1 der ZTV-Lsw 22.

a 1.x.3) Wandpfosten

Als Wandpfosten werden Walzprofile HE 160 .. ohne Laschenverstärkungen in der Stahlgüte S 355 J2+N im Regelachsabstand von $a = \dots \text{m}$ angeordnet.

Die Mindest-Einspannlänge der Pfosten beträgt $f_v = \dots \text{cm}$.

a 1.x.4) Sockelelemente

Die Sockelelemente werden mit einer Dicke von mindestens 20,0 cm als Fertigteile mit Höhen von $h = \dots \text{m}$ hergestellt. Als Mindestbewehrung wird Stabstahl $\varnothing 10$ mm, Abstand $a = 20$ cm, kreuzweise vorgesehen; Baustahlmatten sind nicht zugelassen.

Zur Auflagerung zwischen den Flanschen der Wandpfosten wird an den Bauteilenden jeweils eine Auflagerknagge (Feder) im Beton ausgebildet.

Als Betondeckung sind $\min c = 5,0$ cm (erdberührt) und im Bereich der Auflagerknaggen $\min c = 4,0$ cm seitlich und $3,0$ cm stirnseitig vorgesehen

Baustoffe gemäß DIN-Fb 100 bzw. ZTV-ING:

Betondruckfestigkeitsklasse: C30/37 LP

Expositionsklassen: XC4, XD3, XS1, XF4, XA1

Betonstahl: B 500 B

a 1.x.5) Lärmschutzelemente

Die Lärmschutzelemente aus Leichtmetall sind als 50 cm hohe Standardelemente reflexionsmindernd (Reflexionsverlust...), auszuführen.

Unabhängig von der angebotenen Materialstärke ist auch die Oberseite der Elemente zu beschichten.

Der geforderte Reflexionsverlust gemäß ZTV-Lsw 22, Abschnitt 2.3 sind bei der Ausführungsplanung nachzuweisen. Die erforderlichen Nachweise sind in der ZTV-Lsw 22 zusammengestellt.

.....

a)1.xx **Korrosionsschutz**

Sämtliche Stahlbauteile werden gemäß ZTV-Lsw 22 und deren Ergänzungen bzw. gemäß ZTV-ING Teil 4, Abschnitt 3 Tabelle A 4.3.2, beschichtet.

.....

a)5. **Angaben für Änderungsvorschläge oder Nebenangebote**

Nebenangebote:

.....

Nebenangebote sind somit nur zugelassen, sofern sie **nicht**

.....

Bei der Verwendung von Stahlrohrrammpfählen zur Gründung der Lärmschutzwand sind folgende zusätzliche Anforderungen zu beachten:

- Auf den Ansatz eines Wandreibungswinkels ist zu verzichten ($\delta = 0$),
- Die Querschnittsschwächung um 1 mm zur Berücksichtigung der Abrosung ist außen und innen anzusetzen.
- Verfüllung mit geeignetem Material und luft- und wasserdichter oberer Abschluss
- Verbindung der Pfosten mit dem Stahlrohr: Nachweis als stahlbaumäßige Verbindung bzw. Nachweis der Kraftübertragung durch den Beton

Bei der Verwendung von Wandelementen aus Holz sind zusätzlich die Anforderungen gemäß Nr. 9.4 f des Entwurfsvermerks E 14 in der Baubeschreibung analog zu berücksichtigen.

c)8. Belastungsannahmen

c)8.1 Belastung

Für alle Bauteile gilt:

Eigengewicht unter Beachtung Ziffer 2.5.2.1 ZTV-Lsw 22

Windlasten nach Ziffer 2.5.2.2 ZTV-Lsw 22

Windzonen: Entsprechend Tabelle des DIBt "Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen" für Schleswig-Holstein auf der Grundlage von DIN EN 1991-1-4.

In Zweifelsfällen oder Grenzbereichen mit Überschneidungen gilt die höhere Zone.

Zusätzlich für Sockelelemente:

Erdruchdruck aus Erdlasten und Verkehrsflächenlast $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Zusätzlich für Gründung:

Erddruck gem. 2.1.3 des M EBGs-Lsw (Erddruck auf den Sockel, wirksam von OF.-Obergel. (Lastseite) bis OF.-Untergelände (widerst. Seite) + 0,50 m, gemessen an der Pfahlaußenkante, Einflussbreite: Pfahlabstand)

Berücksichtigung einer Abgrabung:

Abgrabungen (1m ab Ok. Gelände, ggf. freizulegendes Bauteil) sind grundsätzlich zu berücksichtigen mit den Ansätzen der horizontalen Einwirkungen bis UK Abgrabung.

Der Teilsicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand darf auf $\gamma_{R,e} = 1,3$ reduziert werden.

Zusätzlich für Querungshilfen:

Eigengewicht der Konstruktion, Windlasten und Vereisungslasten unter Beachtung von Anhang E, F, G, H3 des M EBGs-Lsw.

c)8.2 Standsicherheit und zulässige Verformungen

Die Dimensionierung und Bemessung der Bohrpfahlgründungen erfolgt nach dem 'Berechnungsverfahren für Gründungspfähle' von Vogt, das bzgl. der Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten angepasst wurde. Die Verformungsgrenzen gemäß Tabelle 5.1 und 5.2 der ZTV Lsw sind einzuhalten.

Die Lasteinleitung in die Gründungspfähle erfolgt über einen im Pfahlkopf ausgebildeten Köcher. Der Nachweis der erforderlichen Pfosten-Einbindelänge in Abhängigkeit von den Betonpressungen und Beanspruchbarkeiten der Pfosten erfolgt gemäß Anhang D 2 des M EBGs-Lsw.

Die Mindest-Einspannlänge der Pfosten beträgt $f_v = \dots \text{ cm}$.

Die Bemessung der Köcherbewehrung nach DIN EN 1992-2 ist für die oben ermittelten Beanspruchungen durchzuführen.

Entwurfs-Vermerk E 01

Stahlpundwände als Dauerlösung bei Brücken und Stützwänden

Grundsätze für den Entwurf, die Berechnung, konstruktive Durchbildung und Ausführung

HINWEIS: Wird in diesem Entwurfsvermerk auf eine europäische Bemessungs-Norm (z.B. DIN EN 1997) oder ein Teil dieser Norm (z.B. DIN EN 1997-1) verwiesen, so gelten gleichfalls die jeweils dazugehörenden nationalen Anwendungsdokumente.

Einführende Erläuterungen:

Bei üblichen statischen Berechnungen gilt i. d. R. das Superpositionsprinzip, weil die Systemlängen von vornherein festliegen.

Bei der Berechnung von Spundwänden oder spundwandähnlichen Bauwerken wird die Systemlänge (Wandlänge) dagegen erst durch die Einwirkungen und Widerstände bestimmt.

Zur Rechenvereinfachung bei der Benutzung von Rechenprogrammen wird bei Spundwänden (oder spundwandähnlichen Dauerbauwerken) mit den üblichen Spundwandprogrammen häufig nur ein Wandsystem berechnet. Dabei werden die Einwirkungen und Widerstände als charakteristische Lasten, aber faktorisiert mit den jeweiligen Teilsicherheitsbeiwerten angenommen. Abweichend von den sonst üblichen Berechnungen erhält man keine charakteristischen Schnittkräfte, sondern sofort Bemessungswerte, die von einigen Spundwandprogrammen vorab in charakteristische Werte zerlegt werden.

Beim Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen bzw. für Widerstände nach DIN 1054 in Verbindung mit DIN EN 1997-1 ergibt sich hierbei ein globales Sicherheitsniveau für Spundwandbauwerke (oder spundwandähnliche Bauwerke von 2,0 beim Vergleich mit dem (alten) globalen Sicherheitskonzept.

Im Gegensatz hierzu wurde früher häufig der Sicherheitsbeiwert $\eta_P = 1,5$ gewählt wenn z. B. zur Begrenzung der Verformungen der Sicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand (Wegbeiwert) nicht gesondert festzulegen ist oder war.

Dieses Sicherheitsniveau (Stand der Technik, bewährte Bauwerke) ist nicht nur bisher sondern auch weiterhin durchaus ausreichend; es führt insbes. zu wirtschaftlichen Spundwandlängen.

Die DIN 1054 in Verbindung mit DIN EN 1997-1 lässt deshalb in begründeten Fällen eine Herabsetzung des Teilsicherheitsniveaus um eine Sicherheitsstufe zu (vgl. Ziffer DIN 1054, Ziff. A2.4.7.6.1 A(3)).

Die EAU, die i. d. R. Dauerbauwerke behandelt, hat davon Gebrauch gemacht und teilweise das Sicherheitsniveau abgemindert (z. B. Wasserdruck). Andere Verwaltungen (z. B. HPA Hamburg) mindern das Niveau (durch Heraufsetzung des Winkels der inneren Reibung um 10 %) weiter ab.

Zur Beibehaltung des im Land Schleswig-Holstein bewährten Sicherheitsniveaus bei der Ermittlung der erforderlichen Einbindelänge der Spundwände und in Übereinstimmung mit der DIN 1054 und DIN EN 1997-1 werden deshalb bei der Bemessung im Grenzzustand STR und GEO-2 die Teilsicherheitsbeiwerte der Bemessungssituation BS-T für die Bemessungssituation BS-P zugrunde gelegt.

Vergleichsweise zum globalen System ergeben sich folgende Gesamtsicherheiten:

a) Regelfall DIN 1054: BS-P; STR und GEO-2

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$\gamma_{R,e} = 1,4$$

$$\text{Sicherheitsniveau} \approx \frac{1,35+1,5}{2} \times 1,4 = 2,0$$

Abminderung in S-H gemäß DIN 1054:

BS-T; STR und GEO-2

$$\gamma_G = 1,2$$

$$\gamma_Q = 1,3$$

$$\gamma_{R,e} = 1,3$$

$$\text{Sicherheitsniveau} \approx \frac{1,2+1,3}{2} \times 1,3 = 1,6 \approx \eta_P = 1,5$$

In Übereinstimmung mit der DIN 1054 wird somit das bisher geltende "globale" Niveau von $\eta = 1,5$ erreicht. (Es sei denn, aus Gründen der Begrenzung der Wege zur Weckung des Erdwiderstandes ist eine höhere Sicherheit erforderlich.)

Somit ist bei der nachfolgend beschriebenen vereinfachten Berechnung der Teilsicherheitsbeiwert

$$\gamma_{R,e} = 1,5$$

zu berücksichtigen.

1. Allgemeines

Dieser Entwurfsvermerk wurde aufgrund notwendiger Ergänzungen überarbeitet und insgesamt dem Stand der geltenden Regelwerke angepasst.

Passagen, in denen sich im Vergleich zur bisherigen Fassung Änderungen ergeben haben, sind mit Randstrich versehen.

Zwischenzeitlich sind die Berechnungsnormen im Erd- und Grundbau, hier insbes. DIN 1054, auf das Teilsicherheitskonzept umgestellt worden.

Spundwand- oder spundwandähnliche Bauwerke werden in der DIN 1054 nicht umfassend abgehandelt. Für die Bemessung von Spundwand- oder spundwandähnlichen Dauerbauwerken sind deshalb die EAU für Dauerbauwerke und die EAB für Baugrubenwände in der DIN 1054 als mit geltende Vorschriften aufgenommen worden.

Im globalen Sicherheitskonzept musste bei der Berechnung von Schnittgrößen nicht zwischen charakteristischen Werten und Bemessungswerten unterschieden werden. Diese Unterscheidung wird durch das Teilsicherheitssystem erforderlich.

Im Folgenden wird ein einfacher, pragmatischer Weg zur Berechnung von Spundwänden und spundwandähnlichen Bauwerken beschrieben. Bei diesem Weg werden die bisher bekannten Größen der Baugrundkennwerte beibehalten, der Teilsicherheitsbeiwert für die Mobilisierung des Erdwiderstandes einer Spundwand oder eines spundwandähnlichen Dauerbauwerks wird mit $\gamma_{R,e} = 1,5$ ebenfalls gemäß dem bisherigen Niveau beibehalten. Einwirkungen werden wie gehabt mit dem 1,0-fachen Wert (charakteristische Lasten) angesetzt. Damit werden sowohl die erforderlichen Wandlängen als auch die charakteristischen Schnittgrößen und Verformungen bestimmt. (Nur für den Fall, dass sich aus dem Nachweis der Geländebruchsicherheiten große Einbindetiefen ergeben, ist in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter z. B. $\gamma_{R,e} = 2,0$ festzulegen.)

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Nachweise der Bauteile sind zum Einen nach EAU anzunehmen. Für Entwurfsberechnungen und in Absprache mit einem bei der Bundesingenieurkammer "anerkannten Sachverständigen für Erd- und Grundbau (nach Bauordnungsrecht sowie der als vergleichbar geltenden Personen)" bzw. einer verwaltungseigenen Bodenprüfstelle (i. W. **BGA** genannt) auch für Ausführungsberechnungen kann zum Anderen vereinfachend auch ein Teilsicherheitsbeiwert z. B. $\gamma_{G,Q} = 1,4$ festgelegt werden.

Die bei einer Ausschreibung zu berücksichtigenden wesentlichen Aspekte wurden in Form einer Checkliste zusammengefasst (siehe **Anhang 1**).

2. Anwendung

Der Anwendungsbereich der Spundwandbauweise im Brückenbau ist begrenzt.

- Brückenwiderlager in Spundwandbauweise dürfen in der Regel nicht verwendet werden
 - mit einer unverankerten Spundwand
- und
 - bei schiefen Überbausystemen mit einem Kreuzungswinkel $\alpha \leq (65 \div 70)^\circ$ und bei entsprechend gekrümmten Systemen, da in diesen Tragwerken unterschiedliche Setzungen sehr große Zwängungsbeanspruchungen hervorrufen. Außerdem ist eine Abstützung der Spundwandwiderlager durch den Überbau bei derart schiefen Platten nicht vertretbar, da die dann im Grundriss schräg zur Spundwand gerichtete Stützwand beträchtliche Schubkräfte in den Schlössern hervorruft und Verzerrungen in der Wand nicht auszuschließen sind.
- Unverankerte Spundwände sind als Stützwände nur im Ausnahmefall vertretbar, z. B. wenn die Kopfverschiebung nachgewiesen ist und in vertretbaren Grenzen liegt.

Abweichungen von diesen Festlegungen sind im Rahmen der Aufstellung des Bauwerksentwurfs zwischen AG und BGA abzustimmen.

3. Voruntersuchungen

Durch den BGA ist ein Baugrundgutachten aufzustellen, in dem folgende Punkte anzugeben sind:

- 3.1 Winkel der inneren Reibung φ_K' und das Raumgewicht γ / γ' der anstehenden Bodenschichten und des zur Verfüllung vorgesehenen Bodens.
- 3.2 Wandreibungswinkel δ für die einwirkende Seite $\rightarrow \delta_a$ und widerstehende Seite $\rightarrow \delta_p$.
- 3.3 Wirksame Kohäsion c_K' .
- 3.4 Höhenlage der ungünstigsten Wasserstände bezogen auf NHN.
- 3.5 Ansatz eines evtl. vorhandenen Wasserüberdrucks auf die Spundwand mit Höhenangabe bezogen auf NHN.
- 3.6 Die Höhenlage, ab der nach unten ein Erdwiderstand angesetzt werden darf. Sie ist so festzulegen, dass bei einem späteren Verlegen von Entwässerungsleitungen oder bei sonstigen möglichen Auf- bzw. Abgrabungen mit Sicherheit die Voraussetzungen der Statik eingehalten werden.
- 3.7 Einbindetiefe (NHN-Höhen) der Bohlen in den tragfähigen Grund unter Angabe der zulässigen Mantelreibung, des zulässigen Spitzendrucks und der NHN-Höhe der OK des tragfähigen Bodens (E4 \rightarrow 8.2.5 in [4]).
- 3.8 Empfehlungen über die Notwendigkeit (oder Entbehrlichkeit) einer Probebelastung.
Eine zutreffende Bestimmung der charakteristischen Tragfähigkeit aufgrund von Erfahrungswerten für den Spitzenwiderstand und die Mantelreibung ist sehr schwierig. Wenn zeitlich und kostenmäßig vertretbar, ist eine Probebelastung durchzuführen, sofern keine Ergebnisse aus vergleichbaren Probebelastungen vorliegen. Wird auf diese Maßnahmen verzichtet, sind die Werte für den Spitzenwiderstand und die Mantelreibung sehr vorsichtig anzusetzen (vgl. auch Ziffer 3.10).
- 3.9 Mögliche und wahrscheinliche Setzungen, Verkantungen und Verformungen der Spundwand und Ankerwand.
- 3.10 Einbauverfahren (Geräteinsatz) und Einbaukriterien, z. B. Feststellen des Horizontes tragfähiger Schichten, Rammkriterien: Zulässige Eindringtiefe während der letzten 3 Hitzten unter Angabe der Rammarbeit (Bärgewicht x Fallhöhe) und des Gewichtes der Rammereinheit (meistens Doppelbohle + Rammhaube).
- 3.11 Verdichtungskriterien vor einer evtl. Ankerwand und Größe des Verdichtungsraums (Ankerlänge).

4. Standsicherheitsnachweise und Bemessung

Die Berechnung und Ausbildung der Spundwand hat nach [1], [2], [3] und Abschnitt 8 [4] zu erfolgen, soweit in den folgenden Punkten nichts Abweichendes oder Ergänzendes festgelegt ist.

4.1 Ansätze und Berechnung

4.1.1 Berechnungsverfahren

In der Regel ist das Spundwandberechnungsverfahren nach Blum ('Ersatzbalckenverfahren') [4] mit klassischer Erddruckverteilung entsprechend E161 und E77 (→ 8.2.1 und 8.2.2 in [4]), jedoch i. d. R. ohne Umlagerung und ohne Momentenabminderung anzuwenden.

Andere Berechnungsverfahren (z. B. Traglastverfahren von Brinch-Hansen oder EDV-Berechnungen unter Verwendung elastischer Bettung) bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers bzw. des LBV-SH, Dezernat Konstruktiver Ingenieurbau.

4.1.2 Größe des Erddrucks (einwirkende Seite)

Berechnung des Erddrucks nach DIN 1054 und DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 4085.

- Spundwand

Um die Verformungen der Spundwand klein zu halten, ist der Erddruck aus Bodeneigengewicht und aus Verkehrslasten (im Einflussbereich des Verkehrs) für einen 'erhöhten aktiven' Erddruck mit dem Erddruckbeiwert $K_h = 0,5 (K_{ah} + K_o)$ als Rechengröße (entspr. $E_h = 0,5 (E_{ah} + E_o)$) zu ermitteln.

Ansatz des Wandreibungswinkels nach Abs. 3.2 bzw., wenn im Baugrundgutachten (i. W. BGA) keine Angaben enthalten sind, nach 8.2.4 in [4].

Ein Verdichtungserddruck e_v bleibt unberücksichtigt soweit infolge von Erddruckumlagerungen oder Verkehrslasten oberflächennah ein Erddruckansatz eingerechnet wird, d. h. keine Überlagerung bei $\Sigma e_h \geq e_v = 25 \text{ kN/m}^2$ (→ 4.1.1 [3], 5.3.4 [2] und Beiblatt 1 zu [2]).

Dynamische Einflüsse auf den Erddruck (Einwirkungen aus dem Verkehr) bleiben i. d. R. unbeachtet (5.12 [2]).

Grundsätzlich ist neben dem Nachweis für den geplanten Ausbauzustand eine zusätzliche Abgrabung (z. B. für Rohrleitungen etc.) von 1 m Tiefe gemessen von Oberfläche Gelände zu berücksichtigen. Der zugehörige Standsicherheitsnachweis darf dann mit dem aktiven Erddruck geführt werden (s. Abs. 4.1.4).

Die infolge einer späteren Auf-/Abgrabung eintretenden Verformungen müssen in verträglichen Grenzen bleiben.

- Ankerwand

Der Erddruck aus Bodeneigengewicht und aus Verkehrslasten ist für den Erdruhedruck zu ermitteln.

4.1.3 Verteilung des Erddrucks

- Unverankerte Spundwandbauwerke, sh. E161 (→ 5.1.5 [4])
Klassische Erddruckverteilung (→ keine Umlagerung).

- Gestützte bzw. verankerte Spundwandbauwerke, sh. E77 (→ 8.2.2 [4])
Bei gestützten bzw. verankerten Spundwänden ist eine Erddruckumlagerung (des Bodeneigenlastanteils) zu erwarten (5.1.5 [2] und 3.1.2 [3]).
Die Berücksichtigung einer Erddruckumlagerung ist jedoch nicht zulässig.

Wird in bestimmten Fällen eine Erddruckumlagerung berücksichtigt, kann bei Beachtung der Ziffern 5.1.4 und 5.1.5 [2] nach [4] Ziffer 8.2.2 gerechnet werden.

4.1.4 Erdwiderstand

Der Erdwiderstand E_{ph} (bzw. e_{ph}) vor der Spundwand ist mindestens mit einer 1,5-fachen Sicherheit zu belegen. In Abhängigkeit von den Wegen zur Weckung des Erdwiderstandes ist im Baugrundgutachten eine endgültige Festlegung zu treffen.

Ansatz des Wandreibungswinkels nach 8.2.4 in [4], wenn im BGA keine Angabe entsprechend Abs. 3.2 enthalten ist.

Bei Flügelwänden darf oberhalb der Geländeoberkante, auch im Bereich der Böschungskegel, kein Erdwiderstand angesetzt werden.

Wird der zu führende Standsicherheitsnachweis unter Berücksichtigung einer mindestens 1 m tiefen Aufgrabung mit dem aktiven Erddruck geführt, kann der Sicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand mit $\gamma_{R,e} = 1,3$ angesetzt werden, wenn die Aufgrabung für begrenzte Dauer vorgesehen ist und die infolge der späteren Auf-/Abgrabung eintretenden Verformungen in verträglichen Grenzen bleiben.

4.1.5 Stat. Ersatzsystem

Die Festlegung der Auflagerbedingungen am Spundwandfuß (im Boden frei aufgelagert, mit 'teilweiser' oder 'voller' Einspannung) ist unter Berücksichtigung der Angaben unter Abs. 3.7 zu treffen.

Die Spundwandlänge ist mit $\gamma_{R,e} \geq 1,5$ und $\gamma_{G/Q} = 1,0$ zu ermitteln. Hieraus erhält man charakteristische Schnittgrößen.

4.2 Bemessung

Der genaue zeitliche Ablauf (Abaggerung, Hinterfüllung, Verspannen der Anker usw.) ist festzulegen und zu erläutern; alle dabei auftretenden Bauzustände sind bei der Bemessung zu berücksichtigen.

4.2.1 Bemessungsschnittkräfte

- Spundwand
Zur Ermittlung der Bemessungswerte sind die Teilsicherheitsbeiwerte der EAU zu verwenden. Alternativ ist in Abstimmung mit dem BGA zu entscheiden, ob ein Wert für $\gamma_{G,Q}$ (z. B. 1,4) ausreichend ist.
Eine Momentenabminderung ist nicht zulässig.

- Obere Stützung bzw. Verankerung
Zur Ermittlung der Bemessungswerte sind die Teilsicherheitsbeiwerte der EAU zu verwenden. Es ist in Abstimmung mit dem BGA zu entscheiden, ob ein Wert für $\gamma_{G,Q}$ (z. B. 1,4) ausreichend ist.
Die aus der klassischen Erddruckverteilung ermittelte Stütz- bzw. Ankerkraft ist zur Berücksichtigung einer Erddruckumlagerung um 30 % zu erhöhen.
Die für die Stützung bzw. Verankerung zugrunde zu legende Bemessungskraft darf auch unter Berücksichtigung einer Erddruckumlagerung nach Abs. 4.1.3 ermittelt werden.
Mit dem BGA ist abzustimmen, ob der Ansatz ausreichend ist oder ob aufgrund der möglichen Bau- und Endzustände eine weitere pauschale Erhöhung der ermittelten Stütz- bzw. Verankerungskraft für die Bemessung erforderlich wird.

4.2.2 Beanspruchungen / Beanspruchbarkeiten

Die Tragfähigkeitsnachweise sind nach E20 [4] zu führen.

Für Stahlbetonbauteile im Zusammenhang mit der Spundwandkonstruktion gilt der DIN EN 1992-2 (Nachweis der Tragfähigkeit).

4.2.3 Korrosionszuschlag

Die statisch erforderlichen Abmessungen von Spundwänden sind zur Berücksichtigung der Korrosion allseitig, d. h. an den erdberührten und an den luftberührten (auch an den durch Anstrich geschützten) Oberflächen zu vergrößern um:

- a) 1 mm im Normalfall, d. h. wenn keine Aggressivität des umgebenden Baugrundes bzw. Wassers oder Grundwassers vorhanden ist. Über die Bewertung der Aggressivität siehe E35 (→ 8.1.8 [4]).
(Mittlere Abrostung im Süßwasser nach E35 (→ 8.1.8.2 [4]): 0,02 mm/Jahr. Die Schwächung auf der Erdseite ist im Allgemeinen so gering, dass sie vernachlässigt werden kann. In 70 Jahren entsprechend der 'Ablösebeträge-Berechnungsverordnung – ABBV, Juli 2010': $\equiv 70 \times 0,02 = 1,4 \text{ mm} < 2 \times 1 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$).
- b) $\geq 1 \text{ mm}$ bei vorhandener Aggressivität des umgebenden Baugrundes bzw. Wassers oder Grundwassers. Hierbei ist es im Regelfall ausreichend, die allseitige Vergrößerung so festzulegen, dass nach 70 Jahren der dann noch vorhandene Querschnitt die Bemessungsschnittgrößen der Bemessungssituation BS-P nach [4] unter Einhaltung der Teilsicherheiten der Bemessungssituation BS-A aufnimmt. Die allseitige Vergrößerung muss jedoch wie in a) mindestens 1 mm betragen. Ferner müssen wie in a) bei Erreichen von 1 mm allseitiger Abrostung die Gebrauchs- und Tragfähigkeitsnachweise erfüllt sein.

4.2.4 Material / Werkstoffe

Es gelten die Festlegungen der EAU E99 und E67.

Die Spundwände müssen ausnahmslos schweißgeeignet sein (E99).

Für den Nachweis der Stahlgüte wird ein Abnahmezeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 gefordert. Die Vorlage des Zeugnisses ist im Bauvertrag zu vereinbaren.

4.2.5 Mindestabmessungen

Spundwandprofile mit Blechstärken < 8 mm (im Lieferzustand) sind auszuschließen.

Bezüglich Holmausbildung siehe Abs. 5.4.

4.2.6 Schweißnähte

Die Nahtdicken sind entsprechend den statischen Erfordernissen oder dem in den Stahlbauvorschriften angegebenen Mindestmaß zu wählen. Dabei sind die Dicken rechnerisch beanspruchter Nähte jeweils um das Maß der Abrostung (entspr. Abs. 4.2.3) zu erhöhen.

4.2.7 Wenn Spundwände (oder spundwandähnliche Bauwerke) und z. B. eine Pfahlgründung zusammenwirken, ist grundsätzlich die gesamte Formänderung und die gegenseitige Beeinflussung zu betrachten.

Sind die Wände getrennt von dem Gesamtsystem berechnet worden, sind grundsätzlich die Verformungen und die daraus resultierenden Kräfte als charakteristische Kräfte zu ermitteln, sofern nicht das vereinfachte Verfahren gem. Ziffer 4.1.5 angewandt wird.

4.3 Äußere Tragfähigkeit (E4 \rightarrow 8.2.5 in [4])

Vgl. Abs. 3.7 und 3.8.

Bei der Bestimmung der vorhandenen lotrechten Belastung der Spundwand in kN/m darf eine lastverteilende Wirkung durch das Verschweißen der Schlösser nicht angesetzt werden.

4.4 Betonholm

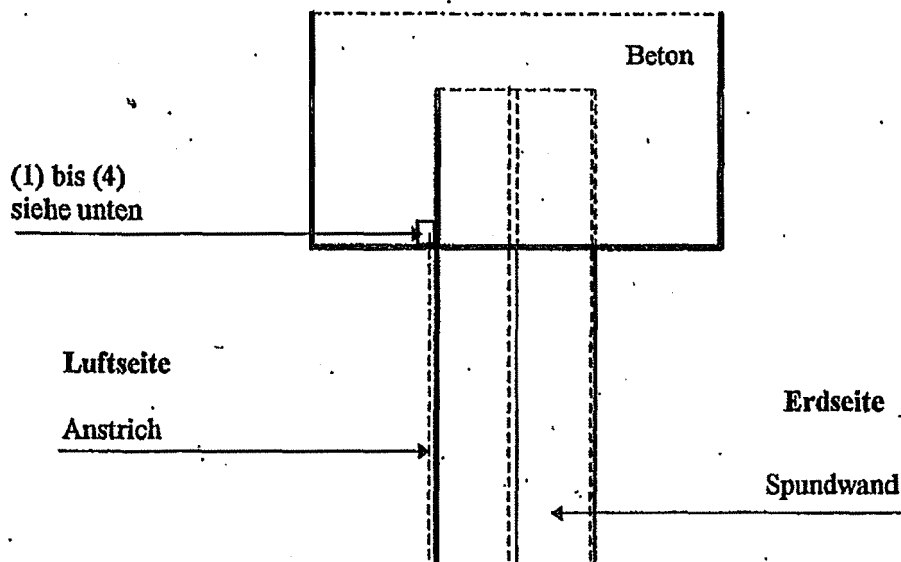
Die statischen Nachweise und die konstruktive Ausbildung des Holms können nach Zulassungsbescheiden des DIBt (z. B. Hoesch-Bauweise: "Schneidenlagerung auf Stahlspundbohlen") erbracht werden, falls kein besonderer Einzel-Nachweis geführt wird. Die sichere Übertragung von Momenten ist gesondert zu untersuchen.

5. Konstruktive Einzelheiten

5.1 Wird die Einbindelänge der Spundbohlen in den tragfähigen Boden durch die lotrechte Belastung der Spundwand bestimmt, so ist eine Staffelung nicht zulässig.

5.2 Verankerungen mittels Ankerwänden, die mit der zu verankernden Widerlagerwand bzw. Flügelwand einen Winkel in der horizontalen Ebene $< 80^\circ$ oder in der vertikalen Ebene $< 70^\circ$ bilden, sind nicht zu gelassen. Dies gilt auch für längere Verankerungen ($> 2,0$ m) über Eck zwischen Widerlagerwand und Flügelwand. In den vorstehenden Fällen ist der wirkliche Kräfteverlauf nur sehr schwer zu erfassen und eine einwandfreie Verdichtung hinter den Widerlagern ist nicht sichergestellt.

- 5.3 Mit Ausnahme von Brücken mit sehr kleiner Spannweite ($l < 3 \div 4$ m, biegesteife Verbindung) darf die Verbindung zwischen dem Überbau und der Widerlagerwand nur durch einen Betonholm mit ordnungsgemäßen Betongelenken hergestellt werden.
- 5.4 Die Beton-Holmhöhe und -breite sind festzulegen unter Berücksichtigung der Einleitung der Normalkraft (Durchstanzproblem), der Horizontalkraft und des Biegemomentes aus dem Holm in die Spundwand.
Mindestabmessungen:
Holmbreite: Spundwand-Bauhöhe 'h' + 2x15cm ≥ 50 cm,
Holmhöhe: 2 x Spundwand-Bauhöhe 'h' ≥ 60 cm.
Einbindung der Spundbohlen in den Stahlbeton-Holm: ≥ 15 cm
Überstand am Spundwandende: ≥ 15 cm, ≤ 25 cm
(sofern in den Zulassungsbescheiden des DIBt nichts anderes festgelegt ist)
- 5.5 Die Unterkante des Holms ist von dem Flügelende über das Widerlager bis zu dem gegenüber liegenden Flügelende gleichmäßig ohne Höhenversprung durchzuführen. Falls dadurch in den Flügelbereichen der Holm zu wuchtig erscheint, kann in diesen Bereichen die Unterkante höher gelegt werden, um eine ästhetisch befriedigende Lösung zu finden.
- 5.6 Die Spundwände sind mit einem geeigneten Korrosionsschutzsystem nach ZTV-ING zu versehen.
Der Anschluss des Korrosionsschutzsystems an den aufgesetzten Betonholm ist problematisch. Dafür empfiehlt sich folgende Lösung:



- (1) Herstellen einer Fuge durch geeignetes Einlagematerial (erforderlichenfalls angeklebt am Stahl) auf gesamter Abwicklungslänge der Spundwand
- (2) Entfernen des Einlagematerials beim Ausschalen
- (3) Korrosionsschutzsystem bis in die Fuge hineinführen
- (4) Verschließen der Fuge mit geeigneter Fugenmasse (vgl. STLK)

Bei späteren Erneuerungen des Korrosionsschutzsystems ist – beginnend mit der Entfernung der Fugenmasse – sinngemäß zu verfahren.

6. Ausführung

- 6.1 Ist aufgrund der Angaben nach Abschnitt 3 eine Probelastung vorgesehen, sind nach Auftragserteilung folgende Arbeitsgänge zeitlich nacheinander vorzugeben:
- Herstellung (nur) der für die Probelastung vorgesehenen Spundbohlen und der Belastungseinrichtung nach mit Baufreigabevermerk versehenen Ausführungsunterlagen,
 - Durchführung der Probelastung,
 - Auswertung und Festlegung der Gründungstiefen, Auslastung und Rammkriterien der Bauwerksspundbohlen,
 - Erstellung der Bauwerks-Ausführungsunterlagen nach der mit Baufreigabevermerk versehenen Auswertung der Probelastung.
- 6.2 Rammneigung zum Ausgleich der Nachgiebigkeit von Ankerwänden und rechnerischen Verformungen: Bei lotrechten Wänden 100 : 1 gem. E15 (→ 8.1.16 [4]).
Bei Eckausbildungen, z. B. Flügelanschlüssen, muss das 'Neigungsvorhaltenmaß' auslaufen.
- 6.3 Brücken mit einer Abstützung der Betonholme durch den Überbau sind auf beiden Seiten gleichzeitig und gleichmäßig zu hinterfüllen.
- 6.4 Für die Schweißung gilt DIN EN 1090 und E99 (→ 8.1.24 [4]).
Grundsätzlich sind alle Schlösser bis 50 cm unter OK Gelände bzw. bis OK Wasserspiegel zu verschweißen. Bei Mehrfachbohlen sollte die Verschweißung vor dem Rammen (evtl. beidseitig) vorgenommen werden.
Bei Stahlverbundwänden mit großer Profilhöhe ist hinsichtlich schubfester Schlossverschweißung auch die E103 8.1.5 in [4] zu beachten.
- 6.5 Einbringen der Stahlspundbohlen
Die Wahl des Einbauverfahrens (Geräteinsatz) hat nach den Angaben im BGA zu erfolgen. Sind dort keine Angaben gemacht, ist davon auszugehen, dass das Einbringen mit Schlagrammgeräten erfolgt.
Der Einsatz von Vibrationsgeräten (Rüttlern) oder Rammhilfen durch Bohren oder Spülen bedarf der Zustimmung des AG.
Entsprechende Hinweise sind in die Ausschreibung aufzunehmen!

Literaturangaben:

- [1] DIN EN 1997-1 und DIN 1054
- [2] DIN 4085: 2011-05 Baugrund; Berechnung des Erddrucks,
mit Beiblatt 1: 2011-12
- [3] Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe
Erd- und Grundbau: 'Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke,
Ausgabe 1994'
- [4] 'Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen": Häfen und Wasserstraßen
EAU 2012' (11. Auflage) der Hafenbautechnischen Gesellschaft e. V. und der Deutschen
Gesellschaft für Geotechnik e. V., sowie den alljährlich im Heft 12 der Zeitschrift
'Die Bautechnik' veröffentlichten Änderungen und Ergänzungen

Anhang 1 zum Entwurfs-Vermerk E 01 (Checkliste)
"Stahlspundwände als Dauerlösung bei Brücken und Stützwänden"

Brückenwiderlager in der Regel unzulässig
- mit unverankerter Spundwand
- bei schiefen bzw. gekrümmten ($\alpha \leq 70^\circ$) Überbauten
Stützwände unverankert nur in Ausnahmefällen

=> Abweichungen in Abstimmung zwischen AG und BGA zulässig

Berechnungsverfahren:

- Blum (Regelfall)
- Anderes Verfahren mit Zustimmung des AG

Einwirkender Erddruck:

- Erhöhter aktiver Erddruck (Regelfall)
- Abweichung gem. BGA

- Wandreibungswinkel nach EAU 2012, 8.2.5
- Abweichung gem. BGA

- Verdichtungserddruck unberücksichtigt, keine Überlagerung mit Verkehr
- Abweichung wenn oberflächennah kein Erddruck aus Verkehr

- Keine dynamischen Einflüsse
- abweichender Ansatz

- Abgrabung vor der Wand (1m ab GOK), aktiver Erddruck bei verträglichen Verformungen
- Abweichung

- Ankerwand => Erddruck aus Bodeneigengewicht und Verkehr mit e_0

Verteilung des Erddrucks:

- Unverankerte Bauwerke => klassische Erddruckverteilung
- gestützte bzw. verankerte Bauwerke => keine Berücksichtigung einer Erddruckumlagerung (Regelfall)
- begründete abweichende Regelung

Erdwiderstand:

- Ansatz von $\gamma_{R,e} = 1,5$
- Festlegung des BGA

- Wandreibungswinkel nach EAU 2012, 8.2.5
- Abweichung gem. BGA

- $\gamma_{R,e} = 1,3$ bei Abgrabung vor der Wand (1 m ab GOK) wenn Verformungen verträglich
- Abweichung

Statisches Ersatzsystem:

Die Festlegung der Auflagerbedingungen am Spundwandfuß ist unter Berücksichtigung der Angaben des BGA zu wählen.

Die Spundwandlänge ist mit $\gamma_{R,e} = 1,5$ (bzw. $\gamma_{R,e} = 1,3$ bei Abgrabung) und $\gamma_{G,Q} = 1,0$ zu ermitteln. Daraus resultieren die charakteristischen Schnittgrößen.

Bemessung:

Spundwand:

- Bemessung mit den Teilsicherheitsbeiwerten der EAU, vorzugsweise Bemessungssituation BS-T
- ein Wert für $\gamma_{G,Q}$ nach Vorgabe des BGA

Stützung / Verankerung:

- Bemessung mit den Teilsicherheitsbeiwerten der EAU
- ein Wert für $\gamma_{G,Q}$ nach Vorgabe des BGA

- Erhöhung der Stütz-, Ankerkraft um 30% bei klassischer Erddruckverteilung (Regelfall)
- abweichend gem. angesetzter Erddruckumlagerung
- weitere / andere Festlegung gem. BGA

Korrosionszuschlag:

- allseits 1 mm (Summe 2 mm)
- \geq Summe 2 mm bei vorhandener Aggressivität des umgebenden Baugrunds bzw. Wassers oder Grundwassers

Entwurfs-Vermerk E 15

**Teil A: Flachgründungen des Brücken- und Ingenieurbaus auf Baugrundersatz
zwischen Spundwänden; ohne Spundwände**

Teil B: Hinweise zur Berechnung und Bemessung des Baugrubenverbaus

**Teil A: Flachgründungen des Brücken- und Ingenieurbaus auf Baugrundersatz
zwischen Spundwänden; ohne Spundwände**

HINWEIS: Wird in diesem Entwurfsvermerk auf eine europäische Norm (z.B. DIN EN 1997) oder ein Teil dieser Norm (z.B. DIN EN 1997-1) verwiesen, so gelten gleichfalls die jeweils dazugehörigen nationalen Anwendungsdokumente.

1. Allgemeines
- 1.1 Vorbemerkungen

Ein Bodenaustausch als Baugrundersatz darf nur in trockener Baugrube erfolgen. Bei Abweichungen ist die Zustimmung des LBV-SH, Kiel erforderlich.

Beim Bodenaustausch für Flachgründungen innerhalb von Spundwandbefestigungen sind die Spundwände in den überwiegenden Fällen nach dem Austausch für die Standsicherheit des Bauwerks entbehrlich (Fall 1.) In besonderen Fällen, in denen eine reine Tiefgründung nicht vorzuziehen ist, kann sich ergeben, dass die Spundwände zur Standsicherheit herangezogen werden müssen (Fall 2).

Nachfolgend werden die Anforderungen, die neben den geltenden Technischen Baubestimmungen und sonstigen Regelwerken beim Nachweis der Standsicherheit zu beachten sind, festgelegt.

Hinweise über die Behandlung der Spundwände enthält Teil B.

Passagen, in denen sich im Vergleich zur bisherigen Fassung Änderungen ergeben haben, sind mit Randstrich versehen.

Die bei einer Ausschreibung zu berücksichtigenden wesentlichen Aspekte wurden in Form einer Checkliste zusammengefasst (siehe **Anhang 2**).

2. Standsicherheitsnachweise

2.1 **Fall 1: Spundwand nach Bodenaustausch entbehrlich.**

Bei dieser Bauart dienen die Spundwände ausschließlich als Baugrubenverbau (Baubehelfe).

Sie ist nur zulässig

- a) bei ausreichender seitlicher Stützung des Bodenersatzes durch den anstehenden Baugrund
oder
- b) wenn als Bodenersatzmaterial Beton gewählt wird.

Die Nachweise der Standsicherheit der Bauwerksgründung sind ohne Berücksichtigung der Spundwände zu führen.

Zusätzlich zu den Nachweisen für Flächengründungen (vgl. DIN EN 1997-1 und DIN 1054) ist nachzuweisen, dass die seitliche Stützung des Bodenersatzes durch den anstehenden Boden derart gewährleistet ist, dass keine unverträglichen horizontalen und vertikalen Verformungen / Bewegungen im Bodenersatz auftreten.

Auf anwendbare Nachweisverfahren wird im **Anhang 1** hingewiesen.

Der Nachweis kann entfallen, wenn als Bodenersatzmaterial Beton gewählt wird.

Bei der Ermittlung der Bodenpressungen und Setzungen darf eine Druckausbreitung aus der Bauwerksauflast über eine im Boden verbleibende Spundwand hinaus nur angesetzt werden, wenn im Baugrundgutachten eine entsprechende Aussage enthalten ist.

Im Hinblick auf das Setzungsverhalten des Bauwerks sollen die Spundwände im Regelfall im Boden verbleiben.

2.2 Fall 2: Spundwände sind Bestandteil des Bauwerks.

Spundwände, die mit dem Baugrundersatz für die Standsicherheit im Endzustand des Bauwerks erforderlich sind (tiefgezogene Flachgründung), sind

- c) für die Bauzustände als Baubehelfe (s. Teil B)
und
- d) als Bestandteil des Bauwerks nach den geltenden Baubestimmungen unter Beachtung des (Entwurfs-)Vermerks E 1 mit den nachfolgenden Ergänzungen und Hinweisen
statisch nachzuweisen.

Der Erddruck auf die Einzelwand eines Spundwandkastens bzw. eines Fangedamms ist

- a) auf der Aktivseite (Baugrundersatzseite unter dem Bauwerksfundament) für alle maßgebenden Einflüsse (einschl. der äußeren Horizontallasten aus dem Bauwerk und Hinterfüllung) mit dem Erdrückbeiwert k_0 zu rechnen.
- b) Auf der Passivseite ist
 - 1) bis UK Bodenersatz der aktive Erddruckbeiwert k_a
und
 - 2) ab UK Bodenersatz der Erdwiderstand des vorhandenen tragfähigen Baugrundes mit dem $\eta \ll 1/(\gamma = 1,5)$ -fachen Erdwiderstandsbeiwert k_p als rechnerischer oberer Grenzwert
anzusetzen, Wandreibungswinkel $\delta = (2/3) * \varphi'_k$.

Bei unverankerten Spundwänden sind die Horizontalverschiebungen nachzuweisen.

Bei geschlossenen Spundwandkästen bzw. miteinander durch Anker verbundenen Spundwandteilen ist die Kopfverschiebung nachzuweisen, wenn das Verhältnis B/H kleiner als 1 ist.

B Breite des Bodenersatzes (senkrecht zur H-Last-Richtung bzw. Ankerabstand)

H Höhe des Bodenersatzes

Dabei darf eine Abtragung der H-Lasten über Scheibenwirkung von Spundwänden in H-Richtung nicht angesetzt werden.

Zur Vermeidung unverträglicher Auswirkungen auf das Bauwerk ist die horizontale Kopfverschiebung der Spundwand auf 2 cm zu begrenzen.

Die Standsicherheit der Bauwerksgründung ist ab UK Bodenersatz (= OK tragfähiger Baugrund) nach den Grundsätzen der DIN EN 1997-1 sowie DIN 1054 nachzuweisen. ■

Bei diesen Nachweisen ist ein günstig wirkender Einfluss aus der Spundwand (z. B. Vernadelung mit dem tragfähigen Baugrund) unberücksichtigt zu lassen.

Im Bereich des Bodenaustausches gilt die Bauwerksstandsicherheit als gewährleistet, wenn bei der Bemessung der Spundwände die Grundsätze für Dauerbauwerke eingehalten werden.

Bei der Ermittlung der Bodenpressungen und Setzungen darf eine Druckausbreitung der Bauwerkslasten über die Spundwände hinaus nur angesetzt werden, wenn im Baugrundgutachten eine entsprechende Aussage enthalten ist.

Teil B: Hinweise zur Berechnung und Bemessung des Baugrubenverbaus

1. Anwendungsbereich

Diese Hinweise gelten für den Baugrubenverbau als Teil einer Baugrubenvoll- oder -teilumschließung sowie als verankerte oder unverankerte Einzelwand soweit diese Teile als Baubehelfe verwendet werden.

(Als Baubehelfe bemessene Bauteile dürfen als Bauteile des endgültigen Bauwerks nur verwendet werden, wenn entsprechende Nachweise geführt werden.)

Über die Einordnung von Behelfsbauten mit zeitlich begrenztem Einsatz als Dauerbauwerk ist von Fall zu Fall zu entscheiden (sie gelten grundsätzlich nicht als Baubehelfe).

2. Berechnung und Bemessung

2.1 Allgemeines

Bei der Berechnung nach DIN EN 1997-1 sowie DIN 1054 ist keine Herabsetzung der Teilsicherheitsbeiwerte wie bei Stahlspundwänden als Dauerlösung (siehe Entwurfsvermerk E 1) zulässig.

Die in der ZTV-ING Teil 2 (Grundbau) Abschnitt 1 (Baugruben) genannten Vorschriften: ZTV E-StB, Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) und Normen gelten unter Beachtung nachfolgender Ergänzungen und Hinweise.

2.2 Lastannahmen

Mit den in 2.6 (1) EAB angegebenen Lastansätzen ist Brückenklasse 30 (DIN 1072/85) abgedeckt; zur Erreichung des Lastniveaus der DIN EN 1991-2 sind die Einzellasten um 25 % zu erhöhen.

Zur Erfassung der genehmigungspflichtigen Schwerverkehre gemäß Brückenklasse 60/30 (DIN 1072/85) ist das nach EAB Ziffer 2.6 (3) in Verbindung mit Ziffer 2.6 (4) anzusetzende Lastbild (vgl. Bild EB 55-2 der EAU) wie folgt zu verändern:

- Gleichlast $p_k = 12,5 \text{ kN/m}^2$
- $q_k = 20 \text{ kN}$ zusätzlich auf 3m Breite von der Wand ab Beginn der Lastspur)

Der Beginn der Lastspur ist ab Hinterkante Wand anzunehmen, wenn keine starre Schutzeinrichtung vorhanden ist.

Dieser Lastansatz ist bei öffentlichem Straßenverkehr immer anzusetzen.

2.3 Bemerkung

Die Begrenzung der maximalen horizontalen Verformung in Höhe der Straßenoberkante von $\leq 2,0 \text{ cm}$ ist zur Sicherung von Bauwerken und Straßenverkehrswegen einzuhalten.

Auf Verformungsbeschränkungen kann verzichtet werden, wenn dies für die betrachteten Bauwerke unschädlich ist.

3. Hinweis auf geltende Vorschriften und Normen

Entwurfs-Vermerk E1: "Stahlspundwände als Dauerlösung bei Brücken und Stützwänden – Grundsätze für den Entwurf, die Berechnung, konstruktive Durchbildung und Ausführung "

EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) e. V. – Zusammenfassung mit den laufend veröffentlichten Ergänzungen.

DIN EN 1997-1
und DIN 1054

Baugrund-Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

Anhang 1

zum Entwurfs-Vermerk E 15

Hinweis

zum Nachweis ausreichender seitlicher Stützung ohne Berücksichtigung im Boden verbleibender Spundwände

Die Bauart Fall 1 des Vermerkes E 15 ist u. a. zulässig, wenn eine ausreichende seitliche Stützung des Baugrundes durch den anstehenden Baugrund derart gewährleistet ist, dass keine unverträglichen horizontalen (und daraus ggf. vertikalen) Verformungen auftreten.

Über das Spannungs-Dehnungsverhalten von Böden liegen nur wenig praktisch brauchbare Unterlagen vor.

Hinweise und Angaben über den Zusammenhang zwischen Erddruck und Wandbewegung sind in der DIN 4085 mit Beiblatt 1 sowie im Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken zu finden.

In der Gründungsbeurteilung müssen bauwerksbezogene Angaben enthalten sein.

Zur Abschätzung kann eine Erddruck-Erdwiderstands-Betrachtung geführt werden – wobei der Gedanke zugrunde gelegt wird, dass bei einem ausreichenden Sicherheitsabstand gegenüber der Grenzlasterlast die Verformungen verträglich klein gehalten werden – durch eine Gegenüberstellung der auf der Seite des Bodenersatzes wirkenden Erddruckkraft $E_{ah}(t)$ mit dem um den Sicherheitsfaktor abgeminderten Erdwiderstand $E_{ph}(t)$ als Grenzwert, graphisch aufgetragen von OK Fundament bis UK Bodenersatz.

Der Sicherheitsfaktor kann nach Abschnitt 5.3.3 DIN 4085 mit Beiblatt 1 bestimmt werden, wobei die horizontale Wandbewegung auf 2 cm zu begrenzen ist. Der Sicherheitsfaktor darf den Wert 2 nicht unterschreiten, er sollte in der Regel mit 3 festgelegt werden.

Als Wandhöhe (h) gilt die Höhendifferenz von UK Bauwerksfundament bis zum Spundwandfuß, wenn in der Gründungsbeurteilung keine Angabe enthalten ist.

Hinweis auf geltende Vorschriften und Normen:

DIN EN 1997-1	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
DIN 1054:2010-12	Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 4085:2011-05	Berechnung des Erddrucks mit Beiblatt 1:2011-12
EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben"

Anhang 2 (Checkliste)

zum Entwurfs-Vermerk E 15 (Hinweise zur Berechnung und Bemessung des Baugrubenverbaus)

Erfordernis Spundwand:

- Bauzeitlich \Rightarrow siehe folgende Abfragen
- Bestandteil des Bauwerks \Rightarrow siehe E 1 sowie Anlagen E15 für Spundwandkasten

Bauzeitliche Spundwand:

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 1997-1 und EAB.
Der Entwurfsvermerk E 1 ist **nicht** anzuwenden.

Lastannahmen::

- Nur Baubetrieb \Rightarrow gemäß EB 55, 56 und 57 einschl. Erhöhung um 25 %
Damit sind die Brückenklasse 30 (DIN 1072/85)
sowie Lasten aus Baubetrieb abgedeckt.
- Öffentlicher Straßenverkehr \Rightarrow gemäß EB 55 unter Beachtung der
Umrechnung für Brückenklasse 60/30 (DIN 1072/85) und Erhöhung
um 25 % (siehe Lastannahmen unter Ziffer 2.2).

Durch die Erhöhung um 25 % ist das Lastniveau der DIN EN 1991-2 abgedeckt.

Verformungen:

- Sicherung von Bauwerken und Straßenverkehrswegen:
Begrenzung der rechnerischen horizontalen Verformung am Wandkopf
auf ≤ 2 cm
- Verformungen unschädlich für Bauwerke und Verkehrswege:
Verformungsbegrenzung nicht erforderlich

Betr. : Brücken- und konstruktiver Ingenieurbau
- Allgemeine technische Entwurfsgrundlagen
- **Entwurfs-Vermerke** -

Inhaltsverzeichnis

"Entwurfsvermerke"

Anlg. : "Entwurfs-Vermerke"

Letzte Teiländerung : **6/2023**

Inhaltsverzeichnis "Entwurfs-Vermerke"				2
Vermerk (Vortrag) Nr.	Datum	Az.	Thema	Bemer-
E 1	11.07.13	331- 554.122.4	Stahlpundwände als Dauerlösung bei Brücken und Stützwänden - Grundsätze für den Entwurf, die Berechnung konstruktive Durchbildung und Ausführung	
E 14	22.05.23	20201- 554.177	Lärmschutzwände und Überflughilfen außerhalb von Kunstbauten mit einer Wandhöhe > 2,00 m	
E 15	11.07.13	331- 554.122.1	A: Flachgründungen des Brücken- u. Ingenieurbaus auf Baugrundersatz zwischen Spundwänden (ohne Spundwände) B: Hinweise zur Berechnung und Bemessung des Baugrubenverbaus	
LBV-SH, Stand: 6/2023				