

DIN 21500

ICS 73.100.10

Einsprüche bis 2016-05-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 21500:2001-11

Entwurf**Schachtausbau im Bergbau –
Entwurf und Bemessung**

Shaft sinking in mining –
design and dimensioning

Revêtement de puits dans les mines –
Construction et calcul

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-01-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 27 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Vorleistungen des Auftraggebers	10
6 Allgemeine Anforderungen an den Ausbau und sein Tragsystem	11
6.1 Aufgabenstellung und Lösungen	11
6.2 Anforderungen an die Ausbauplanung	12
6.2.1 Bautechnische Unterlagen	12
6.2.2 Konstruktive Anforderungen	12
7 Einwirkungen auf das Bauwerk	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Haupteinwirkungen im Regelfall	13
7.2.1 Äußerer gleichförmiger Horizontaldruck p_a	13
7.2.2 Innerer gleichförmiger Horizontaldruck p_i	14
7.2.3 Vertikale, zur Schachtachse zentrische Einwirkungen	14
7.2.4 Zwangseinwirkungen	15
7.2.5 Chemische Einwirkungen	15
7.3 Zusatzeinwirkungen im Einzelfall	16
7.3.1 Allgemeines	16
7.3.2 Ungleichförmiger Horizontaldruck	16
7.4 Außergewöhnliche Einwirkungen	16
7.5 Einwirkungskombinationen	16
8 Baustoffe und ihre Eigenschaften	16
9 Bemessung des Schachtausbaues	17
9.1 Allgemeine Grundsätze und Nachweise	17
9.2 Bemessung der Schachtröhre als einschaliger Ausbau	17
9.2.1 Allgemeines	17
9.2.2 Einwirkungen auf die Schachtröhre, Schachtfundamente und Stützringe	18
9.2.3 Lastfallkombinationen	18
9.2.4 Widerstandsgrößen	18
9.3 Bemessung der Schachtröhre als mehrschaliger Ausbau	19
9.3.1 Allgemeines	19
9.3.2 Einwirkungen	19
9.3.3 Lastfallkombinationen	19
9.3.4 Widerstandsgrößen	19
9.3.5 Schubkraftübertragung in Fugen	19
9.3.6 Verbundmittel	20
10 Vorbausäulen	20
10.1 Allgemeines	20
10.2 Bauarten	20
10.3 Konstruktion	20

10.4	Allgemeine Anforderungen	20
10.5	Bemessung.....	20
10.5.1	Allgemeines	20
10.5.2	Einwirkungen.....	21
10.5.3	Widerstandsgrößen.....	21
11	Bauzustände.....	21
Anhang A (informativ) Hinweise zur statischen Berechnung.....		22
A.1	Einwirkungen durch Schwinden des Betons und durch Temperaturänderungen	22
A.2	Nachweis der Knicksicherheit von Stahlkonstruktionen für Schlankheiten des Schachtringes $\lambda \leq 50$	22
A.3	Nachweis der Knicksicherheit von Stahlkonstruktionen für Schlankheiten des Schachtringes $\lambda > 50$	23
A.4	Näherungsrechnung zur Spannungsermittlung dickwandiger ungebetteter Kreisringe.....	24
A.4.1	Lastfall gleichförmiger horizontaler Belastungen	24
A.4.2	Lastfall ungleichförmige horizontale Belastung p_z	25
Literaturhinweise.....		27

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 008-01-01 AA „Schachtbau“ im DIN-Normenausschuss Bergbau (FABERG) ausgearbeitet.

Diese Norm dient dem Ziel, verbindliche Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Ausführung von tiefen vertikalen Schächten, wie sie vorwiegend im untertägigen Bergbau vorkommen, festzulegen.

Grundlage dieser Norm sind die „Richtlinien zur Berechnung von Schachtauskleidungen in nicht standfestem Gebirge“ [1], die jahrzehntelangen Erfahrungen der Fachleute und ihrer Veröffentlichungen über Entwurf, Berechnung, Ausführung und Prüfung von zahlreichen Schachtausbauten verschiedenster Bauart und Konstruktion. Auf Basis der „Richtlinien“ wurden zahlreiche Schachtbauwerke des Bergbaus und des Tunnelbaus entworfen, bemessen und gebaut. Die Funktionsfähigkeit dieser Bauwerke ist über Jahrzehnte, auch unter extremen Bedingungen, erwiesen.

Abweichend vom global-deterministischen Bemessungskonzept der „Richtlinien“ kommt in dieser Norm die semiprobabilistische Zuverlässigkeitstheorie mit Teilsicherheitsbeiwerten zur Anwendung. Im Vordergrund stehen bergbau- und schachtbauspezifische Einflüsse und Bedingungen. Aus den „Richtlinien“ und den Erfahrungen des Schachtbaus leiten sich vertretbare Abweichungen gegenüber den Europäischen Baunormen ab. Dort wo Abweichungen auftreten, sind sie in dieser Norm angemerkt.

Die Norm ist Grundlage für die Planung, Tätigkeiten der Prüfstellen und der Überwachungsstellen und enthält ferner die notwendigen Anforderungen für die Ausgangsdaten und -bedingungen, die von Seiten des Auftraggebers zu erbringen sind. Die Kontrolle der Qualität der Baustoffe und der Bauausführung muss nach den eingeführten technischen Regelwerken stattfinden und wird nicht behandelt.

Änderungen

Gegenüber DIN 21500:2001-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt Symbole und Abkürzungen ergänzt und alphabetisch sortiert;
- b) Abschnitt Vorleistungen des Auftraggebers ergänzt und neu strukturiert;
- c) Einführung des ebenen und räumlichen Erddruckansatzes nach DIN 4085;
- d) Terminologie überarbeitet;
- e) ungleichförmiger Horizontaldruck nicht mehr obligatorisch anzusetzen;
- f) ungleichförmiger Horizontaldruck variabel;
- g) Knicksicherheitsnachweis in informativen Anhang übernommen;
- h) Teilsicherheitsbeiwerte überarbeitet;
- i) Tabellen für Schubverbund gelöscht und auf die entsprechenden Eurocodes verwiesen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Entwurf und die Bemessung tragender Ausbaukonstruktionen von neu herzustellenden, in der Regel kreiszylindrischen vertikalen Schächten im Bergbau. Sie gilt auch für bestehende Schächte, die umgebaut, verstärkt oder saniert und dabei mit Vorbausäulen oder anderen neuen Aus-/Einbauten versehen werden müssen.

Die Norm darf auch auf tiefe Schächte in anderen Bereichen wie z. B. im Tunnelbau angewendet werden.

Die Norm gilt nicht für Schachtausbauten, die nur der vorübergehenden Sicherung des untertägigen Hohlraumes während der Abteufarbeiten dienen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 4085, *Baugrund — Berechnung des Erddrucks*

DIN EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1990/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

DIN EN 1992-1-1:2011-01, *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*

DIN EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1993-1-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1994-1-1:2010-12, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1994-1-1:2004 + AC:2009*

DIN EN 1997-1, *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-1/NA, *Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-2, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

DIN EN 1997-2/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

DIN EN 10025-1:2005-02, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10025-1:2004*

DIN EN 10025-2:2005-04, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2004*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

bergbauliche Einwirkungen

Einwirkungen aus unmittelbarer oder benachbarter Bergbauaktivität, z. B. in Form von Bewegungen oder/und Belastungen vom umgebenden Gebirge auf den Schachtausbau

3.2

Betriebslast

ständige und/oder veränderliche Last aus dem Schachtbetrieb

3.3

Bohrschacht

Schacht, der durch Bohren abgeteuft wird

3.4

Füllort

im Schachtbereich aufgefahrener Grubenraum mit der Aufgabe, die vertikale in die horizontale Förderung überzuleiten und umgekehrt

3.5

geankerter Schacht

Schacht, der im Schutz einer nach außen im Gebirge verankerten Ausbaukonstruktion hergestellt wird

3.6

Gebirgsdruck

Belastungsgröße aus dem Gebirge auf eine Ausbaukonstruktion, bezogen auf die Einheitsfläche

3.7

Gefrierschacht

Herstellung eines temporären Frostmantels aus künstlich gefrorenem Gebirge, in dessen Schutz der endgültige Ausbau ausgeführt wird

3.8

gleichförmiger Gebirgsdruck

horizontaler am Umfang gleichförmiger radial von außen auf eine Ausbaukonstruktion wirkender Gebirgsdruck

3.9

Nutzlast

veränderliche Verkehrslast

3.10

Schachteinbauten

Einbauten in Schächten, z. B. Einstriche, Spurlatten, Rohrleitungen, Fahrten, Ruhe Bühnen

3.11

Schachtfundament

in der Regel ein Ringfundament, das das Eigengewicht der Schachtröhre oder einen Teil des Eigengewichtes in tragfähige Gebirgsschichten überträgt

3.12

Schachtröhre, einschaliger Ausbau

Zylinder unter unmittelbarer Einwirkung der von außen belastenden horizontalen Drücke der Gebirgswässer und des Gebirges und der vertikalen Einwirkungen als einschalige Konstruktion aus unbewehrtem oder bewehrtem Beton oder aus Stahl, jedoch nicht als Verbundkonstruktion

3.13

Schachtröhre, mehrschaliger Ausbau

zwei oder mehr konzentrische Zylinder, deren äußerster in der Regel unter unmittelbarer Einwirkung der von außen belastenden horizontalen Drücke der Gebirgswässer und des Gebirges und der entsprechenden an der äußeren Mantelfläche angreifenden vertikalen Einwirkungen steht

Anmerkung 1 zum Begriff: Mehrschaliger Ausbau sind der Stahl-Beton-Verbundausbau und der Ausbau mit gusseisernen Tübbing. Die Hinterfüllung des Schachtausbaus kann eine viskose Flüssigkeit oder ein kompressibles oder verformungsarmes Material sein.

3.14

standfestes Gebirge

Gebirge, dessen Ausbruchränder nach Herstellung eines Hohlraumes nach Angabe des geotechnischen Sachverständigen unverändert standfest bleiben

3.15

Stützring

Ringkonstruktion unterhalb des Schachtfundaments zur Aufnahme resultierender horizontaler Gebirgsdrücke, u. a. aus der Auflast durch das Fundament

3.16

Trennschicht

mit Baustoffen gefüllter planmäßiger Ringspalt jeweils zwischen zwei Zylinderschalen

3.17

ungleichförmiger Gebirgsdruck

am Umfang ungleichförmig verteilter horizontaler radial von außen wirkender Gebirgsdruck

3.18

Vorbausäule

Zylinderausbau, der nachträglich vor die Innenfläche eines bestehenden Schachtes eingebaut wird. Sie dient der Sanierung der bestehenden Ausbaukonstruktion bei unzulässiger Undichtigkeit oder bei unzureichender Tragfähigkeit und im Einzelfall auch dem Umbau.

3.19

Vorbohrung

Erkundungsbohrung vor Herstellen eines Schachtes

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Symbole und Einheiten nach Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Benennung	Einheit
A	Fläche des Ausbauquerschnitts (bei Stahlbeton- und Verbundquerschnitten die auf einen der Baustoffe bezogene Fläche), vertikal, radial durch die Schachtwand geschnitten, bezogen auf 1 m	m ² /m

Symbol	Benennung	Einheit
	Schachthöhe	
A_c	Gesamtfläche des Betonquerschnitts, bezogen auf 1 m Schachthöhe	m ² /m
A_i	Teilfläche des Ausbauquerschnitts, bezogen auf 1 m Schachthöhe	m ² /m
A_s	Mindestbewehrung, bezogen auf 1 m Schachthöhe	m ² /m
e_{ah}	ebener aktiver horizontaler Erddruck	kN/m ²
E	Elastizitätsmodul	N/mm ²
E'_c	wirksamer Elastizitätsmodul des Betons	N/mm ²
E_{cm}	Elastizitätsmodul des Betons als Mittelwert des Sekantenmoduls	N/mm ²
f_{ck}	Zylinderdruckfestigkeit des Betons	N/mm ²
f_y	Stahlstreckgrenze	N/mm ²
h	Überlagerungshöhe der Gebirgswässer bzw. des anstehenden Gebirges	m
h_f	Überlagerungshöhe der Hinterfüllmasse in Trennschichten	m
H	Teufe	m
i	Trägheitsradius des Gesamtausbauquerschnitts, bezogen auf 1 m Schachthöhe	m/m
i_i	Trägheitsradius der Teilfläche A_i , bezogen auf 1 m Schachthöhe	m/m
J	Trägheitsmoment, bezogen auf 1 m Schachthöhe	m ⁴ /m
p_1	Ungleichförmiger horizontaler Gebirgsdruck, in Abhängigkeit von der laufenden Winkelkoordinate in Umfangsrichtung ϕ	MN/m ²
p_a	gleichförmiger horizontaler Außendruck	MN/m ²
p_f	gleichförmiger Horizontaldruck der Hinterfüllmasse in Trennschichten	MN/m ²
p_g	gleichförmiger horizontaler Gebirgsdruck	MN/m ²
p_i	gleichförmiger horizontaler Innendruck	MN/m ²
p_w	Gebirgswasserdruck	MN/m ²
p_z	Scheitelwert des horizontalen Gebirgsdrucks p_1	MN/m ²
r	Laufende Koordinate (radial)	m
r_a	Außenradius des Gesamtausbauquerschnitts	m

Symbol	Benennung	Einheit
r_i	Innenradius des Gesamtausbauquerschnitts	m
r_s	Schwerpunktradius des Gesamtausbauquerschnitts oder des zu berechnenden Querschnitts	m
r_{si}	Schwerpunktradius der Teilfläche A_i	m
S	Schwerpunkt	—
S_i	Schwerpunkt der Teilfläche	—
t	Stahlblechdicke	mm
x	Prozentanteil der horizontalen Ungleichförmigkeit	%/100
y	Horizontaler Schwerpunktabstand eines Bemessungspunktes	m
y_i	Horizontaler Schwerpunktabstand des Innenradius eines Ausbauquerschnitts	m
γ_f	Wichte der Hinterfüllmasse in Trennschichten	MN/m ³
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen	—
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Baustahl und Stahlbauverbindungen	—
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen	—
γ_w	Wichte der Gebirgswässer	MN/m ³
λ	Schlankheit	—
ν_k	Knicksicherheit	—
$\nu_{k, \text{erf}}$	Erforderliche Knicksicherheit	—
$\nu_{k, \text{vorh}}$	Vorhandene Knicksicherheit	—
σ_k	Wirkliche Knickspannung	N/mm ²
σ_{ki}	Euler-Knickspannung	N/mm ²
σ_r	Radiale Normalspannung im Abstand r vom Schachtmittelpunkt	N/mm ²
σ_t	Tangentiale Normalspannung	N/mm ²
τ	Schubspannung	N/mm ²
φ	laufende Winkelkoordinate in Umfangsrichtung	°