

DIN 21500**DIN**

ICS 73.100.10

Ersatz für
DIN 21500:2001-11**Schachtausbau im Bergbau –
Entwurf und Bemessung**Shaft sinking in mining –
design and dimensioningRevêtement de puits dans les mines –
Construction et calcul

Gesamtumfang 26 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	9
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	12
7.1 Allgemeines	12
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	15
7.3.1 Allgemeines	15
7.3.2 Ungleichförmiger Horizontaldruck	15
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	17
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	19
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.....	20
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.....		26

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-51-10 AA „Schachtbau“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABAU) 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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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.

Frühere Ausgaben

DIN 21500: 2001-11

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

Anmerkung 1 zum Begriff: 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 Schachthöhe	m^2/m
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	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
H	Teufe	m
J	Trägheitsmoment, bezogen auf 1 m Schachthöhe	m^4/m
S	Schwerpunkt	—
S_i	Schwerpunkt der Teilfläche	—
e_{ah}	ebener aktiver horizontaler Erddruck	kN/m^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
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
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