

# E DIN 25449:2021-12 (D)

Erscheinungsdatum: 2021-11-12

## Bauteile aus Stahl- und Spannbeton in kerntechnischen Anlagen - Sicherheitskonzept, Einwirkungen, Bemessung und Konstruktion

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe und Formelzeichen.....	7
3.1 Begriffe .....	7
3.2 Formelzeichen.....	7
4 Baustoffe .....	9
4.1 Beton .....	9
4.1.1 Allgemeines.....	9
4.1.2 Temperaturabhängigkeit der Kennwerte .....	10
4.1.3 Gehalt an gebundenem Wasser.....	10
4.1.4 Wärmekapazität .....	11
4.2 Betonstahl.....	12
4.3 Spannstahl .....	12
5 Einwirkungen .....	12
5.1 Allgemeines.....	12
5.2 Ständige Einwirkungen .....	13
5.3 Veränderliche Einwirkungen .....	13
5.4 Außergewöhnliche Einwirkungen.....	13
5.4.1 Allgemeines.....	13
5.4.2 Einwirkungen von innen.....	14
5.4.3 Einwirkungen von außen.....	16
6 Sicherheitskonzept .....	18
6.1 Allgemeines.....	18
6.2 Kombinationsregeln.....	18
6.3 Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte für Einwirkungen.....	19
6.4 Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	20
6.5 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.....	23
7 Verfahren zur Tragwerksberechnung und Nachweisführung.....	23
7.1 Allgemeines.....	23
7.2 Linear-elastische Berechnungsverfahren .....	23
7.3 Nichtlineare Berechnungsverfahren.....	24
7.4 Bauteilverhalten unter dynamischen Einwirkungen .....	25
7.4.1 Allgemeines.....	25
7.4.2 Bauteilsteifigkeiten .....	25
7.4.3 Massen .....	25
7.4.4 Bauteildämpfung.....	26
7.4.5 Baugrund und Gründung .....	26
7.4.6 Vereinfachte Verfahren für Einzelbauteile .....	27
8 Bemessungshinweise .....	28
8.1 Festigkeitskennwerte Stahlbeton .....	28
8.2 Grenzdehnungen für Betonstahl und Beton .....	29
8.3 Querkraft.....	29
8.4 Durchstanzen.....	30

8.4.1	Allgemeines.....	30
8.4.2	Bauteile ohne Durchstanzbewehrung.....	30
8.4.3	Bauteile mit Durchstanzbewehrung.....	31
8.4.4	Bauteile für Wrackteillasten.....	33
8.4.5	Konstruktive Durchbildung.....	34
Anhang A (informativ) Anlagenzustände und Einwirkungen.....		35
Anhang B (informativ) Lastannahmen auf das Gesamtgebäude und auf schlanke Bauteile für den Lastfall Explosionsdruckwelle.....		38
B.1	Allgemeines.....	38
B.2	Kastenförmige Gebäude.....	39
B.2.1	Unmittelbar belastete Einzelbauteile.....	39
B.2.2	Gesamtgebäude, aussteifende Bauteile, Gründung.....	39
B.3	Gebäude mit zylindrischer und kugelförmiger Außenfläche.....	39
B.4	Schlanke Bauteile.....	41
Anhang C (informativ) Modifizierte Teilsicherheitsbeiwerte für Kernkraftwerke im Rückbau.....		42
C.1	Allgemeines.....	42
C.2	Modifizierte Teilsicherheitsbeiwerte.....	42
C.2.1	Teilsicherheitsbeiwerte ohne Berücksichtigung der anlagen- und bauwerksspezifischen Gegebenheiten.....	42
C.2.2	Ermittlung der Teilsicherheitsbeiwerte unter Berücksichtigung der anlagen- und bauwerksspezifischen Gegebenheiten.....	43
Anhang D (informativ) Ansätze zur Berücksichtigung standortspezifischer Gegebenheiten zur Ermittlung modifizierter Teilsicherheitsbeiwerte für Kernkraftwerke im Rückbau.....		44
D.1	Allgemeines.....	44
D.2	Ermittlung von Teilsicherheitsbeiwerten über das Zuverlässigkeitsniveau.....	44
D.3	Direkte Ermittlung von Teilsicherheitsbeiwerten.....	45
D.3.1	Berücksichtigung wirklichkeitsnaher Streuung der Basisvariablen.....	45
D.3.2	Berücksichtigung von Materialproben.....	45
D.3.3	Möglichkeiten zur exakten Erfassung der veränderlichen Einwirkungen.....	46
Literaturhinweise.....		48
<b>Bilder</b>		
Bild 1 — Gehalt an gebundenem Wasser bei niedrigem Wasserdampfpartialdruck (0,8 kPa) und stufenweise konstant gehaltener Temperatur.....		11
Bild 2 — Idealisierter Verlauf des Überdrucks $\Delta p$ in Abhängigkeit von der Zeit.....		14
Bild 3 — Idealisierter Verlauf einer Strahlkraft in Abhängigkeit von der Zeit.....		15
Bild 4 — Idealisierter Verlauf für ein elastisches Bodenantwort- oder Etagenantwortspektrum.....		16
Bild 5 — Last-Zeit-Funktion für Flugzeugabsturz nach BMU-Sicherheitsanforderungen.....		17
Bild 6 — Last-Zeit-Funktion für Druckwellen aus chemischen Reaktionen entsprechend der BMI-Richtlinie ( $p$ : Überdruck am Gebäude).....		18
Bild 7 — Dynamischer Lastfaktor für Explosionsdruckwelle.....		28
Bild B.1 — Idealisierter Zeitverlauf des Überdrucks $p$ am Gebäude.....		38
Bild B.2 — Zeitverlauf des resultierenden Überdrucks $\Delta p$ für kastenförmige Gebäude.....		39
Bild B.3 — Zeitverlauf des Überdrucks $p$ für zylinder- und kugelförmige Gebäude.....		40

<b>Bild B.4 — Überdruckverteilung über den Umfang für zylinder- und kugelförmige Gebäude .....</b>	<b>41</b>
--	-----------

## **Tabellen**

<b>Tabelle 1 — Formelzeichen .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabelle 2 — Anhaltswerte für den Gehalt an gebundenem Wasser in trockenem (getrocknetem) Zementstein.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabelle 3 — Anhaltswerte für Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabelle 4 — Teilsicherheitsbeiwerte und Materialkennwerte für Stahlbeton und Spannbeton zur Bestimmung des Tragwiderstands im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabelle 5 — Zuordnung verschiedener Anforderungskategorien.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 6 — Rechenwerte der Dämpfungsgrade <math>D</math> in % der kritischen Dämpfung (Lehrsches Dämpfungsmaß) für die Berechnung von Bauwerken und Bauwerksteilstrukturen.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabelle 7 — Maximale dynamische Lastfaktoren.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle A.1 — Anlagenzustände und beispielhafte Ereignisse sowie die sich daraus ergebenden möglichen Folgewirkungen auf den Sicherheitsbehälter.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabelle A.2 — Beispielhafte Benennung von Einwirkungen von Innen und Außen sowie die sich daraus ergebenden möglichen Folgewirkungen .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabelle B.1 — Druckordinaten in Abhängigkeit des Einfallwinkels <math>\vartheta</math> (<math>\vartheta</math> nach Bild B.3).....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle B.2 — Staudruck <math>q</math> in Abhängigkeit von <math>\vartheta</math>.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle C.1 — Teilsicherheitsbeiwerte ohne Berücksichtigung der anlagen- und bauwerksspezifischen Gegebenheiten .....</b>	<b>42</b>