

AUSLEGUNG, HERSTELLUNG UND PRUEFUNG VON BEHAELTERN  
UND WAERMETAUSCHERN DER SICHERHEITSKLASSE 3

---

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG
2. WERKSTOFFE
3. BERECHNUNG
4. HERSTELLUNG
5. PRUEFUNG
6. INSPEKTION, ABNAHME, DOKUMENTATION
7. ANHAENGE

(1)

# 1. EINLEITUNG

## 1.1 GELTUNGSBEREICH

Die vorliegende Festlegung NE 10 für Behälter und Wärmetauscher der Sicherheitsklasse 3 basiert auf den Vorschriften des SVDB, z.Zt. Ausgabe Jan. 1975 (siehe Ziffer 1.3 \*NE 10\*).

Sie wird, soweit anwendbar, ergänzt durch die anderen Festlegungen der SVDB-Nuklearabteilung, die zusammen mit der NE 10 verschiedene Bestimmungen der SVDB-Vorschriften ergänzen, anpassen oder ändern. Im allgemeinen ist in der NE 10 definiert, welche Bestimmungen der SVDB-Vorschriften geändert sind. Sollten sich trotzdem Differenzen ergeben, so gilt die strengere Vorschrift.

## 1.2 VERBINDLICHKEIT

Innerhalb der Sicherheitsklasse 3 ist nach den Bestimmungen der ASK Richtlinie ASK-R-06 zwischen abnahmepflichtigen und nicht abnahmepflichtigen Objekten zu unterscheiden.

Abweichend von SVDB-101 Abschnitt 1 und SVDB-102 ist die Verbindlichkeit dieser Festlegung für die abnahmepflichtigen Objekte gegeben durch den vom Bund an den SVDB übertragenen Prüfauftrag.

## 1.3 ANZUWENDENDE BAUVORSCHRIFT FÜR WERKSTOFF,

### BERECHNUNG UND AUSFÜHRUNG

Grundsätzlich gelten die "Vorschriften des Schweizerischen Vereins für Druckbehälterüberwachung für Werkstoff, Berechnung, Ausführung, Prüfung". Diese werden im folgenden mit SVDB-Vorschrift resp. SVDB-Vorschrift 1975 bezeichnet.

Die SVDB-Vorschrift 1975 kann in deutsch oder französisch beim

SVDB-Kesselinspektorat  
Plattenstrasse 77  
8032 Zürich

Tel. 01/47 48 05

bezogen werden.

Die NE-Festlegungen sind direkt bei der SVDB-Nuklearabteilung erhältlich.

1.4 OBJEKTKATEGORIE

Bei der Anwendung der SVDB-Vorschrift werden die abnahme-  
pflichtigen Objekte als zur Objektkategorie 2 gemäss  
SVDB-104 zugehörig angesehen. X

1.5 KOMPONENTENGENEHMIGUNGSVERFAHREN

Die Bestimmungen der Vorschrift SVDB-107 werden durch  
die SVDB-Nuklear-Festlegungen insbesondere durch die  
NE 2 ersetzt.

1.6 ZEICHENERKLÄRUNG

Bei Bezugnahme auf einzelne Ziffern einer SVDB-Vorschrift  
oder einer NE-Festlegung ist, soweit es zur besseren Ver-  
ständlichkeit angebracht schien, die Vorschrift in Stern-  
chen gesetzt, z.B. Ziffer 1.3 \*SVDB-201\*

1.7 VORPRÜFUNGSUNTERLAGEN

Die Vorprüfungsunterlagen haben der Festlegung \*NE 2\*  
Ziffer 3 und Ziffer 4 zu entsprechen.

1.8 HERSTELLUNGSFREIGABE

Der Ablauf der Vorprüfung und die Freigabe der Konstruk-  
tion wird durch \*NE 2\* 2.2 und 2.3 geregelt.

## 2. WERKSTOFFE

### 2.1 WERKSTOFFNACHWEISE

Die Ziffer 1.3 \*SVDB-201\* und damit auch die Tabelle 201 A \*SVDB-201\* haben keine Gültigkeit und werden durch die Vorschriften der NE 8 ersetzt.

Bei den Materialien nach Ziffer 2.1 a \*NE 8\*, wo auf die Bauvorschriften NE 10 resp. NE 11 verwiesen wird, sind Werkszeugnisse oder Abnahmezeugnisse zu erbringen, je nach den Bestimmungen in den Vorschriften SVDB-203 bis SVDB-213 (abhängig von der Werkstoffsorte).

### 2.2 ALLGEMEINE ZUSATZFORDERUNGEN

#### 2.2.1 Unberuhigte Stähle

Entgegen den Festlegungen in einzelnen SVDB-Vorschriften sind unberuhigte Stähle für druckbeanspruchte Teile generell nicht zugelassen.

#### 2.2.2 Warmzugversuche

Bei Auslegungstemperaturen  $> 150^{\circ}$  C ist pro Kaltzugprobe eine Warmzugprobe verlangt, wenn:

- in der verbindlichen Liefernorm keine Warmstreckgrenze garantiert wird oder
- in den Tabellen in den SVDB-Vorschriften keine Warmstreckgrenzwerte enthalten sind.

### 2.3 SPEZIELLE ZUSATZBESTIMMUNGEN

#### 2.3.1 SVDB-Vorschrift 203

- a) Ausser dem unberuhigten Stahl USt 37-2 (siehe Ziffer 2.3.1 \*NE 10\*) ist auch die Qualität H III zu streichen.
- b) Für den Stahl St 42-3 DIN 17 100 erachten wir die Bedingungen von Ziffer 3.1 \*SVDB-203\* als erfüllt.

./.

2.3.2 SVDB-Vorschrift 206

- a) Für folgende Qualitäten erachten wir die Bedingungen von Ziffer 3.1 \*SVDB-206\* als erfüllt:
  - C 22.8 nach Vd TUV 350-73
  - C 22.3 nach Vd TUV 364-74
- b) Für folgende unter a) aufgeführte Stähle genügen in Abweichung von Ziffer 3.2 \*SVDB-206\* Werksabnahmezeugnisse:
  - C 22.8
  - C 22.3
- c) Ziffer 5.2 \*SVDB-206\* wird für Material gemäss NE 8 Ziffer 2.1 a durch folgende Bestimmungen ersetzt:
  - pro Schmelze, Abmessung und Wärmebehandlungslos ist ein Probesatz zu prüfen. Wenn die Herkunft aus dem gleichen Wärmebehandlungslos nicht mehr nachgewiesen werden kann, sind nach 100 %-iger Härteprüfung vom härtesten und weichsten Stück ein Probesatz zu entnehmen.
- d) Für Material bei dem c) zur Anwendung kommt, ist ebenfalls eine Stempelung gemäss Ziffer 7.2 \*SVDB-206\* erforderlich.

2.3.3 SVDB-Vorschrift 207

- a) Für folgende Qualitäten erachten wir die Bedingungen von Ziffer 3.1 \*SVDB-207\* als erfüllt:
 

SA-240	}	Typen 304/304L 316/316L 321 und 348
SA-479		
- b) Für die unter a) aufgeführten Stähle genügen in Abweichung von Ziffer 3.2 \*SVDB-207\* Werksabnahmezeugnisse.

2.4 ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNGEN AM GRUNDMATERIAL

2.4.1 Prüfung von Blechen

Bleche für die Herstellung druckführender Wandteile sind einer US-Prüfung zu unterziehen, wenn die Wandstärke  $\geq 25$  mm beträgt.

- (1) Prüfvorschrift: SEL 072-Dez. 77
  - Prüfklasse 1, für die Randzone
  - Prüfklasse 3, für den Rest des Bleches.

#### 2.4.2 Prüfung von Gussteilen

Gegossene Flansche sind 100 % volumetrisch zu prüfen, wenn für die anschliessenden Rohrleitungen das Produkt aus  $p \times Da \geq 4000 \text{ N/mm}$  wird oder im Falle von Apparateflanschen die Wandstärke der anschliessenden Behälterwand  $S \geq 25 \text{ mm}$  ist.

Die Prüfung anderer Gussteile wird von Fall zu Fall festgelegt.

### 2.5 PRÜFUNG VON HALBZEUG UND TEILEN AUS BLECH

Bauteile aus Blech bzw. Blechpartien mit einer Wandstärke  $\geq 25 \text{ mm}$ , welche normal zur Oberfläche (oder auf Schub) belastet sind, müssen in den so belasteten Zonen mittels Ultraschall auf Doppelungen geprüft werden; bei einer Wandstärke  $< 25 \text{ mm}$  kann der SVDB diese Prüfung verlangen.  
Prüfvorschrift: SEL 072-Dez. 77, Prüfklasse 1.

(1)

Beispiele für prüfpflichtige Partien:

\*SVDB-312 B\* Fig. 312 K (Anschluss Boden an Mantel)

\*SVDB-312\* Seite 10, Fig. 312 t (Verankerungen)

### 3. BERECHNUNG

#### 3.1 BERECHNUNG VON BEHÄLTERN UND WÄRMETAUSCHERN

Bei der Durchführung der Auslegungsrechnung sind die SVDB-Vorschriften \*SVDB-301\* bis und mit \*SVDB-319\* sowie die nachfolgenden Ergänzungen und Aenderungen zu befolgen.

#### 3.2 BERECHNUNG VON ZYLINDRISCHEN BEHÄLTERN MIT EINEM KONSTRUKTIONSÜBERDRUCK < 2 BAR

##### 3.2.1 Sorgfaltspflicht

Auch für Objekte mit Drücken bis 2 bar bzw. mit Druckvolumenprodukten  $< 1$  resp.  $< 3$ , gelten die Bedingungen gemäss \*SVDB-106\*.

##### 3.2.2 SVDB-Vorschrift 301

\*SVDB-301\* Seite 8 ist wie folgt zu ergänzen:

4.4 Bei Anwendung der Berechnungsformeln auf drucklose Behälter resp. Behälter mit einem Berechnungsdruck bis 2 bar ist die statische Druckhöhe des Füllgutes zusätzlich zum eventuellen Innendruck massgebend. Sie ist mit der wirklichen Dichte des Füllgutes  $\rho_f$  zu berechnen, aber nicht kleiner als  $\rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3$  anzunehmen.

Die Dimensionierung hat mit einem Ueberdruck von  $\geq 2$  bar (Ueberdruck einschliesslich der statischen Druckhöhe) zu erfolgen, falls nicht die Mindestwanddicken gemäss \*SVDB-301\* (Tabelle 301 E) überwiegen. Diese Forderung gilt nicht für die Abdeckung druckloser Behälter.

#### 3.3 BERECHNUNG VON PRISMATISCHEN BEHÄLTERN

Die für die Berechnung prismatischer druckloser Behälter bzw. prismatischer Behälter mit einem Ueberdruck  $< 2$  bar anzuwendenden Berechnungsregeln werden von Fall zu Fall festgelegt.

1) 3.4 BEHÄLTER UND WÄRMETAUSCHER MIT NACHWEIS DER  
ERDBEBENSICHERHEIT

3.4.1 Allgemeines

Bei den Behältern und Wärmetauschern (im folgenden "Komponenten" genannt) der seismischen Klasse 1 und 2 sind die Stutzenanschlüsse, Befestigungen und Abstützung auf Beanspruchung durch äussere Lasten, insbesondere Erdbebenbelastungen, zu überprüfen.

Es ist der Nachweis zu erbringen, dass die Komponente einschliesslich ihrer Abstützung bzw. Befestigung als Folge des spezifizierten Erdbebens weder die Integrität (Dichtheit der Druckhülle) verlieren noch mangels genügender Stabilität der Behälterschale und Verlust der Standfestigkeit anschliessende Rohrleitungen gefährden kann.

Der Nachweis der Erdbebensicherheit der Krafteinleitstelle in die Baustruktur ist nicht Gegenstand dieser Festlegung.

3.4.2 Umfang der Berechnung

Die Berechnung auf Erdbebenbelastung (im folgenden Erdbebenberechnung genannt) umfasst mindestens:

- a) alle Rohranschlussstutzen samt zugehörigen Krafteinleitstellen in der Behälterschale
- b) alle Hilfs- und Tragkonstruktionen, die am Behälter angeschlossen sind inkl. deren Krafteinleitstellen in der Behälterschale
- c) die gesamte Abstützung der Komponenten, von der Krafteinleitstelle in der Behälterschale (inklusive) bis zur Verankerung in der Baustruktur (exklusive), wobei die Verbindungsmittel (Schrauben, Schweissnähte etc.) mit inbegriffen sind. Die Grenze zwischen Abstützung und Verankerung in der Baustruktur ist in der Komponentenspezifikation zu definieren.

3.4.3 Lastklassierung, Lasten und Lastüberlagerung

Die Erdbeben sind als Auslegungsfälle zu klassieren:

- a) SSE (Sicherheitserdbeben) für Komponenten der seis. Klasse 1
- b) OBE (Betriebserdbeben) für Komponenten der seis. Klasse 2



Neben dem Auslegedruck (Berechnungsdruck gem. \*SVDB-301\*) sind u.a. die folgenden zusätzlichen Lasten in die Berechnung einzuführen:

- 1) Eigengewicht der Komponente
- 2) Gewicht des Füllgutes, sofern daraus ungünstige Beanspruchungen entstehen
- 3) Erdbebenlasten, je nach Klassierung für SSE bzw. OBE aus den entsprechenden, für den Aufstellungsort der Komponente gültigen Etage-Antwort-Spektren ermittelt oder gemäss den Angaben der Auslegespezifikation. Für Komponenten der seis. Klasse 1 sind die SSE-, für die der seis. Klasse 2 die OBE-Erdbebenlasten in die Berechnung einzuführen (siehe dazu Anhang 3)
- 4) Kräfte und Momente (im folgenden "Dynamen" genannt), die von den angeschlossenen Rohrleitungen auf die Komponente übertragen werden (entweder direkt aus den seismischen Rohrleitungsanalysen oder aus einer konservativen Abschätzung maximal möglicher Rohranschlussdynamen), inkl. Anteil aus Eigengewicht, Gewicht des Füllgutes, Auslegungsdruck und thermischen Zwängungen
- 5) Dynamen mit schwingenden Massen, z.B. Auf-, Ein- und Anbauten, inkl. statischen Lastanteilen.

Die Lasten resp. die daraus entstehenden Schnittkräfte/ Spannungen sind so zu überlagern, dass die Grösstwerte aus den Beanspruchungen erfasst werden (siehe Anhang 3). Bei Verwendung maximal möglicher Dynamen (siehe Ziffer 3.4.3 Punkt 4) müssen diese für die Rohrleitungsberechnung als Randbedingung in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben werden. Das gleiche gilt, wenn nach Absprache mit dem Besteller der Weg gewählt wird, für die Komponente maximal zulässige Dynamen festzulegen.

#### 3.4.4 Berechnung der Erdbebenwirkungen

Die Erdbebenwirkungen (siehe Anhang 3) können nach einer der 3 folgenden Methoden bestimmt werden:

##### a) Quasi-statische Berechnung ohne Frequenzanalyse

Falls die Eigenfrequenzen einer Komponente nicht bestimmt werden, ist die Erdbebenberechnung mit den um 50 % erhöhten, maximalen Beschleunigungswerten aus den Etagen-Antwort-Spektren durchzuführen.

Diese Methode lässt sich unter Beachtung der Kostenrelationen (Herstellung - Berechnung) mit dem kleinsten

Aufwand realisieren und wird wegen der Uebersichtlichkeit und einfachen Anwendung allgemein empfohlen.

b) Quasi-statische Berechnung mit Frequenzanalyse

(Eigenfrequenzbereich  $f > 33$  Hz)

Falls anhand einer Frequenzanalyse nachgewiesen wird, dass die Eigenfrequenzen der Komponente über 33 Hz liegen, kann die Komponente für die Berechnung der Erdbebenwirkungen als starrer Körper betrachtet werden.

(Eigenfrequenzbereich  $20 \text{ Hz} \leq f \leq 33 \text{ Hz}$ )

Dieses Verfahren ist auch dann zulässig, wenn das vorgegebene Erdbebenspektrum bei 20 Hz Beschleunigungen, die sich um weniger als 10 % von denjenigen bei 33 Hz unterscheiden, aufweist und die niedrigsten Eigenfrequenzen der Komponente zwischen 20 Hz und 33 Hz liegen.

c) Dynamische Berechnung

(Eigenfrequenzbereich  $f \leq 20$  Hz resp. 33 Hz)

Ermittlung der Dynamen an den zu untersuchenden Stellen aus einer Modalanalyse der Komponente oder unter Anwendung direkter Integrationsverfahren.

Für die Modalanalyse sowie für die Ueberlagerung der aus den räumlichen Komponenten des Erdbebens resultierenden Erdbebenwirkungen (bei Var. a, b und c) sind i. allg. die Regulatory Guides der Nuclear Regulatory Commission (USA) - R.G. 1.61 Dämpfungswerte, R.G. 1.92 Erdbebenüberlagerung - verbindlich (siehe Anhang 1, ① ②)

3.4.5 Berechnung und Beurteilung der Spannungen

3.4.5.1 Krafteinleitstellen in der Behälterschale

(für die unter a, b und c von 3.4.2 aufgeführten Anschlüsse)

a) Berechnung der Spannungen

Für die Berechnung der Schnittkräfte und Spannungen an Krafteinleitungsstellen können die beiden folgenden Verfahren als zulässig betrachtet werden:

- Verfahren nach British Standard BS 1515:
  - Part 1: 1965
  - "Carbon and Ferritic Alloy Steels"
  - bzw.
  - Part 2: 1968
  - "Austenitic Stainless Steels",
  - je Appendix A.3 "Local Loads on Pressure Vessel Shells"

- Verfahren nach Welding Research Council Bulletin Nr. 107/August 1965, "Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings", verfasst von K.R. Wichman, A.G. Hopper und J.L. Mer-shon.

Bei beiden Berechnungsverfahren sind die Grenzen ihrer Anwendbarkeit zu beachten (siehe Anhang 1, ③ ④).

Weitere Berechnungsverfahren können in Vorschlag gebracht werden, benötigen aber die Genehmigung des SVDB.

b) Zulässige Spannungen

Die zulässigen Spannungen ( $f_{zul}$ ) sind gemäss \*SVDB-301\* unter Beachtung von § 10 von \*SVDB-401\* zu ermitteln.

c) Spannungsnachweise

Die aus den Membran-, Biege- und Schubspannungen errechneten Vergleichsspannungen dürfen den folgenden Wert nicht überschreiten:

$$\max. f_V \leq 1,5 f_{zul}$$

V = Vergleichsspannung

Die Ermittlung der Vergleichsspannungen kann nach der Schubspannungs- oder Gestaltänderungsarbeitshypothese erfolgen.

Unter "Membranspannung" ist der über die Wanddicke des Behälters gemittelte Wert der Normalspannung eines betrachteten Schnittes zu verstehen; unter "Biegespannung" der über den Schnitt veränderliche Anteil der Normalspannung.

d) Stabilitäts- und Deformationsnachweis

Da die zulässigen Vergleichsspannungen Beanspruchungen im Bereich der Streckgrenze zulassen, muss der Spannungsnachweis erforderlichenfalls durch

- a. den Nachweis einer genügenden Sicherheit gegen instabiles Versagen (Beulen, Kippen, Knicken; siehe Anhang 1, ⑤ ⑥ ⑦) und
- b. den Nachweis, dass auftretende Deformationen - lokal wie global - die Integrität der Komponenten und angeschlossenen Rohrleitungen nicht gefährden (Anhang 1, ③)

ergänzt werden.

e) Voraussetzung

Die Spannungs-, Stabilitäts- und Deformationsnachweise setzen voraus, dass Durchführungen durch die Behälter-schale der \*SVDB-316\* entsprechen.

3.4.5.2 Rohranschlussstützen

(ohne Krafteinleitstelle in der Schale)

Für die eigentlichen Stützen ist der Nachweis zu erbringen, dass die nach der Schubspannungs- resp. Gestaltänderungs-arbeitshypothese errechnete Vergleichsspannungen bei Ein-wirkung der Gesamtheit aller spezifizierten Lasten (Ab-schnitte 3.4.3 und 3.4.4) den nachstehend aufgeführten Wert nicht übersteigen:

$$\max. f_V \leq 1,5 f_{zul}$$

V = Vergleichsspannung

Voraussetzung ist eine gemäss \*SVDB-314\* durchgeführte Be-rechnung und konstruktive Ausführung der Stützen.

Stabilitäts- und Deformationsnachweise sind erforderlichen-falls zu erbringen (siehe Anhang 1, ③ ⑥ ⑦).

3.4.5.3 Abstützungen

Darunter fallen alle Konstruktionsteile, die zur Lastabtra-gung Komponente - Baustruktur erforderlich sind, z.B. Sattel, Standzargen, Stützen (Beine).

a) Lasten, Lastüberlagerung, Lastklassierung

Es sind die unter 3.4.3 getroffenen Festlegungen zutr - fend.

b) Normen

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise sind entsprechend der SIA-Norm 161, Ausgabe 1979, Anhang III durchzuführen. Ermüdungs- und Deformationsnachweise sind erforderlichen-falls zu erbringen.

Die Komponenten sind entsprechend den dynamischen Last-einflüssen (festgelegt in den Auslegespezifikationen der Komponenten) der Bauwerksklasse 2 oder 3 zuzuordnen.

In Ausnahmefällen können nach Rücksprache mit dem SVDB auch andere, international anerkannte Normenwerke teil-weise oder gesamthaft zugelassen werden.

./.

3.5 \*SVDB-316\*, SCHALEN MIT SCHRÄG EINGESCHWEISSTEN STUTZEN

\*SVDB-316\*, Seite 2, Ziffer 2 ist wie folgt zu ergänzen:  
Der Neigungswinkel von Durchdringungen gegen die Körperachse gemessen, soll  $45^{\circ}$  bis  $90^{\circ}$  betragen. Ueber eventuelle Abweichungen entscheidet der SVDB.

## 4. HERSTELLUNG

### 4.1 SCHWEISSEN

#### 4.1.1 Einleitung

Die grundsätzlichen Bemerkungen von SVDB-431 haben, soweit anwendbar, Gültigkeit. Abgesehen davon ist die Wahl des Verfahrens, der Schweisszusatzwerkstoffe und der Schweissparameter Sache des Herstellers. Zusätzlich zu den Bestimmungen der SVDB-Vorschrift 75 sind die nachfolgenden Punkte zu beachten.

#### 4.1.2 Zulässige Schweisszusatzwerkstoffe

Schweisszusatzwerkstoffe, für die eine Zulassung durch eine landesanerkannte, unabhängige Abnahme- oder Ueberwachungsgesellschaft existiert, dürfen für den in dieser Festlegung erfassten Anwendungsbereich verwendet werden.

Sind keine Zulassungen vorhanden, so kann der Verarbeiter oder Hersteller des Zusatzwerkstoffes den Nachweis erbringen, dass der Schweisszusatzwerkstoff für den resp. die zu verschweisenden Grundwerkstoffe geeignet ist.

Als Nachweisprüfung kommt eine Verfahrensprüfung nach den AD- oder TRD-Vorschriften oder eine Verfahrens- und Chargenprüfung nach den Bestimmungen des ASME-Codes in Frage.

#### 4.1.3 Werkstoffnachweise für die Zusatzwerkstoffe

Die zur Anwendung kommenden Zusatzwerkstoffe bzw. die Drahtchargen für Schweissungen gemäss 2.2 a und 2.2 c \*NE 8\* sind durch chargenweise Analysenzeugnisse im Sinne von DIN 50 049 2.3 auszuweisen.

Für Schweissnähte mit einer Wandstärke der zu verbindenden Teile an der Schweissnaht  $s > 25$  mm (bei K-Nähten ist die kleinere Wanddicke massgebend) sind Chargenprüfungen für jede Zusatzwerkstoffcharge resp. Draht-Pulverkombination z.B. nach DIN 1913, 8554 oder nach ASME-Code durchzuführen und durch 3.1B-Zeugnis auszuweisen.

#### 4.1.4 Behandlung von Schweisszusatzwerkstoffen

Der Hersteller hat bezüglich Behandlung, Trocknung usw. der Schweisszusatzwerkstoffe und gegebenenfalls Schweisspulver die Empfehlungen des Zusatzwerkstoff-Herstellers zu berücksichtigen.

#### 4.1.5 Prüfung der Schweissverfahren

Bestimmungen der SVDB-Vorschrift 1975 gelten vollumfänglich.

### 4.2 REPARATUREN

#### 4.2.1 Reparaturen am Grundmaterial

Oberflächenfehler am Grundmaterial können ohne weitere Massnahmen und Konsequenzen durch geeignete mechanische Methoden entfernt werden, solange die Mindestwanddicke nicht unterschritten wird.

Sobald wegen der Grösse des Fehlers Reparatur- oder Auftragsschweissungen nötig sind, sind von der ausführenden Firma die Bedingungen von Abschnitt 4.1 \*NE 10\* zu beachten und einzuhalten.

Reparaturschweissungen resp. Fertigungsschweissungen, die bezüglich ihrer Abmessungen die nachfolgenden Grenzen überschreiten, müssen im Werkstoffzeugnis ausgewiesen werden:

- Stahlguss: Tiefe > 20 % der örtlichen Wanddicke und/oder Fläche > 100 cm<sup>2</sup>
- Sphäroguss: alle Schweissreparaturen sind auszuweisen
- Walzstahl, Röhren: Tiefe > 10 % der örtlichen Wanddicke
- Schmiedestücke: Tiefe > 10 % der örtlichen Wanddicke

Schweissreparaturen, die wegen ihrer geringen Grösse nicht im Werkstoffzeugnis ausgewiesen werden müssen, sind nach der eventuell notwendigen Wärmebehandlung einer Oberflächenrissprüfung zu unterziehen. Solche, die die vorstehenden Grenzen überschreiten, sind zusätzlich, eventuell vor der Wärmebehandlung, einer volumetrischen Prüfung zu unterziehen. Bei den grossen Fehlern müssen auch beide Prüfungen im Werkstoffbeleg ausgewiesen werden.

#### 4.2.2 Reparaturen an Schweissnähten

Oberflächenfehler, die ohne Unterschreitung der Mindestwanddicke durch ein geeignetes Verfahren entfernt werden können, müssen nicht nachgeschweisst werden. Sie sind flach zu verschleifen und gegebenenfalls einer Oberflächenrissprüfung zu unterziehen.

Falls Schweissen erforderlich ist, sind die Vorschriften von Abschnitt 4.1 \*NE 10\* zu beachten. Für die zerstörungsfreie Prüfung der Reparaturstellen gelten folgende Bedingungen:

- Oberflächenrissprüfung ist in jedem Falle durchzuführen und zwar nach einer eventuellen Nachwärmebehandlung.
- Volumetrische Prüfung ist erforderlich, wenn die Naht ursprünglich mit einem solchen Verfahren geprüft wurde, oder wenn die Reparaturstelle tiefer ist als 10 % der örtlichen Wandstärke.



## 5. PRUEFUNG

Für die Prüfung von Behältern und Wärmetauschern der Sicherheitsklasse 3 sind die Festlegungen von \*SVDB-501\* bis und mit \*SVDB-508\* massgebend, ausgenommen folgende Bestimmungen:

### 5.1 DICHTHEITSPRÜFUNG AN DRUCKLOSEN BEHÄLTERN

Bei drucklosen Behältern wird anstelle einer Wasserdruckprobe nach \*SVDB-507\* Ziffer 4 eine Dichtheitsprüfung durchgeführt. Die Dichtigkeit eines drucklosen Behälters ist durch eine Füllprobe mit Wasser nachzuweisen.

### 5.2 PRÜFUMFANG

Abweichend von den Bestimmungen in Tabelle 301 B \*SVDB-301\* wird für Behälter und Wärmetauscher der Sicherheitsklasse 3 folgender minimaler Prüfumfang festgelegt:

- a) Alle Schweissnähte sind stichprobenartig mit mindestens 10 % der Länge mit entsprechender Höherbewertung des Schweissfaktors nach Tabelle 301 B mit Röntgendurchstrahlung gemäss \*SVDB-504\* oder mit Ultraschall gemäss \*SVDB-505\* zu prüfen.

Welches der beiden Verfahren zum Einsatz kommt, wird von Fall zu Fall entschieden.

- b) Alle drucktragenden Schweissnähte an Behältern und Wärmeaustauschern mit radioaktivem Inhalt sind vollständig gemäss \*SVDB-506\* auf Oberflächenrisse zu prüfen.

6. INSPEKTION, ABNAHME, DOKUMENTATION

Die Bestimmungen über die Inspektion, Abnahme und Dokumentation sind der Festlegung NE 8 zu entnehmen.

(1) 7. ANHAENGEANHANG 1LITERATURNACHWEIS

- ① U.S. Nuclear Regulatory Commission  
Regulatory Guide 1.61  
Damping Values for Seismic Design of Nuclear  
Power Plants  
issued: October 1973, Rev. 0
- ② U.S. Nuclear Regulatory Commission  
Regulatory Guide 1.92  
Combining Modal Responses and Spatial  
Components in Seismic Response Analysis  
issued: February 1976, Rev. 1
- ③ British Standards Institution  
British Standard 1515: Part 1: 1965  
Carbon and Ferritic Alloy Steels  
issued: 1965, including all amendments up to August 1972  
British Standard 1515: Part 2: 1968  
Austenitic Stainless Steel  
issued: 1968, including all amendments up to April 1969
- ④ Welding Research Council Bulletin No. 107  
Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells  
due to External Loadings  
issued: August 1965
- ⑤ Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein  
SIA-Norm 161, Stahlbauten  
Ausgabe 1979
- ⑥ Formulas for Stress and Strain  
Raymond J. Roark  
4th Edition
- ⑦ Deutsche Normen  
Stahlbau DIN 4114  
Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung)  
Berechnungsgrundlagen, Vorschriften  
Ausgabe: Juli 1952 inkl. Ergänzungen bis Oktober 1961

## ANHANG 2

### LAST- UND SPANNUNGSÜBERLAGERUNG

#### 1. STATISCHE LASTEINFLÜSSE

Die aus den inneren und äusseren Kräften resultierenden Schnittkräfte resp. Spannungen sind im untersuchten Bauteil nach den üblichen Regeln der Festigkeitslehre zu überlagern. Unter den inneren und äusseren Kräften versteht man die aus den Belastungen Auslegedruck, Eigengewicht, Gewicht des Füllgutes, Gewichte der Rohrleitungen sowie der Auf-, Ein- und Anbauten resultierenden statischen Beanspruchungen, wobei dynamische Anteile aus Erdbeben nicht mit enthalten und bei den dynamischen Lasten einflüssen zu berücksichtigen sind.

#### 2. DYNAMISCHE LASTEINFLÜSSE = ERDBEBENLASTEN

Es wird davon ausgegangen, dass entweder die auf ein orthogonales, räumliches Koordinatensystem bezogenen maximalen Erdbebenbeschleunigungswerte  $b_x$ ,  $b_y$  und  $b_z$  (zwei horizontale, eine vertikale Beschleunigung) oder die auf diese Koordinatenachsen bezogenen Etagen-Antwort-Spektren vorliegen.

Weiter wird vorausgesetzt, dass sowohl bei den Beschleunigungswerten als auch den Etagen-Antwort-Spektren die Dämpfungsfaktoren mit berücksichtigt werden, andernfalls sind diese in der Spezifikation anzugeben.

Im Gegensatz zu den statischen, werden die dynamischen Beanspruchungen gleicher Koordinatenrichtung, also die gleichgerichteten Schnittkraft- und Spannungskomponenten aus den drei Komponenten des Erdbebens, mittels der sogenannten SRSS-Methode (square root of the sum of the squares), überlagert. Gleichgerichtete Komponenten der Beanspruchung aus den drei Komponenten des Erdbebens werden quadriert, summiert und daraus die Quadratwurzel gezogen.

- Beispiel: - es wirken die auf ein räumliches orthogonales Koordinatensystem bezogenen Beschleunigungen  $b_x$ ,  $b_y$  und  $b_z$ ,
- diese verursachen an dem zu untersuchenden Bau-

teil z.B. das Biegemoment um die komponentenbezogene  $x''$ - $x''$ -Achse

- aus  $b_{x'}$  —  $M_{x''-x''} b_{x'}$

- aus  $b_{y'}$  —  $M_{x''-x''} b_{y'}$

- aus  $b_{z'}$  —  $M_{x''-x''} b_{z'}$

- die überlagerte Schnittkraft ergibt sich aus

$$M_{x''-x''} = \sqrt{(M_{x''-x''} b_{x'})^2 + (M_{x''-x''} b_{y'})^2 + (M_{x''-x''} b_{z'})^2}$$

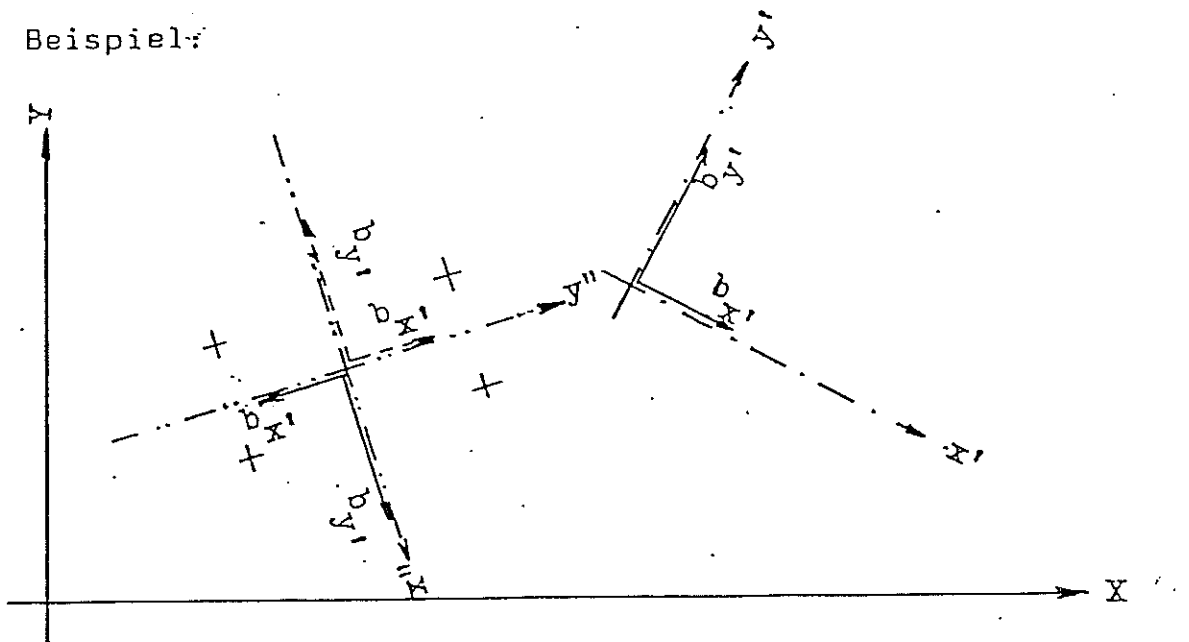
- die daraus ermittelte Spannung wird den statischen, gleichgerichteten Spannungen hinzugefügt.

Bei der Berechnung von Konstruktionsteilen, die durch die Dynamen mehrerer Stützen resp. An-, Auf- und Einbauten belastet werden, darf die Überlagerung gleichgerichteter Schnittkraft- resp. Spannungskomponenten ebenfalls nach der SRSS-Methode erfolgen. Es wird allerdings vorausgesetzt, dass ein Schwingen in Phase mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Im Falle quasi-statischer Ermittlung der Erdbebenbelastung ist die voneinander abweichende Orientierung der bezogenen rechtwinkligen Koordinatensysteme - Erdbebenkomponenten/ Hauptachsen des Behälters - ohne Bedeutung.

Zur Ermittlung der Auswirkung des Erdbebens auf den Behälter werden die Koordinatensysteme deckungsgleich überlagert, jedoch in dem Sinne, dass daraus die maximale Belastung des betrachteten Bauteiles resultiert.

Beispiel:



$y''-y''$  = schwache Achse des Behälters, der in Richtung  $x''$   
nicht gehalten ist

$z, z'$  u.  $z''$   $\perp$  Zeichenebene

$x, y, z$ = Gebäudehauptachsen	} Lage beliebig zueinander
$x', y', z'$ = Erdbebenhauptachsen	
$x'', y'', z''$ = Komponentenhauptachsen	

Bei dynamischen Berechnungen mit einer Modalanalyse dürfen gleichermaßen die Erdbebenrichtungen zur Deckungsgleiche mit den Behälter-Hauptachsen gebracht werden, sofern eindeutig festliegt, dass damit die maximalen Beanspruchungen erfasst werden.

Bei der Durchführung dynamischer Berechnungen ist folgendes zu beachten:

- Voraussetzung: ein auf dem Markt erhältliches, bewährtes und bekanntes Rechenprogramm
- Rechenprogramme werden weder einzeln noch generell vom SVDB genehmigt, eventuell jedoch einer Prüfung auf Eignung und Richtigkeit unterzogen. Der Hersteller hat dem SVDB die erforderlichen Unterlagen uneingeschränkt zur Verfügung zu stellen und falls verlangt, die zum Nachweis nötigen Testläufe auszuführen
- das Rechenmodell muss alle Teile, die das Schwingungsverhalten des Bauteiles oder der Behälter beeinflussen, enthalten
- die anschliessenden Rohrleitungen brauchen nicht mit modelliert zu werden. Die spezifizierten Dynamen müssen jedoch mit den aus der Modalanalyse resultierenden Belastungen überlagert werden, wobei die statischen Lastanteile mit einzubeziehen sind.