Inhaltlich überprüft und unverändert weiterhin gültig: 2022-11

KTA 3905

Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken

Fassung 2020-12

Frühere Fassungen der Regel: 1994-06 (BAnz Nr. 238a vom 20. Dezember 1994)
1999-06 (BAnz Nr. 200a vom 22. Oktober 1999)
2012-11 (BAnz vom 23. Januar 2013)

Inhalt

Seite

Grundlagen ... 2
1 Anwendungsbereich ... 2
2 Begriffe ... 2
3 Allgemeine Bestimmungen ... 2
4 Besondere Bestimmungen ... 2
4.1 Einstufung ... 2
4.2 Lastanschlagpunkte mit zusätzlichen Anforderungen ... 2
4.3 Lastanschlagpunkte mit erhöhten Anforderungen ... 2
4.4 Lastanschlagpunkte von Kernbauteilen ... 3
5 Auslegung, konstruktive Gestaltung und Berechnung ... 3
5.1 Allgemeines ... 3
5.2 Stahlbauteile ... 4
5.3 Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile ... 6
5.4 Schraubenverbindungen ... 8
5.5 Lasteinleitung in Betonbauteile ... 9
5.6 Seile und Ketten ... 9
5.7 Kernbauteile ... 9
5.8 Nachweisführung bei Anwendung der Finite-Elemente-Methode ... 10
6 Werkstoffe ... 12
6.1 Herstellung ... 12
6.2 Werkstoffauswahl ... 13
6.3 Werkstoffprüfung ... 13
6.4 Werkstoffkennzeichnung ... 13
7 Vorprüfung ... 13
7.1 Erforderliche Unterlagen ... 13
7.2 Durchführung ... 15
7.3 Bescheinigung über die Vorprüfung ... 15

Seite

8 Bauprüfung ... 15
8.1 Allgemeines ... 15
8.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3 ... 15
8.3 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4 ... 16
9 Abnahmeprüfung ... 16
9.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3 ... 16
9.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4 ... 16
10 Wiederkehrende Prüfungen ... 16
10.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3 ... 16
10.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4 ... 17
11 Betrieb und Instandhaltung ... 17
11.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3 ... 17
11.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4 ... 17
12 Dokumentation ... 17
12.1 Allgemeines ... 17
12.2 Zusammenstellung der Unterlagen ... 17
12.3 Durchführung der Dokumentation ... 17
Anhang A: Werkstoffprüfblätter (WPB) ... 21
Anhang B: Zerstörungsfreie Prüfungen ... 38
Anhang C: Konstruktive Gestaltung von Lastanschlagpunkten und Abgrenzung zwischen Lastanschlagpunkt und Last an einigen Beispielen ... 47
Anhang D: Beispiele für die Einstufung von Lastanschlagpunkten ... 50
Anhang E: Bestimmungen und Literatur, auf die in dieser Regel verwiesen wird ... 52
Anhang F: Änderungen gegenüber der Fassung 2012-11 und Erläuterungen (informativ) ... 57

Grundlagen

(1) Die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen anzugeben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz -AtG-), um die im AtG, im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) und den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Basierend auf den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) und den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ sind in dieser Regel die daraus abzuleitenden Anforderungen für Lastanschlagpunkte angegeben. Entsprechend dem Gefährdungsgrad sind die allgemeinen Bestimmungen und

a) zusätzliche Anforderungen oder

b) erhöhte Anforderungen

für Lastanschlagpunkte sowie

c) besondere Bestimmungen für Lastanschlagpunkte von Kernbauteilen

zu berücksichtigen.

(3) Diese Regel behandelt Auslegung, Konstruktion, Berechnung, Werkstoffe, Prüfungen, Betrieb und Instandhaltung einschließlich deren Dokumentation von Lastanschlagpunkten in ihrer Funktion als Verbindungselement zwischen Lastaufnahmeeinrichtung und Last.

(4) Besondere Anforderungen aus komponentenspezifischen Belangen werden hier nicht geregelt, sind aber erforderlichenfalls zu berücksichtigen.

(5) Die allgemeinen Forderungen an die Qualitätssicherung sind in KTA 1401 geregelt. Darüber hinaus zu beachtende Forderungen an die Qualitätssicherung werden in dieser Regel im Einzelnen festgelegt.

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Regel ist anzuwenden auf Lastanschlagpunkte an Lasten, die in Kernkraftwerken beim bestimmungsgemäßen Betrieb gehandhabt werden und die den besonderen Bestimmungen nach Abschnitt 4 genügen müssen.

(2) Weiterhin ist diese Regel auf Lastanschlagpunkte von folgenden Kernbauteilen anzuwenden:

a) Brennelemente, Steuerelemente und Kerninstrumentierungslanzen beim Druckwasserreaktor,

b) Brennelemente, Steuerstäbe und Brennelementkästen beim Siedewasserreaktor.

(3) Lastanschlagpunkte an Kapselungen von Kernbauteilen sind wie Lastanschlagpunkte von Kernbauteilen zu behandeln.

(4) In den Anwendungsbereich dieser Regel fallen nicht:

a) Lastanschlagpunkte an Reaktordruckbehälter-Einbauten,

Hinweis:

Lastanschlagpunkte an Reaktordruckbehälter-Einbauten sind in KTA 3204 geregelt.

b) Lastanschlagpunkte an Behältern für die Lagerung, die Handhabung und den innerbetrieblichen Transport radioaktiver Stoffe, die den Bedingungen nach KTA 3604 genügen.

2 Begriffe

(1) Lastanschlagpunkt (LAP)

Der Lastanschlagpunkt ist das Verbindungselement zwischen Lastaufnahmeeinrichtung und Last. Er ist entweder

a) integraler Bestandteil der Last oder

b) angeschraubt oder

c) angeschweißt oder

d) im Falle von Betonbauteilen im Beton verankert.

Hinweis:

Die Abgrenzung zwischen Lastanschlagpunkt und Last ist im **Anhang C** anhand von Beispielen dargestellt.

(2) Sachverständige

Sachverständige für Prüfungen nach dieser Regel sind je nach den zugrundeliegenden Rechtsvorschriften des Atom-, Bau- oder Verkehrsrechts

a) die nach § 20 des Atomgesetzes (AtG) von der Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde zugezogenen Sachverständigen,

b) Sachverständige der nach der jeweiligen Landesbauordnung zuständigen Stelle oder die von dieser Stelle beauftragten Prüfingenieure,

c) Sachverständige der nach dem Verkehrsrecht zuständigen Stelle oder die von ihr zugezogenen Sachverständigen.

3 Allgemeine Bestimmungen

Lastanschlagpunkte müssen mindestens den allgemein anerkannten Regeln der Technik genügen.

4 Besondere Bestimmungen

4.1 Einstufung

Die Einstufung der Lastanschlagpunkte nach zusätzlichen oder erhöhten Anforderungen ist im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahrens festzulegen. In **Anhang D** sind Beispiele für die Einstufung und für das Vorgehen bei der Einstufung angegeben.

4.2 Lastanschlagpunkte mit zusätzlichen Anforderungen

Wenn beim Transport von Kernbrennstoffen, sonstigen radioaktiven Stoffen, radioaktiven Anlagenteilen oder sonstigen Lasten durch das Versagen des Lastanschlagpunktes

a) unmittelbar die Gefahr einer Aktivitätsfreisetzung, als deren Folge eine Strahlenexposition von Personen in der Anlage mit einer effektiven Dosis durch innere Exposition über 1 mSv oder durch eine externe Exposition über 5 mSv eintreten kann, zu besorgen ist oder

b) ein nicht absperrbarer Reaktorkühlmittelverlust oder eine über die Redundanz hinausgehende Beeinträchtigung von Sicherheitseinrichtungen, die notwendig sind, den Reaktor jederzeit abzuschalten, in abgeschaltetem Zustand zu halten oder die Nachwärme abzuführen, zu besorgen ist, und keine Gefahren gemäß Abschnitt 4.3 zu besorgen sind,

dann gelten für diese Lastanschlagpunkte über die Anforderungen des Abschnitts 3 hinaus zusätzliche Anforderungen, die in dieser Regel festgelegt sind.

4.3 Lastanschlagpunkte mit erhöhten Anforderungen

Wenn beim Transport von Kernbrennstoffen, sonstigen radioaktiven Stoffen, radioaktiven Anlagenteilen oder sonstigen Lasten durch das Versagen des Lastanschlagpunktes

a) die Gefahr eines Kritikalitätsunfalls oder

b) die Gefahr einer Aktivitätsfreisetzung, als deren Folge die maximal zulässigen Ableitungen in die Umgebung gemäß Genehmigung überschritten werden können oder die Strahlenexposition in der Umgebung des Kernkraftwerkes für Einzelpersonen der Bevölkerung oberhalb der Grenzwerte der StrlSchV liegen kann,

zu besorgen ist,

dann gelten für diese Lastanschlagpunkte über die Anforderungen des Abschnitts 3 hinaus erhöhte Anforderungen, die in dieser Regel festgelegt sind.

4.4 Lastanschlagpunkte von Kernbauteilen

Lastanschlagpunkte von Kernbauteilen nach Abschnitt 1 Absatz 2 müssen zusätzlich zu den allgemeinen Bestimmungen des Abschnitts 3 den Anforderungen der betreffenden Abschnitte dieser Regel genügen.

5 Auslegung, konstruktive Gestaltung und Berechnung

5.1 Allgemeines

5.1.1 Lastannahmen

(1) Bei statisch unbestimmten Systemen, bei denen die rechnerische Lastverteilung auf alle Lastanschlagpunkte durch die Lastaufnahmeeinrichtung nicht sichergestellt ist, ist die maximal mögliche Belastung, mindestens die halbe Gesamtlast, an jedem Lastanschlagpunkt nachzuweisen.

(2) Sofern beim Hebevorgang zusätzliche Kräfte, wie z. B. infolge Losreißen, Haftreibung oder Verkanten, durch konstruktive Maßnahmen nicht auszuschließen sind, müssen diese Kräfte berücksichtigt werden.

(3) Umgebungsbedingungen, wie z. B. Druck, Temperatur, Medium und Strahlenbelastung sind bei der Auslegung zu berücksichtigen.

(4) Anforderungen aus komponentenspezifischen Belangen an die Auslegung, konstruktive Gestaltung, Berechnung, Werkstoffe, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung sind zu berücksichtigen.

(5) Für Lastanschlagpunkte, die beim Transport außerhalb des Kernkraftwerkes als Auflager und Befestigung am Transportmittel verwendet werden, sind die resultierenden Belastungen aus Transporten innerhalb und außerhalb des Kernkraftwerkes im Nachweis der Ermüdungsfestigkeit zu berücksichtigen.

(6) Für Lastanschlagpunkte ist der Nachweis ausreichenden Schutzes gegen Einwirkungen von außen nicht erforderlich.

5.1.2 Spannungsnachweise

(1) Es sind grundsätzlich folgende Nachweise zu führen: Nachweis der statischen Festigkeit und Nachweis der Ermüdungsfestigkeit.

Ein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist nicht erforderlich

a) für Stahlbauteile,

   aa) die nach DIN 15018-1 ausgelegt werden, wenn eine Spannungsspielzahl $N_\sigma = 2 \cdot 10^4$ nicht überschritten wird,

   ab) die nach der Normenreihe DIN EN 13001 ausgelegt werden, sofern nach dieser Normenreihe für den betrachteten Anwendungsfall ein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit nicht geführt werden muss,

b) für sonstige Bauteile von Lastanschlagpunkten, wenn 6000 Spannungsspiele nicht überschritten werden.

Hinweise:

(1) Als Stahlbauteile werden in dieser Regel Tragelemente verstanden, die aus geschweißten oder verschraubten Stahlblechen oder gewalzten Stahlprofilen gefertigt sind.

(2) Unter sonstige Bauteile von Lastanschlagpunkten fallen z. B. Bauteile, bei denen eine Spannungsbewertung auf Basis von Nennspannungen nicht sinnvoll ist.

Die Ermittlung der Spannungsspielzahl hat nach Abschnitt 5.1.3 zu erfolgen.

(2) Nachweise dürfen entweder rechnerisch oder experimentell oder in Kombination rechnerisch und experimentell durchgeführt werden.

(3) Die Spannungsbewertung hat grundsätzlich auf Basis von Nennspannungen zu erfolgen. Ist für das Bauteil eine Spannungsbewertung auf Basis von Nennspannungen nicht sinnvoll (z. B. bei volumenförmigen Bauteilen mit komplexen Querschnittsformen und Kerben), ist die Spannungsbewertung im Einzelfall nach gesonderten Festlegungen vorzunehmen.

Hinweis:
Für geschraubte Lastanschlagpunkte von Transportbehältern für radioaktive Stoffe, die innerhalb und außerhalb von Kernkraftwerken verwendet werden, sind die Anforderungen an die Nachweisverfahren sowie die Bewertungskriterien für den Nachweis der statischen Festigkeit und den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit z. B. in der Leitlinie BAM-GGR 012 definiert.

(4) Bei Verbindungen mit Schrauben, die nach ihrer Demontage wieder remontiert werden, gelten ergänzend zu (1) folgende Festlegungen:

a) Ist gemäß (1) ein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit zu führen, sind dabei die Spannungsspiele aus Demontage- und Remontagevorgängen mit zu berücksichtigen.

b) Ist gemäß (1) kein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit erforderlich und werden maximal 10 Demontage- und Remontagevorgänge durchgeführt, darf auf einen Nachweis der Ermüdungsfestigkeit verzichtet werden.

c) Bei mehr als 10 Demontage- und Remontagevorgängen ist unabhängig von den Festlegungen in (1) ein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit zu führen. Dabei sind sowohl die Spannungsspiele aus betrieblichen Beanspruchungen als auch die aus Demontage- und Remontagevorgängen zu berücksichtigen.

5.1.3 Ermittlung der Spannungskollektive

(1) Für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit sind unter Berücksichtigung der Lastannahmen gemäß Abschnitt 5.1.1 die Bauteilspannungen zu berechnen und der Größe nach zu ordnen. Mit der zugehörigen Zahl der Spannungsspiele ist das Spannungskollektiv zu erstellen.

(2) Die Zahl der Spannungsspiele ist dabei nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$N_\sigma = U \cdot Z_{Sch} \cdot k_a \qquad (5.1\text{-}1)$$

wobei $k_a = 3$

$Z_{Sch} = 10$ bei Hubwerken mit Feinhub und bei umrichterbetriebenen Antrieben

$Z_{Sch} = 20$ bei anderen Antrieben

einzusetzen ist.

Es bedeuten:

k_a Zahl der Spannungsspiele infolge einer Schaltung

N_σ Zahl der Spannungsspiele (dynamisch)

U Zahl der Lastarbeitsspiele; unter einem Lastarbeitsspiel versteht man den Vorgang zwischen Aufnahme und Absetzen der Last

Z_{sch} Zahl der Schaltungen je Lastarbeitsspiel (Einschalten zum Beschleunigen entspricht einer Schaltung; Umschalten zum Bremsen entspricht einer Schaltung).

(3) Das Beanspruchungsgeschehen für den Festigkeitsnachweis ist mittels der elementaren Miner-Regel (lineare Schadensakkumulation bei stetig verlaufender Wöhlerlinie in doppeltlogarithmischer Darstellung nach KTA 3902 Abschnitt B 1.2.1.3 und nach KTA 3902 Abschnitt B 1.2.2.1) auf ein schädigungsäquivalentes Einstufen-Spannungskollektiv abzubilden. Der zu N_σ gehörige Spannungsausschlag ist unter Berücksichtigung des in den nachfolgenden Abschnitten für die einzelnen Bauteile angegebenen Hublastbeiwertes (Dynamikbeiwertes) zu ermitteln. Sind die tatsächlichen Beanspruchungen innerhalb eines Lastarbeitsspiels nicht bekannt, ist der Größtwert des Spannungsausschlages nach dem Ankoppeln der Last als gleichbleibend für ein Lastarbeitsspiel anzunehmen.

(4) Bei Kenntnis der tatsächlichen Beanspruchungen innerhalb eines Lastarbeitsspiels durch experimentelle Untersuchungen oder durch zutreffende Abschätzung des Beanspruchungsgeschehens mit geeigneten Rechenmodellen (z. B. Einbeziehung der durch Verlustarbeit aufgezehrten Schwingungsenergie, die dem System durch den Ankoppelstoß aufgeprägt wird) darf der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit auf dieser Basis erfolgen.

5.1.4 Konstruktive Gestaltung

5.1.4.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3

(1) Für die konstruktive Gestaltung von Stahlbauteilen und Schweißnähten gelten

a) bei Verwendung des globalen Sicherheitskonzepts die Festlegungen in DIN 15018-1 und DIN 15018-2,

b) bei Verwendung des Teilsicherheitskonzepts die diesbezüglichen Festlegungen der Normenreihe DIN EN 13001.

(2) Für die konstruktive Gestaltung von Schraubenverbindungen gelten die Anforderungen nach VDI 2230 Blatt 1.

(3) Zulässig sind nur Lastanschlagpunkte, die integraler Bestandteil der Last oder angeschraubt oder angeschweißt oder im Falle von Betonbauteilen im Beton verankert sind.

(4) Lastanschlagpunkte müssen so ausgeführt werden, dass sie nur formschlüssig an das Hebezeug angeschlagen werden können. Gegen unbeabsichtigtes Aushängen der Lastaufnahmeeinrichtung aus dem Lastanschlagpunkt sind konstruktive Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

(5) Lastanschlagpunkte müssen so ausgeführt oder gekennzeichnet sein, dass sie nicht unzulässig verwendet und die in KTA 3902 Abschnitt 4.7 festgelegten ergonomischen Anforderungen im Zusammenspiel mit der Lastaufnahmeeinrichtung eingehalten werden.

(6) Bei angeschweißten Lastanschlagpunkten muss die konstruktive Gestaltung sicherstellen, dass entweder

a) das Spannungsniveau in der Schweißnaht nicht mehr als 80 % der zulässigen Spannung beträgt (keine nachzuweisende Nahtgüte)

oder

b) eine zerstörungsfreie Prüfung des Volumens der Anschweißnaht möglich ist.

(7) Tragende Schweißnähte müssen der Bewertungsgruppe B nach DIN EN ISO 5817 oder DIN EN ISO 13919-1 genügen.

(8) Bei Verwendung von Anschlagseilen nach DIN EN 13414-1 und DIN EN 13414-2 oder Anschlagketten nach DIN EN 818-4 für Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel wird die Tragfähigkeit nur zu 50 % der in diesen Normen festgelegten Werte eingesetzt. Dies ist bei der konstruktiven Gestaltung von Lastanschlagpunkten zu berücksichtigen.

(9) Die Oberflächen von Lastanschlagpunkten sollen so beschaffen sein, dass sie leicht dekontaminierbar sind.

5.1.4.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4

(1) Lastanschlagpunkte müssen so ausgeführt werden, dass sie nur formschlüssig an das Hebezeug angeschlagen werden können. Gegen unbeabsichtigtes Aushängen der Lastaufnahmeeinrichtung aus dem Lastanschlagpunkt sind konstruktive Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

(2) Für Schweißnähte gelten die Festlegungen in den Zeichnungen und die zugehörigen Spezifikationen.

(3) Für die konstruktive Gestaltung von Schraubenverbindungen gelten die Anforderungen nach VDI 2230 Blatt 1.

5.2 Stahlbauteile

5.2.1 Auslegungsgrundsätze

(1) Im Rahmen dieser Regel sind für Stahlbauteile zwei Nachweisverfahren zugelassen:

a) Verfahren mit globalem Sicherheitsbeiwert (σ_{zul}-Konzept) gemäß DIN 15018-1

und

b) Verfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten gemäß der Normenreihe DIN EN 13001.

(2) Die gleichzeitige Verwendung beider Verfahren innerhalb der gesamten Nachweisführung für einen Lastanschlagpunkt ist nicht zulässig.

5.2.2 Zusätzliche Anforderungen

5.2.2.1 Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert)

(1) Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit einem Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert) in Höhe von 1,35 zu multiplizieren.

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit $v_{h,max}$ darf anstelle des Hublastbeiwertes (Dynamikbeiwerts) nach (1)

a) bei Verwendung des globalen Sicherheitskonzepts der sich aus der Hubklasse H3 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert,

b) bei Verwendung des Teilsicherheitskonzepts der Dynamikbeiwert

$$\Phi_2 = 1{,}3 + 0{,}396 \cdot v_{h,max} \qquad (5.2\text{-}1)$$

für die Nachweisführung gemäß DIN 13001-2

verwendet werden. Für $v_{h,max}$ ist die für den jeweiligen Lastfall maßgebliche maximale Hubgeschwindigkeit in m/s einzusetzen.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert) als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts (Dynamikbeiwerts) ist dieser dynamische Lastfaktor mit einem Sicherheitsfaktor 1,12 zu multiplizieren.

5.2.2.2 Nachweis der statischen Festigkeit

Der Nachweis der statischen Festigkeit ist

a) als allgemeiner Spannungsnachweis nach DIN 15018-1 für den Lastfall Hauptkräfte (H)

oder

b) nach DIN EN 13001-3-1 in Verbindung mit DIN EN 13001-1 und DIN EN 13001-2 für die Lastkombination A (regelmäßige Lasten) unter Verwendung des spezifischen Widerstandsbeiwerts für den Werkstoff γ_{sm} gemäß Abschnitt 5.2.2 der DIN EN 13001-3-1, jedoch nicht kleiner als 1,0

zu führen.

Der Risikobeiwert γ_n nach DIN EN 13001-2 darf wegen der unter b) getroffenen Festlegungen zu 1,0 angesetzt werden.

Bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept sind für Stahlbauteile aus den austenitischen Stählen 1.4541, 1.4306 und 1.4571 nach DIN EN 10088-2 oder DIN EN 10088-3 die zulässigen Spannungen KTA 3902 Anhang D zu entnehmen.

5.2.2.3 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist

a) die Beanspruchungsgruppe B 3 nach DIN 15018-1

oder

b) die S-Klasse S3 nach DIN EN 13001-3-1 unter Verwendung eines Teilsicherheitsbeiwerts der Ermüdungsfestigkeit γ_{mf} in Höhe von 1,25

anzuwenden.

(2) Für austenitische Stähle gilt:

a) Bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept und Verwendung der austenitischen Stähle 1.4541, 1.4306 und 1.4571 nach DIN EN 10088-2 oder DIN EN 10088-3 sind die zulässigen Spannungen für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit KTA 3902 Anhang D Abschnitt D1 zu entnehmen.

b) Eine Bemessung von Stahlbauteilen aus austenitischen Stählen nach dem Teilsicherheitskonzept ist nur dann zulässig, wenn nach den Festlegungen in DIN EN 13001-3-1 Abschnitt 6.3.3 auf einen Nachweis der Ermüdungsfestigkeit verzichtet werden darf, wobei die Ermittlung der Spannungsspielzahl nach Abschnitt 5.1.3 zu erfolgen hat.

(3) Bei genauer Kenntnis der Betriebsbedingungen, z. B. der tatsächlich auftretenden Belastungen und Spannungsspielzahlen, darf der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit für ein einstufiges oder mehrstufiges Belastungskollektiv

a) bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept auf Basis einer Bauteilwöhlerlinie für die Stähle S235 und S355 nach KTA 3902 Anhang C oder auf Basis einer Bauteilwöhlerlinie für die austenitischen Stähle 1.4541, 1.4306 und 1.4571 nach KTA 3902 Anhang D Abschnitt D2,

b) bei Nachweisführung nach dem Teilsicherheitskonzept nach den Vorgaben der DIN EN 13001-3-1 und den Festlegungen in 5.2.1.1 und 5.2.1.2

durchgeführt werden.

(4) Folgende Sicherheit ist einzuhalten:

a) bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept eine Sicherheit gegen die zulässige Oberspannung in Höhe von

$$\overline{\nu} = \sigma_D / \overline{\sigma} \geq 1{,}12 \qquad (5.2\text{-}2)$$

b) bei Nachweisführung nach dem Teilsicherheitskonzept eine Sicherheit gegen die zulässige Schwingbreite in Höhe von

$$\nu = \frac{\Delta\sigma_{Rd}}{\Delta\sigma_{Sd}} \geq 1{,}12\,. \qquad (5.2\text{-}3)$$

Es bedeuten:

σ_D	Dauerfestigkeit für Normalspannungen	N/mm²
$\overline{\sigma}$	schädigungsäquivalente Zugbeanspruchung	N/mm²
$\Delta\sigma_{Rd}$	Grenzwert der Bemessungsschwingbreite (Normalspannung)	N/mm²
$\Delta\sigma_{Sd}$	Bemessungsschwingbreite (Normalspannung)	N/mm²

5.2.3 Erhöhte Anforderungen

5.2.3.1 Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert)

(1) Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit

a) einem Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert) ψ = 1,45 bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

oder

b) einem erhöhten Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert) ψ = 1,8 bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

zu multiplizieren.

Hinweis:

Der Wert ψ = 1,8 ergibt sich aus dem Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert) ψ = 1,45, multipliziert mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte (ψ = 1,45 x 1,25 ≈ 1,80).

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit $v_{h,max}$ darf anstelle des Hublastbeiwerts (Dynamikbeiwerts) nach (1)

a) bei Verwendung des globalen Sicherheitskonzepts der sich aus der Hubklasse H4 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert,

b) bei Verwendung des Teilsicherheitskonzepts der Dynamikbeiwert

$$\Phi_2 = 1{,}4 + 0{,}528 \cdot v_{h,max} \qquad (5.2\text{-}4)$$

für die Nachweisführung gemäß DIN 13001-2

verwendet werden. Für $v_{h,max}$ ist die für den jeweiligen Lastfall maßgebliche maximale Hubgeschwindigkeit in m/s einzusetzen.

Für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte ist das 1,25fache des Hublastbeiwerts (Dynamikbeiwerts) für die Berechnung anzusetzen.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert (Dynamikbeiwert) als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts (Dynamikbeiwerts) ist dieser dynamische Lastfaktor

a) bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25

und

b) bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 und einem weiteren Sicherheitsfaktor 1,25

zu multiplizieren.

(4) Die Belastungen, die bei der Lastumlagerung infolge Ausfall eines Bauteils des Hubwerkes nach KTA 3902 Abschnitt B 2.1.1.2 entstehen, sind dann zu berücksichtigen, wenn sich hieraus ungünstigere Beanspruchungen ergeben, als die mit den vorgenannten Hublastbeiwerten (Dynamikbeiwerten) ermittelten. Für diesen Lastfall sind

a) bei Verwendung des globalen Sicherheitskonzepts die 1,1fachen Spannungen des Lastfalles Haupt- und Zusatzkräfte (HZ) nach DIN 15018-1 zulässig,

b) die Belastungen bei Verwendung des Teilsicherheitskonzepts gemäß DIN EN 13001-2, Abschnitt 4.2.4.10, der Lastkombination C zuzuordnen.

5.2.3.2 Nachweis der statischen Festigkeit

Der Nachweis der statischen Festigkeit ist

a) als allgemeiner Spanungsnachweis nach DIN 15018-1 für den Lastfall Hauptkräfte (H)

oder

b) nach DIN EN 13001-3-1 in Verbindung mit DIN EN 13001-1 und DIN EN 13001-2 für die Lastkombination A (regelmäßige Lasten) unter Verwendung des spezifischen Widerstandsbeiwerts für den Werkstoff γ_{sm} gemäß Abschnitt 5.2.2 der DIN EN 13001-3-1, jedoch nicht kleiner als 1,0

zu führen.

Der Risikobeiwert γ_n nach DIN EN 13001-2 darf wegen der unter b) getroffenen Festlegungen zu 1,0 angesetzt werden.

Bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept sind für Stahlbauteile aus den austenitischen Stählen 1.4541, 1.4306 und 1.4571 nach DIN EN 10088-2 oder DIN EN 10088-3 die zulässigen Spannungen KTA 3902 Anhang D Abschnitt D1 zu entnehmen.

5.2.3.3 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist

a) die Beanspruchungsgruppe B 4 nach DIN 15018-1

oder

b) die S-Klasse S4 nach DIN EN 13001-3-1 unter Verwendung eines Teilsicherheitsbeiwerts der Ermüdungsfestigkeit γ_{mf} in Höhe von 1,25

anzuwenden.

(2) Für austenitische Stähle gilt:

a) Bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept und Verwendung der austenitischen Stähle 1.4541, 1.4306 und 1.4571 nach DIN EN 10088-2 oder DIN EN 10088-3 sind die zulässigen Spannungen für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit KTA 3902 Anhang D Abschnitt D2 zu entnehmen.

b) Eine Bemessung von Stahlbauteilen aus austenitischen Stählen nach dem Teilsicherheitskonzept ist nur dann zulässig, wenn nach den Festlegungen in DIN EN 13001-3-1 Abschnitt 6.3.3 auf einen Nachweis der Ermüdungsfestigkeit verzichtet werden darf, wobei die Ermittlung der Spannungsspielzahl nach Abschnitt 5.1.3 zu erfolgen hat.

(3) Es gelten die Festlegungen des Abschnittes 5.2.2.3 (3) und (4), wobei folgende Sicherheit einzuhalten ist:

a) bei Nachweisführung nach dem globalen Sicherheitskonzept eine Sicherheit gegen die zulässige Oberspannung in Höhe von

$$\overline{\nu} = \sigma_D / \overline{\sigma} \geq 1{,}25 \qquad (5.2\text{-}5)$$

b) bei Nachweisführung nach dem Teilsicherheitskonzept eine Sicherheit gegen die zulässige Schwingbreite in Höhe von

$$\nu = \frac{\Delta\sigma_{Rd}}{\Delta\sigma_{Sd}} \geq 1{,}25\,. \qquad (5.2\text{-}6)$$

Es bedeuten:

σ_D	Dauerfestigkeit für Normalspannungen	N/mm²
$\overline{\sigma}$	schädigungsäquivalente Zugbeanspruchung	N/mm²
$\Delta\sigma_{Rd}$	Grenzwert der Bemessungsschwingbreite (Normalspannung)	N/mm²
$\Delta\sigma_{Sd}$	Bemessungsschwingbreite (Normalspannung)	N/mm²

5.3 Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile

5.3.1 Zusätzliche Anforderungen

5.3.1.1 Hublastbeiwert

(1) Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit einem Hublastbeiwert ψ = 1,35 zu multiplizieren.

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit darf anstelle des Hublastbeiwertes nach (1) der sich aus der Hubklasse H3 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert verwendet werden.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts ist dieser dynamische Lastfaktor mit einem Sicherheitsfaktor 1,12 zu multiplizieren.

5.3.1.2 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Für die Bauteile sind folgende Sicherheiten nachzuweisen:

$$\nu_\sigma = \frac{R_{eH} \text{ oder } R_{p0,2}}{\sigma} \geq 1{,}5 \qquad (5.3\text{-}1)$$

$$\nu_\tau = \frac{\tau_{s_t}}{\tau} \geq 1{,}5 \qquad (5.3\text{-}2)$$

$$\nu_{\sigma_v} = \frac{R_{eH} \text{ oder } R_{p0,2}}{\sigma_v} \geq 1{,}5 \qquad (5.3\text{-}3)$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \qquad (5.3\text{-}4)$$

Es bedeuten:

σ	Normalspannung aus der maximal auftretenden Beanspruchung
σ_V	Vergleichsspannung
R_{eH} oder $R_{p0,2}$	Streckgrenze
τ	Schubspannung
τ_{s_t}	Streckgrenze für Torsionsspannung $< R_{eH}/\sqrt{3}$ oder $R_{p0,2}/\sqrt{3}$

(2) Die Bemessung von Schweißnähten hat nach DIN 15018-1 für den Lastfall Hauptkräfte (H) zu erfolgen.

5.3.1.3 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Im Zeitfestigkeitsbereich ist für N_σ kleiner als N_D die Sicherheit wie folgt nachzuweisen:

$$\nu_\sigma = \frac{\overline{\sigma}_D}{\sigma} \geq 2{,}0 \qquad (5.3\text{-}5)$$

$$\nu_\tau = \frac{\overline{\tau}_D}{\tau} \geq 2{,}0 \qquad (5.3\text{-}6)$$

und

$$\left(\frac{\sigma}{\overline{\sigma}_D}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\overline{\tau}_D}\right)^2 \leq \left(\frac{1{,}0}{2{,}0}\right)^2 \qquad (5.3\text{-}7)$$

(2) Für den Dauerfestigkeitsbereich mit N_σ größer als oder gleich N_D ist die Sicherheit wie folgt nachzuweisen:

$$\nu_\sigma = \frac{\sigma_D}{\sigma} \geq 2{,}0 \qquad (5.3\text{-}8)$$

$$\nu_\tau = \frac{\tau_D}{\tau} \geq 2{,}0 \qquad (5.3\text{-}9)$$

und

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_D}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_D}\right)^2 \leq \left(\frac{1{,}0}{2{,}0}\right)^2 \qquad (5.3\text{-}10)$$

Es bedeuten:

$\sigma_D = f(\sigma_n, K_n)$ Dauerfestigkeit für Normalspannungen

σ_n	Dauerfestigkeit der Werkstoffprobe für Normalspannungen bei 50 % Überlebenswahrscheinlichkeit
K_n	Produkt aus Kerbwirkungszahl, Rauhigkeitsfaktor und Größenfaktor bei Normalspannungen
N_D	$5 \cdot 10^6$ Spannungsspiele
N_σ	Zahl der vorhandenen Spannungsspiele
R_m	Zugfestigkeit
$\bar{\sigma}_D$	Zeitfestigkeit für Normalspannungen
$\tau_D = f(\tau_t, \tau_{K_t})$	Dauerfestigkeit für Torsionsspannungen
τ_t	Dauerfestigkeit der Werkstoffprobe für Torsionsspannungen bei 50 % Überlebenswahrscheinlichkeit
$\bar{\tau}_D$	Zeitfestigkeit für Schubspannungen
τ_{K_t}	Produkt aus Kerbwirkungszahl, Rauhigkeitsfaktor und Größenfaktor bei Torsionsbeanspruchung

(3) Für die Bestimmung der Wöhlerlinien gelten die Festlegungen für Wellen, Achsen und ähnliche Bauteile in KTA 3902 Abschnitt B 1.2.2.1.

(4) Werkstoffkennwert, Kerbwirkungszahl, Rauhigkeitsfaktor, Formzahl und Größenfaktor sind der einschlägigen Literatur [1] bis [7] (siehe **Anhang E**) zu entnehmen.

(5) Werden Werkstoffe verwendet, die nicht in der im **Anhang E** aufgeführten Literatur abgehandelt werden, so sind die vorgenannten Kennwerte und Kennzahlen im Einzelfall nachzuweisen und zu gewährleisten.

(6) Die Bemessung von Schweißnähten hat nach DIN 15018-1 Beanspruchungsgruppe B 3 zu erfolgen.

5.3.2 Erhöhte Anforderungen

5.3.2.1 Hublastbeiwert

(1) Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit

a) einem Hublastbeiwert $\psi = 1{,}45$ bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

oder

b) einem erhöhten Hublastbeiwert $\psi = 1{,}8$ bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

zu multiplizieren.

Hinweis:

Der Wert $\psi = 1{,}8$ ergibt sich aus dem Hublastbeiwert $\psi = 1{,}45$, multipliziert mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte ($\psi = 1{,}45 \times 1{,}25 \approx 1{,}80$).

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit darf anstelle des Hublastbeiwertes nach (1) der sich aus der Hubklasse H4 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert verwendet werden. Für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte ist das 1,25fache des Hublastbeiwertes für die Berechnung anzusetzen.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts ist dieser dynamische Lastfaktor

a) bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25

und

b) bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 und einem weiteren Sicherheitsfaktor 1,25

zu multiplizieren.

(4) Die Belastungen, die bei der Lastumlagerung infolge Ausfall eines Bauteils des Hubwerkes nach KTA 3902 Abschnitt B 2.1.1.2 entstehen, sind dann zu berücksichtigen, wenn sich hieraus ungünstigere Beanspruchungen ergeben, als die mit den vorgenannten Hublastbeiwerten ermittelten. Für diesen Lastfall ist ein Nachweis der statischen Festigkeit zu führen, wobei ein Sicherheitsbeiwert von größer als oder gleich 1,25 gegen die Streckgrenze zu berücksichtigen ist. Für die Schweißnähte sind die 1,1fachen Spannungen des Lastfalles Haupt- und Zusatzkräfte (HZ) nach DIN 15018-1 zulässig.

5.3.2.2 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Für die Bauteile sind die Sicherheiten nach Abschnitt 5.3.1.2 nachzuweisen.

(2) Die Bemessung von Schweißnähten hat nach DIN 15018-1 für den Lastfall Hauptkräfte (H) zu erfolgen.

5.3.2.3 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Im Zeitfestigkeitsbereich ist für N_σ kleiner als N_D die Sicherheit wie folgt nachzuweisen:

$$\nu_\sigma = \frac{\bar{\sigma}_D}{\sigma} \geq 2{,}5 \qquad (5.3\text{-}11)$$

$$\nu_\tau = \frac{\bar{\tau}_D}{\tau} \geq 2{,}5 \qquad (5.3\text{-}12)$$

und

$$\left(\frac{\sigma}{\bar{\sigma}_D}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\bar{\tau}_D}\right)^2 \leq \left(\frac{1{,}0}{2{,}5}\right)^2 \qquad (5.3\text{-}13)$$

(2) Für den Dauerfestigkeitsbereich mit N_σ größer als oder gleich N_D ist die Sicherheit wie folgt nachzuweisen:

$$\nu_\sigma = \frac{\sigma_D}{\sigma} \geq 2{,}5 \qquad (5.3\text{-}14)$$

$$\nu_\tau = \frac{\tau_D}{\tau} \geq 2{,}5 \qquad (5.3\text{-}15)$$

und

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_D}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_D}\right)^2 \leq \left(\frac{1{,}0}{2{,}5}\right)^2 \qquad (5.3\text{-}16)$$

(3) Für die Bestimmung der Wöhlerlinien gelten die Festlegungen für Wellen, Achsen und ähnliche Bauteile in KTA 3902 Abschnitt B 1.2.2.1.

(4) Werkstoffkennwert, Kerbwirkungszahl, Rauhigkeitsfaktor, Formzahl und Größenfaktor sind der einschlägigen Literatur [1] bis [7] (siehe **Anhang E**) zu entnehmen.

(5) Werden Werkstoffe verwendet, die nicht in der im **Anhang E** aufgeführten Literatur abgehandelt werden, so sind die vorgenannten Kennwerte und Kennzahlen im Einzelfall nachzuweisen und zu gewährleisten.

(6) Die Bemessung von Schweißnähten hat nach DIN 15018-1 Beanspruchungsgruppe B 4 zu erfolgen.

5.4 Schraubenverbindungen

5.4.1 Zusätzliche Anforderungen

5.4.1.1 Hublastbeiwert

(1) Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit einem Hublastbeiwert ψ = 1,35 zu multiplizieren.

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit darf anstelle des Hublastbeiwertes nach (1) der sich aus der Hubklasse H3 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert verwendet werden.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts ist dieser dynamische Lastfaktor mit einem Sicherheitsfaktor 1,12 zu multiplizieren.

5.4.1.2 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Für die Bemessung von Schraubenverbindungen ist VDI 2230 Blatt 1 anzuwenden. Hierbei sind folgende Anforderungen einzuhalten:

a) Der Ausnutzungsgrad der Streckgrenzenspannung beim Anziehen ist auf 0,7 zu begrenzen,

b) der Ausnutzungsgrad der Streckgrenzenspannung infolge betriebsbedingter Schraubenzusatzkräfte ist auf 0,1 zu begrenzen.

(2) Kommen Schraubenverbindungen nach DIN EN ISO 898-1 und DIN EN ISO 898-2 oder DIN EN ISO 3506-1 und DIN EN ISO 3506-2 mit zusätzlicher Zugbeanspruchung zum Einsatz, so ist die ermittelte Schraubenlast um einen Faktor 1,12 zu erhöhen. Diese Anforderung wird nicht gestellt, wenn Schrauben nach Anhang A Werkstoffprüfblatt WPB 14 zum Einsatz kommen.

5.4.1.3 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist nach VDI 2230 Blatt 1 zu führen. Hierbei ist eine Sicherheit von mindestens 2,0 gegen die Spannungsamplitude der Dauerhaltbarkeit oder Zeitfestigkeit einzuhalten.

(2) Bei Vorliegen eines mehrstufigen Spannungskollektivs (z. B. infolge von Demontage- und Remontagevorgängen) ist das Beanspruchungsgeschehen beim Nachweis nach (1) auf ein schädigungsäquivalentes Einstufen-Spannungskollektiv abzubilden. Die schädigungsäquivalente Spannung zugehörig zur Spannungsspielzahl N_D ist beim Nachweis schlussvergüteter Schrauben folgendermaßen zu ermitteln:

$$\bar{\sigma} = \sigma_1 \cdot \left[\frac{\sum_i N_i \cdot \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_1} \right)^c}{N_D} \right]^{\frac{1}{c}} \qquad (5.4\text{-}1)$$

Dabei ist einzusetzen:

$N_D = 2 \cdot 10^6$

$c = 3$

Es bedeuten:

σ_1 vorhandene Spannungsamplitude der 1. Kollektivstufe (maximale Spannung)

σ_i vorhandene Spannungsamplitude der jeweiligen Kollektivstufe

N_i vorhandene Spannungsspielzahl der jeweiligen Kollektivstufe

Es ist nachzuweisen:

$$\nu = \frac{\sigma_{ASV}}{\bar{\sigma}} \geq 2{,}0 \qquad (5.4\text{-}2)$$

Es bedeutet:

σ_{ASV} Spannungsamplitude der Dauerhaltbarkeit schlussvergüteter Schrauben gemäß VDI 2230 Blatt 1

Hinweis:

Wird beim Nachweis schlussgerollter Schrauben die Spannungsamplitude der Dauerhaltbarkeit unter Berücksichtigung der Mittelspannungsabhängigkeit in geeigneter Weise ermittelt, kann die schädigungsäquivalente Spannung unter Verwendung von σ_{ASG} (Spannungsamplitude der Dauerhaltbarkeit schlussgerollter Schrauben gemäß VDI 2230 Blatt 1) statt σ_{ASV} und c=6 in analoger Weise ermittelt werden.

5.4.2 Erhöhte Anforderungen

5.4.2.1 Hublastbeiwert

(1) Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit

a) einem Hublastbeiwert ψ = 1,45 bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

oder

b) einem erhöhten Hublastbeiwert ψ = 1,8 bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

zu multiplizieren.

Hinweis:

Der Wert ψ = 1,8 ergibt sich aus dem Hublastbeiwert ψ = 1,45, multipliziert mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte (ψ = 1,45 x 1,25 $\approx$ 1,80).

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit darf anstelle des Hublastbeiwertes nach (1) der sich aus der Hubklasse H4 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert verwendet werden. Für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte ist das 1,25fache des Hublastbeiwertes für die Berechnung anzusetzen.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts ist dieser dynamische Lastfaktor

a) bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25

und

b) bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 und einem weiteren Sicherheitsfaktor 1,25

zu multiplizieren.

(4) Die Belastungen, die bei der Lastumlagerung infolge Ausfall eines Bauteils des Hubwerkes nach KTA 3902 Abschnitt B 2.1.1.2 entstehen, sind dann zu berücksichtigen, wenn sich hieraus ungünstigere Beanspruchungen ergeben als die mit den vorgenannten Hublastbeiwerten ermittelten. Für diesen Lastfall ist der Ausnutzungsgrad der Streckgrenzenspannung infolge von Schraubenzusatzkräften auf 0,3 zu begrenzen.

5.4.2.2 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Für die Bemessung von Schraubenverbindungen ist VDI 2230 Blatt 1 mit den in Abschnitt 5.4.1.2 angegebenen Bedingungen anzuwenden.

(2) Kommen Schraubenverbindungen nach DIN EN ISO 898-1 und DIN EN ISO 898-2 oder DIN EN ISO 3506-1 und DIN EN

ISO 3506-2 mit zusätzlicher Zugbeanspruchung zum Einsatz, so ist die erforderliche Anzahl der Schrauben zu verdoppeln oder es ist die ermittelte Schraubenlast um einen Faktor 1,5 zu erhöhen. Diese Anforderungen werden nicht gestellt, wenn Schrauben nach **Anhang A** Werkstoffprüfblatt WPB 14 zum Einsatz kommen.

5.4.2.3 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist nach VDI 2230 Blatt 1 zu führen. Hierbei ist eine Sicherheit von mindestens 2,5 gegen die Spannungsamplitude der Dauerhaltbarkeit oder Zeitfestigkeit einzuhalten.

(2) Bei Vorliegen eines mehrstufigen Spannungskollektivs ist beim Nachweis nach (1) gemäß Abschnitt 5.4.1.3 vorzugehen. Dabei ist nachzuweisen:

$$\nu = \frac{\sigma_{ASV}}{\bar{\sigma}} \geq 2{,}5 \qquad (5.4\text{-}3)$$

5.5 Lasteinleitung in Betonbauteile

5.5.1 Zusätzliche Anforderungen

5.5.1.1 Hublastbeiwert

(1) Das Eigengewicht der Last ist mit einem Hublastbeiwert ψ = 1,35 zu multiplizieren.

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit darf anstelle des Hublastbeiwertes nach (1) der sich aus der Hubklasse H3 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert verwendet werden.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts ist dieser dynamische Lastfaktor mit einem Sicherheitsfaktor 1,12 zu multiplizieren.

5.5.1.2 Lasteinleitung

(1) Für den Nachweis der Lasteinleitung in das Betonbauteil gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA. Die Lasten sind als charakteristische Einwirkungen anzunehmen und in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen nachzuweisen.

(2) Für die Ermittlung der Lastannahmen gelten DIN EN 1991-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA und DIN EN 1990 in Verbindung mit DIN EN 1990/NA. Zusätzlich zu den Festlegungen dieser Normen ist der Hublastbeiwert gemäß Abschnitt 5.5.1.1 zu berücksichtigen.

(3) Bauprodukte oder Bauarten, für die der Nachweis der Lasteinleitung nicht auf der Grundlage technischer Baubestimmungen erbracht wird, dürfen mit Zustimmung des Sachverständigen nach § 20 AtG verwendet werden, wenn deren Eignung wie folgt belegt ist:

a) über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder

b) über eine europäische technische Zulassung oder

c) durch sonstige geeignete Nachweise (Zustimmung im Einzelfall).

(4) Die aus der Belastungsprüfung nach **Tabelle 9-1** lfd.-Nr. 3d) sich ergebende Zusatzlast für das Betonbauteil ist entsprechend ihrer Anordnung gesondert zu berücksichtigen. Dabei ist diese Einwirkungskombination der Anforderungskategorie A2 nach DIN 25449 zuzuordnen.

5.5.2 Erhöhte Anforderungen

5.5.2.1 Hublastbeiwert

(1) Das Eigengewicht der Last ist mit

a) einem Hublastbeiwert ψ = 1,45 bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

oder

b) einem erhöhten Hublastbeiwert ψ = 1,8 bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten

zu multiplizieren.

Hinweis:

Der Wert ψ = 1,8 ergibt sich aus dem Hublastbeiwert ψ = 1,45, multipliziert mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte (ψ = 1,45 x 1,25 ≈ 1,80).

(2) Bei Kenntnis der maximalen Hubgeschwindigkeit darf anstelle des Hublastbeiwertes nach (1) der sich aus der Hubklasse H4 nach DIN 15018-1 ergebende Hublastbeiwert verwendet werden. Für nicht redundant ausgeführte Lastanschlagpunkte ist das 1,25fache des Hublastbeiwertes für die Berechnung anzusetzen.

(3) Sofern ein kleinerer Hublastbeiwert als nach (1) oder (2) zur Anwendung kommen soll, ist der am Lastanschlagpunkt während eines Lastarbeitsspiels maximal auftretende dynamische Lastfaktor im Einzelfall rechnerisch oder experimentell nachzuweisen. Zur Bestimmung des Hublastbeiwerts ist dieser dynamische Lastfaktor

a) bei redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25

und

b) bei nicht redundant ausgeführten Lastanschlagpunkten mit einem Sicherheitsfaktor 1,25 und einem weiteren Sicherheitsfaktor 1,25

zu multiplizieren.

(4) Die Belastungen, die bei der Lastumlagerung infolge Ausfall eines Bauteils des Hubwerkes nach KTA 3902 Abschnitt B 2.1.1.2 entstehen, sind dann zu berücksichtigen, wenn sich hieraus ungünstigere Beanspruchungen ergeben, als die mit den vorgenannten Hublastbeiwerten ermittelten.

5.5.2.2 Lasteinleitung

Es gelten die Festlegungen des Abschnittes 5.5.1.2, wobei der Hublastbeiwert gemäß Abschnitt 5.5.2.1 zu berücksichtigen ist.

5.6 Seile und Ketten

Seile und Ketten als Lastanschlagpunkte sind nicht zulässig.

5.7 Kernbauteile

5.7.1 Allgemeines

Zur Ermittlung der Lastannahmen ist das Eigengewicht der Last mit einem Lastüberhöhungsfaktor von $f_{Ü}$ = 2,0 zu multiplizieren. Der Lastüberhöhungsfaktor beinhaltet u.a. den Hublastbeiwert und Zusatzkräfte aus Reibkontakten.

Hinweis:

Zum Nachweis für den Sonderlastfall Lastumlagerung siehe Abschnitt 5.7.5.

5.7.2 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Für die Lastanschlagpunkte der Kernbauteile werden nur primäre Spannungen betrachtet. Es sind folgende zulässige Vergleichsspannungen einzuhalten:

a) zulässige primäre Membranvergleichsspannung

$$P_{m,zul} = 0{,}66 \cdot R_{p0,2T}, \qquad (5.7\text{-}1)$$

b) zulässige primäre Membran- plus primäre Biegevergleichsspannung

$$P_{m+b,zul} = 1{,}0 \cdot R_{p0,2T}, \qquad (5.7\text{-}2)$$

mit $R_{p0,2T}$: Streckgrenze bei Handhabungstemperatur.

Hinweis:

Primäre Spannungen sind solche Spannungen, die das Gleichgewicht mit äußeren Kraftgrößen (Lastgrößen) herstellen.

Membranspannungen werden als Mittelwert der jeweiligen Spannungskomponente über dem für das Tragverhalten zugrunde zu legenden Querschnitt definiert.

Biegespannungen werden als proportional zum Abstand von der neutralen Achse linear veränderliche Spannungen definiert.

(2) Vergleichsspannungen sind aus den einzelnen Spannungskomponenten nach der von-Mises-Hypothese zu bilden.

(3) Die zulässigen primären Vergleichsspannungen für Schweißnähte werden gebildet aus der zulässigen primären Vergleichsspannung des Grundmaterials multipliziert mit den Schweißnahtbeiwerten v und v_2 für Beanspruchungsart und Nahtgüte. Die Schweißnahtbeiwerte v sind der **Tabelle 5-1** zu entnehmen.

Für den Schweißnahtbeiwert v_2 zur Berücksichtigung der Nahtgüte sind folgende Werte zu verwenden:

$v_2 = 1{,}0$ bei nachgewiesener Nahtgüte (5.7-3)

$v_2 = 0{,}5$ ohne Nahtgüteangaben (5.7-4)

Nahtform	Art der Beanspruchung	Schweißnahtbeiwert v
Stumpfnähte	Zug	1,0
	Druck	1,0
	Biegung	1,0
	Schub	0,8
Kehlnähte	jede Beanspruchung	0,8

Tabelle 5-1: Schweißnahtbeiwerte v zur Berücksichtigung der Beanspruchungsart

(4) Für die Bemessung von Schraubenverbindungen ist VDI 2230 Blatt 1 anzuwenden. Hierbei sind folgende Anforderungen einzuhalten:

a) Der Ausnutzungsgrad der Streckgrenzenspannung beim Anziehen ist auf 0,7 zu begrenzen,

b) der Ausnutzungsgrad der Streckgrenzenspannung infolge betriebsbedingter Schraubenzusatzkräfte ist auf 0,1 zu begrenzen.

5.7.3 Experimentelle Nachweise

(1) Für Lastanschlagpunkte der Kernbauteile müssen die Grenzen für primäre Membran- plus Biegevergleichsspannungen nicht eingehalten werden, wenn anhand eines Versuches an einem Serienbauteil oder an einem Prototypen gezeigt werden kann, dass

a) $L_{max} \leq L_G$ (5.7-5)

und

b) $L_{max} \leq 0{,}44 \cdot L_U$ (5.7-6)

mit

L_{max} = $f_Ü \cdot$ Eigengewicht (Auslegungslast)

$f_Ü$ = 2,0 (Lastüberhöhungsfaktor)

L_G Gebrauchsfähigkeitslast (Verformungen sind derart begrenzt, dass ein Ab- und Anschlagen der Lastaufnahmeeinrichtung noch möglich ist)

L_U Bruchlast oder maximal im Versuch aufgebrachte Last

(2) Bei allen experimentellen Nachweisen müssen die Unterschiede zwischen den Gegebenheiten am Versuchsbauteil und der ungünstigsten Kombination bei den eingesetzten Bauteilen (z. B. Toleranzen in den Abmessungen, minimal spezifizierte Festigkeitswerte) berücksichtigt werden. Die Lasteinleitung beim Versuch muss die realen Bedingungen am Bauteil wiedergeben. Die Berücksichtigung dieser Vorgaben soll sicherstellen, dass die im Versuch ermittelten Lasten das Tragverhalten der tatsächlichen Struktur bei den spezifizierten Belastungen konservativ wiedergeben.

5.7.4 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

Für Lastanschlagpunkte von Kernbauteilen ist die Spannungsspielzahl N_σ kleiner als $2 \cdot 10^4$, ein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist deshalb hierfür nicht zu führen.

5.7.5 Nachweis für den Sonderlastfall Lastumlagerung

(1) Die Belastungen, die bei der Lastumlagerung infolge Ausfall eines Bauteils des Hubwerkes nach KTA 3902 Abschnitt B 2.1.1.2 entstehen, sind dann zu berücksichtigen, wenn sich hieraus ungünstigere Beanspruchungen ergeben, als die mit dem Lastüberhöhungsfaktor nach Abschnitt 5.7.1 ermittelten.

(2) Für diesen Lastfall ist nachzuweisen, dass die Haltefunktion des Lastanschlagpunktes erhalten bleibt.

Wird das Eigengewicht der Last für diesen Nachweis mit einem Lastüberhöhungsfaktor von $f_Ü = 4{,}0$ multipliziert, gilt dies als abdeckende Lastannahme. Alternativ darf der Nachweis unter Zugrundelegung eines kleineren Lastüberhöhungsfaktors geführt werden, sofern dieser für die zum Einsatz kommenden Hebezeuge nachgewiesen wird.

(3) Der Nachweis gemäß (2) gilt als erbracht, wenn die Kriterien gemäß a) oder b) erfüllt sind und die Verformungen gemäß c) begrenzt sind.

a) Es ist ein Nachweis der statischen Festigkeit gemäß Abschnitt 5.7.2 zu führen, wobei folgende zulässige Vergleichsspannungen einzuhalten sind:

aa) zulässige primäre Membranvergleichsspannung

$$P_{m,zul} = 0{,}7 \cdot R_{mT} \qquad (5.7\text{-}7)$$

ab) zulässige primäre Membran- plus primäre Biegevergleichsspannung

$$P_{m+b,zul} = 1{,}0 \cdot R_{mT} \qquad (5.7\text{-}8)$$

mit R_{mT} : Zugfestigkeit bei Handhabungstemperatur

b) Es ist ein experimenteller Nachweis gemäß Abschnitt 5.7.3 zu führen und zu zeigen, dass

$$L_{max} \leq 0{,}8 \cdot L_U \qquad (5.7\text{-}9)$$

ist.

L_{max} : $f_Ü \cdot$ Eigengewicht (Auslegungslast)

$f_Ü$: Lastüberhöhungsfaktor infolge Lastumlagerung

L_U : Bruchlast oder maximal im Versuch aufgebrachte Last

c) Die Verformungen müssen derart begrenzt sein, dass die Haltefunktion des Lastanschlagpunktes sichergestellt bleibt.

5.8 Nachweisführung bei Anwendung der Finite-Elemente-Methode

5.8.1 Allgemeines

(1) Neben den in den Abschnitten 5.2 bis 5.4 und 5.7 beschriebenen Nachweisverfahren ist es zugelassen, die Festigkeitsnachweise auch auf Basis der Methode der finiten Elemente (FEM) zu führen.

(2) Bei Anwendung der Methode der finiten Elemente sind die Anforderungen entsprechend KTA 3201.2 Anhang C Abschnitt C 3 einzuhalten.

(3) Nachweise auf der Grundlage von Finite-Elemente-Berechnungen sind im Zusammenhang mit Nachweisführungen sowohl nach DIN 15018-1 als auch nach DIN EN 13001-3-1 zulässig.

(4) Bei Nachweisführungen nach DIN 15018-1 gelten für die Spannungsabsicherung bei Verwendung von Nachweisen nach der Methode der Finiten Elemente die Anforderungen gemäß Abschnitt 5.8.2 und bei Nachweisführungen nach dem Teilsicherheitskonzept gemäß DIN EN 13001-3-1 die Anforderungen gemäß Abschnitt 5.8.3.

Hinweis:

Zum Vorgehen bei Bauteilen, bei denen eine Spannungsbewertung auf Basis von Nennspannungen nicht sinnvoll ist, siehe Abschnitt 5.1.2 (3).

(5) Bei Schraubenverbindungen nach Abschnitt 5.4 ist abweichend von den Festlegungen in Abschnitt 5.8.2 eine geeignete Spannungsabsicherung festzulegen, z.B. nach VDI 2230 Blatt 1, Leitlinie BAM-GGR 012.

(6) Bei Lastanschlagpunkten an Kernbauteilen gelten für die Spannungsbegrenzung die Festlegungen in Abschnitt 5.7.

5.8.2 Spannungsabsicherung bei Verwendung des globalen Sicherheitskonzepts in Verbindung mit Nachweisführungen nach DIN 15018-1

5.8.2.1 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Die Spannungen sind in Abhängigkeit von der erzeugenden Ursache und ihrer Auswirkung auf das Festigkeitsverhalten des Bauteils gemäß KTA 3201.2 Abschnitt 7.7.2 Spannungskategorien zuzuordnen, das heißt in primäre Spannungen, sekundäre Spannungen und Spannungsspitzen einzuteilen.

(2) Außerhalb von Unstetigkeitsstellen werden nur primäre Spannungen betrachtet.

(3) Primäre Spannungen (P) sind solche Spannungen, die das Gleichgewicht mit äußeren Kraftgrößen (Lastgrößen) herstellen. Hierbei sind die primären Membranspannungen (P_m) definiert als Mittelwert der jeweiligen Spannungskomponente über dem für das Tragverhalten zugrunde zu legenden Querschnitt, bei Flächentragwerken jeweils als Mittelwert der Spannungskomponente über der Wanddicke. Die primären Biegespannungen (P_b) sind definiert als die über dem betrachteten Querschnitt proportional zum Abstand von der neutralen Achse linear veränderlichen Spannungen, bei Flächentragwerken als der linear veränderliche Anteil der über der Wanddicke verteilten Spannungen.

(4) Die Vergleichspannung ist aus den linearisierten einzelnen Spannungskomponenten zu bilden.

(5) Der Ort der Linearisierung außerhalb des Einflussbereichs von geometrischen Unstetigkeiten ist so zu wählen, dass

a) nur primäre Spannungsanteile erfasst werden,

b) das Maximum der primären Spannungsanteile erfasst wird.

(6) Die Forderungen gemäß (5) a) und (5) b) gelten als pauschal erfüllt, wenn

a) für schalenartige Bauteile (z. B. Zargen, Rohre) die Linearisierung im Abstand $\sqrt{R \cdot s}$ zur geometrischen Unstetigkeit durchgeführt wird, wobei die Größen R und s wie folgt zu bestimmen sind:

   R : mittlerer kleinster Radius der Schale

   s : kleinste Wanddicke

b) für Rundstahlprofile die Linearisierung im Abstand des halben Profildurchmessers, für Rechteckprofile und Bleche im Abstand der Hälfte der kleinsten Querschnittsdimension durchgeführt wird.

c) für andere Formen die Linearisierung im Abstand $\sqrt{R \cdot s}$ zur geometrischen Unstetigkeit durchgeführt wird, wobei die Größen R und s wie folgt zu bestimmen sind:

   R : Hälfte der kleinsten Abmessung eines Walzprofils, Hälfte der kleinsten Schenkelbreite eines Winkelprofils, Radius einer Bohrung

   s : kleinste Wanddicke

Die Linearisierung darf auch in anderen Abständen durchgeführt werden, jedoch muss hierfür ein geeigneter Nachweis bezüglich der Einhaltung der Forderungen gemäß (5) a) und (5) b) erbracht werden.

(7) Für die Vergleichsspannung aus den linearisierten Spannungsanteilen gilt:

a) Außerhalb der Unstetigkeitsstelle darf die Vergleichspannung infolge der nach DIN 15018-1 nachzuweisenden Lastkombinationen die in DIN 15018-1 festgelegten zulässigen Spannungen nicht überschreiten.

b) Im Bereich der Unstetigkeitsstelle darf die Vergleichspannung die zulässigen Spannungen gemäß DIN 15018-1 überschreiten, wenn infolge lokaler Spannungsumlagerungen das Gleichgewicht bei Einhaltung der zulässigen Spannungen sichergestellt ist und die Vergleichsspannung den Wert

   ba) für Lastfall H $\sigma_v \leq 0{,}8 \cdot R_{p0,2}$

   bb) für Lastfall HZ $\sigma_v \leq 0{,}9 \cdot R_{p0,2}$

   bc) für Lastfall HS $\sigma_v \leq R_{p0,2}$

   mit $R_{p0,2}$: Streckgrenze

   nicht überschreitet. Dabei sind zum Nachweis möglicher Spannungsumlagerungen Plausibilitätsbetrachtungen zulässig.

c) Die Spannungsbegrenzung für σ_v an der Unstetigkeitsstelle muss nicht eingehalten werden, wenn mittels Grenztragfähigkeitsanalyse gezeigt werden kann, dass die zulässigen unteren Grenzlasten gemäß KTA 3201.2 Abschnitt 7.7.4 nicht überschritten werden, wobei zur Berechnung der unteren Grenztraglast als Wert für die Fließspannung

   ca) im Lastfall H der Wert $\sigma_F = 1{,}0 \cdot R_{p0,2}$

   cb) im Lastfall HZ der Wert $\sigma_F = 1{,}10 \cdot R_{p0,2}$

   cc) im Lastfall HS der Wert $\sigma_F = 1{,}20 \cdot R_{p0,2}$

   zu verwenden ist und die spezifizierte Belastung 67 % des Wertes der unteren Grenztraglast gemäß KTA 3201.2 Abschnitt 7.7.4.1 nicht überschreiten darf.

(8) Für die Bewertung nach (7) ist als Vergleichsspannung das Maximum aus

a) der Vergleichsspannung nach der von-Mises-Hypothese und

b) der größten Hauptspannung

zu verwenden.

(9) Für die zulässigen Spannungen von Schweißnähten gilt DIN 15018-1.

5.8.2.2 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit hat gemäß den Abschnitten 5.1 bis 5.3 und mit den dort angegebenen Sicherheiten zu erfolgen.

(2) Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit bei Verwendung der Methode der Finiten Elemente unterscheidet sich gegen-

über der in den Abschnitten 5.1 bis 5.3 beschriebenen Vorgehensweise nur hinsichtlich der Ermittlung der Nennspannung. Dabei ist die im Nachweis der statischen Festigkeit ermittelte Vergleichsspannung aus den linearisierten einzelnen Spannungskomponenten zu bewerten.

(3) Die Ermittlung der Kerbwirkungszahl darf alternativ zu den Vorgaben nach Abschnitt 5.3 auch auf Basis des FEM-Nachweises erfolgen. Dabei ist die Kerbwirkungszahl konservativ der Quotient aus der maximalen Vergleichsspannung (nicht linearisiert) und der nach Absatz 1 ermittelten Vergleichsspannung aus primären Membran- und Biegespannungen.

5.8.3 Spannungsabsicherung bei Verwendung des Teilsicherheitskonzepts nach DIN EN 13001-3-1

5.8.3.1 Nachweis der statischen Festigkeit

(1) Die Bauteilspannungen sind unter Verwendung von Lasten, Lastkombinationen und Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN EN 13001-2, Tabelle 12a, und den Festlegungen der Abschnitte 5.2 bis 5.4 und 5.7 zu ermitteln.

(2) Die so ermittelten Spannungen sind in Abhängigkeit von der erzeugenden Ursache und ihrer Auswirkung auf das Festigkeitsverhalten des Bauteils gemäß KTA 3201.2 Abschnitt 7.7.2 Spannungskategorien zuzuordnen, das heißt in primäre Spannungen, sekundäre Spannungen und Spannungsspitzen einzuteilen.

(3) Außerhalb von Unstetigkeitsstellen werden nur primäre Spannungen betrachtet (siehe 5.8.2.1 (3)).

(4) Die Vergleichspannung ist aus den linearisierten einzelnen Spannungskomponenten zu bilden.

(5) Der Ort der Linearisierung außerhalb des Einflussbereichs von geometrischen Unstetigkeiten ist so zu wählen, dass

a) nur primäre Spannungsanteile erfasst werden,

b) das Maximum der primären Spannungsanteile erfasst wird.

(6) Die Forderungen gemäß (5) a) und (5) b) gelten als pauschal erfüllt, wenn

a) für schalenartige Bauteile (z. B. Zargen, Rohre), die Linearisierung im Abstand $\sqrt{R \cdot s}$ zur geometrischen Unstetigkeit durchgeführt wird, wobei die Größen R und s wie folgt zu bestimmen sind:

   R : mittlerer kleinster Radius der Schale

   s : kleinste Wanddicke

b) für Rundstahlprofile die Linearisierung im Abstand des halben Profildurchmessers, für Rechteckprofile und Bleche im Abstand der Hälfte der kleinsten Querschnittsdimension durchgeführt wird.

c) für andere Formen die Linearisierung im Abstand $\sqrt{R \cdot s}$ zur geometrischen Unstetigkeit durchgeführt wird, wobei die Größen R und s wie folgt zu bestimmen sind:

   R: Hälfte der kleinsten Abmessung eines Walzprofils, Hälfte der kleinsten Schenkelbreite eines Winkelprofils, Radius einer Bohrung

   s : kleinste Wanddicke

Die Linearisierung darf auch in anderen Abständen durchgeführt werden, jedoch muss hierfür ein geeigneter Nachweis bezüglich der Einhaltung der Forderungen gemäß (5) a) und (5) b) erbracht werden.

(7) Für die Vergleichsspannung aus den linearisierten Spannungsanteilen gilt:

a) Außerhalb der Unstetigkeitsstelle darf die Vergleichspannung infolge der mit Teilsicherheitsfaktoren belegten Lastkombinationen den gemäß DIN EN 13001-3-1, Kapitel 5.2, anzusetzenden Grenzwert der Bemessungsspannung f_{Rd} nicht überschreiten.

b) Im Bereich der Unstetigkeitsstelle darf die Vergleichspannung infolge der mit Teilsicherheitsfaktoren belegten Lastkombinationen den Grenzwert der Bemessungsspannung f_{Rd} überschreiten, wenn infolge lokaler Spannungsumlagerungen das Gleichgewicht bei Einhaltung des Grenzwertes der Bemessungsspannungen sichergestellt ist und die Vergleichsspannung den Wert

   $\sigma_v \leq 1{,}2 \cdot f_{Rd}$

   mit f_{Rd}: Grenzwert der Bemessungsspannung

   nicht überschreitet. Dabei sind zum Nachweis möglicher Spannungsumlagerungen Plausibilitätsbetrachtungen zulässig.

c) Die Spannungsbegrenzung für σ_v an der Unstetigkeitsstelle muss nicht eingehalten werden, wenn mittels Grenztragfähigkeitsanalyse gezeigt werden kann, dass die untere Grenztraglast gemäß KTA 3201.2 Abschnitt 7.7.4 (maximal aufnehmbare Last bei Verwendung eines ideal elastischen/ideal plastischen Werkstoffgesetzes) bei Einhaltung des Grenzwertes der Bemessungsspannung f_{Rd} die Gleichgewichtsbedingungen erfüllt.

(8) Für die Bewertung nach (7) ist als Vergleichsspannung das Maximum aus

a) der Vergleichsspannung nach der von-Mises-Hypothese und

b) der größten Hauptspannung

zu verwenden.

(9) Für die Grenzspannungen von Schweißnähten gilt DIN EN 13001-3-1, Kapitel 5.2.5.

5.8.3.2 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

(1) Die für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit zulässigen Spannungen sind nach den Vorgaben der DIN EN 13001-3-1 zu ermitteln.

(2) Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit bei Verwendung der Methode der Finiten Elemente unterscheidet sich gegenüber der in den Abschnitten 5.2 bis 5.4 und 5.7 beschriebenen Vorgehensweise nur hinsichtlich der Ermittlung der Nennspannung. Dabei ist die im Nachweis der statischen Festigkeit ermittelte Vergleichsspannung aus den linearisierten einzelnen Spannungskomponenten zu bewerten.

(3) Die Ermittlung der Kerbwirkungszahl darf alternativ zu den Vorgaben nach Abschnitt 5.3 auch auf Basis des FEM-Nachweises erfolgen. Dabei ist die Kerbwirkungszahl der Quotient aus der maximalen Vergleichsspannung (nicht linearisiert) und der nach Absatz 1 ermittelten Vergleichsspannung aus primären Membran- und Biegespannungen.

6 Werkstoffe

6.1 Herstellung

Die Herstellung der für Lastanschlagpunkte nach den Abschnitten 4.2 bis 4.4 eingesetzten Werkstoffe hat unter Einhaltung der Festlegungen von in KTA 1401 Abschnitt 3 festgelegten grundsätzlichen Anforderungen zu erfolgen.

Hinweis:

Der Nachweis der Qualifikation des Werkstoffherstellers ist z. B. erbracht, wenn

a) der Hersteller nach VdTÜV-Merkblatt 1253/1 anerkannt ist,

b) es sich bei dem Erzeugnis um ein geregeltes Bauprodukt handelt oder um ein nicht geregeltes Bauprodukt, welches das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) trägt.

6.2 Werkstoffauswahl

6.2.1 Allgemeines

(1) Bei der Werkstoffauswahl sind neben den für die Bemessung maßgebenden Festigkeitseigenschaften (Streckgrenze, Zugfestigkeit) auch die Zähigkeitseigenschaften (Sprödbruchsicherheit) sowie gegebenenfalls die Schweißeignung oder die Beanspruchbarkeit in Dickenrichtung und gegebenenfalls die Korrosionsbeständigkeit zu berücksichtigen.

(2) Bei Schraubenverbindungen ist auf geeignete Werkstoffpaarung zu achten. Für Korrosionsschutzüberzüge von ferritischen Schrauben und Muttern gilt:

a) Bei galvanisch aufgebrachtem Korrosionsschutzüberzug sind nur galvanisch überzogene Schrauben und Muttern zu kombinieren. Bei einem Korrosionsschutzüberzug durch Feuerverzinkung sind nur komplette Garnituren (Schrauben, Muttern und Scheiben) eines Herstellers zu verwenden.
b) Feuerverzinkte Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und 10.9 sowie zugehörige Muttern und Scheiben dürfen nur verwendet werden, wenn sie vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb oder unter seiner Verantwortung im Fremdbetrieb verzinkt wurden.
c) Galvanisch verzinkte Schrauben und Muttern dürfen nur dann verwendet werden, wenn
   ca) die galvanische Verzinkung gemäß DIN EN ISO 4042 ausgeführt wird und
   cb) die Gefahr einer wasserstoffinduzierten Versprödung aus dem Herstellprozess unabhängig von der Produktnorm durch Maßnahmen gemäß Tabelle 3 und 4 in DIN EN ISO 4042 minimiert wird.
d) Andere metallische Korrosionsschutzüberzüge dürfen verwendet werden, wenn
   da) die Verträglichkeit mit dem Stahl gesichert ist und
   db) eine wasserstoffinduzierte Versprödung vermieden wird und
   dc) ein adäquates Anziehverhalten nachgewiesen wird.

(3) Für die Feuerverzinkung von Verbindungselementen sind DIN EN ISO 10684 sowie die Richtlinie für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben [8] einzuhalten.

(4) Die Schweißzusätze und -hilfsstoffe müssen nach VdTÜV-Merkblatt 1153 eignungsgeprüft sein.

6.2.2 Werkstoffe nach Anhang A

(1) Für die üblichen zum Einsatz kommenden Werkstoffe sind im **Anhang A** die Werkstoffprüfungen in Werkstoffprüfblättern mit den Abmessungsgrenzen der angegebenen Gütenorm zusammengestellt.

(2) Die Festlegungen von Abschnitt 6.2.1 (2) gelten auch für die Schrauben nach Werkstoffprüfblatt WPB 14.

(3) Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 müssen von dem jeweils zuständigen Sachverständigen gemäß Abschnitt 2 (2) oder der von ihm beauftragten technischen Überwachungsorganisation bestätigt oder ausgestellt werden.

6.2.3 Sonstige Werkstoffe

(1) Andere Werkstoffe und Abmessungsgrenzen als die in den Werkstoffprüfblättern des Anhangs A erfassten Werkstoffe sind nur zulässig, wenn Werkstoffprüfblätter erstellt und vorgeprüft wurden.

(2) Bei Verwendung von Werkstoffen, für die in den allgemein gültigen Regeln der Technik keine zulässigen Spannungen festgelegt sind, sind für den Nachweis der statischen Festigkeit und den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit die zulässigen Spannungen durch Berechnungen oder wirklichkeitsnahe Versuche abzuleiten.

6.3 Werkstoffprüfung

(1) Die in den Werkstoffprüfblättern des **Anhanges A** aufgeführten Prüfungen sind durchzuführen und entsprechend ihrer Einstufung zu belegen.

(2) Die Prüfergebnisse müssen die spezifizierten Anforderungen erfüllen.

6.4 Werkstoffkennzeichnung

(1) Die Werkstoffkennzeichnung der Erzeugnisformen muss während der Verarbeitung erhalten bleiben.

(2) Das Umstempeln der Erzeugnisformen für die Weiterverarbeitung ist bei Abnahmeprüfzeugnissen 3.1 nach DIN EN 10204 durch den Berechtigten des Herstellers für das Umstempeln vorzunehmen. Bei Abnahmeprüfzeugnissen 3.2 nach DIN EN 10204 ist die Umstempelung durch den Sachverständigen vorzunehmen.

(3) Wenn bei der Weiterverarbeitung von Erzeugnisformen aus betrieblichen oder fertigungstechnischen Gründen keine Werkstoffkennzeichnung angebracht werden kann, so ist durch fertigungsbegleitende Maßnahmen sicherzustellen, dass eine eindeutige Identifizierung und Verfolgbarkeit gegeben ist.

7 Vorprüfung

7.1 Erforderliche Unterlagen

(1) Die nachfolgend angegebenen Unterlagen sind in übersichtlicher und prüfbarer Form zur Vorprüfung dem Sachverständigen vorzulegen.

Hinweis:

Im Falle baurechtlich zu prüfender Bauteile wird die Vorprüfung nach dieser Regel als baustatische Prüfung durchgeführt.
Im Falle von Bauteilen, die nach dem Verkehrsrecht zulassungspflichtig sind, erfolgt die Vorprüfung nach dieser Regel im Rahmen der verkehrsrechtlichen Bauartprüfung.

(2) In einem Deckblatt sind neben der genauen Bezeichnung des Bauteils, der Baugruppe oder der Komponente die Vorprüfunterlagen einzeln aufzuführen. Zusätzlich sind eine Revisionsstandtabelle und eine Auflistung aller für die Auslegung, Herstellung und Prüfung geltenden KTA-Regeln, Spezifikationen sowie gegebenenfalls Prüf- und Arbeitsanweisungen aufzunehmen.

7.1.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3

7.1.1.1 Auslegungsdatenblatt

Das Auslegungsdatenblatt muss folgende Angaben enthalten:

a) Einstufung des Lastanschlagpunktes und - sofern die Zertifizierung zum Schweißen nach DIN EN 1090-2 zur Anwendung kommt - Ausführungsklasse der Schweißnähte nach DIN EN 1090-2,
b) Eigengewicht der Last und Angabe des Schwerpunktes, der Lasteinleitung und der Kraftrichtungen sowie Temperaturen, Einsatzmedien und radiologische Belastungen, die die Werkstoffeigenschaften beeinträchtigen,
c) Belastungen, die bei Lastumlagerung infolge Ausfall eines Bauteils des Hubwerkes nach KTA 3902 Abschnitt B 2.1.1.2 bei erhöhten Anforderungen auftreten,
d) bei Verbindungen mit Schrauben, die nach ihrer Demontage auslegungsgemäß wieder remontiert werden sollen:
   Angabe der vorgesehenen Anzahl von Demontage- und Remontagevorgängen und Angaben zu den vorgesehenen Prüfungen vor Wiederverwendung (z. B. Sichtprüfung, Prüfung der im Kraftfluss liegenden Schrauben- und zugehörigen Muttergewinde mittels Gewinde-Lehrring und Gewinde-Lehrdorn).

7.1.1.2 Übersichtszeichnungen, Ausführungszeichnungen und Stücklisten mit Werkstoffangaben

Die Übersichtszeichnungen, Ausführungszeichnungen und Stücklisten mit Werkstoffangaben müssen folgende Angaben enthalten:

a) Lage und Anordnung der Lastanschlagpunkte,
b) Darstellung der Abgrenzung zwischen Lastanschlagpunkt und Last,
c) Maße für die Festigkeitsberechnung,
d) Zuordnung der Einzelteile zu den Werkstoffprüfblättern,
e) Art der Verbindungsmittel, Daten bei planmäßig vorgespannten Schrauben.

7.1.1.3 Festigkeitsberechnungen

Die Festigkeitsberechnungen müssen folgende Angaben enthalten:

a) Spannungs-, Festigkeits- und Sicherheitsnachweise für alle im Kraftfluss liegenden Bauteile bis einschließlich der Verbindung des Anschlagpunktes mit der Last,
b) Darstellung der Strukturabbildung sowie Zitat der Programmbeschreibung, falls die Berechnung mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen erfolgt,
c) Spannungs-Dehnungsmessprogramm, sofern als Ergänzung zu den Berechnungen vorgesehen.

7.1.1.4 Werkstoffprüfblätter

Für Werkstoffe, die nicht im **Anhang A** aufgeführt sind, sind Werkstoffprüfblätter mit folgenden Angaben zu erstellen:

a) Nummer des Werkstoffprüfblattes,
b) Erzeugnisform,
c) Werkstoffbezeichnung,
d) Prüfanforderungen an den Werkstoff mit Angabe des Prüfumfangs und der Zeugnisbelegung nach DIN EN 10204,
e) Werkstoffkennzeichnung.

7.1.1.5 Schweißplan

Der Schweißplan muss folgende Angaben enthalten:

a) Nahtformen und deren Zuordnung,
b) Grundwerkstoffe, Schweißzusätze und -hilfsstoffe,
c) Schweißverfahren und Schweißzulassung,
d) Wärmebehandlung,
e) Schweißerqualifikation/Qualifikation der Bediener vollmechanischer und automatischer Schweißeinrichtungen,
f) Bewertungsgruppe,
g) Schweißdaten.

Hinweis:
Hinsichtlich erforderlicher Vorprüfunterlagen für Arbeitsprüfungen siehe Abschnitt 8.1.

7.1.1.6 Prüfanweisungen für zerstörungsfreie Prüfungen

(1) Für zerstörungsfreie Prüfungen sind Prüfanweisungen zu erstellen, sofern diese in Abschnitt 8 oder im **Anhang B** gefordert sind.

(2) Prüfanweisungen dürfen für gleiche Prüfgegenstände in standardisierter Form erstellt werden.

(3) Die Prüfanweisungen sollen detaillierte Angaben enthalten über:

a) Zuordnung zu den einzelnen Prüfgegenständen,
b) Prüfzeitpunkt, sofern dieser Einfluss auf Prüfumfang und Prüfdurchführung gemäß Prüffolgeplan hat,
c) prüftechnische Voraussetzungen, Prüftechniken und anzuwendende Prüfeinrichtungen, Art der Einstellung der Prüfempfindlichkeit bei der Ultraschallprüfung,
d) erforderlichenfalls zusätzliche Erläuterungen zur Durchführung der Prüfung (z. B. maßstäbliche Skizze),
e) Bezugssystem und Zählrichtung für eine dem Prüfgegenstand zugeordnete Beschreibung von Anzeigen,
f) Angaben zur Bewertung und zur Protokollierung von Anzeigen,
g) vorgesehene Ersatzmaßnahmen bei eingeschränkter Anwendbarkeit der Festlegungen in **Anhang B**.

7.1.1.7 Prüfplan für die Bauprüfung

(1) Der Prüfplan muss folgende Angaben enthalten:

a) Anforderungen und Umfang der Prüfungen nach Abschnitt 8,
b) Prüffolge sowie Art der Prüfungen und Nachweise,
c) Prüfer (Hersteller, Sachverständiger).

(2) Der Bauprüfplan ist hinsichtlich der zeitlichen Abfolge der Durchführung der Prüfungen in Prüfungen vor Beginn, während und nach Abschluss der Fertigung zu gliedern.

(3) Sofern aufgrund der Komplexität erforderlich, sind die in **Tabelle 8-1** aufgeführten Prüfungen im Bauprüfplan in einzelne Bauprüfschritte zu untergliedern.

7.1.1.8 Prüfplan für die Abnahmeprüfung

Der Prüfplan muss folgende Angaben enthalten:

a) Anforderungen und Umfang der Prüfungen nach Abschnitt 9,
b) Prüffolge.

7.1.1.9 Prüfplan für die wiederkehrenden Prüfungen

Der Prüfplan muss folgende Angaben enthalten:

a) Anforderungen und Umfang der Prüfungen nach Abschnitt 10,
b) Prüfintervalle.

7.1.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4

7.1.2.1 Zeichnungen, Stücklisten und Spezifikationen

Die Übersichtszeichnungen, Ausführungszeichnungen, Stücklisten und Spezifikationen müssen folgende Angaben enthalten:

a) Maße für die Festigkeitsberechnung der Lastanschlagpunkte,
b) Werkstoffangaben, damit eine Zuordnung der Einzelteile zu den Werkstoffprüfblättern möglich ist,
c) Art der Verbindungsmittel, Daten bei planmäßig vorgespannten Schrauben.

7.1.2.2 Festigkeitsnachweise

Die Festigkeitsnachweise müssen folgende Angaben enthalten:

a) Lage und Anordnung des Lastanschlagpunktes,
b) Darstellung der Abgrenzung zwischen Lastanschlagpunkt und Last,
c) Eigengewicht der Last und Angabe der Lasteinleitung und der Kraftrichtungen sowie Temperaturen, Einsatzmedien und radiologische Belastungen, die die Werkstoffeigenschaften beeinträchtigen.

d) Spannungs-, Festigkeits- und Sicherheitsnachweise für den Lastanschlagpunkt,
e) Darstellung der Strukturabbildung sowie Zitat der Programmbeschreibung, falls die Berechnung mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen erfolgt,
f) Versuchsbeschreibung und Darstellung der Ergebnisse, falls ein experimenteller Nachweis erfolgt.

7.1.2.3 Werkstoffprüfblätter

Für Werkstoffe, die nicht im **Anhang A** aufgeführt sind, sind Werkstoffprüfblätter mit folgenden Angaben zu erstellen:

a) Nummer des Werkstoffprüfblattes,
b) Erzeugnisform,
c) Werkstoffbezeichnung,
d) Prüfanforderungen an den Werkstoff mit Angabe des Prüfumfangs und der Zeugnisbelegung nach DIN EN 10204,
e) Werkstoffkennzeichnung.

7.1.2.4 Unterlagen zum Schweißverfahren

Sofern ein Schweißverfahren bei der Fertigung des Lastanschlagpunktes zur Anwendung kommt, muss eine Unterlage erstellt werden, in der die Anforderungen zum Eignungsnachweis des angewandten Verfahrens festgelegt werden. Diese Anforderungen umfassen die Erstellung von Schweißplänen, die Durchführung von Verfahrensprüfungen und die erforderliche Schweißer- oder Bediener- und Einrichterqualifikation.

Hinweis:
Hinsichtlich erforderlicher Vorprüfunterlagen für Arbeitsprüfungen siehe Abschnitt 8.1

7.1.2.5 Prüfunterlagen

Die vom Hersteller durchzuführenden Prüfungen sind festzulegen.

7.2 Durchführung

(1) Die nach Abschnitt 7.1.1 oder 7.1.2 vorgelegten Unterlagen sind zu prüfen auf:

a) Vollständigkeit,
b) Übereinstimmung der Angaben mit den vorgegebenen Werten und Anforderungen,
c) Erfüllung der Genehmigungsauflagen und der aufsichtsbehördlichen Anordnungen.

(2) Die nach den Abschnitten 7.1.1.1 und 7.1.1.2 vorgelegten Unterlagen sind zusätzlich zu prüfen auf:

a) Zugänglichkeit des Lastanschlagpunktes für Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie für die wiederkehrenden Prüfungen,
b) Übereinstimmung der Angaben zu den Werkstoffen in den Stücklisten und den zugehörigen Werkstoffprüfblättern.

(3) Die nach den Abschnitten 7.1.1.3 und 7.1.2.2 vorgelegten Unterlagen sind zusätzlich zu prüfen auf:

a) Richtigkeit und Vollständigkeit der Lastannahmen,
b) Richtigkeit und Vollständigkeit der Berechnung,
c) Einhaltung der zulässigen Spannungen oder zulässigen Belastungen und der Sicherheiten.

(4) Die nach den Abschnitten 7.1.1.4 und 7.1.2.3 erstellten Werkstoffprüfblätter sind auf Richtigkeit in Bezug auf Prüfumfang und Zeugnisbelegung zu überprüfen.

(5) Der nach den Abschnitten 7.1.1.5 und 7.1.2.4 vorgelegte Schweißplan ist auf Eignung der vorgesehenen Verfahren sowie Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben zu überprüfen.

7.3 Bescheinigung über die Vorprüfung

(1) Vom Sachverständigen ist eine Bescheinigung über die durchgeführte Vorprüfung und die Prüfergebnisse auszustellen.

(2) Bei positivem Ergebnis gilt mit der Vorlage dieser Bescheinigung die Vorprüfung als abgeschlossen.

8 Bauprüfung

8.1 Allgemeines

(1) Vor Fertigungsbeginn ist die Einhaltung folgender allgemeiner Herstellungsvoraussetzungen nachzuweisen:

a) Eignungsbestätigung zur Qualitätssicherung des Herstellers gemäß KTA 1401,
b) Eignungsnachweis zum Schweißen
   ba) Eignungsnachweis nach DIN 18800-7, Klasse E, mit Erweiterung für DIN 15018-2 (der Eignungsnachweis ist auf der Basis von Schweißverfahrensprüfungen nach DIN EN ISO 15614-1 vorzulegen),
   oder
   bb) der Hersteller muss für die Ausführungsklasse EXC4 gemäß DIN EN 1090-2 zertifiziert sein.
c) Prüfbescheinigungen der Schweißer/Bediener vollmechanischer und automatischer Schweißeinrichtungen,
d) Zertifizierung der Prüfaufsichten und der Prüfer für zerstörungsfreie Prüfungen gemäß den Festlegungen im Abschnitt B 2.1,
e) Eignung der Fertigungs-, Mess- und Prüfeinrichtungen,
f) Gültigkeit der Umstempelberechtigung,
g) Kalibrierung der Schweißanlagen und Wärmebehandlungseinrichtungen,
h) Eignung der Geräte zur Messung der Anziehparameter von Schraubenverbindungen.

(2) Soweit Werkstoffe und Schweißverfahren zur Anwendung kommen, die nicht im Eignungsnachweis nach (1) b) enthalten sind, sind Nachweise über Schweißverfahrensprüfungen nach DIN EN ISO 15614-1 vorzulegen. Soweit für bestimmte Werkstoffverbindungen keine Vorgaben zur Durchführung von Verfahrensprüfungen vorliegen, sind Arbeitsprüfungen nach vorgeprüften Unterlagen im Rahmen der Bauprüfung durchzuführen.

(3) Abweichungen von den vorgeprüften Unterlagen sind nur im Einvernehmen mit dem Sachverständigen zulässig.

8.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3

8.2.1 Allgemeines

Im Rahmen der Bauprüfung ist die Übereinstimmung zwischen den vorgeprüften Unterlagen und der Ausführung des Lastanschlagpunktes zu überprüfen.

8.2.2 Unterlagen

Es müssen folgende Unterlagen vorliegen:

a) Prüfplan für die Bauprüfung nach Abschnitt 7.1.1.7,
b) Ausführungszeichnungen und Stücklisten mit Werkstoffangaben,
c) Werkstoffdokumentation,
d) Bescheinigung über die Umstempelung der Erzeugnisform nach Abschnitt 6.4,
e) Schweißpläne nach Abschnitt 7.1.1.5,
f) Eignungsnachweise zum Schweißen nach Abschnitt 8.1,
g) Prüfanweisungen.

8.2.3 Prüfumfang

Der Umfang der Prüfungen vor Fertigungsbeginn ist in Abschnitt 8.1 festgelegt, der Umfang der Prüfungen an den Komponenten ist der **Tabelle 8-1** zu entnehmen. Die zerstörungsfreien Prüfungen sind entsprechend **Anhang B** durchzuführen. Der Hersteller hat zu 100 % zu prüfen. Die Prüfung durch den Sachverständigen ist für die einzelnen Prüfungen in der **Tabelle 8-1** angegeben.

8.2.4 Bescheinigung über die Bauprüfung

(1) Vom Sachverständigen ist eine Bescheinigung über die durchgeführte Bauprüfung und die Prüfergebnisse auszustellen.

(2) Bei positivem Ergebnis gilt mit der Vorlage dieser Bescheinigung die Bauprüfung als abgeschlossen.

8.3 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4

8.3.1 Allgemeines

Im Rahmen der Bauprüfung ist die Übereinstimmung zwischen den vorgeprüften Unterlagen und der Ausführung des Lastanschlagpunktes zu überprüfen.

8.3.2 Unterlagen

Es müssen folgende Unterlagen vorliegen:

a) Zeichnungen, Stücklisten und Spezifikationen,

b) Prüfunterlagen gemäß Abschnitt 7.1.2.5,

c) Werkstoffdokumentation gemäß WPB,

d) Eignungsnachweise zum Schweißen nach Abschnitt 7.1.2.4.

8.3.3 Prüfumfang

Art und Umfang der Prüfungen durch den Hersteller sind der zugehörigen Spezifikation zu entnehmen. Die Prüfung durch den Sachverständigen ist für die einzelnen Prüfungen in **Tabelle 8-1** angegeben.

8.3.4 Bescheinigung über die Bauprüfung

(1) Die Art der Bescheinigung der vom Hersteller durchzuführenden Prüfungen ist in der Spezifikation festzulegen.

(2) Vom Sachverständigen ist eine Bescheinigung über die durchgeführte Bauprüfung und die Prüfergebnisse auszustellen.

(3) Bei positivem Ergebnis gilt mit der Vorlage dieser Bescheinigung die Bauprüfung als abgeschlossen.

9 Abnahmeprüfung

9.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3

9.1.1 Allgemeines

Vor Inbetriebnahme des Lastanschlagpunktes ist eine Abnahmeprüfung vom Sachverständigen durchzuführen, um nachzuweisen, dass der Lastanschlagpunkt im betriebsbereiten Zustand den gestellten Anforderungen in Bezug auf Tragfähigkeit und Funktionstüchtigkeit genügt.

9.1.2 Unterlagen

Zur Abnahmeprüfung müssen folgende Unterlagen vorliegen:

a) Prüfplan für die Abnahmeprüfung nach Abschnitt 7.1.1.8,

b) Dokumentation für die Prüfungen nach den Abschnitten 7 und 8 mit den dazugehörigen Bescheinigungen.

9.1.3 Prüfumfang

(1) Der Prüfumfang ist der **Tabelle 9-1** zu entnehmen.

(2) Prüfungen, die bereits im Rahmen der Bauprüfung durchgeführt und dokumentiert wurden, dürfen bei der Abnahmeprüfung entfallen.

9.1.4 Bescheinigung der Abnahmeprüfung

(1) Vom Sachverständigen ist eine Bescheinigung über die durchgeführte Abnahmeprüfung und die Prüfergebnisse auszustellen.

(2) Bei positivem Ergebnis gilt mit der Vorlage dieser Bescheinigung die Abnahmeprüfung als abgeschlossen.

9.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4

Für Kernbauteile sind Abnahmeprüfungen nicht erforderlich.

10 Wiederkehrende Prüfungen

10.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3

10.1.1 Allgemeines

(1) Die wiederkehrenden Prüfungen sind, wenn im Einzelnen nichts anders festgelegt ist, vom Genehmigungsinhaber nach den in Abschnitt 10.1.3 angegebenen Prüffristen durchzuführen. Die Prüftermine sind rechtzeitig zwischen dem Genehmigungsinhaber und dem Sachverständigen zu vereinbaren.

(2) Werden bei wiederkehrenden Prüfungen Mängel an Lastanschlagpunkten festgestellt, so ist nach deren Beseitigung eine erneute Prüfung bezogen auf den Umfang der beseitigten Mängel erforderlich. Die Frist für die Beseitigung der Mängel ist mit dem Sachverständigen zu vereinbaren.

10.1.2 Unterlagen

Neben dem Prüfplan für wiederkehrende Prüfungen müssen folgende Unterlagen vorliegen:

a) Prüfanweisung nach KTA 1202,

b) Prüfbescheinigung der letzten wiederkehrenden Prüfung; bei der ersten wiederkehrenden Prüfung ist die Abnahmeprüfbescheinigung vorzulegen,

c) Aufzeichnungen über alle durchgeführten Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten,

d) Nachweis über die Anzahl der durchgeführten Transporte und Handhabungen seit der letzten wiederkehrenden Prüfung bei Lastanschlagpunkten von Lasten, die innerhalb und außerhalb des Kernkraftwerkes transportiert werden,

   Hinweis:

   Unter einem Transport ist ein Zyklus, bestehend aus der Hin- und Rückbeförderung zum oder vom Kernkraftwerksstandort zu verstehen.

e) bei Verbindungen mit vorgespannten Schrauben:

   Aufzeichnungen über die durchgeführten De- und Remontagen und über die vor deren Wiederverwendung durchgeführten Prüfungen.

10.1.3 Prüffristen

(1) Die Prüffristen sind der **Tabelle 10-1** zu entnehmen. Sind in Regeln des KTA (z. B. KTA 3201.4) für die dem Lastan-

schlagpunkt zugeordnete Komponente andere Prüffristen festgelegt, so dürfen im Prüfplan von den Prüffristen gemäß **Tabelle 10-1** abweichende Regelungen getroffen werden.

Hinweis:

Die Notwendigkeit einer Koordinierung mit den für die Komponente festgelegten Prüffristen ergibt sich aus betrieblichen Randbedingungen, z. B. Zugänglichkeit, Strahlenschutz.

Da der Prüfplan der Vorprüfung unterliegt, ist die Einbindung des Sachverständigen sichergestellt.

(2) Werden Lastanschlagpunkte an Lasten über den Zeitpunkt der nächsten wiederkehrenden Prüfung nach **Tabelle 10-1** hinaus nicht benutzt, so ist es zulässig, die nächste wiederkehrende Prüfung erst vor einer erneuten Verwendung dieser Lastanschlagpunkte durchzuführen.

10.1.4 Durchführung der Prüfungen

(1) Der Prüfumfang ist der **Tabelle 10-1** zu entnehmen.

(2) Für Sichtprüfungen zur Feststellung des Zustands gelten folgende Anforderungen:

a) Sichtprüfungen sind nach DIN EN 13018 vorzugsweise als direkte Prüfung durchzuführen.

b) Die Prüfungen sind als örtliche Sichtprüfung durchzuführen.

c) Das Prüfpersonal muss die Anforderungen nach DIN EN 13018 erfüllen und entsprechend DIN EN ISO 9712 qualifiziert und zertifiziert sein.

d) Abweichungen vom Sollzustand sind als Auffälligkeiten zu dokumentieren und zu bewerten.

e) Rissartige Auffälligkeiten sind nicht zulässig. Sind Auffälligkeiten nicht eindeutig zuzuordnen, so sind diese einer Oberflächenprüfung nach **Anhang B** zu unterziehen.

(3) Zerstörungsfreie Prüfungen sind nach **Anhang B** durchzuführen.

(4) Sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (Zugänglichkeit) keine zerstörungsfreien Prüfungen möglich, sind Regelungen im Einzelfall mit dem Sachverständigen festzulegen.

(5) Die wiederkehrenden Prüfungen sind unter Hinzuziehung des Sachverständigen durchzuführen.

10.1.5 Bescheinigung über die wiederkehrenden Prüfungen

Der Abschluss der wiederkehrenden Prüfungen ist durch den Sachverständigen zu bescheinigen.

10.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4

Für Lastanschlagpunkte an Kernbauteilen sind wiederkehrende Prüfungen nicht erforderlich.

11 Betrieb und Instandhaltung

11.1 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 oder 4.3

(1) Beim Einsatz der Lastanschlagpunkte sind die betrieblichen Festlegungen zu beachten.

(2) Der Genehmigungsinhaber hat insbesondere dafür Sorge zu tragen, dass die im Prüfhandbuch (nach KTA 1202) festgelegten Prüfungen ordnungsgemäß und termingerecht durchgeführt werden.

(3) Die Lastanschlagpunkte sind vor jedem Einsatz auf augenfällige Mängel hin zu beobachten. Werden Mängel festgestellt, die die Sicherheit beeinträchtigen, dürfen die Lastanschlagpunkte bis zur Mängelbehebung nicht benutzt werden.

(4) Instandhaltungsarbeiten sind so durchzuführen, dass die Sicherheit nicht beeinträchtigt wird. Nicht sachgemäß instandgesetzte Lastanschlagpunkte dürfen nicht benutzt werden.

(5) Über alle durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen sind Aufzeichnungen anzufertigen, die mindestens folgende Angaben enthalten müssen:

a) eindeutige Bezeichnung des Lastanschlagpunktes,

b) Art der Instandhaltungsmaßnahmen,

c) Bezeichnung der zugehörigen Dokumentation.

(6) Die Aufzeichnungen über Instandhaltungsmaßnahmen sind der Dokumentation zuzuführen und dem Sachverständigen bei den wiederkehrenden Prüfungen nach Abschnitt 10 vorzulegen.

(7) Die Aufzeichnungen über durchgeführten De- und Remontagen bei Verbindungen mit vorgespannten Schrauben und über die vor deren Wiederverwendung durchgeführten Prüfungen sind der Dokumentation zuzuführen und dem Sachverständigen bei den wiederkehrenden Prüfungen nach Abschnitt 10 vorzulegen.

(8) Für neu einzubauende Teile darf die Vorprüfung nach Abschnitt 7 entfallen, wenn die Teile ausschließlich nach vorgeprüften Unterlagen für die Erstausführung gefertigt werden und neuere Ausgaben der in den Vorprüfunterlagen zugrunde gelegten Regeln keinen Anlass geben, die Gültigkeit der Vorprüfunterlagen in Frage zu stellen. Die Werkstoffprüfung ist nach Abschnitt 6, die Bauprüfung nach Abschnitt 8 und die Abnahmeprüfung nach Abschnitt 9 durchzuführen.

Im Falle des Austausches von im Kraftfluss liegenden Schrauben am Lastanschlagpunkt (LAP) gegen neue Schrauben darf eine erneute Belastungsprüfung nach **Tabelle 9-1** entfallen, wenn die Anzahl der erneuerten Schrauben an einem LAP weniger als 50 % beträgt.

11.2 Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.4

(1) Beim Einsatz der Lastanschlagpunkte sind die betrieblichen Festlegungen zu beachten.

(2) Reparaturen sind nach einem qualifizierten Verfahren durchzuführen und entsprechend zu dokumentieren.

12 Dokumentation

12.1 Allgemeines

Die Dokumentation muss eine Rückverfolgung aller zu überwachenden Fertigungs- und Prüfabläufe, wiederkehrenden Prüfungen sowie Instandhaltungsmaßnahmen der Abschnitte 6 bis 11 sicherstellen.

12.2 Zusammenstellung der Unterlagen

(1) Die Unterlagen sind unter Berücksichtigung der Festlegungen in KTA 1404 zusammenzustellen.

(2) Die Zusammenstellung muss die vorgeprüften Unterlagen sowie alle Nachweise, Protokolle und Bescheinigungen, die den Istzustand und die durchgeführten Prüfungen belegen, enthalten.

12.3 Durchführung der Dokumentation

(1) Die Dokumentation der Herstellungsunterlagen ist begleitend zur Herstellung zu führen. Der Hersteller hat für die Vollständigkeit aller Unterlagen, auch für die von Unterlieferanten, zu sorgen.

(2) Sofern im Einzelnen nichts anderes festgelegt ist, ist der Genehmigungsinhaber für die Weiterführung der Dokumentation hinsichtlich der Instandhaltungsmaßnahmen und wiederkehrenden Prüfungen zuständig.

Prüfung	Prüfung durch den Sachverständigen		
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3	Kernbauteile nach Abschnitt 4.4
a) Eingangskontrolle der Kennzeichnung und gegebenenfalls der Stempelung der Erzeugnisform	—	—	—
b) Werkstoffkennzeichnung der Bauteile auf Übereinstimmung mit der Stückliste entsprechend Abschnitt 6.4	X	X	X
c) Bei Bauteilen mit Zugbeanspruchung in Dickenrichtung eine Ultraschallprüfung zum Auffinden von Dopplungen in den Schweißnahtanschlussbereichen	25 %	25 %	—
d) Übereinstimmung der Lage, Anordnung, Abmessungen und des Zusammenbaus mit den Vorprüfunterlagen	X	X	X
e) Prüfung der im Kraftfluss liegenden Schrauben- und zugehörigen Muttergewinde mit zusätzlicher Zugbeanspruchung mittels Gewinde-Lehrring und Gewinde-Lehrdorn gemäß DIN ISO 965-2	—	X	
f) Einhaltung der schweißtechnischen Angaben	25 %	25 %	X
g) Sichtprüfung der Schweißnähte	25 %	25 %	X
h) Zerstörungsfreie Prüfung der tragenden Schweißnähte [1]:			
- Oberflächenprüfung	25 %	25 %	X
- Ultraschall- oder Durchstrahlungsprüfung: Für Stumpfnähte zwischen ferritischen Stählen mit Wanddicken gleich oder kleiner als 15 mm ist bevorzugt die Durchstrahlungsprüfung, bei Wanddicken gleich oder größer als 8 mm ersatzweise die Ultraschallprüfung, bei Wanddicken größer als 15 mm und gleich oder kleiner als 40 mm ist bevorzugt die Ultraschallprüfung, ersatzweise die Durchstrahlungsprüfung anzuwenden. Bei Wanddicken über 40 mm ist die Ultraschallprüfung anzuwenden. Stumpfnähte zwischen austenitischen Stählen sind unabhängig von der Wanddicke zu durchstrahlen. Für Anschweißnähte ist das Prüfverfahren in einer Prüfanweisung festzulegen. Bei austenitischen Anschweißnähten ist die Durchstrahlungsprüfung zu bevorzugen.	25 % [2]	100 % [2]	—
i) Kontrolle der Reparaturschweißungen nach einem vorgeprüften Reparaturschweißplan oder nach einem qualifizierten Reparaturschweißverfahren	X	X	X
j) Oberflächenprüfung im Bereich von mechanisch bearbeiteten Flächen im fertig bearbeiteten Zustand	25 %	100 %	
k) Einhaltung der Ausführung und des Anzugsmomentes bei vorgespannten Schraubenverbindungen auf Übereinstimmung mit den Vorprüfunterlagen	10 %	10 %	X
l) Ist als wiederkehrende Prüfung anstelle einer Oberflächenprüfung eine Ultraschallprüfung vorgesehen, dann ist zusätzlich für Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile im fertig bearbeiteten Zustand eine Basisprüfung mittels Ultraschall durchzuführen. Art und Umfang dieser Basisprüfung sind in einer Prüfanweisung festzulegen.		X	

X Teilprüfung durch den Sachverständigen, d.h. eine Prüfung, die es dem Sachverständigen ermöglicht, die Erreichung des Ziels der jeweiligen Prüfung zu bestätigen.

— Keine Prüfung durch den Sachverständigen

% Anteilige Prüfung durch den Sachverständigen

[1] Beträgt das Spannungsniveau in der Schweißnaht nicht mehr als 30 % der zulässigen Spannung, ist keine Prüfung erforderlich.

[2] bei nachzuweisender Nahtgüte

Tabelle 8-1: Umfang der Bauprüfung

Lfd. Nr.	Prüfgegenstand	Prüfung	Durchführung
1	Angeschraubte LAP	a) Kennzeichnung	
		b) Visuelle Kontrolle	
		c) Sachgerechte Montage	
		d) Belastungsprüfung	1,25faches der vom LAP aufzunehmenden Last. Wird die Last statisch aufgebracht, beträgt die Prüflast das 1,5fache.
		e) Funktionsprüfung mit Lastaufnahmemittel oder Anschlagmittel	
		f) Überprüfung der Schraubenanzugsmomente im Anschluss an die Belastungsprüfung	gemäß den Festlegungen in den Vorprüfunterlagen
		g) Bei Lastanschlagpunkten nach Abschnitt 4.3: Oberflächenprüfung (ersatzweise Ultraschallprüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche (z. B. Schweißnähte, Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile) im Anschluss an die Belastungsprüfung	gemäß **Anhang B**
2	Angeschweißte LAP und LAP als integraler Bestandteil der Last	a) Kennzeichnung	
		b) Visuelle Kontrolle	
		c) Richtige Lage und Anordnung	
		d) Belastungsprüfung	1,25faches der vom LAP aufzunehmenden Last. Wird die Last statisch aufgebracht, beträgt die Prüflast das 1,5fache.
		e) Funktionsprüfung mit Lastaufnahmemittel oder Anschlagmittel	
		f) Bei Lastanschlagpunkten nach Abschnitt 4.3: Oberflächenprüfung (ersatzweise Ultraschallprüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche (z. B. Schweißnähte, Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile) im Anschluss an die Belastungsprüfung	gemäß **Anhang B**
3	Im Betonbauteil verankerte LAP	a) Kennzeichnung	
		b) Visuelle Kontrolle	
		c) Richtige Lage und Anordnung	
		d) Belastungsprüfung [2]	1,25faches der vom LAP aufzunehmenden Last. Wird die Last statisch aufgebracht, beträgt die Prüflast das 1,5fache.
		e) Funktionsprüfung mit Lastaufnahmemittel oder Anschlagmittel	
		f) Überprüfen der Betonoberfläche in den Lasteinleitungsbereichen auf unzulässige Rissbildung	
		g) Bei Lastanschlagpunkten nach Abschnitt 4.3: Oberflächenprüfung (ersatzweise Ultraschallprüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche, die nach dem Betonieren zugänglich bleiben (z. B. Schweißnähte, Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile) im Anschluss an die Belastungsprüfung	gemäß **Anhang B**

[1] Siehe **Tabelle 8-1** l)

[2] unter Beachtung des Abschnitts 5.5.1.2 (4).

Tabelle 9-1: Umfang der Abnahmeprüfung

Lfd. Nr.	Prüfgegenstand	Prüfung	Prüffrist			
			LAP an Lasten, die nur innerhalb des Kernkraftwerkes verwendet werden		LAP an Lasten, die innerhalb des Kernkraftwerkes verwendet werden und auch dem Verkehrsrecht unterliegen	
			Abschn. 4.2	Abschn. 4.3	Abschn. 4.2	Abschn. 4.3
1	Angeschraubte LAP	a) Zustand, Verformungen, Verschleiß, Korrosion	1 Jahr	1 Jahr	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]
		b) Gängigkeit beweglicher Teile				
		c) Anzugsmoment der Schrauben auf Übereinstimmung mit den Vorprüfunterlagen				
		d) Überprüfung auf Einhaltung der in den Vorprüfunterlagen festgelegten zulässigen Anzahl da) an Demontage- und Remontagevorgängen bei Verbindungen mit vorgespannten Schrauben und				
		db) der durchgeführten Transporte und Handhabungen	—	—		
		e) Prüfung der im Kraftfluss liegenden Schrauben- und zugehörigen Muttergewinde mit zusätzlicher Zugbeanspruchung mittels Gewinde-Lehrring und Gewinde-Lehrdorn gemäß DIN ISO 965-2 (stichprobenweise)	—	—	—	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]
		f) Oberflächenprüfung (ersatzweise UT-Prüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche (z. B. Schweißnähte, Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile)	—	3 Jahre [2]	—	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]
		g) Zustand, Verformungen (z. B. mittels Prüfung gemäß lfd. Nr. 1 e), Verschleiß, Korrosion nach Abbau der LAP	—	3 Jahre [3]	—	60 Transporte spätestens 6 Jahre
		h) Belastungsprüfung im montierten Zustand (siehe **Tabelle 9-1** lfd. Nr. 1d)	—	—	—	60 Transporte spätestens 6 Jahre
		i) Oberflächenprüfung (ersatzweise UT-Prüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche (z. B. Schweißnähte, Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile) nach der Belastungsprüfung				
2	Angeschweißte LAP und LAP als integraler Bestandteil der Last	a) Zustand, Verformungen, Verschleiß, Korrosion	1 Jahr	1 Jahr	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]
		b) Gängigkeit beweglicher Teile				
		c) Oberflächenprüfung (ersatzweise UT-Prüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche (z. B. Schweißnähte, Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile)	—	3 Jahre [2]	—	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]
		d) Überprüfung auf Einhaltung der in den Vorprüfunterlagen festgelegten zulässigen Anzahl der durchgeführten Transporte und Handhabungen	—	—	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]	15 Transporte spätestens 3 Jahre [4]
3	Im Betonbauteil verankerte LAP	a) Zustand, Verformungen, Verschleiß, Korrosion	1 Jahr	1 Jahr	15 Transporte spätestens 3 Jahre	15 Transporte spätestens 3 Jahre
		b) unzulässige Rissbildung an der Betonoberfläche im Lasteneinleitungsbereich				
		c) Gängigkeit beweglicher Teile				
		d) Oberflächenprüfung (ersatzweise UT-Prüfung [1]) aller im Kraftfluss liegenden Bereiche, die nach dem Betonieren zugänglich bleiben (z. B. Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile)	—	3 Jahre [2]	—	15 Transporte spätestens 3 Jahre

[1] siehe **Tabelle 8-1** l)

[2] 6 Jahre, sofern im Einzelfall rechnerisch nachgewiesen wird, dass für diese Bauteile Nutzungsreserven

$$\frac{D}{S} = \frac{\text{theoretische Nutzungsdauer}}{\text{verbrauchter Anteil der theoretischen Nutzungsdauer}} > 1{,}5$$

für die geplante Einsatzzeit vorhanden sind. Hinweise zur Ermittlung von D und S siehe Anhang 1 der Unfallverhütungsvorschrift DGUV 55. Bei der Bestimmung von D und S muss als Bezugslast immer die gleiche Last verwendet werden. Diese Regelung gilt nicht für Bauteile aus austenitischen Werkstoffen, sofern eine Gefährdung durch Spannungsrisskorrosion vorliegt.

[3] 6 Jahre bei Schraubverbindungen, die betrieblich nicht gelöst werden.

[4] Für LAP an fabrikneuen Transport- und Lagerbehältern (TLB), dürfen alternativ zu den spätestens nach drei Jahren durchzuführenden Prüfungen bei angeschraubten LAP lediglich die Prüfungen 1 a), 1 b) und 1 d) und bei angeschweißten LAP lediglich die Prüfungen 2 a), 2 b) und 2 d) im eingebauten Zustand und ohne Demontage anderer Bauteile durchgeführt werden. Ein TLB gilt als fabrikneu, wenn er nicht älter als 6 Jahre ist, noch nicht beladen oder kalterprobt wurde und nachweislich gemäß den anzuwendenden Vorschriften ordnungsgemäß konserviert und innerhalb eines Gebäudes entweder beim Hersteller oder beim Verwender zwischengelagert wurde. Nachweise über die Einhaltung dieser Anforderungen sind zur WKP vorzulegen.

Tabelle 10-1: Umfang für wiederkehrende Prüfungen

Anhang A

Werkstoffprüfblätter (WPB)

Verzeichnis der Werkstoffprüfblätter

WPB	Lastanschlagpunkte
1	Warmgewalzte Bleche, Bänder, Breitflachstahl und Profile aus unlegierten Baustählen nach DIN EN 10025-2
2	Warmgewalzte Stäbe aus unlegierten Baustählen nach DIN EN 10025-2
3	Geschmiedete Stäbe und Freiformschmiedestücke aus allgemeinen Baustählen nach DIN EN 10250-2
4	Geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen nach DIN EN 10217-1
5	Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen nach DIN EN 10216-1
6	Nahtlose oder geschweißte warmgefertigte Hohlprofile aus unlegierten Baustählen nach DIN EN 10210-1
7	Stäbe und Schmiedestücke aus Vergütungsstählen nach DIN EN ISO 683-1, DIN EN ISO 683-2 oder SEW 550
8	Bleche und Bänder aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10088-2 und aus ferritisch-austenitischen Stählen nach DIN EN 10028-7
9	Stäbe und Schmiedestücke aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10088-3 oder DIN EN 10250-4 und aus ferritisch-austenitischen Stählen nach DIN EN 10222-5 oder DIN EN 10272
10	Nahtlose Rohre aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10216-5
	Hinweis: Das Werkstoffprüfblatt WPB 11 ist entfallen.
12	Schrauben und Muttern $\leq$ M 39 nach DIN EN ISO 898-1, DIN EN ISO 898-2 und DIN EN ISO 3269
13	Schrauben und Muttern aus austenitischen Stählen nach DIN EN ISO 3506-1, DIN EN ISO 3506-2 und DIN EN ISO 3269
14	Schrauben, Gewinde gerollt, bei Kopfschrauben mit angeschmiedeten Kopf, wärmebehandelt
15	Geschweißte Rohre aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10217-7
16	Stäbe und Schmiedestücke aus nichtrostenden, martensitischen Stählen nach DIN EN 10088-3 oder DIN EN 10250-4
17	Bleche aus Zirkoniumlegierungen
18	Geschmiedete Stäbe und Freiformschmiedestücke aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen nach DIN EN 10222-4

Werkstoffprüfblatt 1: Warmgewalzte Bleche, Bänder, Breitflachstahl und Profile aus unlegierten Baustählen nach DIN EN 10025-2

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 1**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform: Warmgewalzte Bleche, Bänder, Breitflachstahl und Profile		
Werkstoffe: S235J0 (1.0114), S235J2 (1.0117), S235JR (1.0038), S355J2 (1.0577), S355K2 (1.0596)		
Anforderungen: DIN EN 10025-1, DIN EN 10025-2 [1], DIN EN 10164		
Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands oder des Lieferzustands	3.1	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur:		
3.1 Eine Probe je Schmelze und Prüfeinheit	3.1	3.2
3.2 Drei Zugproben in Dickenrichtung bei Erzeugnisdicken > 20 mm und Zugbeanspruchung in Dickenrichtung: Prüfeinheit nach DIN EN 10164 [2] Güteklasse Z 25 nach DIN EN 10164	3.1	3.2
4. Kerbschlagbiegeversuch bei Prüftemperatur nach DIN EN 10025-2: Je Zugprobe gemäß lfd. Nr. 3.1 ein Satz Kerbschlagproben, sofern die Nenndicke ≥ 6 mm ist	3.1	3.2
5. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil	3.1	3.2
Zur Ultraschallprüfung bei Bauteilen mit Zugbeanspruchung in Dickenrichtung siehe **Tabelle 8-1** c). Erzeugnisse mit Dicken ≥ 6 mm müssen mindestens die Anforderungen der Qualitätsklasse S_1 für die Fläche und E_1 für die Randzone nach DIN EN 10160 erfüllen.		
Materialkennzeichnung: Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer, oder Identifizierungsnummer (als Probennummer darf auch die Blech- oder Bandnummer verwendet werden), Zeichen des Prüfers, Z 25 (sofern nachgewiesen)		

1) Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.
2) Bei den Werkstoffen S235J0 und S235JR ist bei Beanspruchung in Dickenrichtung die Prüfung gemäß Ziffer 3.2 an jeder Walztafel durchzuführen.

Werkstoffprüfblatt 2: Warmgewalzte Stäbe aus unlegierten Baustählen nach DIN EN 10025-2

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 2**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Warmgewalzte Stäbe	
Werkstoffe:	S235J0 (1.0114), S235J2 (1.0117), S235JR (1.0038), S355J2 (1.0577), S355K2 (1.0596)	
Anforderungen:	DIN EN 10025-1, DIN EN 10025-2 [1)]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands oder des Lieferzustands	3.1	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur: Eine Probe je Schmelze und Prüfeinheit	3.1	3.2
4. Kerbschlagbiegeversuch bei Prüftemperatur nach DIN EN 10025-2 und Nennabmessungen nach DIN EN 10025-1: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben	3.1	3.2
5. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil	3.1	3.2
6. Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken $\geq$ 30 mm jedes Teil 100 % nach **Anhang B**	3.1	3.2

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

[1)] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

Werkstoffprüfblatt 3: Geschmiedete Stäbe und Freiformschmiedestücke aus allgemeinen Baustählen nach DIN EN 10250-2

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 3**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Geschmiedete Stäbe und Freiformschmiedestücke	
Werkstoffe:	S235JRG2 (1.0038), S235J2G3 (1.00116), S355J2G3 (1.0570)	
Anforderungen:	DIN EN 10250-1, DIN EN 10250-2 [1)]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands	3.1	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur: Eine Probe je Schmelze und Prüfeinheit	3.1	3.2
4. Kerbschlagbiegeversuch bei Prüftemperatur nach DIN EN 10250-2: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben, sofern die Nennabmessung ≥ 15 mm ist	3.1	3.2
5. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil	3.1	3.2
6. Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken ≥ 30 mm und Schmiedestücken mit einem Gewicht im endwärmebehandelten Zustand von ≥ 300 kg jedes Teil 100 % nach **Anhang B**	3.1	3.2

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

[1)] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

Werkstoffprüfblatt 4: Geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen nach DIN EN 10217-1

WERKSTOFFPRÜFBLATT	**WPB 4**
Lastanschlagpunkte	
Erzeugnisform: Geschweißte Rohre	
Werkstoffe: P235TR1 (1.0254), P235TR2 (1.0255), P265TR1 (1.0258), P265TR2 (1.0259)	
Anforderungen: DIN EN 10217-1 [1)]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands oder des Lieferzustands	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur (Grundwerkstoff): Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10217-1 Ziffer 10.1, Tabelle 12 und Tabelle 13	3.1
4. Zugversuch bei Raumtemperatur quer zur Schweißnaht (bei einem Außendurchmesser D_A > 508 mm): Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10217-1 Ziffer 10.1, Tabelle 12 und Tabelle 13	3.1
5. Kerbschlagbiegeversuch bei Prüftemperatur 0 °C (Grundwerkstoff) für die Werkstoffe Nr. 1.0255 und 1.0259: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben	3.1
6. Ringfaltversuch oder Aufweitversuch: Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10217-1 Ziffer 10.1, Tabelle 12 und Tabelle 13	3.1
7. Schweißnaht-Biegeversuch an SAW-Rohren: Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10217-1 Ziffer 10.1, Tabelle 12 und Tabelle 13	3.1
8. Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnähte: Nach DIN EN 10217-1 Abschnitt 11.11	3.1
9. Dichtheitsprüfung: Jedes Rohr nach DIN EN 10217-1 Abschnitt 11.8	3.1
10. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Rohr	3.1

Materialkennzeichnung:

Herstellerzeichen und Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers, Rohrtyp nach DIN EN 10217-1 Tabelle 1

[1)] Reparaturschweißungen im Grundwerkstoff sind nicht erlaubt.

Werkstoffprüfblatt 5: Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen nach DIN EN 10216-1

WERKSTOFFPRÜFBLATT	**WPB 5**
Lastanschlagpunkte	
Erzeugnisform: Nahtlose Rohre	
Werkstoffe: P235TR1 (1.0254), P235TR2 (1.0255), P265TR1 (1.0258), P265TR2 (1.0259)	
Anforderungen: DIN EN 10216-1 [1)]	
Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands oder des Lieferzustands	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur: Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10216-1 Ziffer 10.1, Tabelle 10 und Tabelle 11	3.1
4. Kerbschlagbiegeversuch bei Prüftemperatur 0 °C für die Werkstoffe Nr. 1.0255 und 1.0259: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben	3.1
5. Dichtheitsprüfung: Jedes Rohr nach DIN EN 10216-1 Abschnitt 11.4	3.1
6. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Rohr	3.1
Materialkennzeichnung: Herstellerzeichen und Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers	
[1)] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.	

Werkstoffprüfblatt 6: Nahtlose oder geschweißte warmgefertigte Hohlprofile aus unlegierten Baustählen nach DIN EN 10210-1

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 6**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Warmgefertigte Hohlprofile (nahtlos oder geschweißt)	
Werkstoffe:	S275J0H (1.0149), S275J2H (1.0138), S355J0H (1.0547), S355J2H (1.0576)	
Anforderungen:	DIN EN 10210-1 [1)]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands oder des Lieferzustands	3.1	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur: Eine Probe je Schmelze, Prüfeinheit und Nennmaß	3.1	3.2
4. Kerbschlagbiegeversuch bei Prüftemperatur nach DIN EN 10210-1: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben, sofern die Nenndicke $\geq$ 6 mm ist.	3.1	3.2
5. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil	3.1	3.2
6. Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht: Jedes Teil über die gesamte Länge nach DIN EN 10210-1 Abschnitt 9.4	3.1	3.2

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

[1)] Reparaturschweißungen im Grundwerkstoff sind nicht erlaubt.

Werkstoffprüfblatt 7: Stäbe und Schmiedestücke aus Vergütungsstählen nach DIN EN ISO 683-1, DIN EN ISO 683-2 oder SEW 550

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 7**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Stäbe und Schmiedestücke	
Werkstoffe:	Vergütungsstähle nach DIN EN ISO 683-1, DIN EN ISO 683-2 oder SEW 550	
Anforderungen:	DIN EN ISO 683-1 [1], DIN EN ISO 683-2 [1] oder SEW 550 [1]	

Prüfungen Die folgenden Prüfungen sind für den vergüteten Zustand nachzuweisen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	 erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands	3.1	3.1
3. Härteprüfung zum Nachweis der gleichmäßigen Wärmebehandlung: An einem Ende eines jeden Teils je drei Messpunkte	3.1	3.1
4. Zugversuch bei Raumtemperatur: Eine Probe je Schmelze, Abmessungsbereich und Wärmebehandlungslos	3.1	3.2
5. Kerbschlagbiegeversuch bei Raumtemperatur: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben, sofern die Nennabmessung ≥ 15 mm ist	3.1	3.2
6. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil	3.1	3.2
7. Prüfung auf Werkstoffverwechslung bei legierten Stählen: Jedes Teil, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1
8. Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken ≥ 30 mm und Schmiedestücken mit einem Gewicht im endwärmebehandelten Zustand von ≥ 300 kg jedes Teil 100 % nach **Anhang B**	3.1	3.2

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

[1] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

Werkstoffprüfblatt 8: Bleche und Bänder aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10088-2 und aus ferritisch-austenitischen Stählen nach DIN EN 10028-7

WERKSTOFFPRÜFBLATT			**WPB 8**
Lastanschlagpunkte			
Erzeugnisform:	Bleche und Bänder		
Werkstoffe:	Austenitische Stähle nach DIN EN 10088-2, X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) nach DIN EN 10028-7		
Anforderungen:	DIN EN 10088-2 [1], DIN EN 10028-7 [1]		
Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für		
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3	Kernbauteile nach Abschnitt 4.4
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands	3.1	3.1	3.1
3. Prüfung der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion [2]: Eine Probe je Schmelze und Wärmebehandlungslos	3.1	3.1	3.1
4. Zugversuch bei Raumtemperatur: Eine Probe nach DIN EN 10088-2 Tabelle 21, bei X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) Prüfeinheit und Prüfumfang gemäß DIN EN 10028-7 Tabelle 16	3.1	3.2	3.1
5. Kerbschlagbiegeversuch bei Raumtemperatur: Je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben [3]	3.1	3.2	3.1
6. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil; Oberflächenbeschaffenheit nach Vorgabe des Bestellers	3.1	3.2	3.1
7. Prüfung auf Werkstoffverwechslung: Jedes Teil, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1	3.1

Zur Ultraschallprüfung bei Bauteilen mit Zugbeanspruchung in Dickenrichtung siehe **Tabelle 8-1** c).

Erzeugnisse mit Dicken ≥ 6 mm müssen mindestens die Anforderungen der Qualitätsklasse S_1 für die Fläche und E_1 für die Randzone nach DIN EN 10307 erfüllen.

Materialkennzeichnung:

Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer (als Probennummer darf auch die Blech- oder Bandnummer verwendet werden), Zeichen des Prüfers

1) Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

2) Nach DIN EN ISO 3651-2 Verfahren A Sensibilisierungsglühung T1 oder T2 (beim Werkstoff 1.4462 auch Verfahren B und C) und nur wenn die Bauteile verschweißt werden und mit Wasser in Berührung kommen.

3) Nur für den Stahl X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) bei Blechdicken s ≥ 10 mm.

Werkstoffprüfblatt 9: Stäbe und Schmiedestücke aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10088-3 oder DIN EN 10250-4 und aus ferritisch-austenitischen Stählen nach DIN EN 10222-5 oder DIN EN 10272

WERKSTOFFPRÜFBLATT				**WPB 9**
Lastanschlagpunkte				
Erzeugnisform:	Stäbe und Schmiedestücke			
Werkstoffe:	Austenitische Stähle nach DIN EN 10088-3 oder DIN EN 10250-4 sowie X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) nach DIN EN 10222-5 oder DIN EN 10272			
Anforderungen:	DIN EN 10088-3 [1], DIN EN 10250-4 [1], DIN EN 10222-5 [1] oder DIN EN 10272 [1]			
Prüfungen		Bescheinigung nach DIN EN 10204 für		
		zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3	Kernbauteile nach Abschnitt 4.4
1.	Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1	3.1
2.	Bestätigung des Wärmebehandlungszustands	3.1	3.1	3.1
3.	Prüfung der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion [2]: Eine Probe je Schmelze und Wärmebehandlungslos	3.1	3.1	3.1
4.	Zugversuch bei Raumtemperatur: Eine Zugprobe nach DIN EN 10088-3 Tabelle 26 oder DIN EN 10250-1 Abschnitt 11 oder DIN EN 10222-1 Abschnitt 7 oder DIN EN 10272 Tabelle 14	3.1	3.2	3.1
5.	Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil; Oberflächenbeschaffenheit nach Vorgabe des Bestellers	3.1	3.2	3.1
6.	Prüfung auf Werkstoffverwechslung: Jedes Teil, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1	3.1
7.	Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken ≥ 30 mm und Schmiedestücken mit einem Gewicht im endwärmebehandelten Zustand von ≥ 300 kg jedes Teil 100 % nach **Anhang B**	3.1	3.2	
Materialkennzeichnung: Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers				

[1] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

[2] Nach DIN EN ISO 3651-2 Verfahren A Sensibilisierungsglühung T1 oder T2 (beim Werkstoff 1.4462 auch Verfahren B und C) und nur wenn die Bauteile verschweißt werden und mit Wasser in Berührung kommen.

Werkstoffprüfblatt 10: Nahtlose Rohre aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10216-5

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 10**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Nahtlose Rohre	
Werkstoffe:	Austenitische nichtrostende Stähle nach DIN EN 10216-5	
Anforderungen:	DIN EN 10216-5 (Prüfkategorie 2) [1)]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands	3.1	3.1
3. Prüfung der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion [2)]: Eine Probe je Schmelze und Wärmebehandlungslos	3.1	3.1
4. Zugversuch bei Raumtemperatur: Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10216-5 Tabelle 15	3.1	3.2
5. Technologische Prüfverfahren: Prüfart und -umfang nach DIN EN 10216-5 Tabellen 15 und 16	3.1	3.2
6. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Rohr, Oberflächenbeschaffenheit nach Vorgabe des Bestellers	3.1	3.2
7. Prüfung auf Werkstoffverwechslung: Jedes Rohr, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1
8. Zerstörungsfreie Prüfung: Prüfart und -umfang nach DIN EN 10216-5 Tabelle 15	3.1	3.1
9. Dichtheitsprüfung: Jedes Rohr nach DIN EN 10216-5 Tabelle 15	3.1	3.1

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

1) Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

2) Nach DIN EN ISO 3651-2 Verfahren A Sensibilisierungsglühung T1 oder T2 und nur wenn die Bauteile verschweißt werden und mit Wasser in Berührung kommen.

Hinweis:
Das Werkstoffprüfblatt WPB 11 ist entfallen.

Werkstoffprüfblatt 12: Schrauben und Muttern ≤ M 39 nach DIN EN ISO 898-1, DIN EN ISO 898-2 und DIN EN ISO 3269

WERKSTOFFPRÜFBLATT			**WPB 12**
Lastanschlagpunkte			
Erzeugnisform:	Schrauben und Muttern ≤ M 39		
Werkstoffe:	Festigkeitsklassen Schrauben 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 Muttern 5, 8 und 10		
Anforderungen:	Schrauben: DIN EN ISO 898-1, DIN EN ISO 3269, DIN EN 26157-3 (Prüfung der mechanischen Eigenschaften gemäß DIN EN ISO 898-1 Prüfreihe MP1. Ist die Prüfreihe MP1 nicht durchführbar, darf die Prüfreihe FF1 zuzüglich Wiederanlassversuch für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und 10.9 zur Anwendung kommen.) Muttern: DIN EN ISO 898-2, DIN EN ISO 3269, DIN EN ISO 6157-2 Bei galvanischem Korrosionsschutzüberzug zusätzlich: DIN EN ISO 4042 Bei Feuerverzinkung zusätzlich: DIN EN ISO 10684 und Richtlinie für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben [8]		
Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für		
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3	
Nachweis (durch laufende Aufzeichnungen des Herstellerwerkes) der Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit, Korrosionsschutzüberzug und Maßhaltigkeit	2.2 [1] oder 3.1 [2]	2.2 [1] oder 3.1 [2]	
Materialkennzeichnung: Schrauben nach DIN EN ISO 898-1 Muttern nach DIN EN ISO 898-2			

[1] Anstelle einer 2.2-Bescheinigung ist die Stempelung ausreichend, wenn der Hersteller nach VdTÜV-Merkblatt 1253/4 anerkannt ist.

[2] Für Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 sowie Muttern der Festigkeitsklassen 8 und 10 ist ein 3.1-Zeugnis erforderlich.

Werkstoffprüfblatt 13: Schrauben und Muttern aus austenitischen Stählen nach DIN EN ISO 3506-1, DIN EN ISO 3506-2 und DIN EN ISO 3269

WERKSTOFFPRÜFBLATT				**WPB 13**
Lastanschlagpunkte				
Erzeugnisform:	Schrauben und Muttern ≥ M 10 und ≤ M 39			
Werkstoffe:	Festigkeitsklassen 50, 70 und 80 Stahlgruppe: A2, A3, A4 und A5			
Anforderungen:	DIN EN ISO 3506-1, DIN EN ISO 3506-2, DIN EN ISO 3269, DIN EN 26157-3, DIN EN ISO 6157-2			
Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für			
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3	Kernbauteile nach Abschnitt 4.4	
Nachweis (durch laufende Aufzeichnungen des Herstellerwerkes) der Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit und Maßhaltigkeit	2.2 [1]	2.2 [1]	2.2 [1]	
Materialkennzeichnung: nach DIN EN ISO 3506-1, DIN EN ISO 3506-2				

[1] Anstelle einer 2.2-Bescheinigung ist die Stempelung ausreichend, wenn der Hersteller nach VdTÜV-Merkblatt 1253/4 anerkannt ist.

Werkstoffprüfblatt 14: Schrauben, Gewinde gerollt, bei Kopfschrauben mit angeschmiedetem Kopf, wärmebehandelt

WERKSTOFFPRÜFBLATT	**WPB 14**
Lastanschlagpunkte	
Erzeugnisform:	Schrauben, Gewinde gerollt, bei Kopfschrauben mit angeschmiedetem Kopf, wärmebehandelt
Werkstoffe:	DIN EN ISO 683-1 [1)], DIN EN ISO 683-2 [1)], warmfeste und hochwarmfeste Werkstoffe nach DIN EN 10269, 1.4313 +QT780 nach DIN EN 10088-3 oder DIN EN 10250-4
Anforderungen:	DIN EN ISO 683-1, DIN EN ISO 683-2, DIN EN 10269, DIN EN ISO 3269, DIN EN 26157-1, DIN EN ISO 898-1, DIN EN 10088-3, DIN EN 10250-4 und Beiblatt zu diesem Werkstoffprüfblatt Bei galvanischem Korrosionsschutzüberzug zusätzlich: DIN EN ISO 4042 Bei Feuerverzinkung zusätzlich: DIN EN ISO 10684 und Richtlinie für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben [8]

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Prüfungen am Ausgangsmaterial (Stab)		
1.1 Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	2.2	3.1
1.2 Prüfung auf Werkstoffverwechslung bei legierten Stählen an jedem Stab	2.2	3.1
1.3 Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken ≥ 30 mm, jedes Teil nach **Anhang B**	3.1	3.2
2. Prüfungen an den fertigen Schrauben in Anlehnung an DIN EN ISO 898-1 Prüfreihe MP1:		
2.1 Wärmebehandlungszustand einschließlich der Bestätigung der Entphosphatierung	3.1	3.1
2.2 Härteprüfung zum Nachweis der gleichmäßigen Wärmebehandlung an 10 % aller Schrauben	3.1	3.1
2.3 Zugversuch bei Raumtemperatur: Anzahl der Probensätze nach DIN EN ISO 3269 und Beiblatt zu diesem Werkstoffprüfblatt [1)]	3.1	3.2
2.4 Kerbschlagbiegeversuch bei Raumtemperatur: Bei Schrauben ≥ M16 je Zugprobe ein Satz Kerbschlagproben	3.1	3.2
2.5 Oberflächenprüfung: Durchführung und Bewertung in Anlehnung an DIN EN 26157-1	3.1	3.2
2.6 Besichtigung und Maßkontrolle: Nach DIN EN ISO 3269 (Stichprobenumfang 20) [1)]	3.1	3.2
2.7 Prüfung der Randentkohlung und der Aufkohlung [2)]: In Anlehnung an DIN EN ISO 898-1 Anzahl der Proben nach DIN EN ISO 3269 und Beiblatt zu diesem Werkstoffprüfblatt [1)]	3.1	3.1
3. Einhaltung der Anforderungen gemäß DIN EN ISO 4042 an galvanisch aufgebrachte Korrosionsschutzüberzüge oder der Anforderungen gemäß DIN EN ISO 10684 und der Richtlinie für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben [8]	3.1	3.1
Materialkennzeichnung: Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Zeichen des Prüfers		

1) Alle Proben müssen den Anforderungen genügen (Annahmezahl $A_c = 0$).

2) Entfällt für den Werkstoff 1.4313 +QT780.

Beiblatt zum Werkstoffprüfblatt WPB 14: Stichprobenumfang für die zerstörende Prüfung der mechanischen Eigenschaften

Stückzahl	Anzahl der Probensätze für die mechanische Prüfung
≤ 200	1
> 200 bis ≤ 400	2
> 400 bis ≤ 800	3
> 800 bis ≤ 1200	4
> 1200 bis ≤ 1600	5
> 1600 bis ≤ 3000	6
> 3000 bis ≤ 3500	7
> 3500	DIN EN ISO 3269

Wird der Nachweis erbracht, dass die Schrauben und Muttern einer Lieferung einer Schmelze mit gleicher Wärmebehandlung entstammen, so genügt die Prüfung von vier Probensätzen unabhängig von der Stückzahl.

Werkstoffprüfblatt 15: Geschweißte Rohre aus austenitischen Stählen nach DIN EN 10217-7

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 15**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Geschweißte Rohre	
Werkstoffe:	Austenitische nichtrostende Stähle nach DIN EN 10217-7	
Anforderungen:	DIN EN 10217-7 (Prüfkategorie 2) [1]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands	3.1	3.1
3. Prüfung der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion [2]: Eine Probe je Schmelze und Wärmebehandlungslos	3.1	3.1
4. Zugversuch bei Raumtemperatur: Losgröße und Prüfumfang nach DIN EN 10217-7 Abschnitt 10.1 und Tabelle 13	3.1	3.2
5. Technologische Prüfungen: Prüfart und -umfang nach DIN EN 10217-7 Tabellen 13 und 14	3.1	3.2
6. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Rohr; Oberflächenbeschaffenheit nach Vorgabe des Bestellers	3.1	3.2
7. Prüfung auf Werkstoffverwechslung: Jedes Rohr, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1
8. Zerstörungsfreie Prüfung: Prüfart und -umfang nach DIN EN 10217-7 Abschnitt 11.11 und Tabelle 13	3.1	3.2
9. Dichtheitsprüfung: Jedes Rohr nach DIN EN 10217-7 Abschnitt 11.8	3.1	3.1

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

[1] Reparaturschweißungen im Grundwerkstoff sind nicht erlaubt.

[2] Nach DIN EN ISO 3651-2 Verfahren A Sensibilisierungsglühung T1 oder T2 und nur wenn die Bauteile verschweißt werden und mit Wasser in Berührung kommen.

Werkstoffprüfblatt 16: Stäbe und Schmiedestücke aus nichtrostenden, martensitischen Stählen nach DIN EN 10088-3 oder DIN EN 10250-4

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 16**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Stäbe und Schmiedestücke	
Werkstoffe:	X17CrNi16-2 - QT800 (1.4057), X39CrMo17-1 - QT750 (1.4122), X3CrNiMo13-4 - QT780 (1.4313), X5CrNiCuNb16-4 - P800 (1.4542), X5CrNiCuNb16-4 - P930 (1.4542)	
Anforderungen:	DIN EN 10088-3 [1] oder DIN EN 10250-4 [1]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Bestätigung des Wärmebehandlungszustands (für 1.4313 Angabe der Festigkeitsstufe)	3.1	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur: Prüfeinheit und Prüfumfang nach DIN EN 10088-3 Tabelle 26 oder DIN EN 10250-1 Abschnitt 11	3.1	3.2
4. Kerbschlagbiegeversuch bei Raumtemperatur: Prüfeinheit und Prüfumfang wie Zugversuch (nur für Nennabmessung ≥ 15 mm)	3.1	3.2
5. Härteprüfung zum Nachweis der gleichmäßigen Wärmebehandlung: An einem Ende eines jeden Teiles je drei Messpunkte	3.1	3.1
6. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil, Oberflächengüte und Maße nach Vorgabe des Bestellers	3.1	3.2
7. Prüfung auf Werkstoffverwechslung: Jedes Teil, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1
8. Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken ≥ 30 mm und Schmiedestücken mit einem Gewicht im endwärmebehandelten Zustand von ≥ 300 kg jedes Teil 100 % nach **Anhang B**	3.1	3.2

Materialkennzeichnung:

Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer oder Identifizierungsnummer, Zeichen des Prüfers

[1] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

Werkstoffprüfblatt 17: Bleche aus Zirkoniumlegierungen

WERKSTOFFPRÜFBLATT	**WPB 17**
Lastanschlagpunkte	
Erzeugnisform: Bleche mit Wanddicken s ≤ 4,75 mm	
Werkstoffe: Zirkoniumlegierungen Grade R60802 oder Grade R60804	
Anforderungen: ASTM B352/B352M	
Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für Kernbauteile nach Abschnitt 4.4
1. Chemische Zusammensetzung [1]:	
1.1 am Ingot (Schmelzanalyse) je eine Probe aus Fuß, Mitte, Kopf jedes Ingots	3.1
1.2 am Blech (Stückanalyse) eine Probe je Los (gilt als Verwechslungsprüfung)	3.1
2. Zugversuch bei Raumtemperatur: je eine Probe in Längs- und Querrichtung je Los nach DIN EN ISO 6892-1 oder ASTM E8/E8M	3.1
3. Korrosionsbeständigkeit zwei Proben je Los nach ASTM G2/G2M Prüfdauer 72 h	3.1
4. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil, Oberflächengüte und Maße nach Vorgabe des Bestellers	3.1
Materialkennzeichnung: Werkstoffkennzeichnung, Schmelzen- oder Ingot-Nr. oder Los-Nr., Proben- oder Blechnummer	
[1] Der Sauerstoffgehalt ist auf 0,09 % bis 0,16 % eingeschränkt.	

Werkstoffprüfblatt 18: Geschmiedete Stäbe und Freiformschmiedestücke aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen nach DIN EN 10222-4

WERKSTOFFPRÜFBLATT		**WPB 18**
Lastanschlagpunkte		
Erzeugnisform:	Geschmiedete Stäbe und Freiformschmiedestücke	
Werkstoffe:	P355QH1 (1.0571), P420QH (1.8936)	
Anforderungen:	DIN EN 10222-1 [1)] und DIN EN 10222-4 [1)]	

Prüfungen	Bescheinigung nach DIN EN 10204 für	
	zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1. Chemische Zusammensetzung: Chemische Analyse der Schmelze(n)	3.1	3.1
2. Wärmebehandlungszustand	3.1	3.1
3. Zugversuch bei Raumtemperatur: Prüfeinheit und Prüfumfang nach DIN EN 10222-1 Abschnitt 7	3.1	3.2
4. Kerbschlagbiegeversuch bei einer Temperatur nach DIN EN 10222-4 Tabelle 5: Prüfeinheit und Prüfumfang wie Zugversuch (nur für Nennabmessung ≥ 15 mm)	3.1	3.2
5. Besichtigung und Maßkontrolle: Jedes Teil, Oberflächengüte und Maße nach Vorgabe des Bestellers	3.1	3.2
6. Prüfung auf Werkstoffverwechslung: Jedes Teil, z. B. spektroskopisch	3.1	3.1
7. Ultraschallprüfung: Bei Stäben mit Erzeugnisdicken ≥ 30 mm und Schmiedestücken mit einem Gewicht im endwärmebehandelten Zustand von ≥ 300 kg jedes Teil 100 % nach **Anhang B**	3.1	3.2

Materialkennzeichnung:
Herstellerzeichen, Stahlsorte, Schmelzennummer, Probennummer, Zeichen des Prüfers

[1)] Reparaturschweißungen sind nicht erlaubt.

Anhang B

Zerstörungsfreie Prüfungen

Inhalt

B 1 Geltungsbereich ... 38
B 2 Allgemeingültige Festlegungen ... 38
B 2.1 Personal ... 38
B 2.2 Geräte und Prüfmittel ... 39
B 2.3 Anforderungen an Oberflächen ... 39
B 2.4 Prüfzeitpunkt bei der Fertigungsprüfung ... 39
B 3 Verfahrenstechnische Anforderungen ... 39
B 3.1 Sichtprüfungen ... 39
B 3.2 Oberflächenprüfungen nach dem Magnetpulver- und Eindringverfahren ... 39
B 3.3 Durchstrahlungsprüfung ... 40
B 3.4 Ultraschallprüfung ... 40
B 4 Durchführung und Bewertung der Prüfungen an Erzeugnisformen aus ferritischen Stählen ... 41
B 4.1 Stäbe ... 41
B 4.2 Bolzen und Tragzapfen ... 41
B 5 Durchführung und Bewertung der Prüfungen an Erzeugnisformen aus austenitischen Stählen (gewalzte oder geschmiedete Teile) ... 42
B 5.1 Oberflächenprüfung ... 42
B 5.2 Ultraschallprüfung ... 42
B 6 Durchführung und Bewertung der Prüfungen von Schweißverbindungen an ferritischen Stählen ... 42
B 6.1 Allgemeines ... 42
B 6.2 Ultraschallprüfung der Schweißnahtanschlussbereiche bei Blechen bei Zugbeanspruchung in Dickenrichtung ... 43
B 6.3 Sichtprüfung der Schweißnähte ... 43
B 6.4 Oberflächenprüfung der Schweißnähte ... 43
B 6.5 Durchstrahlungsprüfung der Schweißnähte ... 43
B 6.6 Ultraschallprüfung der Schweißnähte ... 43
B 7 Durchführung und Bewertung der Prüfungen von Schweißverbindungen an austenitischen Stählen ... 44
B 7.1 Allgemeines ... 44
B 7.2 Ultraschallprüfung der Schweißnahtanschlussbereiche bei Blechen bei Zugbeanspruchung in Dickenrichtung ... 44
B 7.3 Sichtprüfung der Schweißnähte ... 44
B 7.4 Oberflächenprüfung der Schweißnähte ... 44
B 7.5 Durchstrahlungsprüfung der Schweißnähte ... 44

B 1 Geltungsbereich

(1) Dieser Anhang gilt für die Durchführung der zerstörungsfreien Prüfungen. Er enthält die verfahrenstechnischen Anforderungen und die Bewertungskriterien für die zerstörungsfreien Prüfungen.

(2) Abweichungen in begründeten Einzelfällen sind zulässig.

Hinweis:

Verfahren, Umfang und Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfungen sind in den Werkstoffprüfblättern und Bauprüfplänen festgelegt.

B 2 Allgemeingültige Festlegungen

B 2.1 Personal

(1) Die Prüfaufsicht muss über das für ihre Aufgaben erforderliche Wissen verfügen sowie die Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen der Prüfverfahren kennen. Sie muss

a) bei Prüfungen im Rahmen der Fertigung Grundkenntnisse über die angewandten Fertigungsverfahren und charakteristischen Erscheinungsformen herstellungsbedingter Unregelmäßigkeiten besitzen; sie soll von der Fertigung unabhängig sein und muss dem Sachverständigen benannt werden;

b) bei wiederkehrenden Prüfungen mit den charakteristischen Erscheinungsformen betrieblich bedingter Fehler vertraut sein.

Die Prüfaufsicht ist für die Anwendung des Prüfverfahrens und für die Einzelheiten der Prüfdurchführung gemäß den hierfür maßgebenden Regelungen verantwortlich. Sie ist für den Einsatz qualifizierter und zertifizierter Prüfer verantwortlich. Dies gilt auch bei Einsatz von betriebsfremdem Personal. Die Prüfaufsicht hat den Prüfbericht zu unterzeichnen.

(2) Die Prüfaufsicht muss für die zur Anwendung kommenden Prüfverfahren in den zutreffenden Produkt- oder Industriesektoren entsprechend DIN EN ISO 9712 mindestens in Stufe 2 qualifiziert und zertifiziert sein. Für die Prüfverfahren RT und UT ist eine Qualifizierung und Zertifizierung in Stufe 3 erforderlich.

(3) Die Prüfer müssen für die zur Anwendung kommenden Prüfverfahren in den zutreffenden Produkt- oder Industriesektoren entsprechend DIN EN ISO 9712 qualifiziert und zertifiziert

sein. Für die Prüfverfahren RT und UT ist eine Qualifizierung und Zertifizierung mindestens in Stufe 2 erforderlich.

B 2.2 Geräte und Prüfmittel

Die einzusetzenden Mess- und Prüfmittel müssen überwacht sein. Art und Intervalle der Überwachung sind durch den Hersteller im Hinblick auf die erforderliche Genauigkeit des Mess- oder Prüfmittels festzulegen. Die Überprüfung der Mess- und Prüfmittel ist mit einer Bescheinigung zu belegen.

B 2.3 Anforderungen an Oberflächen

(1) Die Oberflächen müssen frei von Zunder, Schweißspritzern oder sonstigen Verunreinigungen sein. Die Prüfaussage beeinträchtigende Riefen oder Kerben sind zu beseitigen.

(2) Der arithmetische Mittelwert der Profilordinaten (Mittenrauwert) Ra nach DIN EN ISO 4287 darf auf den zu prüfenden Flächen

a) bei der Oberflächenprüfung nach dem Magnetpulver- und Eindringverfahren den Wert von 10 µm,
b) bei der Ultraschallprüfung auf der Kontaktfläche und der Gegenfläche, sofern diese als Reflexionsfläche benutzt wird, den Wert 20 µm

nicht überschreiten.

(3) Bei einer Welligkeit der Kontaktflächen für die Ultraschallprüfung muss diese so gering sein, dass die Prüfkopfsohle ausreichend aufliegt. Dies ist im Allgemeinen der Fall, wenn der Abstand zwischen Prüfkopfsohle und Kontaktfläche an keiner Stelle mehr als 0,5 mm beträgt.

(4) Beschichtungen und Überzüge mit einer Schichtdicke bis zu 50 µm sind bei allen zerstörungsfreien Prüfungen, ausgenommen bei der Oberflächenprüfung nach dem Eindringverfahren, zulässig.

(5) Nach Abschluss der Prüfung sind die Bauteile von Rückständen des Prüfmittels sachgemäß zu reinigen.

B 2.4 Prüfzeitpunkt bei der Fertigungsprüfung

Die Erzeugnisformen sind im Lieferzustand, die Schweißnähte möglichst im endwärmebehandelten Zustand vor einer eventuellen Beschichtung zu prüfen.

B 3 Verfahrenstechnische Anforderungen

B 3.1 Sichtprüfungen

Sichtprüfungen sind nach DIN EN ISO 17637 durchzuführen.

B 3.2 Oberflächenprüfungen nach dem Magnetpulver- und Eindringverfahren

B 3.2.1 Betrachtungsbedingungen

(1) Die Betrachtungsbedingungen nach DIN EN ISO 3059 sind einzuhalten. Darüber hinaus sind die Festlegungen nach (2) bis (5) zu beachten.

(2) Die Augen des Prüfers müssen mindestens 5 Minuten Zeit haben, sich an die Lichtverhältnisse zu gewöhnen.

(3) Zur besseren Fehlererkennbarkeit ist durch Verwendung geeigneter Mittel (z. B. fluoreszierender Prüfmittel oder Auftragen einer dünnen, den Untergrund gerade bedeckenden Farbschicht) bei der Magnetpulverprüfung für einen ausreichenden Kontrast zu sorgen. Zur Kontrastverbesserung darf bei der Eindringprüfung bei Verwendung von fluoreszierenden Farbeindringmitteln zusätzlich UV-A-Strahlung eingesetzt werden.

(4) Bei der Inspektion soll der Betrachtungswinkel nicht mehr als 30 Grad von der Oberflächennormalen abweichen. Bei der Betrachtung soll der Abstand zur Prüffläche etwa 300 mm betragen.

(5) Für die Inspektion sind Hilfsmittel (z. B. Vergrößerungsgläser, kontrastverbessernde Brillen, Spiegel) zulässig.

B 3.2.2 Magnetpulverprüfung

B 3.2.2.1 Verfahren und Durchführung

Die Magnetpulverprüfung ist nach DIN EN ISO 9934-1 mit dem Nassverfahren und den nachfolgenden Festlegungen durchzuführen.

B 3.2.2.1.1 Verfahren

(1) Erfolgt die Magnetisierung in Teilbereichen mittels Stromdurchflutung oder mit Hilfe der Jochmagnetisierung, soll die Wechselstrommagnetisierung angewandt werden.

(2) Sofern kein niedrigerer Wert erforderlich ist, darf die Restfeldstärke 800 A/m nicht übersteigen. Bei Überschreitung des einzuhaltenden Wertes ist zu entmagnetisieren und der erreichte Wert der Restfeldstärke zu protokollieren.

(3) Für die Magnetisierungsverfahren sind folgende Kennbuchstaben zu verwenden:

Magnetisierungsverfahren		Kennbuchstaben
Jochmagnetisierung	mit Dauermagnet	JD
	mit Elektromagnet	JE
Magnetisierung durch stromdurchflossene Leiter	mit Spule	LS
	mit sonstigen Leitern (Kabel)	LK
Magnetisierung mittels Stromdurchflutung	Selbstdurchflutung	SS
	Induktionsdurchflutung	SI

B 3.2.2.1.2 Kontaktstellen bei der Stromdurchflutung

(1) Wird mittels Stromdurchflutung geprüft, sollen nach Möglichkeit abschmelzende Elektroden (z. B. Blei-Zinn-Legierungen) verwendet werden. Es ist sicherzustellen, dass in den Kontaktbereichen Überhitzungen des zu prüfenden Werkstoffs vermieden werden.

(2) Sind dennoch Überhitzungsbereiche entstanden, so sind sie zu kennzeichnen, nach Abschluss der Prüfung zu überschleifen und einer Oberflächenprüfung, bevorzugt nach dem Magnetpulver-Verfahren mittels Jochmagnetisierung, zu unterziehen.

B 3.2.2.1.3 Magnetisierungsrichtung

Jede Stelle der Oberfläche ist unter zwei verschiedenen Magnetisierungsrichtungen zu prüfen, die um etwa 90 Grad versetzt sein sollen.

B 3.2.2.1.4 Feldstärke

(1) Die Tangentialfeldstärke an der Oberfläche soll im Fall einer Wechselstrommagnetisierung mindestens 2 kA/m betragen und darf 6,5 kA/m nicht überschreiten.

Hinweis:

a) Die erforderliche magnetische Flussdichte in der Oberfläche des Prüfgegenstandes von mindestens 1 Tesla wird in niedrig legierten oder kohlenstoffarmen unlegierten Stählen mit hoher relativer

Permeabilität bereits mit einer Tangentialfeldstärke von 2 kA/m erreicht.

b) Bei anderen Stählen mit niedrigerer Permeabilität kann eine höhere Feldstärke erforderlich sein.

c) Bei zu hoher Magnetisierung können durch gefügebedingte Anzeigen (Scheinanzeigen) relevante Anzeigen überdeckt werden.

(2) Durch Messungen ist die Einhaltung dieser Werte zu kontrollieren oder es sind die Prüfbedingungen zu ermitteln, unter denen diese Werte erreicht werden.

B 3.2.2.1.5 Magnetisierungsdauer

Für die Aufbringung der Prüfflüssigkeit und das Magnetisieren gelten folgende Anhaltswerte:

a) Magnetisieren und Bespülen: mindestens 3 Sekunden

b) Nachmagnetisieren: mindestens 5 Sekunden

B 3.2.2.2 Prüfmittel

(1) Es sind nach DIN EN ISO 9934-2 mustergeprüfte Prüfmittel zu verwenden. Der Nachweis ist dem Sachverständigen vorzulegen.

(2) Es sind Magnetpulver mit einem mittleren Korndurchmesser kleiner als oder gleich 8 µm zu verwenden. Je nach Anwendung darf schwarzes, fluoreszierendes oder eingefärbtes Pulver verwendet werden.

(3) Unmittelbar vor dem Bespülen der Oberfläche ist dafür Sorge zu tragen, dass das Magnetpulver gleichmäßig in der Trägerflüssigkeit verteilt und in der Schwebe gehalten wird. Durch geeignete vormagnetisierte Kontrollkörper ist vor und während der Prüfung die Pulver-Suspension stichprobenweise zu überprüfen.

B 3.2.2.3 Prüfgeräte

Die Prüfgeräte müssen den Anforderungen der DIN EN ISO 9934-3 entsprechen.

B 3.2.3 Eindringprüfung

B 3.2.3.1 Prüfsystem

(1) Vorzugsweise sind Farbeindringmittel zu verwenden. Es dürfen auch fluoreszierende Eindringmittel oder fluoreszierende Farbeindringmittel eingesetzt werden.

(2) Als Zwischenreiniger dürfen entweder Lösemittel oder Wasser oder beide in Kombination miteinander verwendet werden.

(3) Es dürfen nur Nassentwickler angewendet werden, die als Trägerflüssigkeit Lösemittel besitzen. Trockenentwickler sind nur in Verbindung mit elektrostatischer Aufbringung auf die Prüffläche zulässig.

(4) Für das Prüfsystem ist mindestens die Empfindlichkeitsklasse „hochempfindlich“ nach DIN EN ISO 3452-2 einzuhalten.

(5) Die Eignung des Prüfsystems (Eindringmittel, Zwischenreiniger und Entwickler) ist durch eine Musterprüfung nach DIN EN ISO 3452-2 nachzuweisen. Der Nachweis ist dem Sachverständigen vorzulegen.

(6) Eindringmittel in Prüfanlagen und teilgebrauchten offenen Behältern (ausgenommen Aerosolbehälter) sind durch den Anwender mit dem Kontrollkörper 2 nach DIN EN ISO 3452-3 zu überwachen. Hierbei dürfen die für die Prüfung festgelegten Werte für Eindringdauer und Entwicklungsdauer nicht überschritten werden. Die erreichte Prüfempfindlichkeit ist zu protokollieren.

B 3.2.3.2 Durchführung

(1) Die Eindringprüfung ist nach DIN EN ISO 3452-1 mit den nachfolgenden Festlegungen durchzuführen.

(2) Die Eindringdauer soll mindestens eine halbe Stunde betragen.

(3) Unmittelbar nach dem Antrocknen des Entwicklers soll die erste Inspektion stattfinden. Eine weitere Inspektion soll frühestens eine halbe Stunde nach der ersten Inspektion erfolgen.

(4) Weitere Inspektionszeitpunkte sind erforderlich, wenn bei einer der beiden Inspektionszeitpunkte Anzeigen festgestellt werden, oder wenn gegenüber der vorangegangenen Inspektion wesentliche Änderungen von Anzeigen oder zusätzliche Anzeigen festgestellt wurden.

(5) Die Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung der Ergebnisse aller Inspektionen.

B 3.3 Durchstrahlungsprüfung

(1) Die Durchstrahlungsprüfung von Schweißnähten ist nach DIN EN ISO 17636-1 Klasse B durchzuführen.

(2) Es sind die Bildgüteprüfkörper nach DIN EN ISO 19232-1 zu benutzen.

B 3.4 Ultraschallprüfung

B 3.4.1 Anforderungen an Prüffrequenzen, Schwingerabmessung und Einschallpositionen

Die Prüffrequenz, Schwingerabmessung und Einschallpositionen sind in den Abschnitten B 4 bis B 6 festgelegt. Diese Festlegungen sind als Richtwerte zu verstehen, von denen in begründeten Fällen abgewichen werden darf.

B 3.4.2 Durchführung

B 3.4.2.1 Prüfgrundlagen

(1) Die Prüfung der Erzeugnisformen hat in Abhängigkeit von Ausführung und Werkstoff auf Grundlage der Normen DIN EN 10228-3, DIN EN 10228-4 oder DIN EN 10308 zu erfolgen.

(2) Die Prüfung muss im konturenarmen Zustand (mit planparallelen oder zylindrischen Oberflächen, erforderlichenfalls vorbearbeitet) erfolgen. Hierbei ist das gesamte Volumen zu erfassen.

(3) Für die Prüfung von Schweißungen gilt Abschnitt B 6.

B 3.4.2.2 Prüfanweisung

Für die Ultraschallprüfung sind die Einzelheiten in einer Prüfanweisung festzulegen, wenn

a) dies in den zu Grunde gelegten Normen gefordert wird,

b) Teile geprüft werden, für die in Abschnitt B 4 Prüfanweisungen gefordert werden,

c) Geometrien vorliegen, deren Prüfung in den Abschnitten B 4 und B 5 nicht geregelt ist,

d) Anschweißnähte zu prüfen sind.

B 3.4.2.3 Einstellung der Prüfempfindlichkeit

(1) Die Einstellung der Prüfempfindlichkeit ist am Prüfgegenstand, am Kalibrierkörper Nr. 1 nach DIN EN ISO 2400 oder am Kalibrierkörper Nr. 2 nach DIN EN ISO 7963 oder an Vergleichskörpern mit geeigneten Bezugsreflektoren durchzuführen.

(2) Der Vergleichskörper muss in den prüftechnisch relevanten Eigenschaften (Werkstoff, konstruktive Ausführung, Form, Wanddicke, Wärmebehandlung) dem Prüfgegenstand entsprechen. Die Wanddicke des Vergleichskörpers darf von der des Prüfstücks nicht mehr als 10 % abweichen.

(3) Die Bezugsreflektoren dürfen Rückwände, Nuten und Bohrungen sein.

(4) Die Einstellung der Prüfempfindlichkeit hat gemäß DIN EN ISO 16811 zu erfolgen.

B 4 Durchführung und Bewertung der Prüfungen an Erzeugnisformen aus ferritischen Stählen

B 4.1 Stäbe

B 4.1.1 Oberflächenprüfung

(1) Die gesamte Oberfläche ist im fertig bearbeiteten Zustand zu prüfen. Bevorzugt ist das Magnetpulver-Verfahren anzuwenden.

(2) Für die Durchführung und Bewertung der Magnetpulverprüfung gelten die Festlegungen gemäß DIN EN 10228-1, Qualitätsklasse 4. Zusätzlich gelten die Festlegungen gemäß Abschnitt B 3.2.2. Die Bewertung hat während der Nachmagnetisierung zu erfolgen.

(3) Für die Durchführung und Bewertung der Eindringprüfung gelten die Festlegungen gemäß DIN EN 10228-2, Qualitätsklasse 4. Zusätzlich gelten die Festlegungen gemäß Abschnitt B 3.2.3.

B 4.1.2 Ultraschallprüfung

B 4.1.2.1 Durchführung

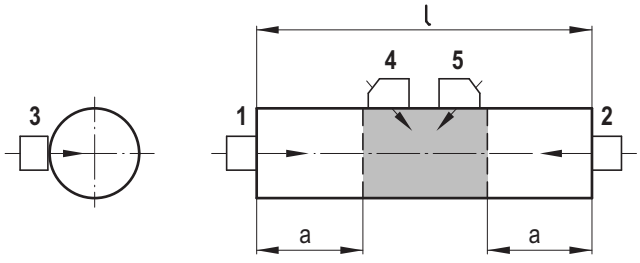
Für die Durchführung der Prüfung gilt Abschnitt B 3.4.

B 4.1.2.2 Einschallpositionen, Einschallbedingungen und Bewertung

(1) Die Einschallpositionen für Rundstäbe sind im **Bild B-1**, die Einschallpositionen für Vier- oder Mehrkantstäbe im **Bild B-2** dargestellt.

(2) An Stäben mit Durchmessern oder Kantenlängen größer als 30 mm ist eine 100%ige Ultraschallprüfung nach DIN EN 10228-3 unter Berücksichtigung der in (3) und (4) genannten Festlegungen durchzuführen.

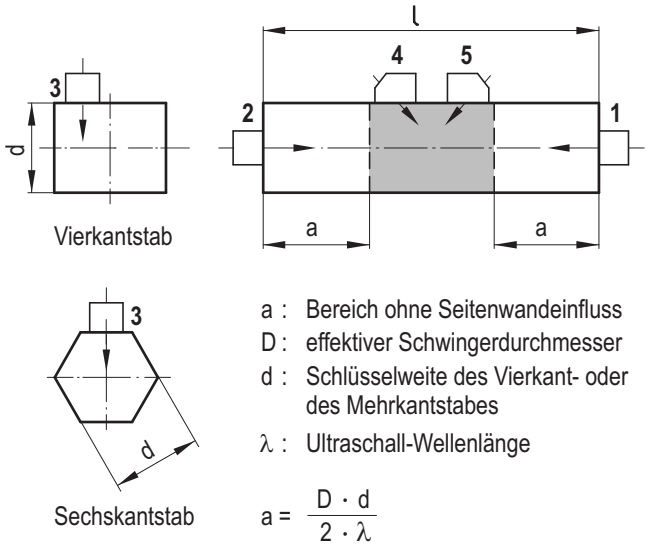
Hinweis:
Für die Senkrechteinschallung werden die Anforderungen nach DIN EN 10228-3 auch durch DIN EN 10308 erfüllt.



$a = \frac{D \cdot d}{2 \cdot \lambda}$

a : Bereich ohne Seitenwandeinfluss
D : effektiver Schwingerdurchmesser
d : Durchmesser des Rundstabes
λ : Ultraschall-Wellenlänge

Bild B-1: Einschallpositionen bei Rundstäben



a : Bereich ohne Seitenwandeinfluss
D : effektiver Schwingerdurchmesser
d : Schlüsselweite des Vierkant- oder des Mehrkantstabes
λ : Ultraschall-Wellenlänge

$a = \frac{D \cdot d}{2 \cdot \lambda}$

Bild B-2: Einschallpositionen bei Vier- oder Mehrkantstäben

(3) Bei Durchmessern oder Kantenlängen größer als 60 mm ist zusätzlich eine Senkrechteinschallung in axialer Richtung durchzuführen (Positionen 1 und 2); kann hierbei kein Abstand der Registrierschwelle zum Rauschpegel von mindestens 6 dB über die gesamte Länge des Stabes eingehalten werden, so ist im abgelängten Zustand oder mit 45 Grad-Schrägeinschallung in beiden axialen Richtungen (Positionen 4 und 5) zu prüfen.

(4) Für die Bewertung gelten:

a) bei der Senkrechteinschallung an Stäben mit Durchmessern oder Kantenlängen kleiner als oder gleich 60 mm die Qualitätsklasse 3,

b) bei der Senkrechteinschallung an Stäben mit Durchmessern oder Kantenlängen größer als 60 mm die Qualitätsklasse 2,

c) bei der Schrägeinschallung die Qualitätsklasse 3

gemäß DIN EN 10228-3 und die sich daraus ergebenden Registrierschwellen und Zulässigkeitskriterien.

B 4.2 Bolzen und Tragzapfen

B 4.2.1 Oberflächenprüfung

Die Oberflächenprüfung muss gemäß Abschnitt B 4.1.1 durchgeführt und bewertet werden.

B 4.2.2 Ultraschallprüfung

B 4.2.2.1 Umfang und Zeitpunkt der Prüfung

Die Prüfung muss im konturenarmen Zustand (mit planparallelen oder zylindrischen Oberflächen, erforderlichenfalls vorbearbeitet) erfolgen. Hierbei ist das gesamte Volumen zu erfassen. Die späteren Schweißkanten sind gegebenenfalls bei der Prüfung anzugeben. Bei der Prüfung der Schweißkantenbereiche sind die Bedingungen der Prüfung nach dem Schweißen zu berücksichtigen.

B 4.2.2.2 Einschallbedingungen

(1) Die Teile sind so zu prüfen, dass jeder Volumenbereich aus mindestens zwei um ca. 90 Grad versetzten Einschallpositionen erfasst wird. Kann dies nicht mittels Senkrechteinschallung erreicht werden, ist für jede entfallene Senkrechteinschallung eine gegensinnige Schrägeinschallung durchzuführen.

(2) Für vorgedrehte zylindrische Bolzen und Tragzapfen ohne Absätze sind die Einschallbedingungen gemäß Abschnitt B 4.1.2.2 anzuwenden.

(3) Die Einschallpositionen für vorgedrehte Bolzen und Tragzapfen mit Absätzen sind beispielhaft in **Bild B-3** dargestellt.

(4) Für Bolzen und Tragzapfen, bei denen die Einschallbedingungen der Absätze 2 und 3 nicht angewendet werden können (z. B. aufgrund spezieller geometrischer Bedingungen), ist eine Prüfanweisung zu erstellen.

B 4.2.2.3 Bewertung

Die Bewertung hat nach **Tabelle B-1** zu erfolgen.

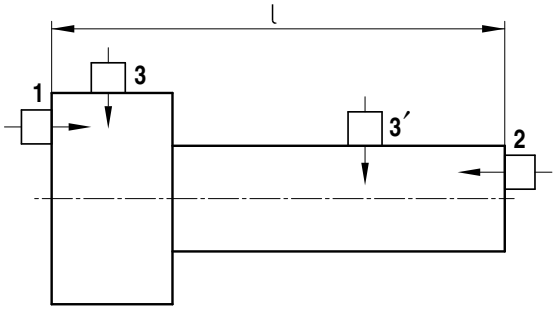


Bild B-3: Einschallpositionen bei Bolzen und Tragzapfen mit Absätzen (Beispiel)

Einschallpositionen	1 und 2	3
Registrierschwelle (Durchmesser der gleichwertigen Flachbodenbohrung d_{eq} in mm)	60 < d ≤ 120: 4 d > 120: 6	d ≤ 60: 3 60 < d ≤ 120: 4 d > 120: 6
Zulässige Echohöhenüberschreitung der Registrierschwelle in dB	< 6	< 6
Zulässige Halbwertslänge [1] in mm	≤ 10	≤ d, maximal 50
Zulässige Häufigkeit pro Meter	5	d ≤ 60 : 3 d > 60 : 5

[1] Bei der Ausmessung der Halbwertslänge von Reflektoren ist die Prüfkopfverschiebung bei einem Echohöhenabfall von 6 dB zur Maximalechohöhe zu bestimmen.

Tabelle B-1: Bewertung der Ultraschallprüfung an Bolzen und Tragzapfen

B 5 Durchführung und Bewertung der Prüfungen an Erzeugnisformen aus austenitischen Stählen (gewalzte oder geschmiedete Teile)

B 5.1 Oberflächenprüfung

(1) Die gesamte Oberfläche ist im fertig bearbeiteten Zustand zu prüfen.

(2) Für die Durchführung und Bewertung gelten die Festlegungen gemäß DIN EN 10228-2, Qualitätsklasse 4. Zusätzlich gelten die Festlegungen gemäß den Abschnitten B 3.2.1 und B 3.2.3.

B 5.2 Ultraschallprüfung

B 5.2.1 Umfang und Zeitpunkt der Prüfung

Die Prüfung muss im konturenarmen Zustand (mit planparallelen oder zylindrischen Oberflächen, erforderlichenfalls vorbearbeitet) erfolgen. Hierbei ist das gesamte Volumen zu erfassen.

B 5.2.2 Ermittlung der Prüfbarkeit

(1) Zur Ermittlung der Prüfbarkeit sind an jedem Prüfgegenstand in einem Raster mittels Senkrechteinschallung in Wanddickenrichtung die Rückwandechohöhen zu ermitteln. In Bereichen nicht paralleler oder nicht konzentrischer Wände sind für diese Prüfung Referenzechos zu benutzen (z. B. vorhandene Bohrungen, Kanten oder Durchschallung).

(2) Für den Bereich mit der größten ermittelten Schallschwächung muss der Nachweis erbracht werden, dass die geforderten Registriergrenzen eingehalten werden können.

B 5.2.3 Einschallbedingungen

Für die Einschallbedingungen gelten die entsprechenden Festlegungen des Abschnitts B 4. Die Prüffrequenzen sollen zwischen 2 MHz und 4 MHz liegen.

B 5.2.4 Durchführung und Bewertung

(1) Die Durchführung hat nach den entsprechenden Festlegungen des Abschnitts B 4 zu erfolgen, wobei anstelle DIN EN 10228-3 die Norm DIN EN 10228-4 anzuwenden ist.

(2) Für die Bewertung gelten:

a) bei der Senkrechteinschallung an Stäben mit Durchmessern oder Kantenlängen kleiner als oder gleich 250 mm die Qualitätsklasse 2,

b) bei der Senkrechteinschallung an Stäben mit Durchmessern oder Kantenlängen größer als 250 mm die Qualitätsklasse 3

gemäß DIN EN 10228-4 und die sich daraus ergebenden Registrierschwellen und Zulässigkeitskriterien.

B 6 Durchführung und Bewertung der Prüfungen von Schweißverbindungen an ferritischen Stählen

B 6.1 Allgemeines

Der Prüfbereich umfasst das Schweißgut und den beiderseits angrenzenden Grundwerkstoff in einer Breite von

a) je 10 mm bei Wanddicken gleich oder kleiner als 30 mm,

b) je 20 mm bei Wanddicken größer als 30 mm.

B 6.2 Ultraschallprüfung der Schweißnahtanschlussbereiche bei Blechen bei Zugbeanspruchung in Dickenrichtung

Die Ultraschallprüfung der Schweißnahtanschlussbereiche bei Blechen ist nach DIN EN 10160 durchzuführen. Die geprüften Schweißnahtanschlussbereiche müssen die Anforderungen der Qualitätsklasse E_4 der DIN EN 10160, Tabelle 5 erfüllen. Es ist mit einer Registrierschwelle von KSR 3 zu prüfen.

B 6.3 Sichtprüfung der Schweißnähte

B 6.3.1 Durchführung

Die Durchführung der Sichtprüfung hat nach DIN EN ISO 17637 zu erfolgen.

B 6.3.2 Bewertung

Die Bewertung von Unregelmäßigkeiten an Schmelzschweißverbindungen von Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) erfolgt nach DIN EN ISO 5817 und die Bewertung von Elektronen- und Laserstrahl- Schweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und seine Legierungen nach DIN EN ISO 13919-1. Es sind jeweils die Anforderungen der Bewertungsgruppe B zu erfüllen.

B 6.4 Oberflächenprüfung der Schweißnähte

B 6.4.1 Durchführung

(1) Die Durchführung der Oberflächenprüfung hat gemäß den Abschnitten B 3.2.2 oder B 3.2.3 zu erfolgen.

(2) Soweit möglich, ist das Magnetpulververfahren anzuwenden. Die Bewertung hat während der Nachmagnetisierung zu erfolgen.

B 6.4.2 Bewertung

(1) Anzeigen, die auf Risse schließen lassen, sind nicht zulässig. Anzeigen mit einer maximalen Ausdehnung von gleich oder kleiner als 1,5 mm bei der Magnetpulverprüfung und 3 mm bei der Eindringprüfung sind nicht in die Bewertung mit einzubeziehen. Anzeigen, bei denen es sich nachweislich um nichtmetallische Einschlüsse handelt, sowie runde Anzeigen sind bis zu einer Ausdehnung von 6 mm zulässig.

(2) Die Häufigkeit zulässiger Anzeigen darf örtlich bis zu 3 Stück pro 100 mm Schweißnahtlänge betragen.

(3) Bei größerer Ausdehnung oder Häufigkeit oder bei systematisch auftretenden Unregelmäßigkeiten sind diese Stellen auszubessern oder es ist im Einvernehmen mit dem Sachverständigen über die Verwendbarkeit zu entscheiden.

B 6.5 Durchstrahlungsprüfung der Schweißnähte

(1) Die Durchstrahlungsprüfung ist nach Abschnitt B 3.3 durchzuführen.

(2) Für die Bewertung gilt die Zulässigkeitsgrenze 1 gemäß DIN EN ISO 10675-1.

B 6.6 Ultraschallprüfung der Schweißnähte

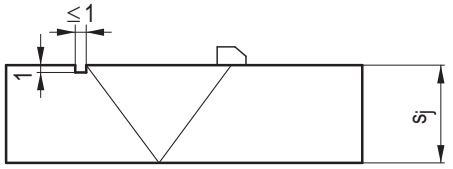
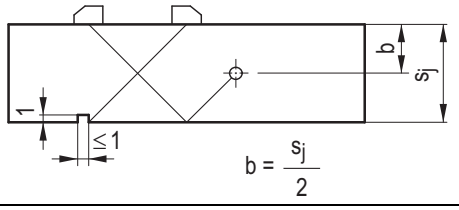
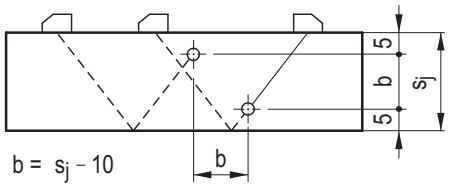
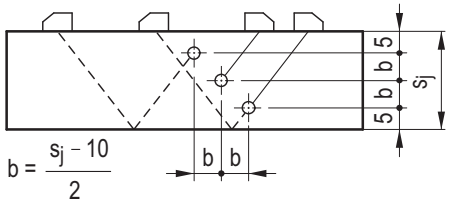
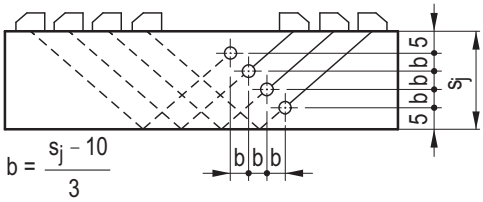
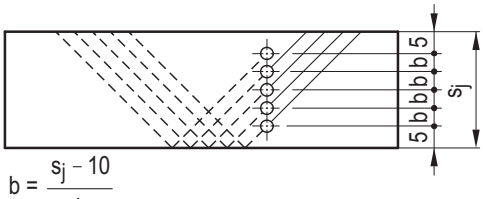
B 6.6.1 Stumpfnähte

(1) Alle Stumpfnähte sind gegensinnig auf Längs- und Querfehler zu prüfen. Die Einschallpositionen sind in **Tabelle B-2** dargestellt. Die Einstellung der Prüfempfindlichkeit hat bevorzugt nach der AVG-Methode zu erfolgen. Bei Einstellung der Prüfempfindlichkeit nach der Bezugslinien- oder Vergleichskörpermethode sind die Bezugsreflektoren nach **Bild B-4** zu verwenden.

(2) Die Einschallbedingungen sind der **Tabelle B-3** zu entnehmen. Bei der Querfehlerprüfung soll der Einschallwinkel so gewählt werden, dass der Auftreffwinkel auf senkrecht zur Oberfläche orientierte Fehler möglichst klein ist.

(3) Bei unterschiedlichen Nennwanddicken ist hinsichtlich der Anzahl der Einschallwinkel die größere und hinsichtlich der Festlegung der Registrierschwelle die kleinere Nennwanddicke maßgebend.

(4) Die Bewertung für Längsfehler hat nach den **Tabellen B-4** und **B-5** zu erfolgen.

Wanddicke oder Nennwanddicke des Prüfgegenstands in mm	Seitenansicht des Vergleichskörpers
$s \leq 10$	
$10 < s \leq 15$	
$15 < s \leq 20$	
$20 < s \leq 40$	
$40 < s \leq 80$	
$s > 80$	

Die Bezugsreflektoren müssen mindestens so lang sein wie die auf den 20 dB-Echohöhenabfall bezogene Schallbündelbreite für den maximalen Schallweg zum Bezugsreflektor.

Bild B-4: Vergleichskörper zur Einstellung der Prüfempfindlichkeit bei Anwendung der Bezugslinien- oder Vergleichskörpermethode

(5) Die Registrierschwelle für die Querfehlerprüfung ist **Tabelle B-4** zu entnehmen. Anzeigen, die die Registrierschwelle erreichen oder überschreiten, sind nur zulässig, wenn sie vereinzelt und punktartig auftreten und wenn sie nicht von häufigen Anzeigen bis zu 12 dB unter der Registrierschwelle begleitet werden.

(6) Bei nicht zulässigen Anzeigen darf durch weitere Untersuchungen (z. B. Durchstrahlungsprüfung, Prüföffnungen) nachgewiesen werden, dass eine Verwendung des Bauteils oder der Komponente zulässig ist.

(7) Sollen registrierpflichtige Anzeigen als formbedingt eingestuft werden, sind Kontrollmessungen zum Nachweis der Anzeigenursache durchzuführen.

(8) Wenn durch Ausmessung der Projektionsabstände am Prüfstück nachgewiesen werden soll, dass die an beiden Nahtseiten aufgenommenen Anzeigen von den beiden Flanken des Wurzeldurchhangs und nicht von Schweißnahtfehlern hervorgerufen werden, so sind die genauen Projektionsabstände an Vergleichskörpern zu bestimmen. Ergibt sich, dass die Lage der Reflexionsstellen deutlich voneinander getrennt ist, gelten die Anzeigen als formbedingt. Wird ein Abstand von weniger als 3 mm ermittelt, dürfen die Reflexionsstellen nicht mehr als getrennt behandelt werden.

(9) Formbedingte Anzeigen sind in den Prüfberichten unter Angabe von Ort, Lage und Ausdehnung zu protokollieren.

B 6.6.2 Anschweißnähte

(1) Die Ultraschallprüfung von Anschweißnähten ist nach DIN EN ISO 17640 Prüfklasse B durchzuführen.

(2) Für die Bewertung gilt die Zulässigkeitsgrenze 2 gemäß DIN EN ISO 11666.

B 7 Durchführung und Bewertung der Prüfungen von Schweißverbindungen an austenitischen Stählen

B 7.1 Allgemeines

Der Prüfbereich umfasst das Schweißgut und den beiderseits angrenzenden Grundwerkstoff in einer Breite von

a) je 10 mm bei Wanddicken gleich oder kleiner als 30 mm,

b) je 20 mm bei Wanddicken größer als 30 mm.

B 7.2 Ultraschallprüfung der Schweißnahtanschlussbereiche bei Blechen bei Zugbeanspruchung in Dickenrichtung

Die Ultraschallprüfung der Schweißnahtanschlussbereiche bei Blechen ist nach DIN EN 10307 durchzuführen. Die geprüften Schweißnahtanschlussbereiche müssen die Anforderungen der Qualitätsklasse E_4 der DIN EN 10307, Tabelle 5 erfüllen. Es ist mit einer Registrierschwelle von KSR 3 zu prüfen.

B 7.3 Sichtprüfung der Schweißnähte

B 7.3.1 Durchführung

Die Durchführung der Sichtprüfung hat nach DIN EN ISO 17637 zu erfolgen.

B 7.3.2 Bewertung

Die Bewertung von Unregelmäßigkeiten an Schmelzschweißverbindungen von Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) erfolgt nach DIN EN ISO 5817 und die Bewertung von Elektronen- und Laserstrahl- Schweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und seine Legierungen nach DIN EN ISO 13919-1. Es sind jeweils die Anforderungen der Bewertungsgruppe B zu erfüllen.

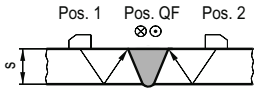
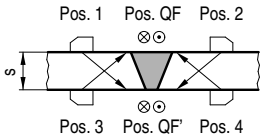
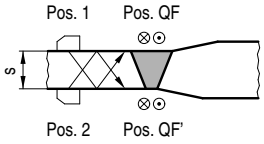
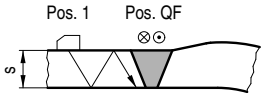
B 7.4 Oberflächenprüfung der Schweißnähte

Die Oberflächenprüfung ist unter Anwendung des Eindringverfahrens gemäß Abschnitt B 3.2.3 gemäß Abschnitt B 6.4 durchzuführen und zu bewerten.

B 7.5 Durchstrahlungsprüfung der Schweißnähte

(1) Die Durchstrahlungsprüfung ist gemäß Abschnitt B 3.3 durchzuführen.

(2) Für die Bewertung gilt die Zulässigkeitsgrenze 1 gemäß DIN EN ISO 10675-1.

Lfd. Nr.	Zugänglichkeit für die Einschallung	Anforderungen an den Oberflächenzustand der Naht	Einschallpositionen	
1	Von beiden Seiten der Naht und von einer Oberfläche in einem Sprungabstand	—		**Längsfehlerprüfung:** Positionen 1 und 2 in p [1] **Querfehlerprüfung:** QF in p in beiden entgegengesetzten Nahtrichtungen auf der Naht [2].
2	Von beiden Seiten der Naht und von beiden Oberflächen im halben Sprungabstand	—		**Längsfehlerprüfung:** Positionen 1 bis 4 in p/2 **Querfehlerprüfung:** QF in p oder QF und QF′ in p/2, jeweils in beiden entgegengesetzten Nahtrichtungen auf der Naht [2].
3	Nur von einer Seite der Naht und von beiden Oberflächen in einem Sprungabstand	Wurzel- und Decklage eben bearbeitet.		**Längsfehlerprüfung:** Positionen 1 und 2 in p **Querfehlerprüfung:** QF in p oder QF und QF′ in p/2, jeweils in beiden entgegengesetzten Nahtrichtungen auf der Naht.
4	Nur von einer Seite der Naht und einer Oberfläche im anderthalbfachen Sprungabstand. Bei s > 40 mm zweiter Einschallwinkel in einem Sprungabstand	Wurzel- und Decklage eben bearbeitet.		**Längsfehlerprüfung:** Position 1 in 3/2 p Bei s ≤ 20 mm Position 1 mit 60 Grad erlaubt. Bei s > 40 mm Position 1 mit zweitem Einschallwinkel in p **Querfehlerprüfung:** QF in p in beiden entgegengesetzten Nahtrichtungen auf der Naht.

p : Sprungabstand

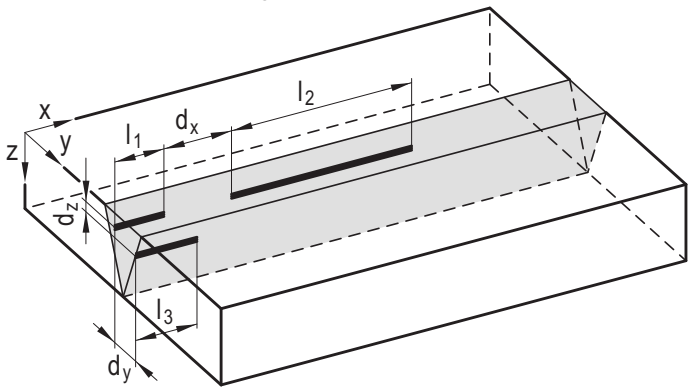
[1] Gilt bei Wanddicken > 40 mm nur für den kleineren Einschallwinkel, für den großen Einschallwinkel genügt die Auswertung bis p/2.

[2] Wenn eine Querfehlerprüfung auf der Naht nicht möglich ist, darf von der Grundwerkstoffoberfläche neben der Naht (in möglichst spitzem Winkel zur Naht) geprüft werden.

Tabelle B-2: Einschallpositionen bei Stumpfnähten

Nennwanddicke s in mm	s ≤ 20	20 < s ≤ 40	s > 40
Einschallwinkel allgemein	70 Grad	60 Grad	45 Grad und 60 Grad
Einschallwinkel in Krümmungsrichtung oder bei Wanddickenübergängen	45 Grad bis 60 Grad	45 Grad bis 60 Grad	35 Grad bis 45 Grad und 60 Grad bis 70 Grad
Frequenz in MHz	4	2 bis 4	2 bis 4

Tabelle B-3: Einschallbedingungen für Stumpfnähte

Bezugsreflektor	Kreisbogen des Kalibrierkörpers Nr. 1 oder Nr. 2 oder Querbohrung mit 3 mm Durchmesser oder Nut mit 1 mm Tiefe
Bewertungsmethode	AVG oder Vergleichskörper- oder Bezugslinienmethode
Registrierschwelle	$8 \leq s \leq 15$: KSR 1,5 oder 50 % Echohöhe der Querbohrung oder Nut $15 < s \leq 40$: KSR 2 oder 50 % Echohöhe der Querbohrung $s > 40$: KSR 3 oder 50 % Echohöhe der Querbohrung
Zulässige Überschreitung der Registrierschwelle	< 6 dB [1]
Zulässige Längen registrierpflichtiger Anzeigen	Gemäß **Tabelle B-5**
Zulässige Abstände registrierpflichtiger Anzeigen	Bei je zwei Anzeigen, deren Abstand kleiner ist als das Doppelte der Länge der größeren Anzeige, ist der Anzeigenabstand mit in die Bewertung einzubeziehen. Dabei sind insbesondere die Lage der Anzeigen relativ zueinander und in der Schweißnaht, ihr Reflexionsverhalten aus unterschiedlichen Einschallrichtungen und die Wanddicke zu berücksichtigen. Im Allgemeinen gilt: a) Anzeigen gleicher Tiefenlage ($d_z < 2{,}5$ mm) und Breitenlage ($d_y < 5$ mm) müssen in Schweißrichtung um mindestens das Einfache der Länge der längeren Anzeige voneinander entfernt sein ($d_x \geq L_2$). Anderenfalls gelten die Anzeigen als zusammenhängend. Liegen mehr als zwei Anzeigen dicht hintereinander, so müssen sie jeweils paarweise miteinander verglichen werden und obige Bedingungen erfüllen. b) Anzeigen gleicher Breitenlage ($d_y < 5$ mm) müssen in Dickenrichtung mindestens einen Abstand d_z haben, der größer ist als die halbe Länge der längeren Anzeige, mindestens jedoch 10 mm. c) Anzeigen gleicher Tiefenlage ($d_z < 2{,}5$ mm) müssen nebeneinander einen Abstand d_y von mindestens 10 mm in Breitenrichtung haben. 

[1] Pro Meter Schweißnaht darf eine Anzeige mit ≤ 10 mm Länge die Registrierschwelle um bis zu 12 dB überschreiten. Bei der Berechnung der kumulierten Länge ist diese Anzeige mit 10 mm zu berücksichtigen.

Tabelle B-4: Bewertung der Ultraschallprüfung an Stumpfnähten

Nennwanddicke s in mm	Zulässige Länge [1] von Einzelreflektoren	Zulässige kumulierte Länge (Summe der Längen von Einzelreflektoren) je Bezugslänge [2]
$15 < s \leq 40$	≤ 25 mm, jedoch ≤ s	$\leq 1{,}5 \cdot s$
$40 < s \leq 60$	≤ 30 mm	$\leq 1{,}5 \cdot s$
$60 < s \leq 120$	≤ 40 mm	$\leq 2 \cdot s$
$s > 120$	≤ 50 mm	$\leq 2 \cdot s$

[1] Bei der Ausmessung der Länge von Reflektoren ist die Prüfkopfverschiebung bei einem Echohöhenabfall von 6 dB zur Maximalechohöhe zu bestimmen (Halbwertslänge).

[2] Die Bezugslänge beträgt 6 · s.

Tabelle B-5: Zulässige Längen registrierpflichtiger Anzeigen bei der Längsfehlerprüfung an Stumpfnähten

Anhang C

Konstruktive Gestaltung von Lastanschlagpunkten und Abgrenzung zwischen Lastanschlagpunkt und Last an einigen Beispielen

H i n w e i s :

Lastanschlagpunkt
Last

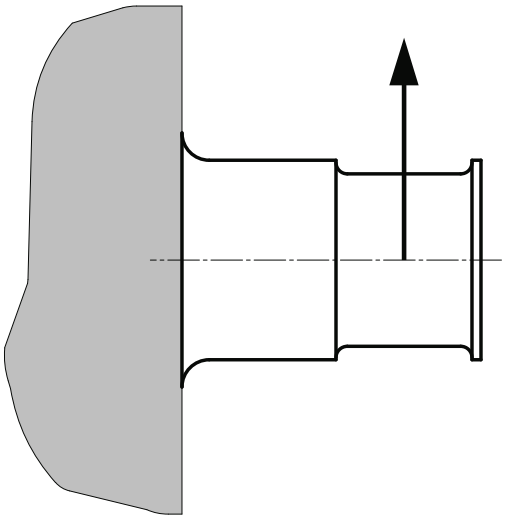
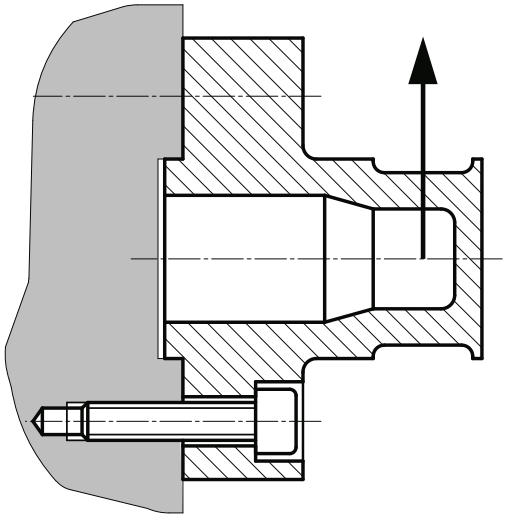


Bild C-1: Tragzapfen (als integraler Bestandteil der Last)



Das Innengewinde in der Last gehört noch zum Lastanschlagpunkt, das umgebende Volumen gehört zur Last.

Bild C-2: Tragzapfen (geschraubt)

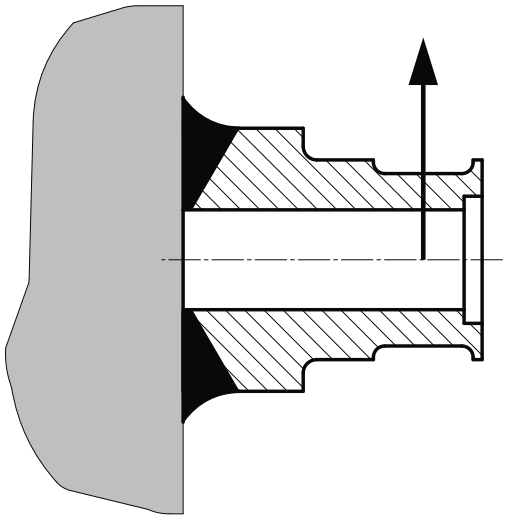
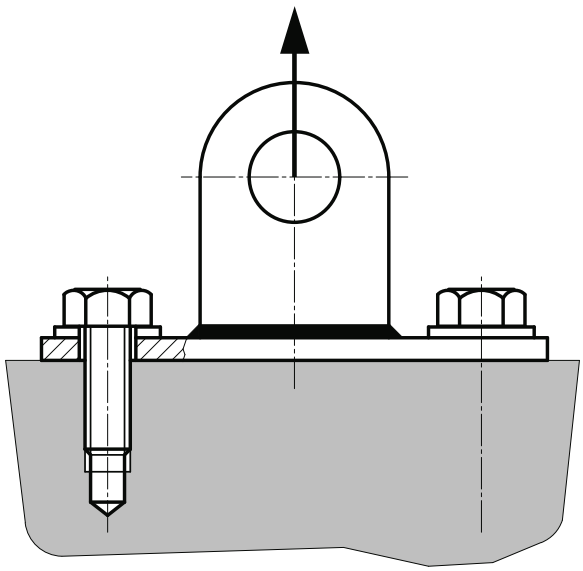


Bild C-3: Tragzapfen (geschweißt)



Das Innengewinde in der Last gehört noch zum Lastanschlagpunkt, das umgebende Volumen gehört zur Last.

Bild C-4: Tragöse (geschraubt)

H i n w e i s :

Lastanschlagpunkt
Last

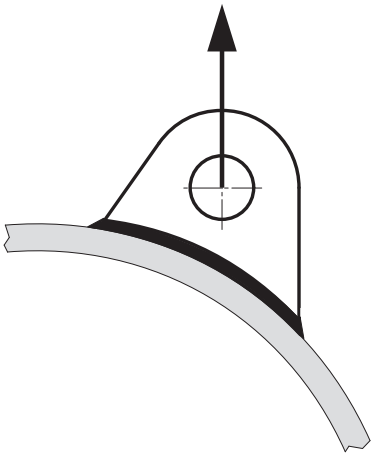


Bild C-5: Augenplatte (geschweißt)

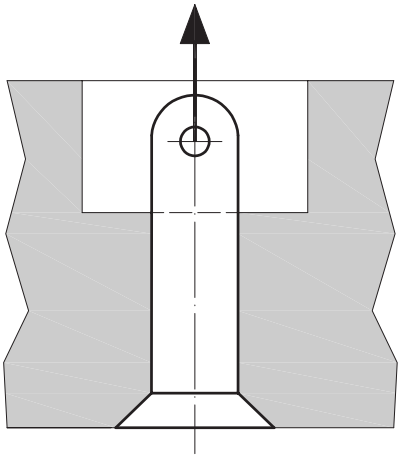


Bild C-6: Im Beton verankerter Zugstab

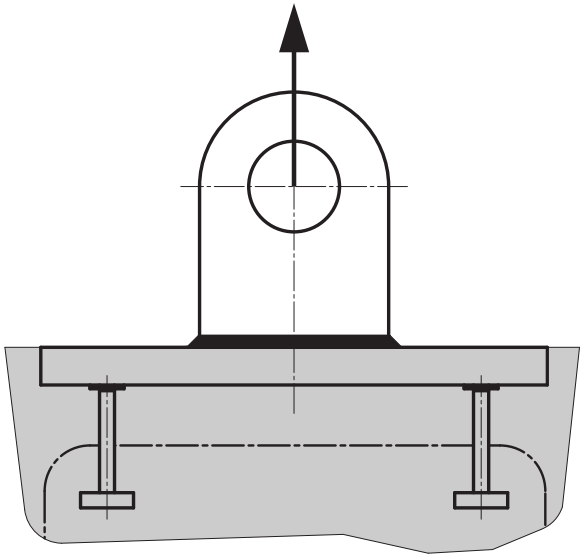


Bild C-7: Tragöse (an einer im Beton verankerten Ankerplatte mit bauaufsichtlicher Zulassung angeschweißt)

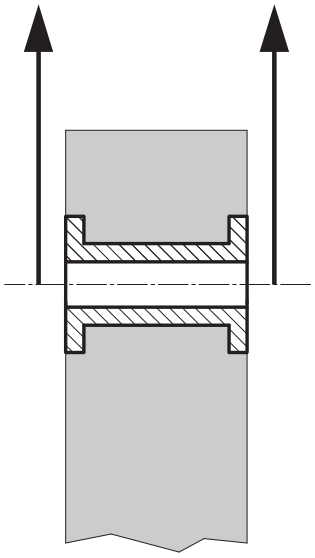


Bild C-8: Im Beton verankerte und verstärkte Durchstecköffnung für einen Bolzen

H i n w e i s :

Lastanschlagpunkt

Last

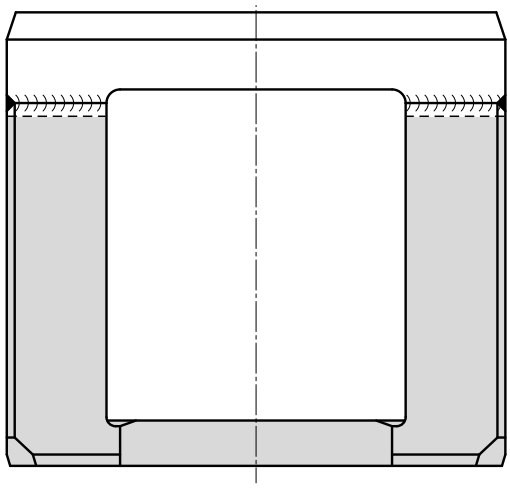


Bild C-9: Kopfstück eines Brennelementes für Druckwasserreaktoren

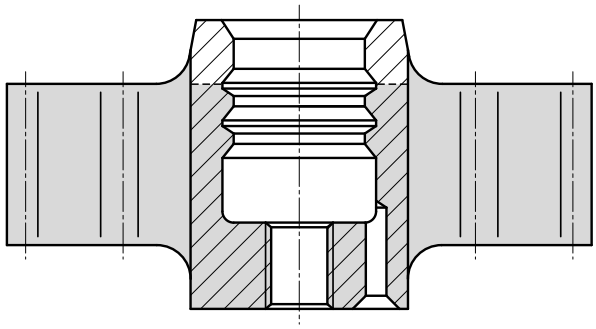


Bild C-10: Spinne eines Steuerelementes für Druckwasserreaktoren

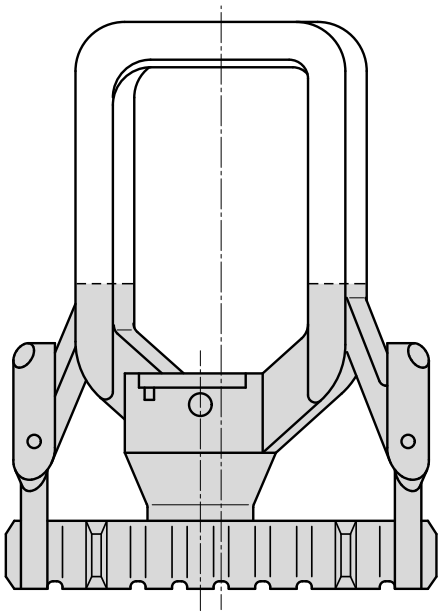


Bild C-11: Kopfstück eines Brennelementes für Siedewasserreaktoren

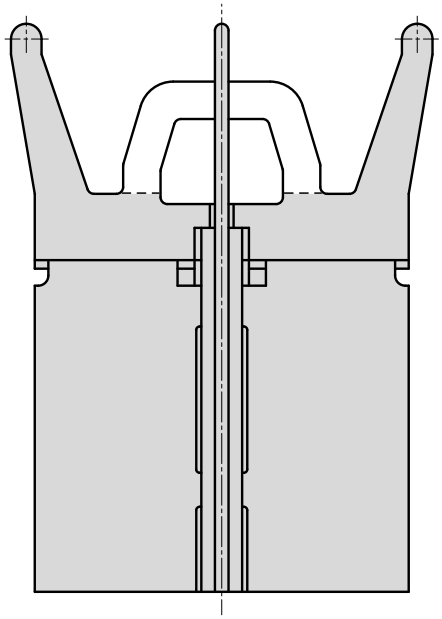


Bild C-12: Kopfstück eines Steuerstabes für Siedewasserreaktoren

Anhang D

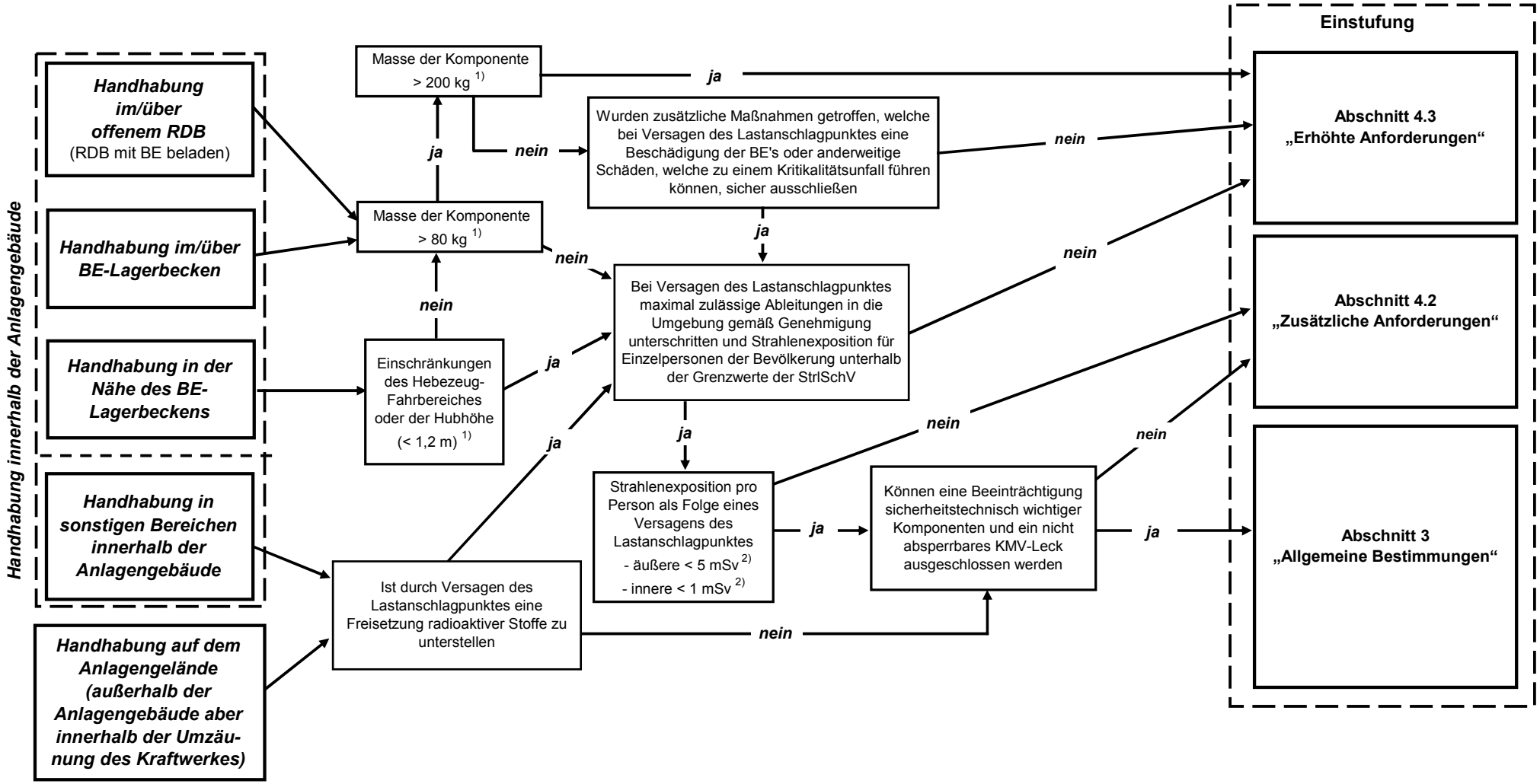
Beispiele für die Einstufung von Lastanschlagpunkten

lfd. Nr.	Komponente	Zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	Erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1	Reaktordruckbehälter (RDB)-Deckel		X
2	Spannvorrichtung für RDB-Deckelschrauben	X	
3	Schütz für separates Behälterbecken, Schütz zwischen Reaktorraum und Abstellraum sowie Schütz zwischen Brennelement-Lagerbecken und Abstellraum		X
4	Riegel über Reaktorraum und Abstellraum		X
5	Transportbehälter für bestrahlte Brennelemente		X

Tabelle D-1: Beispiele für eine DWR-Anlage

lfd.-Nr.	Komponente	Zusätzliche Anforderungen nach Abschnitt 4.2	Erhöhte Anforderungen nach Abschnitt 4.3
1	Reaktordruckbehälter (RDB)-Deckel		X
2	Spannvorrichtung für RDB-Deckelschrauben	X	
3	Abschirmriegel im Flutraum		X
4	Schütz (Schleusentor) zwischen Brennelement-Lagerbecken und Absetzbecken		X
5	Transportbehälter für bestrahlte Brennelemente		X
6	Behälter für radioaktiven Abfall, soweit dieser im Lagerbeckenbereich gehandhabt wird (z. B. Mosaik- und SAB-Behälter)		X

Tabelle D-2: Beispiele für eine SWR-Anlage



1) Die Zahlenwerte basieren auf Erfahrung. Sie stellen Orientierungswerte dar. Die Einstufung der Lastanschlagpunkte erfolgt unter Berücksichtigung der konkreten Bedingungen (u. a. Einsatzort, Komponentengeometrie) im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahrens.

2) Die Einstufung der Lastanschlagpunkte erfolgt unter Berücksichtigung der konkreten Bedingungen (u.a. Einsatzort, Häufigkeit und Dauer von Transportvorgängen) im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahrens.

Bild D-1: Beispiel für das Vorgehen bei der Einstufung von Lastanschlagpunkten

Anhang E

Bestimmungen und Literatur, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung. Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung, die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde.)

Atomgesetz (AtG)		Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 239 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
StrlSchG		Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2232) geändert worden ist
StrlSchV		Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. November 2020 (BGBl. I S. 2502) geändert worden ist
SiAnf	(2015-03)	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (SiAnf) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2)
Interpretationen	(2015-03)	Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3)
KTA 1202	(2017-11)	Anforderungen an das Prüfhandbuch
KTA 1401	(2017-11)	Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung
KTA 1404	(2013-11)	Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken
KTA 3201.2	(2017-11)	Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren; Teil 2: Auslegung, Konstruktion und Berechnung
KTA 3201.4	(2016-11)	Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren; Teil 4: Wiederkehrende Prüfungen und Betriebsüberwachung
KTA 3204	(2017-11)	Reaktordruckbehälter-Einbauten
KTA 3604	(2005-11)	Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken
KTA 3902	(2020-12)	Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken
DIN EN ISO 683-1	(2018-09)	Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle - Teil 1: Unlegierte Vergütungsstähle (ISO 683-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 683-1:2018
DIN EN ISO 683-2	(2018-09)	Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle - Teil 2: Legierte Vergütungsstähle (ISO 683-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO 683-2:2018
DIN EN 818-4	(2008-12)	Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke - Sicherheit - Teil 4: Anschlagketten - Güteklasse 8; Deutsche Fassung EN 818-4:1996+A1:2008
DIN EN ISO 898-1	(2013-05)	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen - Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 898-1:2013
DIN EN ISO 898-2	(2012-08)	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen - Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 898-2:2012
DIN ISO 965-2	(1999-11)	Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung - Toleranzen - Teil 2: Grenzmaße für Außen- und Innengewinde allgemeiner Anwendung; Toleranzklasse mittel (ISO 965-2:1998) (Berichtigung 2017-03)
DIN EN 1090-2	(2018-09)	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2018
DIN EN 1990	(2010-12)	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010
DIN EN 1990/NA	(2010-12)	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung / einschließlich Änderung A1 (2012-08)
DIN EN 1991-1-1	(2010-12)	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009
DIN EN 1991-1-1/NA	(2010-12)	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau / einschließlich Änderung A1 (2015-05)

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 / einschließlich Änderung A1 (2015-03)
DIN EN 1992-1-1/NA	(2011-01)	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau / einschließlich Änderung A1 (2015-05)
DIN EN ISO 2400	(2013-01)	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 1 (ISO 2400:2012); Deutsche Fassung EN ISO 2400:2012
DIN EN ISO 3059	(2013-03)	Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringprüfung und Magnetpulverprüfung - Betrachtungsbedingungen (ISO 3059:2012); Deutsche Fassung EN ISO 3059:2012
DIN EN ISO 3269	(2020-01)	Mechanische Verbindungselemente - Annahmeprüfung (ISO 3269:2019); Deutsche Fassung EN ISO 3269:2019
DIN EN ISO 3452-1	(2014-09)	Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringprüfung - Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1:2013, korrigierte Fassung 2014-05-01); Deutsche Fassung EN ISO 3452-1:2013
DIN EN ISO 3452-2	(2014-03)	Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringprüfung - Teil 2: Prüfung von Eindringprüfmitteln (ISO 3452-2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 3452-2:2013
DIN EN ISO 3452-3	(2014-03)	Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringprüfung - Teil 3: Kontrollkörper (ISO 3452-3:2013); Deutsche Fassung EN ISO 3452-3:2013
DIN EN ISO 3506-1	(2010-04)	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen - Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 3506-1:2009
DIN EN ISO 3506-2	(2010-04)	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen - Teil 2: Muttern (ISO 3506-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 3506-2:2009
DIN EN ISO 3651-2	(1998-08)	Ermittlung der Beständigkeit nichtrostender Stähle gegen interkristalline Korrosion - Teil 2: Nichtrostende austenitische und ferritisch-austenitische (Duplex)-Stähle; Korrosionsversuch in schwefelsäurehaltigen Medien (ISO 3651-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 3651-2:1998
DIN EN ISO 4042	(2018-11)	Verbindungselemente - Galvanisch aufgebrachte Überzugsysteme (ISO 4042:2018); Deutsche Fassung EN ISO 4042:2018
DIN EN ISO 4287	(2010-07)	Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren - Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997 + Cor 1:1998 + Cor 2:2005 + Amd 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 4287:1998 + AC:2008 + A1:2009
DIN EN ISO 5817	(2014-06)	Schweißen - Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) - Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014); Deutsche Fassung EN ISO 5817:2014
DIN EN ISO 6157-2	(2004-10)	Verbindungselemente - Oberflächenfehler - Teil 2: Muttern (ISO 6157-2:1995); Deutsche Fassung EN ISO 6157-2:2004
DIN EN ISO 6892-1	(2017-02)	Metallische Werkstoffe - Zugversuch - Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016
DIN EN ISO 7963	(2010-12)	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 2 (ISO 7963:2006); Deutsche Fassung EN ISO 7963:2010
DIN EN ISO 9712	(2012-12)	Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712:2012); Deutsche Fassung EN ISO 9712:2012
DIN EN ISO 9934-1	(2017-03)	Zerstörungsfreie Prüfung - Magnetpulverprüfung - Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 9934-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 9934-1:2016
DIN EN ISO 9934-2	(2015-12)	Zerstörungsfreie Prüfung - Magnetpulverprüfung - Teil 2: Prüfmittel (ISO 9934-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 9934-2:2015
DIN EN ISO 9934-3	(2015-12)	Zerstörungsfreie Prüfung - Magnetpulverprüfung - Teil 3: Geräte (ISO 9934-3:2015); Deutsche Fassung EN ISO 9934-3:2015
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	(2019-10)	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2019
DIN EN 10028-7	(2016-10)	Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen - Teil 7: Nichtrostende Stähle; Deutsche Fassung EN 10028-7:2016
DIN EN 10088-2	(2014-12)	Nichtrostende Stähle - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10088-2:2014
DIN EN 10088-3	(2014-12)	Nichtrostende Stähle - Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10088-3:2014

DIN EN 10160	(1999-09)	Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus Stahl mit einer Dicke größer oder gleich 6 mm (Reflexionsverfahren); Deutsche Fassung EN 10160:1999
DIN EN 10164	(2018-12)	Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche - Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10164:2018
DIN EN 10204	(2005-01)	Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10204:2004
DIN EN 10210-1	(2006-07)	Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen - Teil 1: Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10210-1:2006
DIN EN 10216-1	(2014-03)	Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur; Deutsche Fassung EN 10216-1:2013
DIN EN 10216-5	(2014-03)	Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 5: Rohre aus nichtrostenden Stählen; Deutsche Fassung EN 10216-5:2013 (Berichtigung 2015-01)
DIN EN 10217-1	(2005-04)	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur; Deutsche Fassung EN 10217-1:2002 + A1:2005
DIN EN 10217-7	(2015-01)	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 7: Rohre aus nichtrostenden Stählen; Deutsche Fassung EN 10217-7:2014
DIN EN 10222-1	(2017-06)	Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter - Teil 1: Allgemeine Anforderungen an Freiformschmiedestücke (enthält Änderung A1:2002); Deutsche Fassung EN 10222-1:2017
DIN EN 10222-4	(2017-06)	Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter - Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze; Deutsche Fassung EN 10222-4:2017
DIN EN 10222-5	(2017-06)	Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter - Teil 5: Martensitische, austenitische und austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle; Deutsche Fassung EN 10222-5:2017
DIN EN 10228-1	(2016-10)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl - Teil 1: Magnetpulverprüfung; Deutsche Fassung EN 10228-1:2016
DIN EN 10228-2	(2016-10)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl - Teil 2: Eindringprüfung; Deutsche Fassung EN 10228-2:2016
DIN EN 10228-3	(2016-10)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl - Teil 3: Ultraschallprüfung von Schmiedestücken aus ferritischem oder martensitischem Stahl; Deutsche Fassung EN 10228-3:2016
DIN EN 10228-4	(2016-10)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl - Teil 4: Ultraschallprüfung von Schmiedestücken aus austenitischem und austenitisch-ferritischem nichtrostendem Stahl; Deutsche Fassung EN 10228-4:2016
DIN EN 10250-1	(1999-12)	Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 10250-1:1999
DIN EN 10250-2	(1999-12)	Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung - Teil 2: Unlegierte Qualitäts- und Edelstähle; Deutsche Fassung EN 10250-2:1999
DIN EN 10250-4	(2000-02)	Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung - Teil 4: Nichtrostende Stähle; Deutsche Fassung EN 10250-4:1999 (Berichtigung 2008-12)
DIN EN 10269	(2014-02)	Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen; Deutsche Fassung EN 10269:2013
DIN EN 10272	(2016-10)	Stäbe aus nichtrostendem Stahl für Druckbehälter; Deutsche Fassung EN 10272:2016
DIN EN 10307	(2002-03)	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus austenitischem und austenitisch-ferritischem nichtrostendem Stahl ab 6 mm Dicke (Reflexionsverfahren); Deutsche Fassung EN 10307:2001
DIN EN 10308	(2002-03)	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung von Stäben aus Stahl; Deutsche Fassung EN 10308:2001
DIN EN ISO 10675-1	(2017-04)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 10675-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 10675-1:2016
DIN EN ISO 10684	(2011-09)	Verbindungselemente - Feuerverzinkung (ISO 10684:2004 + Cor. 1:2008); Deutsche Fassung EN ISO 10684:2004 + AC:2009
DIN EN ISO 11666	(2018-05)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Ultraschallprüfung - Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666:2018); Deutsche Fassung EN ISO 11666:2018
DIN EN 13001-1	(2015-06)	Krane - Konstruktion allgemein - Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13001-1:2015
DIN EN 13001-2	(2014-12)	Kransicherheit - Konstruktion allgemein - Teil 2: Lasteinwirkungen; Deutsche Fassung EN 13001-2:2014

DIN EN 13001-3-1	(2019-03)	Krane - Konstruktion allgemein - Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 13001-3-1:2012+A2:2018
DIN EN 13018	(2016-06)	Zerstörungsfreie Prüfung - Sichtprüfung - Allgemeine Grundlagen; Deutsche Fassung EN 13018:2016
DIN EN 13414-1	(2020-03)	Anschlagseile aus Stahldrahtseilen - Sicherheit - Teil 1: Anschlagseile für allgemeine Hebezwecke; Deutsche Fassung EN 13414-1:2003+A2:2008
DIN EN 13414-2	(2009-02)	Anschlagseile aus Stahldrahtseilen - Sicherheit - Teil 2: Vom Hersteller zu liefernde Informationen für Gebrauch und Instandhaltung; Deutsche Fassung EN 13414-2:2003+A2:2008
DIN EN ISO 13919-1	(2020-03)	Elektronen- und Laserstrahl-Schweißverbindungen - Anforderungen und Empfehlungen für Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten - Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 13919-1:2019); Deutsche Fassung EN ISO 13919-1:2019
DIN 15018-1	(1984-11)	Krane; Grundsätze für Stahltragwerke, Teil 1: Berechnung
DIN 15018-2	(1984-11)	Krane; Stahltragwerke, Teil 2: Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung
DIN EN ISO 15614-1	(2017-12)	Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe - Schweißverfahrensprüfung - Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 15614-1:2017
DIN EN ISO 16811	(2014-06)	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung (ISO 16811:2012); Deutsche Fassung EN ISO 16811:2014
DIN EN ISO 17636-1	(2013-05)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 17636-1:2013
DIN EN ISO 17637	(2017-04)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17637:2016
DIN EN ISO 17640	(2019-02)	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Ultraschallprüfung - Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2018); Deutsche Fassung EN ISO 17640:2018
DIN 18800-7	(2008-11)	Stahlbauten - Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation
DIN EN ISO 19232-1	(2013-12)	Zerstörungsfreie Prüfung - Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen - Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper (ISO 19232-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 19232-1:2013
DIN 25449	(2016-04)	Bauteile aus Stahl- und Spannbeton in kerntechnischen Anlagen - Sicherheitskonzept, Einwirkungen, Bemessung und Konstruktion
DIN EN 26157-1	(1991-12)	Verbindungselemente; Oberflächenfehler; Schrauben für allgemeine Anforderungen (ISO 6157-1:1988); Deutsche Fassung EN 26157-1:1991
DIN EN 26157-3	(1991-12)	Verbindungselemente; Oberflächenfehler; Schrauben für spezielle Anforderungen (ISO 6157-3:1988); Deutsche Fassung EN 26157-3:1991
SEW 550	(1976-08)	Stähle für größere Schmiedestücke, Gütevorschriften
VDI 2230 Blatt 1	(2015-11)	Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen - Zylindrische Einschraubenverbindungen
VdTÜV MB 1153	(2017-12)	Schweißtechnik; Richtlinien für die Eignungsprüfung von Schweißzusätzen
VdTÜV MB 1253/1		Werkstoffe; Liste der vom TÜV anerkannten Hersteller von Werkstoffen *(Anzuwenden ist jeweils die neueste Ausgabe des VdTÜV)*
VdTÜV MB 1253/4		Liste der vom TÜV anerkannten Schrauben- und Mutternhersteller (-bearbeiter) mit Verzicht auf eine Prüfbescheinigung entsprechend DIN EN 10204 *(Anzuwenden ist jeweils die neueste Ausgabe des VdTÜV)*
ASTM B352/B352M	(2017)	Standard Specification for Zirconium and Zirconium Alloy Sheet, Strip, and Plate for Nuclear Application, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017
ASTM E8/E8M	(2016)	Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016
ASTM G2/G2M	(2019)	Standard Test Method for Corrosion Testing of Products of Zirconium, Hafnium, and Their Alloys in Water at 680 °F [360 °C] or in Steam at 750 °F [400 °C], ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019
BAM-GGR 012	(2020-12)	Leitlinie zur Berechnung der Deckelsysteme und Lastanschlagsysteme von Transportbehältern für radioaktive Stoffe

Literatur

[1] Niemann, G. et al.
Maschinenelemente Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen; Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 2005, 4. Auflage

[2] Hähnchen, R.
Dauerfestigkeit für Stahl- und Gußeisen, Carl Hanser Verlag, München 1963

[3] Decker, K.-H.
Maschinenelemente, Carl Hanser Verlag, München 1982

[4] Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsrechnung; Empfehlung zur Lebensdauerabschätzung von Maschinenbauteilen, 4. Auflage, Herausgegeben vom Verein zur Förderung der Forschung und der Anwendung von Betriebsfestigkeits-Kenntnissen in der Eisenhüttenindustrie (VBFEh) im Stahlinstitut VDEh, bearbeitet von H. Gudehus und H. Zenner, Düsseldorf 1999

[5] DIN-Fachbericht „Berechnungsgrundsätze für Triebwerke in Hebezeugen“, 1. Auflage 1982, Herausgegeben vom Normenausschuss Maschinenbau, Fachbereich Fördertechnik im DIN

[6] Bork, C.-P., Hackbarth, A., Wohler, H.
Schwingfestigkeitsuntersuchungen an geschweißten Proben aus austenitischen Stählen im Hinblick auf Lastanschlagpunkte in Kernkraftwerken, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, Januar 1993 (auch veröffentlicht als Bandnummer BMU-1993-385 in der Schriftenreihe „Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

[7] Bork, C.-P., Ernsberger M.
Schwingfestigkeitsuntersuchungen an geschweißten Proben aus austenitischen Stählen in Kernkraftwerken zur Festlegung von Kennwerten im Regelwerk“, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, März 2003

[8] Richtlinie für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben,
gemeinsam herausgegeben von: Deutscher Schraubenverband e.V. und Gemeinschaftsausschuss Verzinken e.V., Stand Juli 2009,

Anhang F (informativ)

Änderungen gegenüber der Fassung 2012-11 und Erläuterungen

(1) Der Abschnitt „Grundlagen“ wurde in Absatz 1 an die für alle KTA-Regeln einheitliche Formulierung angepasst und im Absatz 2 um die „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) sowie den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ ergänzt.

(2) Die Anforderungen an die Auslegung, konstruktive Gestaltung und Berechnung in Abschnitt 5 wurden um Festlegungen ergänzt, die alternativ zur bisher auf DIN 15018-1 und DIN 15018-2 basierenden Auslegung nach dem globalen Sicherheitskonzept eine Auslegung von Stahlbauteilen nach der auf dem Teilsicherheitskonzept basierenden Normenreihe DIN EN 13001 ermöglichen. Die bei Anwendung der Normenreihe DIN EN 13001 einzuhaltenden Anforderungen (z.B. zum anzuwendenden Dynamikbeiwert) wurden übereinstimmend mit den in KTA 3902 und KTA 3903 neu aufgenommenen Anforderungen so festgelegt, dass in der gesamten Lastkette ein annähernd gleiches Sicherheitsniveau wie mit den bisherigen Regelungen in KTA 3902/3903/3905 sichergestellt wird. Im Einzelnen wurden folgende Änderungen in KTA 3905 aufgenommen:

a) Zwecks Anpassung an die in den aktuellen Normen verwendeten Begriffe wurde der Begriff „Allgemeiner Spannungsnachweis“ in der gesamten Regel durch den Begriff „Nachweis der statischen Festigkeit“ und der Begriff „Betriebsfestigkeitsnachweis“ - soweit zutreffend - durch den Begriff „Nachweis der Ermüdungsfestigkeit“ ersetzt. In den Abschnitten 5.1 und 5.2 wurde außerdem der Begriff „Hublastbeiwert“ durch den in DIN EN 13001 verwendeten Begriff „Dynamikbeiwert“ ergänzt.

b) In den Abschnitten 5.1, 5.2 und 5.8 wurden Anforderungen zur Auslegung von Lastanschlagpunkten basierend auf der Normenreihe DIN EN 13001 neu aufgenommen.

   Hierbei wurde die Anwendung der Normenreihe DIN EN 13001 bei austenitischen Stählen auf Fälle beschränkt, wenn nach den Festlegungen in DIN EN 13001-3-1 Abschnitt 6.3.3 auf einen Nachweis der Ermüdungsfestigkeit verzichtet werden darf. Diese Einschränkung ist notwendig, weil die Normenfassung 2019-03 der DIN EN 13001-3-1 erstmals auch für austenitische Stähle nach DIN EN 10088-2 gilt, diese Norm beim Nachweis der Ermüdungsfestigkeit jedoch nicht zwischen ferritischen und austenitischen Stählen unterscheidet. Die Anwendbarkeit des Ermüdungsfestigkeitsnachweises nach DIN EN 13001-3-1 auf austenitische Stähle im Anwendungsbereich der KTA 3905 konnte bislang nicht in ausreichendem Maß verifiziert werden. Bei Bedarf sind für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit austenitischer Stahlbauteile im Anwendungsbereich der KTA 3905, die nach DIN EN 13001-3-1 ausgelegt werden, Festlegungen im Einzelfall zu treffen.

   Die Abschnitte 5.3 bis 5.7 wurden nicht durch Festlegungen zur Anwendung des Teilsicherheitskonzepts ergänzt, da

   ba) für Tragzapfen, Bolzen, Zugstangen und ähnliche Bauteile (Abschnitt 5.3) keine ausreichende Normenbasis vorhanden ist,

   bb) Schraubenverbindungen (Abschnitt 5.4) im Anwendungsbereich der KTA 3905 ausschließlich basierend auf VDI 2230 Blatt 1 auszulegen sind,

   bc) die Lasteinleitung in Betonbauteile (Abschnitt 5.5) und Kernbauteile (Abschnitt 5.7) nicht in den Anwendungsbereich der Normenreihe DIN EN 13001 fallen und

   bd) Seile und Ketten (Abschnitt 5.6) im Anwendungsbereich der KTA 3905 nicht als Lastanschlagpunkte zulässig sind.

(3) Im Abschnitt 5 wurden außerdem folgende Änderungen vorgenommen:

a) Da auch Elektronen- und Laserstrahlschweißen erlaubt ist, wurde in 5.1.5.1 (7) zusätzlich zu DIN EN ISO 5817 die Norm DIN EN ISO 13919-1 als Bewertungsgrundlage für die Schweißnähte aufgenommen.

b) Die bisher nur im Abschnitt 5.4.2.2 (2) enthaltene Regelung für Schrauben nach WPB 14 wurde auch in den Abschnitt 5.4.1.2 (2) übernommen, da sie auch für Lastanschlagpunkte nach Abschnitt 4.2 gilt.

c) In den Gleichungen 5.4-2 und 5.4-3 wurden Fehlerkorrekturen vorgenommen.

d) Im Abschnitt 5.8 „Nachweisführung bei Anwendung der Finite-Elemente-Methode“ wurden

   da) in den Abschnitten 5.8.2.1 (5) bis (7) einige der Klarstellung dienende Änderungen und Präzisierungen vorgenommen,

   db) die im Abschnitt 5.8.2.1 (7) c) festgelegten Fließspannungswerte so angepasst, dass sie bei ausschließlicher Bezugnahme auf $R_{p0,2}$ den in KTA 3201.2 festgelegten Werten entsprechen, wonach

   - im Lastfall H der Wert $\sigma_F = 1{,}50 \cdot S_m$
   - im Lastfall HZ der Wert $\sigma_F = 1{,}65 \cdot S_m$
   - im Lastfall HS der Wert $\sigma_F = 1{,}80 \cdot S_m$

   zu verwenden ist und die spezifizierte Belastung jeweils 67 % des Wertes der unteren Grenztraglast gemäß KTA 3201.2 Abschnitt 7.7.4.1 nicht überschritten werden darf.

   dc) im neuen Abschnitt 5.8.3 Festlegungen ergänzt, die übereinstimmend mit den Festlegungen in Abschnitt B 3.3 der KTA 3902 eine Spannungsabsicherung bei Verwendung des Teilsicherheitskonzepts nach DIN EN 13001-3-1 ermöglichen.

Es wurde diskutiert, ob die Festlegungen zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Schraubverbindungen im Abschnitt 5.4.1.3 präzisiert werden müssen, weil die dem Nachweis zugrunde liegende VDI 2230 Blatt 1 keine Vorgaben für den Bereich von weniger als 10^4 Spannungsspielen enthält. Nach ausführlicher Erörterung des Sachverhalts wurde aus folgenden Gründen keine Änderung der Festlegungen im Abschnitt 5.4.1.3 vorgenommen:

- Bei mehrfach angezogenen Schraubverbindungen können infolge der wiederholten Anziehvorgänge Spannungsamplituden auftreten, die den zulässigen Schwingfestigkeitswert bei $N_z = 10^4$ nach VDI 2230 Blatt 1 unter Beachtung der Sicherheiten der KTA 3905 überschreiten.
- Die in KTA 3905 festgelegten Anforderungen an die Bemessung von Schraubverbindungen (siehe Abschnitt 5.4.1.2) und die gegenüber VDI 2230 Blatt 1 erhöhten Sicherheiten für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit führen zu einer sicherheitstechnisch unbedenklichen Auslegung der Schraubverbindungen, bei der die erforderliche Vorsorge gegen Schäden im Allgemeinen auch bei einer (geringen) Anzahl von Lastwechseln infolge von Demontage- und Remontagevorgängen sichergestellt ist.
- Die Erörterung des Sachverhalts ergab keine Hinweise auf sicherheitstechnische Defizite bei bestehenden Schraubverbindungen, die gemäß den Festlegungen in KTA 3905 ausgelegt wurden, aus denen sich ergäbe, dass die erforderliche Vorsorge gegen Schäden nicht sichergestellt wäre.

Für Sonderfälle der Schraubenauslegung wurde empfohlen, die Zulässigkeit der Extrapolation der Wöhlerlinie, gegebenenfalls

unter Berücksichtigung von Sicherheiten in der Nachweisführung, zu überprüfen, sofern die Spannungsamplitude aus Anziehvorgängen den zulässigen Schwingfestigkeitswert bei $N_z = 10^4$ nach VDI 2230 Blatt 1 überschreitet.

(4) Im Abschnitt 6 „Werkstoffe“ wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Die bisher mit Bezug auf DIN 18800-7 formulierten Anforderungen an Korrosionsschutzüberzüge von ferritischen Schrauben und Muttern wurden basierend auf den Festlegungen in DIN EN 1993-1-8/NA und in der neuen Norm DIN EN ISO 4042:2018-11, in der u.a. neueste Erkenntnisse über Wasserstoffversprödung und über Schutzmaßnahmen berücksichtigt sind, aktualisiert.

b) Für feuerverzinkte Verbindungselemente, für die in DIN 18800-7 eine Herstellung gemäß DSV-GAV-Richtlinie gefordert war, wurde entsprechend dem Stand der Normung die Anwendung der nun zur Verfügung stehenden Norm DIN EN ISO 10684 und der aktuellen DSV-GAV-Richtlinie für die Herstellung feuerverzinkter Schrauben festgelegt.

c) Die bisher im Abschnitt 6.2.2 enthaltene Regelung zur Anwendung von Abnahmeprüfzeugnissen nach DIN EN 10204 in der Ausgabe 1995-08 wurde gestrichen, da für neue Fertigungen nur DIN EN 10204 in der Ausgabe 2005-01 zur Anwendung kommt. Dessen ungeachtet werden bei Verwendung von Lagermaterial nach Prüfung im Einzelfall weiterhin

   ca) anstelle eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 (2005-01) auch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1.B nach DIN EN 10204 (1995-08) anerkannt,

   cb) anstelle eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.2 nach DIN EN 10204 (2005-01) auch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1.C nach DIN EN 10204 (1995-08) anerkannt.

d) Die bisher nicht eindeutigen Festlegungen zum Umstempeln im Abschnitt 6.4 wurden präzisiert und an die Festlegungen in anderen KTA-Regeln angepasst (siehe z. B. Abschnitt 6.4 der KTA 3903, Abschnitt 9.1.2 der KTA 3211.3).

(5) Im Abschnitt 7 „Vorprüfung“ wurde

a) im Abschnitt 7.1.1.1 a) ergänzt, dass bei Zertifizierung zum Schweißen nach DIN EN 1090-2 die Ausführungsklasse der Schweißnähte im Auslegungsdatenblatt anzugeben ist,

b) in den Abschnitten 7.1.1.5 und 7.1.2.4 die Qualifikation der Bediener ergänzt, da sowohl manuelles als auch automatisches Schweißen erlaubt ist.

(6) Im Abschnitt 8 „Bauprüfung“ wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Im Abschnitt 8.1 (1) b) wurde der Eignungsnachweis zum Schweißen um Anforderungen ergänzt, die eine Zertifizierung nach DIN EN 1090-2 zulassen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass Lastanschlagpunkte im Anwendungsbereich der KTA 3905 stets dynamisch beansprucht sind, so dass die Anwendung der Ausführungsklasse EXC4 sachgerecht ist. Mit der gewählten Anforderung soll sichergestellt werden, dass der Hersteller in der Lage ist, die Ausführungsklasse EXC4 herzustellen.

b) Da sowohl manuelles als auch automatisches Schweißen erlaubt ist, wurde in 8.1 (1) c) die Prüfbescheinigung der Bediener vollmechanischer und automatischer Schweißeinrichtungen ergänzt.

c) In 8.1 (1) d) wurde klargestellt, dass für die Prüfaufsichten und Prüfer für zerstörungsfreie Prüfungen die Anforderungen gemäß B 2.1 gelten.

(7) Im Abschnitt 10 „Wiederkehrende Prüfungen“ wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Im Abschnitt 10.1.3 (2) wurde die Festlegung zum Prüfzeitpunkt, falls Lastanschlagpunkte längere Zeit nicht benutzt werden, präzisiert.

b) Im Abschnitt 10.1.4 wurde der Begriff „Ungänze“ durch den in aktuellen Normen zur Sichtprüfung verwendeten Begriff „Auffälligkeit“ ersetzt.

c) Die Formulierung im Abschnitt 10.1.5 wurde übereinstimmend mit KTA 3903 vereinfacht.

(8) Die in Tabelle 8-1 (lfd. Nr. k), Tabelle 9-1 (lfd. Nr. 1 f) und Tabelle 10-1 (lfd. Nr. 1 c) bisher unter Bezugnahme auf DIN 18800-7 formulierten Anforderungen zum Anzugsmoment und zur Ausführung vorgespannter Schraubenverbindungen wurden so überarbeitet, dass die Festlegungen in den Vorprüfunterlagen maßgebend sind.

(9) Bei fabrikneuen Transport- und Lagerbehältern wäre es nicht sachgerecht, bereits nach 3 Jahren eine vollständige wiederkehrende Prüfung der Lastanschlagpunkte durchzuführen. Sofern der Behälter ordnungsgemäß konserviert und gelagert wird, sind keine unzulässigen Alterungseffekte zu erwarten. Mit der neuen Fußnote 4 in Tabelle 10-1 wurde für die Lastanschlagpunkte an fabrikneuen Behältern ein sicherheitstechnisch sinnvoller Prüfumfang festgelegt.

(10) Zur Vermeidung von Missverständnissen wurde die Festlegung zum Entfall der Vorprüfung in 11.1 (8) präzisiert.

(11) Die Werkstoffprüfblätter (WPB) im Anhang A wurden umfassend überarbeitet, um sie an den aktuellen Stand der Normen anzupassen. In allen Werkstoffprüfblättern sind die Fußnoten zur Verwendung von Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204 (1995-08) entfallen (siehe die Erläuterung unter (4) c). Außerdem wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) In den Werkstoffprüfblättern WPB 8 und WPB 9 wurde die Fußnote 2 an das VdTÜV Werkstoffblatt 418 angepasst. Dieses Werkstoffblatt sieht für den Werkstoff 1.4462 für den IK-Test die Verfahren C und die Wärmebehandlung T1 vor.

b) In den Werkstoffprüfblättern 12 und 14 wurden Anforderungen an die Korrosionsschutzüberzüge ferritischer Schrauben und die entsprechende Nachweisbelegung zusätzlich aufgenommen.

(12) Der Anhang B „Zerstörungsfreie Prüfungen“ wurde basierend auf den aktuellen Normen überarbeitet. Dabei wurden neben einer Anpassung an die aktuellen Normen im Wesentlichen folgende Änderungen vorgenommen:

a) Im Abschnitt B 3.2 wurden einige Vereinfachungen und Präzisierungen vorgenommen, die sich aus den aktuellen Fassungen der zugrunde gelegten Normen ergaben. Hierbei wurden weitestgehend gleichlautende Formulierungen wie in anderen Regeln des KTA (z. B. KTA 3211.1, KTA 3211.3) verwendet.

b) Die Festlegungen zur Ultraschallprüfung von Erzeugnisformen im Abschnitt B 3.4.2 wurden übereinstimmend mit den Festlegung in KTA 3205.1 (2017-11) aktualisiert und basierend auf den Normen DIN EN 10228-3, DIN EN 10228-4 und DIN EN 10308 festgelegt. Hierbei konnte auf Festlegungen zur Anpassung des Prüfkopfes an gekrümmte Oberflächen (einschließlich des bisherigen Bildes B-1) verzichtet werden, da DIN EN ISO 16811 hierzu ausreichende Anforderungen enthält.

c) Die Festlegungen für die Oberflächenprüfung an Stäben im Abschnitt B 4.1.1 wurden unter Bezugnahme auf DIN EN 10228-1 und DIN EN 10228-2 an den aktuellen Stand der Normen angepasst. Mit der jetzt festgelegten Qualitätsklasse 4 werden dieselben Anforderungen gestellt wie sie in KTA 3205.1 für Stäbe und in KTA 3211.1 für Stäbe und Schmiedestücke festgelegt sind.

d) Die Anforderungen an die Durchführung und Bewertung der Ultraschallprüfung an ferritischen Stäben (Abschnitt B 4.1.2) wurden durch Übernahme der zutreffenden Festlegungen aus Abschnitt B 4.1.2 der Regel KTA 3205.1 (2017-11) und

Abschnitt 11.4.3.3.1 der Regel KTA 3211.1 (2017-11) aktualisiert und basierend auf DIN EN 10228-3 und DIN EN 10308 festgelegt. Als Folge sind die bisherigen Tabellen B-1, B-3 und B-4 entfallen.

e) In Tabelle B-1 (bisherige Tabelle B-2) wurde der Titel zwecks Anpassung an den Regeltext in „Bolzen und Tragzapfen“ geändert. Die für Bolzen und Tragzapfen nicht zutreffenden Einschallpositionen 4 und 5 wurden gestrichen.

f) Die Anforderungen an die Durchführung und Bewertung der Ultraschallprüfung an austenitischen Stäben wurden durch Übernahme der zutreffenden Festlegungen aus Abschnitt B 5.2.4 der Regel KTA 3205.1 (2017-11) aktualisiert. Mit den angegebenen Qualitätsklassen wird entsprechend den Festlegungen in DIN EN 10228-4 zur Klasseneinteilung eine Prüfempfindlichkeit sichergestellt, die bei Schmiedestückdicken bis 75 mm einer Registrierschwelle von KSR 3 und bei mehr als 75 mm einer Registrierschwelle von KSR 5 entspricht.

g) In B 6.3.2 und B 7.3.2 wurde zusätzlich zu DIN EN ISO 5817 die Norm DIN EN ISO 13919-1 als Bewertungsgrundlage für die Schweißnähte aufgenommen, da auch Elektronen- und Laserstrahlschweißen erlaubt ist.

(13) In den Bildern C-2 und C-4 wurde klargestellt, dass bei geschraubten Lastanschlagpunkten das Innengewinde in der Last noch zum Lastanschlagpunkt gehört.

(14) Der Anhang E „Bestimmungen und Literatur, auf die in dieser Regel verwiesen wird“ wurde insgesamt aktualisiert und an die im Regeltext verwendeten Bestimmungen angepasst.