

Die DIN EN ISO 16708: Neuer Standard für Hochdruckleitungen. Wird Probabilistik Pflicht?

Von Christian Veenker

Weltweit wird in allen Vorschriften für die Konstruktion und sicherheitstechnische Auslegung von Tragwerken das deterministische Prinzip angewandt. Bei diesem Prinzip werden alle Sicherheitszahlen, Konstruktionsregeln und andere Vorschriften festgelegt, woraus sich auch der Name dieses Prinzips ableitet. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass in aller Regel mit einfachem Formelwerk, das zügig und sicher angewandt werden kann, eine Konstruktion erreicht wird, die in üblichen Lebensdauer- und Belastungsprozessen ausreichend sicher ist.

Das in diesen Vorschriften enthaltene Sicherheitskonzept ist im Allgemeinen aus Erfahrungen entstanden und der dazugehörige Prozess ist in Bild 1 aufgezeigt.

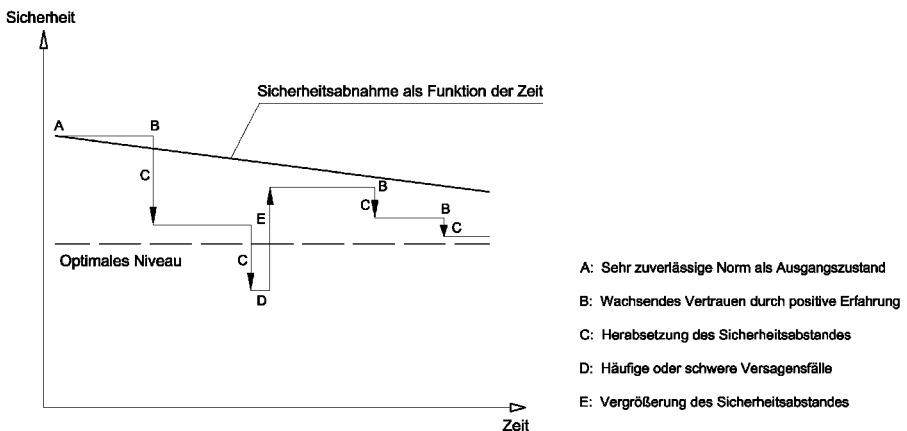


Bild 1: Zeitliche Annäherung an ein optimales Zuverlässigkeitsniveau

Wenn hinreichend lange die Erfahrung gemacht wird, dass in bestimmten Konstruktionsbereichen keine Unfälle geschehen und in Berechnungen oder Erfahrungen (z. B. Ausland) der Hinweis enthalten ist, dass Tragreserven vorhanden sind, so werden die Sicherheitsforderungen herabgesetzt. Nach spektakulären Unfällen – insbesondere dann, wenn nicht sofort ein offensichtlicher Konstruktions- oder Denkfehler gefunden wird – werden die sicherheitstechnischen Festlegungen unverzüglich nach oben korrigiert. Wenn dieser Schwingkreis seriös bearbeitet wird, kommt es zu der oben beschriebenen, für den Alltagsgebrauch hinreichenden Sicherheit eines Tragwerks.

Bei Grenzzuständen ist dieses Verfahren nicht mehr ausreichend, um die Frage zu beantworten, ob ein System, das den deterministischen Forderungen offensichtlich nicht mehr genügt, trotzdem ausreichend sicher sein kann. Grenzzustände dieser Art sind z. B. Materialveränderungen älterer Systeme, signifikante Korrosion, nicht eingeplante Zusatzbeanspruchungen usw. Kein Tragwerk ist vor Qualitätsminderungen bzw. Belastungen dieser Art geschützt und der beschriebene Prozess ist qualitativ in Bild 2 aufgezeigt.

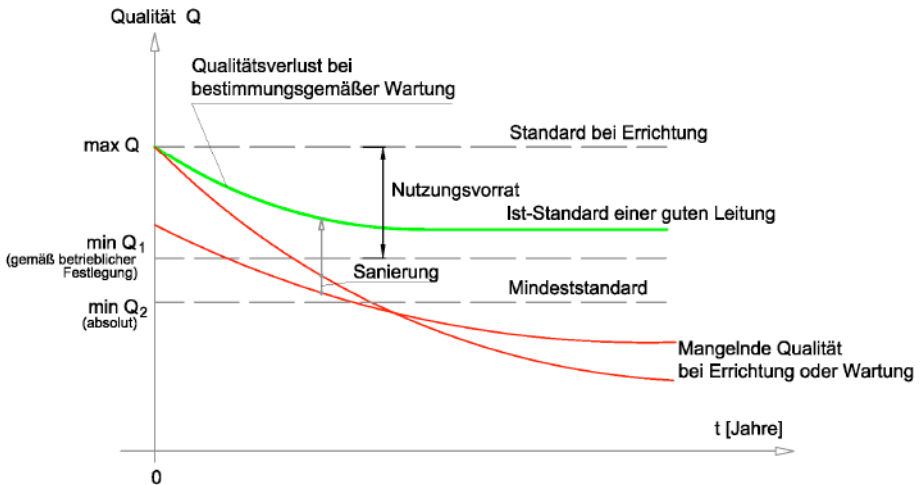


Bild 2: Qualitätsverlauf über die Zeit

Der dort aufgezeigte Nutzungsvorrat wird wiederum häufig durch Erfahrungen definiert und eine sichere Aussage, welche untere Grenze der Tragwerksqualität zulässig und zumutbar ist, findet sich auf diesem Wege natürlich nicht.

Seit etwa 20 Jahren wird bei der Bemessung und Bewertung von Tragwerken ein Verfahren angewandt, das von den deterministischen Ansätzen zunächst sehr verschieden ist. Es werden nicht Grenzzustände durch festgelegte Sicherheiten definiert, sondern es wird die Versagenswahrscheinlichkeit des Systems aufgezeigt, die sich im Allgemeinen aus der Streuung der Parameter für die Belastung und der Parameter für die Widerstände ermitteln lässt. Diese Versagenswahrscheinlichkeit kann sowohl für das gesamte System als auch lokal und temporär für jeden Systempunkt aufgezeigt werden. Versagenswahrscheinlichkeiten, die nicht primär aus einer Belastung herrühren, sondern aus ganz anders gearteten Einflüssen (z. B. Einwirkungen Dritter) werden bezüglich der Versagenswahrscheinlichkeit des Systems durch Statistiken erfasst.

Für Hochdruckleitungen werden sowohl diese Berechnungen durchgeführt als auch die Statistiken für die Einheit „Signifikante Versagensfälle pro Kilometer und Jahr“ ermittelt.

Für neu errichtete Hochdruckleitungen seien beispielhaft zwei Werte angegeben, deren Größenordnung sich im Allgemeinen ergibt. Die Versagenswahrscheinlichkeit des Systems liegt in der Größenordnung von 10^{-15} / (km · a) und die Versagenswahrscheinlichkeit infolge Einwirkungen Dritter in der Größenordnung von 10^{-6} / (km · a). Damit zeigt sich schon der signifikante Unterschied zwischen der „inneren und äußeren Sicherheit“ einer Hochdruckleitung. Wenn sämtliche Einwirkungen, die bei einer Hochdruckleitung zu berücksichtigen sind, an einem wirklichen System angesetzt werden, ergibt sich die Verteilung der Versagenswahrscheinlichkeit über die Leitungslänge z. B. in der Form, wie sie in Bild 3 dargestellt ist.

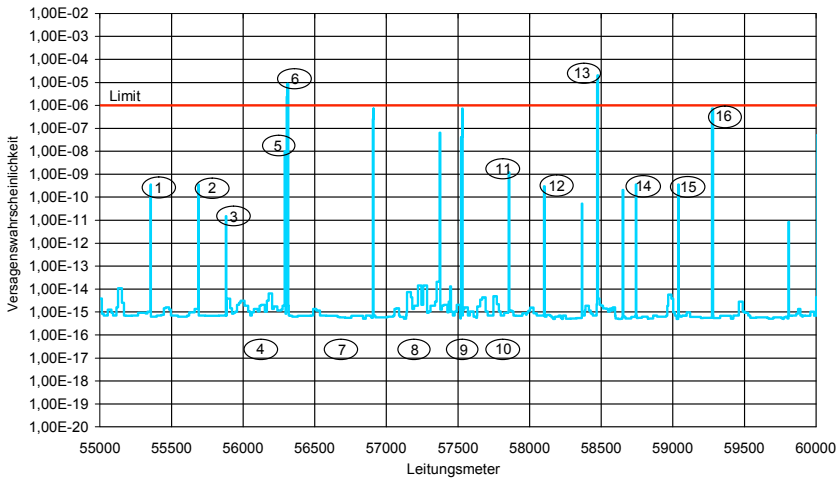


Bild 3: Ergebnisbeispiel: Ergebnis bei Nenndruck 25 bar

Die Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit eines Systems ist zwar ein aufwendiger Prozess, lässt sich jedoch sicher und schlüssig durchführen. Problematisch dagegen war lange Zeit die Festlegung von Grenzwerten. Es hat sich zwar sehr früh in der Literatur herauskristallisiert, dass ein Grenzwert von 10^{-6} Ereignissen pro Jahr in einer sinnvollen Größenordnung liegt, diese Vorgaben waren jedoch nicht justizibel und damit für den Anwender problematisch.

Im ISO wird seit vielen Jahren an dieser Problematik gearbeitet und eine entsprechende Norm, die ISO 16708: „Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems – Reliability-based limit state methods“ ist über eine sehr lange Zeit als Entwurf häufig verändert worden. Seit Mitte 2006 ist sie als DIN EN ISO 16708 verabschiedet und damit eine in Deutschland anzuwendende Norm. Die Definition des Anwendungsbereiches lässt zunächst den sicheren Schluss zu, dass sie für sämtliche Druckleitungen der Gas- und Ölindustrie gültig ist. Auch der Hinweis auf die ISO 13623: „Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems“, schränkt diese Anwendungsregeln nicht ein.

Es ist bei Errichtung und Betrieb von Druckleitungen durchaus üblich, für unterschiedliche Systeme mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen und Fluiden unterschiedliche Vorschriften anzuwenden, die im Prinzip zwar ähnlich, im Detail aber sehr verschieden sein können. Im vorliegenden Fall wird die Anwendbarkeit von DIN EN ISO 16708 und ISO 13623 durch die DIN EN 14161 eingeschränkt und man kann diese Einschränkung so deuten, dass die DIN EN ISO 16708 auf Gashochdruckleitungen im Transportsystem keine Anwendung finden muss.

EN ISO 16708:2006 (E)

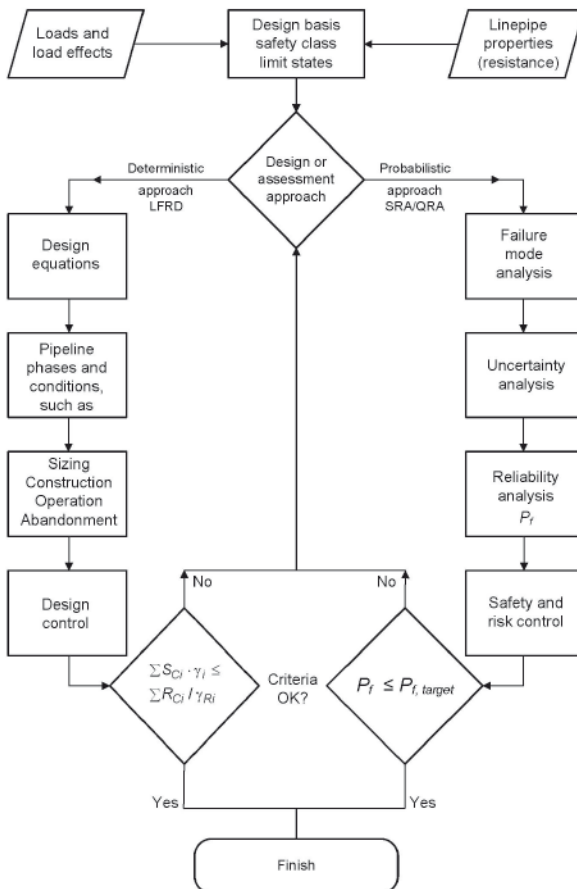


Bild 4: Pipeline design and assessment approaches

Darüber hinaus zeigt die DIN EN ISO 16708 in der Definition des Anwendungsbereiches auf, dass der deterministische und der probabilistische Prozess parallel bzw. gleichwertig ablaufen können, wie in Bild 4 dargestellt wird.

Diese Nachricht ist zunächst hoch willkommen, da Erfahrungen bei der Anwendung von DIN EN ISO 16708 zeigen, dass diese Vorschrift unter Umständen ein „scharfes Schwert“ sein kann und die Einhaltung der darin aufgezeigten Grenzwerte zwar nicht durchgängig, aber punktuell (z. B. Straßenkreuzungen mit Regelüberdeckung 0,80 m) problematisch sein kann.

Auf der anderen Seite ist diese neue Norm wertvoll, da sie für Leitungen, die deutlich im Bereich des bereits aufgezeigten Nutzungsvorrates liegen, eine wirkliche Sicherheit (als Kehrwert der Versagenswahrscheinlichkeit) aufzeigen kann, die sich mit deterministischen Handwerkszeug nicht mehr nachweisen lässt.

Die weitere gute Nachricht ist, dass bei Behörden, Sachverständigen und Fachfirmen dieses neue Verfahren eine sehr hohe Akzeptanz hat und es sich in der Praxis herausgebildet hat, dass in der Konstruktionsphase und bei der Bewertung ganzer Systeme nach deterministischen Grundsätzen vorgegangen wird und bei Sonderfragen, Grenzzuständen und besonderen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen das probabilistische Konzept angewandt wird.

Im Vortrag wird ausführlich auf Beispiele eingegangen.

Abschließend bleibt festzustellen: Die normative Festlegung probabilistischer Prozesse einschließlich der dafür geltenden Grenzwerte ist für Untersuchungen im Einzelfall, zur wirtschaftlichen Optimierung von Betriebsprozessen und für eine sichere Sanierungs- und Ertüchtigungssteuerung hoch willkommen und von den zuständigen Aufsichtsgremien akzeptiert. Im Ingenieuralltag bei der Konstruktion und Bemessung von Tragwerken wird im Allgemeinen auf das deterministische Konzept zurückgegriffen, um für Konstrukteure und Anwender in einem einfachen Verfahren Rechtssicherheit zu schaffen.

Probabilistische Konzepte sollten nur angewandt werden, wenn der Anwender über hinreichende Erfahrung damit verfügt und seine Ergebnisse mit geeigneten Methoden prüft.

Autor:

Dipl.-Ing. Christian Veenker
Projektmanager
Dr.-Ing. Veenker Ingenieur-
gesellschaft mbH, Hannover

Tel.: +49 (0) 511 / 2 84 99-37
E-Mail:
christian.veenker@veenkermbh.de
Internet:

