

Festigkeitsberechnung für EAC Das Handbuch

Ein ausführliches Handbuch für Hersteller,
Exporteure und Produktverantwortliche



**LASTEN · WERKSTOFF · BERECHNUNG · FREIGABE
PRÜFUNGEN · DOKUMENTATION · CHECKLISTEN**

So nutzen Sie dieses Handbuch

Von bestätigten Eingangsdaten zum nachvollziehbaren Festigkeitsnachweis.

Dieses Handbuch richtet sich an Hersteller, Konstrukteure, Anlagenbauer, Qualitätsverantwortliche und Exporteure. Schwerpunkt sind Festigkeitsnachweise für Druckgeräte und die Einbindung in EAC-Zertifizierung oder EAC-Deklaration. Es behandelt auch Schnittstellen zu Maschinen, Rohrleitungen, Armaturen, Kesseln und besonderen Branchen. Die AC-Inorms-Fachseite wird mit amtlichen Regelwerks- und Normeninformationen verbunden. Beide Sprachfassungen haben denselben Aufbau. Arbeitsmuster unterstützen die Projektarbeit; das Rechenbeispiel erklärt Grundprinzipien und ist keine Auslegung eines realen Geräts.

Aufbau und Anwendung

Seiten 4-9 behandeln Pflichtprüfung, Regelwerke, Normen, nukleare Sonderfälle und vorhandene internationale Nachweise. Rollen, Ablauf und Quellen folgen auf Seiten 10-12. Seiten 13-27 vertiefen Daten, Lasten und Bauteile. Methoden, FEM, Prüfungen, Bericht und Änderungen stehen auf Seiten 28-36. Muster und ein kommentiertes Rechenbeispiel finden Sie auf Seiten 37-40. Vier Praxisfälle, Fehler, Kosten und Arbeitsblätter folgen auf Seiten 41-47; Quellen und Kontakt schließen ab.

Ausgabe 1.0 · Stand 14. Oktober 2026

Normenstatus, TR-Listenverwendung und technische Anwendbarkeit getrennt prüfen. GOST R 52857.4-2007 ist in Russland seit 2018 aufgehoben; GOST 34233.4-2017 ist dort der Nachfolgebezug.

Inhalt

Verlinkte Kapitel und druckbare Arbeitshilfen.

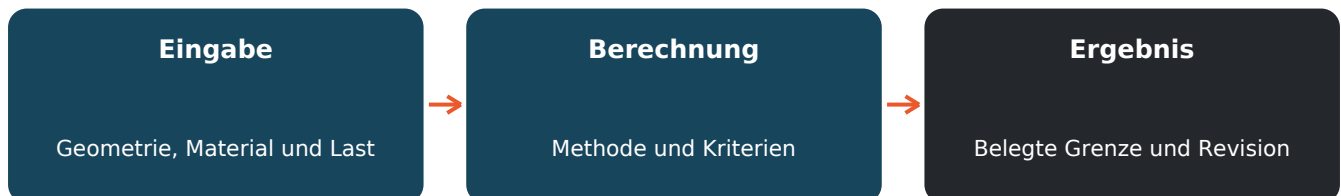
Kapitel	Seiten
Pflichten, Normen und Abgrenzung	4-9
Rollen, Ablauf und Eingangsdokumente	10-12
Eingangsdaten, Lasten und Bauteile	13-27
Methoden, FEM, Bericht und Änderungen	28-36
Muster und kommentiertes Rechenbeispiel	37-40
Praxisfälle, Kosten und Arbeitsblätter	41-47
Quellen und Kontakt	48-50

Empfohlener Einstieg

Beginnen Sie mit Produktgrenze und Regelwerkszuordnung. Bestätigen Sie Geometrie, Werkstoff, Druck, Temperatur und Lastfälle. Wählen Sie erst dann die Berechnungsmethode und bewerten Sie deren Abdeckung.

Was ein Festigkeitsnachweis leistet

Sicherheit gegen die relevanten Versagensarten begründen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Festigkeit	Beanspruchung mit geeigneten zulässigen Kriterien vergleichen.
Stabilität	Instabilität, Beulen und Knicken soweit relevant prüfen.
Lebensdauer	Zyklen, Temperatur, Korrosion und zeitabhängige Effekte.
Dichtheit	Verbindungen und Dichtsysteme gesondert betrachten.
Ergebnis	Bestätigte Grenzen, Nachweise und Einschränkungen.

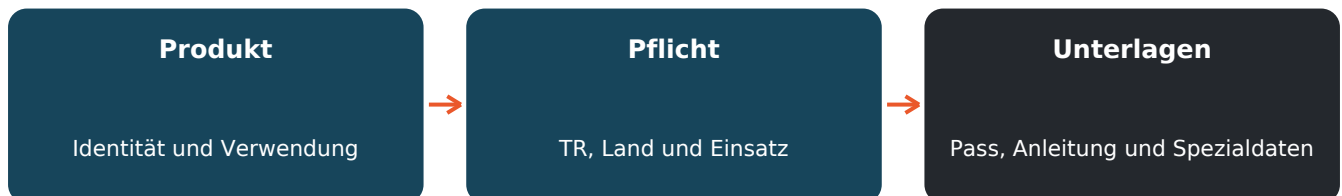
Ein Festigkeitsnachweis ist mehr als die Aussage ein Bauteil bricht nicht. Entscheidend sind die betrachteten Versagensarten, Lastfälle und technischen Grenzen. Ein niedriger Spannungswert kann fehlende Stabilitäts- oder Ermüdungsprüfung nicht ausgleichen. Die Berechnung verbindet Zeichnung, Werkstoffdaten, Lastmodell und Akzeptanzkriterien. Ein Ergebnis gilt nur für den dokumentierten Zustand. Eingaben, Annahmen und ausgeschlossene Szenarien bleiben erkennbar. Die Fachseite beschreibt Software und simulierte Betriebsbedingungen; für die konkrete Aufgabe kann jedoch auch ein geeigneter analytischer Nachweis genügen. Ein Softwareausdruck allein ist noch keine fachlich freigegebene Bewertung.

Für die Praxis

Jede Schlussfolgerung braucht einen Lastfall und ein geeignetes Kriterium.

TR 032: Berechnungspflicht und Produktumfang

Überdruck allein beantwortet die Pflichtfrage nicht vollständig.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Produkt	Behälter, Kessel, Rohrleitung, Armatur oder Komponente.
Daten	Druck, Volumen / DN, Medium und Funktion.
Scope	Schwellen und Ausnahmen des TR produktbezogen prüfen.
Dossier	Festigkeits- und erforderliche Kapazitätsnachweise einordnen.
Andere Pflichten	Weitere TR und nationale Betriebsvorschriften prüfen.

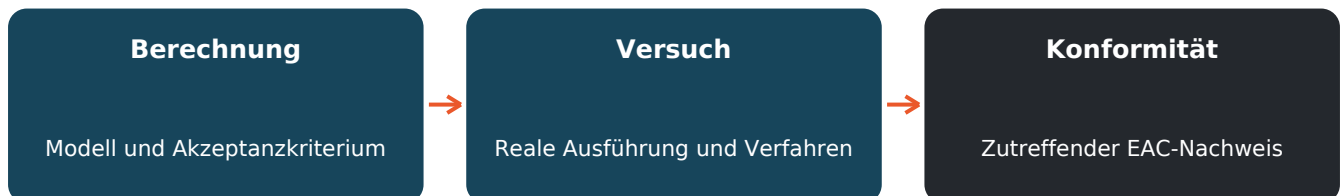
TR ZU 032/2013 verlangt im Konformitätsdossier die einschlägigen Berechnungsergebnisse und weitere technische Unterlagen. Die konkrete Einstufung wird vor Berechnungsauftrag geklärt. Die Aussage Berechnung für jeden Export ist zu pauschal: Produktumfang und Ausnahmen sind entscheidend. Eine Anlage kann mehrere unterschiedlich einzuordnende Geräte enthalten. Nicht jeder unter Druck stehende Maschinenkörper ist ein eigenständiger Druckbehälter. Eine Ausnahme von TR 032 bedeutet ebenfalls nicht, dass auf technische Sicherheit verzichtet werden darf. Halten Sie die begründete Scope-Entscheidung mit dem tatsächlichen Lieferumfang fest.

Für die Praxis

Pflichtprüfung und technische Notwendigkeit als getrennte Fragen beantworten.

Berechnung, Prüfung und EAC-Nachweis

Drei Ebenen mit unterschiedlichen Aussagen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Berechnung	Modellbasierte Bewertung bestätigter Geometrie und Lasten.
Prüfung	Untersuchung der tatsächlichen Ausführung nach Verfahren.
Konformität	Zertifikat oder Deklaration im zutreffenden Regelwerk.
Abgleich	Zeichnung, Bericht, Material und Produktrevision.
Grenze	Ein positiver Einzelbeleg ist keine universelle Freigabe.

Berechnung und Versuch können sich ergänzen, sind aber nicht beliebig austauschbar. Ein Druckversuch bewertet nicht automatisch jede zyklische Lebensdauer. Eine FEM-Spannung beweist nicht allein Dichtheit oder Fertigungsqualität. Der Konformitätsnachweis verarbeitet den notwendigen Dokumentensatz und hat eine eigene rechtliche Funktion. Softwareprüfung ist nicht automatisch eine akkreditierte Laborprüfung. Eine Festigkeitsrechnung ist keine messtechnische Kalibrierung. Beschreiben Sie den tatsächlich vereinbarten Leistungsumfang. Die Ergebnisse werden in Sicherheitsbetrachtung, Pass und Anleitung konsistent verarbeitet. Ein Festigkeitsbericht allein berechtigt nicht zur EAC-Kennzeichnung; diese folgt dem zutreffenden erfolgreichen Konformitätsverfahren.

Für die Praxis

Angebot und Bericht sollen Berechnung, Versuch und Zertifizierung ausdrücklich trennen.

Normenplan: aktuelle GOST-Bezüge

Auswahl für Behälter und Apparate; keine universelle Normenliste.

Referenz	Projektbezug
GOST R 52857.4-2007	In Russland aufgehoben ab 01.08.2018.
GOST 34233.4-2017	Nachfolgebezug für Flanschfestigkeit und Dichtheit.
GOST 34233.1-2017	Allgemeine Grundlagen der Behälterberechnung.
GOST 34233.2-2017	Schalen, Böden und Deckel nach tatsächlicher Bauform.
GOST 34233.3-2017	Öffnungen und äußere Stutzenlasten.
GOST 34233.5-2017	Auflagerlasten auf Schalen und Böden.
GOST 34233.6-2017	Niedrigzyklische Beanspruchung.
GOST 34233.7-2017 / .8-2017	Wärmetauscher beziehungsweise Mantelgeräte.
GOST 34233.12-2017	Darstellung rechnergestützter Festigkeitsnachweise.

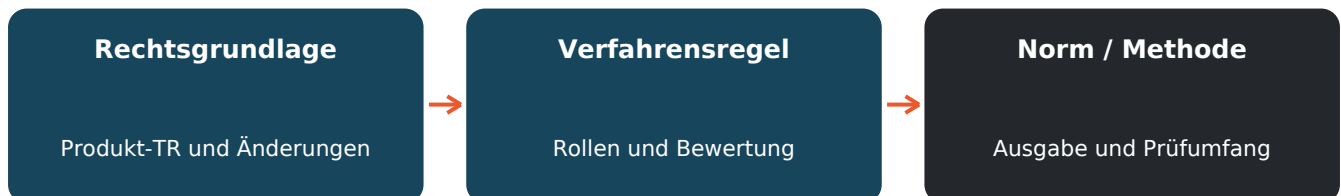
Vollständige Normenausgaben einschließlich relevanter Berichtigungen und TR-Listen prüfen. Die nationale Nachfolge einer Norm ändert nicht automatisch jede Vertrags- oder Listenreferenz in allen Staaten. Weitere Teile und produktspezifische Regeln werden nach Bauart und Versagensarten ausgewählt.

Dokumentation

Norm, Ausgabe, Anwendbarkeit, Lastfall und Akzeptanzkriterium zusammen führen.

Nuklearbereich und andere Sonderanwendungen

Spezialregeln aus dem tatsächlichen Einsatz ableiten.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
PNAE G-7-002-86	Berechnungsregeln für nukleare Ausrüstung und Rohrleitungen.
NP-068-05	Spezialanforderungen für Armaturen von Kernkraftanlagen.
TR 032	Nuklearspezifische Ausrüstung und radioaktive Medien ausgenommen.
Öl / Gas	Anlage, Fernleitung und Stationsausrüstung getrennt prüfen.
Energie / Bau	Funktion und konkrete Produkthanforderung entscheiden.

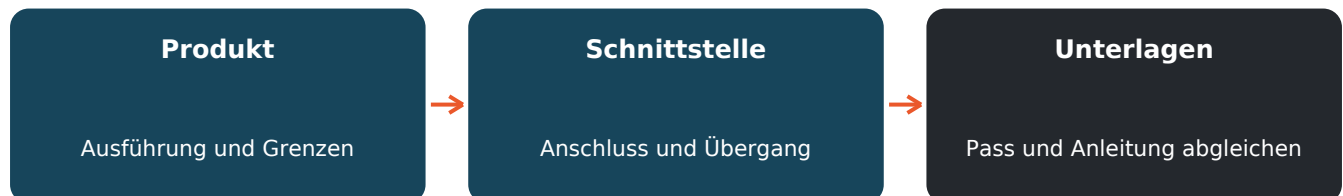
Die Fachseite nennt nukleare Regeln neben industriellen Normen. Daraus folgt keine allgemeine Pflicht, gewöhnliche Behälter nach PNAE oder NP auszulegen. Die entsprechenden Dokumente werden für ihren speziellen Anwendungsbereich geprüft. Ein Kraftwerksstandort allein entscheidet nicht, ob ein Produkt nuklearspezifisch ist. Auch im Öl- und Gasbereich bestehen wichtige Scope-Grenzen. Ein ausgeklammerter Bereich kann eigene nationale Regeln und Betreiberanforderungen besitzen. Die technische Projektbeschreibung nennt deshalb Zweck, Medium, Funktion und Einbausituation. Spezialkompetenz und behördliche Verfahren werden dort eingeplant, wo sie tatsächlich erforderlich sind.

Für die Praxis

Industrie- und Nuklearbasis nicht ohne fachliche Begründung vermischen.

Vorhandene PED-, EN- und ASME-Nachweise

Technische Qualität nutzen und Unterschiede nachvollziehbar prüfen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Produkt	Gleiche Zeichnung, Werkstoff und Fertigungsrevision.
Basis	Ausgaben, Kriterien und Anwendungsgrenzen vergleichen.
Lasten	Druck, Temperatur, Kräfte und Kombinationen abgleichen.
Material	Kennwerte und tatsächliche Liefernachweise bestätigen.
Lücke	Ergänzung und Akzeptanz im EAWU-Verfahren vereinbaren.

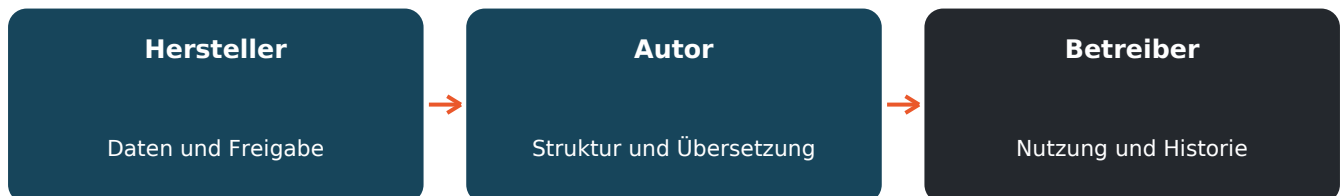
Ein belastbarer internationaler Bericht ist wertvolle Eingangsinformation. Er wird nicht allein durch Übersetzung zum vollständigen EAC-Nachweis. Vergleichen Sie Annahmen, zulässige Spannungen, Materialdaten und Lastmodelle. Ausgaben und Lieferausführung müssen zusammenpassen. Eine Mischung günstiger Einzelwerte aus verschiedenen Regeln kann das konsistente Sicherheitskonzept zerstören. Dokumentieren Sie die erforderliche Ergänzungsbewertung. Das zuständige Verfahren entscheidet über die verwendbaren Nachweise; ein CE-Zeichen allein liefert keine Festigkeitsargumentation. Die technische Übertragbarkeit wird schriftlich begründet.

Für die Praxis

Eine konsistente Berechnungsbasis statt Auswahl einzelner günstiger Faktoren verwenden.

Rollen, Datenfreigabe und fachliche Prüfung

Verantwortung für Eingaben und Ergebnisse klar zuweisen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Hersteller	Ausführung, Zweck und Betriebsgrenzen bestätigen.
Konstruktion	Geometrie, Werkstoff, Toleranzen und Lastannahmen.
Berechner	Methode, Modell, Kriterien und Schlussfolgerung.
Betreiber	Prozess-, Einbau- und tatsächliche Lastdaten.
Reviewer / Stelle	Fachliche Prüfung und Verfahrensabgleich.

Externe Berechnung entbindet den Hersteller nicht von der Bestätigung technischer Eingaben. Klären Sie, wer fehlende Rohrlasten oder Werkstoffwerte liefert. Ein Berechner darf eine unbestätigte Zahl nicht stillschweigend als sichere Grenze behandeln. Der Reviewer prüft Modell und technische Aussage, nicht nur Rechtschreibung. Bei Baugruppen werden Zuständigkeiten an Schnittstellen festgelegt. Softwarebedienung allein ist keine vollständige fachliche Qualifikation. Freigaben werden mit Produktrevision, Name, Funktion und Datum dokumentiert. Angebot, Berechnungsbericht und EAC-Verfahren sollen dieselbe Verantwortungszuordnung verwenden.

Für die Praxis

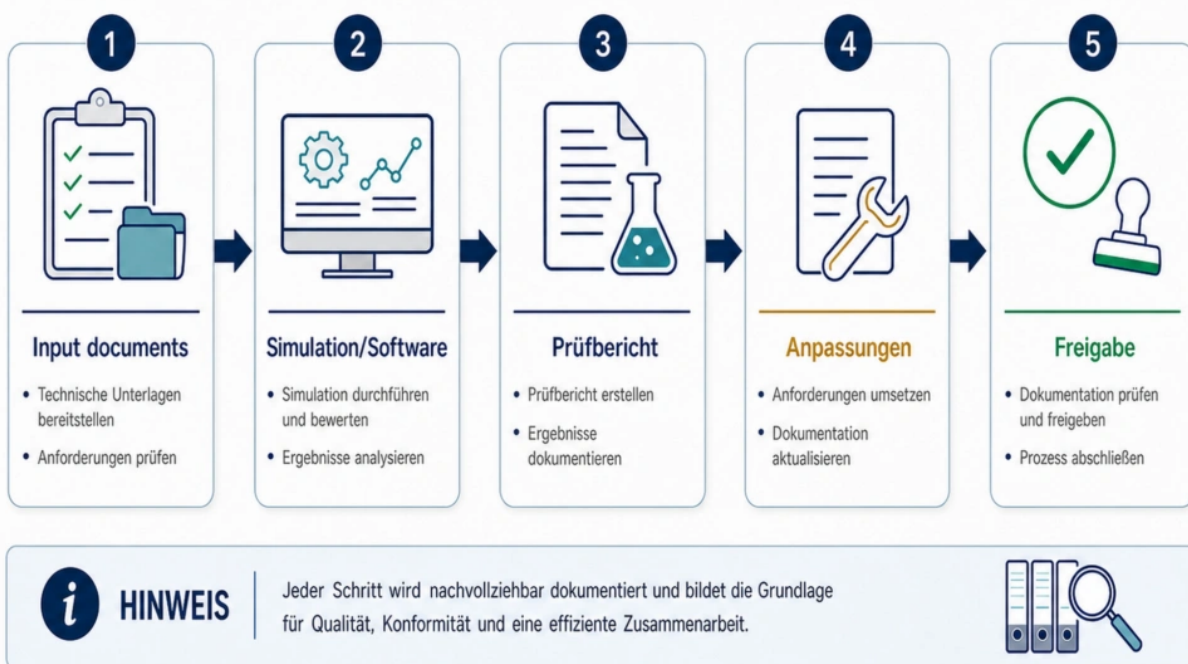
Offene Eingabe immer mit Verantwortlichem, Bedeutung und Termin führen.

Ablauf: von den Unterlagen bis zur Freigabe

Eine klare Reihenfolge verbindet Eingaben, Auswertung und Entscheidung.

PROZESSABLAUF: TECHNISCHE DOKUMENTATION

In fünf klaren Schritten zur geprüften und freigegebenen Dokumentation.



Originalgrafik der Fachseite · Bildquelle: AC Inorms

Die Grafik gibt eine allgemeine Projektübersicht. Die technische Arbeit klärt zusätzlich Produktumfang, Berechnungsbasis, Lastfälle und Modellgüte. Simulation ist nur dort erforderlich, wo die gewählte Methode sie verlangt. Nach Änderungen werden die betroffenen Nachweise erneut geprüft. Bericht, Zeichnung und freigegebene Produktrevision bleiben verknüpft.

Abschluss

Freigabe folgt auf fachliche Prüfung und geschlossene Nachweislücken, nicht allein auf einen Softwarelauf.

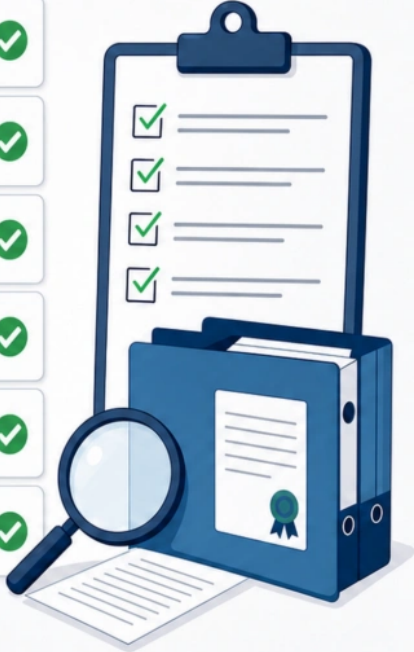
Eingangsdokumente vollständig vorbereiten

Die Checkliste der Fachseite auf den konkreten Auftrag beziehen.

CHECKLISTE: ERFORDERLICHE BEGLEITDOKUMENTE

Diese Dokumente sind für die technische Bewertung und Zertifizierung erforderlich.

 <p>Materialienverzeichnis ✓</p>	 <p>Technische Produktbeschreibung ✓</p>
 <p>Technische Zeichnung ✓</p>	 <p>Bemessungstemperatur der Maschine ✓</p>
 <p>Betriebsbeschreibungen ✓</p>	 <p>Regulatorische Zulassungsdokumente ✓</p>
 <p>Einsatzgebiet der Anlage ✓</p>	 <p>Belastungstyp der Maschine ✓</p>
 <p>Bemessungsdauer der Anlage ✓</p>	 <p>Lebensdauer der Anlage ✓</p>
 <p>Rohrbelastungen der Maschine ✓</p>	 <p>Struktur der Anlage ✓</p>
 <p>Bemessungsdruck der Maschine ✓</p>	



i

HINWEIS

Diese Liste dient als Orientierung. Abhängig vom Anlagentyp und den geltenden Regelwerken können weitere Dokumente erforderlich sein.

Originalcheckliste der Fachseite · Bildquelle: AC Inorms

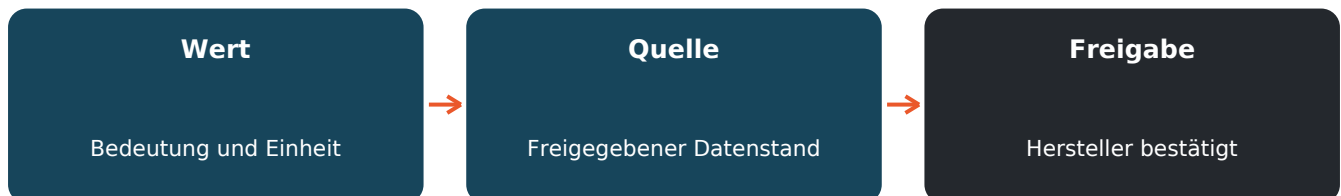
Ergänzen Sie Revisionsstand, Datenherkunft und offene Felder. Zeichnungen und Materialverzeichnis müssen zusammenpassen. Belastungsdaten enthalten Einheiten, Bezugssystem und Lastkombinationen. Eine vorhandene Zulassung kann unterstützen; sie ist nicht automatisch eine Eingangspflicht für jede Berechnung. Bemessungsdauer und Lebensdauer werden mit tatsächlicher Nutzung und Auslegung verbunden.

Datenaufnahme

Bestätigte Werte, begründete Annahmen und fehlende Daten ausdrücklich unterscheiden.

Druckbegriffe und Einheiten sicher zuordnen

Betrieb, Berechnung und Versuch sind unterschiedliche Zustände.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Betrieb	Tatsächliche vorgesehene Prozessbedingungen.
Berechnung	Druckbasis für den betreffenden Festigkeitsnachweis.
Zulässige Grenze	Bestätigte Produktgrenze und zugehörige Temperatur.
Prüfung	Druck für das festgelegte Prüfverfahren.
Einheit	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa; Bezugsart angeben.

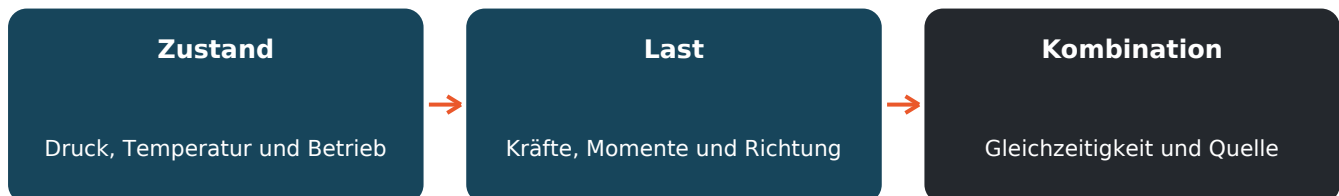
Die gleiche Zahl kann je nach Bezugsart eine andere Bedeutung haben. Halten Sie Überdruck und Absolutdruck auseinander. Prüfen Sie hydrostatische Höhenanteile und örtliche Druckunterschiede. Der Prüfzustand besitzt eigene Temperatur- und Belastungsbedingungen. Eine Druckangabe ohne Einheit, Definition oder Bezugspunkt ist unvollständig. Nutzen Sie eine gemeinsame Parametertabelle für Bericht, Pass und Typenschild. Änderungen an der zulässigen Grenze werden nicht nur redaktionell behandelt. Das Lernbeispiel auf Seite 40 zeigt eine Einheitenprüfung, ersetzt aber keine Regelwerksauslegung.

Für die Praxis

Einheit und Druckdefinition neben jedem Eingangswert führen.

Temperatur, Betriebszustände und Auslegungsgrenzen

Temperatur beeinflusst Material und Lastmodell.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Medium	Eintritt, Prozessverlauf und lokale Wärmebedingungen.
Bauteil	Tatsächliche Wand- und Bauteiltemperatur.
Transient	Anfahren, Abfahren und Temperaturgradienten.
Material	Kennwerte bei maßgeblicher Temperatur.
Kombination	Druck und Temperatur je Lastfall gemeinsam betrachten.

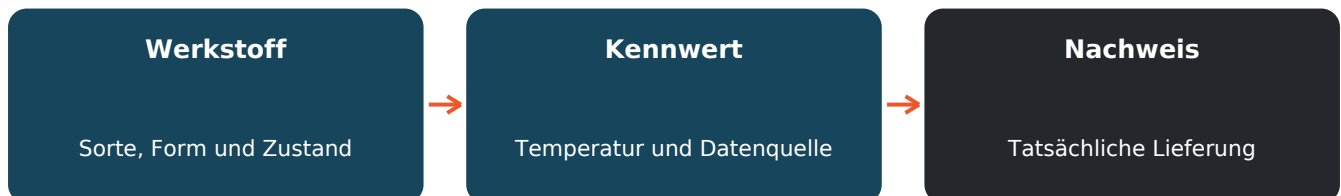
Raumtemperaturkennwerte dürfen nicht ohne Prüfung für heißen Betrieb verwendet werden. Umgebungs-, Medium- und Wandtemperatur sind unterschiedliche Größen. Gradienten können zusätzliche Beanspruchung erzeugen. Der höchste Druck tritt nicht zwingend zusammen mit der höchsten Temperatur auf; Lastkombinationen werden dennoch begründet erfasst. Für tiefe Temperaturen können andere Versagensmechanismen maßgeblich werden. Das Temperaturmodell wird aus bestätigtem Prozess und Einbau abgeleitet. Fehlende transiente Daten bleiben offen. Die Berechnung dokumentiert die betrachteten Grenzen und die Gültigkeit verwendeter Kennwerte.

Für die Praxis

Keinen Werkstoffwert ohne Temperatur- und Produktformbezug übernehmen.

Werkstoffe und zulässige Kennwerte

Bezeichnung, Lieferzustand und Nachweis zusammenführen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Identität	Werkstoffnorm, Sorte, Produktform und Charge.
Zustand	Wärmebehandlung, Dicke und Fertigungseinflüsse.
Kennwert	Temperaturabhängigkeit und anwendbare Kriterien.
Kompatibilität	Medium, Korrosion und besondere Umgebung.
Nachweis	Materialunterlagen und tatsächliche Lieferausführung.

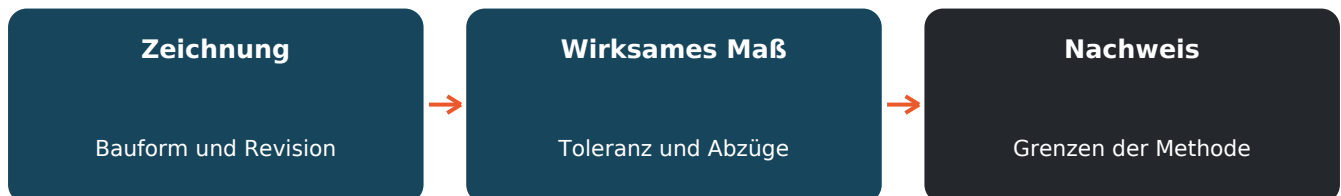
Eine ähnliche Handelsbezeichnung beweist keine Werkstoffgleichheit. Prüfen Sie Produktform und Lieferzustand. Zulässige Werte folgen der gewählten konsistenten Berechnungsbasis. Fremde Kennwerte werden nicht mit günstigeren Faktoren einer anderen Norm kombiniert. Schweißung und Wärmebehandlung können die örtliche Aussage beeinflussen. Bei alternativen Materialien wird technische Gleichwertigkeit geprüft. Eine Softwaredatenbank erhält eine dokumentierte Quelle und Revision. Der Bericht nennt, welche Eingaben bestätigt sind und welche Liefernachweise vor Fertigung oder Freigabe noch fehlen.

Für die Praxis

Werkstoffänderung als technische Änderung behandeln.

Geometrie, Toleranzen und wirksame Wanddicke

Nennmaß und berechnungswirksames Maß unterscheiden.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Geometrie	Durchmesser, Radien, Länge und Bauform.
Dicke	Nennwand und maßgebliche effektive Dicke.
Abzüge	Fertigungstoleranz, Korrosion und andere relevante Zuschläge.
Fertigung	Umformung, lokale Ausdünnung und Abweichung.
Quelle	Zeichnung, Messung und tatsächlicher Revisionsstand.

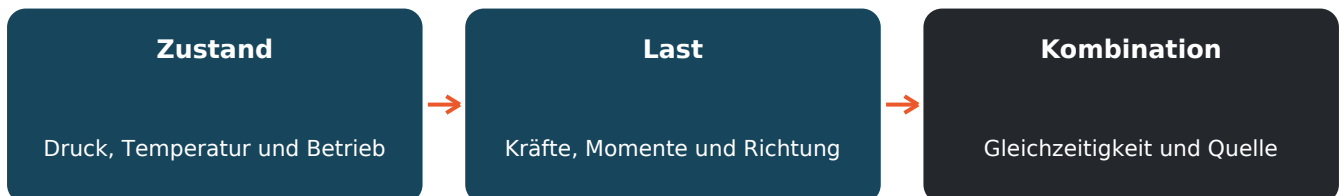
Die in einer Zeichnung genannte Dicke ist nicht automatisch überall im Bauteil verfügbar. Betrachten Sie Toleranzen und zulässige Abzüge nach der gewählten Methode. Nach Umformung können örtliche Maße abweichen. Eine ausgeführte Geometrie wird mit den Berechnungsannahmen abgeglichen. Abzüge dürfen nicht doppelt gerechnet oder stillschweigend weggelassen werden. Bei Variantenfamilien wird der ungünstige Zustand begründet. Alte Messdaten einer anderen Ausführung liefern keine sichere Grundlage. Das Rechenbeispiel auf Seite 40 zeigt bewusst nur den Einfluss einer bestätigten effektiven Dicke.

Für die Praxis

Dicke mit Herkunft, Abzügen und Gültigkeit je Bauteil dokumentieren.

Lastfälle und Kombinationen bestimmen

Nicht nur den normalen Innendruck betrachten.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Druck	Innen, außen, Vakuum und örtliche Unterschiede.
Mechanisch	Gewicht, Anbauteile, Rohrkräfte und Momente.
Thermisch	Ausdehnung, Gradienten und behinderte Bewegung.
Betrieb	Anfahren, Abfahren, Prüfung und relevante Störzustände.
Kombination	Gleichzeitigkeit, Bezugsachsen und Richtung bestätigen.

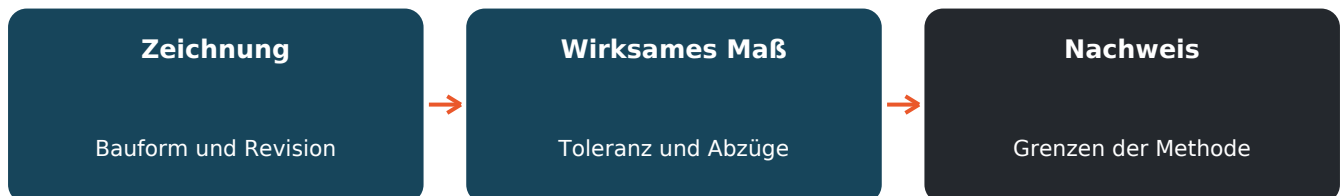
Eine Belastungsliste wird zum Lastmodell, wenn Zustand, Gleichzeitigkeit und Richtung erkennbar sind. Erfassen Sie Auflager, Transport und relevante Einbaubedingungen. Die größte einzelne Last ist nicht automatisch die ungünstigste Kombination. Vorzeichen und Einheiten müssen nachvollziehbar bleiben. Grenzen der Rohrlasten werden mit Anlagenplaner und Lieferanten abgestimmt. Nicht betrachtete Zustände dürfen nicht als freigegeben erscheinen. Der Bericht erklärt, weshalb die ausgewählten Lastfälle die vorgesehene Nutzung abdecken. Fehlende Daten werden mit Bedeutung und Verantwortlichem geführt.

Für die Praxis

Jeder Ergebniswert muss zu einer eindeutigen Lastfall-ID gehören.

Innendruck und lokale Beanspruchung

Globale Tragwirkung und lokale Störung unterscheiden.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Grundform	Zylinder, Kegel und Böden mit passender Methode.
Wirkung	Umfangs- und Längsbeanspruchung nach Geometrie.
Störung	Übergänge, Öffnungen und angeschlossene Teile.
Nachweis	Vorgesehene Lasten und zulässige Kriterien.
Grenze	Vereinfachungen und zusätzliche Prüfbedarfe.

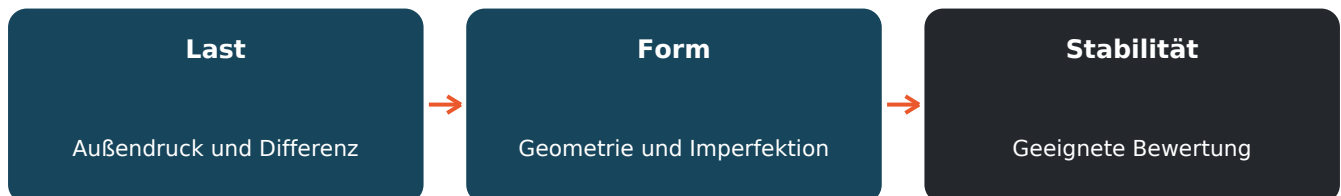
Ein idealisierter Zylinder kann die Grundwirkung erklären, bildet aber keine vollständige Apparateauslegung ab. Öffnungen, Böden und Anschlüsse beeinflussen lokale Beanspruchung. Die ausgewählte Formel wird auf ihre Geometrie- und Belastungsgrenzen geprüft. Ein pauschaler Vergleich des höchsten Softwarewerts mit einer beliebigen Materialzahl ist unzureichend. Dokumentieren Sie den bewerteten Abschnitt und die zugehörigen Kriterien. Wo die Methode einen Anschluss nicht abdeckt, wird ein zusätzlicher Nachweis angelegt. Das Lernbeispiel auf Seite 40 dient als Größenordnungsprüfung und ausdrücklich nicht als vollständige GOST-Berechnung.

Für die Praxis

Ein einfacher Plausibilitätscheck unterstützt den Review, ersetzt aber nicht den erforderlichen Nachweis.

Außendruck, Vakuum und Stabilität

Niedrige Spannung schließt Instabilität nicht aus.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Last	Äußerer Druck und mögliche Druckdifferenz.
Form	Länge, Durchmesser, Wand und Versteifung.
Abweichung	Ovalität, Toleranz und relevante Imperfektion.
Zustand	Vakuumbetrieb, Entleerung, Kühlung und Prüfung.
Methode	Geeignete Stabilitätsregel oder begründete Analyse.

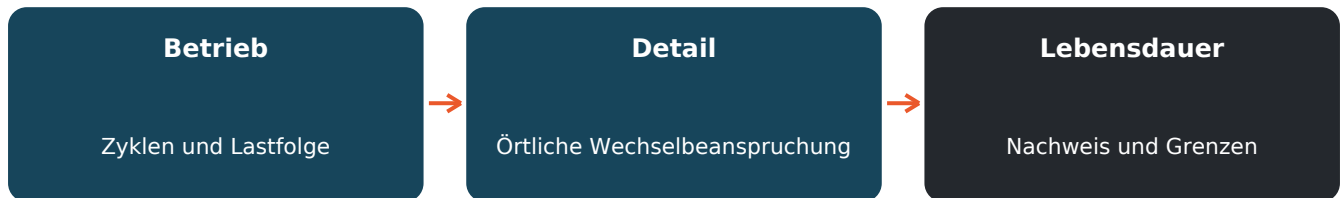
Ein für Innendruck ausreichendes Gerät kann unter äußerem Druck unzureichend sein. Prüfen Sie Vakuum und mögliche Druckdifferenzen auch bei normalen Betriebsabläufen. Stabilität hängt von Geometrie und Abweichungen ab. Ein idealisiertes lineares Eigenwertmodell ist nicht automatisch ein belastbarer Kollapsnachweis. Die Methode berücksichtigt die notwendigen Imperfektionen und ihre Annahmen. Versteifungsringe und Auflager werden mit tatsächlicher Ausführung abgeglichen. Ein Ergebnis ohne dokumentierte Randbedingungen kann nicht sinnvoll übertragen werden. Der Bericht nennt die bewerteten Grenzen und verbleibende Bedingungen.

Für die Praxis

Spannungs- und Stabilitätsnachweis getrennt ausweisen.

Zyklische Lasten und Ermüdung

Lastwechsel und örtliche Beanspruchung über die Lebensdauer verfolgen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Zyklus	Druck, Temperatur und mechanische Lastwechsel.
Historie	Anzahl, Bandbreite und vorgesehene Betriebsfolge.
Detail	Kerbe, Schweißnaht und geometrischer Übergang.
Methode	Geeignete Kurven, Kriterien und Auswertung.
Änderung	Neue Betriebsweise oder verlängerte Lebensdauer.

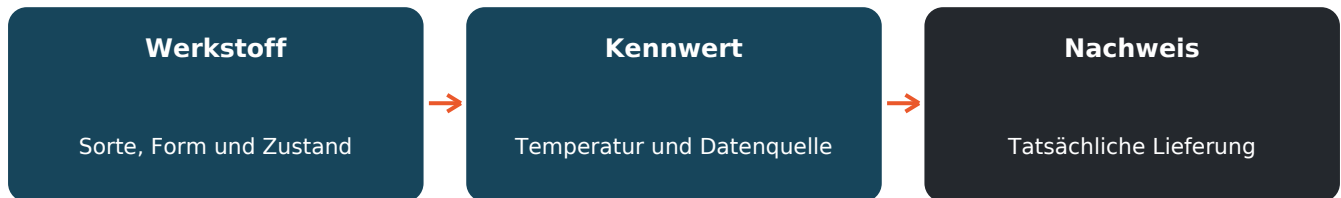
Eine statisch ausreichende Konstruktion ist nicht automatisch ermüdungsfest. Erfassen Sie relevante Zyklen aus dem tatsächlichen Betrieb. Durchschnittliche Last allein kann örtliche Wechselbeanspruchung verdecken. Schweißdetails und Übergänge benötigen die passende Bewertung. Eine willkürliche Zahl von Lastspielen ersetzt kein bestätigtes Lastkollektiv. Ausschluss einer Ermüdungsrechnung wird anhand der gewählten Regeln begründet. Bei geändertem Betrieb wird die Abdeckung erneut geprüft. Die Anleitung und Betriebsgrenzen übernehmen relevante Annahmen, etwa die vorgesehene Anzahl bestimmter Anfahrvorgänge.

Für die Praxis

Zyklusannahmen als kontrollierte Eingaben im Bericht führen.

Kriechen, Alterung und Korrosion

Zeit und Umgebung können die Tragfähigkeit verändern.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Zeit	Temperatur, Beanspruchung und Einsatzdauer.
Abtrag	Korrosion, Erosion und lokale Wandverluste.
Material	Zeitabhängige Eigenschaften und Lieferzustand.
Zustand	Inspektionsdaten und erforderliche Mindestgrenzen.
Neubewertung	Mediumwechsel und Verlängerung der Nutzung.

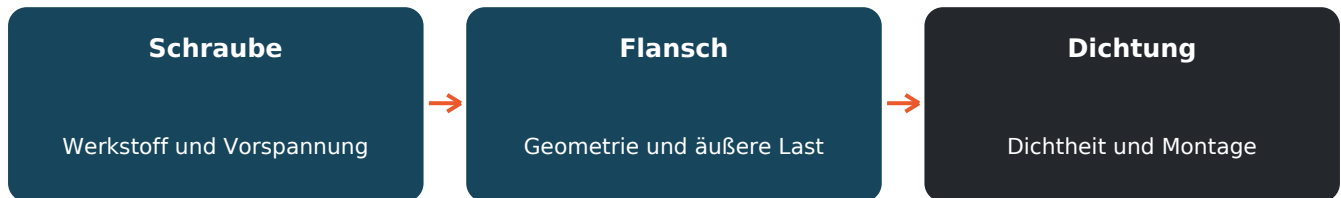
Lebensdauer lässt sich nicht allein aus einem momentanen Spannungswert ableiten. Prüfen Sie, welche zeitabhängigen Mechanismen für das Material und den Prozess relevant sind. Ein pauschaler Korrosionszuschlag ohne Mediumbezug ist keine vollständige Argumentation. Lokale Verluste können anders wirken als gleichmäßiger Abtrag. Fehlende Betriebs- oder Inspektionsdaten werden ausdrücklich genannt. Verfahren zur Bewertung eines Bestandsgeräts werden nicht unkritisch mit Neuauslegung vermischt. Der Bericht definiert die benötigten Kontrollen und Grenzen. Eine verlängerte Nutzung benötigt eine fachlich passende zusätzliche Einordnung.

Für die Praxis

Korrosion und Lebensdauer mit bestätigtem Medium und Nutzungsprofil verbinden.

Flansche, Schrauben und Dichtheit

Tragfähigkeit und Dichtfunktion benötigen eigene Betrachtung.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Geometrie	Flansch, Schraubenbild und Anschluss.
Dichtung	Typ, Abmessung und erforderliche Eigenschaften.
Montage	Vorspannung, Methode und Streuung.
Betrieb	Druck, Temperatur, äußere Kraft und Moment.
Nachweis	Schraube, Flansch und Dichtheit konsistent bewerten.

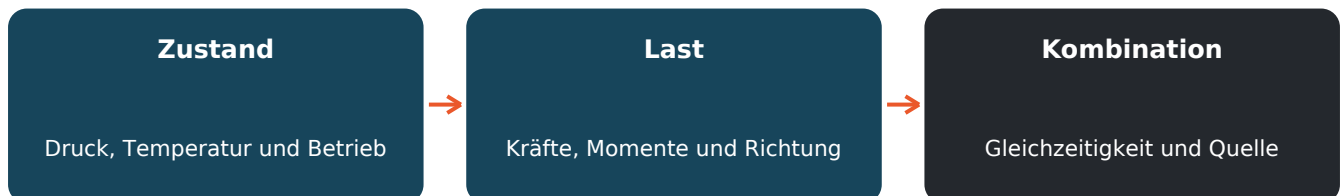
Eine drucktragende Verbindung kann genügend Festigkeit besitzen und dennoch undicht werden. Dichtungseigenschaften und Montage beeinflussen das Ergebnis. Schraubenwerkstoffe werden bei maßgeblicher Temperatur geprüft. Äußere Lasten können die Beanspruchung zusätzlich verändern. Eine andere Dichtung wird nicht allein nach identischem Durchmesser freigegeben. In Russland ist GOST 34233.4-2017 der Nachfolgebezug zum aufgehobenen GOST R 52857.4-2007. Wählen Sie den tatsächlichen Normenplan und dokumentieren Sie seine Anwendungsgrenzen. Montageinformationen folgen dem bestätigten Konzept; ein universelles Anziehdrehmoment wird nicht erfunden.

Für die Praxis

Festigkeit, Vorspannung und Dichtheit im Bericht getrennt nachvollziehbar machen.

Öffnungen, Stutzen und Rohrlasten

Lokale Nachweise an der realen Anschlussgeometrie führen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Öffnung	Lage, Größe, Verstärkung und benachbarte Anschlüsse.
Rohrlast	Kraft, Moment, Richtung und Koordinatensystem.
Kombination	Druck, Gewicht und thermische Einflüsse.
Detail	Naht, Übergang und lokale Wanddicke.
Abdeckung	Geeignete Formelgrenze oder Zusatzanalyse.

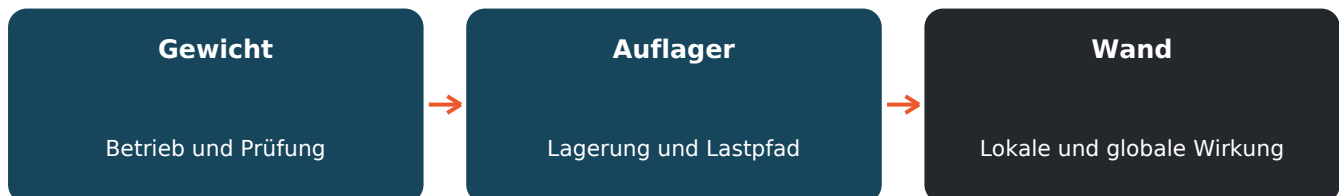
Ein Lastsatz ist ohne Bezugssystem und Angriffspunkt unvollständig. Klären Sie, ob Rohrlasten bestätigt oder nur vorläufig sind. Kräfte und Momente müssen zur gleichen Kombination gehören. Eine große Öffnung oder enger Abstand zu anderen Stutzen kann die Anwendbarkeit einer vereinfachten Methode begrenzen. Dokumentieren Sie Geometrie und Lastannahmen mit Zeichnungsposition. Allgemeine Rohrbelastungsgrenzen eines Katalogs dürfen nicht unbegründet auf eine andere Ausführung übertragen werden. Der lokale Nachweis wird mit globalem Behältermodell und Einbausituation abgestimmt. Änderungen im Rohrleitungsplan können einen erneuten Abgleich verlangen.

Für die Praxis

Rohrlasten mit Einheiten, Vorzeichen, Angriffspunkt und Kombination übergeben.

Auflager, Halterungen und äußere Kräfte

Die Lastübertragung bis in die Umgebung verstehen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Eigengewicht	Leer-, Betriebs- und Prüfzustand unterscheiden.
Auflager	Sattel, Fuß, Schürze und tatsächliche Lagerung.
Anbau	Plattform, Antrieb, Isolierung und weitere Teile.
Umgebung	Wind, Erdbeben und Transport soweit relevant.
Nachweis	Lokale Wandbeanspruchung und globale Tragwirkung.

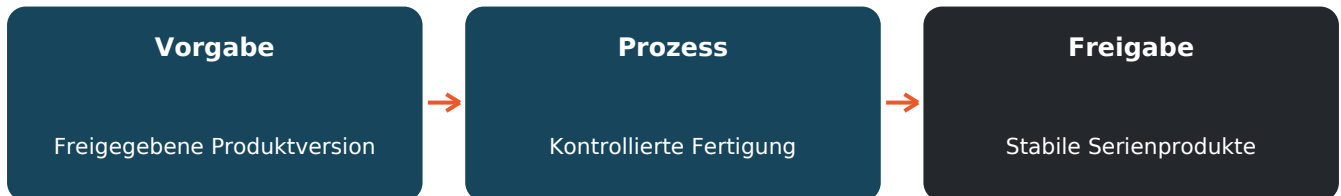
Eine Behälterwand wird auch durch Auflager und Anbauteile belastet. Prüfen Sie unterschiedliche Füllzustände. Ein Druckversuch mit Wasser kann ein höheres Gewicht als der Betrieb verursachen. Lagerbedingungen beeinflussen thermische Bewegung und lokale Kräfte. Fundament und Halterungen besitzen eigene technische Zuständigkeiten. Relevante Standortlasten werden bestätigt, nicht pauschal angenommen. Das Modell beschreibt erlaubte Freiheitsgrade. Die Berechnung nennt, welche Teile bewertet werden und welche externen Schnittstellen weitere Nachweise brauchen. Zusätzliche Anbauteile werden vor Einbau auf ihren Einfluss geprüft.

Für die Praxis

Prüfgewicht und Betriebsgewicht getrennt dokumentieren.

Schweißverbindungen und Fertigungsqualität

Berechnung und tatsächliche Fertigung müssen zusammenpassen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Naht	Art, Lage, Geometrie und Bewertungsannahmen.
Werkstoff	Grundmaterial, Zusatz und Wärmebehandlung.
Qualität	Prüfumfang und bestätigte Ausführungsmerkmale.
Abweichung	Versatz, Formabweichung und lokale Dicke.
Nachweis	Fertigung, Prüfung und Berechnungsbasis verbinden.

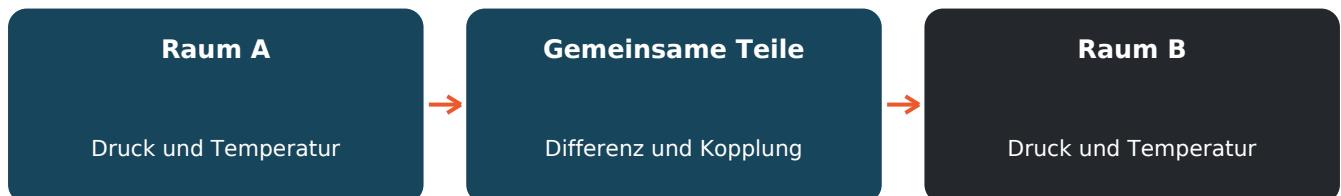
Ein in der Berechnung angesetztes Schweißmerkmal muss in Fertigung und Prüfung belegbar sein. Eine vorhandene Schweißerqualifikation allein beweist nicht jede ausgeführte Naht. Prüfumfang, Verfahren und Dokumente werden nach dem zutreffenden technischen Plan festgelegt. Fertigungsabweichungen werden auf Einfluss geprüft, bevor eine Zeichnung als ausgeführt gilt. Reparaturschweißungen können zusätzliche technische Bewertung verlangen. Die Festigkeitsrechnung ersetzt weder Fertigungsfreigaben noch notwendige zerstörungsfreie Prüfungen. Zuordnung von Naht, Prüfbericht und Bauteil bleibt in der Produktakte nachvollziehbar.

Für die Praxis

Berechnungsannahmen als kontrollierte Fertigungsmerkmale in Zeichnungen übernehmen.

Wärmetauscher, Mäntel und mehrere Druckräume

Druckdifferenzen und thermische Kopplung ausdrücklich erfassen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Raum	Jeden Druckraum mit Medium und Grenzen führen.
Differenz	Mögliche gegensinnige Zustände und Entleerung.
Thermik	Unterschiedliche Temperaturen und Dehnung.
Bauteil	Rohrboden, Mantel, Verbindung und Abstützung.
Nachweis	Kombinationen und Varianten vollständig zuordnen.

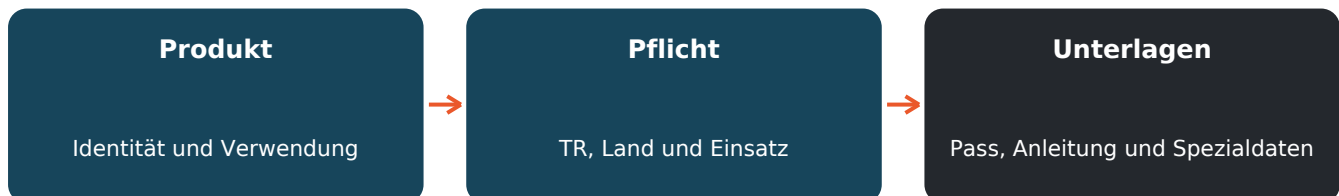
Zwei Druckräume werden nicht einfach unabhängig gerechnet, wenn gemeinsame Wände oder Bauteile betroffen sind. Ein entleerter Raum neben einem beaufschlagten Raum kann maßgeblich sein. Prüfen Sie Betriebsfolge und Temperaturdifferenz. Wärmetauscher besitzen spezifische Auslegungsfragen, die eine einfache Zylinderformel nicht beantwortet. Die Berechnung dokumentiert die betrachteten Kombinationen. Anleitungen dürfen keine unbeurteilte Schaltfolge erlauben. Gemeinsame Teile werden mit denselben Zeichnungsrevisionen nachgewiesen. Bei verändertem Medium oder Temperaturprofil wird die gekoppelte Beanspruchung erneut eingeordnet.

Für die Praxis

Lastfallmatrix mit allen relevanten Druckraumkombinationen führen.

Rohrleitungen, Kessel, Armaturen und Zubehör

Die Berechnungsbasis passend zur Bauart auswählen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Rohrleitung	Systembewegung, Lasten und relevante Einzelteile.
Kessel	Beheizung, Temperatur und spezifische Auslegungsregeln.
Armatur	Gehäuse, Deckel, Anschluss und Dichtfunktion.
Sicherheitszubehör	Festigkeit und erforderliche Kapazität unterscheiden.
Baugruppe	Schnittstellen und Herstellerzuständigkeit.

Die Behälternormen werden nicht automatisch zur universellen Grundlage für jedes Zubehör. Wählen Sie Regeln nach Produkt, Lasten und Versagensarten. Ein Sicherheitsventil benötigt neben drucktragender Sicherheit eine passende funktionale und kapazitätsbezogene Bewertung. Kessel haben besondere thermische Bedingungen. Ein Rohrleitungsnachweis umfasst gegebenenfalls Systemflexibilität und Lastübertragung. Bei Armaturen wird die tatsächliche Bauform geprüft. Die Ergebnisse fließen in den zutreffenden Dokumentensatz ein. Die Fachseite nennt zahlreiche Branchen; daraus folgt keine pauschal gleiche EAC-Einstufung oder Berechnungsmethode für alle Produkte.

Für die Praxis

Geräteart und Berechnungsmethode mit technischem Zweck begründen.

Analytische Berechnung oder FEM auswählen

Die Methode folgt der technischen Frage.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Analytisch	Geeignete Regeln mit bestätigten Anwendungsgrenzen.
FEM	Modellbasierte Analyse komplexer Geometrie und Lastwirkung.
Kombination	Grundnachweis und lokale Vertiefung abgestimmt führen.
Akzeptanz	Normative Kriterien und Verfahren vorab festlegen.
Review	Plausibilität, Grenzen und unabhängige Kontrollen.

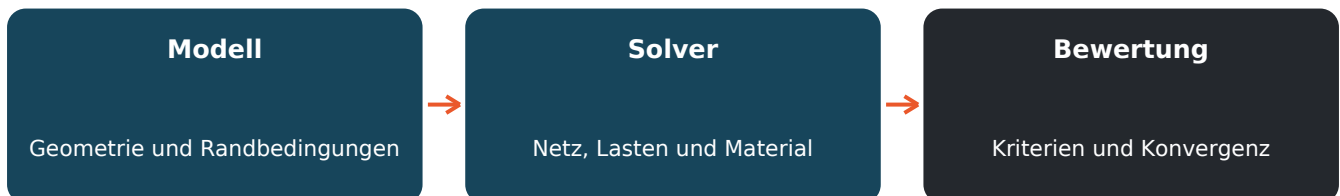
FEM ist nicht automatisch genauer, wenn Eingaben oder Randbedingungen unzutreffend sind. Eine bewährte analytische Methode kann bei passender Geometrie sehr nachvollziehbar sein. Komplexe Kontakte oder Lastpfade können eine zusätzliche numerische Analyse verlangen. Begründen Sie die Auswahl vor dem Softwarelauf. Die Akzeptanzkriterien werden nicht nach Sichtung der günstigsten Grafik gewählt. Eine andere Methode braucht einen dokumentierten Abgleich. Allgemeine Bruchsicherheit und Stabilität sind unterschiedliche technische Fragen. Der Bericht erklärt, was das Modell untersucht und welche Fragen weitere Nachweise benötigen.

Für die Praxis

Methodenentscheidung mit Anwendungsgrenze und benötigter Prüftiefe dokumentieren.

FEM-Modell: Geometrie und Randbedingungen

Die Modellannahmen bestimmen die Aussage.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Geometrie	Vereinfachungen, Symmetrie und relevante Details.
Material	Elastisch / nichtlinear und temperaturabhängige Daten.
Lagerung	Freiheitsgrade, Kontakt und tatsächliche Anschlüsse.
Last	Verteilung, Angriff, Richtung und Kombination.
Kontrolle	Reaktionen, Gleichgewicht und Einheiten prüfen.

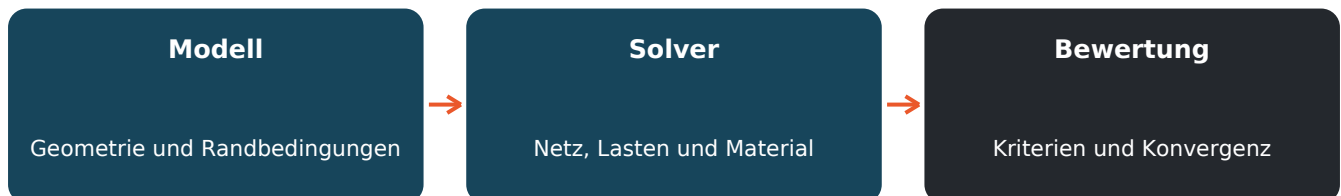
Eine zu starre Lagerung kann Spannungen und Verformung verfälschen. Symmetrie braucht eine passende Geometrie und Belastung. Kontakte und Schraubenvorspannung werden mit dem tatsächlichen Konzept modelliert. Eine entfernte kleine Rundung kann gerade den kritischen lokalen Bereich verändern. Stellen Sie Modell und reale Konstruktion gegenüber. Das verwendete Einheitensystem wird ausdrücklich festgehalten. Reaktionskräfte helfen bei der Plausibilitätskontrolle. Softwareversion, Elementwahl und wesentliche Einstellungen bleiben dokumentiert. Eine bunte Spannungsdarstellung ohne Modellbeschreibung ist nicht reproduzierbar.

Für die Praxis

Randbedingungen mit technischer Begründung statt mit Standardvorgaben des Programms wählen.

FEM-Auswertung, Netz und Singularitäten

Numerisches Ergebnis und ingenieurmäßige Bewertung unterscheiden.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Netz	Auflösung und Konvergenz an relevanten Bereichen.
Spitze	Geometrische oder Randbedingungssingularität erkennen.
Kriterium	Passende Spannungsbewertung und Lastfall.
Kontrolle	Energie, Reaktionen und einfache Gegenrechnung.
Bericht	Ort, Methode und Grenzen der Auswertung zeigen.

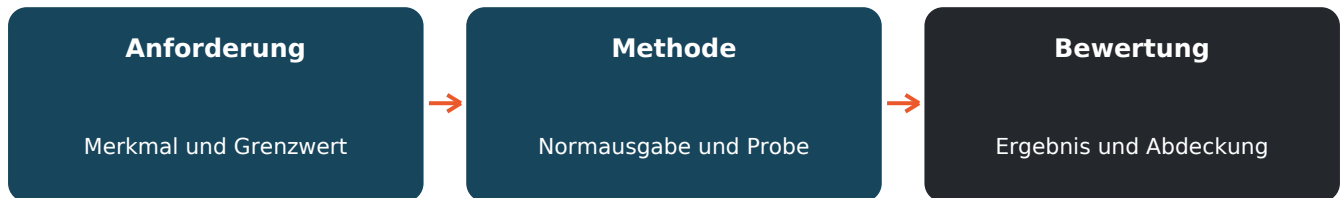
Der höchste angezeigte Knotenwert ist nicht automatisch die entscheidende reale Beanspruchung. Prüfen Sie Singularitäten und die passende normative Auswertung. Eine feinere Vernetzung kann einen singulären Wert erhöhen, ohne einen physikalischen Fehler nachzuweisen. Dokumentieren Sie Netzstudie und Auswertungsorte. Rohdaten werden nicht willkürlich geglättet, um ein positives Ergebnis zu erzeugen. Abweichungen gegenüber einer einfachen Gegenrechnung werden fachlich erklärt. Nichtlineare und Stabilitätsanalysen brauchen ihre eigene Bewertung. Der Reviewer muss erkennen, weshalb die verwendete Aussage für den konkreten Nachweis geeignet ist.

Für die Praxis

Ergebnisgrafik mit Lastfall, Einheit, Legende und Auswertungsmethode kennzeichnen.

Prüfungen und Modellvalidierung

Berechnung und reale Ausführung kontrolliert verbinden.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Ziel	Welche Aussage soll der Versuch bestätigen?
Muster	Identität, Revision und Abweichungen dokumentieren.
Bedingung	Druck, Temperatur, Last und Messstellen.
Ergebnis	Kriterium, Messdaten und relevante Unsicherheit.
Übertragung	Abdeckung der Serien- und Variantenstände begründen.

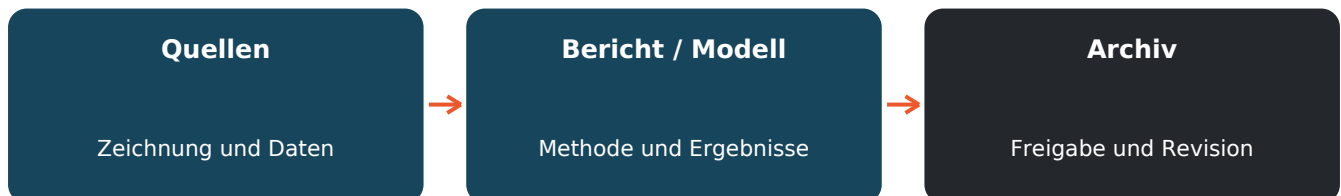
Ein Versuch wird mit einem klaren Ziel geplant. Druckprüfung, Dichtheitsprüfung und Dehnungsmessung liefern unterschiedliche Informationen. Das Muster muss zur Berechnungsrevision passen. Prüfen Sie, ob ein Versuch nur einen Teil des Produkts abbildet. Abweichende Ergebnisse werden untersucht statt durch Änderung der Darstellung verdeckt. Messverfahren und Akzeptanzkriterium werden vorab vereinbart. Physische Prüfungen sind nur im Angebot enthalten, wenn sie ausdrücklich vorgesehen sind. Ein berechnetes Ergebnis wird nicht als tatsächlicher Laborbericht ausgegeben. Die technische Akte verbindet beide Nachweisarten mit ihren Grenzen.

Für die Praxis

Berechnungsbericht und Prüfbericht getrennt benennen und gemeinsam abgleichen.

Berechnungsbericht nachvollziehbar aufbauen

Andere Fachpersonen sollen die Argumentation rekonstruieren können.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Identität	Produkt, Bauteil, Modell und Zeichnungsrevision.
Eingaben	Geometrie, Werkstoff, Druck, Temperatur und Lastfälle.
Methode	Normen, Software, Modell und Annahmen.
Ergebnis	Kriterien, Auswertung, Abdeckung und Grenzen.
Freigabe	Review, offene Punkte, Entscheidung und Revision.

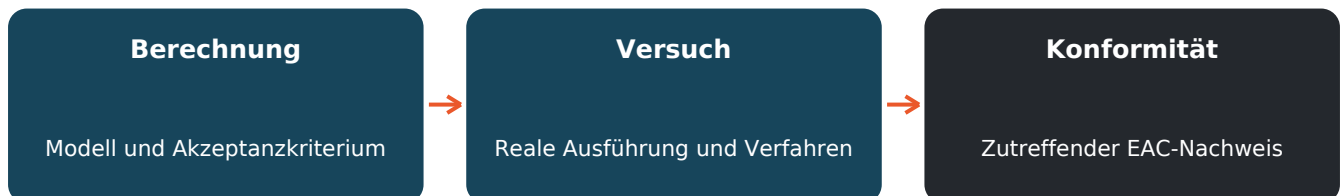
Der Bericht zeigt nicht nur den Endwert. Quellen und Revisionen werden so verknüpft, dass die Berechnung erneut geprüft werden kann. Modellbilder und Diagramme erläutern Ort und Wirkungsweise. Ein Ergebnis ohne zugehörige Einheit oder Lastfall bleibt unvollständig. Nicht bewertete Teile werden sichtbar abgegrenzt. Bei negativem Ergebnis beschreibt der Bericht den erforderlichen Klärungs- oder Änderungsbedarf. Nach einer Änderung werden betroffene Ergebnisse neu berechnet. Die Schlussfolgerung benennt die tatsächlich bestätigten Grenzen. Fachliche Freigabe und EAC-Konformitätsentscheidung bleiben eigene Schritte.

Für die Praxis

Ein Softwareanhang braucht eine verständliche fachliche Schlussfolgerung.

Ergebnisse in Pass, Anleitung und Sicherheitsbegründung

Die bestätigte Ausführung bis zur Lieferung konsistent halten.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Pass	Identität und bestätigte Druck- / Temperaturgrenzen.
Anleitung	Betrieb, Lastgrenzen, Wartung und sichere Eingriffe.
Sicherheitsbegründung	Versagensszenarien und zugehörige Nachweise.
Kennzeichnung	Tatsächlicher zulässiger Umfang und Produktstand.
Abgleich	Zeichnung, Bericht und geliefertes Bauteil.

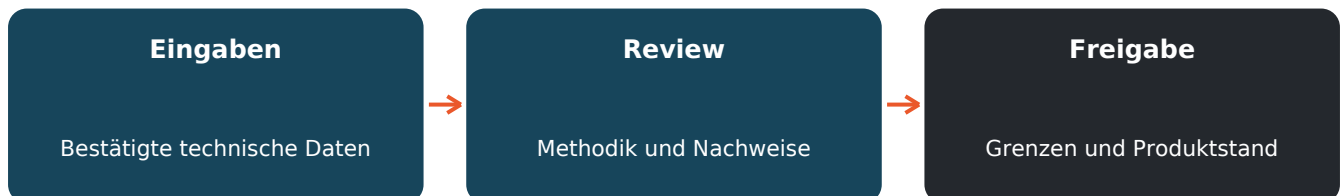
Eine Berechnung mit begrenzter Temperatur darf nicht mit einer Anleitung für einen größeren Bereich kombiniert werden. Relevante Last- und Lebensdauerannahmen werden in die Betriebsunterlagen übertragen. Nicht jeder technische Detailwert gehört auf das Typenschild; Pflichtangaben werden nach dem Regelwerk geprüft. Der Pass und die Sicherheitsbetrachtung nutzen eindeutige Verweise. Ungeprüfte Varianten erscheinen nicht in der Freigabe. Bei Übersetzung werden Werte, Einheiten und Bezeichnungen besonders kontrolliert. Vor Lieferung bestätigt eine verantwortliche Person den gemeinsamen Produktstand und die notwendige Vollständigkeit.

Für die Praxis

Berechnete Grenze und zugesagte Betriebsgrenze müssen zusammenpassen.

Fachlicher Review und technische Freigabe

Modell, Nachweise und Schlussfolgerung gemeinsam prüfen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Vollständigkeit	Relevante Bauteile, Lastfälle und Versagensarten.
Eingaben	Bestätigte Werte und nachvollziehbare Annahmen.
Methode	Anwendungsgrenzen und passende Kriterien.
Plausibilität	Einheiten, Reaktionen und Gegenrechnungen.
Entscheidung	Offene Punkte, Bedingungen und Freigabestatus.

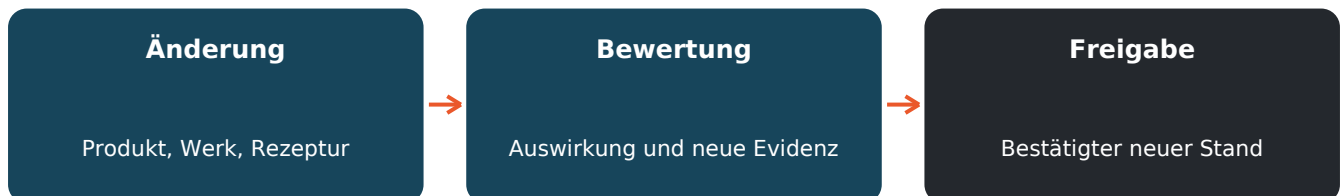
Ein Review prüft die technische Aussage und ihre Abdeckung. Eine schön gestaltete Datei kann trotzdem ein fehlerhaftes Lastmodell enthalten. Nutzen Sie eine Checkliste und verfolgen Sie Abweichungen bis zum Abschluss. Bei komplexen oder besonders kritischen Nachweisen wird eine passende zusätzliche Prüfung eingeplant. Die Freigabe nennt den konkreten Produktstand und gegebenenfalls Bedingungen. Ein Termin ersetzt keine fehlende Werkstoffbestätigung. Review-Kommentare bleiben nachvollziehbar; entscheidende Änderungen werden nicht nur im Dateinamen verborgen. Erst anschließend wird die freigegebene Ausgabe an die Verfahrensbeteiligten weitergegeben.

Für die Praxis

Freigabe mit Name, Funktion, Datum und Produktrevision dokumentieren.

Änderungen, Reparatur und Neubewertung

Gleicher Modellname bedeutet nicht gleicher Nachweisumfang.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Geometrie	Wand, Öffnung, Stützen, Auflager und Anbau.
Material	Sorte, Dichtung, Schraube und Wärmebehandlung.
Betrieb	Druck, Temperatur, Medium und Lastkollektiv.
Reparatur	Tatsächlicher Zustand und mögliche Einflussgrößen.
Verfahren	Betroffene Unterlagen und Konformitätsfolgen prüfen.

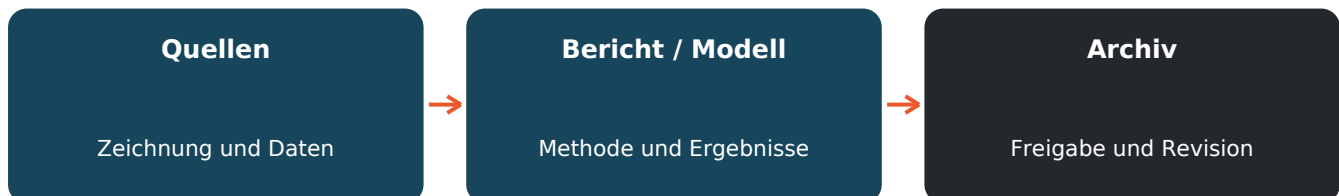
Bewerten Sie Änderungen vor ihrer Umsetzung. Eine neue Öffnung kann lokale Festigkeit, ein zusätzlicher Antrieb Auflagerlasten verändern. Ein Medienwechsel kann Korrosion und Materialwahl beeinflussen. Reparaturen werden nach tatsächlicher Wirkung eingeordnet. Neue Inspektionsdaten können auch ohne konstruktiven Umbau eine Überprüfung verlangen. Die Änderungsliste verbindet betroffene Lastfälle und Ergebnisse. Bei Zertifikaten wird die ausstellende Stelle entsprechend dem erforderlichen Verfahren einbezogen; Deklarationen werden nach ihren Regeln überprüft. Alte und neue Revisionen bleiben mit Entscheidung archiviert.

Für die Praxis

Änderungsfreigabe und notwendige Neuberechnung vor Fertigung klären.

Versionen, Archiv und Reproduzierbarkeit

Die technische Entscheidung langfristig nachvollziehbar halten.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Quellen	Freigegebene Zeichnungen und Eingabedaten.
Modell	Softwarestand, Modell und wesentliche Einstellungen.
Nachweis	Berechnungen, Ergebnisse und fachlicher Review.
Lieferung	Produktstand und verwendete Freigabefassung.
Zugriff	Aufbewahrung und Zugriffsrechte nach tatsächlicher Pflicht.

Eine PDF mit Endwerten allein kann für spätere Änderungen zu wenig sein. Planen Sie, welche Modelldaten und Quellunterlagen gesichert werden müssen. Die Aufbewahrung richtet sich nach anwendbaren Regeln und Verträgen; eine universelle Frist für alle Produkte wird nicht erfunden. Kontrollieren Sie überholte Fassungen und verwendete Sprachen. Ergebnisse werden dem tatsächlich ausgelieferten Stand zugeordnet. Begründete Annahmen bleiben sichtbar. Ein neuer Rechner muss erkennen können, welche Daten ursprünglich bestätigt waren. Übergaben an Hersteller, Antragsteller und Betreiber werden nach ihren Aufgaben dokumentiert.

Für die Praxis

Bericht, Modell, Daten und Freigabe als zusammengehörigen Nachweisstand archivieren.

Muster 1: Struktur eines Berechnungsberichts

Kommentierte Gliederung für nachvollziehbare technische Ergebnisse.

Abschnitt	Inhalt / Bezug
1 · Deckblatt / Status	Produkt, Bericht-ID, Revision, Autor und Freigabe.
2 · Auftrag / Grenzen	Bewertete Teile, Varianten und ausgeschlossene Bereiche.
3 · Regelwerksbasis	TR, Normenausgaben und Kriterien.
4 · Eingangsdaten	Geometrie, Materialien, Druck, Temperatur und Quellen.
5 · Lastfälle	Betriebs-, Prüf- und weitere relevante Zustände.
6 · Methode / Modell	Analytik, FEM, Vereinfachungen und Randbedingungen.
7 · Nachweise	Festigkeit, Stabilität, Ermüdung und relevante Zusatzfragen.
8 · Ergebnisse	Werte, Kriterien, Ort und tatsächliche Abdeckung.
9 · Plausibilität	Gegenrechnung, Gleichgewicht und Netzprüfung.
10 · Schlussfolgerung	Bestätigte Grenzen, offene Punkte und Einschränkungen.
11 · Umsetzung	Zeichnung, Pass, Anleitung und Sicherheitsbegründung.
12 · Anlagen / Freigabe	Quellen, Modellbilder, Review und Änderungslog.

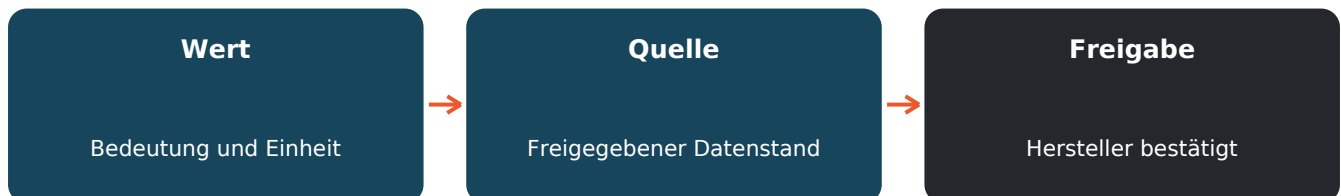
Die Struktur ist eine Arbeitshilfe und wird auf Gerät, Methode und Verfahrensanforderungen angepasst. Nicht jede Berechnung braucht dieselben Kapitel. Eine begründete Abgrenzung ist besser als ein leeres Standardformular. Vorhandene kontrollierte Unterlagen können eindeutig referenziert werden.

Freigabe

Ein Bericht mit offenen technischen Punkten wird als Entwurf oder eingeschränkter Stand gekennzeichnet.

Muster 2: Register der Berechnungseingaben

Bestätigte Werte, Annahmen und Datenlücken trennen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Eingabefeld	Wert / Quelle / Status
Produkt / Bauteil / Variante	_____
Zeichnung / Revision / Geometrie	_____
Werkstoff / Produktform / Lieferzustand	_____
Druckdefinition / Wert / Einheit	_____
Temperaturen je Zustand	_____
Wanddicke / Toleranz / Abzüge	_____
Rohrkräfte / Momente / Bezugsachsen	_____
Auflager / Gewicht / Einbau	_____
Zyklen / Lebensdauer / Medium	_____
Normenplan / Datenfreigabe	_____

Jeder Eingangswert erhält Quelle, Einheit und Freigabestatus. Eine Annahme nennt Begründung und Einfluss auf das Ergebnis. Fehlende Werte werden nicht mit typischen Werten verdeckt. Datenänderungen lösen einen Abgleich der betroffenen Lastfälle aus.

Muster, kein Nachweis

Die ausgefüllte Tabelle muss fachlich geprüft werden; Leerfelder sind keine technischen Freigaben.

Muster 3: Lastfall- und Ergebnismatrix

Vom Lastfall bis zur technischen Entscheidung zurückverfolgen.

Feld	Eintrag / technische Zuordnung
Lastfall-ID	LF-___ / Produkt- und Modellrevision ___
Zustand	Betrieb / Prüfung / Anfahren / anderer bestätigter Zustand.
Lasten	Druck, Temperatur, Gewicht, Kräfte und Momente.
Gleichzeitigkeit	Quelle und Begründung der Kombination.
Methode / Bauteil	Normenbezug, Formelgrenze oder FEM-Modell.
Versagensart	Festigkeit / Stabilität / Ermüdung / weitere.
Akzeptanz	Geeignetes Kriterium mit technischer Quelle.
Ergebnis	Wert, Einheit, Ort und Auswertung.
Abdeckung	Variante, Zeichnung und verbleibende Grenze.
Status	Bestätigt / offen / Änderung nötig; Prüfer und Datum.

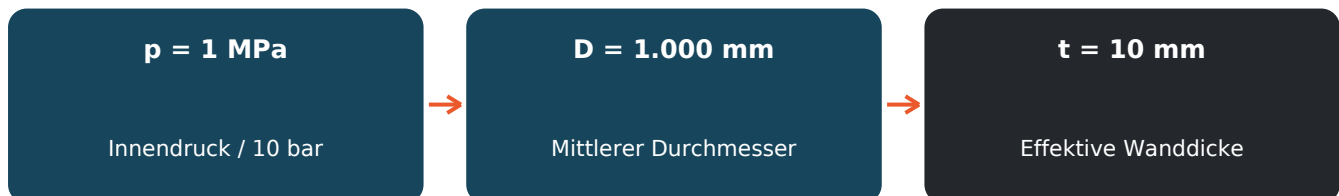
Ein Ergebnis wird nur im Zusammenhang mit Zustand und Kriterium bewertet. Erstellen Sie weitere Zeilen für andere Versagensarten oder Kombinationen. Ein niedriger statischer Wert ersetzt keinen erforderlichen Ermüdungs- oder Stabilitätsnachweis.

Prüffrage

Kann ein Reviewer Last, Modell und Schlussfolgerung aus den Verweisen rekonstruieren?

Rechenbeispiel: Druck und Wanddicke

Plausibilitätsrechnung für einen idealisierten dünnwandigen Zylinder.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Angenommen: gleichmäßiger Innendruck $p = 1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar}$, mittlerer Durchmesser $D = 1.000 \text{ mm}$, bestätigte effektive Wanddicke $t = 10 \text{ mm}$. Idealisiert werden eine dünne zylindrische Wand, geschlossene Enden und elastische Membranwirkung ohne örtliche Störungen. Für diese Lernannahmen gilt näherungsweise:

$$\text{Umfangsspannung} = p \times D / (2 \times t) = 50 \text{ MPa}$$

$$\text{Längsspannung} = p \times D / (4 \times t) = 25 \text{ MPa}$$

Fall	p	t	Umfang	Längs
Basis	1 MPa	10 mm	50 MPa	25 MPa
Geringere effektive Dicke	1 MPa	8 mm	62,5 MPa	31,25 MPa
Geringerer Druck	0,8 MPa	10 mm	40 MPa	20 MPa

Was das Beispiel erklärt

Unter den vereinfachten Annahmen erhöht geringere Wanddicke die Spannung und geringerer Druck verringert sie. Die Einheiten MPa und mm ergeben hier wieder MPa. Die Zahlen belegen keine zulässige Betriebsgrenze. Es fehlen unter anderem Materialkriterien, Temperatur, Toleranzen, Schweißung, Öffnungen, Böden, Flansche, äußere Lasten, Ermüdung und Stabilität.

Keine vollständige GOST-Auslegung

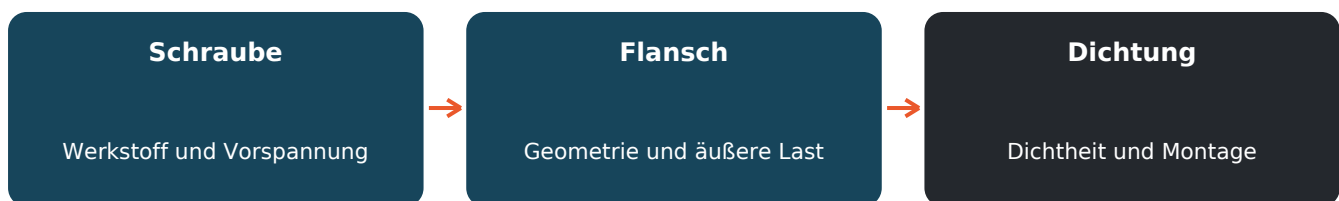
Die Membranbeziehungen dienen nur dem Verständnis und Review. Sie sind keine universellen Auslegungsformeln und keine Freigabe eines realen Druckgeräts.

Praxisfall 1: Behälter mit Flanschdeckel

Wand, Deckel, Verbindung und Auflager getrennt bewerten.



Druckgeräte · Bildquelle: AC Inorms



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Ausgang	Behälter mit Deckel, Stutzen und Sätteln.
Daten	Geometrie, Material, Druck, Temperatur und Toleranzen.
Lasten	Innen- / Außendruck, Gewicht und Stutzenlasten.
Nachweise	Bauteilfestigkeit, Dichtheit und relevante Zusatzprüfungen.
Abschluss	Berechnungsgrenzen mit Zeichnung und Pass abgleichen.

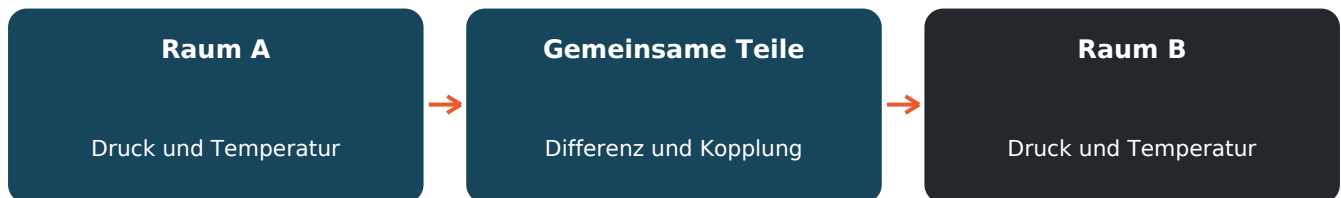
Beispiel ohne Gerätefreigabe: Die Wand ist nach einer geeigneten Methode bewertet, der Flanschdeckel aber noch nicht vollständig dokumentiert. Die Akte wird nicht allein wegen eines positiven Wandwerts abgeschlossen. Der Berechner ergänzt Flansch, Schrauben und Dichtung. Der Prüfzustand wird mit tatsächlichem Füllgewicht betrachtet. Vorläufige Stutzenlasten bleiben bis zur Bestätigung offen. Nach Änderungen werden betroffene Ergebnisse neu geprüft. Die technische Schlussfolgerung benennt, welche Ausführung und Grenzen tatsächlich belegt sind. Erst diese Fassung wird in den weiteren Verfahrensabgleich gegeben.

Für die Praxis

Ein bestandener Wandnachweis ist kein vollständiger Behälternachweis.

Praxisfall 2: Wärmetauscher mit zwei Druckräumen

Druckdifferenz und Temperaturfolge können maßgeblich sein.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Ausgang	Rohr- und Mantelseite mit unterschiedlichen Medien.
Kombination	Einseitige Beaufschlagung und unterschiedliche Temperaturen.
Detail	Rohrboden, Anschlüsse und thermische Bewegung.
Nachweis	Spezifische Auslegung und relevante Zyklen.
Betrieb	Bestätigte Anfahr- und Abschaltgrenzen.

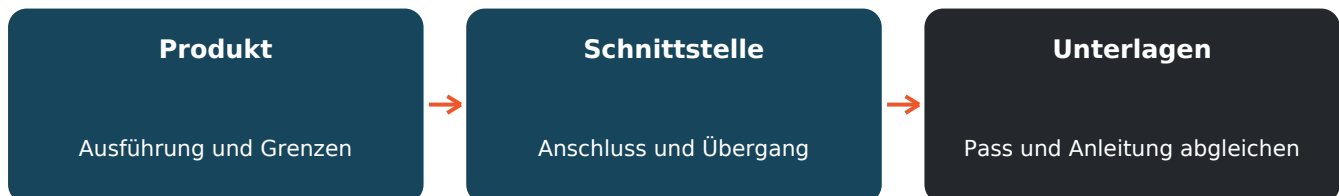
Beispiel: Ein Wärmetauscher soll künftig mit anderer Anfahrfolge betrieben werden. Zwei einzeln ausreichend bewertete Druckräume beantworten die gekoppelte Frage nicht. Der Berechner erstellt zusätzliche Kombinationen und prüft gemeinsame Teile. Temperaturgradienten und Lastwechsel werden aufgenommen. Bestehende Berichte bleiben wichtige Quellen, ihre Abdeckung wird jedoch neu begründet. Die spätere Anleitung darf nur bestätigte Abläufe zulassen. Eine Änderung der Schaltfolge wird deshalb vor Betriebseinsatz fachlich bewertet und im Bericht mit neuer Revision dokumentiert.

Für die Praxis

Gemeinsame Wand und Temperaturkopplung ausdrücklich in der Lastfallmatrix zeigen.

Praxisfall 3: industrielle Pumpen- und Filterbaugruppe

Druckgeräte und ausgenommene Maschinenteile korrekt abgrenzen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Ausgang	Filtergehäuse, Rohrleitungen, Pumpe und Tragstruktur.
Scope	Jedes Teil nach Funktion und tatsächlichem TR-Umfang.
Last	Druck, Rohrkräfte, Gewicht und Betriebsschwingung.
Nachweis	Berechnungen mit Lieferantengrenzen verbinden.
Änderung	PVC-Abschnitt, anderes Medium oder neue Rohrführung.

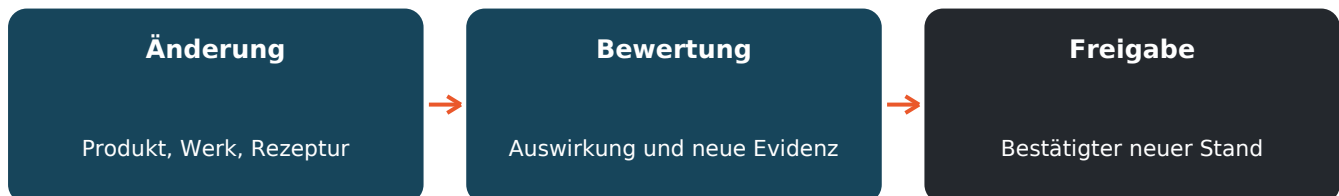
Beispiel: Eine Baugruppe erhält Filter und Pumpe unterschiedlicher Lieferanten. Der Pumpenkörper wird nicht allein wegen Druck gleich einem selbstständigen Behälter zugeordnet. Der Filter wird separat eingestuft. Für die Verbindungen werden tatsächliche Rohrlasten und Werkstoffe bestätigt. Eine metallische Berechnungsregel wird nicht ungeprüft auf Kunststoffteile übertragen. Die Gesamtübersicht zeigt Herstellergrenzen und zusätzliche Nachweise. Bei neuer Rohrführung werden lokale Anschlusslasten abgeglichen. Die Sicherheitsbegründung und die Betriebsunterlagen übernehmen die tatsächlich bestätigten Grenzen.

Für die Praxis

Baugruppensicherheit benötigt klare Zuständigkeit an jeder Schnittstelle.

Praxisfall 4: geänderter Werkstoff und größere Öffnung

Ein unveränderter Grundkörper kann neue lokale Nachweise brauchen.



Produktbezogene Bewertung · schematische Erläuterung

Prüffeld	Umsetzung im Projekt
Ausgang	Bestätigter Behälter mit geplanter Produktänderung.
Geometrie	Größerer Stutzen und geänderte Verstärkung.
Material	Alternative Sorte und tatsächlicher Lieferzustand.
Nachweis	Betroffene lokale, thermische und zyklische Fragen.
Freigabe	Neuberechnung, Zeichnung und Konformitätsfolgen.

Beispiel: Eine ähnliche Baugröße soll mit anderem Werkstoff und größerem Anschluss geliefert werden. Ein alter Bericht wird nicht lediglich im Titel umbenannt. Prüfen Sie Materialdaten, effektive Geometrie und die Grenzen der bisherigen Methode. Die Änderungsliste verbindet betroffene Lastfälle und Nachweise. Neue Ergebnisse werden mit tatsächlich geänderter Zeichnung geprüft. Erforderliche Konformitätsmaßnahmen werden vor Lieferung eingeordnet. Der Bericht nennt die freigegebene Variante und schließt nicht untersuchte Ausführungen aus. Revisionshistorie und Lieferunterlagen bleiben konsistent.

Für die Praxis

Ähnliche Abmessung ist keine ausreichende technische Gleichwertigkeit.

Zehn typische Fehler und ihre Korrektur

Eingaben, Methode und Schlussfolgerung nachvollziehbar verbinden.

Fehler	Korrektur
Berechnung für jeden Export pauschal Pflicht	Produkt und zutreffendes Regelwerk prüfen.
Nuklearregeln für jede Industrieanlage	Spezifischen Anwendungsbereich beachten.
52857.4-2007 als aktuelle russische Basis	Aufhebung und 34233.4-2017 berücksichtigen.
Nennwand ohne Abzüge eingesetzt	Wirksame Dicke nach bestätigter Basis führen.
Druckwert ohne Einheit oder Definition	Bezugsart, Einheit und Lastfall angeben.
Nur Innendruck betrachtet	Relevante äußere, thermische und zyklische Lasten.
Bunte FEM-Grafik als vollständiger Nachweis	Modell, Kriterien und Review dokumentieren.
Höchste Knotenspannung blind bewertet	Auswertung und Singularitäten fachlich prüfen.
Druckversuch ersetzt jede Lebensdauerrechnung	Nachweisarten und Abdeckung unterscheiden.
Alte Datei nur für neue Variante umbenannt	Änderung und Neuberechnung begründen.

Verwenden Sie die Korrekturen als Reviewfragen. Die häufigsten Lücken betreffen unbestätigte Daten und unbegründete Übertragung von Ergebnissen. Ein formal vollständiger Bericht kann technisch unvollständig sein.

Grundregel

Kein Ergebnis ohne Produktstand, Lastfall, Methode und passendes Kriterium.

FAQ, Kosten und realistische Termine

Webseitenorientierung und verbindlichen Auftrag unterscheiden.

Webseitenwert	Fachliche Einordnung
Etwa 5 Arbeitstage	Unverbindlich; vollständige Daten und begrenzten Umfang voraussetzen.
700-900 EUR	Orientierung, kein Pauschalpreis für jede Baugruppe oder FEM-Analyse.

Ist immer eine Simulation erforderlich?

Nein. Die geeignete Methode folgt Bauteil, Lasten und Regelwerksbasis. FEM wird dort eingesetzt, wo sie die benötigte technische Frage sinnvoll beantwortet.

Kann ein vorhandener Bericht übernommen werden?

Nach Abgleich von Produktrevision, Eingaben, Kriterien und tatsächlicher Abdeckung. Eine Übersetzung allein genügt nicht.

Was passiert bei negativem Ergebnis?

Ursache, Modell und Konstruktion werden geprüft. Notwendige Änderungen werden umgesetzt und die betroffenen Nachweise erneut bewertet.

Ein Angebot benennt Bauteile, Varianten, Lastfälle, Methoden, Berichtssprache, Reviews und Zusatzprüfungen. Die Webseite beschreibt Unterlagenauswertung, Berechnung / Simulation und Bericht als Umfang; die konkrete Abdeckung wird für den Auftrag bestätigt. Labor, Muster, umfangreiche Sonderfälle und Zertifizierung werden ausdrücklich vereinbart.

Termintreiber

Fehlende Rohrlasten, Materialdaten oder neue Varianten können den Aufwand stärker beeinflussen als der reine Softwarelauf.

Arbeitsblatt: Anfrage und technische Freigabe

Druckvorlage für Hersteller und Berechnungsprojekt.

Datenaufnahme	Eintrag
Hersteller / Ansprechpartner	_____
Produkt / Bauteile / Modelle	_____
Zielstaat / Regelwerk / Liefertermin	_____
Zeichnungen / Material / Revision	_____
Druck / Temperatur / Medium	_____
Rohrlasten / Zyklen / Lebensdauer	_____

Freigabecheckliste

Prüfpunkt	Status / Owner
Scope und Normenplan geklärt	_____
Eingaben und wirksame Geometrie bestätigt	_____
Lastfälle und Kombinationen vollständig	_____
Methodengrenzen und Kriterien passend	_____
Festigkeit / Stabilität / Ermüdung geprüft	_____
Ergebnisse und Plausibilität kontrolliert	_____
Bericht / Zeichnung / Pass abgeglichen	_____
Review / offene Punkte / Revision abgeschlossen	_____

Abschluss

Produktrevision: _____ Datum: _____

Technisch geprüft und freigegeben durch: _____

Quellen und Rechtsgrundlagen

Verlinkte Grundlagen für die produktbezogene Prüfung.

[1] AC Inorms: Festigkeitsberechnung für EAC

[Originalquelle öffnen](#)

[2] AC Inorms: Richtlinienarchiv

[Originalquelle öffnen](#)

[3] Adilet: TR ZU 032/2013, aktueller Regelwerkstext

[Originalquelle öffnen](#)

[4] EEC: TR 032, Änderungen und Normenlisten

[Originalquelle öffnen](#)

[5] Rosstandart: TR-032-Liste, GOST-Berechnungsfamilie

[Originalquelle öffnen](#)

[6] Rosstandart: GOST R 52857.4-2007, Aufhebung 2018

[Originalquelle öffnen](#)

[7] Rosstandart: GOST 34233.4-2017, Flanschverbindungen

[Originalquelle öffnen](#)

[8] Rosstandart: GOST 34233.1-2017, allgemeine Grundlagen

[Originalquelle öffnen](#)

[9] Rosstandart: GOST 34233.2-2017, Schalen und Böden

[Originalquelle öffnen](#)

Amtliche Regelwerke, aktuelle Listen und vollständige vereinbarte Normenausgaben sind maßgeblich. Nationale Normenstatus und Listenverwendung getrennt prüfen. Unbezifferte Abläufe, Beispiele und Arbeitsmuster sind eigenständige redaktionelle Empfehlungen.

Weitere Quellen und Bildnachweise

Verlinkte Grundlagen für die produktbezogene Prüfung.

[10] Rosstandart: GOST 34233.12-2017, rechnergestützte Berichte

[Originalquelle öffnen](#)

[11] Bibliothek YaRB: PNAE G-7-002-86, Nuklearbereich

[Originalquelle öffnen](#)

[12] Bibliothek YaRB: NP-068-05, Armaturen im Nuklearbereich

[Originalquelle öffnen](#)

[13] Rosstandart: GOST 34233.7-2017, Wärmetauscher

[Originalquelle öffnen](#)

[14] Rosstandart: GOST 34233.8-2017, Mantelgeräte

[Originalquelle öffnen](#)

[15] ISO: 16528-1, Leistungsanforderungen für Kessel und Behälter

[Originalquelle öffnen](#)

[16] EAWU: Beschluss 96/2019, amtliche TR-032-Normenlisten

[Originalquelle öffnen](#)

[17] EAWU: Register der Konformitätsnachweise

[Originalquelle öffnen](#)

[18] EAWU: EAC-Zeichen, Beschluss 711/2011

[Originalquelle öffnen](#)

Stand 14.10.2026. Titelmotiv, Ablaufgrafik und Dokumentencheckliste sowie ergänzendes Druckgerätemotiv: ac-inorms.com. Englische Darstellungen der beiden Infografiken wurden inhaltlich adaptiert. Schaubilder, Tabellen und Lernbeispiel sind eigene Arbeitshilfen, keine Geräteauslegung. Keine vollständigen Normtexte oder Musterzertifikate.

Ihre Festigkeitsberechnung mit AC Inorms

Technische Daten, nachvollziehbare Berechnung und EAC-Verfahren verbinden.



Festigkeitsberechnung · Bildquelle: AC Inorms

AC Inorms unterstützt Hersteller und Exporteure bei der Planung ihrer technischen Dokumentation und erforderlichen Nachweise. Ausgangspunkt sind Produktumfang, Zeichnungen, Materialien, Betriebsbedingungen und tatsächliche Lasten. Normenplan, Methode und benötigte Fachprüfungen werden zum konkreten Projekt bestimmt. Der Berechnungsbericht verbindet Eingaben, Modell, Ergebnisse und bestätigte Grenzen. Sicherheitsbetrachtung, technischer Pass und Anleitung werden auf denselben Produktstand abgestimmt. Zusatzprüfungen und EAC-Zertifizierung oder Deklaration werden ausdrücklich in den Leistungsumfang eingeordnet. Die fachliche Herstellerfreigabe bleibt ein eigener Schritt.

AC Inorms GmbH

Nobelstraße 3/5 · 41189 Mönchengladbach · Deutschland

Telefon: **+49 2161 9904970**

E-Mail: info@ac-inorms.com

Web: ac-inorms.com

Für die erste Anfrage

Arbeitsblatt auf Seite 47 mit Zeichnungen, Werkstoffdaten, Betriebsgrenzen und vorhandenen vollständigen Berichten senden.