



PROBAD

Festigkeitsberechnungen von Druckteilen nach Regelwerken

Release 01/2020: Neue Funktionen und Änderungen

Das Programmsystem PROBAD wird im Rahmen der Programmwartung (Wartungsvertrag) kontinuierlich gepflegt und erweitert.

Dieses Dokument enthält die Neuerungen, Verbesserungen und Fehlerbeseitigungen der aktuellen PROBAD-Releases:

EN 12952	Wasserrohrkessel	Release 4.08
EN 13445	Unbefeuerte Druckbehälter	Release 3.07
EN 13480	Metallische Rohrleitungen	Release 2.07
EN 1591	Runde Flanschverbindungen	Release 5.04
EN Rohrreihen	Rohrleitung Reihenberechnung	Release 4.08
AD 2000	Druckbehälter	Release 7.08
TRD	Dampfkessel	Release 8.08
WRC 107 / WRC 537	Äußere Stutzenlasten	Release 8.08
WRC 297	Äußere Stutzenlasten	Release 5.08
FEZEN	Werkstoff-Informationssystem	Release 4.12

Software Entwicklung, Vertrieb und Support



SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH
Bertha-von-Suttner-Allee 19
59423 Unna

www.rohr2.de / www.rohr2.com

Vertrieb
Tel.: +49 (0)2303 332 33-0
Fax: +49 (0)2303 332 33-50

sales.probad@rohr2.de

Support
Tel.: +49 (0)2303 332 33-45
Fax: +49 (0)2303 332 33-50

support.probad@rohr2.de



FEZEN – Informationssystem, Version 4.12:

Folgende Normen und Regelwerke wurden aktualisiert und die neuste Version in die Werkstoffdatenbank FEZEN eingearbeitet:

Bezugsnorm EN:

EN 10217-1	Ausgabe 04/2019	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung
EN 10217-2	Ausgabe 04/2019	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung
EN 10217-3	Ausgabe 04/2019	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung
EN 10217-4	Ausgabe 04/2019	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung
EN 10217-5	Ausgabe 04/2019	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung
EN 10217-6	Ausgabe 04/2019	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung
EN 13445-2	Ausgabe 12/2018	Unbefeuerte Druckbehälter – Werkstoffe

Bezugsnorm DIN:

- AD 2000 - W 9 Ausgabe 07/2019 Flansche aus Stahl
- AD 2000 - W 10 Ausgabe 07/2019 Eisen-Werkstoffe für tiefe Temperaturen
- AD 2000 - W 12 Ausgabe 07/2019 Nahtlose Hohlkörper für Druckbehältermäntel
- AD 2000 - W 13 Ausgabe 07/2019 Schmiedestücke und gewalzte Teile
- Die Änderungen in folgenden VdTÜV-Werkstoffblättern wurden in die Werkstoffdatenbank FEZEN eingearbeitet:
007/2, 109, 236,
350/3, 352/2, 354/1, 354/2, 357/1, 357/3, 377/1, 399/3,
400, 404/3, 418, 421, 424, 440/1,
511/2, 511/3, 547, 550, 555, 587, 588

Maßnormen:

- Auf Anwenderwunsch wurden folgende Normabmessungen zusätzlich in die Datenbank aufgenommen:
DIN 11866, 11/2016: Nichtrostende Stahlrohre für aseptische Anwendungen
DIN 11865, 11/2016 Nichtrostende Formstücke zum Anschweißen für Asepsis
DIN 28033, 04/2019 Schweißflansche für druckbeanspruchte Apparate
DIN 28034, 09/2013 Vorschweißflansche für druckbeanspruchte Apparate
DIN 28040, 09/2013 Flachdichtungen für Apparateflansche

Kempchen WN 104 Spiraldichtungen nach Kempchen Werknorm 104
Kempchen WN 157 Gewellte Dichtungen nach Kempchen Werknorm 157
- Die Abmessungs-Datenbank wurde aufgrund folgender neuer Ausgaben aktualisiert:
EN 10217-1, 04/2019: Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen
EN 10217-2, 04/2019: Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen
EN 10217-3, 04/2019: Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen
EN 10217-4, 04/2019: Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen
EN 10217-5, 04/2019: Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen
EN 10217-6, 04/2019: Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen
EN ISO 3183, 09/2018: Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme
EN 1092-1, 04/2018: Stahlflansche für Rohre, Armaturen, Formstücke

Ergebnis-Vorlage:

Im neuen Release kann nun unter ‚Einstellungen > Drucken‘ ein firmeneigenes Word- bzw PDF-Template definiert werden. Die Ergebnisdokumentation als Word - oder PDF-Dokument erfolgt dann bei entsprechender Anforderung in dieser Vorlage.



EN 12952: Wasserrohrkessel, Release 4.08

Benachbarte Abzweige:

Standardmäßig erfolgt der Nachweis benachbarter Ausschnitte über den gemeinsamen Flächenvergleich gemäß EN 12952-3, 8.3.4.

Im neuen Release kann nun alternativ auch ein Nachweis über den Verschwächungsbeiwert v_m gemäß EN 12952-3, 8.2.4 angefordert werden. Dies führt in den meisten Fällen zu konservativen Ergebnissen.

Halbkugelböden ohne zylindrischem Bord:

Standardmäßig werden Halbkugelböden ohne zylindrischem Bord stets als vollständige Halbkugeln betrachtet. Im neuen Release kann im Fall einer nicht vollständigen Halbkugelschale zusätzlich der zugehörige Durchmesser des Kugelsegmentes vorgegeben werden. Diese Eingabe dient zur korrekten Ermittlung der Bodenhöhe, des Innenvolumens und der Masse.

Korrekturen:

- Abzweige:
Die Diskrepanzen zwischen Text- und Grafikhilfen bezüglich des inneren und äußeren Überstandes von Abzweigen wurden beseitigt.



EN 13445: Unbefeuerte Druckbehälter, Release 3.07

Reduzierungen:

- Abzweige auf exzentrischen Reduzierungen:
Bisher erfolgte der Verstärkungsnachweis für Abzweige auf exzentrischen Reduzierungen stets unter der Annahme, dass der Ausschnitt im Kegelmantel mit maximalem Öffnungswinkel platziert ist. Im neuen Release gilt nun bei Stutzenpositionierung:
 - Umfangslage 180°: Stutzen liegt auf der max. geneigten Mantelfläche
 - Umfangslage 0°: Stutzen liegt auf der ungeneigten Mantelebene
- Reduzierungen mit verkürztem Abklingbereich:
Ist ein Abklingbereich kürzer als gemäß EN 13445-3 gefordert, so wird der Festigkeitsnachweis für diesen Bereich gemäß EN 13445-3, Bild 7.6-1 bzw. 7.6-4 mit einer effektiven Abklingdicke durchgeführt. Dieser Fall wird nun nur noch per Hinweis gemeldet.
- Reduzierungen ohne zylindrische Abklingbereiche:
Im neuen Release wird nun bei Eingabe einer zylindrischen Anschlusslänge $L_{cyl} = 0$ mm der zylindrische Abklingbereich nicht geprüft. Es wird ein entsprechender Hinweis angezeigt.

Standzargen:

Für Standzargen mit Ausschnitt im Schnitt 4-4 bzw. Schnitt 5-5 mussten bisher die relevanten Berechnungsparameter Restquerschnitts A, Widerstandsmoments W und Verschiebung des Schwerpunktes y_G explizit vorgegeben werden.

Nun kann im Fall eines Ausschnittes in der Schnittebene der Außendurchmesser d_{ext} des Ausschnitts angegeben werden. Bei Verwendung eines Versteifungsrings sind zusätzlich die Ringdicke e_{rt} , die Gesamtlänge l_{rt} und der äußere Überstand h_{rt} des Versteifungsrings vorzugeben. Querschnitt A, Widerstandsmoment W und Verschiebung des Schwerpunktes y_G werden in diesem Fall gemäß EN 13445-3, Abschnitt 16.12.4.4 intern ermittelt.

Korrekturen:

- T-Stücke:
Für T-Stücke wurden die zulässigen Berechnungsspannungen von Grundrohr und Abzweig bisher stets getrennt ermittelt. Im neuen Release wird für geschmiedete oder ausgehalste T-Stücke nun die geringere zulässige Spannung des Grundrohres auch im Abzweig berücksichtigt.
- Reduzierungen:
Wird die zylindrische Abklinglänge L_1 explizit vorgegeben, so geht nun die verstärkte Wanddicke e_1 auf dieser Länge in die Berechnung der effektiven Dicke ein. Auf der verbleibenden Länge $L_{cyl}-L_1$ wird die Anschlussdicke e_{cyl} berücksichtigt.
- Ebene Böden:
Für verschraubte ebene Platten mit innenliegender Dichtung wird nun auch eine Warnung angezeigt, falls die Dicke des Flanschrings kleiner als die erforderliche Dicke e_A im Einbauzustand.
- Ebene Böden:
Bisher wurde eine Warnung ausgegeben, falls das Verhältnis e_s/D_i bzw. p/f_{min} außerhalb von EN 13445-3, Bild 10.4-2 bzw. Bild 10.4-5 lag. Da die Faktoren C1 und C2 nicht aus diesen Bildern, sondern gemäß der zugehörigen Formeln ermittelt werden, entfallen im neuen Release entsprechende Warnungen, falls die Parameter außerhalb der Bilder liegen.



EN 13480: Metallische Rohrleitungen, Release 2.07

Reduzierungen:

- Abzweige auf exzentrischen Reduzierungen:
Bisher erfolgte der Verstärkungsnachweis für Abzweige auf exzentrischen Reduzierungen stets unter der Annahme, dass der Ausschnitt im Kegelmantel mit maximalem Öffnungswinkel platziert ist. Im neuen Release gilt nun bei Stutzenpositionierung:
 - Umfangslage 180°: Stutzen liegt auf der max. geneigten Mantelfläche
 - Umfangslage 0°: Stutzen liegt auf der ungeneigten Mantelebene
- Reduzierungen mit verkürztem Abklingbereich:
Ist ein Abklingbereich kürzer als gemäß EN 13480-3 gefordert, so wird der Festigkeitsnachweis für diesen Bereich gemäß EN 13480-3, Bild 6.4.2-1 bzw. 6.4.8-1 mit einer effektiven Abklingdicke durchgeführt. Dieser Fall wird nun nur noch per Hinweis gemeldet.
- Reduzierungen ohne zylindrische Abklingbereiche:
Im neuen Release wird nun bei Eingabe einer zylindrischen Anschlusslänge $L_{cyl} = 0$ mm der zylindrische Abklingbereich nicht geprüft. Es wird ein entsprechender Hinweis angezeigt.

Korrekturen:

- T-Stücke:
Für T-Stücke wurden die zulässigen Berechnungsspannungen von Grundrohr und Abzweig bisher stets getrennt ermittelt. Im neuen Release wird für geschmiedete oder ausgehalste T-Stücke nun die geringere zulässige Spannung des Grundrohres auch im Abzweig berücksichtigt.
- Reduzierungen:
Wird die zylindrische Abklinglänge L_1 explizit vorgegeben, so geht nun die verstärkte Wanddicke e_1 auf dieser Länge in die Berechnung der effektiven Dicke ein. Auf der verbleibenden Länge $L_{cyl}-L_1$ wird die Anschlussdicke e_{cyl} berücksichtigt.
- Ebene Böden:
Für verschraubte ebene Platten mit innenliegender Dichtung wird nun auch eine Warnung angezeigt, falls die Dicke des Flanschrings kleiner als die erforderliche Dicke e_A im Einbauzustand.
- Ebene Böden:
Bisher wurde eine Warnung ausgegeben, falls das Verhältnis e_s/D_i bzw. p/f_{min} außerhalb von EN 13480-3, Bild 7.2.3-2 bzw. Bild 7.2.3-4 lag.
Da die Faktoren C_1 und C_2 nicht aus diesen Bildern, sondern gemäß der zugehörigen Formeln ermittelt werden, entfallen im neuen Release entsprechende Warnungen, falls die Parameter außerhalb der Bilder liegen.



EN 1591: Runde Flanschverbindungen, Release 5.04

Flächenpressung der Dichtung:

Bei der Berechnung von Flanschverbindungen nach EN 1591 ergeben sich oft erhebliche Unterschiede zwischen Auslegung (d.h. bei Ermittlung der Nennschraubenkraft FB_{0nom}) und Nachrechnung gemäß EN 1591-1, Abschnitt 5 (also bei vorgegebener Einbau-Anziehungskraft $FB_{0,spec}$ bzw. vorgegebenem Einbau-Drehmoment $Mt_{0,spec}$).

Um hier vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurde die Berechnung im neuen Release in mehreren Punkten modifiziert. Die entsprechenden Formeländerungen wurden zum Teil bereits in den aktuellen Entwurf der EN 1591 übernommen.

- Bisher wurde die Mindest-Dichtungskraft im Montagezustand FG_{0min} gemäß Formel (103) mittels der (im jeweiligen Dichtungsblatt gelisteten) Flächenpressung QA im Montagezustand vor Entlastung bestimmt: $FG_{0min} = A_{Ge} * QA$
Nun erfolgt die Ermittlung abweichend von Formel (103) mittels der erforderlichen Mindestpressung $Q_{min(L)}$ der Dichtung im Montagezustand: $FG_{0min} = A_{Ge} * Q_{min(L)}$
 $Q_{min(L)}$ wird vom Programm ermittelt, kann aber auch explizit vorgegeben werden.
- Die mittlere effektive Druckspannung $QG_0 = FG_0 / A_{Ge}$ gemäß Formel (57) dient nun (anstelle von QA) zur Ermittlung der erforderliche Mindest-Flächenpressung $Q_{smin(L)}$ in den Folgezuständen. Auch bei Nachrechnungen wird QG_0 mittels Formel (57) ermittelt, wobei hier jedoch FG_0 nach Formel (1) bestimmt wird und während der Iteration fix bleibt.
- Die Formeln zur Ermittlung der Dichtungskraft FG_{0d} , welche für alle Folgezustände ausgelegt wird, wurden wie folgt modifiziert:
Auslegung Formel (119) : $FG_{0d} = \max \{ FG_{\Delta} ; 2/3 * (1-10/NR) * FB_{0max} - FR_0 \}$
 Formel (119-mod): $FG_{0d} = \max \{ FG_{0req} ; 2/3 * (1-10/NR) * FB_{0max} - FR_0 \}$
Nachrechnung: Formel (2): $FG_{0d} = \max \{ FB_{0min} - FR_0 ; 2/3 * (1-10/NR) * FB_{0max} - FR_0 \}$
 Formel (2-mod): $FG_{0d} = \max \{ FG_0 ; 2/3 * (1-10/NR) * FB_{0max} - FR_0 \}$

Maximales Einbau-Drehmoment:

- Bisher konnte in PROBAD auch für Auslegungen die Ermittlung eines maximal zulässigen Nenn-Drehmomentes $Mt_{0,nom}$ angefordert werden. Dieser Wert führte aber als Vorgabe $Mt_{0,spec}$ in der Nachrechnung nach Abschnitt 5 häufig zu Überlastungen oder erwies sich sogar als zu gering. Daher kann diese Ermittlung nun nur noch für Nachrechnungen angefordert werden, also bei vorgegebener Einbau-Anziehungskraft $FB_{0,spec}$ bzw. vorgegebenem Einbau-Drehmoment $Mt_{0,spec}$. In diesem Fall ermittelt PROBAD iterativ ein maximal zulässiges Einbau-Drehmoment $Mt_{0,spec}$ nach EN 1591-1, Abschnitt 5.
- Auch eine vorgegebener Mindestbelastungsgrad Φ_{iB0min} der Schrauben wird nur noch bei Vorgabe der Einbau-Anziehungskraft $FB_{0,spec}$ bzw. des Einbau-Drehmomentes $Mt_{0,spec}$ geprüft. Ist die ermittelte Schraubenauslastung im Montagezustand kleiner als Φ_{iB0min} , so erscheint eine entsprechende Warnung.

Reibungskoeffizient der Dichtung:

- Der Reibungskoeffizient μ_G der Dichtung wird nun gemäß dem Entwurf 2019 der EN 1591-1, Tabelle E.1 in Abhängigkeit von der Dichtungsart ermittelt, da sich die in EN 1591-1, Ausgabe 2013 in Anhang E, Tabelle E.1 gelisteten Reibungskoeffizienten als viel zu konservativ erwiesen haben. Dies hat im Fall von Querkräften oder Torsionsmomenten erheblichen Einfluss auf die Berechnungsergebnisse.



Schrauben im Zeitstandbereich:

- Da bei Flanschverbindungen im Zeitstandbereich die Schrauben gewöhnlich im Verlauf der Lebenszeit gewechselt werden, kann nun über den Schalter ‚Änderung der Sicherheiten und Lebensdauer‘ für die Schrauben eine vom Flansch abweichende Lebensdauer eingegeben werden. Gemäß EN 1591-1, 4.3 wird die Nenn-Berechnungsspannung für Schraubenwerkstoffe auf der Grundlage der gleichen Regeln wie für Flanschen- und Schalenwerkstoffe ermittelt, z. B. gleicher Sicherheitsbeiwert für die Streckgrenze.

Korrekturen:

- Blindflansche:
Für Blindflansche mit Feder wurde für den Innenteil des Blinddeckels die Plattendicke incl. Federhöhe berücksichtigt. Der Fehler wurde korrigiert.
- Dichtungen im Kraftnebenschluss:
Für Dichtungen im Kraftnebenschluss ging bisher die maximal mögliche Kontaktfläche der Flanschblätter als wirksame Dichtfläche in die Berechnung ein.
Im neuen Release wird nur noch die Kontaktfläche außerhalb des O-Ringes berücksichtigt.
- Unterlegscheiben:
In den Grafik-Hilfen war der Innendurchmesser dW1 der Unterlegscheiben falsch dokumentiert. Dies wurde korrigiert.
- Flanschverbindungen mit 2 Federn:
Es besteht nun die Möglichkeit, Flanschverbindungen mit Feder in beiden Flanschen zu rechnen. Diese Kombination ist sinnvoll, wenn eine dazwischen geklemmte Platte beidseitig mit Nut ausgeführt wird.



AD 2000: Druckbehälter, Release 7.08

AD-S3/7: Neue Ausgabe 05/2019

Gemäß der neuen Ausgabe von AD-S3/7 geht nun anstelle der mittleren Wandtemperatur θ die Differenztemperaturen $\Delta \theta = \text{Wandtemperatur} - \text{Herstelltemperatur}$ in die Berechnung der Wärmespannungen ein. Die Programme wurden entsprechend modifiziert, wobei eine Herstelltemperatur von 20°C angenommen wird.

Rohrplatten:

Bisher wurde bei der Ermittlung der maximalen Spannungs-Ausnutzung die Verbindung zwischen Taucherrohren und Rohrplatte nicht berücksichtigt.
Im neuen Release geht nun auch das Verhältnis ‚vorhandene / zulässige Beanspruchung der Verbindung‘ in die Ermittlung ein.

Kegelschalen:

Bisher erfolgte der Verstärkungsnachweis für Abzweige auf exzentrischen Reduzierungen stets unter der Annahme, dass der Ausschnitt im Kegelmantel mit maximalem Öffnungswinkel platziert ist.
Im neuen Release gilt nun bei Stutzenpositionierung:
- Umfangslage 180°: Stutzen liegt auf der max. geneigten Mantelfläche
- Umfangslage 0°: Stutzen liegt auf der ungeneigten Mantelebene

Standzargen:

Für Standzargen mit Ausschnitt im Schnitt 4-4 bzw. Schnitt 5-5 mussten bisher die relevanten Berechnungsparameter Restquerschnitts A, Widerstandsmoments W und Verschiebung des Schwerpunktes ϵ explizit vorgegeben werden.
Nun kann im Fall eines Ausschnittes in der Schnittebene der Außendurchmesser d des Ausschnitts angegeben werden. Bei Verwendung eines Versteifungsringes sind zusätzlich die Ringdicke e , die Gesamtlänge l und der äußere Überstand h des Versteifungsringes vorzugeben. Querschnitt A, Widerstandsmoment W und Verschiebung des Schwerpunktes ϵ werden in diesem Fall gemäß EN 13445-3, Abschnitt 16.12.4.4 intern ermittelt..

Korrekturen:

- Rohrplatte:
Durch einen Programmfehler wurde die Anzahl der tragenden Randrohre nicht erhöht, obwohl diese durch Knickung überlastet waren. Dies wurde korrigiert.



DIN/EN-Rohrreihen, Release 4.08

Berechnung auf Innen- und Außendruck:

Im neuen Release besteht nun die Möglichkeit, einen Innendruck P_i und einen Außendruck P_e einzugeben. In diesem Fall wird zusätzlich zum Innendrucknachweis die geraden Rohre und die Abzweige auch auf Außendruck nachgewiesen.

4 Bereiche:

Im neuen Release können nun für die einzelnen Baugruppen bis zu 4 Bereiche definiert werden.

So ist es nun also z.B. möglich, die geraden Rohre in überschneidungsfreie Bereiche

- nahtlos, Werkstoff A
- nahtlos, Werkstoff B
- geschweißt, Werkstoff C
- geschweißt, Werkstoff D aufzuteilen.

Definierte Bereiche sind in den Eingabemasken farblich gekennzeichnet.

Ergebnisdokumentation:

In den Ergebnistabellen werden Wanddicken und zulässige Spannungen nicht explizit angezeigt, wenn diese im Vergleich zur vorherigen Tabellenzeile unverändert sind. Dasselbe gilt bei den Abzweigergebnissen für Durchmesser und Wanddicke des Hauptrohres. Dies erleichtert die Lesbarkeit und das Erkennen von Wanddickensprüngen.

Auf Anwenderwunsch werden aber nun im neuen Release die Ergebnistabellen in Druck-, PDF- oder Word-Dokumenten vollständig gefüllt erzeugt.

Abzweigschema:

Im Abzweigschema sind nun Grundrohr und Abzweig mit aufsteigendem Durchmesser dokumentiert.

Fehlerkorrekturen:

- Ausgehalste Abzweige:
Bisher wurden die tragende Flächen ausgehalster Abzweige nur für die Nachweisregeln EN 12952, AD 2000 und TRD um 10 % reduziert. Nun geschieht dies (siehe z.B. EN 13480-3, 8.3.8) für alle Nachweisregeln.
- T-Stücke:
Für verstärkte T-Stücke wurde bisher am jeweiligen Rohranschluss intern die Länge der Anfasung L_f gleich der Rohranschlussdicke e_1 angenommen. Nun wird zusätzlich die Wanddickendifferenz zur verstärkten Wanddicke e_3 berücksichtigt, also $L_f = \text{Minimum} \{e_1 ; e_3 - e_1\}$.
- Sonderdurchmesser
Bisher konnten über Button NEU eingegebene Durchmesser auf der Maske nicht abgeändert werden. Dies ist im neuen Release nun möglich.



WRC 107: Lokale Spannungen an Zylinder- und Kugelschalen, Release 8.08 WRC 297: Lokale Spannungen an Zylinderschalen, Release 5.08

Spannungsbewertung:

Die ermittelten maximalen Vergleichsspannungen der Überlagerungen dürfen die zulässigen lokalen Vergleichsspannungen nicht übersteigen. Diese werden in Abhängigkeit der gewählten ‚Spannungsbewertung‘ intern ermittelt. Bei Spannungsbewertung gemäß AD-S4 wird nun unterschieden zwischen:

- **Primär- und Sekundärsspannungen nach AD-S4:**

Es wird vorausgesetzt, dass die aus den überlagerten lokalen Lasten resultierenden Spannungen gemäß AD-S4, Tabellen 1-3 als Sekundärspannungen kategorisiert werden können.

Die Bewertung erfolgt entsprechend AD-S4, Abschnitt 6.2 und 6.3.

Lokale Membranvergleichsspannung: $\sigma_{\text{zul}} = 1.5 \cdot K/S$

Membran- und Biegevergleichsspannung: $\sigma_{\text{zul}} = 3.0 \cdot K/S$

- **Primärspannungen nach AD-S4:**

Die Bewertung erfolgt entsprechend AD-S4, Abschnitt 6.2 und ist für die Überlagerung von Primärspannungen gemäß AD-S4, Tabellen 1-3 zu wählen.

Lokale Membranvergleichsspannung: $\sigma_{\text{zul}} = 1.5 \cdot K/S$

Membran- und Biegevergleichsspannung: $\sigma_{\text{zul}} = 1.5 \cdot K/S$

Vereinheitlichung der Berechnungsdaten:

- **WRC 107: Spannungen aus Innendruck:**

In PROBAD WRC 107 wurden die Innendruck-Spannungen

- für Zylinderschale über die Formel $\sigma = p / (d_a/d_i - 1)$,

- für Kugelschale über die Formel $\sigma = p / (d_a^2/d_i^2 - 1)$ ermittelt.

Im neuen Release werden die Innendruck-Spannungen nun (wie in den anderen PROBAD-Modulen)

- für Zylinderschale über die Formel $\sigma = p \cdot D_m / (2 t)$

- für Kugelschale über die Formel $\sigma = p \cdot D_m / (4 t)$ ermittelt.

- **WRC 107: Zulässige Vergleichsspannung im Stutzen:**

In PROBAD WRC 107 wurde bisher die vorhandene Vergleichsspannung im Stutzen gegen K/S abgeglichen. In neuen Release wird nun (wie in WRC 297) die vorhandene Vergleichsspannung gegen 1.5 K/S geprüft.

- **WRC 297: Eingabe von Drücken:**

In PROBAD WRC 297 erfolgte die Eingabe von Drücken bisher in (bar).

In neuen Release erfolgt die Eingabe (wie in WRC 107) nun in (MPa)

- **WRC 297: Nachweis des Stutzens:**

In PROBAD WRC 297 ging bisher der Innendruck p nicht in den Nachweis des Stutzens ein.

Im neuen Release wird dies nun über die Bauart des Anbauteils gesteuert:

Rohrnocken: Ohne Ausschnitt in der Schale

Stutzen: Mit Ausschnitt in der Schale.

- **WRC 297: Querkräfte VL und VC:**

In PROBAD WRC 107 und WRC 297 werden die aus Querkräften V_i resultierenden Schubspannungen $\tau = 2 V_i / (\pi \cdot d \cdot t)$ in der Berechnung berücksichtigt.

In PROBAD WRC 107 werden die Querkräfte darüber hinaus über den Hebelarm h_1 in Momente umgerechnet, die dann zusätzlich in die weitere Berechnung eingehen

Im neuen Release kann nun auch in PROBAD WRC 297 ein entsprechender Hebelarme vorgegeben werden. In diesem Fall wird das zugehörige Biegemoment $h_1 \cdot V$ wie in WRC 107 berücksichtigt.



- **WRC 297: Handrechnung:**
Auch in PROBAD WRC 297 steht nun in den Hilfen eine Handrechnung zum Eingabe-Datensatz , Example_Tube_Plug (Auftrag: A_Hand1 Zeichnung: Z_Hand1) zur Verfügung.
- **WRC 297: Kürzel:**
In PROBAD WRC 297 wurden bisher ‚deutsche‘ Kürzel verwendet (z.B.: Dz, Tz, ds, ts usw.)
Im neuen Release werden nun englische Kürzel verwendet (z.B.: Ds, Ts und db, tb usw.)
- **Axialkraft im Stutzen:**
In WRC 107 wird eine positive Axiallast P als Druckkraft betrachtet (siehe z.B. WRC 107, Table 1),
in WRC 297 eine Zugkraft (siehe WRC 297, Figure 1).
Dies wird nun in den entsprechenden Eingabefeldern und Hilfen klar ersichtlich.