

Frontend-Anleitung

Vertiefte Nachweise gezielt einschalten

Die Grundkonfiguration bleibt unter **Form → Rumpfbereich → Profile → Prüfen**. Die vorhandenen Ansichten **Grundriss, 3D-Struktur, Holmquerschnitt und Flügelanschluss** bleiben über die Ansichtslaste erreichbar. Die Berechnungsdowloads stehen weiterhin in der Ergebnis-/Downloadleiste.

Aufgabe	Eingabebereich
Globale elastische Stabilität des Rohrnetzes	Anschlüsse → Flügelbefestigung → elastisches Mittelteil → Rumpfgerüst
Örtliches Ermüdungsspektrum	Anschlüsse → Flügelbefestigung → Aufnahme A, B, C oder D
Drei/vier verklebte Fügepartner	Anschlüsse → Gurtstöße → Zahl der Fügepartner
Gemeinsame freie Außenflügel-Zellkontur	Holme → Gemeinsamer Flügelkasten
Lokale Schubbeulprüfung	Gemeinsamer Flügelkasten → betreffende Wand → Wandstabilität
Ungleiche gegenläufige Steckungen	Anschlüsse → Durchgehende Flügelsteckung → gegenläufiges Paar → individuelle Lastteilung
Elastische Aktuatorpfade/Blockieren	Ruder und Klappen → Betätigung → Elastizität und Blockieren

Nur das konstruktiv passende Modell aktivieren. Die Felder für unbenutzte Fügepartner, Tabellenzeilen und Materialmodelle bleiben ausgeblendet und werden nicht als Pflichtangaben behandelt. Beim Umschalten werden die gespeicherten Werte erhalten. **Fachhilfe** erklärt die Bedeutung, Einheit und Modellgrenze; beim Überfahren mit der Maus erscheint zusätzlich der Kurztext.

Beim freien Flügelkasten entfallen die unabhängigen Rechteckkasten-Eingaben. Der Holmquerschnitt zeichnet die tatsächlichen eingegebenen Wandmittellinien; die nummerierte Vorschau hilft bei der Zuordnung gemeinsamer Wände. Ein-/Ausblenden eines Bauteils im 3D-Viewer verändert die Berechnung nicht.

Nach Änderungen **Berechnen** wählen. Die vertieften Teilnachweise erscheinen unter **Struktur und Betätigung · optionale Teilnachweise** und in den Berechnungsexporten. Eine gute Materialreserve hebt eine fehlende oder ungültige Stabilitäts-, Anschluss- oder Modellprüfung nicht auf. Für Formeln, Voraussetzungen und Grenzen siehe das Handbuch.

Für den Profilimport zuerst die Projektart ausdrücklich im Profilrechner wählen, die erweiterte Übergabedatei exportieren, im Strukturrechner laden und die Feldvorschau bestätigen. Die getestete Kombination ist Profilrechner 3.8.2 mit Strukturrechner 1.26.0-beta.1. Anschließend neu rechnen. Strukturwerkstoffe und bestehende Lastvorgaben werden nicht aus dem Profilprojekt überschrieben.

Strukturmodelle auswählen

Die Strukturmodelle liegen im Hauptbereich **Anschlüsse**. Die Standard-Bolzenbemessung wird erst durch bewusst aktivierte Zusatznachweise um weitere Eingaben ergänzt.

Gewünschte Berechnung	Weg im Frontend
Nachgiebigkeit des verbundenen Rohr-Rumpfgerüsts	Flügelbefestigung am Rumpf · 2 Hauptbolzen → Elastische Mittelteilrechnung → Rumpfgerüst · miteinander verbundene Rohre

Gewünschte Berechnung	Weg im Frontend
Schubverformung des Mittelteils	Elastische Mittelteilrechnung → Mittelteil · Schubverformung
Buchse, Holzeinleitung oder Kreisnaht	Bolzendetail der Aufnahme A, B, C oder D aktivieren → Aufnahme ... · Buchse, Holz und Kreisnaht
Lageabhängige Gurtstöße mit Spannungsverlauf	Elastische Mittelteilrechnung und unabhängige Ober-/Untergurte aktivieren → Gurtstöße · Position und Schub-/Schälverlauf
Frei aufgebaute geschlossene Mittelteilzellen	Mittelteil separat → Eigener geschlossener Mittelteilkasten → Torsionskasten · freie Zellen und gemeinsame Wände

Rumpfgerüst eingeben

1. Zuerst die vorhandenen Aufnahmepositionen A/B und gegebenenfalls C/D festlegen. Alle Angaben betreffen die Bolzenmitte; Hauptbolzenachsen bleiben parallel zur Rumpflängsachse.
2. Das Gerüstmodell aktivieren und **Bolzenmitten als Knoten A-D einsetzen** verwenden. Die ersten Knoten erhalten die vorhandenen Bolzenkoordinaten. Weitere Knoten gehören an die tatsächlich modellierten Rohrverbindungen und Abstützungen.
3. Knotenanzahl, Koordinaten und Randbedingungen angeben. Nur vorhandene Abstützungen festhalten. Rohrverbindungen durch ihre beiden Knotennummern, Außendurchmesser, Wanddicke und reale Knicklänge beschreiben.
4. Materialdaten eintragen. Vorschau und Zuordnung A/B/C/D kontrollieren; doppelte oder unverbundene Rohre vermeiden. Anschließend neu berechnen.

Die Knotentabelle wächst nur bis zur angegebenen Anzahl. Die Zeilen können bei schmaler Anzeige horizontal gescrollt werden. Während des Gerüstmodells entfallen die unabhängigen Rumpffederfelder; sie werden beim Abschalten wieder verfügbar. Eine geänderte Bolzenposition muss erneut mit ihrem Gerüstknoten abgestimmt werden.

Lokale Anschlüsse schrittweise ergänzen

Für jede Aufnahme nur die tatsächlich vorhandenen Bauteile aktivieren. Die Buchsenberechnung benötigt Kontaktlänge und zulässigen Spitzendruck. Die Holzeinleitung verlangt eigene Loch-/Kontaktdurchmesser, Dicken, Randabstände und richtungsbezogene Kennwerte. Die Kreisnaht braucht Radius, Kehlnahtdicke, Hebelarm und Vergleichskennwert. An den Feldern steht **Fachhilfe**; dieselbe Erläuterung ist als Maus-Hinweis erreichbar. Die Zahl der Scherflächen des Bolzens bleibt Ihre konstruktive Eingabe.

Gurtstöße beschreiben und prüfen

Jeden Stoß einem Gurt zuordnen. Der Beginn y ist ein signierter Abstand zur Rumpfmittle; das Ende ergibt sich aus Beginn plus Überlappungslänge. Fügepartner, Klebschicht und gemeinsame äußere Kraftlinie anschließend beschreiben. Stöße desselben Gurts dürfen sich nicht überschneiden. Nach der Berechnung zuerst die Reserve und den maßgebenden Schnitt ansehen, dann den Schub-/Schälverlauf aufklappen. Eine zu große Abweichung beim Netzvergleich bedeutet, dass für diesen Aufbau kein gültiges Ergebnis vorliegt.

Freie Mittelteilzellen zeichnen

Vorhandenen Rechteckkasten übernehmen erzeugt vier Knoten und vier Wände aus den gespeicherten Rechteckmaßen. Diese Aktion ersetzt eine vorhandene freie Kontur. Für mehrere Zellen weitere Knoten und Wände ergänzen. Jede Wand genau einmal angeben, ihre Richtung beachten und die benachbarten Zellen links/rechts eintragen. Außen rechts ist 0. Knoten werden mit K1, K2 usw. beschriftet; Liniennummern entsprechen den Wandzeilen. Gemeinsame Wände erscheinen orange.

Die Querkraftaufgabe markiert die senkrechten Stege, die den Grundfluss aufnehmen. Dicke, G und Festigkeiten kommen aus den einzelnen Wandzeilen. Die ehemaligen Rechteck-Wandfelder werden ausgeblendet, bleiben aber gespeichert. Der umlaufende Schubanschluss wird weiterhin außerhalb der Konturtabelle beschrieben. Das Modell gilt für das Mittelteil; die äußeren Flügelkästen haben weiterhin ihren bisherigen Berechnungsumfang.

Ergebnisse lesen und herunterladen

Die Ergebnisübersicht zeigt zuerst die kleinsten Reserven der zusätzlichen Bauteile und ihre maßgebenden Fälle. Die aufklappbaren Detailtabellen erklären Spannungen, Verformungen und offene Nachweise. Eine Reserve unter 1 bedeutet eine Überschreitung des eingegebenen Kriteriums. Auch positive Reserven sind keine automatische Gesamtfreigabe.

PDF, Excel und CSV bleiben in der vorhandenen Downloadleiste über dem Arbeitsbereich. Nach jeder Änderung neu berechnen; alte Ergebnisse sind als vorheriger Stand gekennzeichnet. Die bisherige Exportberechtigung gilt unverändert. Weitere fachliche Einzelheiten und Formeln stehen im Handbuch im Kapitel „Flügelbefestigung, Gurtstöße und Mittelteilkästen“.

Die folgenden Kapitel erläutern die weiterhin vorhandene Grundkonfiguration und übrigen Bedienbereiche.

Geführte Grundkonfiguration

Der erste Hauptreiter heißt **Grundkonfiguration**. Er enthält vier direkt anwählbare Schritte. Die bisherigen Eingabefelder und Projektwerte werden weiterverwendet; es gibt keine zweite Geometrie- oder Rechenengine.

Schritt	Eingaben und Zweck
Form	Spannweite, Wurzel- und Randbogentiefe. Projektname und Anwendungsbereich sowie Pfeilung und Bezugsfläche liegen in benannten aufklappbaren Bereichen.
Rumpfbereich	Rumpfbreite, Bezug der Rippenpositionen und Abstand der Wurzelrippe zur Mittellinie. Ein direkter Verweis führt zur Flügelbefestigung.
Profile	Bisherige manuelle Profile, eigene Profilbibliothek und lizenzabhängige Projektübernahme.
Prüfen	Zusammenfassung der tatsächlichen Eingaben, Hinweise auf offene Geometrieübernahme und Verweise auf fehlerhafte Felder. Anschließend folgen Rippen/Ruder, Lasten, Tragstruktur und Anschlüsse.

Bestehende 2D- und 3D-Viewer

Grundriss, 3D-Struktur, Holmquerschnitt und Flügelanschluss bleiben erhalten. Zwischen den vier Grundschritten bleibt die gewählte Ansicht erhalten. Zoom, Drehen, Einpassen, Bauteilsichtbarkeit und Vollbild werden weiter von den bisherigen Viewern bedient. Die Vorschau steht auf größeren Bildschirmen neben der Eingabe und bleibt beim Scrollen sichtbar. Auf schmalen Bildschirmen wird sie kompakt vor der Eingabe angezeigt; zusätzliche Anzeigeeoptionen sind innerhalb des Vorschaubereichs erreichbar. Bei geringer Bildschirmhöhe wird die Fixierung aufgehoben, damit die Eingabe bedienbar bleibt. Die mobile Umschaltung zur Vorschau und die Vollbildfunktion bleiben verfügbar.

Grundmaße und individuelle Rippen bewusst abstimmen

Eine Änderung von Spannweite, Grundtiefen oder Pfeilungsangaben überschreibt die vorhandenen Rippen nicht sofort. Ein Hinweis erklärt, dass die Vorschau weiterhin die bestehenden Rippen zeigt. Zwei Wege stehen zur Verfügung:

1. **Grundform auf Rippen anwenden ...** öffnet die Beschreibung der Änderungen. Erst **Rippen jetzt an Grundmaße anpassen** übernimmt sie: Die erste Rippenposition bleibt bestehen; die übrigen Positionen werden proportional bis zur neuen Halbspannweite verteilt. Sehnen und Vorderkanten folgen den angegebenen Grundmaßen und der Pfeilung. Rippennamen, Verwindung und V-Form bleiben erhalten. Individuelle Sehnen und Vorderkanten werden dadurch ersetzt.
2. **Bestehende Rippengeometrie verwenden** übernimmt Gesamtspannweite und Endsehnen aus den vorhandenen Rippen in die Grundmaße. Noch nicht übernommene Pfeilungsänderungen werden zurückgesetzt. Individuelle Rippenwerte bleiben bestehen.

Die **Geometrieübernahme zurücknehmen**-Aktion stellt die zuvor vorhandenen Rippenpositionen, Sehnen und Vorderkanten wieder her. Haben Sie diese anschließend erneut bearbeitet oder Rippen hinzugefügt/entfernt, überschreibt die Rücknahme diese Änderungen nicht. Verwenden Sie bei Bedarf einen zuvor gesicherten Projektstand. Die Rücknahme gilt für die letzte Übernahme in der aktuellen Sitzung; sie ist kein Ersatz für den Projektverlauf.

Solange neue Grundmaße noch nicht abgestimmt sind oder Spannweite beziehungsweise Endsehnen den vorhandenen Rippen widersprechen, führt der Berechnen-Knopf zur Abstimmung zurück. Eine offene Grundmaßänderung bleibt auch beim Speichern und Wiederherstellen einer Projekttakte erkennbar. Bestehende Projekte werden beim Öffnen nicht automatisch neu erzeugt. Der Benutzer entscheidet, welche Geometrie weiterverwendet wird.

Rumpfbreite und Abstand der ersten Rippe sind unterschiedliche Angaben. Die Rumpfbreite allein verschiebt keine Rippen. Die bestehende Ableitung der Bezugsfläche bleibt unverändert: Ein Abstand der ersten Rippe zur Mittellinie wird als mittlerer rechteckiger Bereich angesetzt; die Rumpfaussparung wird nicht automatisch von der Bezugsfläche abgezogen. Manuelle Flächenwerte bleiben eine eigene fachliche Vorgabe.

Weiterarbeiten und Fehler finden

Mit **Weiter** durchlaufen Sie die vier Grundschritte. **Weiter zu Rippen & Ruder** öffnet den bisherigen lokalen Rippen- und Rudereditor. Die Hauptreiter bleiben jederzeit direkt anwählbar. Fehlerverweise in der Übersicht öffnen den passenden Grundschritt und gegebenenfalls dessen Detailbereich. Ausgeblendete Schritte behalten ihre Werte und werden mitgespeichert.

Die Downloadleiste mit **PDF, Excel und CSV** bleibt über dem Arbeitsbereich verfügbar. Sie benötigt weiterhin eine aktuelle Berechnung und gegebenenfalls die vorhandene Exportberechtigung. „Grundangaben ohne formale Eingabefehler“ ist kein Festigkeitsnachweis und keine konstruktive Freigabe.

Rumpfaufnahme und Mittelteil

Unter **Anschlüsse & Betätigung → Flügelbefestigung am Rumpf · 2 Hauptbolzen** bleiben Achsabstand, Bolzenmitten und die einfache Abscher-Auslegung der Einstieg. Der Kunde bestimmt die Scherflächenzahl. Bolzenachsen bleiben parallel zur Rumpflängsachse; gedrehte Lagerfedern ändern diese Bolzenrichtung nicht.

Die aufklappbaren Zusatzbereiche heißen **1 · Elastisches Mittelteil und Kontaktlager**, **2 · Aufnahme A/B/C/D · Sicherung und erweiterte Anschlussdetails** und **3 · Mittelteilgurte**. Sie sind beim neuen Projekt ausgeschaltet. Erst nach Aktivierung werden zusätzliche Werte verlangt. Alte Projekte behalten ihre bisherigen Modelle. Eine deaktivierte Zusatzrechnung benutzt keine darin verbliebenen Zahlen.

Elastische Lagerrechnung

Das Mittelteil ist ein gerader räumlicher Euler-Bernoulli-Balken mit sechs Freiheitsgraden je Knoten. Beschrieben werden EA, EI für beide Biegeachsen und GJ. Bei aktivierter unabhängiger Gurtrechnung werden EA/EI aus diesen Gurten bestimmt; bei eigenem geschlossenem Mittelteilkasten wird GJ aus dessen Zellrechnung übernommen. Gurtmittenabstand und Kastenhöhe müssen dann übereinstimmen. Positive GJ-Eingabe ohne beschriebenen Kasten ist noch kein Torsionsfestigkeitsnachweis.

Alle Aufnahmen müssen innerhalb der lastfreien Mittelteilbreite liegen. Die Außenflügel-Wurzelrippen liegen außerhalb dieser Aussparung. Die Kräfte und Momente der beiden Außenflügel werden bilanzerhaltend an die Mittelteilenden transportiert. Außenlasten bleiben fest: Diese Rechnung führt keine aerodynamische Lastumlagerung durch Verformung aus.

Je Aufnahme sind drei orthogonale Federrichtungen möglich. Ungedreht gilt 1=x nach hinten, 2=y nach rechts, 3=z nach oben. Drehfolge: Rz(Gier) Ry(Neigung) Rx(Rollen). Alle Positionen bezeichnen Bolzenmitten. z=0 liegt mittig zwischen den Gurtmitten; die geometrische Ebene ist von einer eventuell verschobenen elastischen Neutralachse zu unterscheiden.

Die absoluten Steifigkeiten von Lager, Rumpf und Rippen-/Lastübertragung stehen in N/mm. Die Nachgiebigkeiten addieren sich in Reihe. Ein Lagerwert 0 gibt eine Richtung frei; die übrigen Angaben dieser Richtung verschwinden. Für eine tragende Richtung müssen alle drei Steifigkeiten positiv und konstruktiv belegt sein. Eine insgesamt freie Bewegung wird als nicht lösbar zurückgewiesen. Ohne aktiviertes Rohrnetz wird der Rumpf durch einzelne Federn beschrieben. Bei aktivem Rohrnetz ersetzt dessen gemeinsame Verformung die unabhängigen Rumpffedern.

Spiel ist der kraftfreie Weg pro Seite. 0,2 mm gesamtes beidseitiges Spiel entspricht 0,1 mm Eingabe. Kontakte können beidseitig, nur für positive oder nur für negative lokale Reaktionen tragen.

Montagevorspannung verschiebt die Feder-Ruhelage; sie ist keine zusätzliche äußere Kraft und wird bei Ultimate nicht mit dem Lastfaktor multipliziert. Kontaktiteration, alle sechs Gleichgewichte und kleine Verformungen werden geprüft. Bei Kontaktwechseln wird Ultimate eigenständig gelöst.

Die Ergebnisansicht zeigt Kräfte, Kontaktzustände und Verschiebungen. Die Kurve zeigt die vertikale Mittelteilverformung überhöht; sie ist keine maßstäbliche Verformungsdarstellung des gesamten Flügels. Die Grenze 0,05 rad bzw. 5 % der Mittelteilbreite ist ein softwareseitiger Gültigkeitswächter, kein normativer Zulässigkeitswert.

Anschlussdetails und Gurte

Für erweiterte Anschlussdetails zunächst das bestehende Bolzendetail derselben Aufnahme aktivieren. Der größte Lastanteil einer Scherfläche beträgt bei zwei gleich belasteten Flächen 0,5, bei einer 70/30-Verteilung 0,7. Er wird auch in der einfachen Mindestquerschnittsberechnung berücksichtigt. Zug-/Scherbruch, Streckgrenze, wirksamer Biegehebel und belegte Spannungserhöhungsfaktoren gehören zur tatsächlichen Konstruktion.

Weitere optionale Prüfungen betreffen axiale Sicherung, Buchsen, Laschen und einen einzelnen Rohr-Ersatzstab. Lokale Holz-/Laminat-Tragfähigkeiten werden als extern belegte richtungsbezogene Kapazitäten eingegeben. Der Rechner erzeugt diese lokalen Material-/Kontaktkennwerte nicht selbst. Lineare Interaktionen und Ersatzstäbe ergeben keine vollständige allgemeine Anschlussfreigabe.

Ober- und Untergurt können unterschiedliche Breite, Dicke, E-Moduli und Zug-/Druckkennwerte erhalten. Normalkraft sowie beide Biegemomente werden am selben Schnitt gleichzeitig ausgewertet. Der Kasten wird bei Beschreibung aus den tatsächlichen elastischen Q-/T-Schnitten separat für Limit und Ultimate geprüft. Lokales Beulen, Verwölbung und Flügelebene-Querkraft benötigen zusätzliche Modelle.

Geklebte Ober-/Untergurtstöße lassen sich getrennt beschreiben. Die Schubverzugsrechnung berücksichtigt ungleiche Dehnsteifigkeiten und Schubspitzen an den Überlappungsenden. Schälung wird nominell aus der exzentrischen Kraft und einem ausdrücklich belegten Endfaktor bewertet. Dieser Ansatz ist kein allgemeines Schälrisss-/Ablösemodell. Konservativ wird die größte Gurtkraft über sämtliche Mittelteil-Schnitte angesetzt; beliebig angeordnete reale Stöße werden noch nicht geometrisch vernetzt.

Zahlung und freiwillige Unterstützung

Wenn der Betreiber kostenpflichtige Berechnungsdownloads anbietet, zeigt die Downloadleiste den erforderlichen Kontozugang und Kaufweg. Rechnen und portable Projektdateien sind von dieser zusätzlichen Zahlungssperre unabhängig. Nach einem bestätigten Kauf kann das berechnete Kundenkonto die freigegebenen Formate herunterladen. Erstattete, offene oder fremde Bestellungen erteilen keine Freigabe.

Eine freiwillige Unterstützung ist eine eigenständige Option und erzeugt kein Exportrecht. Die angezeigten Empfänger- und Zahlungsangaben stammen vom Betreiber.

Modelle und Rechenbilanz

Unter **Lastfälle** zuerst den Momentenbezug festlegen: Viertelsehnenlinie mit C_m , eigene Bezugslinie mit C_m oder echter Druckpunkt ohne zusätzliches C_m . x wird ab der Wurzelnasenleiste nach hinten gemessen; C_m ist positiv Nase hoch. Der geometrische C_m -Bezug und der auftriebsgewichtete Kraftbezug werden getrennt berechnet und korrekt ineinander umgerechnet. Für das Leitwerk gilt der Hebelarm **ab Schwerpunkt**.

VFE lässt sich aus **Lastvielfachem und Trimmung** bestimmen oder mit **vorgegebenem CL** rechnen. Ein Kraft- oder Momentenrest bleibt ausdrücklich offen. Lokale Klappenkräfte werden nicht mehr zusätzlich zum bereits berechneten Gesamtauftrieb addiert. Für Referenz und VFE beziehen sich die Beiwerte auf die gesamte jeweilige Konfiguration; im Profilfall werden Profil- und Klappenanteile getrennt bilanziert.

Unter **Tragstruktur → Stabilität** die tatsächliche Gurtabstützung wählen. Freier Gurt aktiviert Euler. Vierseitig gehaltene Platte verwendet ein isotropes oder speziell orthotropes Beulmodell. Symmetrische Sandwich-Kernbettung benötigt einen realen voll verklebten Kern. Haupt- und Hilfsholm besitzen getrennte Auswahlen. D-Matrizen gelten nur im angegebenen, ungekoppelten und geometrisch ähnlich skalierten Laminatmodell. Nicht benötigte Felder sind ausgeblendet.

In der Auswertung **Rechenkontrolle → Lastfall** öffnen. Hier stehen die verwendeten Modelle, Kapazitäten, Reserven, Bezugslagen und Bilanzreste. PDF, CSV und Excel enthalten dieselben Werte; in Excel unter **34 Rechenkontrolle**. Ein offener Nachweis ist keine berechnete Reserve null. Geänderte Eingaben machen die angezeigten Prüfwerte bis zur Neuberechnung veraltet.

Altprojekte neu prüfen: Fehlende Modellauswahlen werden nicht geraten. Den wirklichen Aufbau auswählen und mit bestätigten Kennwerten neu rechnen. Die frühere pauschale Sandwich-Schub-Knitterformel wird nicht mehr verwendet. Die zugehörigen Fachhilfen erläutern Modellgrenzen und erforderliche Kennwerte.

Die Oberfläche auf einen Blick

Oben stehen Projektname und Speicheraktionen. Darunter führen sechs Reiter durch die Berechnung. Direkt darunter befindet sich die Leiste **Berechnung herunterladen** mit dem Rechenknopf und den drei Ergebnisdownloads. Eingaben, Vorschau und Auswertung bilden den Arbeitsbereich.

Reiter	Hier erledigen Sie
1 · Grundkonfiguration	Form, Rumpfbereich, Profile und Grundangaben prüfen
2 · Rippen & Ruder	Rippen, Flügelgeometrie und Ruder-/Klappensegmente beschreiben
3 · Lastfälle	Referenzfall und zusätzliche Fälle definieren
4 · Tragstruktur	Haupt-/Hilfsholm, Torsionsbox, Mittelteil und Rumpfaufnahme eingeben
5 · Anschlüsse & Betätigung	Beschläge, Steckung und Klappenantriebe bearbeiten
6 · Auswertung & Export	Reserven, Tabellen, Lastfälle und Berichte prüfen

Erklärtexzte: Den Mauszeiger kurz über einem Eingabefeld oder dessen Beschriftung stehen lassen. Es erscheint ein Hinweis mit Bedeutung und Wirkung. Für die vollständige Erklärung **Fachhilfe** aufklappen. Auf Smartphone/Tablet die Fachhilfe antippen; per Tastatur den Hilfe-Schalter mit Tab erreichen und öffnen.

Die Einblendung des Maus-Hinweises steuert Ihr Browser. Deshalb ist die aufklappbare Fachhilfe der verlässliche Weg für längere Texte. Die zusätzliche FELDREFERENZ.html im Paket bietet eine Suche über sämtliche Hilfethemen.

Empfohlene Arbeitsfolge

Projekt anlegen oder öffnen → Geometrie prüfen → Lastfälle festlegen → Tragstruktur und Anschlüsse beschreiben → berechnen → Ergebnisse prüfen → Projektdatei und Bericht sichern.

Auf schmalen Bildschirmen wechseln Sie mit **Eingabe**, **Vorschau** und **Auswertung** den Arbeitsbereich. Eine ausgeblendete Vorschau oder ein ausgeblendeter Bauteil verändert die Rechnung nicht.

1. Projekt anlegen, öffnen und sichern

Neues Projekt

1. **Neues Projekt** wählen. Ein neues Projekt übernimmt keine alten Ergebnisreserven als aktuelle Rechnung.
2. Im Reiter **Grundkonfiguration** → **Form** → **Projektname und Anwendungsbereich** Projektnamen und passenden Anwendungsbereich bearbeiten.
3. Unter **Grundkonfiguration** → **Profile** die Profilquelle festlegen: manuelle Angaben oder eine verfügbare, freigegebene Profilübernahme.
4. Die Grundmaße unter **Form** mit den Rippen abstimmen. Lokale Details unter **Rippen & Ruder** bearbeiten. Beispielwerte sind Ausgangswerte, keine geprüfte Konstruktion.

Vorhandenes Projekt

Öffnen, Datei und Verlauf aufklappen. Dort eine `.mss.json` importieren oder einen gespeicherten Revisionsstand auswählen und wiederherstellen. Nach dem Laden wesentliche Maße, Lasten und Aktivierungen kontrollieren und neu berechnen.

Bei einer Profilübernahme die übernommenen Werte und die Projektart prüfen. Das Profilprojekt und das Strukturprojekt sind unterschiedliche Dateien. Eine ID allein ersetzt keine vollständige Übertragungsdatei.

Richtig speichern

Gewünschte Aktion	Richtiger Knopf / Bereich
Auf demselben Browser weiterarbeiten	Auf diesem Gerät speichern
Datei sichern oder auf anderes Gerät mitnehmen	Öffnen, Datei und Verlauf → <code>.mss.json</code> herunterladen
Im angemeldeten Benutzerkonto arbeiten	Im Benutzerkonto speichern / öffnen
Lesbaren Rechenbericht erhalten	PDF in der Downloadleiste

Die Serverspeicherung braucht eine Anmeldung auf dieser WordPress-Seite und eine Freigabe durch den Administrator. Ein anderer Benutzer sieht nicht automatisch Ihre Projekte. Das lokale Browserprojekt wird durch serverseitiges Speichern nicht zu einer allgemeinen Freigabe.

Nach größeren Änderungen einen Projektstand speichern und zusätzlich eine `.mss.json` aufbewahren. Den Ergebnisbericht nach erfolgreicher Neuberechnung herunterladen. Nur so lassen sich Eingaben und Bericht später wieder zusammenführen.

2. Flügel, Rippen und Lasten eingeben

Geometrie

In **Grundkonfiguration** zuerst Gesamtspannweite und Koordinatenbezug prüfen. Wenn die Rippenpositionen ab Wurzelrippe gemessen werden, gehört deren Abstand zur Flugzeugmitte in den dafür vorgesehenen Versatz. Diesen Abstand nicht nochmals in jede Rippenposition addieren.

Rippenpositionen, Sehnen und Vorderkantenversätze kontrollieren. Die Vorschau dient als Plausibilitätskontrolle: Stimmen Spannweite, Zuspitzung, Pfeilung und Rumpfbereich? Bei automatischer Fläche folgt die Fläche der Rippengeometrie; eine manuelle Fläche bleibt eine eigene Eingabe.

Im Grundriss lassen sich angebotene Rippen- und Geometriegriffe bearbeiten. Nach einem Ziehen die numerischen Felder prüfen. Für exakte Maße die Zahlenfelder verwenden. Anklicken einer Rippe oder einer passenden Tabellenzeile koppelt die Auswahl mit der Vorschau.

Querruder und Klappen

Die zur Konstruktion gehörenden Ruder aktivieren und ihre inneren/äußeren Grenzen sowie Scharnierlagen beschreiben. Bei mehreren Klappen den Segmentwähler nutzen. Ein nicht sichtbarer Segmenteditor kann weiterhin zu einer aktiven Klappe gehören. Zum Abschalten die Aktivierung des Segments ändern.

Überlappende aktive Segmente und ungültige Bereichsgrenzen korrigieren. Ausschläge und Lastannahmen müssen zum betrachteten Zustand passen. Antriebsdaten folgen später in **Anschlüsse &**

Betätigung.**Lastfälle**

Im Reiter **Lastfälle** Masse, Lastvielfaches, Geschwindigkeit, Dichte und Verteilungsansatz beschreiben. Optional VFE-/Klappenfall und asymmetrische Fälle hinzunehmen. Nur Fälle aktivieren, deren Daten Sie tatsächlich festlegen können.

Der Referenzfall, ein eigener Klappenflugzustand und Links-/Rechtfälle sind unterschiedliche Rechenzustände. Ein zusätzlicher Fall ersetzt die Prüfung des Referenzfalls nicht. Nach dem Berechnen kontrollieren, welcher Fall für den jeweiligen Nachweis maßgebend ist.

Bei einer Fehlermeldung öffnet die Eingabeprüfung den betroffenen Bereich beziehungsweise das Segment. Lesen Sie die Meldung am Feld; wiederholtes Drücken auf „Berechnen“ behebt den Eingabefehler nicht.

3. Holme und Torsionskästen beschreiben**Hauptgurt**

Unter **Tragstruktur** → **Hauptholm** die Gurtbemessung auswählen:

- **Rovingbelegung** · **Dicke aus Fläche und Breite:** Belegung und Verbunddaten beschreiben; die Dicke wird abgeleitet.
- **Feste Gurtmaße** · **Breite × Dicke:** Vorgegebene Abmessungen direkt eintragen.

Die Querschnittsangaben gelten je Gurt. Nach dem Berechnen unter **Gurtquerschnitte je Rippe** Breite, Dicke und Fläche kontrollieren. Die Grafik kann Dicken zur Erkennbarkeit überhöhen.

Stege

Beim Zweisteg-Kasten werden linker/vorderer und rechter/hinterer Steg einzeln eingegeben. Die Gesamtdicke ist eine Zusammenfassung. Die obere/untere Schließhaut besitzt eigene Angaben; erst die tatsächlich geschlossene Kontur begründet den angesetzten Torsionskasten.

Wenn „zwei Stege“ gewählt sind und trotzdem ein Torsionshinweis erscheint, zusätzlich **Holmfortführung und Rumpfmittelteil** prüfen. Ein außen geschlossener Kasten kann im Mittelteil unvollständig beschrieben sein.

Hilfsholm und großer Flügelkasten

Hilfsholm bei vorhandener Konstruktion aktivieren und eigene Lage, Gurt- und Stegdaten eingeben. Die große Torsionsbox befindet sich im entsprechenden eigenen Bereich. Für die Mehrzellenoption zwischen den Holmen drei bis sechs Zellen wählen und die Trennwandangaben ergänzen.

Die Querschnittsvorschau zeigt die gewählte Zellen-/Trennwandanordnung. Sie ist keine freie CAD-Zeichnung und verbindet nicht automatisch einen Haupt-Holmkasten mit einem großen Flügelkasten zu einem beliebigen gemeinsamen System.

Mittelteil

Unter **Holmfortführung und Rumpfmittelteil** entscheiden, ob der Wurzelquerschnitt konstruktiv fortgeführt wird oder ein eigenes Mittelteil beschrieben werden muss. Nur die zur realen Konstruktion passende Variante verwenden. Beim eigenen geschlossenen Mittelteilkasten sind bis zu sechs gleich breite Zellen möglich.

Optionalen Gurtstoß, Mittelteilbeulen und die Prüfung aus Lagerkräften nur aktivieren, wenn die dazugehörigen Konstruktions- und Werkstoffdaten vorliegen. Nach jeder Anpassung neu berechnen; eine Änderung der Wanddicke kann auch die Lastverteilung beeinflussen.

4. Zwei Hauptbolzen und Verdrehsicherungen

Hier finden Sie die Eingaben

Tragstruktur → Hauptholm → Holmfortführung und Rumpfmittelteil → Flügelbefestigung am Rumpf · 2 Hauptbolzen.

1. Lastpfad **Einteiliger durchlaufender Holm / Carry-through** wählen.
2. **Berechnung der Flügelbefestigung** aktivieren.
3. **Achsabstand Hauptbolzen a** von Mitte A bis Mitte B eingeben.
4. Hintere Torsionsaufnahmen einschalten und für C und D jeweils Längsabstand sowie Abstand zur Rumpfmittellinie eingeben.
5. Relative Vertikalsteifigkeiten passend zum angenommenen Lagermodell festlegen. Die Vorgabe 1/1/1/1 bedeutet angenommene gleiche Steifigkeit.

Alle Positionsmaße gelten bis zur **Bolzenmitte**. A/B sind rot, C/D orange. Alle vier Bolzenachsen verlaufen parallel zur Rumpflängsachse. Die gezeichnete Bolzenlänge oder -dicke ist keine bemessene Abmessung.

Höhe und Vorschau

Bei Neuprojekten liegt $z = 0$ mittig zwischen Ober- und Untergurt am Hauptbolzen. C/D verwenden dieselbe Bezugsebene. Für andere Höhen **Räumliche Lagerung · Richtungen und Höhen** aktivieren und die Bolzenmitten-Höhen einstellen. Keine eigene Nullhöhe je hinterem Bolzen annehmen.

Die Bolzen erscheinen in **3D-Struktur**, **Grundriss** und **Flügelanschluss**. In der 3D-Draufsicht und im Grundriss liegt die Nasenleiste oben; die separate Anschluss-Positionsskizze benennt die Nasenleiste rechts. Unter **3D-Bauteile ein-/ausblenden** kann die Flügelbefestigung A-D sichtbar geschaltet werden.

Nur den erforderlichen Abscherquerschnitt ermitteln

Unter **Hauptbolzen auf Abscheren auslegen** die gemeinsame Scherbruchfestigkeit des Materials sowie die wirksame ganze Scherflächenzahl für A und für B eingeben. Diese Zahlen bestimmen Sie anhand der Konstruktion. Zwei Bolzen oder zwei Holmstege bedeuten nicht automatisch zwei Scherflächen je Bolzen.

Alle drei Bemessungsfelder leer lassen, wenn zunächst nur Lagerkräfte benötigt werden. Eine vorhandene Bolzendicke, Laschenmaße und weitere Kennwerte werden erst in den optionalen Detailprüfungen verlangt. Im räumlichen Modell zählt die Querresultierende zur Abscherlast; die Axialkraft bleibt eine getrennte Beanspruchung.

5. Berechnen und Ergebnisse beurteilen

Berechnung starten

Berechnung aktualisieren in der Downloadleiste betätigen. Bei einer ungültigen Eingabe die angezeigte Meldung lesen, den betroffenen Bereich öffnen beziehungsweise dem automatischen Sprung folgen und den Wert korrigieren.

Berechnung abgeschlossen bedeutet, dass Ergebniswerte vorliegen. **Nachweisumfang unvollständig** bedeutet, dass Teilnachweise fehlen; dies ist kein laufender Rechenvorgang. Bei den zwei Hauptbolzen bleiben unter anderem die weitertragende Rumpfstruktur und axiale Sicherung offen. Größere Bolzen allein schließen diese Lücken nicht.

Bleibt die Serverantwort aus, beendet das Frontend die Anfrage nach 60 Sekunden und gibt den Rechenknopf wieder frei. Unlesbare Serverantworten nennen den HTTP-Status. Bei wiederholtem Fehler die genaue Meldung und die Projektdatei für die Fehlersuche sichern.

Nach erfolgreicher Rechnung zuerst den Gesamtstatus, den maßgebenden Nachweis und die Hinweise lesen. Danach Lastfall und Bauteil gezielt auswählen. Die Übersicht über alle aktiven Nachweise bleibt unabhängig vom gerade ausgewählten Diagrammfilter bestehen.

Was die Anzeige bedeutet

Anzeige	Richtige Reaktion
Reserve kleiner 1	Betroffenen Teilnachweis und maßgebenden Fall prüfen; Geometrie/Materialannahmen nachvollziehbar ändern
Reserve ab 1	Zusätzlich Vollständigkeit und Modellannahmen lesen
Nachweis offen	Fehlender oder nicht erfasster Lastpfad wird nicht durch eine andere günstige Reserve geschlossen
Eingaben geändert / veraltet	Zahlen gehören zum vorherigen Stand; neu berechnen

Automatische Rovings werden gemeinsam für alle aktiven Lastfälle gegen Limit- und Bruchfestigkeit ausgelegt. Beulen, Knicken, Knittern und Anschlüsse bleiben eigene Aufgaben. Die Auslegungshilfe nennt auch Stabilitätsprobleme und bietet **Zur Eingabe**. So gelangen Sie zur betroffenen Einstellung. Eine vorgeschlagene Maßänderung beeinflusst möglicherweise weitere Nachweise. Deshalb anschließend vollständig neu rechnen und die neue Gesamtbewertung kontrollieren.

Vorschau und Tabellen zusammen nutzen

In der Vorschau können Lastfall und Bauteil gewählt werden; diese Auswahl ist mit der Auswertung gekoppelt. Eine angeklickte Station verbindet Rippe, Grafik und Tabellenposition. Die 3D-Reservefarben zeigen die Reserve des gewählten Bauteils je Rippenfeld. Sie sind keine Aussage über eine lokale Hautspannung oder reale Durchbiegung.

Bei Hüllwerten können unterschiedliche Stellen von unterschiedlichen Seiten oder Fällen maßgebend sein. Die dargestellte Hülle ist deshalb kein gleichzeitig auftretender gemeinsamer Lastzustand.

Nach Änderungen während einer laufenden Rechnung oder Exportvorbereitung kann die Antwort verworfen werden. Das schützt vor einem Bericht mit inzwischen überholten Eingaben. Die richtige Aktion ist eine neue aktuelle Berechnung.

6. Berichte herunterladen und Probleme lösen

Wo sind die Downloadbuttons?

Direkt **unter den sechs Hauptreitern** steht die Leiste **Berechnung herunterladen**. Rechts neben **Berechnung aktualisieren** befinden sich **PDF**, **Excel** und **CSV**. Auf schmalen Bildschirmen kann die Leiste umbrechen.

Die Buttons sind vor der ersten erfolgreichen Rechnung und nach Eingabeänderungen deaktiviert. Eine aktuelle erfolgreiche Rechnung schaltet die verfügbaren Exporte frei. Eine Profil-/Lizenzmeldung oder eine ungültige Eingabe zuerst beheben.

PDF liefert den Bericht, Excel die Ergebnisarbeitsmappe, CSV die tabellarische Ausgabe. Für spätere Bearbeitung zusätzlich oben **Öffnen, Datei und Verlauf → .mss.json herunterladen** verwenden. Dieser Projektdatei-Download ist von den drei Berechnungsdowloads getrennt.

Schnelle Orientierung bei Problemen

Problem	Wo Sie nachsehen
Rumpfaufnahme nicht auffindbar	Reiter Tragstruktur, Haupt-Holmkarte, Holmfortführung und Rumpfmittelteil
A/B oder C/D fehlen	Berechnung aktiv? Hintere Aufnahmen aktiv? 3D-Ebene A-D sichtbar? Positionsfelder gültig?
Zweisteg-Kasten und Torsionshinweis	Schließhaut, Kastenfortführung und eigenes Mittelteil prüfen
Raumrechnung nicht lösbar	Tatsächliche Richtungsabstützungen und Steifigkeitsannahmen prüfen; 0 bedeutet in x/y frei
Gurtdicke nicht frei änderbar	Unter Gurtbemessung den Modus Feste Gurtmaße prüfen
Projekt fehlt auf anderem Gerät	Portable Datei importieren oder mit demselben Benutzerkonto ein Serverprojekt laden
Kein Maus-Hinweis auf dem Telefon	Fachhilfe antippen

Abschluss eines Arbeitsstands

Aktuell berechnen, maßgebenden Fall und offene Hinweise lesen, Projekt speichern, `.mss.json` sichern und gewünschten Bericht herunterladen. Bei einer späteren Änderung erneut rechnen und einen neuen nachvollziehbaren Stand ablegen.

Weitere Erläuterungen stehen im **Handbuch** und in der durchsuchbaren **FELDDREFERENZ.html**. Die lokale Softwareprüfung ersetzt keine konstruktive Gesamtfreigabe; verwenden Sie Ergebnisse innerhalb der beschriebenen Teilmodelle.

7. Automatische Mindestwerte und gelbe Markierungen

Direkt unter der Downloadleiste befindet sich **Dimensionierungshilfe**. „Mindestwerte ermitteln und übernehmen“ startet die Rechnung auch ohne vorherige Auswertung.

1. Lasten, Materialien und tatsächliche Bauweise vollständig eingeben. Die Automatik verwendet diese Vorgaben unverändert.
2. Die gewünschte Zielreserve bei den Anschlüssen prüfen; der Standard beträgt 1,10.
3. „Mindestwerte ermitteln und übernehmen“ anklicken. Der Rechner erhöht unterstützte Maße und berechnet alle aktiven Fälle erneut.
4. Gelbe Felder anhand ihrer Alt-/Neuwerte kontrollieren. Die Liste führt per Klick zur jeweiligen Eingabe.
5. Verbleibende kritische oder offene Nachweise lesen. Eine abgeschlossene Automatik garantiert keine insgesamt ausreichende Struktur.

Rücknahme: „Automatische Änderungen zurücknehmen“ stellt die ursprünglichen Werte wieder her und rechnet neu. Eigene Änderungen nach dem Automatiklauf werden dabei erhalten. „Markierungen als geprüft entfernen“ lässt die neuen Werte stehen und entfernt nur die Kennzeichnung.

Speichern: Die ungeprüften Änderungen einschließlich ihrer Altwerte reisen mit der Projektdatei. Beim erneuten Öffnen erscheinen die gelben Markierungen wieder; Ergebnisse müssen neu berechnet werden.

Was automatisch geht: Gurtfestigkeit und Plattenbeulen, Stege einschließlich Schubbeulen, Schließhäute, allgemeine Bolzen-/Beschlagmaße und direkt berechenbare separate Mittelteilmaße. Größere vorhandene Werte werden nicht reduziert; die Zielwerte sind keine globale Gewichtsoptimierung.

Was konstruktiv feststeht: Materialfestigkeiten, Lasten, Anzahl der Scherflächen, Lagerung und Abstützung. Euler-, Sandwich- und weiterführende Anschlussnachweise verlangen eine passende Modellbeschreibung. Die automatische Suche erhöht keine Materialwerte, um eine grüne Anzeige zu erzeugen.

8. Eigenes Profil hochladen und verwenden

Wo befindet sich die neue Funktion?

Öffnen Sie **1 · Grundkonfiguration → Profile**. Der Bereich **Eigene Profilbibliothek** befindet sich bei der Profilquelle. Sie können dort vorhandene Profile auswählen oder eine DAT-/TXT-Datei hochladen.

1. „Neues Profil / neue Revision hochladen“ aufklappen.
2. Profildatei wählen. Bei Bedarf einen verständlichen Namen und die Quelle eintragen.
3. „Hochladen und prüfen“ drücken. Bei Fehlern die gemeldete Format- oder Konturabweichung korrigieren.
4. Kontur, Dicke, Wölbung und Revision in der Vorschau prüfen.
5. „Als Wurzelprofil“, „Als Randbogenprofil“ oder „Für beide verwenden“ wählen. Erst diese Übernahme ändert das Projekt.
6. Oben die beiden gewählten Profilstände kontrollieren, anschließend Geometrie und 3D-Ansicht prüfen und neu berechnen.

7. Die MSS-Projektdatei speichern. Sie enthält die verwendeten Koordinaten einschließlich Prüfsumme.

Ein vorhandenes Profil finden

Mit „Liste laden“ die zugänglichen Profile abrufen. Name im Suchfeld eingeben; „Allgemein freigegeben“ oder „Meine Uploads“ grenzt die Liste ein. Ein Profil anklicken und vor der Übernahme die Kontur ansehen. „Neue Revision hochladen“ steht für eigene Uploads zur Verfügung; die alte Revision bleibt erhalten.

Was bedeutet „Freigabe ausstehend“?

Der Administrator hat das Profil noch nicht in die allgemeine Auswahl aufgenommen. Sie können Ihren Upload trotzdem direkt im eigenen Projekt nutzen. Ablehnung oder spätere Rücknahme einer Freigabe sperrt Ihre gespeicherte Projektkopie nicht. Andere Kunden sehen Ihren ungeprüften Upload nicht.

Ohne Anmeldung gehört die private Uploadliste zum aktuellen Browser-Cookie. Vor einem Gerätewechsel deshalb die Projektdatei sichern. Diese lässt sich mit ihren Profilen auch ohne Zugriff auf die ursprüngliche private Liste wieder öffnen.

Was ändert sich rechnerisch?

Die Kontur wird in der 3D-Ansicht verwendet. Für profilbasierte Lasten muss der vorhandene Traglinienfall zusätzlich aktiviert und lizenziert sein. Ein Profilupload aktiviert ihn nicht automatisch und liefert keine gemessenen Polaren. Holmhöhe, Gurtmaße und Lastannahmen weiterhin separat prüfen.

Für die Dateiprüfung werden Selig- oder Lednicer-Koordinaten mit Dezimalpunkten benötigt, höchstens 128 KiB und 2.000 Punkte. Eine Bilddatei oder eine Polarentabelle ist keine Profildatei. Die Sehne muss waagrecht entlang der x-Achse liegen.