

UG NX 10

SS2017



Einführung in die Design-Simulation mit Unigraphics NX10



9. Design-Simulation mit NX 10

Mit der Design-Simulation von NX10 lassen sich auf der Basis der Finiten-Elemente-Methode (FEM) Einzelteile und Baugruppen, die in 3D konstruiert wurden, strukturmechanisch analysieren.

Wurden in der Vergangenheit derartige Berechnungen fast ausschließlich von Experten mit Hilfe komplexer FE-Programme (ANSYS, ABAQUS, ALGOR) durchgeführt, stellen die heutigen integrierten Analysemodule leistungsfähige und anwenderfreundliche Umgebungen dar, die es auch dem mit dem Programm vertrauten Konstrukteur ermöglichen, mit relativ geringen Aufwand belastbare Ergebnisse zu erhalten.

Voraussetzung ist jedoch die Kenntnis der mechanischer Grundlagen im Hinblick auf die Randbedingungen eines Modells sowie der Bewertung von Spannungen und Verformungen.

Die Anwender der Design-Simulation sollten mit der Benutzeroberfläche von NX10 vertraut sein und folgende Grundkenntnisse besitzen:

- Erstellung von Skizzen
- Ausrichten von Koordinatensystemen
- Erzeugen von Ebenen und Flächen
- Erstellung von 3D-Modellen
- Anwendung von Formelementen
- Extrusion und Boolesche Operationen
- Objektdarstellung
- Layer und Baugruppen

Als Literatur zum Selbststudium wird empfohlen:

Krieg, U.: Konstruieren mit Unigraphics NX 8.5, Hanser-Verlag

Anderl, R. und Binde, P. : Simulation mit Unigraphics NX 7.5, Hanser Verlag

9.1 Dateistruktur

NX 8.5 verwendet zur Simulation vier miteinander assoziierte Dateien:

- Die Datei **name.prt** enthält die Konstruktionsgeometrie (Masterpart). Die Datei wird im Simulationsmodul nicht verändert.
- Die Datei **name_fem1_i.prt** enthält die für die Berechnung idealisierte Geometrie. Hier können Vereinfachungen der CAD-Geometrie vorgenommen werden (Geometriebereinigung und Abstraktionen).
- Die Datei **name_fem1.fem** enthält das FE-Netz, die physikalischen Eigenschaften sowie die Materialkennwerte. Die Geometrie wird hier durch Polygone beschrieben.
- Die Datei **name_sim1.sim** enthält alle weiteren Angaben, die für die Berechnung benötigt werden, wie Lasten, Randbedingungen und Voreinstellungen.


Jeder dieser Dateien entspricht in der Simulationsumgebung einer Bearbeitungsebene, die hierarchisch aufeinander aufbauen.

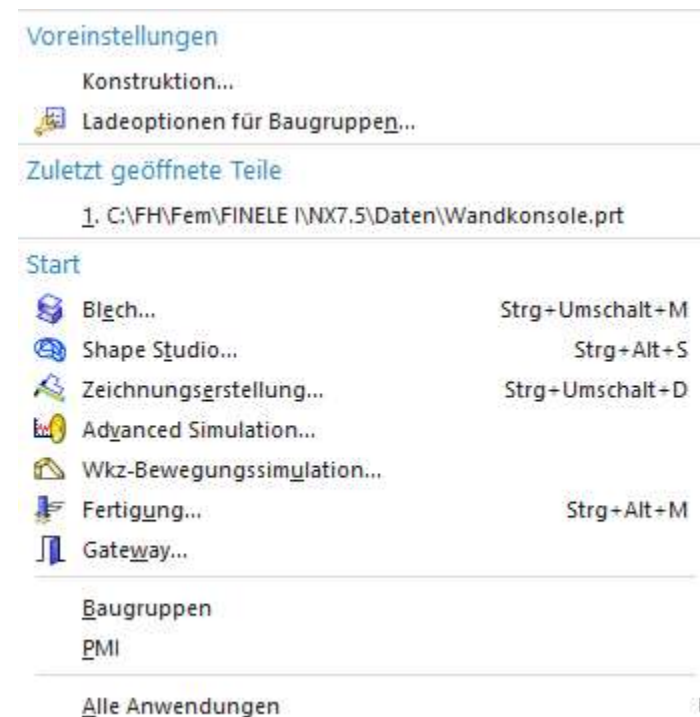
9.2 Vorbereitung und starten der FE-Anwendung

Die Anwendung der Design-Simulation setzt eine bereits erstellte Masterpart voraus, welche die zu analysierende Geometrie enthält.

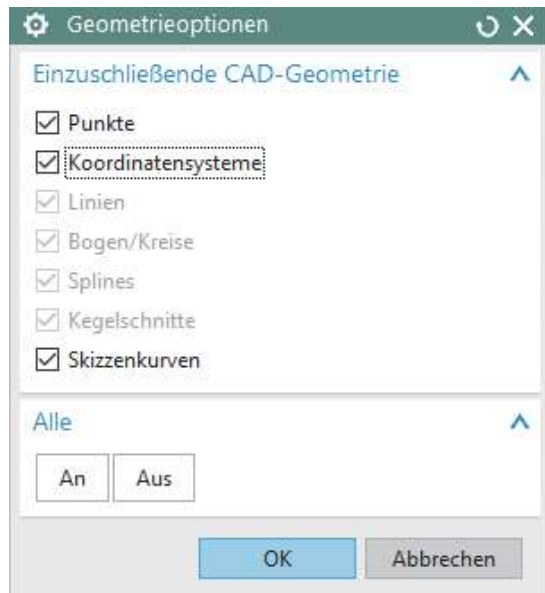
Nach dem Starten von NX 10 ist daher eine vorhandene Teiledaten zu laden oder ein neue Geometrie in einem Masterpart anzulegen.

Zum Start der FE-Analyse ist unter Datei das Modul **Advanced Simulation** anzuwählen

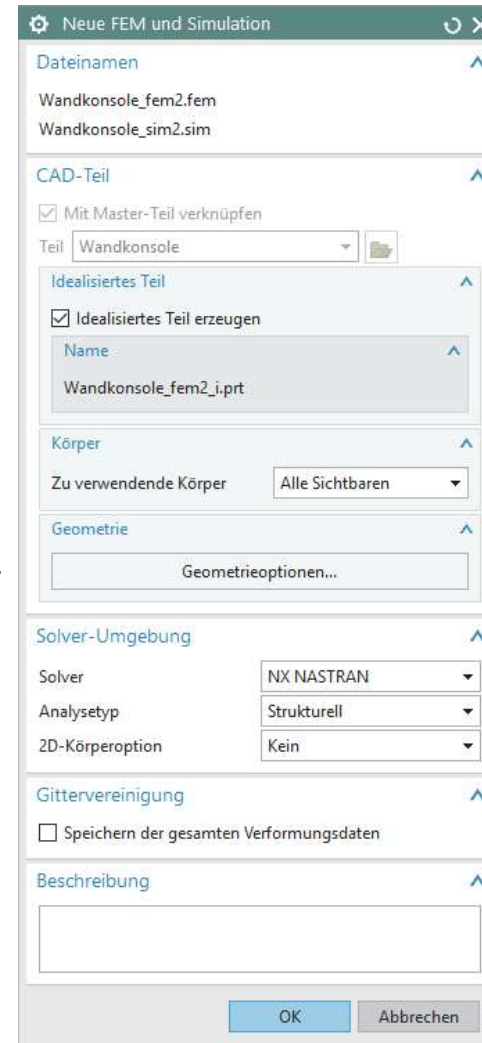
Alternativ besteht die Möglichkeit, unter dem Menüpunkt Anwendung in der Symbolleiste mit Anwendung/Erweitert  die Simulation zu Starten.



Nach Starten der Simulation erscheint das Fenster **Neue FEM und Simulation**



Die Geometrieoptionen für Skizzenkurven sollten immer aktiviert werden.



Simulationsdateien

Teileauswahl

Lösungseinstellungen
optional

Anschließend wird der Name und die Berechnungsparameter für den Lastfall vorgegeben.

Lösungstyp

- SOL 101 Lineare Statik - Globale Zwangsbedingungen
- SOL 101 Lineare Statik - Lastfall-Zwangsbedingungen
- SOL 101 Superelement
- SOL 103 Reelle Eigenwerte
- SOL 103 Flexibler Körper
- SOL 103 Reaktionssimulation
- SOL 103 Superelement
- SOL 105 Lineares Beulen
- SOL 106 Nicht lineare Statik - Globale Zwangsbedingungen
- SOL 106 Nicht lineare Statik - Lastfall-Zwangsbedingungen
- SOL 107 Direkte komplexe Eigenwerte
- SOL 108 Direkter Frequenzbereich
- SOL 109 Direktes Übergangsverhalten
- SOL 110 Modale komplexe Eigenwerte
- SOL 111 Modaler Frequenzbereich
- SOL 112 Modales Übergangsverhalten
- SOL 129 Nicht lineares Übergangsverhalten
- SOL 200 Konstruktionsoptimierung

Allg. Einstellungen

Solver

- NX NASTRAN
- NX THERMAL / FLOW
- NX SPACE SYSTEMS THERMAL
- NX ELECTRONIC SYSTEMS COOLING
- NX NASTRAN DESIGN
- NX MULTIPHYSICS
- MSC NASTRAN
- SAMCEF
- ANSYS
- ABAQUS
- LSDYNA
- I-DEAS UNV
- MODALE TESTDATEN
- SC03

- Strukturell
- Thermisch
- Achsensymmetrisch Strukturell
- Achsensymmetrisch Thermisch
- Akustik
- Vibrationsakustisch

Für lineare strukturelle Berechnungen können i. allg. die Voreinstellungen mit OK übernommen werden.

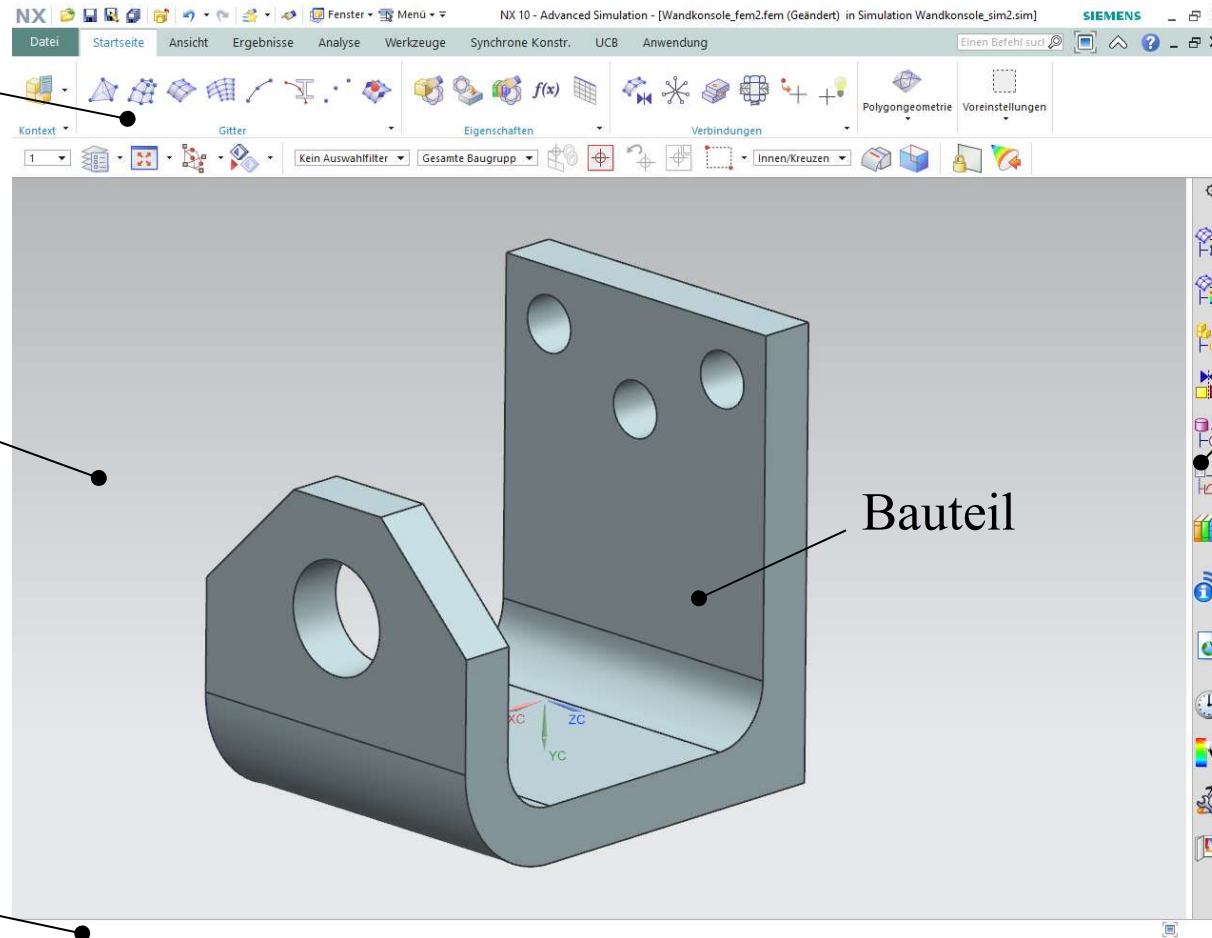


Das Simulationsdesktop besteht aus der Arbeitsfläche, dem konfigurierbaren Simulationsmenü, der Ressourcenleiste und der Statuszeile.

Simulationsmenü

Desktop

Statuszeile



Ressourcenleiste

Bauteil

In der Ressourcenleiste erscheinen drei zusätzliche Einträge:



Mit Hilfe des Simulationsnavigators kann das gesamte Simulationsmodell erstellt werden.

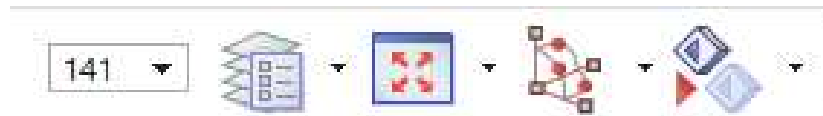


Der Navigator für die Nachbearbeitung dient zur Darstellung und Aufbereitung der Berechnungsergebnisse.



Mit Hilfe des Funktionsnavigators lassen sich Berechnungsergebnisse als Diagramme darstellen.

Da das Berechnungsmodell i. allg. nur ein Teil einer CAD-Geometrie oder einer Baugruppe umfasst und für die Analyse noch zu optimieren ist, sollte es nach Konvention als eigene Objektklasse auf den Layern 141 bis 160 abgelegt werden.



9.3 Simulations-Menüband

Das Simulations-Menüband enthält die zur Erstellung einer FE-Berechnung benötigten Befehle. Die Standardkonfiguration wird durch Laden der UCB-Rolle festgelegt. Mit Rechtsklick im Menüband lassen sich unter Anpassen weitere Befehle oder Befehlsgruppen per Drag and Drop einfügen.

Ein grundlegendes Merkmal ist, dass die Eingaben in unterschiedlichen Bearbeitungsebenen erfolgen, die mit den vier Simulationsdateien verknüpft sind.

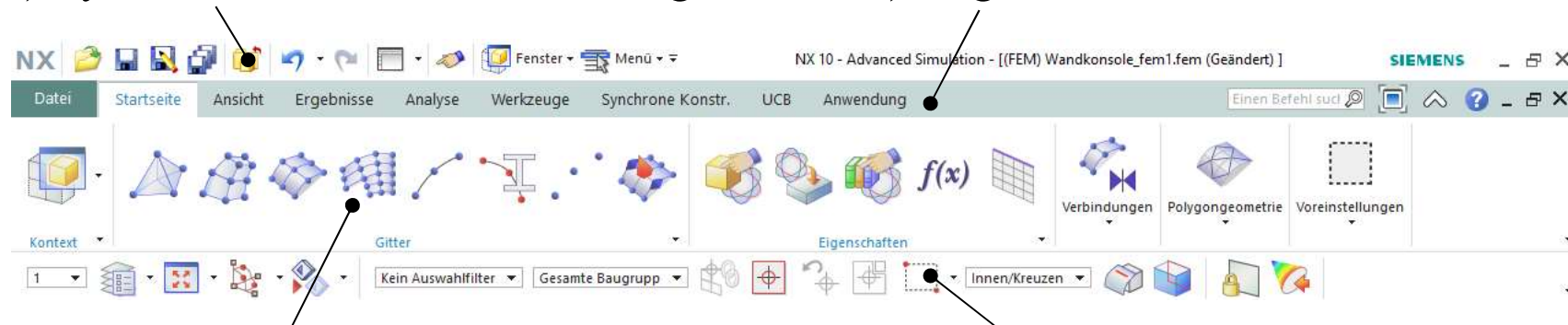
Die Teiledatei (name.prt) stellt die unterste Bearbeitungsebene, die Simulationsdatei (name_sim1.sim) die oberste Ebene dar, dazwischen ist die Ebene der idealisierten Geometrie (name_fem1_i.prt) und die des Finiten-Elemente-Modells (name_fem1.fem) angeordnet.

Die Befehlsgruppen sind daher teilweise abhängig von der Bearbeitungsebene, in der sich die Simulationsumgebung befindet. Nach dem Laden der Geometrie erfolgt standardmäßig die Eingabe auf der Ebene des Finiten-Elemente-Modells.

Das Simulationsmenü ist in 4 Bereiche eingeteilt:

1) Symbolleiste für den Schnellzugriff



2) Registerkarten



3) Kontextbezogene Befehlsgruppen

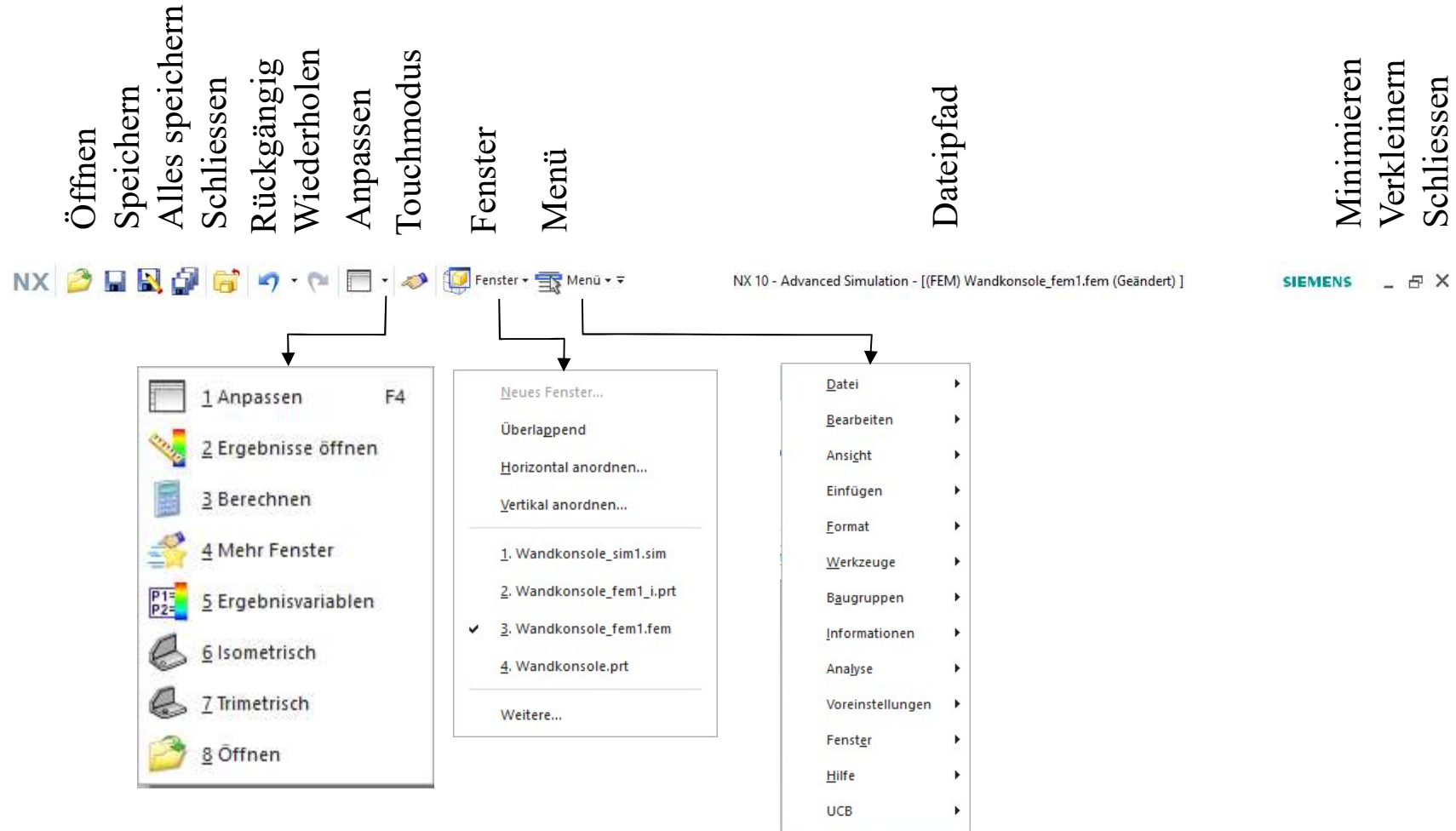
4) Menüleiste für Werkzeuge

Symbol- und Menüleiste sind immer sichtbar und in allen Bearbeitungsebenen gleich. Die Registerkarten ändern sich in Abhängigkeit von der Bearbeitungsebene, wobei die Startseite die spezifischen Befehle enthält, während in den anderen Registerkarten lediglich einzelne Befehle angepasst werden.

Der Wechsel zwischen den Bearbeitungsebenen erfolgt mit dem Befehl „Dargestelltes Teil wechseln“ in der Schnellzugriffsleiste  Fenster oder mit  im Menüband.

9.3.1 Symbolleiste für den Schnellzugriff

Öffnen
 Speichern
 Alles speichern
 Schliessen
 Rückgängig
 Wiederholen
 Anpassen
 Touchmodus
 Fenster
 Menü
 Dateipfad
 Minimieren
 Verkleinern
 Schliessen



NX 10 - Advanced Simulation - [(FEM) Wandkonsole_fem1.fem (Geändert)]

1 Anpassen F4
 2 Ergebnisse öffnen
 3 Berechnen
 4 Mehr Fenster
 5 Ergebnisvariablen P1=P2
 6 Isometrisch
 7 Trimetrisch
 8 Öffnen

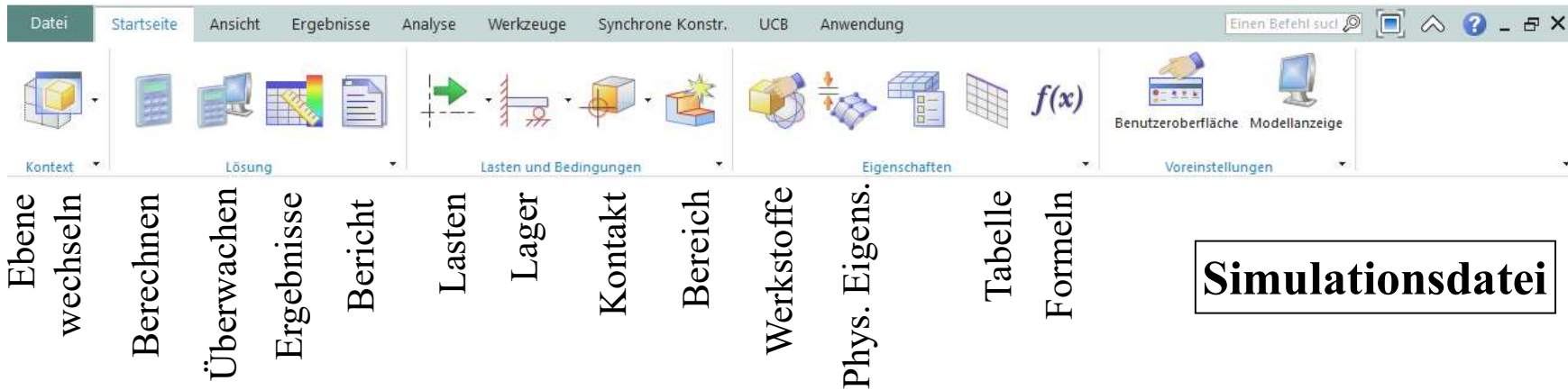
Neues Fenster...
 Überlappend
 Horizontal anordnen...
 Vertikal anordnen...
 1. Wandkonsole_sim1.sim
 2. Wandkonsole_fem1_i.prt
 ✓ 3. Wandkonsole_fem1.fem
 4. Wandkonsole.prt
 Weitere...

Datei
 Bearbeiten
 Ansicht
 Einfügen
 Format
 Werkzeuge
 Baugruppen
 Informationen
 Analyse
 Voreinstellungen
 Fenster
 Hilfe
 UCB



9.3.2 Menüband

9.3.2.1 Start

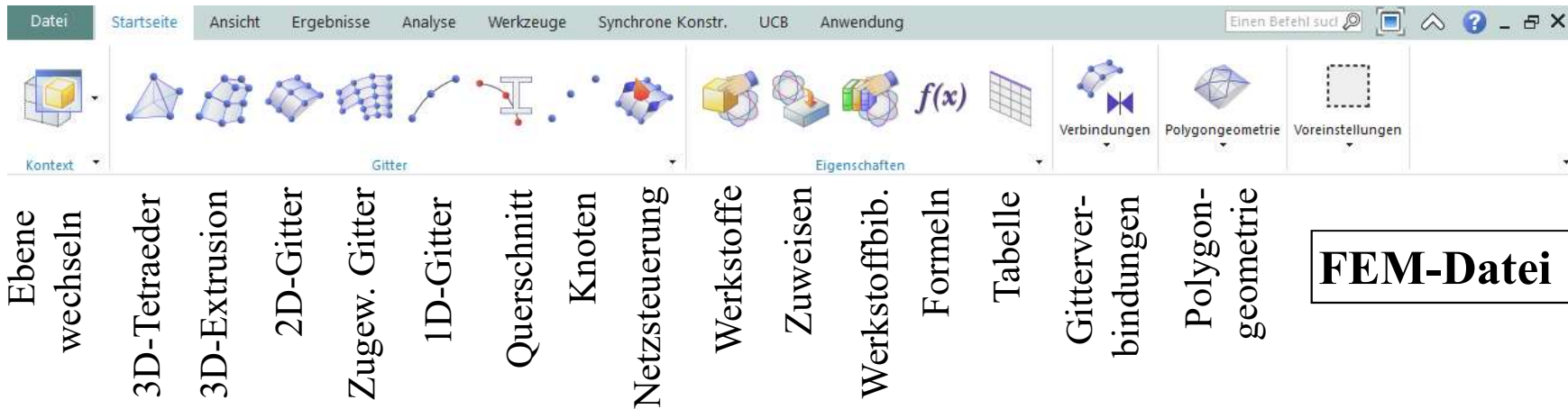


Datei | Startseite | Ansicht | Ergebnisse | Analyse | Werkzeuge | Synchronische Konstr. | UCB | Anwendung | Einen Befehl suchen

Kontext | Lösung | Lasten und Bedingungen | Eigenschaften | Voreinstellungen

Ebene wechseln | Berechnen | Überwachen | Ergebnisse | Bericht | Lasten | Lager | Kontakt | Bereich | Werkstoffe | Phys. Eigens. | Tabelle | Formeln

Simulationsdatei



Datei | Startseite | Ansicht | Ergebnisse | Analyse | Werkzeuge | Synchronische Konstr. | UCB | Anwendung | Einen Befehl suchen

Kontext | Gitter | Eigenschaften | Verbindungen | Polygoneometrie | Voreinstellungen

Ebene wechseln | 3D-Tetraeder | 3D-Extrusion | 2D-Gitter | Zugew. Gitter | 1D-Gitter | Querschnitt | Knoten | Netzsteuerung | Werkstoffe | Zuweisen | Werkstoffbib. | Formeln | Tabelle | Gitterverbindungen | Polygon-geometrie

FEM-Datei



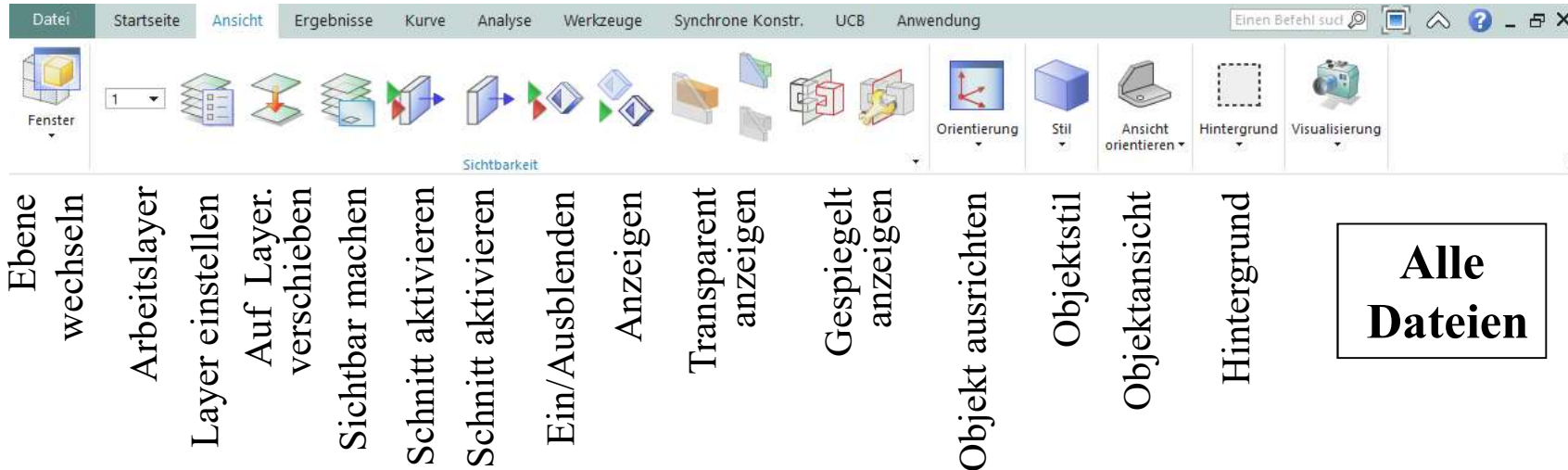


The screenshot shows the NX CAD software interface with the following menu items: Datei, Startseite, Ansicht, Ergebnisse, Kurve, Analyse, Werkzeuge, Synchrone Konstr., UCB, Anwendung. The ribbon contains icons for 'Kontext', 'Geometrievorbereitung', and 'Voreinstellungen'. The 'Kontext' ribbon is expanded, showing the following vertical labels: Ebene wechseln, Wave-link, Anheben, Bezugsebene, Körper teilen, Fläche teilen, Idealisieren, Vereinfachen, Mittelfläche, Verbinden, Schneiden, Trimmen, unterdrücken, aufheben., and bearbeiten. A box on the right contains the text 'Idealisierte Datei'.

The screenshot shows the NX CAD software interface with the following menu items: Datei, Startseite, Ansicht, Ergebnisse, Kurve, Analyse, Werkzeuge, Synchrone Konstr., UCB, Anwendung. The ribbon contains icons for 'Kontext', 'Geometrievorbereitung', and 'Voreinstellungen'. The 'Kontext' ribbon is expanded, showing the following vertical labels: Ebene wechseln, Wave-link, Bezugsebene, Körper teilen, Fläche teilen, Mittelfläche, Verbinden, Schneiden, and Trimmen. A box on the right contains the text 'Teile-Datei'.



9.3.2.2 Ansicht



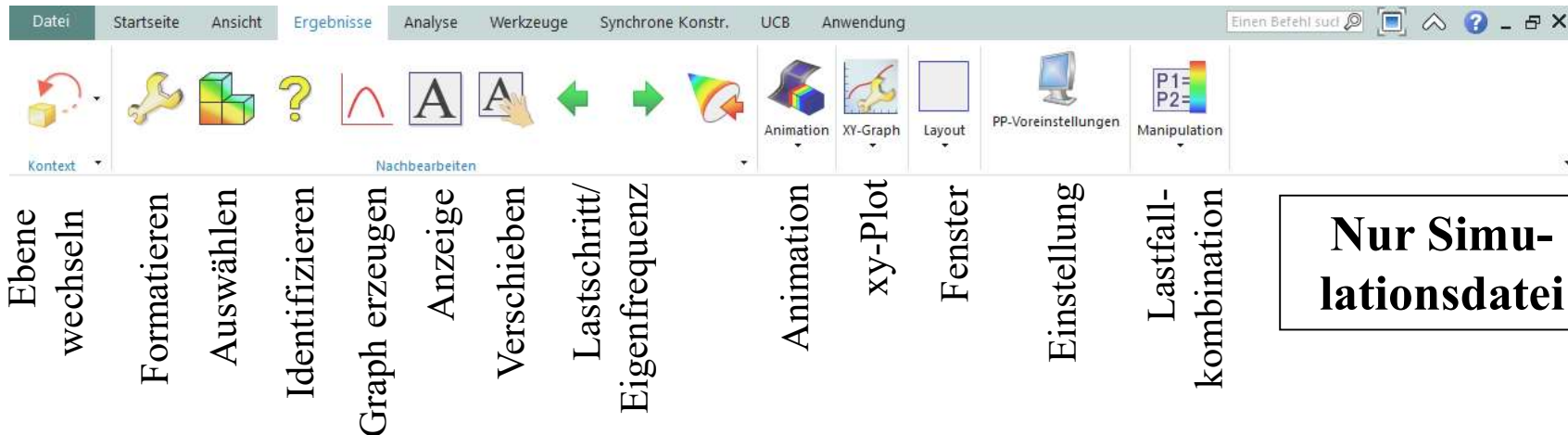
Datei | Startseite | **Ansicht** | Ergebnisse | Kurve | Analyse | Werkzeuge | Synchrone Konstr. | UCB | Anwendung

Einen Befehl suchen

Fenster | 1 | [Icons] | Sichtbarkeit | Orientierung | Stil | Ansicht orientieren | Hintergrund | Visualisierung

Alle Dateien

9.3.2.3 Ergebnisse



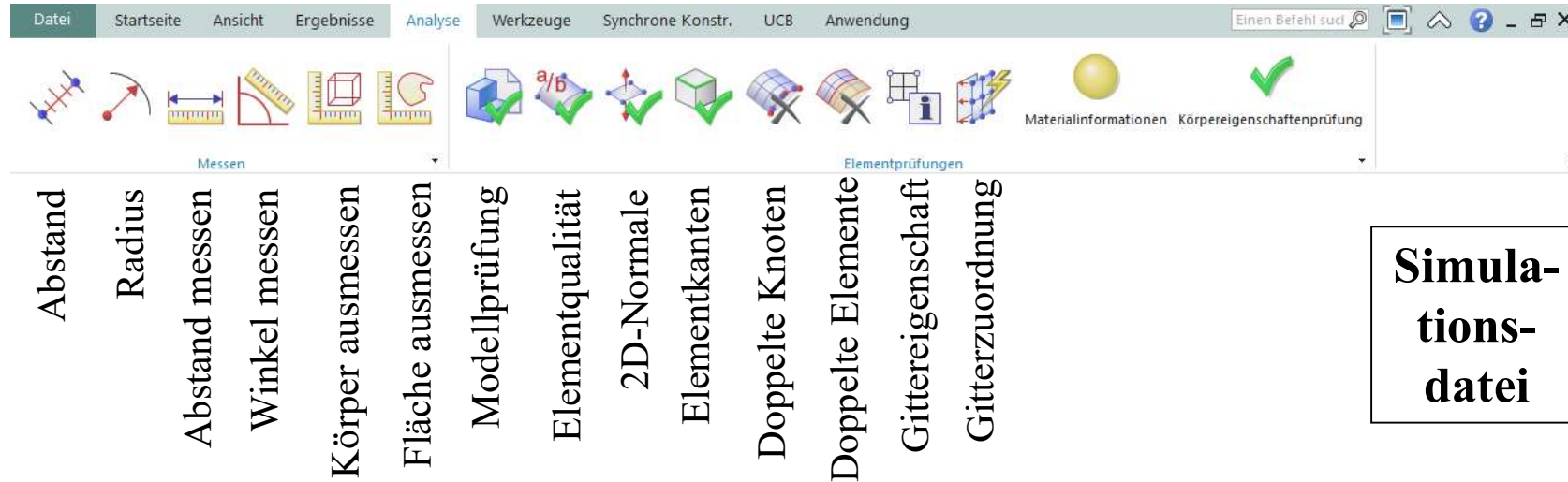
Datei | Startseite | Ansicht | **Ergebnisse** | Analyse | Werkzeuge | Synchrone Konstr. | UCB | Anwendung

Einen Befehl suchen

Kontext | [Icons] | Nachbearbeiten | Animation | XY-Graph | Layout | PP-Voreinstellungen | Manipulation

Nur Simulationsdatei

9.3.2.4 Analyse



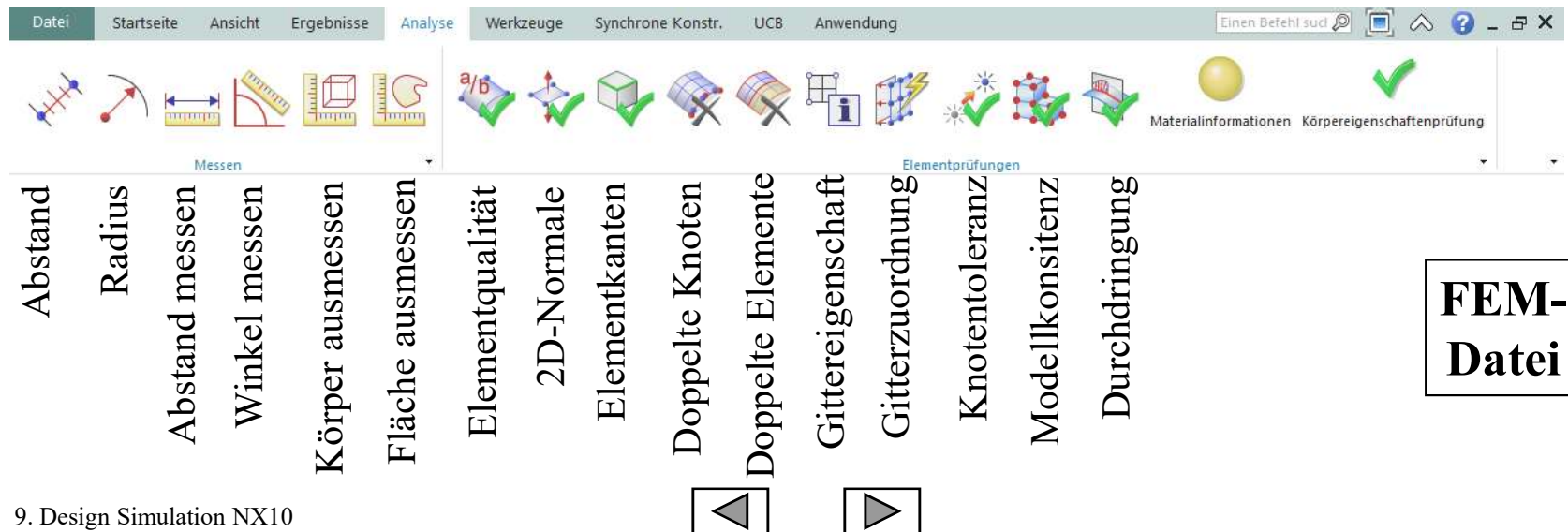
Datei Startseite Ansicht Ergebnisse **Analyse** Werkzeuge Synchrone Konstr. UCB Anwendung Einen Befehl suchen

Messen
 Abstand Radius Abstand messen Winkel messen Körper ausmessen Fläche ausmessen

Elementprüfungen
 Modellprüfung Elementqualität 2D-Normale Elementkanten Doppelte Knoten Doppelte Elemente Gittereigenschaft Gitterzuordnung

Materialinformationen Körpereigenschaftenprüfung

Simulations-datei



Datei Startseite Ansicht Ergebnisse **Analyse** Werkzeuge Synchrone Konstr. UCB Anwendung Einen Befehl suchen

Messen
 Abstand Radius Abstand messen Winkel messen Körper ausmessen Fläche ausmessen

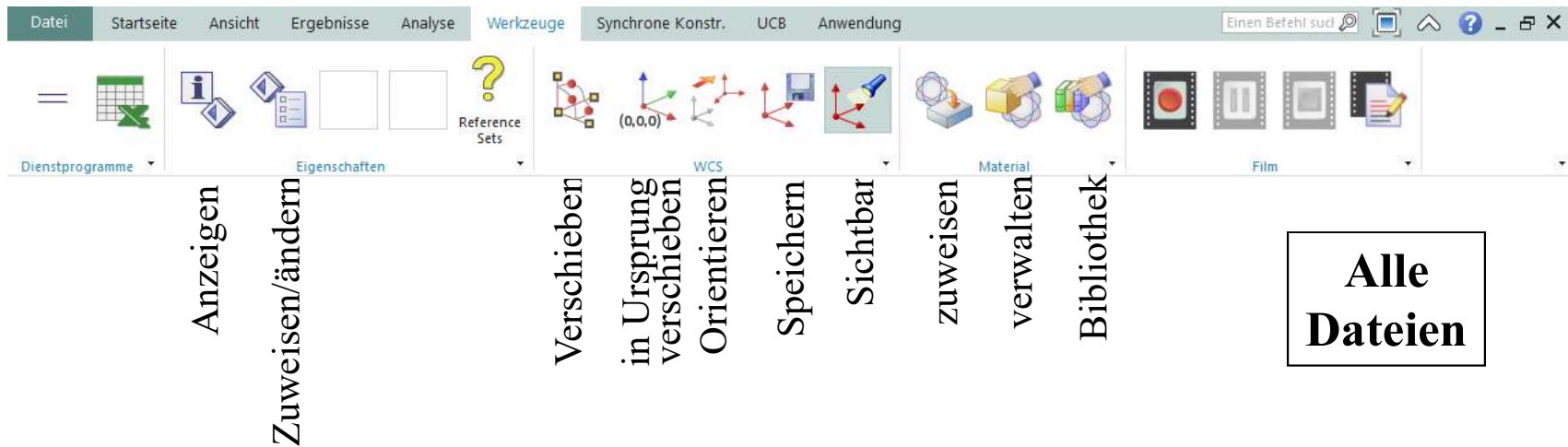
Elementprüfungen
 Elementqualität 2D-Normale Elementkanten Doppelte Knoten Doppelte Elemente Gittereigenschaft Gitterzuordnung Knotentoleranz Modellkonsistenz Durchdringung

Materialinformationen Körpereigenschaftenprüfung

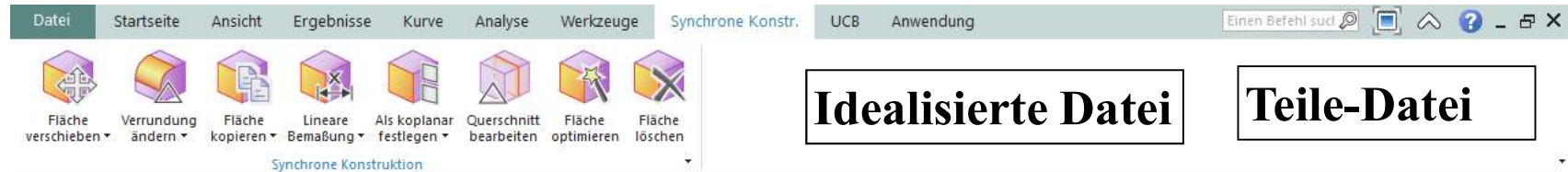
FEM-Datei



9.3.2.5 Werkzeuge



9.3.2.6 Synchrone Konstruktion



9.3.2.7 UCB

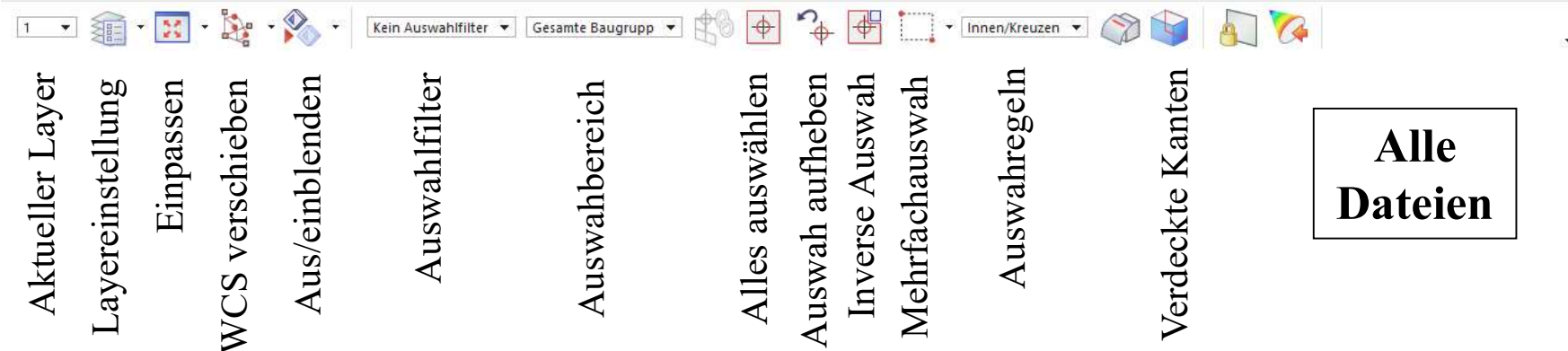


9.3.2.8 Anwendung



Hinweis: Ein Wechsel in die Konstruktion oder andere Module ist nur auf der Ebene der Teiledat'ei möglich.

9.4 Werkzeugleiste



The image shows a screenshot of the NX10 software toolbar with various tools labeled vertically below them. The labels are: Aktueller Layer, Layereinstellung, Einpassen, WCS verschieben, Aus/einblenden, Auswahlfilter, Auswahbereich, Alles auswählen, Auswah aufheben, Inverse Auswah, Mehrfachauswah, Auswahregeln, and Verdeckte Kanten. A box labeled 'Alle Dateien' is also present on the right side of the toolbar area.



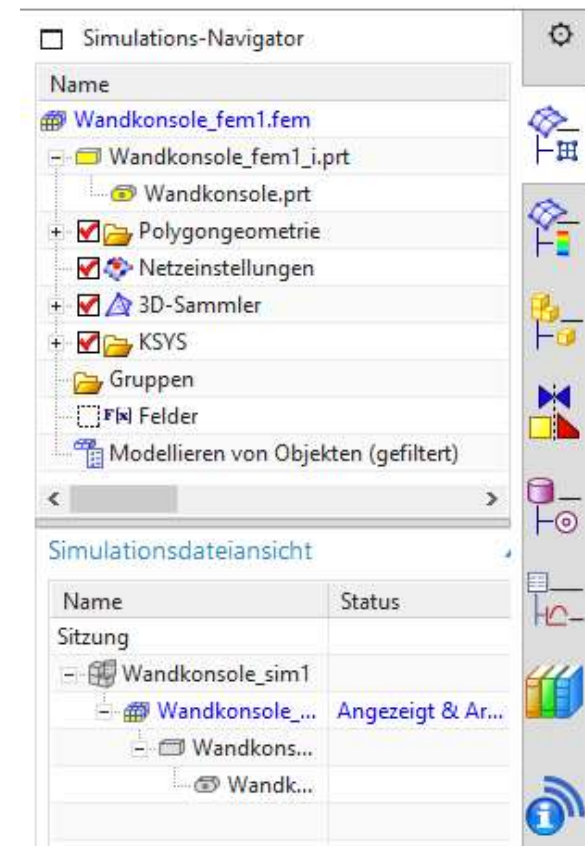
9.5 Preprozessor

Als Preprocessing bezeichnet man alle Eingaben, die vor der Berechnung auf den verschiedenen Bearbeitungsebenen notwendig sind.

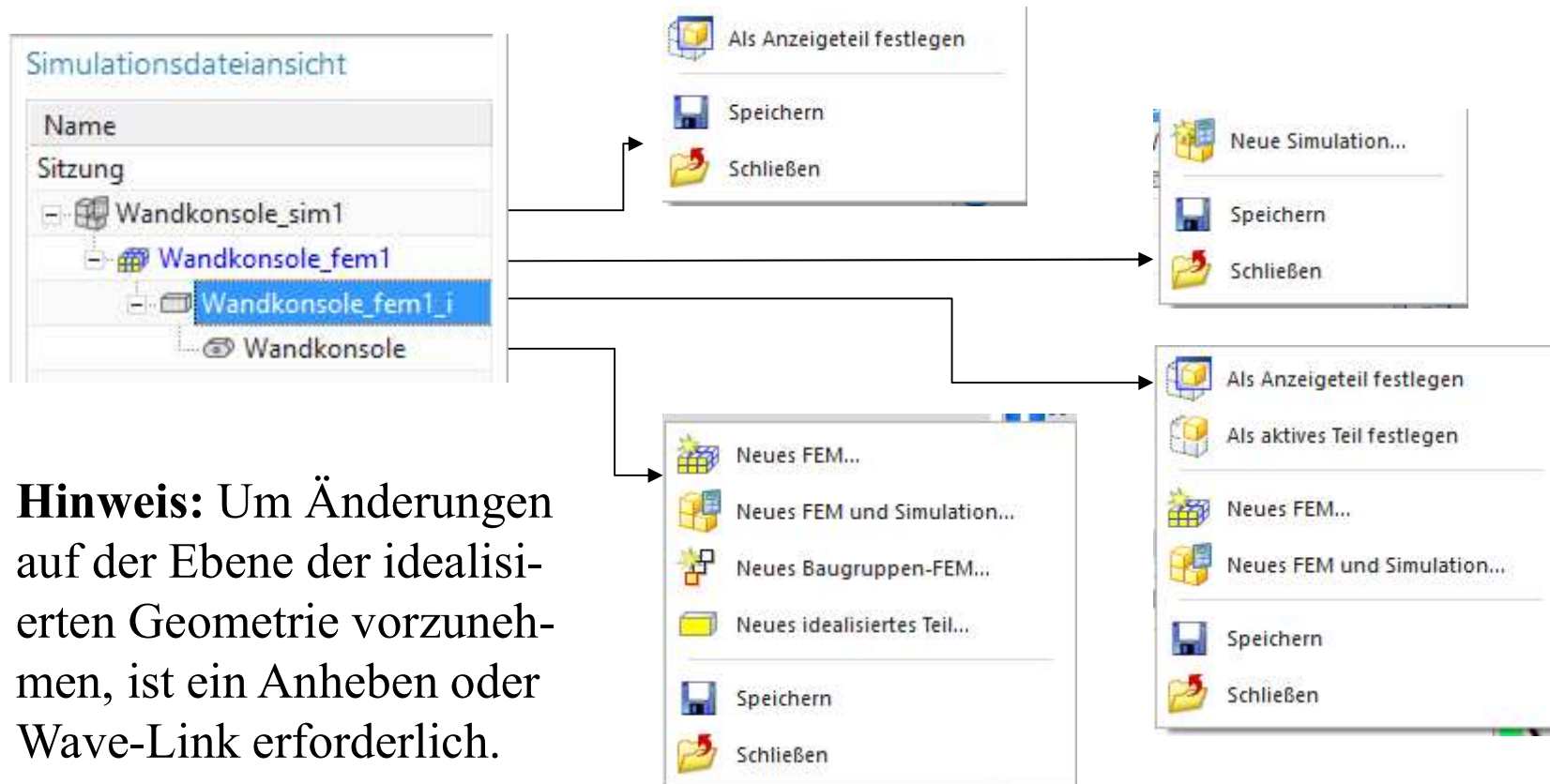
Mit dem Simulationsnavigator wird über eine Baumstruktur die Eingabe des Simulationsmodells in Abhängigkeit von den Bearbeitungsebenen angezeigt.

Durch Aufklappen der Baumstruktur kann in die darunter liegende Bearbeitungsebene gewechselt werden. Die darüber liegende Ebene kann über rechten Mausklick auf den obersten Eintrag des jeweiligen Strukturbaums erreicht werden.

Ein komfortableres Wechseln zwischen den verschiedenen Bearbeitungsebenen kann durch Doppelklick in der aufgeklappten Simulationsdateiansicht erfolgen.



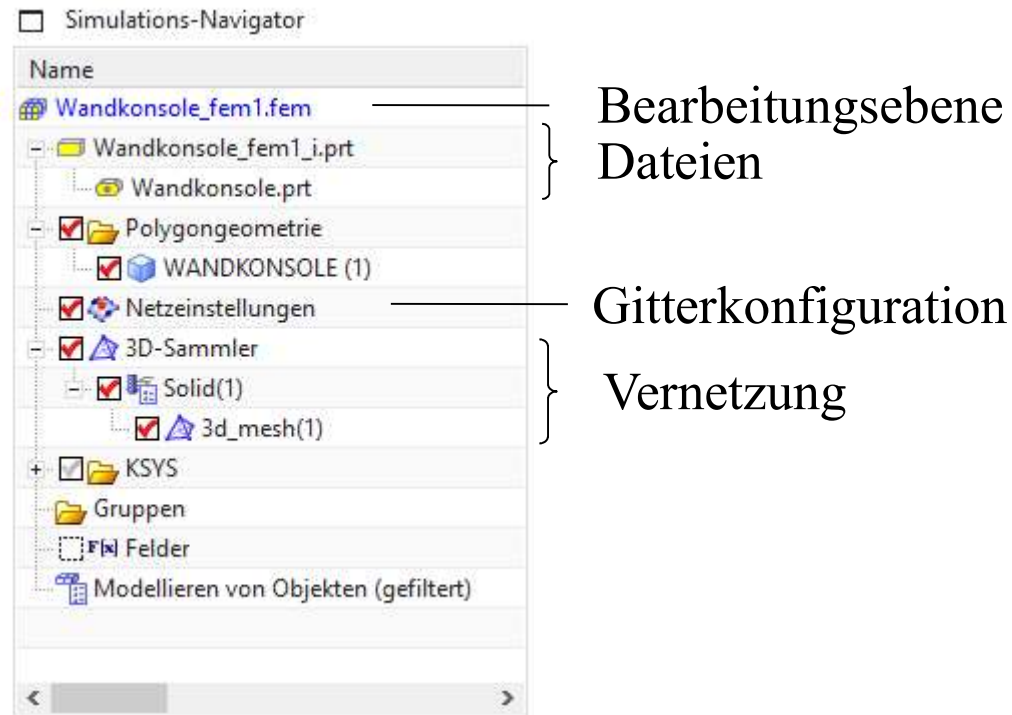
Mit der rechten Maustaste (MT3) lassen sich weitere Funktionen in den einzelnen Ebenen der Simulationsdateiansicht aufrufen.



Hinweis: Um Änderungen auf der Ebene der idealisierten Geometrie vorzunehmen, ist ein Anheben oder Wave-Link erforderlich.

9.5.1 Navigator auf Ebene der FEM-Datei

Auf der Ebene der FEM-Datei zeigt der Strukturbaum die Vernetzung des Modells an. Es können Veränderungen des Gitters vorgenommen werden.



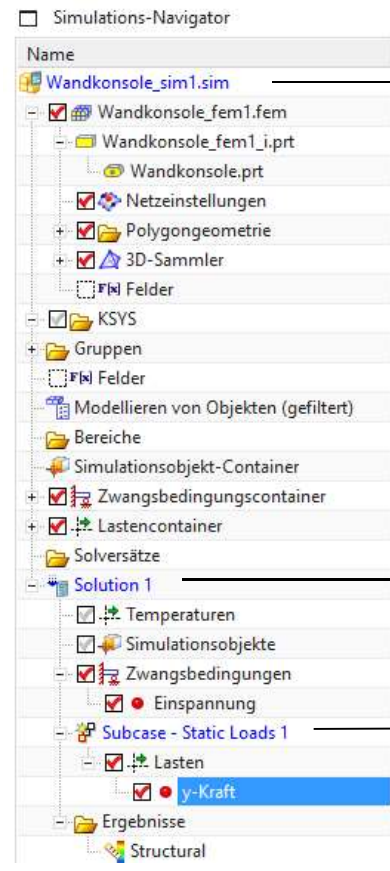
9.5.2 Navigator auf Simulationsebene

Auf der Ebene der Simulationsdatei werden über den Strukturbaum die Lasten und die Randbedingungen des Modells angezeigt und bearbeitet

Im sog. Container werden die bisher eingegebenen Randbedingungen gesammelt und stehen für weitere Lastfallanalysen zu Verfügung.

Für die Berechnung müssen die Lasten und Randbedingungen immer im jeweiligen Lastfall definiert sein!

Nach erfolgreicher Berechnung stehen hier auch die Ergebnisse zur weiteren Auswertung und Dokumentation zu Verfügung.




Simulations-Navigator
 Name
 Wandkonsole_sim1.sim
 - Wandkonsole_fem1.fem
 - Wandkonsole_fem1_i.prt
 - Wandkonsole.prt
 - Netzeinstellungen
 + Polygeometrie
 + 3D-Sammler
 - Felder
 - KSYS
 + Gruppen
 - Felder
 - Modellieren von Objekten (gefiltert)
 - Bereiche
 - Simulationsobjekt-Container
 + Zwangsbedingungencontainer
 + Lastencontainer
 - Solversätze
 - Solution 1
 - Temperaturen
 - Simulationsobjekte
 - Zwangsbedingungen
 - Einspannung
 - Subcase - Static Loads 1
 - Lasten
 - y-Kraft
 - Ergebnisse
 - Structural

} Bearbeitungsebene
 } Simulationsdateien
 } Vernetzung
 } Container für Randbedingungen
 } Lastfall
 } Lager
 } Lastschritt
 } Lasten
 } Ergebnisse

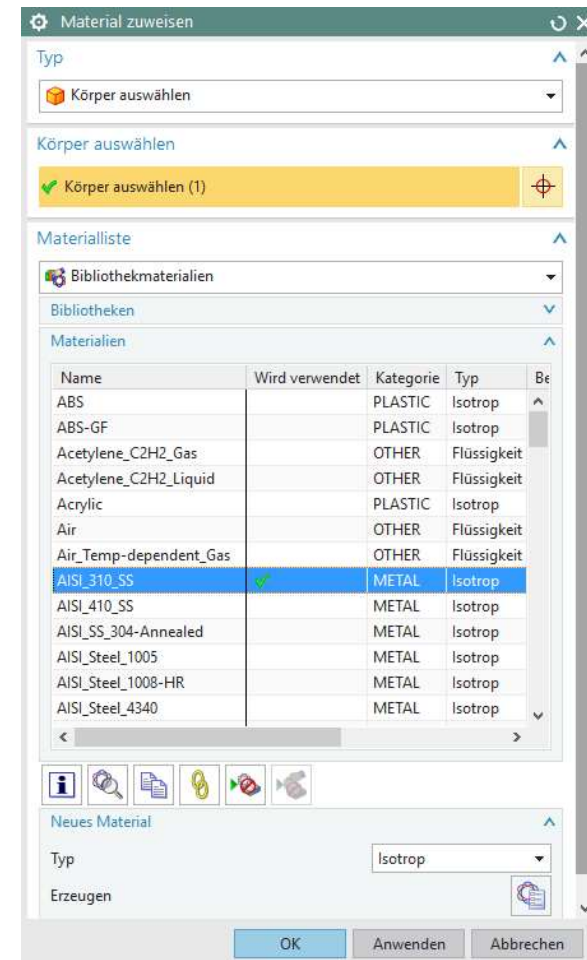
9.5.3 Materialeigenschaften

Unter dem Reiter Werkzeuge in der Menüleiste werden die Materialeigenschaften des Modells verwaltet.

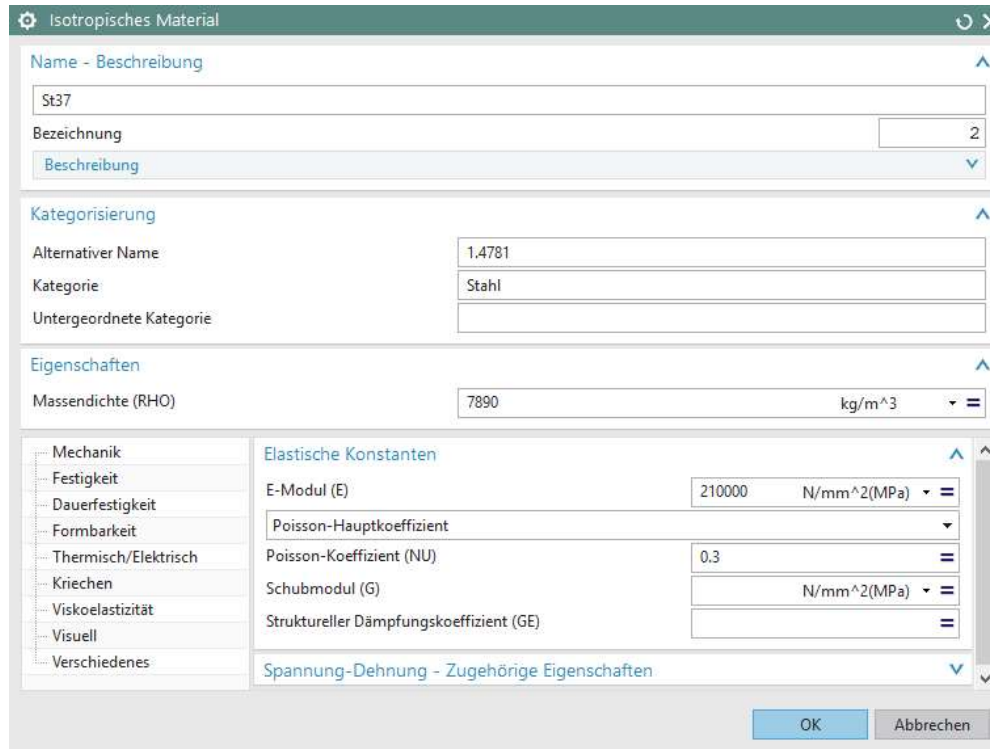
Mit  werden die Werkstoffkennwerte den Flächen oder Körper im Master- bzw. im idealisierten Part oder den Elementen in der FEM-Datei zugewiesen.

Die Materialeigenschaften können aus Bibliotheken geladen oder manuell definiert werden. Mit dem Schalter OK erfolgt die Zuordnung nach Selektion des Modells im Grafikfenster.

In einer Bearbeitungsebene definierte Materialdaten werden von den darüber liegenden Ebenen automatisch übernommen.



Mit dem Schalter  lassen sich neue Werkstoffeigenschaften definieren und in die lokale Materialbibliothek aufnehmen.



Isotropisches Material

Name - Beschreibung

St37

Bezeichnung 2

Beschreibung

Kategorisierung

Alternativer Name 1.4781

Kategorie Stahl

Untergeordnete Kategorie

Eigenschaften

Massendichte (RHO) 7890 kg/m³

Mechanik

Festigkeit

Dauerfestigkeit

Formbarkeit

Thermisch/Elektrisch

Kriechen

Viskoelastizität

Visuell

Verschiedenes

Elastische Konstanten

E-Modul (E) 210000 N/mm²(MPa)

Poisson-Hauptkoeffizient

Poisson-Koeffizient (NU) 0.3

Schubmodul (G) N/mm²(MPa)

Struktureller Dämpfungskoeffizient (GE)

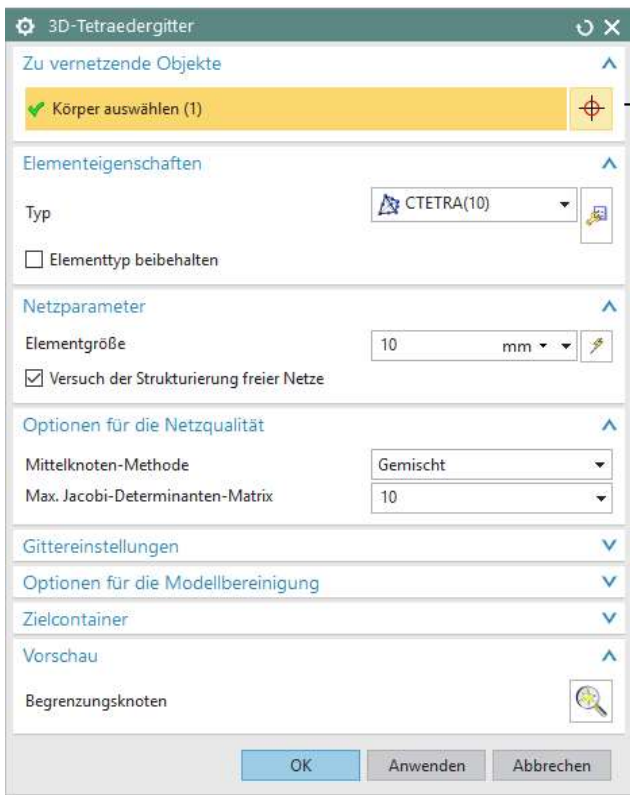
Spannung-Dehnung - Zugehörige Eigenschaften

OK Abbrechen

Für eine strukturmechanische Berechnung ist mindestens die Angabe der Dichte, des Elastizitätsmoduls und der Querkontraktionsszahl bzw. des Schubmoduls notwendig.

9.5.4 Vernetzung

Die Vernetzung der Geometrie erfolgt im Menü unter dem Reiter Startseite auf der Ebene der FEM-Datei. Je nach Gittertyp öffnet sich ein Dialogfenster zur Festlegung der Elementparameter, hier z.B. für Tetraederelemente:




Selektion des Körpers

Elementqualität

linear } Tetraederelemente
parabol. }

berechnete Elementgröße

Zusätzliche Gittereinstellungen

Hinweis: Bei Neuvernetzung kann eine Gitteraktualisierung  erforderlich sein!

9.5.5 Lasten


Die Lasten werden im Menü unter dem Reiter Startseite mit dem Schalter Lasttyp  auf der Ebene der Simulationsdatei vorgegeben.

Lasten werden nach Auswahl auf Punkte, Linien, Flächen oder Volumen aufgebracht.





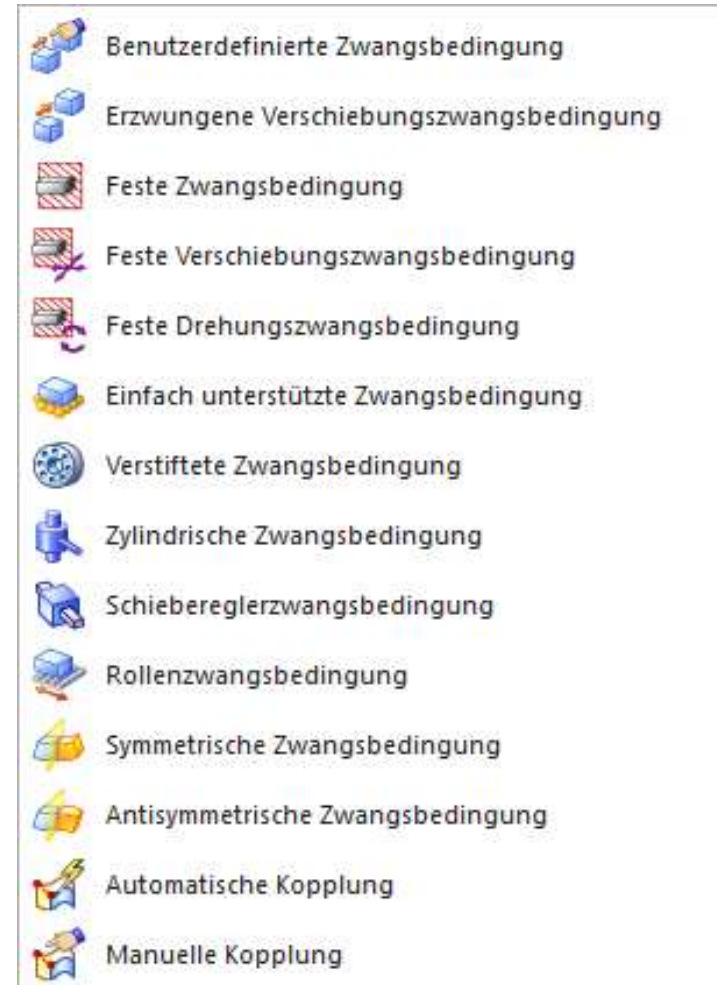
9.5.6 Randbedingungen

Die Randbedingungen (Lager, Zwangsverschiebungen) werden im Menü unter dem Reiter Startseite mit dem Schalter Zwangsbedingungstyp  auf der Ebene der Simulationsdatei vorgegeben.

Randbedingungen können nach Auswahl auf Punkte, Linien, Flächen oder Volumen aufgebracht werden.

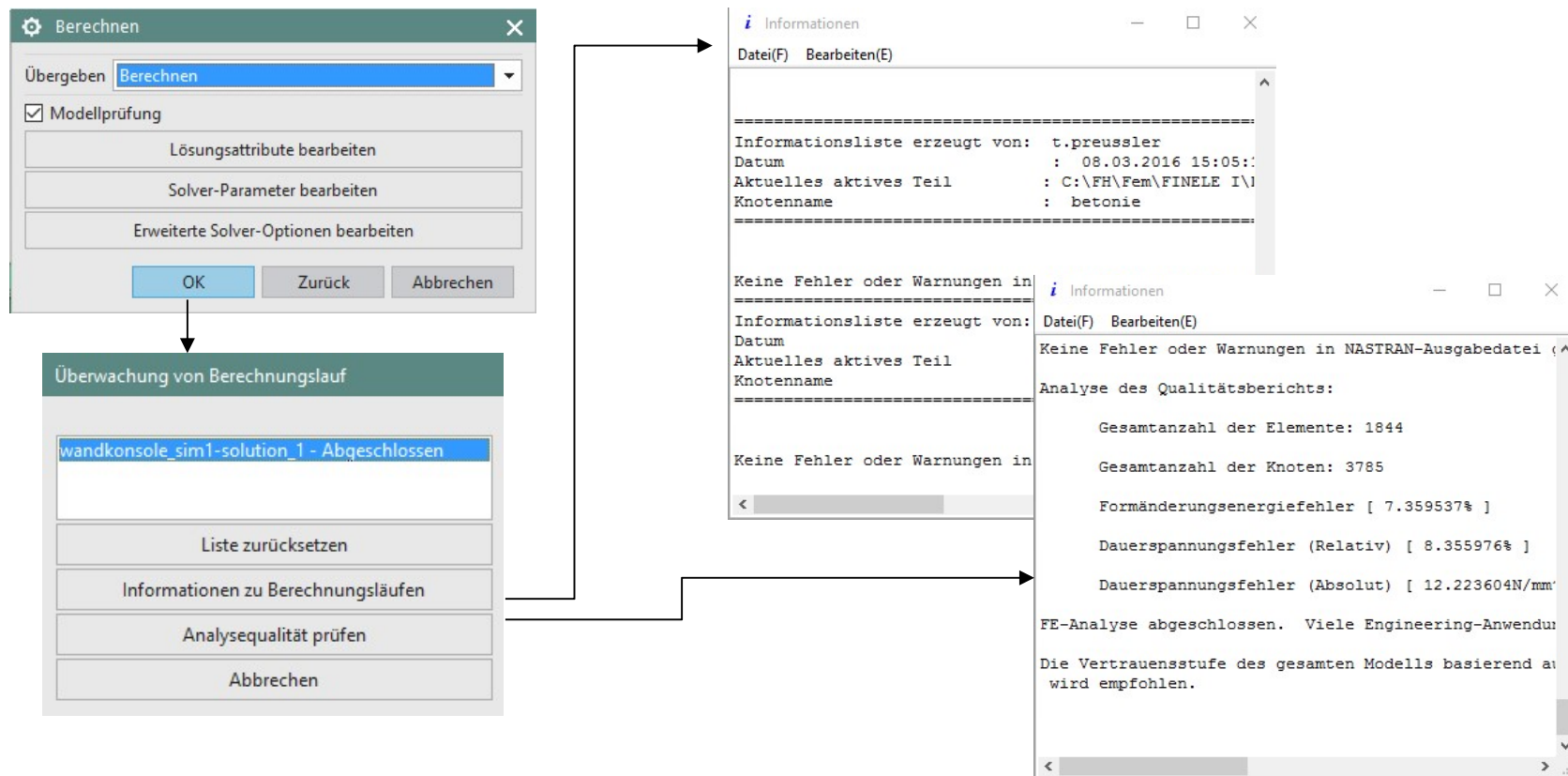
Zwangsbedingungen werden durch Sperren der Freiheitsgrade auf die Geometrie vorgegeben.

Hinweis: Es ist immer auf eine vollständige Lagerung des Modells zu achten!



9.6 Berechnung und Fehleranalyse

Die Berechnung des Simulationsmodells erfolgt im Menüband auf der Ebene der Simulationsdatei unter dem Reiter Start mit dem Schalter .



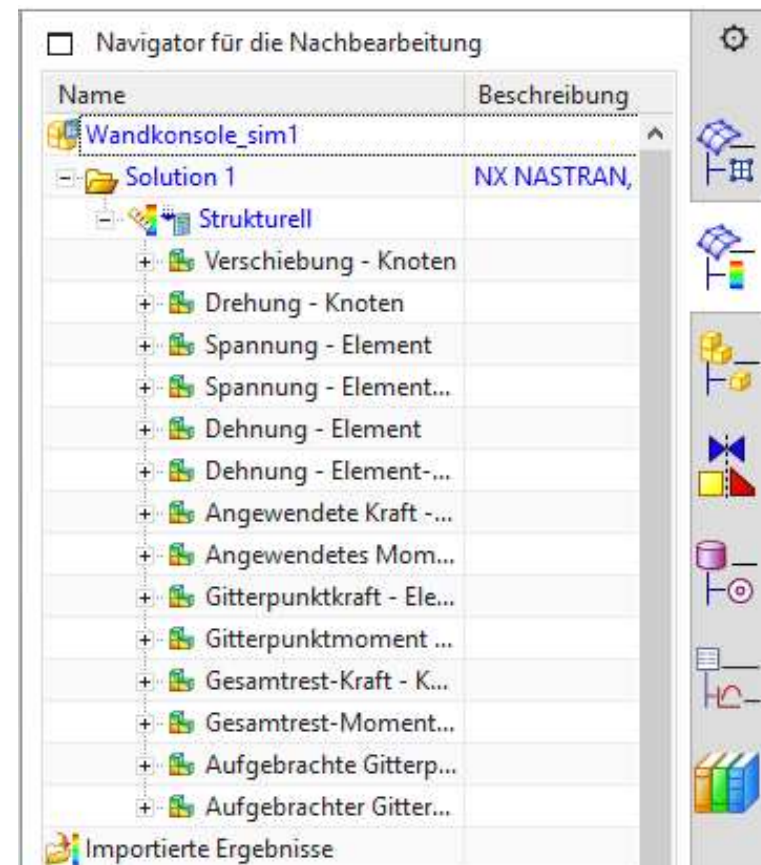
9.7 Postprozessor

Als Preprocessing bezeichnet man alle Eingaben, die nach der Berechnung zur Darstellung und Weiterverarbeitung der Ergebnisse notwendig sind.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt durch Aufruf des Navigators für die Nachbereitung in der Ressourcenleiste.

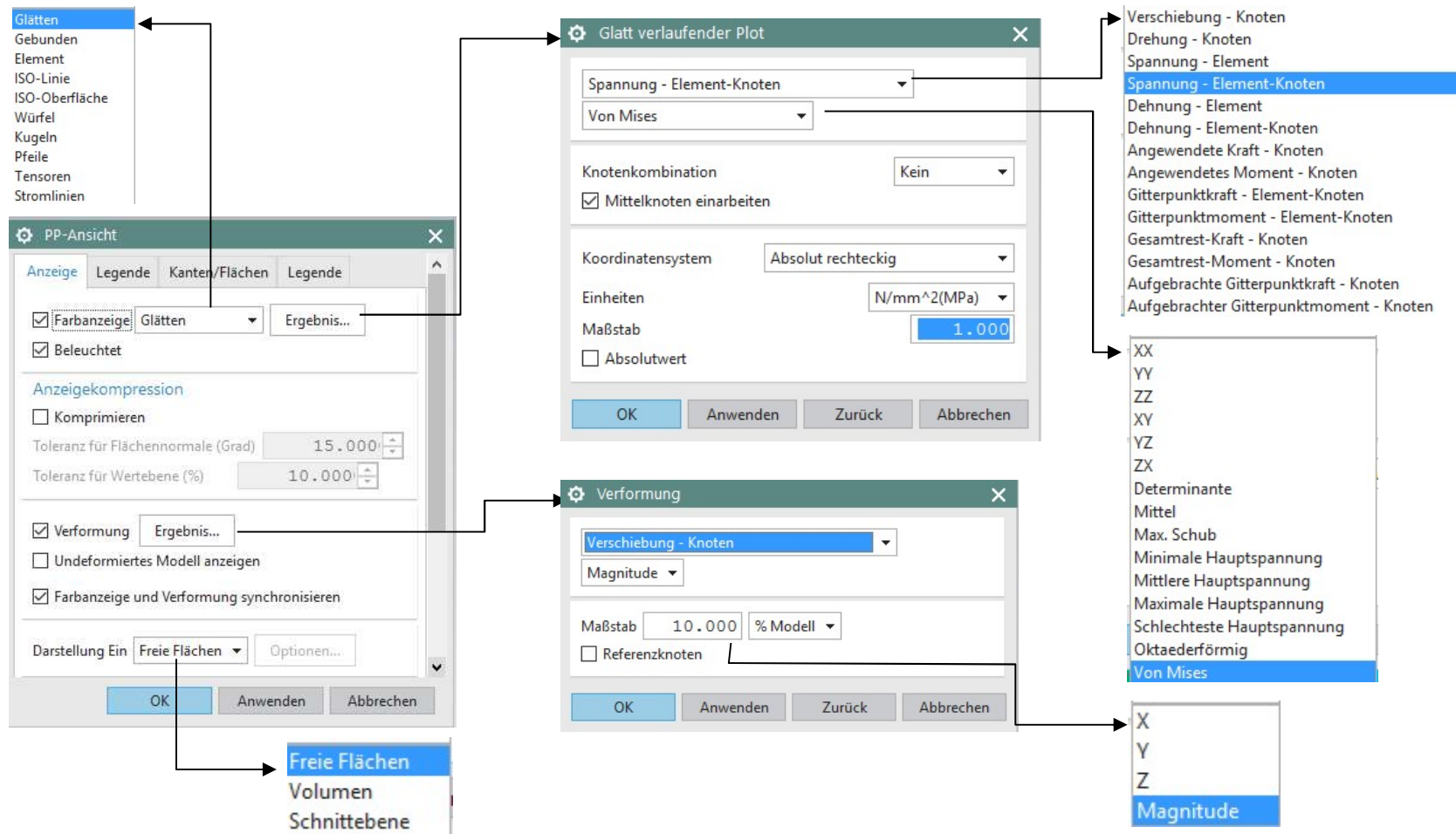
Hier können Verschiebungen, Rotationen, Spannungen, Dehnungen sowie Reaktionskräfte und Reaktionsmomente als Konturplot am Bauteil dargestellt werden.

Unter dem Reiter Ergebnisse stehen weitere Postprozessorfunktionen zu Verfügung.



9.7.1 Ergebnisdarstellung

Mit dem Schalter  wird die Postprozessoransicht eingestellt.



The image shows three dialog boxes in the NX10 software interface, illustrating the configuration for post-processor results:

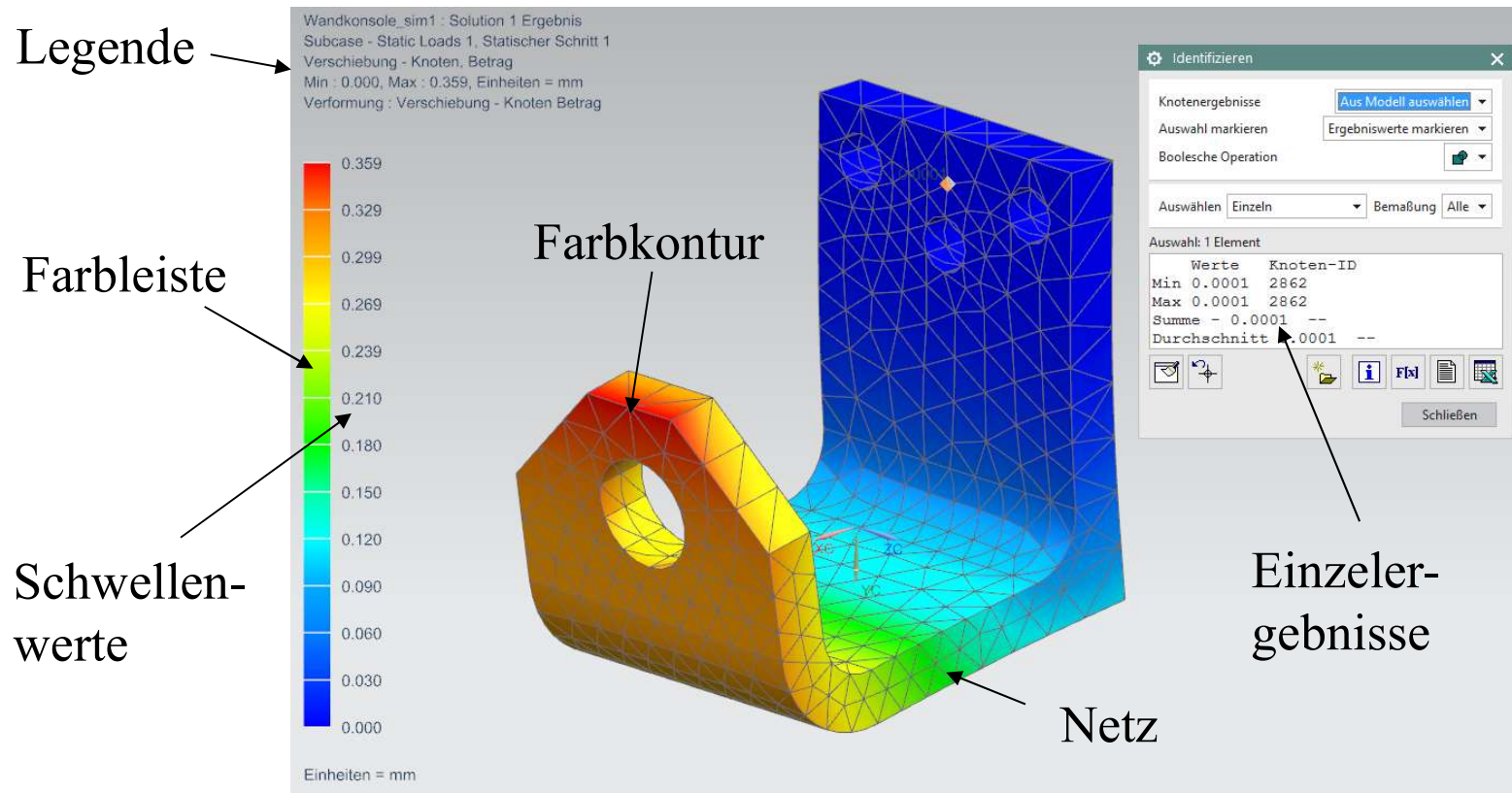
- Glätten (Smoothing):** A list of options including 'Glätten', 'Gebunden', 'Element', 'ISO-Linie', 'ISO-Oberfläche', 'Würfel', 'Kugeln', 'Pfeile', 'Tensoren', and 'Stromlinien'. 'Glätten' is selected.
- PP-Ansicht (Post-Processor View):** A main settings dialog with tabs for 'Anzeige', 'Legende', 'Kanten/Flächen', and 'Legende'.
 - Anzeige:** 'Farbanzeige' is checked, 'Glätten' is selected in the dropdown, and 'Ergebnis...' is shown.
 - Beleuchtet:** Checked.
 - Anzeigekompression:** 'Komprimieren' is unchecked. Toleranz für Flächennormale (Grad) is 15.000 and Toleranz für Wertebene (%) is 10.000.
 - Verformung:** Checked, with 'Ergebnis...' shown.
 - Undeformiertes Modell anzeigen:** Unchecked.
 - Farbanzeige und Verformung synchronisieren:** Checked.
 - Darstellung Ein:** 'Freie Flächen' is selected in the dropdown, with 'Optionen...' shown.
- Glatt verlaufender Plot (Smooth Plot):**
 - Dropdown: 'Spannung - Element-Knoten'.
 - Dropdown: 'Von Mises'.
 - Knotenkombination: 'Kein'.
 - Mittelknoten einarbeiten.
 - Koordinatensystem: 'Absolut rechteckig'.
 - Einheiten: 'N/mm²(MPa)'. Maßstab: '1.000'.
 - Absolutwert.
- Verformung (Deformation):**
 - Dropdown: 'Verschiebung - Knoten'.
 - Dropdown: 'Magnitude'.
 - Maßstab: '10.000' and '% Modell'.
 - Referenzknoten.

On the right side, two lists of result types are shown:

- Stress Results:** A list including 'Verschiebung - Knoten', 'Drehung - Knoten', 'Spannung - Element', 'Spannung - Element-Knoten' (highlighted), 'Dehnung - Element', 'Dehnung - Element-Knoten', 'Angewendete Kraft - Knoten', 'Angewandetes Moment - Knoten', 'Gitterpunktkraft - Element-Knoten', 'Gitterpunktmoment - Element-Knoten', 'Gesamtrest-Kraft - Knoten', 'Gesamtrest-Moment - Knoten', 'Aufgebrachte Gitterpunktkraft - Knoten', and 'Aufgebrachter Gitterpunktmoment - Knoten'.
- Coordinate Systems:** A list including 'XX', 'YY', 'ZZ', 'XY', 'YZ', 'ZX', 'Determinante', 'Mittel', 'Max. Schub', 'Minimale Hauptspannung', 'Mittlere Hauptspannung', 'Maximale Hauptspannung', 'Schlechteste Hauptspannung', 'Oktaederförmig', and 'Von Mises' (highlighted).
- Coordinate Systems (Bottom):** A list including 'X', 'Y', 'Z', and 'Magnitude' (highlighted).

At the bottom center, there are two navigation arrows: a left-pointing arrow and a right-pointing arrow.

9.7.2 Konturdarstellung



Mit dem Schalter  lassen sich zusätzlich Einzelergebnisse identifizieren.