


2024/R1
DEVELOPMENT
Take A Leap Of Certainty™

©2024 ANSYS, Inc. or its affiliated companies
Unauthorized use, distribution, or duplication is prohibited.

Erste Schritte mit Granta EduPack



Ansys, Inc.
Southpointe
2600 ANSYS Drive
Canonsburg, PA 15317
ansysinfo@ansys.com
(T) 724-746-3304
(F) 724-514-9494

Release 2024 R1
January 2024

Ansys, Inc. and ANSYS Europe, Ltd.
are UL registered ISO 9001:2015
companies

i. Copyright and Trademark Information

© 2024 ANSYS, Inc. Unauthorized use, distribution or duplication is prohibited.

ANSYS, Ansys Workbench, AUTODYN, CFX, FLUENT and any and all ANSYS, Inc. brand, product, service and feature names, logos and slogans are registered trademarks or trademarks of ANSYS, Inc. or its subsidiaries located in the United States or other countries. ICEM CFD is a trademark used by ANSYS, Inc. under license. CFX is a trademark of Sony Corporation in Japan. All other brand, product, service and feature names or trademarks are the property of their respective owners. FLEXlm and FLEXnet are trademarks of Flexera Software LLC.

Disclaimer Notice

THIS ANSYS SOFTWARE PRODUCT AND PROGRAM DOCUMENTATION INCLUDE TRADE SECRETS AND ARE CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY PRODUCTS OF ANSYS, INC., ITS SUBSIDIARIES, OR LICENSORS. The software products and documentation are furnished by ANSYS, Inc., its subsidiaries, or affiliates under a software license agreement that contains provisions concerning non-disclosure, copying, length and nature of use, compliance with exporting laws, warranties, disclaimers, limitations of liability, and remedies, and other provisions. The software products and documentation may be used, disclosed, transferred, or copied only in accordance with the terms and conditions of that software license agreement.

ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies.

U.S. Government Rights

For U.S. Government users, except as specifically granted by the ANSYS, Inc. software license agreement, the use, duplication, or disclosure by the United States Government is subject to restrictions stated in the ANSYS, Inc. software license agreement and FAR 12.212 (for non-DOD licenses).

Third-Party Software

See the **legal information** in the product help files for the complete Legal Notice for ANSYS proprietary software and third-party software. If you are unable to access the Legal Notice, contact ANSYS, Inc.

Published in the U.S.A.

Feedback

We welcome your feedback on this document. Please let us know if anything is unclear, if you spot an error, or have an idea for new content, by emailing granta-docs@ansys.com.

Inhalt

i. Copyright and Trademark Information.....	ii
Kapitel 1: Info zu diesen Übungen.....	5
1.1. Weitere Starthilfen.....	5
Kapitel 2: Info zu Granta EduPack.....	6
2.1. Hauptfunktionen und Tools.....	6
2.2. Anleitung zur Diagrammsymbolleiste.....	6
Kapitel 3: Durchsuchen und Suchen.....	8
3.1. Übung 1: Öffnen einer Datenbank.....	8
3.2. Übung 2: Durchsuchen von Materialdatensätzen.....	9
3.3. Übung 3: Durchsuchen von Verfahrensdatensätzen.....	10
3.4. Übung 4: Suchen.....	11
3.5. Erweiterte Suchen.....	11
Kapitel 4: Erstellen von Eigenschaftsdiagrammen.....	13
4.1. Übung 5: Erstellen eines Balkendiagramms.....	13
4.2. Übung 6: Erstellen eines Blasendiagramms.....	14
Kapitel 5: Filtern und Prüfen.....	16
5.1. Übung 7: Auswahl mit einer Diagrammstufe.....	16
5.2. Übung 8: Auswahl mit einer Filterstufe.....	18
5.3. Übung 9: Auswahl mit einer Baumstufe.....	19
Kapitel 6: Alles zusammenfügen.....	21
6.1. Übung 10: Kombination von Filter- und Diagrammtools.....	21
6.2. Übung 11: Verfahrensauswahl.....	22
6.3. Übung 12: Erweiterte Auswahl mit der Leistungsindexsuche.....	23
6.4. Übung 13: Erweiterte Auswahl mit Vergleichstabellen.....	24
6.5. Übung 14: Erweiterte Auswahl mit "Ähnliche suchen" und "Filterstufe".....	26
6.6. Übung 15: Erweiterte Auswahl mit "Ähnliche suchen" und "Nähe-Einstellungen".....	28
6.7. Übung 16: Berechnen von Werten für eine Filterstufe mit Engineering Solver.....	29
Kapitel 7: Speichern, Kopieren und Schreiben von Berichten.....	31
7.1. Übung 17: Hinzufügen von Kommentaren und Speichern eines Projekts.....	31
7.2. Übung 18: Kopieren von Diagrammen, Daten und Ergebnislisten.....	31
7.3. Übung 19: Exportieren von Auswahlberichten.....	32
Kapitel 8: Eco Audit-Tool.....	33
8.1. Übung 20: Definieren und Prüfen eines Produkts.....	33
8.2. Übung 21: Vergleichen von Produkten mit Eco Audit.....	35
8.3. Übung 22: Speichern und Exportieren.....	37
Kapitel 9: Synthesizer-Tool.....	38
9.1. Übung 23: Modellieren von Hybridmaterialien mit dem Modell der Sandwich-Paneele.....	38
9.2. Übung 24: Bauteilkostenabschätzung.....	40
9.3. Übung 25: Batteriedesigner.....	42

Kapitel 1: Info zu diesen Übungen

Die Erste-Schritte-Übungen bieten einen Überblick über die wichtigsten Tools und Funktionen in Ansys Granta EduPack und bestehen aus einer Reihe von Tutorials, die Ihnen helfen sollen, sich mit der Software vertraut zu machen. Sie können wählen, ob Sie sie der Reihe nach durcharbeiten oder nur die für Sie relevanten Übungen absolvieren möchten.

Es gibt auch [Videotutorials zum Einstieg](#) für Granta EduPack. Diese können Sie unabhängig von den Übungen oder begleitend dazu nutzen, um Ihr Wissen zu testen und zu überprüfen.

Diese Übungsreihe behandelt die wichtigsten Tools und Funktionen, die in Granta EduPack und in Granta EduPack Introductory oder später verfügbar sind. Frühere Versionen liefern möglicherweise andere Ergebnisse oder enthalten nicht alle Funktionen.

In diesem Dokument gilt:

1. Jeder Schritt der Übungen ist nummeriert, wie in diesem Beispiel.

Detailliertere Anweisungen werden unter der Hauptanweisung angezeigt.

2. Text auf Elementen in der Software (z. B. Schaltflächen, Dialoge und Registerkarten) wird in Fettschrift angezeigt, **wie in diesem Beispiel**. Die Namen von Datensätzen, Datentabellen und Dokumenten werden hervorgehoben, *wie in diesem Beispiel*. Wörter und Zahlen, die Sie eingeben, während Sie den Anweisungen folgen, werden in Monotype angezeigt, *wie in diesem Beispiel*.

1.1. Weitere Starthilfen

Wenn Sie Hilfe bei der Verwendung der Software oder Ressourcen zum Lehren und Lernen benötigen, versuchen Sie Folgendes:



[Granta EduPack-Hilfe](#)



[Online lernen](#)








[FAQs: Ansys Learning](#)

Wenn Sie die Antwort auf Ihre Frage oben nicht finden können, senden Sie uns eine E-Mail an education@ansys.com.









Kapitel 2: Info zu Granta EduPack

2.1. Hauptfunktionen und Tools

Die wichtigsten Tools in Granta EduPack und in Granta EduPack Introductory sind:

 Durchsuchen	Durchsuchen Sie die Datenbank und rufen Sie Datensätze über einen hierarchischen Index oder eine Baumstruktur ab.
 Suchen:	Finden Sie Informationen über eine Volltextsuche in Datensätzen.
 Auswählen:	Der zentrale Knotenpunkt von Granta EduPack, wird zur Anwendung der systematischen Materialauswahlmethodik verwendet. Eine leistungsstarker Auswahl-Mechanismus, der Datensätze identifiziert, die bestimmte Designkriterien erfüllen, und Kompromisse zwischen konkurrierenden Zielen ermöglicht.
 Diagramm:	Erstellen Sie Diagramme und fügen Sie Formatierungen und Beschriftungen hinzu, um Ihren Standpunkt zu veranschaulichen.
 Eco Audit:	Schätzen Sie schnell den Energieverbrauch und den CO ₂ -Fußabdruck eines Produkts über seinen gesamten Lebenszyklus ab und untersuchen Sie <i>Was-wäre-wenn</i> -Designszenarien.

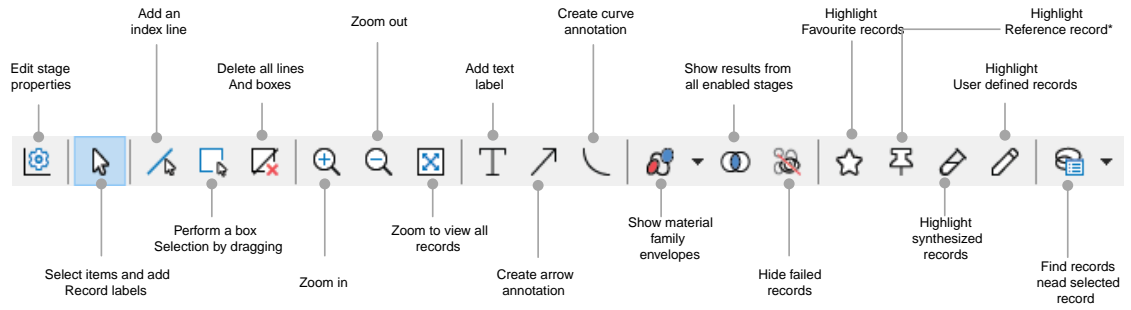
Die folgenden Tools und Funktionen sind in allen enthaltenen erweiterten Datenbanken der Ebene 3 in Granta EduPack aktiviert (zum Beispiel Level 3 Aerospace und Level 3 Eco Design, aber nicht in Level 3):



 Enhanced Eco Audit:	Die erweiterte Version des Tools berücksichtigt auch Sekundär-, Füge- und Endbearbeitungsprozesse und umfasst eine Kostenanalyse.
 Synthesizer:	Schätzen Sie die Leistung von Materialien, indem Sie neue Hybridmaterialien, Batteriepacks oder die Bauteilkosten eines Designs modellieren, und vergleichen Sie diese Ergebnisse mit vorhandenen Datensätzen.
 Engineering Solver:	Berechnen Sie schnell die erforderlichen Werte für Festigkeit, Steifigkeit oder Formfaktor für ein bestimmtes Design und beziehen Sie sie in eine Filterstufe ein.
 Ähnliche suchen:	Wählen Sie Materialien danach aus, wie ähnlich ihre Eigenschaften denen eines  Referenzdatensatzes sind.
 Vergleichstabellen:	Vergleichen Sie bis zu 20 Datensätze nebeneinander und heben Sie die Unterschiede in ihren Materialeigenschaften gegenüber einem  Referenzdatensatz hervor.
 Auswahl:	Erfassen Sie ohne großen Aufwand Ihr komplexes Auswahlprojekt und fassen Sie es mit einem automatisch generierten Bericht zusammen.

Die Übungen zu diesen erweiterten Funktionen sind so konzipiert, dass Nutzer von Granta EduPack Introductory sie einfach überspringen können. Außerdem werden Sie darauf hingewiesen, zu einer anderen Datenbank zu wechseln, die diese erweiterte Funktion unterstützt.

2.2. Anleitung zur Diagrammsymbolleiste

Die Diagrammsymbolleiste wird zwischen dem Diagrammtitel und dem Diagrammbereich auf der Registerkarte angezeigt.



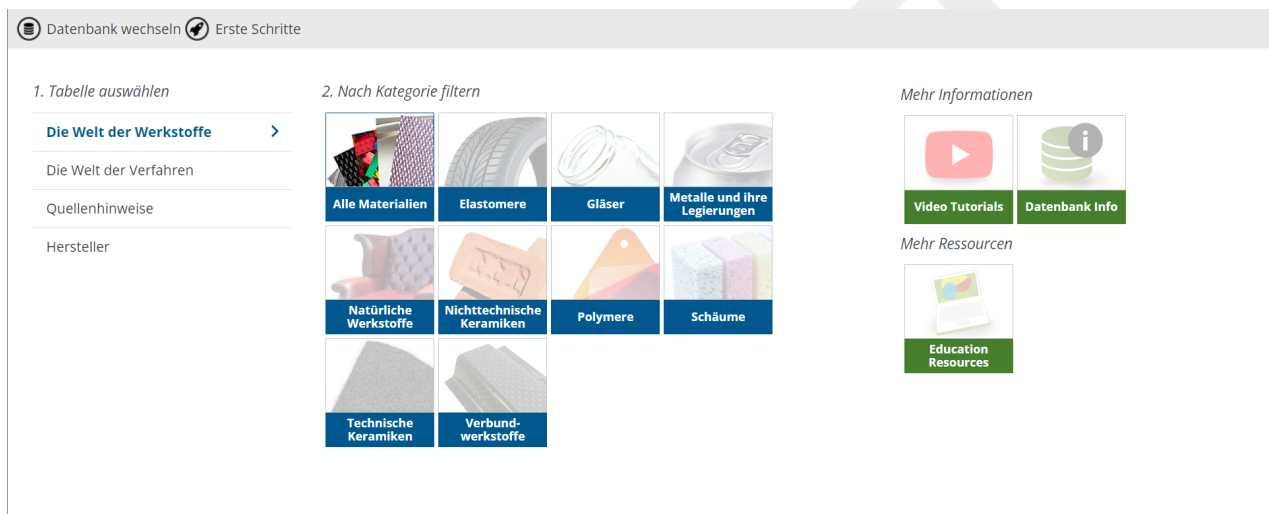
*Da  **Referenzdatensatz markieren** und  **Synthetisierte Datensätze markieren** in Granta EduPack Introductory nicht verfügbar sind, ist das Symbol immer ausgegraut.

DRAFT

Kapitel 3: Durchsuchen und Suchen

3.1. Übung 1: Öffnen einer Datenbank

Beim Start von Granta EduPack wird das Fenster **Datenbanken** mit allen installierten Datenbanken angezeigt. In den folgenden Übungen werden die Tabellen *Die Welt der Werkstoffe* und *Die Welt der Verfahren*, die in allen Granta-Materialdatenbanken zu finden sind, verwendet. Nachdem Sie im Fenster **Datenbanken** auf den Namen einer Datenbank geklickt haben, um sie auszuwählen, wird die Homepage geöffnet. Dort wird eine Liste der verfügbaren Tabellen und eine Grafik für jede Untergruppe angezeigt.



Auf der Homepage können Sie weitere Informationen zur Datenbank anzeigen, eine Untergruppe auswählen und auf Online-Ressourcen für Studierende und Lehrkräfte zugreifen.

1. Wählen Sie die Datenbank **Ebene 2** aus

Wenn eine Funktion, die in einer Übung verwendet wird, in der Datenbank **Ebene 2** nicht aktiviert ist, dann werden Sie aufgefordert, zu einer Datenbank zu wechseln, in der diese Funktion aktiviert wurde. Wenn Sie eine Übung mit einer anderen Datenbank durchführen, dann können die Ergebnisse und Bilder abweichen.

2. Informationen zu den verfügbaren Daten und Anwendungen

- Klicken Sie auf **Datenbank Info**, um eine detaillierte Beschreibung der Datenbank anzuzeigen.
- Klicken Sie auf den **Zurück**-Pfeil, um zur Homepage zurückzukehren.

3. Wählen Sie eine Materialuntergruppe aus

- Wenn Sie auf eines der Untergruppensymbole klicken, wird der Fensterbereich **Durchsuchen** angezeigt.

4. Wechseln Sie zur Tabelle **Die Welt der Verfahren**

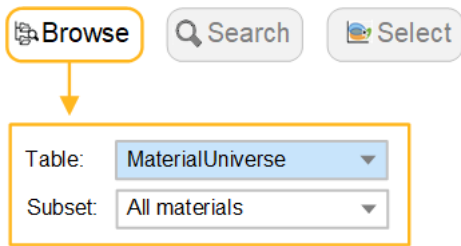
- Wenn Sie auf **Die Welt der Verfahren** klicken, wird die Suchstruktur im linken Bereich aktualisiert.

5. Schließen Sie die Registerkarte "Homepage"

- Klicken Sie oben auf der Registerkarte "Homepage" auf das Kreuz. Diese Seite kann jederzeit erneut geöffnet werden, indem auf der Hauptsymbolleiste auf **Home** geklickt wird.

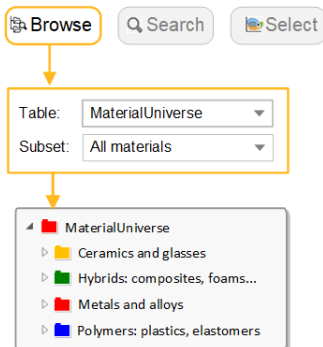
6. Wechseln Sie zur Tabelle **Die Welt der Werkstoffe**



- a) Wenn die Homepage geschlossen ist, dann können Sie mit der Liste **Tabelle** im Fensterbereich **Durchsuchen** zu verschiedenen Tabellen navigieren.



3.2. Übung 2: Durchsuchen von Materialdatensätzen

1. Wählen Sie die Tabelle **Die Welt der Werkstoffe** und die Untergruppe **Alle Materialien**



2. Suchen Sie den Datensatz für *Nichtrostender Stahl*
- a) Doppelklicken Sie auf einen Ordner in der Suchstruktur, um die darunter liegenden Datensätze und Ordner anzuzeigen.
3. Öffnen Sie den Datensatz auf Ordner Ebene für **Polymere**
- Datensätze auf Ordner Ebene enthalten keine Daten zu einem bestimmten Material, sondern bieten einen allgemeinen Überblick über eine Materialfamilie. Für sie wird ein eigenes Symbol verwendet: .
4. Öffnen Sie den Datensatz für **Polypropylen (PP)**
- a) Doppelklicken Sie auf den Datensatznamen in der Baumstruktur, um das Datenblatt anzuzeigen.
- b) Klicken Sie auf , um Hintergrundinformationen zu Materialeigenschaften und zugrunde liegende Zusammenhänge anzuzeigen.
- c) Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Datenblatt, um ein Menü mit weiteren Aktionen anzuzeigen, wie zum Beispiel: **Im Baum suchen**, **Kopieren** oder **Drucken** des Datenblattes und **Datensatz duplizieren**.
5. Suchen Sie Verfahren, die *Polypropylen* formen können, indem Sie auf den Link **Die Welt der Verfahren** unten im Datenblatt klicken

Polymers and elastomers > [Polymers](#) > Thermoplastics >

Description

Image



Caption

1. Polypropylene samples showing texture and transparency. © Chris Lefteri 2. Polypropylene glasses. © Thinkstock

The material

Polypropylene, PP, first produced commercially in 1958, is the younger brother of polyethylene - a very similar molecule with similar price, processing methods and application. Like PE it is produced in very large quantities (more than 30 million tons per year in 2000), growing at nearly 10% per year, and like PE its molecule-lengths and side-branches can be tailored by clever catalysis, giving precise control of impact strength, and of the properties that influence molding and drawing. In its pure form polypropylene is flammable and degrades in sunlight. Fire retardants make it slow to burn and stabilizers give it extreme stability, both to UV radiation and to fresh and salt water and most aqueous solutions.

Composition (summary) ⓘ

(CH₂-CH(CH₃))_n

General properties

Density	ⓘ	-	kg/m ³
Price	ⓘ	*	GBP/kg
Date first used	ⓘ	-	

Mechanical properties

Young's modulus	ⓘ	-	GPa
Shear modulus	ⓘ	*	GPa
Bulk modulus	ⓘ	*	GPa
Poisson's ratio	ⓘ	-	

Part of the Polypropylene Level 2 datasheet

3.3. Übung 3: Durchsuchen von Verfahrensdatensätzen

1. Navigieren Sie zu **Die Welt der Verfahren: Alle Verfahren**

Table:

Subset:

- ProcessUniverse
 - Joining
 - Shaping
 - Surface treatment

2. Suchen Sie den Datensatz für den Formgebungsprozess *Spritzgiessen, Thermoplaste*
3. Suchen Sie den Datensatz für den Oberflächenbehandlungsprozess *Dampfmehallisieren (PVD)*
4. Suchen Sie den Datensatz für den Fügeprozess *Reibschweißen (Metalle)*
5. Suchen Sie mit dem Link **Die Welt der Werkstoffe** unten im Datenblatt für *Gravitationsguss* nach Materialien, die druckgegossen werden können

3.4. Übung 4: Suchen

1. Suchen Sie das Material *Polylaktid*



2. Suchen Sie den Prozess *Vakuumunterstützter Harzguss (VARTM)*
3. Suchen Sie Materialien, die für "Schneidwerkzeuge" verwendet werden
Die Suche vergleicht Texte in einem Datenblatt. Zum Beispiel würde eine Suche nach "Schneidwerkzeuge" alle Datensätze mit dem Ausdruck "Schneidwerkzeuge" in der Datensatzbeschreibung oder in den unterstützenden Informationen auflisten.
4. Suchen Sie das Material **Beton**
Die Suche vergleicht den Ordnernamen des Datensatzes. Wenn der Suchbegriff in einem Ordnernamen vorkommt, werden alle Datensätze in diesem Ordner zurückgegeben. Zum Beispiel würde eine Suche nach "Beton" alle Datensätze im Ordner "Zement und Beton" auflisten, z. B. *Gips*.
5. Geben Sie den Suchbegriff `alum*` ein
Datensätze, die die Begriffe *Aluminiumoxid* oder *Aluminium* enthalten, werden aufgelistet.

3.5. Erweiterte Suchen

Die folgenden Suchoperatoren sind verfügbar:

Operator	Beschreibung
AND	Sucht Datensätze, die beide Suchbegriffe enthalten. <code>Stahl AND Legierung</code> gibt also nur die Datensätze zurück, die die beiden Wörter Stahl und Legierung enthalten
OR	Sucht Datensätze, die einen der beiden Suchbegriffe enthalten. <code>Stahl OR Legierung</code> gibt also alle Datensätze zurück, die Stahl , Legierung oder beide enthalten
NOT	Sucht Datensätze, die den ersten, aber nicht den zweiten Suchbegriff enthalten. <code>Stahl NOT Legierung</code> gibt also nur die Datensätze mit dem Wort Stahl , aber ohne das Wort Legierung zurück
Ausdrucksuche	Sucht den genauen Suchbegriff. " <code>Stahl Legierung</code> " gibt also nur die Datensätze zurück, die den genauen Ausdruck Stahl Legierung enthalten
Klammern	Werden zum Gruppieren von Suchbegriffen verwendet. <code>Eisen AND (Erz OR Guss)</code> gibt also die Datensätze zurück, die Eisen enthalten und entweder Erz , Guss oder beide enthalten
Platzhalter	Verwenden Sie <code>?</code> als Platzhalter für ein einzelnes Zeichen oder <code>*</code> als Platzhalter für eine beliebige Anzahl von Zeichen (diese können nicht als erstes Zeichen in einer Suchzeichenfolge verwendet werden)

Anmerkung: Wenn eine Suche zwei oder mehr Begriffe enthält und keine anderen Operatoren eingegeben wurden, werden automatisch AND-Operatoren hinzugefügt.

DRAFT

Kapitel 4: Erstellen von Eigenschaftsdiagrammen

Balkendiagramme und Blasendiagramme eignen sich hervorragend zur Visualisierung und Kommunikation von Materialeigenschaften und sind ein wichtiges Hilfsmittel zur Unterstützung der systematischen Auswahl von Materialien.

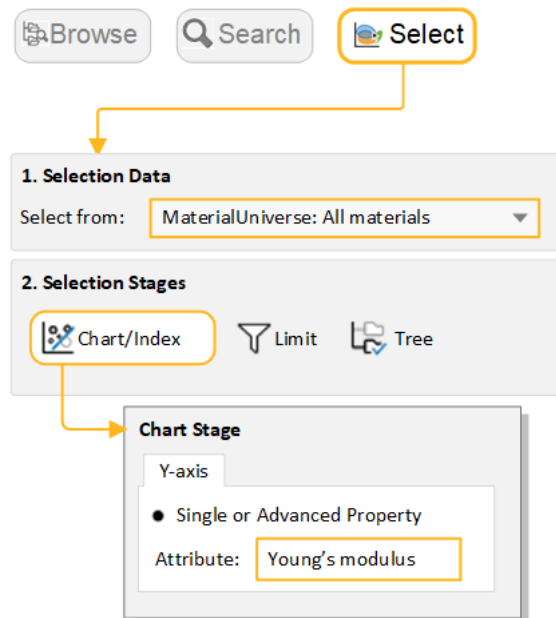
4.1. Übung 5: Erstellen eines Balkendiagramms

1. Wählen Sie **Die Welt der Werkstoffe: Alle Materialien** auf der Registerkarte **Diagramm/Auswählen**
2. Erstellen Sie ein Balkendiagramm des Elastizitätsmoduls (E)


Klicken Sie unter "Auswahlstufen" auf **Diagramm/Index**.

Setzen Sie das Y-Achsen-Attribut auf **Elastizitätsmodul** und klicken Sie dann auf **OK**. (Sie können auf das Feld "Attribut" klicken und mit der Eingabe des Namens beginnen, um das gewünschte Attribut schnell zu finden und auszuwählen.)


Da Sie für ein Balkendiagramm keine X-Achse festlegen, lassen Sie die X-Achseinstellung <Keine> unverändert.



3. Erkunden Sie das Diagramm

Klicken Sie auf  **Vergrößern** und ziehen Sie dann, um einen Bereich des Diagramms zu vergrößern.

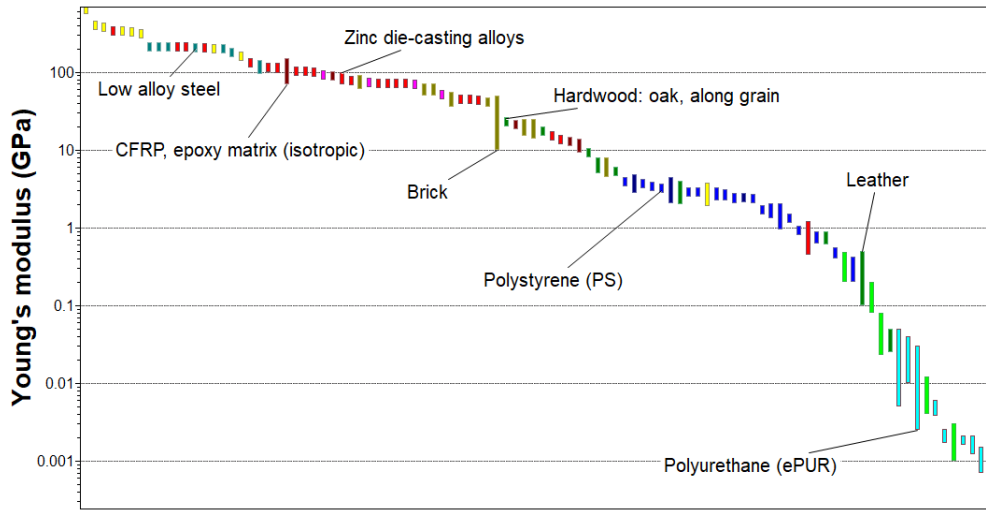
Klicken Sie auf  **Verkleinern**, um zu verkleinern.

Klicken Sie auf  **Automatisch skalieren**, um die Vergrößerung so einzustellen, dass das gesamte Diagramm angezeigt wird.

4. Beschriften Sie Datensätze im Diagramm

Klicken Sie auf einen Datensatz im Diagramm und ziehen Sie dann, um eine neue Datenbeschriftung hinzuzufügen und zu positionieren.

Um eine Datenbeschriftung zu löschen, wählen Sie sie aus und drücken Sie LÖSCHEN. Um alle Beschriftungen im Diagramm zu löschen, drücken Sie STRG+A und dann LÖSCHEN.




Beschriftetes Balkendiagramm des Elastizitätsmoduls


4.2. Übung 6: Erstellen eines Blasendiagramms

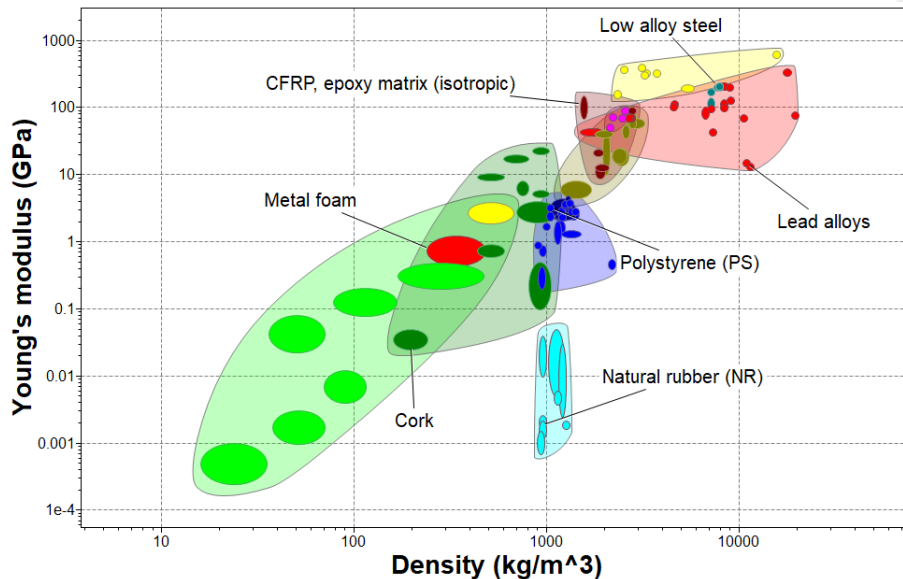
1. Erstellen Sie ein Blasendiagramm, um das *Elastizitätsmodul* (E) in Abhängigkeit von der *Dichte* (ρ) darzustellen
 - a) Klicken Sie unter **Auswahlstufen** auf **Diagramm/Index**.
 - b) Legen Sie die Y-Achse auf **Elastizitätsmodul** und die X-Achse auf **Dichte** fest.
 - c) Lassen Sie für die **Achseinstellungen** die Standardwerte zum Erstellen eines Log-Log-Diagramms unverändert.

2. Zeigen Sie Familien-Hüllkurven an

a) Wenn Sie auf  **Familien-Hüllkurven anzeigen** klicken, dann können Sie sehen, wie die Daten für eine bestimmte Materialfamilie Cluster bilden.

3. Beschriften Sie Datensätze im Diagramm

- a) Bewegen Sie den Mauszeiger über die Datensatzblase, um den Datensatznamen anzuzeigen, und beschriften Sie dann einige Datensätze (indem Sie auf einen Datensatz klicken und ziehen).
- b) Versuchen Sie, Beschriftungen aus der Liste **Ergebnisse** hinzuzufügen: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen Datensatz in der Liste, wählen Sie **Beschriftung** im Kontextmenü aus und ziehen Sie dann die Beschriftung an die gewünschte Stelle im Diagramm.
- c) Wenn die neue Beschriftung bei der aktuellen Vergrößerung nicht sichtbar ist, dann klicken Sie auf  **Automatisch skalieren**, damit das gesamte Diagramm angezeigt wird.



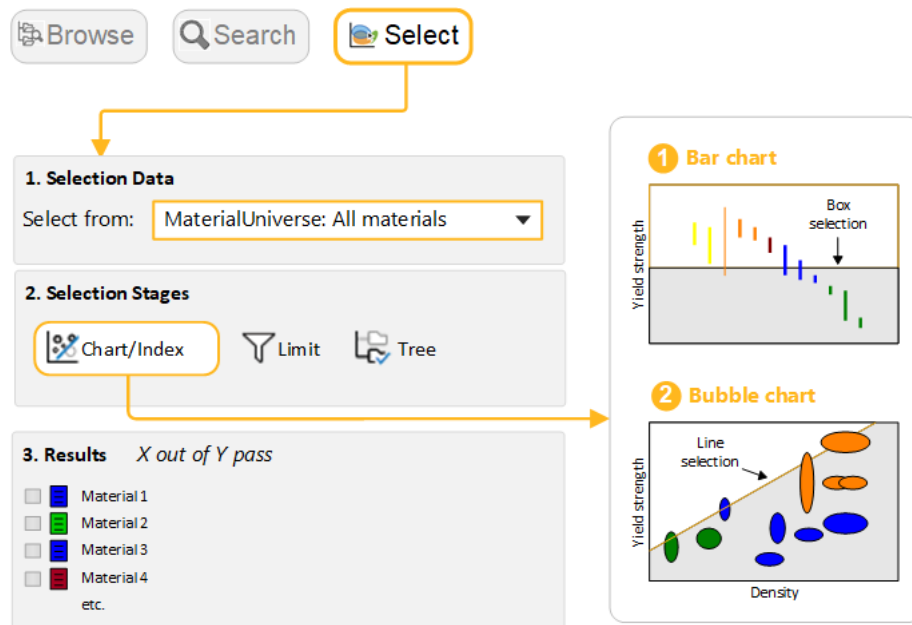
4. Löschen Sie diese Stufe


a) Wählen Sie die Stufe in der Liste "Auswahlstufen" aus und drücken Sie LÖSCHEN.

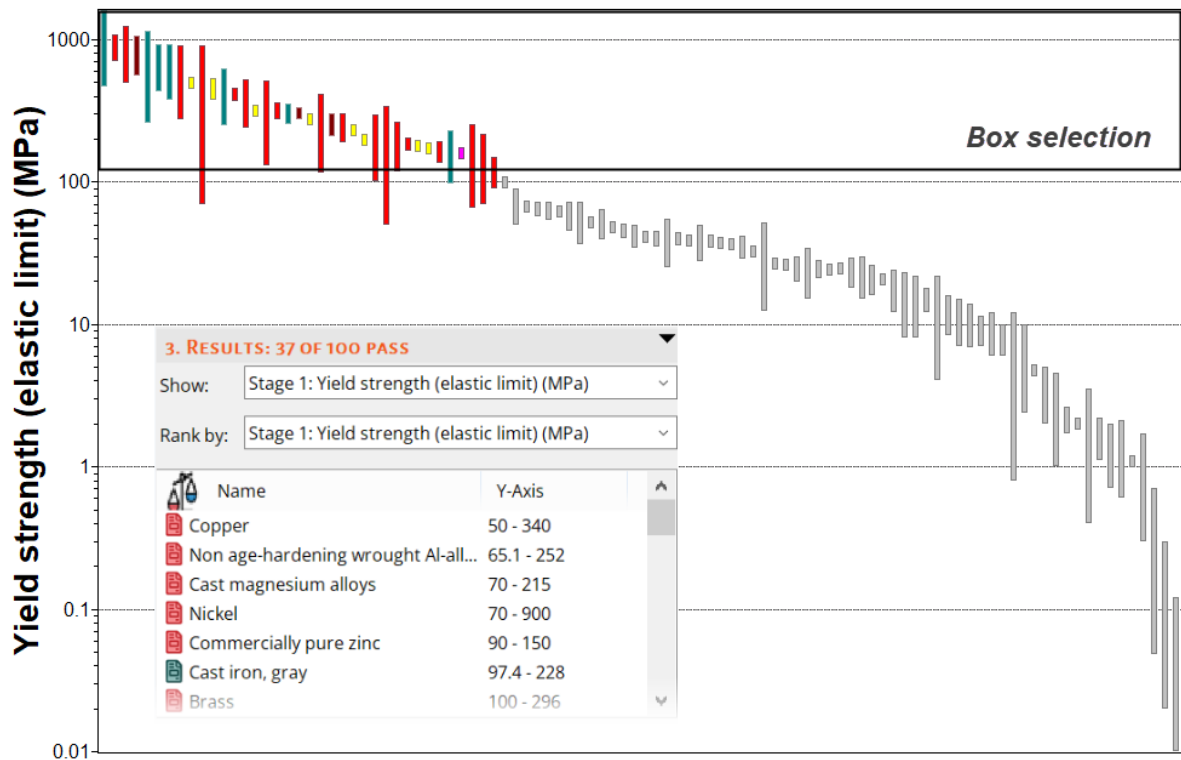
Kapitel 5: Filtern und Prüfen

5.1. Übung 7: Auswahl mit einer Diagrammstufe

Bei der Darstellung in einem Diagramm können Datensätze auch mit den Tools **Indexzeile** und **Feldauswahl** gefiltert werden.



1. Erstellen Sie ein Balkendiagramm für die *Streckgrenze* (σ_f)
 - a) Legen Sie die Y-Achse auf **Streckgrenze (Elastizitätsgrenze)** fest.
2. Verwenden Sie eine **Feldauswahl**, um Materialien mit hohen Werten für die *Streckgrenze* zu identifizieren
 - a) Klicken Sie auf **Feldauswahl** , und ziehen Sie dann, um das Auswahlfeld zu definieren.



3. Fügen Sie **Dichte (ρ)** zur X-Achse hinzu

- Klicken Sie auf **Diagrammeinstellungen**, wechseln Sie dann zur Registerkarte "X-Achse" und wählen Sie "Dichte" als Attribut für die X-Achse aus. Sie können auch auf die Diagrammachse doppelklicken, um den Dialog zu öffnen.

4. Verwenden Sie eine Indexzeile, um Materialien mit hohen Werten für die spezifische Festigkeit σ_j / ρ zu identifizieren

- Klicken Sie auf **Index- und Anzeigezeilen**.
- Verwenden Sie für **Steigung** den Standardwert 1.
- Als Ziel der Linie ist standardmäßig **Index maximieren** festgelegt. Dadurch werden bei hohen Werten von σ_j / ρ die Materialien über der Linie ausgewählt.
- Klicken Sie auf **OK** und dann auf das Diagramm, um die Linie so zu positionieren, dass sie durch einen bestimmten Punkt verläuft.
- Ziehen Sie die Linie nach oben, um die Auswahl auf weniger Materialien einzuzugrenzen.

5. Fügen Sie eine **Feldauswahl** zum Diagramm hinzu, um Materialien mit niedrigem Wert für die *Dichte*, die den Index maximieren, zu identifizieren.

6. Ordnen Sie die Liste der Ergebnisse nach Rangstufen spezifischer Festigkeit (*Streckgrenze / Dichte*)

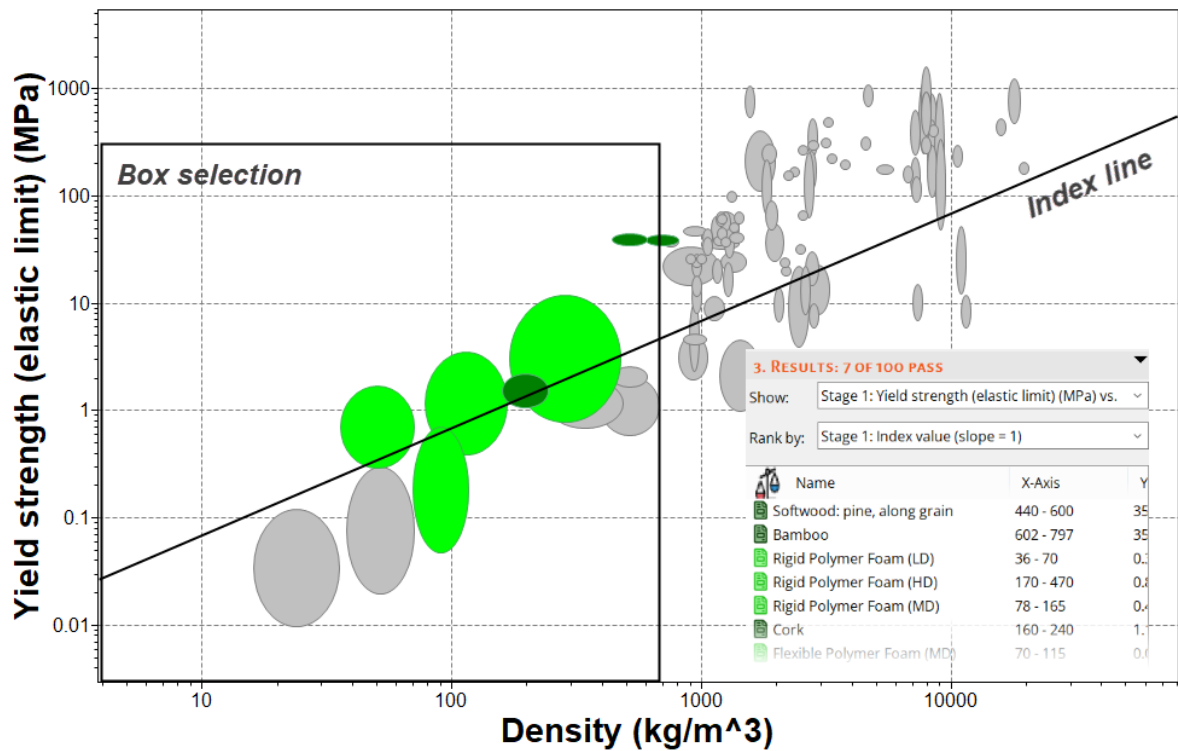
Anzeigen: Stufe 1: Streckgrenze über Dichte

Rang nach: Stufe 1: Indexwert.

Beispielergebnisse: *Bambus, Kork, Polymerhartschaum (MD)*.

7. Löschen Sie diese Stufe

- Wählen Sie die Stufe in der Liste "Auswahlstufen" aus und drücken Sie **LÖSCHEN**.




5.2. Übung 8: Auswahl mit einer Filterstufe

1. Wählen Sie Materialien mit bestimmten thermischen und elektrischen Eigenschaften aus.

a) Erstellen Sie eine neue **Filter** mit den folgenden Kriterien:

Höchste Einsatztemperatur	> 200 °C
Wärmeleitfähigkeit	> 25 W/m.°C
Spezifischer Elektrischer Widerstand	> 1e15 µOhm.cm

b) Verwenden Sie die Begrenzungsbalken , um geeignete Werte für die Spanne der Eigenschaften festzulegen, und lassen Sie die Auswahl der UND-Logik unverändert. Geben Sie die Grenzen (je nach Bedarf das Minimum oder das Maximum) ein und klicken Sie auf **Anwenden**.

c) Sie können die Einheiten im Datenblatt ändern, indem Sie zur Registerkarte **Einheiten** unter **Einstellungen** wechseln.

Beispielergebnisse: *Aluminiumnitrid, Aluminiumoxidkeramik, Siliziumnitrid.*

The screenshot illustrates the material selection workflow. It starts with the 'Select' button, leading to the '1. Selection Data' section where 'Material Universe: All materials' is chosen. The '2. Selection Stages' section shows 'Limit' as the active stage. The '3. Results' section shows a list of materials. The 'Limit Stage' dialog is open, displaying various material properties. The 'Limit Bar' chart shows the distribution of materials across different categories based on electrical resistivity.

2. Filtern Sie die Ergebnisse weiter, um nur die Materialien auszuwählen, die gegen *Flusssäure* (40 %) beständig sind.
 - a) Wählen Sie unter **Beständigkeit: Säuren** die Optionen **akzeptabel** und **ausgezeichnet** für *Flusssäure* (40 %) aus.
 - b) Klicken Sie auf **Anwenden**. *Siliziumnitrid* sollte der einzige Datensatz sein, der den Kriterien entspricht.

5.3. Übung 9: Auswahl mit einer Baumstufe

Mithilfe einer Baumstufe können Sie Datensätze basierend auf ihren Verknüpfungen zu Datensätzen in anderen Datentabellen oder basierend auf der Datenbankhierarchie (Baumstruktur) nach Kategorie filtern. Sie können beispielsweise nach Datensätzen filtern, die mit einem bestimmten Prozessdatensatz verknüpft sind.

1. Suchen Sie Materialien, die geformt werden können
 - a) Klicken Sie unter **Auswahlstufen** auf **Baum**. Wählen Sie im Dialog "Baumstufe" die Option **Die Welt der Verfahren** aus und navigieren Sie zu **Formgeben**.
 - b) Wählen Sie den Ordner aus, klicken Sie auf **Einfügen** und dann auf **OK**.
2. Klicken Sie auf **Anzeigen**, um eine Liste der *Die Welt der Werkstoffe*-Datensätze, mit denen dieser Prozessordner verknüpft ist, anzuzeigen.

a) Doppelklicken Sie auf einen Datensatznamen, um das zugehörige Datenblatt anzuzeigen.

1. Selection Data
Select from: MaterialUniverse: All materials

2. Selection Stages
Chart Limit Tree

Tree stage for processes
Process: Joining, Casting, Shaping, Deposition, Surface treatment, Machining, Molding...

3. Results *X out of Y pass*
 Material 1
 Material 2
 Material 3
 Material 4
etc.

3. Löschen Sie diese Stufe.

4. Suchen Sie Prozesse, die *Eisenhaltige Metalle* und *Legierungen* zusammenfügen können

a) Wählen Sie im Fensterbereich **Auswahlprojekt** unter **Auswahldaten** die Option **Die Welt der Verfahren: Fügetechnik**.

b) Wählen Sie im Dialog "Baumstufe" die Option **Die Welt der Werkstoffe** aus, erweitern Sie **Metalle und ihre Legierungen**, wählen Sie **Eisenwerkstoffe** aus und klicken Sie auf **Einfügen** und dann auf **OK**.

c) Klicken Sie auf **Anzeigen**, um die verknüpften Datensätze anzuzeigen.

5. Löschen Sie diese Stufe.

Kapitel 6: Alles zusammenfügen

6.1. Übung 10: Kombination von Filter- und Diagrammtools

The screenshot shows the ANSYS Material selection interface. At the top, there are three buttons: 'Browse', 'Search', and 'Select'. The 'Select' button is highlighted with a yellow box. Below the buttons, the interface is divided into three main sections:

- 1. Selection Data:** A text box labeled 'Select from:' contains the text 'MaterialUniverse: All materials'.
- 2. Selection Stages:** Three buttons are shown: 'Chart', 'Limit', and 'Tree'. The 'Limit' and 'Tree' buttons are highlighted with yellow boxes. A yellow arrow points from the 'Tree' button to a detailed view of the 'Tree stage'.
- 3. Results:** A section titled 'X out of Y pass' showing a list of materials with checkboxes and color-coded boxes (Material 1: blue, Material 2: green, Material 3: blue, Material 4: red, etc.).

The detailed view of the 'Tree stage' shows a hierarchical tree structure with 'Process' at the root. Under 'Process', there are 'Join' and 'Surface'. Under 'Join', there is 'Shape'. Under 'Surface', there are 'Casting', 'Forming', 'Deformation', 'Machining', 'Molding', and 'Powder'. The 'Molding' node is highlighted with a yellow box.

The 'Limit stage' view shows a table with columns 'Min' and 'Max' and rows for 'Density', 'Yield strength', and 'T-conductivity'. The values are: Density (Min: empty, Max: 2000), Yield strength (Min: 60, Max: empty), and T-conductivity (Min: empty, Max: 10).

The 'Chart stage' view shows a bar chart with 'Price' on the Y-axis. The bars are colored red, yellow, and blue, representing different materials.

1. Wählen Sie die Datentabelle aus
 - a) **Auswählen aus: Die Welt der Werkstoffe: Alle Materialien.**
2. Wählen Sie Materialien mit bestimmten physikalischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften aus.
 - a) Erstellen Sie eine **Filterstufe** mit den folgenden Kriterien:

Dichte	< 2000 kg/m ³
Streckgrenze (Elastizitätsgrenze)	> 60 MPa
Wärmeleitfähigkeit	< 10 W/m.°C
3. Filtern Sie die Ergebnisse, um diejenigen zu finden, die *thermogeformt* werden können
 - a) Erstellen Sie eine **Baumstufe** und wählen Sie dann **Einfügen** *Die Welt der Verfahren > Formgeben > Giessformen > Formguss von Thermoplasten > Thermoformen.*
4. Ordnen Sie die Ergebnisse nach *Preis* und suchen Sie die drei billigsten Materialien
 - a) Erstellen Sie eine **Diagrammstufe** mit einem Balkendiagramm für den **Preis** auf der Y-Achse. Im Diagramm sind alle Materialien, die die Kriterien für eine oder mehrere Stufen nicht erfüllen, ausgegraut. Der Fensterbereich **Ergebnisse** enthält standardmäßig eine Liste der Materialien, die die Kriterien aller Stufen erfüllen.

b) Wählen Sie im Menü **Rang nach** die Option **Stufe 3: Preis**.

6.2. Übung 11: Verfahrensauswahl

Die Auswahlstufen "Diagramm", "Filter" und "Baum" können zum Filtern von Die Welt der Verfahren-Datensätzen auf die gleiche Weise wie für *Die Welt der Werkstoffe* verwendet werden.

1. Wählen Sie die Datentabelle aus

a) **Auswählen aus: Die Welt der Verfahren: Formgebungsverfahren.**

2. Suchen Sie *Primäre Formgebungsprozesse* zum Herstellen einer Komponente mit bestimmter Form und bestimmten physikalischen und wirtschaftlichen Eigenschaften.

a) Fügen Sie eine **Filterstufe** mit fünf Kriterien hinzu:

Form	Gewölbtes Blech
Massenbereich	10-12 kg
Dickebereich	4 mm
Verfahrenscharakteristika	Primärer Formgebungsprozess
Ökonomische Losgröße	> 1000

3. Filtern Sie die Ergebnisse so, dass nur *thermoplastische* Materialien enthalten sind

a) Fügen Sie eine **Baumstufe** hinzu und wählen Sie **Einfügen Die Welt der Werkstoffe > Polymere und Elastomere > Polymere > Thermoplaste**.

Beispielergebnisse: *Rotationsformen, Druckumormung, Thermoformen*

6.3. Übung 12: Erweiterte Auswahl mit der Leistungsindexsuche

Anmerkung: Die Leistungsindexsuche ist nur in Datenbanken der Ebene 3 aktiviert.

Die Leistungsindexsuche ist ein Tool, mit dem Sie Leistungsindexe für eine bestimmte Entwurfsituation in einem Diagramm darstellen können, ohne einen Index aus Grundprinzipien ableiten zu müssen.

In dieser Übung verwenden Sie die Leistungsindexsuche, um die Materialien zu finden, die sich am besten für einen auf Biegung belasteten Träger eignen, der Teil einer kostengünstigen, leichten Konstruktion mit begrenzter Festigkeit ist.

1. Wählen Sie eine Datenbank und eine Datentabelle der Ebene 3 aus
 - a) Klicken Sie auf **Ändern...** unter **Auswahldaten**, um die Datenbank in **Level 3** zu ändern.
 - b) **Auswählen aus: MaterialUniverse: All bulk materials.**
2. Erstellen Sie ein Diagramm mit der Leistungsindexsuche
 - a) Klicken Sie auf **Diagramm/Index** und wählen Sie dann das Optionsfeld **Leistungsindexsuche** aus.
3. Geben Sie die **Komponentendefinition** für die Y-Achse ein

Funktion und Belastung:

Beam in bending

Eingrenzende Beschränkung:

strength

Optimieren

mass

Lassen Sie die Standardwerte für **Freie** und **Feste Variablen** und die **Achseinstellungen** unverändert.

4. Geben Sie die **Komponentendefinition** für die X-Achse ein

a) Wechseln Sie zur Registerkarte "X-Achse" und wählen Sie **Leistungsindexsuche** aus. Legen Sie die folgenden Werte fest:

Funktion und Belastung:

Beam in bending

Eingrenzende Beschränkung:

strength

Optimieren

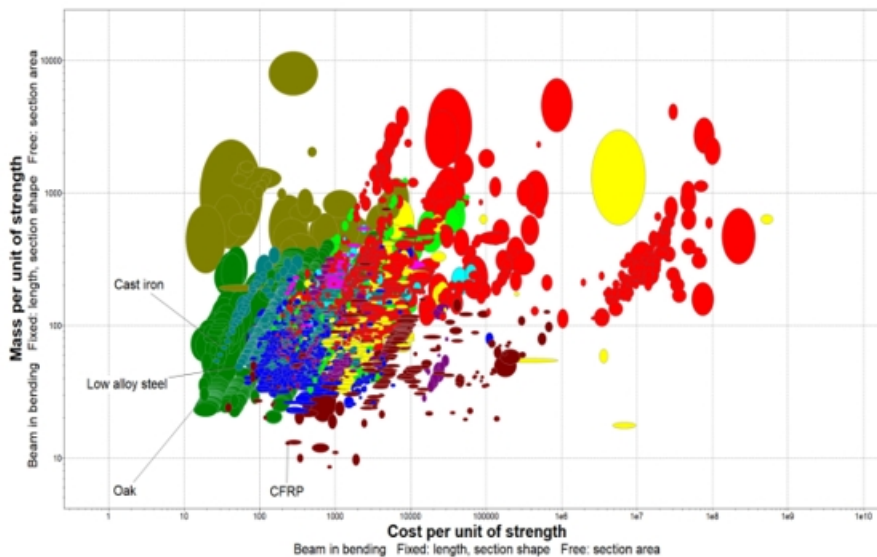
cost

Lassen Sie die Standardwerte für **Freie** und **Feste Variablen** und die **Achseinstellungen** unverändert.

5. Zeigen Sie das Diagramm an

a) Klicken Sie auf **OK**, um das Diagramm anzuzeigen.

Materialien in der unteren linken Ecke eignen sich am besten für ein leichtes, kostengünstiges Design mit begrenzter Festigkeit.



6. Löschen Sie diese Stufe.

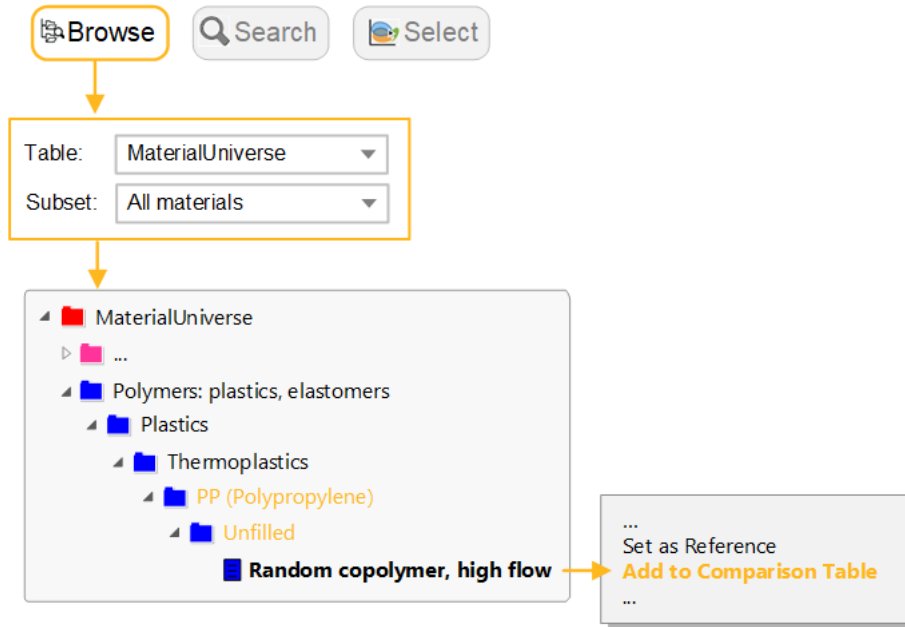
6.4. Übung 13: Erweiterte Auswahl mit Vergleichstabellen

Anmerkung: Vergleichstabellen sind nur in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert. Wenn Sie eine der in Granta EduPack Introductory verfügbaren Datenbanken, einschließlich Level 3, geöffnet haben, dann ist diese Option ausgegraut oder wird überhaupt nicht angezeigt.


In der Industrie sind Materialauswahlprojekte häufig erforderlich, um einen Ersatz für ein vorhandenes Material zu finden, da sich das Design oder die Herstellung der Komponente geändert hat oder Probleme in der Lieferkette

vorliegen. **Vergleichstabellen** ermöglichen es Ihnen, mehrere verschiedene Datensätze gleichzeitig zu vergleichen und Unterschiede zwischen ihnen hervorzuheben.

1. Ersetzen Sie die Datenbank durch eine Datenbank, in der **Vergleichstabellen** aktiviert sind
 - a) Ändern Sie die Datenbank und die Tabelle in **Level 3 Polymer, MaterialUniverse: All materials**.
2. Fügen Sie einen Datensatz für *unfilled PP (Polypropylene)* und einen Datensatz für *unfilled high-density PE (Polyethylene)* zu einer **Vergleichstabelle** hinzu.
 - a) Suchen Sie jeweils ein Beispiel in der Suchstruktur, klicken Sie dann mit der rechten Maustaste und wählen Sie **Zur Vergleichstabelle hinzufügen** aus.



3. Legen Sie das hochdichte PE als **Referenzdatensatz** fest
 - a) Bewegen Sie den Mauszeiger über den Datensatznamen in der Kopfzeile der Vergleichstabelle und klicken Sie auf **Als Referenz festlegen**.

Anmerkung: **Referenzdatensatz** ist eine weitere Funktion, die in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert ist. Wenn Sie einen **Referenzdatensatz** festlegen, dann können Sie ihn in der Suchstruktur und in Diagrammen leicht identifizieren und mit **Vergleichstabellen** und **Ähnliche suchen** andere Datensätze mit ihm vergleichen. (Weitere Informationen finden Sie in der nächsten Übung und in der Hilfe zur Software )

	PE-HD (high molecular weight)	PP (random copolymer, high flow)
Computed Properties		
Mass per unit of strength	79.4 - 114	80.5 - 90.3
Cost per unit of strength	106 - 153	135 - 162
General information		
Included in Materials Data for Simulation	✓	✓
Materials Data for Simulation name	Plastic, HDPE (high molecular weight)	Plastic, PP (random copolymer, high flow)
Composition overview		
Material family	Plastic (thermoplastic, semi-crystalline)	Plastic (thermoplastic, semi-crystalline)
Base material	PE-HD (Polyethylene, high density)	PP (Polypropylene)
Polymer code	PE-HD	PP
Composition detail (polymers and natural materials)		
Polymer (%)	100	100

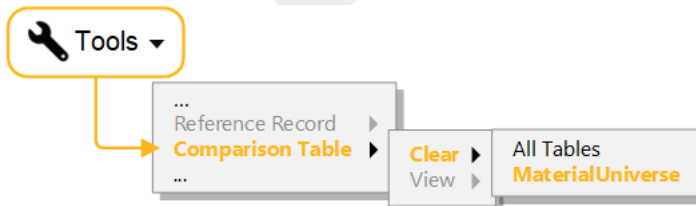
4. Lassen Sie die Unterschiede relativ zum **Referenzdatensatz** als Prozentsätze anzeigen

a) Klicken Sie auf **Ändern** auf der Symbolleiste **Vergleichstabelle**.

Anmerkung: Dabei handelt es sich um Unterschiede in den Bereichswerten, nicht um Durchschnittswerte.

5. Löschen Sie die **Vergleichstabelle** und den **Referenzdatensatz**

a) Klicken Sie auf **Extras** auf der Hauptsymbolleiste und wählen Sie **Vergleichstabelle > Löschen > MaterialUniverse** aus. Wiederholen Sie diesen Vorgang für den Referenzdatensatz.



6.5. Übung 14: Erweiterte Auswahl mit "Ähnliche suchen" und "Filterstufe"

Anmerkung: **Ähnliche suchen** ist nur in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert. Bei dieser Übung wird davon ausgegangen, dass Sie die Datenbank *Level 3 Polymer* aus der letzten Übung verwenden.

1. Öffnen Sie den Datensatz für *Polypropylene (Copolymer, Conductive, 5% Carbon powder)*

2. Suchen Sie ähnliche Datensätze

- Klicken Sie auf **Ähnliche suchen** oben auf der Registerkarte "Datenblatt". *Polypropylene (Copolymer, Conductive, 5% Carbon powder)* wird zum Referenzdatensatz.
- Verwenden Sie die Standardgewichtungen, um die Nähe zu berechnen (**Nähe-Einstellungen** nicht öffnen).

3. Vergleichen Sie das aktuelle Material mit der nächsten Alternative

- Wählen Sie einen der nächstgelegenen Datensätze aus der Liste der Ergebnisse *PP (copolymer, 10% talc)* aus und öffnen Sie eine Vergleichstabelle durch Klicken auf **Vergleich...**

The screenshot illustrates the workflow for finding similar materials and comparing them. It starts with a material card for 'PP (copolymer, conductive, 5% carbon powder)' with a 'Find Similar' button. This leads to a 'Records similar to' dialog box listing several materials with their nearness percentages. The 'Comparison...' button in this dialog opens a 'Comparison - MaterialUniverse' window, which displays a table comparing the reference material with an alternative.

	PP (carbon)	PP (talc)
Compressive strength (MPa)	23.4	29.1 ↑
Density (kg/m ³)	961	966
Electrical resistivity (μohm.cm)	3.16e11	7.14e23 ↑

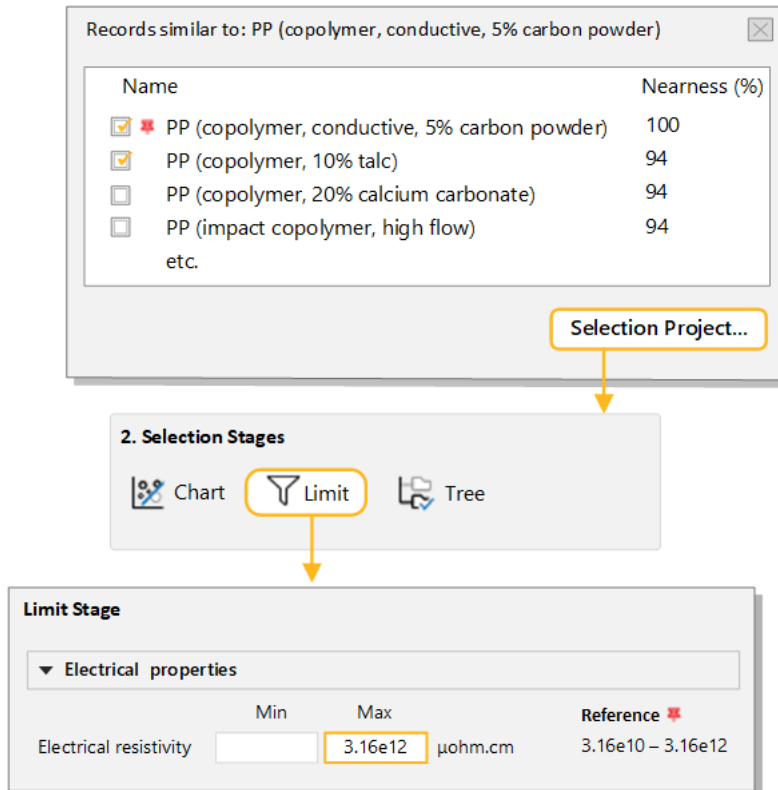
In der **Vergleichstabelle** werden Werte hervorgehoben, wenn es einen Unterschied zwischen dem Original (Referenz) und alternativen Materialien gibt. Die nächsten Materialien in den Ergebnissen haben ähnliche physikalische Eigenschaften wie das Referenzmaterial (Dichte, Streckgrenze, Elastizitätsmodul). Das Originalmaterial wurde jedoch möglicherweise aufgrund seiner anderen Eigenschaften ausgewählt. In diesem Fall ist das Polymer leitfähig (hat einen niedrigen elektrischen Widerstand).

Um Materialien zu finden, die alle von uns benötigten Eigenschaften haben, können wir auf zwei Arten vorgehen:

- Passen Sie die **Nähe-Einstellungen** an, um die Materialeigenschaften, die für unsere Anwendung am wichtigsten sind, zu priorisieren (siehe [Übung 15](#)).
- Verwenden Sie die Ergebnisse von **Ähnliche suchen** als Grundlage eines Auswahlprojekts. In diesem Fall können Sie eine **Filterstufe** verwenden, um nach der zusätzlichen Anforderung an die Leitfähigkeit zu filtern.

4. Erstellen Sie anhand der Ergebnisse ein Auswahlprojekt

- a) Klicken Sie im Dialog **Ähnliche Datensätze wie** auf **Auswahlprojekt**. Die Ergebnisse werden in ihrer Rangfolge nach Nähe in ein neues Projekt geladen.
5. Filtern Sie die Ergebnisse nach einem Wert für *Elektrischer Widerstand*, der gleich dem oder niedriger als der Wert des Referenzmaterials ist
- a) Erstellen Sie eine **Filterstufe** und legen Sie den Maximalwert für **Electrical resistivity** auf $3.16e12$ fest. Dieser Wert ist der Maximalwert für den Referenzdatensatz. Klicken Sie auf **Anwenden**, um die Stufe anzuwenden.




Beispielergebnisse mit Nähe (%):


- PP (10-12%, stainless steel fiber) – **87%**
- PP (10% carbon fiber) – **83 %**
- ABS (40% aluminum flake) – **79%**

6. Löschen Sie diese Stufe.

6.6. Übung 15: Erweiterte Auswahl mit "Ähnliche suchen" und "Nähe-Einstellungen"

Anstatt nach zusätzlichen Attributen zu filtern, können Sie die Kriterien zur Berechnung der Nähe ändern, um unterschiedliche Anforderungen zu berücksichtigen.

Anmerkung:  **Ähnliche suchen** ist nur in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert. Bei dieser Übung wird davon ausgegangen, dass Sie die Datenbank *Level 3 Polymer* aus der letzten Übung verwenden.

1. Suchen Sie Datensätze, die *Polypropylene (Copolymer, Conductive, 5% Carbon powder)* ähneln
 - a) Öffnen Sie das Datenblatt und klicken Sie auf  **Ähnliche suchen**.
2. Berechnen Sie die Liste der alternativen Materialien neu, indem Sie *Electrical resistivity* berücksichtigen und die Ergebnisse mit einem spezifischen Widerstand, der gleich dem oder niedriger als der des Referenzmaterials ist, priorisieren
 - a) Klicken Sie auf den Link **Nähe-Einstellungen** im Dialog **Ähnliche Datensätze wie**.
 - b) Wählen Sie unter **Electrical Properties** die Eigenschaft **Electrical resistivity** aus. Legen Sie den Wert auf **100 %, wenn gleich oder niedriger** fest und erhöhen Sie den **Gewichtungsfaktor** auf 2.
 - c) Klicken Sie auf **OK**, um die neuen Ergebnisse zu generieren.

Anmerkung: Diese Ergebnisse unterscheiden sich konzeptionell von denen der vorherigen Übung. Wir haben ähnliche Materialien unter Berücksichtigung des spezifischen Widerstands nach Rangfolge eingestuft. Im Gegensatz zur Filterung mit **Filterstufe** gibt es hier jedoch keine feste Obergrenze. Materialien mit einem höheren spezifischen Widerstand als das Referenzmaterial werden weiterhin in diese Ergebnisse einbezogen.

6.7. Übung 16: Berechnen von Werten für eine Filterstufe mit Engineering Solver

Designanforderungen werden oft in Bezug auf Geometrie, Belastung und maximale Verformung spezifiziert. Das Tool **Engineering Solver** konvertiert diese technischen Anforderungen in Materialeigenschaften, die dann in einer **Filterstufe** angewendet werden können, um nach geeigneten Materialien zu suchen.

Anmerkung: Engineering Solver ist nur in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert. Bei dieser Übung wird davon ausgegangen, dass Sie die Datenbank *Level 3 Polymer* aus der letzten Übung verwenden.

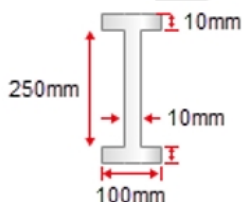
1. Öffnen Sie **Engineering Solver**.

a) Klicken Sie auf **Solver**  auf der Hauptsymbolleiste.

2. Wählen Sie die Belastungsgeometrie **Träger unter Biegung** aus

Dieses Modell schätzt die Mindestwerte für Festigkeit, Steifigkeit und *Formfaktor*, die für einen Träger unter den angegebenen geometrischen und Belastungsbedingungen erforderlich sind.

3. Geben Sie die Geometrie für einen I-Träger mit den folgenden Abmessungen ein:



Verwenden Sie die Liste **Querschnitt** zur Auswahl von *I-Träger*. Geben Sie die folgenden Abmessungen ein und verwenden Sie die Drop-down-Listen am Ende jeder Zeile, um die richtigen Einheiten auszuwählen:

Breite, $b = 100$ mm; Tiefe, $d = 250$ mm; Stärke, $t = 10$ mm; Stegdicke, $t_w = 10$ mm; Länge, $l = 5$ m.

4. Geben Sie die Designparameter für einen Ausleger mit einer Endbelastung von 5 kN ein

Belastungsbedingung = Ausleger Endbelastung; Belastung = 5 kN; Sicherheitsfaktor = 1,5; Maximale Verformung = 50 mm.

Die Ergebnisse werden automatisch ausgefüllt. Sie sollten sehen, dass für *Elastizitätsmodul* ein Mindestwert von 133 GPa erforderlich ist und für *Streckgrenze* der Mindestwert 108 Mpa beträgt.

Lassen Sie den Dialog **Engineering Solver** geöffnet.

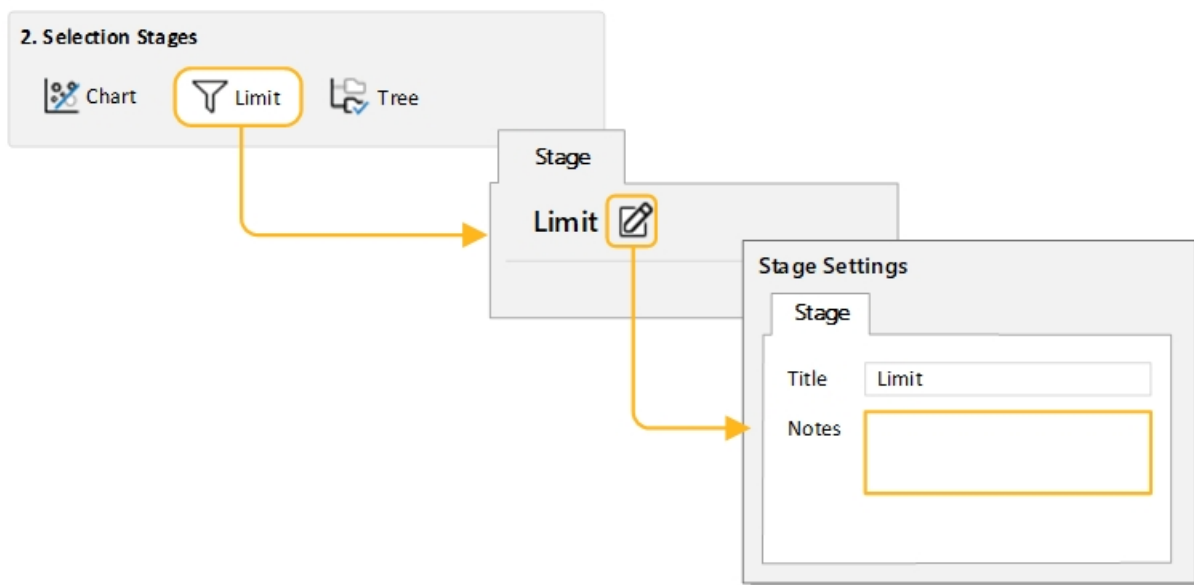
5. Wählen Sie Materialien basierend auf den Ergebnissen von **Engineering Solver** aus
 - a) Erstellen Sie eine neue **Filterstufe** unter Verwendung von **MaterialUniverse: All bulk materials** und geben Sie die für *Elastizitätsmodul* und *Streckgrenze (Elastizitätsgrenze)* durch **Solver** geschätzten Mindestwerte ein. Sie können mit **STRG+C** und **STRG+V** aus dem Dialog kopieren und einfügen.
 - b) Stellen Sie sicher, dass die Einheiten in **Engineering Solver** und in der **Filterstufe** übereinstimmen. Wenn dies nicht der Fall ist, dann ändern Sie die Einheiten der Ergebnisse im Dialog **Engineering Solver**.Über ein Drittel der Materialien in der Datenbank erfüllen die Anforderungen. Normalerweise würden Sie weitere Beschränkungen und Auswahlstufen anwenden, um die Liste weiter einzugrenzen.
6. Löschen Sie diese Stufe und **Ändern** Sie die Datenbank wieder in *Ebene 2*


Kapitel 7: Speichern, Kopieren und Schreiben von Berichten

7.1. Übung 17: Hinzufügen von Kommentaren und Speichern eines Projekts

Sie können Kommentare (**Hinweise**) zu einem Auswahlprojekt hinzufügen, um daran zu erinnern, warum Sie bestimmte Beschränkungen und Ziele angewendet haben. Kommentare werden beim Mouseover auf der Registerkarte "Stufe" angezeigt und in der Projektdatei gespeichert.

Hinweise können wie folgt zu jeder Auswahlstufe oder (in den **Projekteinstellungen**) zum Gesamtprojekt hinzugefügt werden.



1. Klicken Sie auf **Hinweise**  in der Überschrift des Stufenfensters, um den Dialog **Stufeneinstellungen** zu öffnen, und geben Sie dann einige Kommentare in das Feld "Hinweise" ein.
2. Speichern Sie Ihr Projekt
Wählen Sie **Datei > Projekt speichern** aus. Geben Sie dem Projekt einen Dateinamen und einen Ordnerspeicherort. Das Projekt wird mit der Dateierweiterung `.ces` gespeichert.

7.2. Übung 18: Kopieren von Diagrammen, Daten und Ergebnislisten

Diagramme, Datensätze und Ergebnislisten können kopiert und in ein Dokument in einer anderen Anwendung, wie zum Beispiel Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Powerpoint oder Notepad, eingefügt werden.

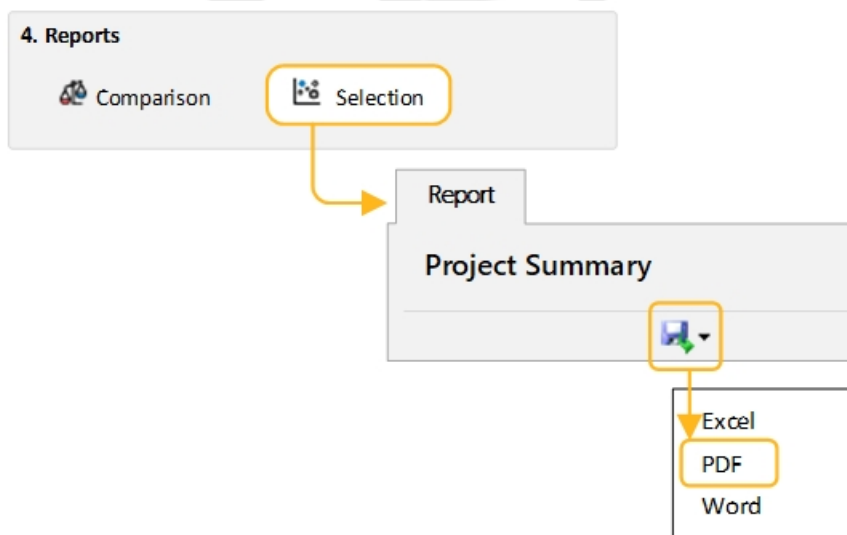
1. Kopieren Sie ein Diagramm in ein Dokument
 - a) Um ein Diagramm in die Zwischenablage zu kopieren, klicken Sie im Diagrammfenster mit der rechten Maustaste auf das Diagramm und wählen Sie **Kopieren** im Kontextmenü aus oder drücken Sie `STRG+C`.
 - b) Anschließend können Sie das Diagrammbild aus Ihrer Zwischenablage als geräteunabhängige Bitmap in das Dokument einfügen.

2. Kopieren Sie ein Datenblatt in ein Dokument
 - a) Um ein Datenblatt in die Zwischenablage zu kopieren, zeigen Sie das Datenblatt an, klicken Sie dann mit der rechten Maustaste auf das Datenblatt und wählen Sie **Kopieren** im Kontextmenü aus oder drücken Sie STRG+C.
 - b) Anschließend können Sie die Daten aus Ihrer Zwischenablage in das Dokument einfügen.
3. Kopieren Sie Ergebnisse in ein Dokument
 - a) Um Ergebnisse in die Zwischenablage zu kopieren, verwenden Sie UMSCHALT+Klick oder STRG+Klick, um die gewünschten Datensätze zu markieren, klicken Sie dann mit der rechten Maustaste und wählen Sie **Kopieren** im Kontextmenü aus oder drücken Sie STRG+C.
 - b) Um alle Ergebnisse in der Liste auszuwählen, klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie **Alle auswählen** im Kontextmenü aus oder drücken Sie STRG+A.
 - c) Anschließend können Sie die Ergebnisse aus Ihrer Zwischenablage in das Dokument einfügen.
4. Bearbeiten Sie das von Ihnen erstellte Dokument


7.3. Übung 19: Exportieren von Auswahlberichten

Anmerkung: Auswahlberichte sind nur in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert (z. B. *Level 3 Eco Design*). Wenn Sie eine der in *Granta EduPack Introductory* verfügbaren Datenbanken, einschließlich *Level 3*, geöffnet haben, dann wird diese Option nicht angezeigt.

1. Erstellen Sie einen Auswahlbericht
 - a) Klicken Sie auf **Auswahl** am unteren Rand des Bereichs **Diagramm/Auswählen**.
2. Exportieren Sie den Bericht als PDF
 - a) Klicken Sie auf **Export** und wählen Sie **PDF** aus. Auswahlberichte können als PDF-Datei, als Microsoft Word-Dokument oder als Microsoft Excel-Arbeitsblatt exportiert werden.





Kapitel 8: Eco Audit-Tool

Das Tool  **Eco Audit** schätzt den Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß in den vier wichtigsten Lebensphasen (*Material, Fertigung, Verwendung* und *Ende der Lebensdauer*) und beim *Transport* eines Produkts und identifiziert, welche Phase den dominanten Beitrag leistet. Dies ist der Ausgangspunkt für umweltbewusstes Produktdesign, da ermittelt wird, welche Parameter berücksichtigt werden müssen, um den ökologischen Fußabdruck des Produkts zu verringern.

Die nächsten Übungen führen Sie durch eine Fallstudie für einen Markenhersteller von Mineralwasser in Flaschen. Es wird in 1-Liter-PET-Flaschen mit Polypropylendeckel verkauft. Eine Flasche wiegt 40 Gramm, der Deckel wiegt 1 Gramm. Flaschen und Deckel werden in den französischen Alpen geformt und abgefüllt und mit einem 7,5–16-Tonnen-LKW über 550 km nach England transportiert, zwei Tage lang gekühlt und dann verkauft. Die Gesamtlebensdauer der Flasche beträgt ein Jahr.

Eine Beispielproduktdatei für diese Fallstudie wird mit *Granta EduPack* im Ordner *Samples* mit dem Dateinamen *Ebene 2 - Flasche PET.prd* installiert. Eco Audit-PRD-Dateien können nur in der Registerkarte "Eco Audit" geöffnet und gespeichert werden und werden getrennt von Auswahlprojektdateien (*CES-Dateien*) gespeichert.

Anmerkung: Das Tool  **Enhanced Eco Audit** enthält Warnungen zu Stoffen mit eingeschränkter Verwendung und Optionen zur Einbeziehung einer Kostenanalyse oder eines sekundären Prozesses. Weitere Informationen zu diesen erweiterten Funktionen finden Sie in der  **Hilfe** oder in den Lehrressourcen auf dem Granta Education Hub.

8.1. Übung 20: Definieren und Prüfen eines Produkts

Um eine Erläuterung der in den einzelnen Stufen verwendeten Berechnungen anzuzeigen, klicken Sie auf das Hilfesymbol  in der Kopfzeile.

1. Geben Sie die Details zu Material, Fertigung und Ende der Lebensdauer ein Stückliste (BoM) und primäre Verarbeitungsmethode.

Qty	Component name	Material	Recycled content	Mass (kg)	Primary process	End of life
100	Bottle	PET	Virgin (0%)	0.04	Polymer molding	Recycle

Material Universe:

- Ceramics and glasses
- Electrical components
- Hybrids: composites, ...
- Metals and alloys
- Polymers: plastics, elastomers
 - Thermoplastics
 - PET

Primary process details:

- Polymer extrusion
- Polymer molding**
- Add custom process...

End of life options:

- Landfill
- Combust
- Downcycle
- Recycle**
- Re-manufacture
- Reuse
- None

100	Cap	PP	Virgin (0%)	0.001	Polymer molding	Landfill
100	Dead weight			1		None

2. Geben Sie Details zum Transport ein

Transport vom Ort der Fertigung zum Ort des Verkaufs.

Name	Transport type	Distance (km)
Filling plant to retailer	Truck 7.5-16t, EURO 5	550

Transport type options:

- Sea, bulk carrier
- Train, diesel
- Truck 7.5-16t, EURO 5**
- Aircraft, all types (cooled)
- ...

3. Geben Sie **Produktlebensdauer** und **Bestimmungsland** ein

Erwartete Lebensdauer des Produkts und geografische Region, in der es verwendet werden soll.

Product life: years

Country of use:

Country options:

- France
- Germany
- United Kingdom**
- ...

4. Geben Sie Details zum Energieverbrauch während der Produktverwendung ein

Für die Kühlung des Produkts am Ort des Verkaufs wird Energie aufgewendet (durchschnittlicher Energieaufwand für die Kühlung von 100 Flaschen bei 4 °C = 0,12 kW). Geben Sie dies unter **Statischer Modus** ein.

(Da dieses Produkt nicht Teil eines Fahrzeugs ist, ist unter **Mobiler Modus** kein Eintrag vorhanden.)

Product uses the following energy:

Energy input and output:

Power rating:

Usage: days per year

Usage: hours per day

Electric to thermal

Electric to mechanical (electric motors)

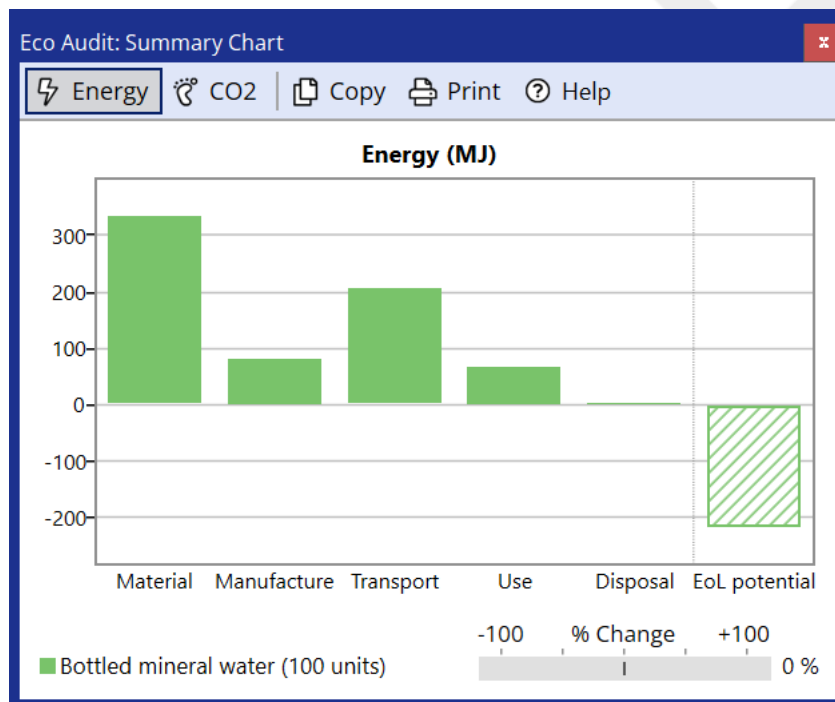
Electric to chemical (lead acid battery)

...

5. Zeigen Sie ein **Zusammenfassendes Diagramm** und **Ausführlicher Bericht** an

Klicken Sie auf **Zusammenfassendes Diagramm**. Das Diagramm ermöglicht eine schnelle Identifizierung der dominanten Lebensphase. Wechseln Sie zwischen der Darstellung des Energieverbrauchs und der Darstellung des CO₂-Fußabdrucks.

Für dieses Produkt ist *Material* die dominante Lebensphase. Jede Lebensphase kann angeklickt werden, um Anleitungen zu Strategien zur Reduzierung ihrer Auswirkungen anzuzeigen.



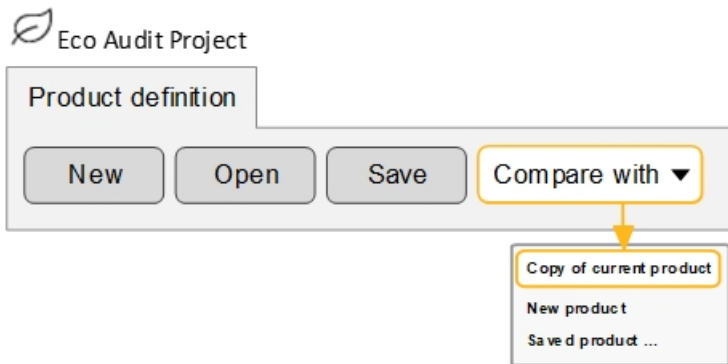
Klicken Sie auf **Ausführlicher Bericht**, um für jede Lebensphase eine Aufschlüsselung nach Komponenten anzuzeigen. Der Bericht kann als PDF- oder Word-Dokument gespeichert werden.

8.2. Übung 21: Vergleichen von Produkten mit Eco Audit

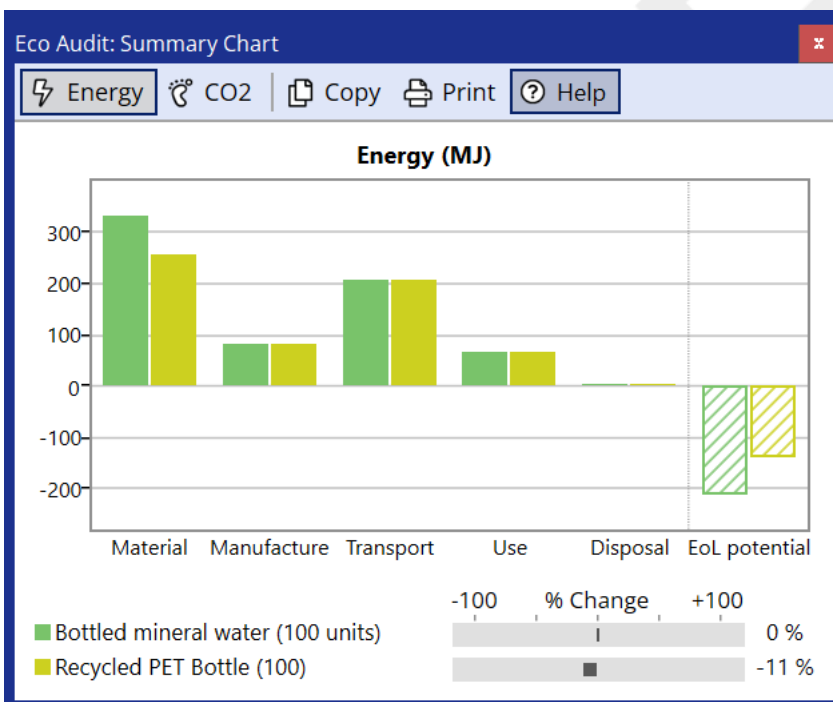
Bei dieser Übung wird davon ausgegangen, dass Sie [Übung 20: Definieren und Prüfen eines Produkts](#) auf Seite 33 abgeschlossen haben.

1. Erstellen Sie eine Kopie Ihres Produkts für den Vergleich

- a) Klicken Sie auf **Vergleichen mit** auf der Registerkarte "Produktdefinition" und wählen Sie **Kopie des aktuellen Produkts** aus.



2. Legen Sie als **Produktname** den Namen PET-Flasche (recyclt) fest
3. Legen Sie als **Recycler Anteil** für PET den Wert 35 % fest
 - a) Klicken Sie in das Feld, um manuell einen Wert einzugeben.
4. Generieren Sie ein **Zusammenfassendes Diagramm**.



Die Energie für den ersten Lebenszyklus (ohne EoL Potenzial) wird um 11 % reduziert.

Anmerkung: Das zusammenfassende Diagramm kann mit **Kopieren** und **Drucken** oben im Diagrammfenster in ein Dokument kopiert oder gedruckt werden.

8.3. Übung 22: Speichern und Exportieren

Eco Audit-Produktdefinitionen und -Berichte sind nicht Teil eines Auswahlprojekts und müssen separat gespeichert werden.

1. **Speichern** Sie Ihre Produktdefinition



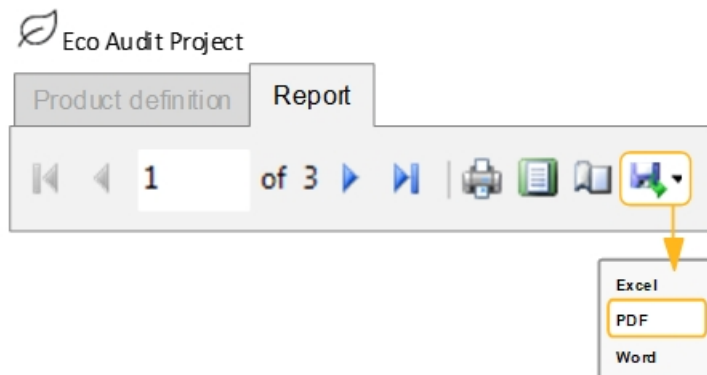
2. Generieren Sie einen Eco Audit-Bericht

- Klicken Sie auf die Registerkarte **Bericht** (oder auf **Ausführlicher Bericht** auf der Registerkarte "Produktdefinition").

3. **Export** Sie den Bericht als PDF

- Klicken Sie auf das Datenträgersymbol oben auf der Registerkarte **Bericht** und wählen Sie **PDF** aus.

Um den exportierten Bericht anzuzeigen, benötigen Sie einen PDF-Reader wie Adobe Reader.



Kapitel 9: Synthesizer-Tool

Anmerkung: Das Tool **Synthesizer** ist nur in den erweiterten Datenbanken der Ebene 3 aktiviert (z. B. *Level 3 Eco Design*). Wenn Sie eine der in *Granta EduPack Introductory* verfügbaren Datenbanken, einschließlich *Level 3*, geöffnet haben, dann ist das Symbol auf der Symbolleiste ausgegraut.

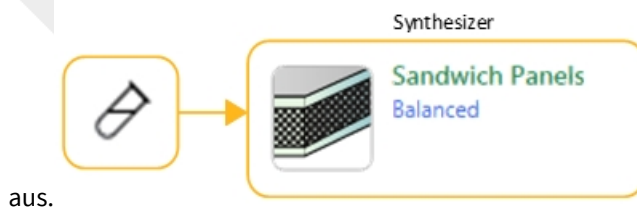
Das Tool **Synthesizer** ist für den Einsatz in der frühen Phase der Produktentwicklung konzipiert. Es besteht aus drei Modelltypen: *Hybridmodelle* zur Abschätzung der Leistung neuartiger Materialien und Strukturen, *Bauteilkostenabschätzung* zur Berechnung der Kosten einer Komponente basierend auf den verwendeten Materialien und Prozessen und *Batteriedesigner* zum Vergleich von Batteriemodul- und Packdesigns im Frühstadium.

Mit dem Tool **Synthesizer** erstellte synthetisierte Datensätze können dann mithilfe von Auswahlstufen mit vorhandenen Datensätzen in der *Die Welt der Werkstoffe*-Datenbank verglichen werden.

9.1. Übung 23: Modellieren von Hybridmaterialien mit dem Modell der Sandwich-Paneele

Hybridmaterialien und -strukturen kombinieren die Vorteile von zwei oder mehr Materialien in neuen Materialien, die Eigenschaften in einzigartigen Kombinationen aufweisen. Beispielsweise werden häufig sowohl Verbundwerkstoffe als auch Sandwich-Paneele verwendet, um starke und gleichzeitig leichte Strukturen zu schaffen.

- Für diese Übung müssen Sie eine erweiterte Datenbank der Ebene 3 verwenden.
 - Ändern Sie die Datenbank in **Level 3 Polymer**.
- Erstellen Sie ein Diagramm für das *Young's modulus* (E) in Abhängigkeit von der *Density* (ρ) unter Verwendung der Untergruppe *MaterialUniverse: All bulk materials*
Wie in [Übung 6: Erstellen eines Blasendiagramms](#) auf Seite 14.
- Verwenden Sie das Modell *Sandwich-Paneele* zur Erstellung synthetisierter Datensätze für eine Familie von Hybridmaterialien
 - Klicken Sie auf **Synthesizer** auf der Symbolleiste (oder auf **Extras > Synthesizer** auf der Menüleiste).
 - Wählen Sie das Modell **Sandwich-Paneele – Ausgewogen**



- Legen Sie die Werte für den **Quelldatensatz** fest

Deckschicht	<i>Aluminum, 6061, T6 (wrought)</i>
Kern	<i>Polymethacrylimide foam (rigid, 0.200)</i>

Klicken Sie auf **Durchsuchen** und suchen Sie die Datensätze in der Suchstruktur.

- Lassen Sie die Standardwerte für **Modellvariablen** und **Modellparameter** unverändert, und legen Sie für **Datensatzbenennung** die folgenden Werte fest:


Deckschicht	Al
Kern	Rohacell

6. Erstellen Sie die synthetisierten Datensätze




- Klicken Sie auf **Erstellen** und dann auf **Fertigstellen**. Die neuen synthetisierten Datensätze werden in der Liste der Ergebnisse und in der Diagrammstufe angezeigt.

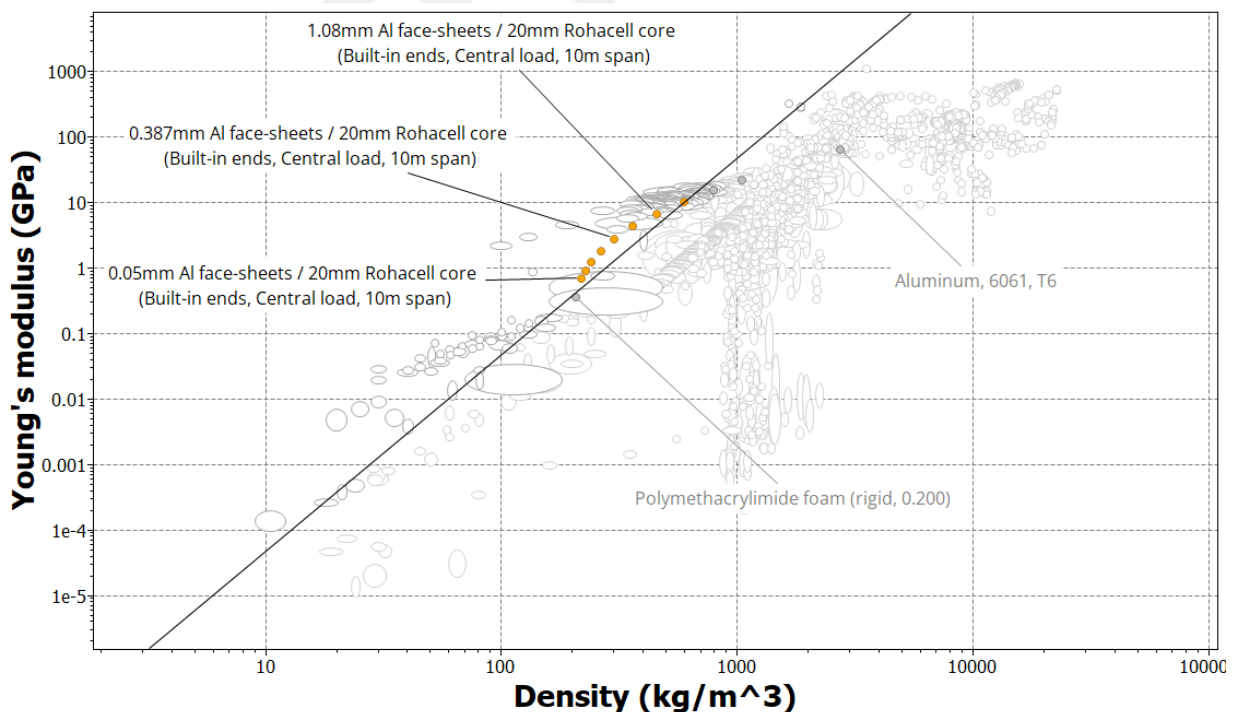
Anmerkung: Klicken Sie auf das blaue Hilfesymbol oder drücken Sie F1 im Dialog "Synthesizer-Tool", um weitere Informationen zum aktuellen Modelltyp, einschließlich der Details zu den verwendeten Berechnungen, anzuzeigen.

7. Erstellen Sie ein Diagramm für eine **Indexzeile** entsprechend eines leichten, steifen Panels unter Biegung: $E^{1/3}/\rho$

- Klicken Sie auf **Index- und Anzeigezeilen** , geben Sie einen Steigungswert von 3 ein und wählen Sie **Index maximieren** aus. Klicken Sie auf die Zeichnungsfläche, um die Indexzeile zu platzieren. Klicken und ziehen Sie dann, um ihre Position zu ändern.

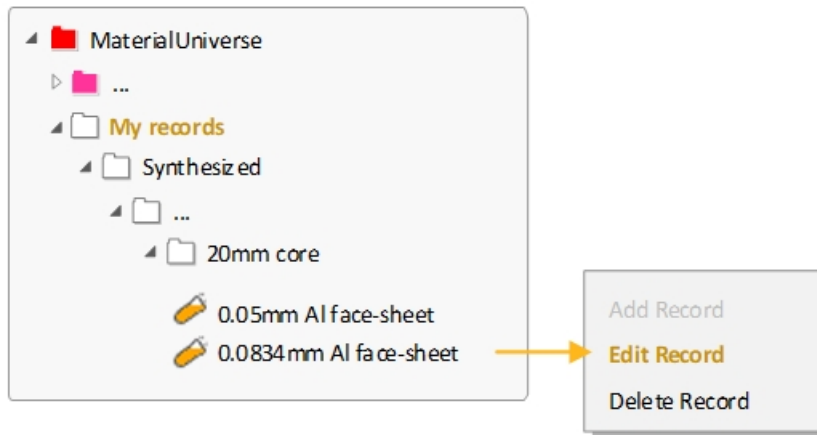
8. Fügen Sie Beschriftungen zu den Quelldatensätzen und einigen der synthetisierten Datensätze hinzu

- Sie können auf einzelne Datensätze im Diagramm klicken und ziehen, um eine Beschriftung zu platzieren.
- Sie können auch Beschriftungen aus der Liste **Ergebnisse** hinzufügen: Wählen Sie einen oder mehrere Datensätze in der Liste aus, klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen Sie **Beschriftung** im Kontextmenü aus und ziehen Sie dann die Beschriftungen an die gewünschte Stelle im Diagramm.
- Klicken Sie auf  **Synthetisierte Datensätze markieren**, damit Sie die synthetisierten Datensätze im Diagramm leichter identifizieren können.
- Verwenden Sie die Zoom-Steuerelemente  und , um den gewünschten Bereich im Diagramm zu vergrößern.



9. Navigieren Sie zu Ihren synthetisierten Datensätzen im Fensterbereich **Durchsuchen**

Synthetisierte Datensätze werden in der Suchstruktur unter **Meine Datensätze** angezeigt und können auf ähnliche Weise wie **Benutzerdefinierter Datensatz** bearbeitet oder gelöscht werden.



10. Löschen Sie die Diagrammstufe

9.2. Übung 24: Bauteilkostenabschätzung

Die *Bauteilkostenabschätzung* ist ein **Synthesizer**-Modell, das die Gesamtkosten einer Komponente auf Basis der Material- und Verarbeitungskosten berechnet.

Anmerkung: Für diese Übung müssen Sie eine erweiterte Datenbank der Ebene 3 verwenden

1. Verwenden Sie die *Bauteilkostenabschätzung*, um die Kosten einer Komponente zu vergleichen, wenn sie als spritzgegossenes Polymer oder als gewalztes und gepresstes Metall hergestellt wird
 - a) Klicken Sie auf **Synthesizer** auf der Symbolleiste. Wählen Sie im Dialog die Option **Kosten – Bauteilkostenabschätzung** aus.

2. Geben Sie die **Komponentendetails** für die erste Komponente ein

Material	<i>PP (copolymer, 20% talc)</i>
Wert des Abfallmaterials	10 %
Bauteilmasse	6,4
Bauteillänge	10
Chargengröße	1000 – 1E6
Anzahl der Werte	10

Für diese Übung spielen die Einheiten Bauteilmasse und Bauteillänge keine Rolle.

3. Geben Sie die Werte für **Primärer Formgebungsprozess** ein

Primärer Prozess	<i>Injection molding (thermoplastics)</i>
Verfügbarkeit	Benutzerdefiniertes Formular
Bauteilkomplexität	Standard

Verwenden Sie die Standardwerte für **Belastungsfaktor**, **Gemeinkostensatz** und **Kapitalabschreibungszeit**.

4. Legen Sie die Werte für **Datensatzbenennung** fest

Material	PP
Primärer Prozess	geformt

5. **Erstellen** Sie die neuen Datensätze

a) Klicken Sie auf **Erstellen**. Lassen Sie den Dialog **Bauteilkostenabschätzung** geöffnet.

6. Geben Sie die **Komponentendetails** für die zweite Komponente ein

a) Klicken Sie im Dialog **Bauteilkostenabschätzung** auf **Vorherige Seite** und ändern Sie die **Komponentendetails**:

Material	YS170 hot rolled (ein hochfester Stahl in Ziehqualität)
Bauteilmasse	10

Verwenden Sie die vorhandenen Werte für **Wert des Abfallmaterials**, **Bauteillänge**, **Chargengröße** und **Anzahl der Werte** (diese Werte von der Eingabe der ersten Materialverarbeitungskette bleiben erhalten).

7. Geben Sie die Werte für **Primärer Formgebungsprozess** ein

Primärer Prozess	Hot shape rolling
-------------------------	-------------------

Verwenden Sie die vorhandenen Werte für die übrigen Eigenschaften.

8. Geben Sie die Details für **Sekundärer Formgebungsprozess** ein

a) Wählen Sie **Sekundären Prozess einschließen** aus und geben Sie den folgenden Wert ein:

Sekundärer Prozess	Press forming
---------------------------	---------------

Verwenden Sie die Standardwerte für **Bauteilkomplexität**, **Ausschussmenge** und **Abfälle recycelt?**.

9. Geben Sie die Werte für **Datensatzbenennung** ein:

Material	Stahl
Primärer Prozess	gewalzt
Sekundärer Prozess	gepresst

10. Klicken Sie auf **Erstellen** und dann auf **Fertigstellen**, um die Datensätze zu erstellen und die **Bauteilkostenabschätzung** zu schließen

Synthetisierte Datensätze, die mit der **Bauteilkostenabschätzung** erstellt wurden, werden an die **Die Welt der Werkstoffe**-Suchstruktur unter **Meine Datensätze > Synthetisiert > Bauteilkostenabschätzung** angehängt.

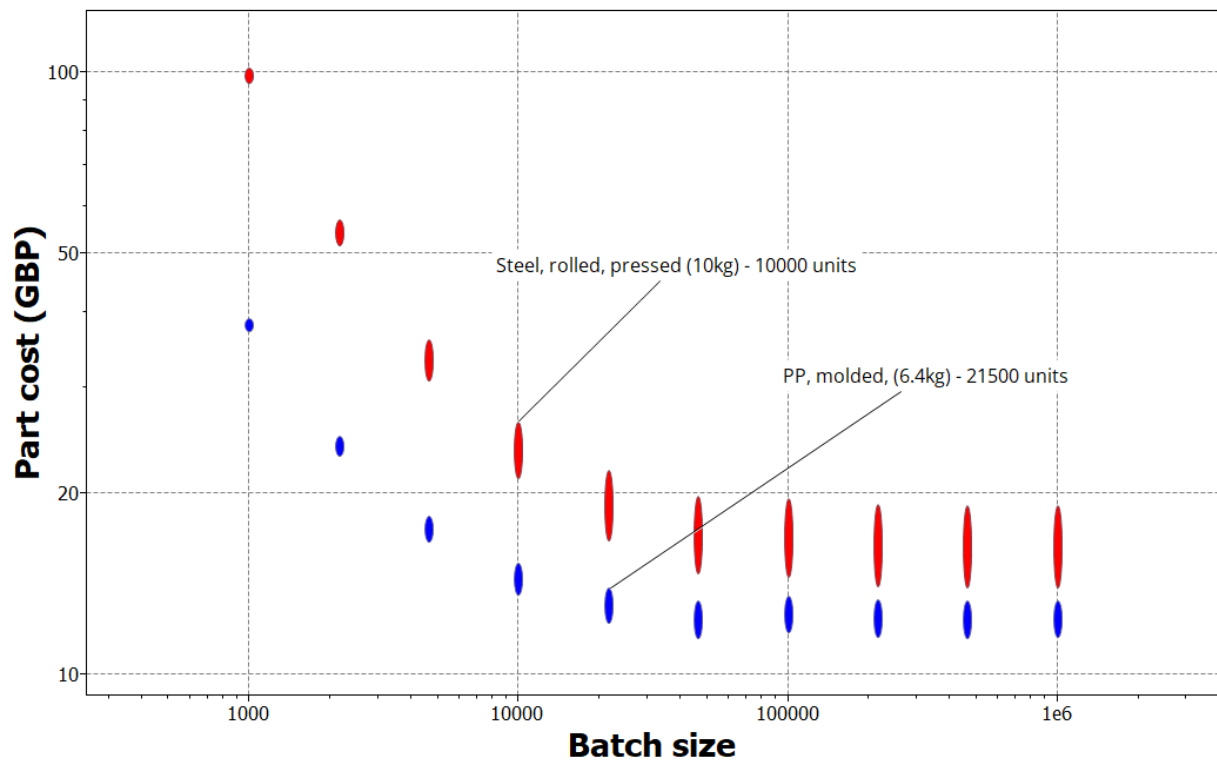
11. Erstellen Sie ein Blasendiagramm, um die beiden Materialverarbeitungsketten zu vergleichen

a) Wählen Sie **MaterialUniverse: All bulk materials** aus, klicken Sie auf **Diagramm/Index** und legen Sie die folgenden Werte für die X- und die Y-Achse fest:

Kategorie	Part cost estimator
Attribut für X-Achse	Batch size
Attribut für Y-Achse	Part cost

12. Ändern Sie die **Datensatzfarbe**, um den Vergleich der beiden Verarbeitungsketten zu erleichtern

a) Navigieren Sie zu **Meine Datensätze > Synthetisiert > Bauteilkostenabschätzung**. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Unterordner **PP, geformt**, klicken Sie auf **Datensatzfarbe** und klicken Sie dann auf eine Farbe, um die Datensatzfarbe für alle Datensätze in diesem Ordner zu ändern.



13. Löschen Sie die Diagrammstufe

9.3. Übung 25: Batteriedesigner

Batteriedesigner ist ein Synthesizer-Modell, das die Leistung von Batteriemodul- und Packdesigns basierend auf den Materialien, dem Batteriezellentyp und dem verwendeten Wärmemanagementsystem schätzt.

Anmerkung: Für diese Übung müssen Sie eine erweiterte Datenbank der Ebene 3 verwenden

1. Erstellen Sie ein Blasendiagramm, um einzelne Batteriezellen zu vergleichen.

- Wählen Sie im Fensterbereich **Diagramm/Auswählen** die Option **Auswählen aus: Battery Cells: All Cells**.
- Klicken Sie auf **Diagramm/Index** und legen Sie die folgenden Werte für die X- und die Y-Achse fest:

Kategorie

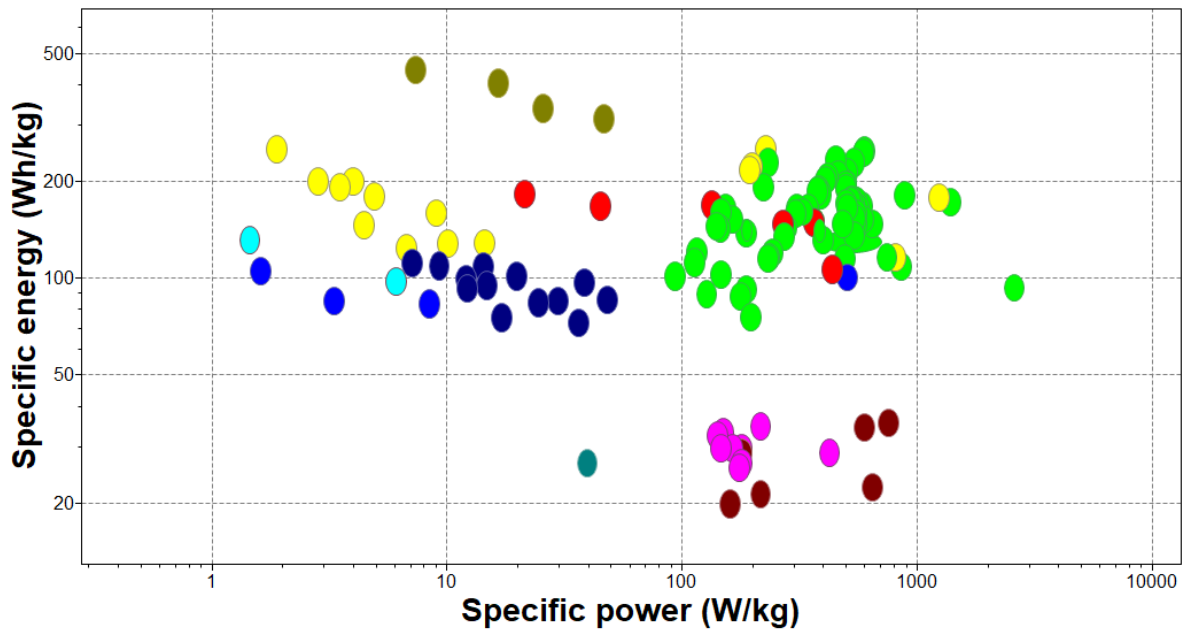
Attribut für X-Achse

Attribut für Y-Achse

General


Specific power

Specific energy



Diagramme, in denen die *Spezifische Energie* in Abhängigkeit vom Wert für die *Spezifische Leistung* dargestellt wird, werden auch als Ragone-Diagramme bezeichnet.

Standardmäßig werden damit alle Zellen in der Tabelle der *Batteriezellen* sowie alle synthetisierten Modul- und Packdatensätze im Auswahlprojekt angezeigt.

2. Verwenden Sie den *Batteriedesigner*, um die Leistung einer beispielhaften Konfiguration mit mehreren Batteriezellen in einem Modul abzuschätzen
 - a) Klicken Sie auf  **Synthesizer** auf der Symbolleiste. Wählen Sie im Dialog die Option **Batteriedesigner – Zelle zu Modul (nach Anzahl der Zellen)** aus.

3. Geben Sie unter **Modul** den Namen und den Batteriezellentyp ein

Name	Testmodul 1
Batteriezelle	Lithium-ion (NCA) Cylindrical 3500 mAh

4. Legen Sie die **Anzahl der Zellen** und den Zielwert für den **Entladestrom** fest

Anzahl der Zellen in Reihe	10
Anzahl der parallelen Zellen	2
Entladestrom	7 A

5. Wählen Sie eine anwenderspezifische **Konfiguration** aus

- a) Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Anwenderspezifische Konfiguration**.
- b) Stellen Sie sicher, dass das Kontrollkästchen **Oder vordefiniertes Modul** nicht aktiviert ist.

6. Legen Sie die Materialien und Abmessungen für die **Verpackung** fest:

Gehäusematerial	PC (high viscosity, molding and extrusion)
Wandstärke	3 mm
Isoliermaterial	PC foam (rigid, closed cell, 0.65)
Isolierstärke	3 mm

Zellenabstand 1 mm

7. Wählen Sie ein **Thermal Management System (TMS)** aus

Art des Kühlsystems **Passive Luftkühlung**


8. Klicken Sie auf **Erstellen** und dann auf **Fertigstellen**, um den synthetisierten Datensatz zu erstellen und den Batteriedesigner zu schließen

Mit dem Batteriedesigner erstellte synthetisierte Datensätze werden an die Tabelle "Batteriezellen" unter **Meine Datensätze > Synthetisiert > Module** angehängt.

9. Kehren Sie zum Blasendiagramm zurück

Der neue Moduldatensatz wird jetzt im Ragone-Diagramm angezeigt.

10. Erstellen Sie nun einige Moduldatensätze basierend auf der gewünschten Leistung und vergleichen Sie sie mit dem vorhandenen Modul

a) Klicken Sie auf  **Synthesizer** und wählen Sie im Dialog die Option **Batteriedesigner – Zelle zu Modul (nach Leistung)** aus.

11. Geben Sie die **Moduldetails** ein:

Name	Testmodul 2
Batteriezelle	Lithium-ion (NCA) Cylindrical 3500 mAh

12. Legen Sie den Zielwert für die **Leistung** fest:

Sollte mindestens halten	60–240 min
Anzahl der Werte mit Strom und Spannung	10 7 A 36 V

13. Wählen Sie die anwenderspezifische **Konfiguration** aus

14. Legen Sie die Materialien und Abmessungen für die **Verpackung** fest:

Gehäusematerial	PC (high viscosity, molding and extrusion)
Wandstärke	3 mm
Isoliermaterial	PC foam (rigid, closed cell, 0.65)
Isolierstärke	3 mm
Zellenabstand	1 mm

15. Legen Sie das **Thermal Management System (TMS)** fest

Art des Kühlsystems **Passive Luftkühlung**

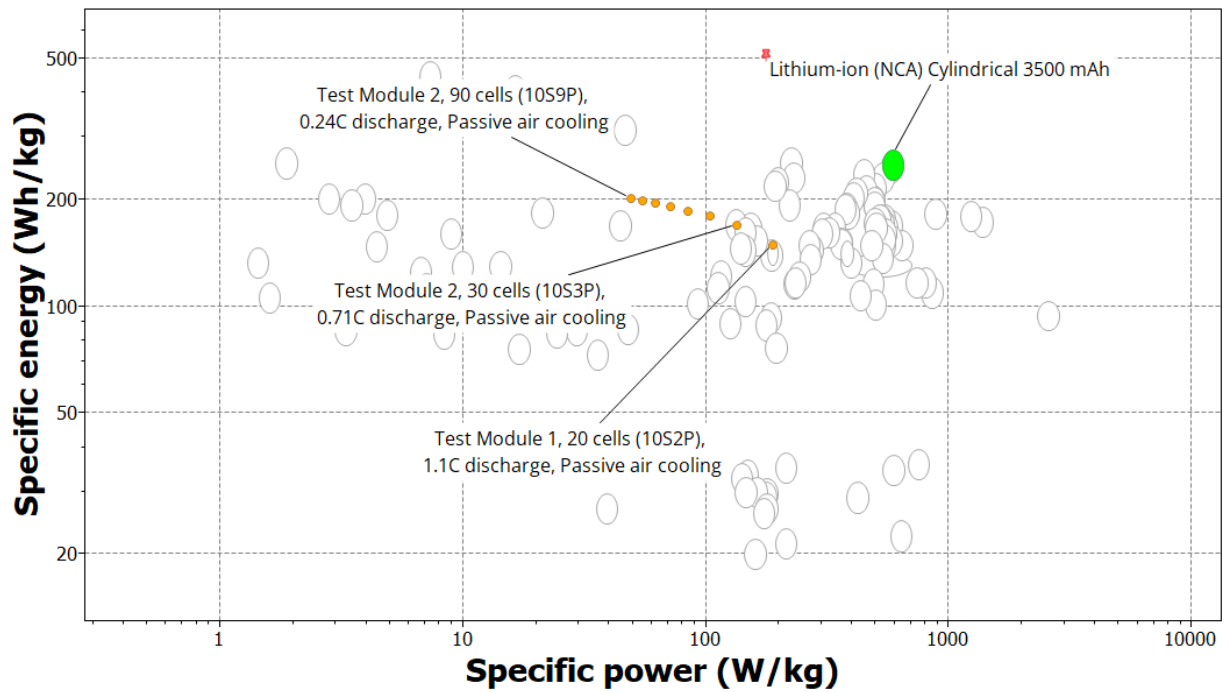
16. Erstellen Sie Moduldatensätze

a) Klicken Sie auf **Erstellen** und dann auf **Fertigstellen**.



17. Vergleichen Sie die Moduldatensätze mithilfe des Blasendiagramms

Alle synthetisierten Module können nun miteinander und mit einzelnen Zellen verglichen werden.

Sie können auch Moduldatenblätter öffnen, um andere berechnete Eigenschaften dieses Moduls anzuzeigen, beispielsweise die vorhergesagte Betriebstemperatur und die Entladezeit.



Sie können dieses Diagramm reproduzieren:

- Legen Sie *Lithium-ion (NCA) Cylindrical 3500 mAh* als Referenzdatensatz fest.
- Wählen Sie  **Synthetisierte Datensätze markieren** und  **Referenzdatensatz markieren** auf der Symbolleiste "Diagramm" aus.