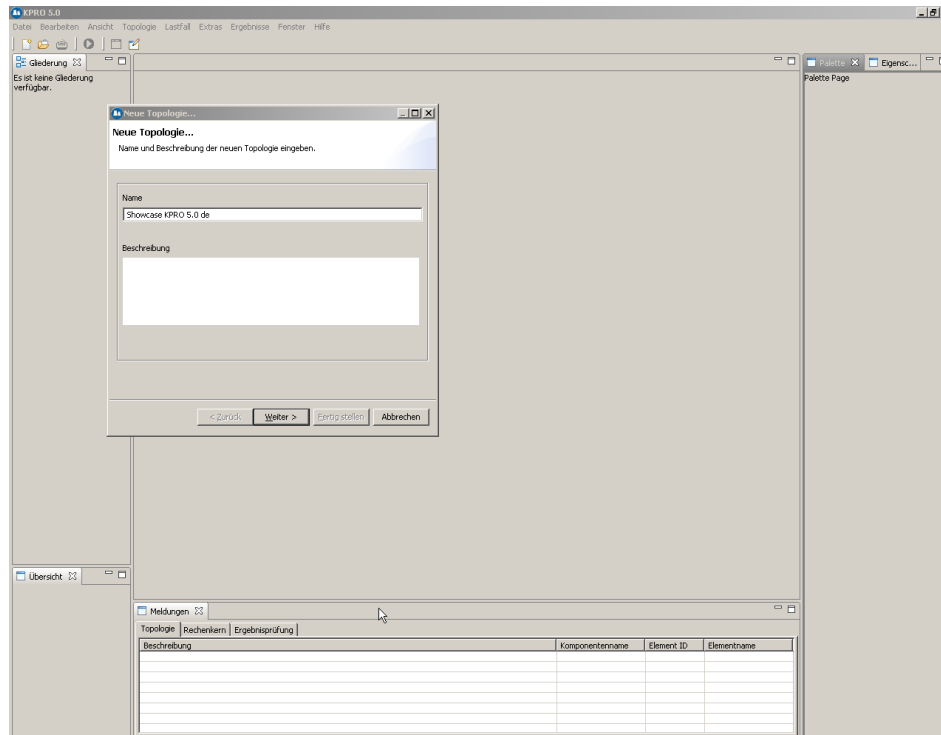


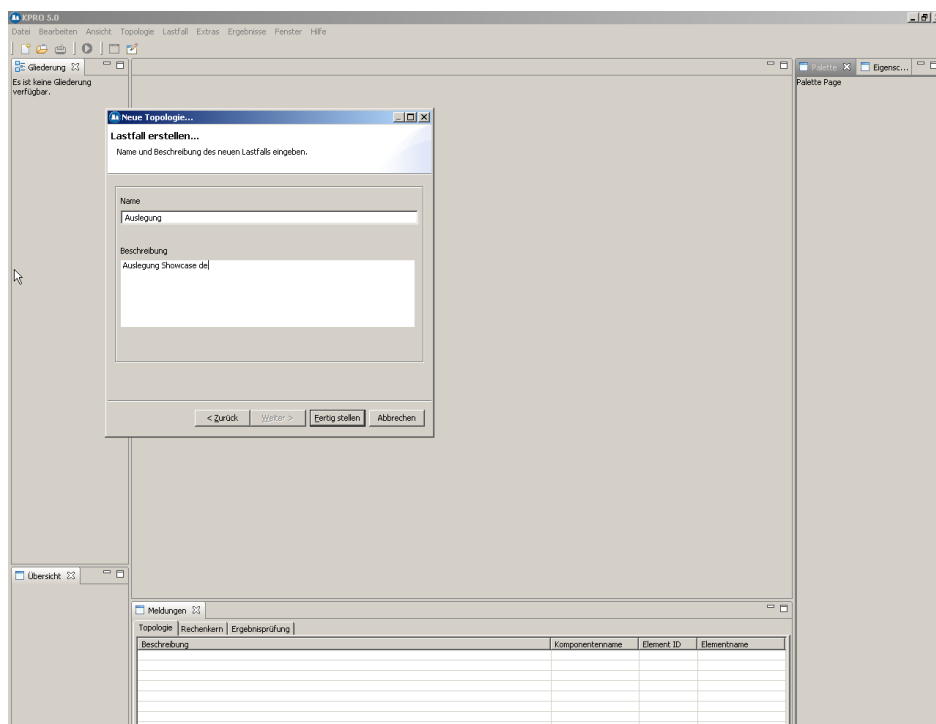
## KPRO® 5.0 Showcase

Starten Sie das thermodynamische Berechnungsprogramm indem Sie auf den *KPRO®* Icon doppelklicken.

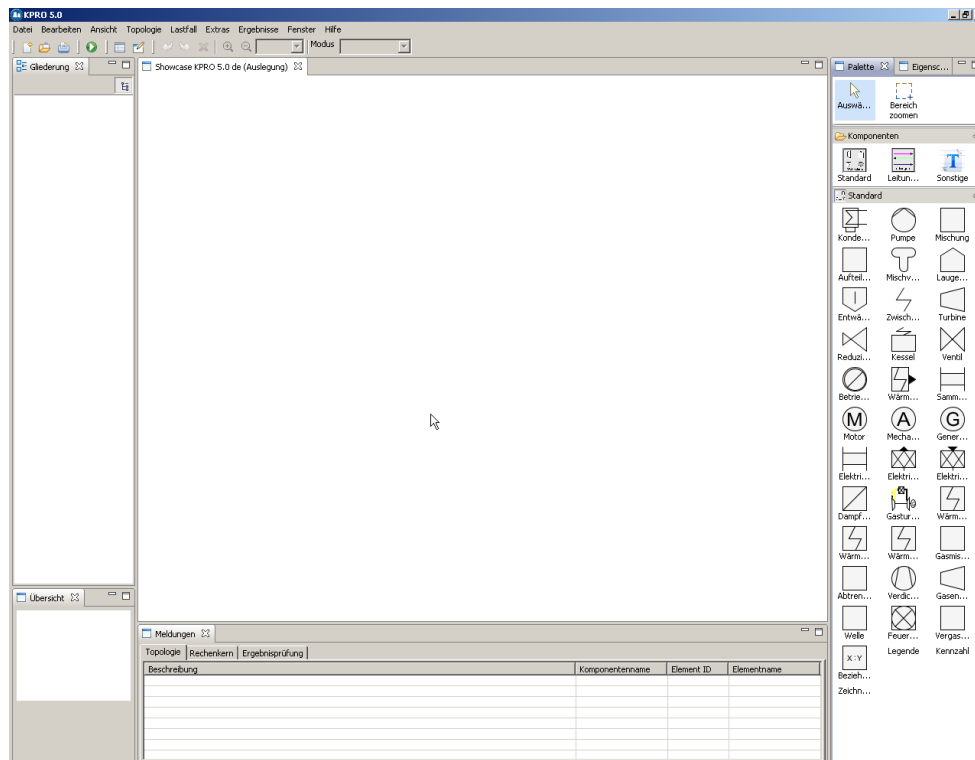
Wählen Sie nun im Menü *Datei – Neu*. Nun müssen Sie die Topologie benennen. Zusätzlich können Sie noch eine Beschreibung anfügen.



Als nächstes müssen Sie einen Lastfall innerhalb der eben angelegten Topologie erstellen.



Die folgende Oberfläche von KPRO® erscheint auf dem Monitor:

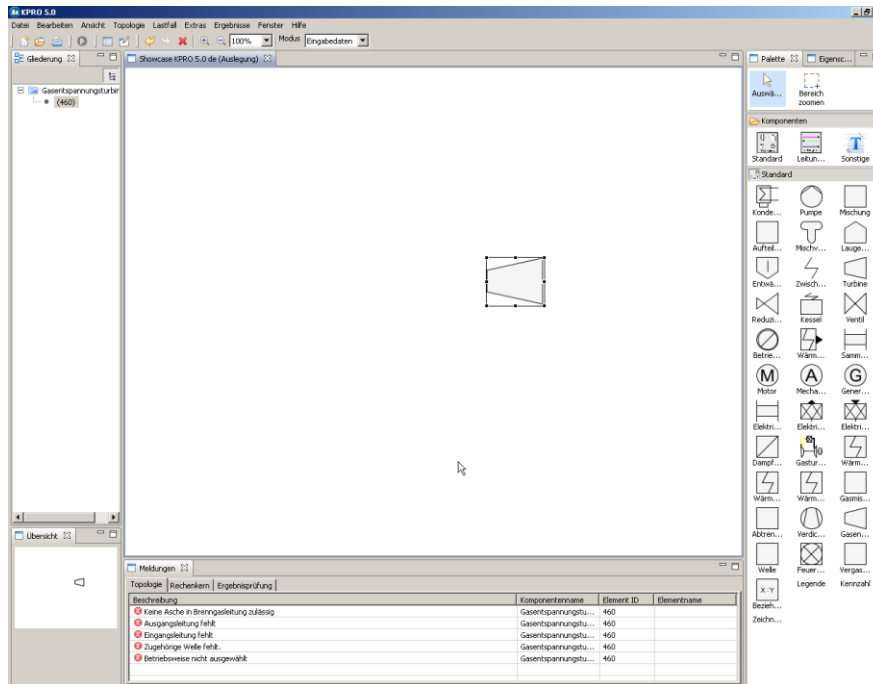


Die Oberfläche ist in folgende Bereiche unterteilt:

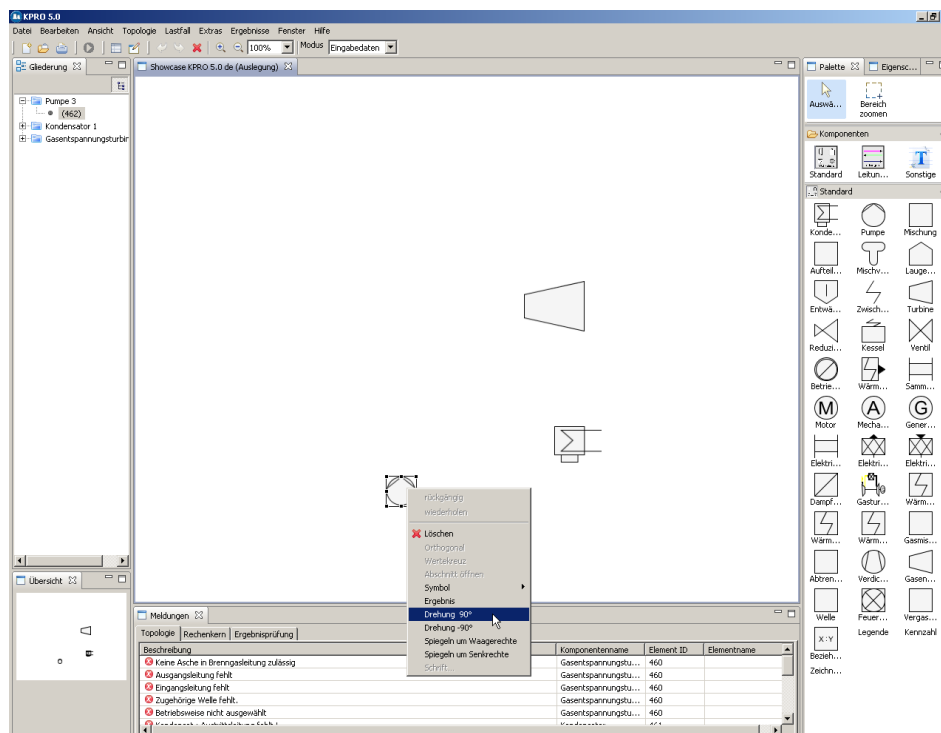
- Menüleiste:  
(Datei, Bearbeiten, Ansicht, Topologie, Lastfall, Extras, Ergebnisse, Fenster, Hilfe)
- Symbolleiste:  
(Neu, Öffnen, Berechnen, Dialog, Symbol Editor, rückgängig, wiederholen, löschen, vergrößern, verkleinern)
- Zeichenbereich in der Mitte:
- Gliederung links oben:  
(Liste der ausgewählten Elemente in der Topologie)
- Übersicht links unten:  
(Übersicht über die gesamte Topologie, zeigt den tatsächlich aktuell angezeigten Topologiebereich an)
- Meldungen unten:  
(Topologie, Rechenkern, Ergebnisprüfung)
- Komponentenbibliothek rechts:  
(Standard, Leitungen, Sonstige)

Nun erstellen Sie das Wärmeschaltbild eines einfachen Blockkraftwerks mit den Elementen Kessel, Turbine, Welle, Generator, Kondensator, Mischvorwärmer sowie zwei motorgetriebenen Pumpen.

Das Zeichnen der Elemente in KPRO® erfolgt durch Auswahl des entsprechenden Elementes in der Elementbibliothek. Wählen Sie in diesem Bereich das gewünschte Element an und klicken Sie dann an die gewünschte Position im Zeichenbereich. Sie können das Element mit der Maus an eine andere Position verschieben. Zum Vergrößern und Verkleinern wird das Element durch Anklicken zunächst ausgewählt. Nun erscheint ein Kästchen um das Element herum. Durch Ziehen an dessen Ecken kann das Element vergrößert oder verkleinert werden.



Ein Element kann nicht nur vergrößert oder verkleinert, sondern auch gedreht werden. Hierzu wird das Element ausgewählt über die rechte Maustaste wählen Sie *Drehung 90°*.

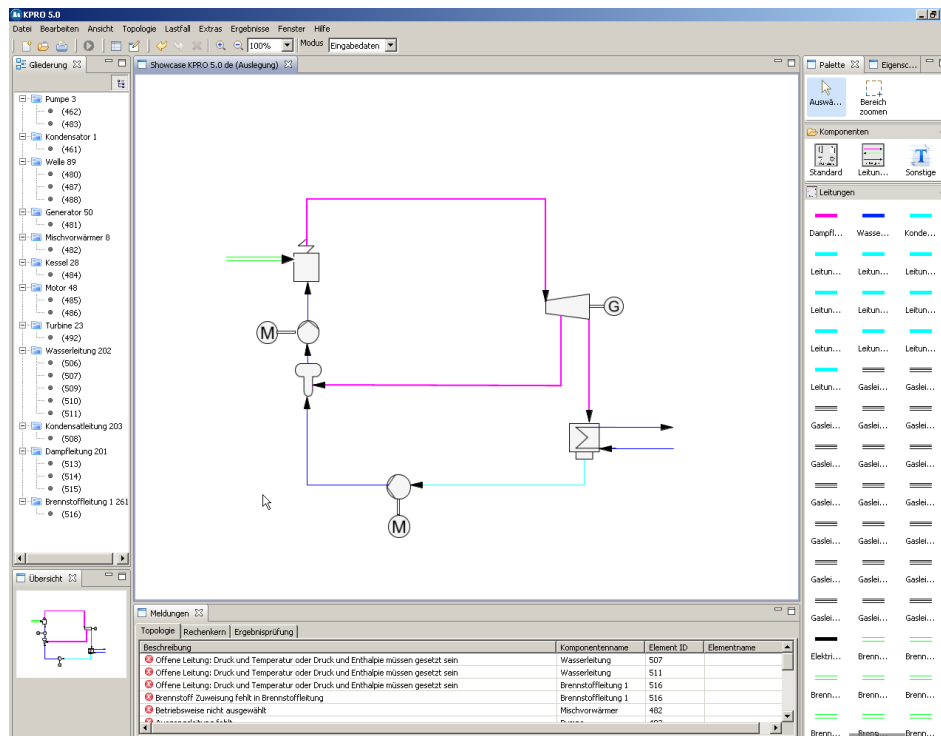


Haben Sie Anfangs- und Endelement gezeichnet, so können Sie die entsprechenden Verbindungsleitungen zeichnen. Wählen Sie die gewünschte Leitung in der Komponentenbibliothek (Leitungen). Die Leitungen müssen immer in Fließrichtung gezeichnet werden, d. h. die Frischdampfleitung hat ihren Anfangspunkt beim Kessel und ihren Endpunkt bei der Turbine.

Die Turbine muss mit dem Element *Welle* mit dem Generator verbunden werden. Verbinden Sie die Elemente Generator, Welle und Turbine mithilfe der Leitung *Element Verbindung*.

Beachten Sie die Fließrichtung: Welle zu Generator, Turbine zu Welle. Die Elementverbindung wird nur sichtbar, wenn sie die Welle anklicken. Ebenso wird bei den Elementen Motor und Pumpe vorgegangen.

Nachdem Sie alle Elemente gezeichnet haben, erscheint das vollständige Schaltbild wie folgt:



Nun können Sie die Elementdaten eingeben. Indem sie auf ein Element doppelklicken erscheint ein Elementdatenfenster:

The 'Komponente' dialog box for a turbine (ID: 492) is shown. It contains the following fields and options:

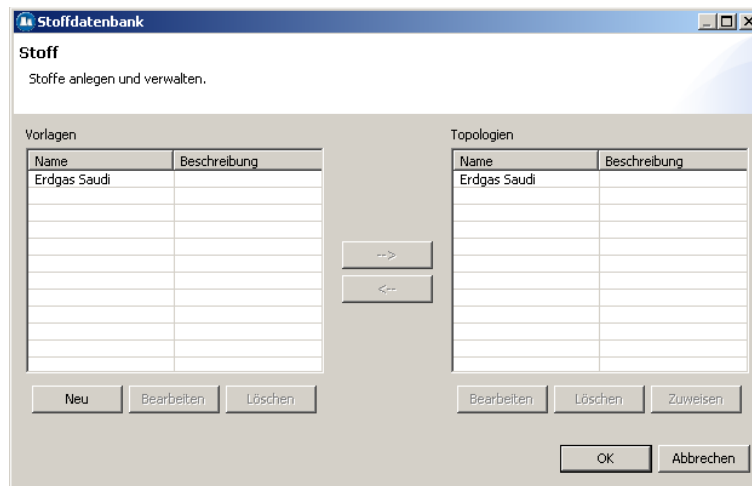
- Name: [ ]
- Beschreibung: [ ]
- Betriebsweise: **in Betrieb**
- Eingabe | Referenzdaten | Ergebnisse | Leitungen
- Elementdaten:
  - Rechnen mit Referenzdaten:
- Wirkungsgrad:
  - Mechanischer Wirkungsgrad: [ ] [-]
  - Mechanische Verluste: [ ] [kW]
  - Innere Turbinenwirkungsgrad: [ ] [-]
  - Wirkungsgradkurve:
  - Massenstrom Wirkungsgradkurve: [ ] ...
- Verlust:
  - Auslassverluste: [ ] [kJ/kg]
- Turbinentyp:
  - Drosselgeregelt
  - Mengengeregelt
- Buttons: OK, Abbrechen

Nun können sie alle Elemente ihres Schaltbildes einzeln editieren. Nehmen Sie die Eintragungen in den Rohrleitungen bitte folgendermaßen vor:

Brennstoffleitung p und t  
 Frischdampfleitung p und t  
 Dampfleitung zu Entgaser p  
 Kühlwassereingangsleitung p und t  
 Kühlwasserausgangsleitung h  
 Ausgangsleitungen Pumpen p

Beachten Sie hierbei bitte, dass die Turbine *mengengeregelt* ist und dass beim Kondensator der Fall *keine Vorgaben* beim Element gewählt wird. Beim Generator tragen Sie als vorgegebene Leistung 100.000 kW ein.

Der Heizwert des Brennstoffs wird nicht beim Kessel sondern beim Brennstoff selbst vorgegeben. Dafür muss der Brennstoff zunächst in der globalen Stoffdatenbank definiert werden. Hierzu dient *Extras - Stoffdatenbank - Brennstoffe*. Wählen Sie den gewünschten Brennstoff aus den Vorlagen und fügen Sie diesen in das Schaltbild mittels --> ein.

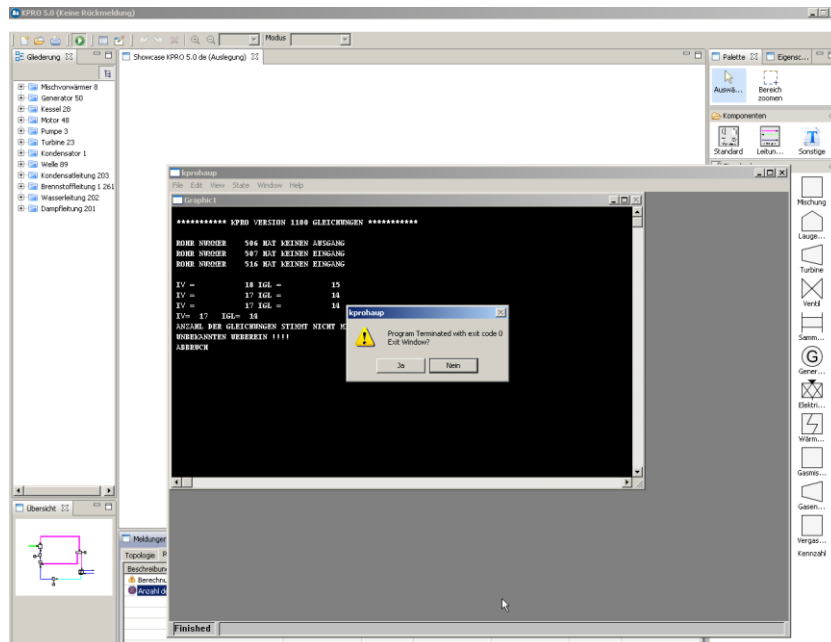


Ist der Brennstoff in der globalen Datenbank definiert, so wird er für die Topologie ausgewählt. Die Zuordnung zwischen Brennstoffleitung und Stoffdaten erfolgt über die Elementdateneingabe. Klicken Sie auf die 3 Punkte „...“ (Brennstoff) in den Elementdaten der Brennstoffleitung. Weisen Sie nun den gewünschten Brennstoff der Leitung zu.

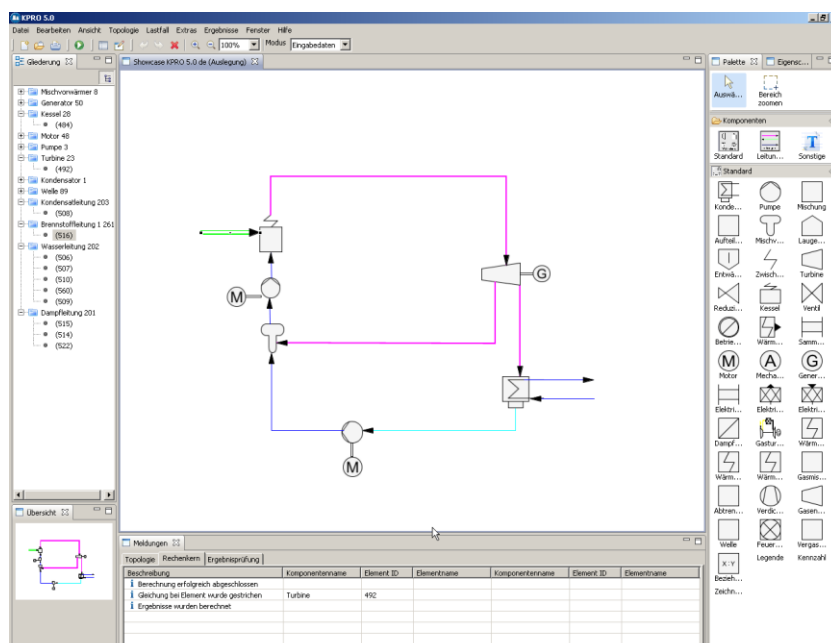
Wurde der Brennstoff bereits in der globalen Datenbank definiert, wählt KPRO® ihn automatisch für das Schaltbild aus.



Nun können Sie die eigentliche Kreisprozessberechnung starten, indem Sie das Berechnungssymbol anklicken (grüner Kreis mit weißem Dreieck). KPRO<sup>®</sup> wertet nun die Eingabedaten aus und stellt das Gleichungssystem auf. Nach der Berechnung erscheint ein Fenster mit der folgenden Nachricht:



Es werden die Anzahl der Gleichungen (IGL) und die Anzahl der Variablen (IV) angezeigt. Die Anzahl der Gleichungen ist in unserem Fall um eins größer als die Anzahl der Variablen, folglich wird eine Gleichung gestrichen. Klicken Sie auf Ja um die Rechnung fertig zu stellen. Der Bereich Meldungen zeigt Ihnen nun das positive oder negative Ergebnis der Berechnung.



## Simulation

Anschließend an die Auslegungsrechnung wollen wir nun das Verhalten unseres "Kraftwerks" in einem Teillastpunkt simulieren. Dazu wählen Sie am zweckmäßigsten den Punkt *Lastfall - Speichern unter* und speichern die Eingabewerte der Auslegung unter dem Namen Teillast 1 (Langbezeichnung) und L2 als Kurzbezeichnung. Nun müssen Sie sich entscheiden: Gleitdruck- oder Festdruckfahrweise?

Bei Gleitdruckfahrweise müssen Sie folgendermaßen vorgehen:

- Löschen Sie die Druckvorgabe in der Frischdampfleitung.
- Löschen Sie den Druck nach der Kesselspeisepumpe.
- Wählen Sie bei der Turbine *Rechnen mit Referenzdaten* und als Typ *drosselgeregelte* Turbine.

Bei Festdruckfahrweise ist folgende Vorgehensweise notwendig:

- Wählen Sie bei der Turbine *Rechnen mit Referenzdaten* und als Typ *mengengeregelte* Turbine.

In beiden Fällen löschen Sie die Drücke in den Turbinenleitungen zum Entgaser und zum Kondensator. Fügen Sie an der Kühlwassereintrittsleitung des Kondensators, den Massenstrom entsprechend des Ergebnisses der Massenstromrate aus dem ersten Lastfall ein (das Ergebnis der Massenstromrate finden Sie in den Elementdaten unter *Ergebnisse*). Entfernen Sie die Temperatur in der Kühlwasseraustrittsleitung.

Als Eingaben beim Kondensator wählen Sie den Fall *k\*A-Wert aus Referenzdaten*. Anschließend verringern Sie die vorgegebene Leistung der Turbine auf 80 %.

Um sich die Mühe zu sparen, weitere Startwerte für die Teillastrechnung eingeben zu müssen, wählen Sie *Topologie – Startwerte übernehmen*. Übernehmen Sie die Ergebnisse der Auslegungsrechnung als Startwerte für die Teillastrechnung. Wenn Sie nun Ihre Teillastrechnung starten, so werden die Ergebnisse der Auslegungsrechnung als Referenzdaten verwendet. Mit Hilfe dieser Referenzdaten simuliert KPRO® das Teillastverhalten der Turbine und des Kondensators. Der Druckabfall im Kessel und die Frischdampf Temperatur sind die Referenzdaten des Kessels.

Starten Sie nun Ihre Teillastrechnung durch anklicken des Berechnungssymbols. Die Ergebnisse der Teillastrechnung werden automatisch im Meldungen-Bereich angezeigt.



## Mögliche Elementdaten:

- Dampfleitung (Kessel -> Turbine):  
Eingabe:  
Temperatur: 500 °C  
Druck: 120 bar  
Startwerte:  
Massenstrom: 1 kg/s
- Dampfleitung (Turbine -> Kondensator):  
Eingabe:     Druck: 0.1 bar
- Wasserleitung (Kondensator Austrittsleitung):  
Eingabe:     Temperatur: 28 °C  
Startwerte:   Massenstrom: 1 kg/s
- Kondensatleitung (Kondensator -> Pumpe):  
Startwerte:   Massenstrom: 1 kg/s
- Wasserleitung (Pumpe -> Mischvorwärmer):  
Eingabe:     Druck: 5bar  
Startwerte:   Massenstrom: 1 kg/s
- Wasserleitung (Mischvorwärmer -> Pumpe):  
Startwerte:   Massenstrom: 1 kg/s
- Wasserleitung (Pumpe -> Kessel):  
Eingabe:     Druck: 140 bar  
Startwerte:   Massenstrom: 1 kg/s  
Anschlussart: Drucksystem 1
- Dampfleitung (Turbine -> Mischvorwärmer):  
Eingabe:     Druck: 1.2 bar  
Startwerte:   Massenstrom: 1 kg/s
- Wasserleitung (Kondensator Eintrittsleitung):  
Eingabe:  
Druck: 2 bar  
Temperatur: 20 °C  
Startwerte:  
Massenstrom: 1 kg/s
- Brennstoffleitung:  
Druck: 1 bar  
Temperatur: 25 °C
- Pumpe 1:  
In Betrieb  
Innerer Pumpenwirkungsgrad: 0.7  
Mechanischer Wirkungsgrad: 0.98
- Mischvorwärmer:  
In Betrieb
- Pumpe 2:  
In Betrieb  
Innerer Pumpenwirkungsgrad: 0.7  
Mechanischer Wirkungsgrad: 0.98
- Kessel:  
Betriebsweise: keine Verbrennungsrechnung  
Wirkungsgrad: 0.9
- Turbine:  
In Betrieb  
Mechanischer Wirkungsgrad: 0.995  
Innerer Turbinenwirkungsgrad: 0.9  
Typ: Mengengeregelt
- Generator:  
In Betrieb  
Getriebewirkungsgrad: 1

- Generatorwirkungsgrad: 0.986  
Generatorleistung: 100,000
- Motor 1:  
In Betrieb  
Motorwirkungsgrad: 0.95
  - Motor 2:  
In Betrieb  
Motorwirkungsgrad: 0.95
  - Kondensator:  
Betriebsweise: Keine Vorgaben am Element