

# **PSS<sup>®</sup>SINCAL 10.5 Gas**

**Beschreibung der Gasberechnung in Strömungsnetzen**



## Vorbemerkung

Die PSS SINCAL Handbücher bestehen aus drei Teilen:

- Benutzerhandbuch PSS SINCAL Bedienung
- Fachhandbücher für Elektronetze und Strömungsnetze
- Systemhandbuch Datenbankbeschreibung

Allgemeine Grundsätze der Bedienung und der Grafikoberfläche von PSS SINCAL können dem **Benutzerhandbuch PSS SINCAL Bedienung** entnommen werden.

Die **Fachhandbücher für Elektronetze** beinhalten detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Berechnungsverfahren für Elektronetze (Lastfluss, Kurzschluss, etc.) sowie deren Eingabedaten.

Die **Fachhandbücher für Strömungsnetze** beinhalten detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Berechnungsverfahren für Strömungsnetze (Wasser, Gas und Wärme/Kälte) sowie deren Eingabedaten.

Das **Systemhandbuch Datenbankbeschreibung** beinhaltet eine vollständige Beschreibung der Datenmodelle für Elektronetze und Strömungsnetze.

## Urheber- und Verlagsrechte

Das Handbuch und alle in ihm enthaltenen Informationen und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

Die Rechte, insbesondere die Rechte zur Veröffentlichung, Wiedergabe, Übersetzung, zur Vergabe von Nachdrucken, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien liegen bei SIEMENS.

Für jede Wiedergabe oder Verwendung außerhalb der durch das Urhebergesetz erlaubten Grenzen ist eine vorherige schriftliche Zustimmung von SIEMENS unerlässlich.

## Gewährleistung

Trotz sorgfältiger Ausarbeitung könnten in diesem Handbuch Fehler enthalten sein. Es wird keinerlei Haftung für Fehler und deren Folgen übernommen. Änderungen des Textes und der Funktion der Software werden im Rahmen der Pflege ständig durchgeführt.



<b>1.</b>	<b>Einleitung Gas</b>	<b>1</b>
1.1	Grundlegendes der Netzberechnung	2
1.2	Zeitliche Betrachtung des Netzes	3
<b>2.</b>	<b>Eingabedaten Gas</b>	<b>4</b>
2.1	Netzaufbau	4
2.1.1	Knoten bzw. Sammelschiene	4
2.1.2	Anschluss	6
2.1.3	Netzebene	7
2.1.4	Netzbereich	8
2.1.5	Netzzone	11
2.1.6	Netzelementgruppe	11
2.1.7	Grafische Elementgruppe	12
2.2	Einspeisungen	13
2.2.1	Einspeisung Gas	13
2.3	Knotenelemente	15
2.3.1	Verbraucher	15
2.3.2	Druckbuffer	17
2.3.3	Leck	18
2.4	Zweigelemente	19
2.4.1	Leitung	19
2.4.2	Schieber/Rückschlagventil	23
2.4.3	Konst. Druckabfall/Konst. Fluss	24
2.4.4	Druckregler	26
2.4.5	Kompressor	27
2.5	Allgemeine Steuer- und Eingabedaten	29
2.5.1	Berechnungsparameter	29
2.5.2	Allgemeine Daten für Netzelemente	33
2.5.3	Include Netz	33
2.5.4	Betriebszustand	34
2.5.5	Zusatzdaten Netzelement	34
2.5.6	Zusatzdaten Knoten	35
2.5.7	Master Ressource	36

## Inhalt

2.5.8	Definition generischer Datenstrukturen	37
2.5.9	Generische Daten	37
2.5.10	Beschreibung	37
2.5.11	Druckbufferkennlinie	39
2.5.12	Druckabfallkennlinie	41
2.5.13	Variante	43
2.6	Geostationäre Daten	44
2.6.1	Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente	44
2.6.2	Arbeitspunkt	45
2.6.3	Arbeitspunkte/Zeitreihen	45
2.6.4	Zuwachsreihen	47
2.7	Ausfallanalyse	47
2.7.1	Ausfallszenario	47
<b>3.</b>	<b>Verfahren Gas Stationär</b>	<b>49</b>
3.1	Knotenregel (1. Kirchhoff'sche Regel)	50
3.2	Maschenregel (2. Kirchhoff'sche Regel)	50
3.2.1	Tabelle der Formelzeichen	51
3.3	Kompressible Medien	52
3.4	Modell für mathematische Nachbildung	54
3.4.1	Tabelle der Formelzeichen	54
3.5	Berechnungsverfahren	55
3.6	Das Verfahren von Cross	57
3.7	Überwachung der Grenzwerte	59
<b>4.</b>	<b>Verfahren Gas Geostationär</b>	<b>61</b>
4.1	Berechnungsverfahren	63
4.1.1	Bestimmung des Faktors bei Arbeitspunkten	63
4.1.2	Bestimmung des Faktors bei einer Zeitreihe	65
4.1.3	Zyklische Behandlung von Zeitreihen	67
<b>5.</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b>	<b>69</b>
5.1	Anwendungsbeispiel für die stationäre Berechnung	69

5.1.1	Voreinstellen der Berechnungsparameter	70
5.1.2	Erfassen von druckgebenden Netzelementen	70
5.1.3	Definieren der zeitlichen Betrachtung	71
5.1.4	Definieren von Längsschnitten durch das Netz	71
5.1.5	Starten der Berechnung	73
5.1.6	Darstellen und Auswerten der Ergebnisse	73
5.2	Anwendungsbeispiel für die stationäre Störungsberechnung	76
5.2.1	Voreinstellen der Berechnungsparameter	77
5.2.2	Starten der Berechnung	77
5.2.3	Darstellen und Auswerten der Ergebnisse	78
5.3	Anwendungsbeispiel für die geostationäre Zeitreihenberechnung	78
5.3.1	Voreinstellen der Berechnungsparameter	79
5.3.2	Definieren von Zeitreihen	80
5.3.3	Zuordnen von Zeitreihen	81
5.3.4	Definieren des Diagrammumfanges	82
5.3.5	Starten der Berechnung	83
5.3.6	Darstellen und Auswerten der Ergebnisse	83
5.4	Anwendungsbeispiel für die geostationäre Arbeitsreihenberechnung	85
5.4.1	Voreinstellen der Berechnungsparameter	85
5.4.2	Anlegen eines Arbeitspunktes	86
5.4.3	Definieren von Arbeitspunkten	86
5.4.4	Zuordnen von Arbeitspunkten	87
5.4.5	Definieren von Betriebsdiagrammen	88
5.4.6	Starten der Berechnung	89
5.4.7	Darstellen und Auswerten der Ergebnisse	90





# 1. Einleitung Gas

Das Programm PSS SINICAL Gas stellt ein wirkungsvolles Werkzeug bei der Planung großer Versorgungsnetze dar.

Damit können die stationären Strömungsverhältnisse in beliebig vermaschten Gasnetzen rasch und bequem ermittelt werden und durch Simulation verschiedene technische und betriebswirtschaftliche Varianten ausgearbeitet werden.

Über Definitionen von Strecken bzw. Streckendaten werden automatisch Längsschnittdiagramme erzeugt.

Die Berechnung kann jeweils nur mit einem Stoff (Stoffwerte) durchgeführt werden. Eine Benutzung der Leitungen mit mehreren Medien gleichzeitig ist nicht möglich. Mit PSS SINICAL Gas können nur annähernd ideale Gase, aber keine Dämpfe in der Nähe der Kondensationspunkte berechnet werden.

Dieses Handbuch enthält folgende Kapitel:

- [Eingabedaten Gas](#)
- [Verfahren Gas Stationär](#)
- [Verfahren Gas Geostationär](#)
- [Anwendungsbeispiele](#)

## Vorgehensweise Gas

Die Berechnungsmethode Stationär ist immer aktiv. Die Daten für die stationäre Gasnetzberechnung können daher ohne spezielle Einstellungen immer eingegeben werden.

### Stationäre Berechnung

Es sind folgende Schritte notwendig:

- Festlegen der physikalischen Daten bei den Berechnungsparametern
- Eingeben der notwendigen Netzebenen
- Erfassen der Knoten und Netzelemente in den korrespondierenden Netzebenen
- Erfassen eines druckgebenden Netzelementes

### Geostationäre Zeitreihenberechnung

Für die geostationäre Zeitreihenberechnung muss zuerst die Methode **Geostationär** bei den **Berechnungsmethoden** aktiviert werden.

Es sind folgende Schritte notwendig:

- Definieren von Zeitreihen
- Zuordnen von Zeitreihen



## 1.2 Zeitliche Betrachtung des Netzes

Da sich das Netz über die Zeit topologisch ändert, wird dies ebenfalls berücksichtigt. Der aktuelle Betrachtungszeitpunkt des Netzes ist bei den Berechnungsparametern anzugeben. Der Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt der Knoten und Netzelemente wird wie folgt während der Berechnung berücksichtigt.

### **Kein Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt angegeben**

Das jeweilige Netzelement ist immer in Betrieb.

### **Nur Errichtungszeitpunkt angegeben**

Das jeweilige Netzelement wird zum angegebenen Zeitpunkt in Betrieb genommen und bleibt danach immer in Betrieb.

### **Nur Stilllegungszeitpunkt angegeben**

Das jeweilige Netzelement wird zum angegebenen Zeitpunkt außer Betrieb genommen und ist davor immer in Betrieb.

### **Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt angegeben**

Das jeweilige Netzelement ist im angegebenen Zeitraum in Betrieb und außerhalb des angegebenen Zeitraumes außer Betrieb.

## 2. Eingabedaten Gas

In den folgenden Beschreibungen werden die verfügbaren Elemente mit folgender Struktur beschrieben:

- Bild der entsprechenden Datenmaske
- Beschreibung der Felder je nach Elementart

### 2.1 Netzaufbau

Je nach Aufgabenstellung können mit PSS SINICAL verschiedenste Berechnungen von Strömungsnetzen durchgeführt werden.

Unabhängig von der Aufgabenstellung muss das Netz jedoch mit Hilfe von

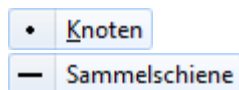
- allgemeinen Daten,
- Knoten,
- Einspeisungen und Verbrauchern bzw.
- Zweigelementen

für die Berechnung erfasst werden.

Die folgenden Elemente sind verfügbar:

- [Knoten](#)
- [Anschluss](#)
- [Netzebene](#)
- [Netzbereich](#)
- [Netzzone](#)
- [Netzelementgruppe](#)
- [Grafische Elementgruppe](#)

#### 2.1.1 Knoten bzw. Sammelschiene



Mit diesem Element wird ein Knoten bzw. eine Sammelschiene definiert. Dies erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Knoten/Sammelschiene – Knoten** oder **Sammelschiene**.

Eine Übersicht der Felder für den Knoten ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Knoten

The screenshot shows the 'Knoten' (Node) data entry dialog box. The 'Basisdaten' tab is active. The 'Name' field is 'H4', 'Kurzname' is 'H4', and 'Netzebene' is 'Mitteldruck (5,0 bar)'. The 'Netzbereich' dropdown is set to 'Verteilung', 'Netzzone' to '(kein)', and 'Druckverlaufsdigramm' to 'Start'. The 'Gekennzeichnet' dropdown is set to 'Nein'. Below these are four rows of coordinates: 'Druckvorbesetzung' (pv) 0,0 bar, 'Längengrad' (lng) 0,0 °, 'Breitengrad' (lat) 0,0 °, and 'Seehöhe' (sh) 100,0 m. There are also fields for 'Errichtungszeitpunkt' and 'Stilllegungszeitpunkt', both set to '(kein)'. At the bottom, the 'Verknüpfungsname' field is 'H4'. The dialog has 'OK' and 'Abbrechen' buttons at the bottom right.

**Bild: Datenmaske Knoten**

Mit dem Feld **Netzbereich** wird dem Knoten ein **Netzbereich** zugeordnet. Mit Hilfe des Netzbereiches können erweiterte Auswertungen durchgeführt werden.

Mit dem Feld **Netzzone** wird dem Knoten eine Zone zugeordnet. Damit können erweiterte Auswertungen durchgeführt werden.

Mit dem Feld **Druckverlaufsdigramm** werden jene Knoten gekennzeichnet, die bei der automatischen Generierung der Druckverlaufsdigramme herangezogen werden. Von Knoten, die mit **Start** markiert sind, wird der größte Durchmesser der angeschlossenen Leitungen, welche einen Abfluss aufweisen, ermittelt. Danach wird eine Netzverfolgung entlang aller Leitungen mit diesem Durchmesser durchgeführt und die dabei durchlaufenden Knoten werden in das Druckverlaufsdigramm aufgenommen. Ändert sich der Durchmesser, gibt es zwei Möglichkeiten: Die Netzverfolgung wird beendet, wenn der aktuelle Knoten nicht mit **Wechsel** markiert ist. Die Netzverfolgung wird mit dem für diesen Knoten größten Durchmesser der angeschlossenen Leitungen, welche einen Abfluss aufweisen, fortgesetzt. Durch Markierung mit **Name** oder **Kein Name** wird der Name des Knotens im Druckverlaufsdigramm ausgegeben oder unterdrückt.

Über das Feld **Gekennzeichnet** kann der Knoten für die Diagrammausgabe bzw. für die Ergebnisspeicherung gekennzeichnet werden.

Das Feld **Druckvorbesetzung** wird nur für dynamische Berechnungsverfahren benötigt. Es beinhaltet den Druckstartwert am Knoten für den Berechnungsvorgang.

Die folgenden Felder dienen zur Dokumentation. Damit kann die geografische Position des Knotens definiert werden:

- **Längengrad:**  
Der Längengrad (geografische Länge) ist der Winkel vom Nullmeridian.
- **Breitengrad:**  
Der Breitengrad (geografische Breite) ist der Winkel vom Äquator.
- **Seehöhe:**  
Die Seehöhe ist für die Druckverhältnisse im Netz bedeutsam.

Die beim Knoten hinterlegten geografischen Daten werden auch von verschiedenen Funktionen der PSS SINICAL Benutzeroberfläche zum lagerichtigen Einpassen des Knotens herangezogen. So werden diese beispielsweise zur Referenz-Positionsbestimmung bei Hintergrundkarten oder beim Google Earth Export verwendet.

Mit den Feldern **Errichtungszeitpunkt** und **Stilllegungszeitpunkt** werden jene Zeitpunkte definiert, an denen der Knoten fertig gestellt bzw. stillgelegt wird.

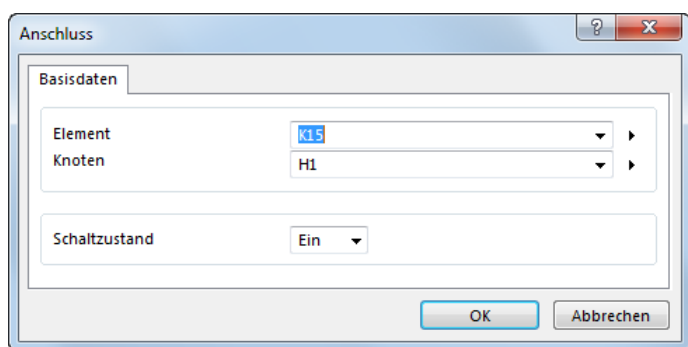
Im Feld **Verknüpfungsname** kann ein beliebiger Name für den Knoten angegeben werden. Dieser Name wird verwendet, um eine eindeutige Zuordnung der Knoten bei Verwendung von Include Netzen zu ermöglichen.

## 2.1.2 Anschluss

Die Anschlussdaten des Netzelementes werden automatisch mit dem jeweiligen Netzelement erzeugt. Sie beinhalten die topologische Verbindung von den Netzelementen zu den Knoten.

Eine Übersicht der Felder für den Anschluss ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Anschluss



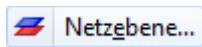
**Bild: Datenmaske Anschluss**

Mit dem Feld **Element** werden Anschlussdaten einem Netzelement zugeordnet.

Mit den Feldern **Knoten** und **Anschlussnummer** wird die Verbindung des Netzelementes zu den Knoten festgelegt. Knotenelemente besitzen einen Anschluss und Zweigelemente besitzen zwei Anschlüsse.

Mit dem Feld **Schaltzustand** kann an diesem Anschluss ein Schalter platziert werden.

### 2.1.3 Netzebene



In PSS SINICAL müssen alle Netzelemente einem Teilnetz zugeordnet werden. Das Teilnetz wird mit der Netzebene gebildet, die globale Daten für die zugeordneten Netzelemente definiert.

Die Verwaltung von Netzebenen erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Netzebene**. Es erscheint eine Datenmaske mit einem Browser. Eine allgemeine Beschreibung dazu finden Sie im Kapitel **Spezielle Maske mit Browser**.

Eine Übersicht der Felder für die Netzebene ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

#### Basisdaten Netzebene

Basisdaten Geostationär			
Name	Mitteldruck		
Kurzname	Mittel		
Nennndruck	pn	5,0	bar
Temperatur des Gases	tg	12,0	°C
Lufttemperatur	tl	20,0	°C
Max. Fließgeschw.	vmax	2,0	m/s
Min. Betriebsdruck	pbmin	3,5	bar
Max. Betriebsdruck	pbmax	5,0	bar

**Bild: Basisdaten der Netzebene**

Die Netzebene ermöglicht die Eingabe von Vorgabedaten für Teilnetze.

Der **Name** kann eine beliebige Bezeichnung enthalten, welche der genaueren Identifikation dient. Diese muss nicht eindeutig sein. Zusätzlich kann mit **Kurzname** eine Kurzbezeichnung vergeben werden.

Der **Nennndruck** ist jener Druck, für den die Netzelemente dieses Netzbereichs ausgelegt sind.

Die **Temperatur des Gases** dient zur Umrechnung von Norm- und Betriebszustand.

Die **Lufttemperatur** dient zur Berechnung des Luftdrucks in Abhängigkeit von der Knotenhöhe.

Die **Max. Fließgeschwindigkeit** bestimmt die maximal zulässige Strömungsgeschwindigkeit in der Netzebene. Wird diese überschritten, dann wird dies in den Ergebnissen vermerkt, und entsprechende Warnungsmeldungen werden generiert.

Über die Felder **Min. Betriebsdruck** und **Max. Betriebsdruck** werden die in der Netzebene zulässigen Grenzwerte der Drücke bestimmt. Werden diese überschritten, dann wird dies in den Ergebnissen vermerkt, und entsprechende Warnungsmeldungen werden generiert.

## Geostationäre Daten Netzebene

Über die Netzebene können für die einzelnen Netzelemente Defaultdaten für die geostationäre Berechnung definiert werden.

	Zeitreihe	Arbeitspunkte	Zuwachsreihe
Verbaucher	Zeit	Belastung	(kein)
Druckbuffer	(kein)	(kein)	(kein)
Konst. Fluss/Druck	(kein)	(kein)	(kein)
Druckregler	(kein)	(kein)	(kein)
Ventil	(kein)	(kein)	(kein)
Leck	(kein)	(kein)	(kein)
Kompressor	(kein)	(kein)	(kein)
Einspeisung Gas	(kein)	(kein)	(kein)

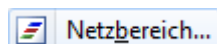
**Bild: Geostationäre Daten der Netzebene**

Über die Spalte **Zeitreihe** kann für jedes Netzelement ein zeitlicher Verlauf für die geostationäre Berechnung definiert werden.

Über die Spalte **Arbeitspunkte** kann für jedes Netzelement eine Folge von Arbeitspunkten für die geostationäre Berechnung vorgegeben werden.

Die Spalte **Zuwachsreihe** dient zur Festlegung von Steigerungsdaten für jedes Netzelement. Diese Funktion ist derzeit noch nicht verfügbar.

### 2.1.4 Netzbereich



Der Netzbereich dient zur Strukturierung des Netzes, d.h. durch im GUI verfügbare Funktionen können Netzelemente anhand eines Netzbereiches eingefärbt, selektiert usw. werden. Netzbereiche können auch hierarchisch strukturiert werden, um Beziehungen und Abhängigkeiten zu beschreiben.

Die Verwaltung von Netzbereichen erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Netzbereich**. Es erscheint eine Datenmaske mit einem Browser. Eine allgemeine Beschreibung dazu finden Sie im Kapitel Spezielle Maske mit Browser.

Eine Übersicht der Felder für den Netzbereich ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.



## Basisdaten Netzbereich

**Bild: Basisdaten des Netzbereiches**

Der **Name** kann eine beliebige Bezeichnung enthalten, welche der genaueren Identifikation dient. Diese muss nicht eindeutig sein. Zusätzlich kann mit **Kurzname** eine Kurzbezeichnung vergeben werden.

Das Feld **Übergeordneter Netzbereich** dient zur Festlegung der Hierarchie der Netzbereiche.

## Ausfallanalyse Netzbereich

**Bild: Ausfallanalysedaten des Netzbereiches**

Das Feld **Ausfall** aktiviert, deaktiviert oder steuert die Elemente des Netzbereiches für die Ausfallanalyse.

- Keine:  
Es fallen keine Elemente aus.
- Alle Elemente:  
Es fallen alle Elemente aus.
- Alle Leitungen:  
Es fallen alle Leitungen aus.

- Alle Elemente mit Grenzwertverletzung:  
Es fallen alle Elemente aus, bei denen die Fließgeschwindigkeit über dem eingestellten Grenzwert liegt.
- Alle Leitungen mit Grenzwertverletzung:  
Es fallen alle Leitungen aus, bei denen die Fließgeschwindigkeit über dem eingestellten Grenzwert liegt.

Mit dem Feld **Fließgeschwindigkeit** kann der Grenzwert eingestellt werden, ab dem Netzelemente ausfallen.

Das Feld **Verursachter Ausfall** steuert den Umfang der Folgeausfälle in den Netzbereichen.

- Keine:  
Es werden keine Folgeausfälle generiert.
- Markierte Netzbereiche:  
Es werden nur Folgeausfälle für jene Netzbereiche generiert, bei denen die Option **Markiert für verursachten Ausfall** aktiviert ist.
- Eigener Netzbereich:  
Es werden nur Folgeausfälle im aktuellen Netzbereich generiert.

Der Umfang der Elemente in den Folgeausfällen kann zusätzlich noch über das Feld **Verursachte Elemente** festgelegt werden.

- Elemente mit Grenzwertverletzung:  
Alle Elemente, bei denen die Fließgeschwindigkeit über den eingestellten Grenzwert liegt, verursachen einen Folgeausfall.
- Leitungen mit Grenzwertverletzung:  
Alle Leitungen, bei denen die Fließgeschwindigkeit über den eingestellten Grenzwert liegt, verursachen einen Folgeausfall.

Mit dem Feld **Fließgeschwindigkeit Verursachter Ausfall** wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fließgeschwindigkeit eingestellt. Alle Elemente, die nach dem Basisausfall diesen Grenzwert überschreiten, verursachen einen Folgeausfall.

Der Umfang der Ergebnisse der Ausfallanalyse kann im Feld **Protokollierung Grenzwerte** parametrisiert werden. Hierbei kann eingestellt werden, welche Netzelemente bei Überschreitung von Grenzwerten protokolliert werden. Folgende Optionen sind verfügbar:

- Keine
- Elemente
- Knoten
- Elemente und Knoten
- Leitungen
- Leitungen und Knoten

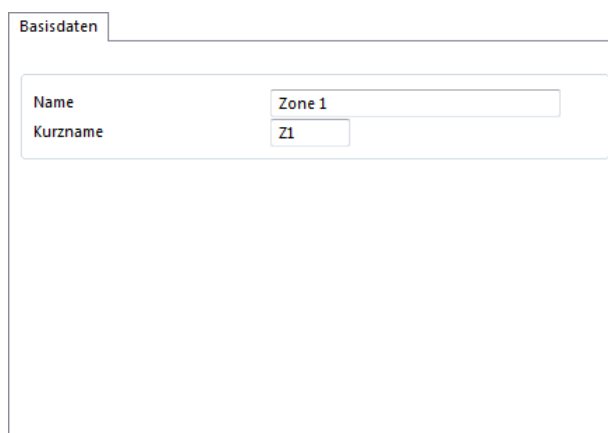
## 2.1.5 Netzzone

Die Netzzone dient zur Strukturierung des Netzes, d.h. durch im GUI verfügbare Funktionen können Netzelemente anhand einer Netzzone eingefärbt, selektiert usw. werden.

Die Verwaltung von Netzzonen erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Netzzone**. Es erscheint eine Datenmaske mit einem Browser. Eine allgemeine Beschreibung dazu finden Sie im Kapitel Spezielle Maske mit Browser.

Eine Übersicht der Felder für die Netzzone ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

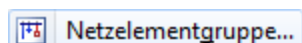
### Basisdaten Netzzone



**Bild: Basisdaten der Netzzone**

Der **Name** kann eine beliebige Bezeichnung enthalten, welche der genaueren Identifikation dient. Diese muss nicht eindeutig sein. Zusätzlich kann mit **Kurzname** eine Kurzbezeichnung vergeben werden.

## 2.1.6 Netzelementgruppe



Die Netzelementgruppe wird zur Gruppierung von Netzelementen verwendet.

Die Netzelementgruppe wird auch von den Berechnungsmethoden verarbeitet. Diese nutzen die Netzelementgruppen beispielsweise zur Generierung von Längsschnitten.

Die Bearbeitung von Netzelementgruppen erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Netzelementgruppe**. Es erscheint der Netzbrowser. Eine genaue Beschreibung der Funktionen zur Bearbeitung von Netzelementgruppen finden Sie im Handbuch Bedienung, Kapitel Netzbrowser, Abschnitt Netzelementgruppe.

Eine Übersicht der Felder für die Netzelementgruppe ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Netzelementgruppe

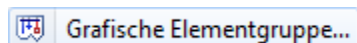
The screenshot shows a Windows-style dialog box titled 'Netzelementgruppe'. It has a tab labeled 'Basisdaten'. Inside the tab, there are three input fields: 'Name' (containing the text 'Weg'), 'Kurzname' (empty), and 'Art der Gruppe' (a dropdown menu currently showing 'Längsschnitt'). At the bottom right of the dialog are two buttons: 'OK' and 'Abbrechen'.

**Bild: Datenmaske Netzelementgruppe**

Mit dem Feld **Art der Gruppe** wird die Gruppenart festgelegt. Die folgenden Gruppen sind verfügbar:

- **Allgemeine Gruppe:**  
Die Allgemeine Gruppe wird zur Gruppierung von Netzelementen verwendet. Diese wird von den Berechnungsmethoden nicht berücksichtigt.
- **Längsschnitt:**  
Ein Längsschnitt ist eine Gruppe von Elementen, die eine Strecke im Netz repräsentieren. Für jede Längsschnitt-Gruppe wird ein Längsschnittdiagramm erzeugt.
- **Ausfallsgruppe:**  
Eine Ausfallsgruppe ist eine Gruppe von Elementen, die in der Ausfallanalyse in einem separaten Ausfall behandelt werden.
- **Funktionsgruppe:**  
Eine Funktionsgruppe beinhaltet Netzelemente, die nur gemeinsam in Betrieb sein können und daher auch gemeinsam ausfallen.
- **Betriebsgruppe:**  
Eine Betriebsgruppe muss einen Knoten und ein Netzelement beinhalten. Für jede Betriebsgruppe wird ein Betriebsverhalten-Diagramm erzeugt.

### 2.1.7 Grafische Elementgruppe



Die grafische Elementgruppe dient ebenso wie die [Netzelementgruppe](#) der Gruppierung von Netzelementen.

Im Gegensatz zur Netzelementgruppe wird diese Gruppierung grafisch erfasst. Hierzu wird ein in der Datenbank gespeichertes Polygon verwendet.

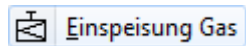
Die Bearbeitung von grafischen Elementgruppen erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Grafische Elementgruppe**. Es erscheint der Netzbrowser. Eine genaue Beschreibung der Funktionen zur Bearbeitung von grafischen Elementgruppen finden Sie im Handbuch Bedienung, Kapitel Netzbrowser, Abschnitt Grafische Elementgruppe.

## 2.2 Einspeisungen

Folgende Einspeisung steht zur Verfügung:

- [Einspeisung Gas](#)

### 2.2.1 Einspeisung Gas



Mit diesem Element werden Druck- und Flusseinspeisungen in der Gasnetzberechnung nachgebildet.

Das Erzeugen einer Einspeisung Gas erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Knotenelemente – Einspeisung Gas**.

Eine Übersicht der Felder für die Einspeisung Gas ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Einspeisung Gas

**Bild: Datenmaske Einspeisung Gas**

In der Gasnetzberechnung wird zwischen einer Druckeinspeisung und einer Flusseinspeisung unterschieden. Der jeweilige Typ wird über das Feld **Einspeisungstyp** gewählt.

## Druckeinspeisung

Bei dieser Einspeisung bleibt der Überdruck an der Einspeisestelle konstant, unabhängig von der Lastverteilung im Netz.

Der Unterschied zwischen der Summe aller Einspeisungen und der Summe aller Abgaben wird von der Druckeinspeisung ausgeglichen. Aus diesem Grund muss für die Berechnung zumindest eine Druckeinspeisung für das Gesamtnetz angegeben werden.

Der **Max. Rückfluss** in Normkubikmeter wird nur in der dynamischen Berechnung verwendet.

Der **Konstante Überdruck** in der Einspeisestelle bleibt konstant, unabhängig von der Lastverteilung im Netz.

Über das Feld **Grenzwerte** kann die Eingabe von Flussgrenzen aktiviert und über die Felder **Minimales Einspeisevolumen** und **Maximales Einspeisevolumen** eingegeben werden. Genauere Informationen finden sie im Kapitel [Überwachung der Grenzwerte](#).

## Flusseinspeisung

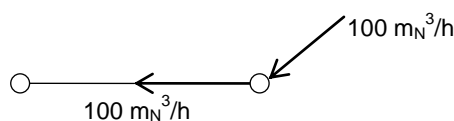
Bei dieser Einspeisung bleibt die Einspeisemenge in der Einspeisestelle konstant, unabhängig von der Lastverteilung im Netz.

Anhand des gewählten **Einspeisungstyps** können die Daten unterschiedlich angegeben werden:

- Normzustand:  
Das Feld **Konst. Einspeisevolumen – Normzustand** wird befüllt
- Betriebszustand:  
Das Feld **Konst. Einspeisevolumen – Betriebszustand** wird befüllt
- Leistung:  
Das Feld **Konst. Einspeiseleistung** wird befüllt

Es ist zu beachten, dass eine Flusseinspeisung immer und druckunabhängig einen Durchfluss in seinen Zuleitungen erzeugt.

### Beispiel:



Über das Feld **Grenzwerte** kann die Eingabe von Flussgrenzen aktiviert und über die Felder **Minimales Einspeisevolumen** und **Maximales Einspeisevolumen** eingegeben werden. Genauere Informationen finden sie im Kapitel [Überwachung der Grenzwerte](#).

Über die Felder **Faktor max. Rückfluss**, **Faktor konst. Überdruck**, **Faktor konst. Einspeisevolumen** und **Faktor konst. Einspeiseleistung** können die jeweiligen Eingabewerte multipliziert werden.

## Elementdaten Einspeisung Gas

Die Elementdaten für die Einspeisung Gas sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Einspeisung Gas

Die geostationären Daten für die Einspeisung Gas sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

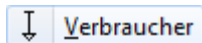
## 2.3 Knotenelemente

Diese Elemente ermöglichen die Nachbildung von Regelementen und Verbrauchern in den Strömungsnetzen.

Die folgenden Knotenelemente sind verfügbar:

- [Verbraucher](#)
- [Druckbuffer](#)
- [Leck](#)

### 2.3.1 Verbraucher



Ein Verbraucher erzeugt in den Zuleitungen einen seiner Abnahmemenge entsprechenden Fluss, unabhängig von dem zur Verfügung stehenden Druck.

Das Erzeugen eines Verbrauchers erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Knotenelemente – Verbraucher**.

Eine Übersicht der Felder für den Verbraucher ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Verbraucher

**Bild: Datenmaske Verbraucher**

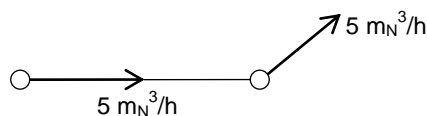
Anhand des gewählten **Abnahmetyps** können die Daten unterschiedlich angegeben werden:

- Normzustand:  
Das Feld **Konst. Abnahmevolumen – Normzustand** wird befüllt
- Betriebszustand:  
Das Feld **Konst. Abnahmevolumen – Betriebszustand** wird befüllt
- Leistung:  
Das Feld **Konst. Abnahmeleistung** wird befüllt

Die Abnahmemenge bzw. Abnahmeleistung des Verbrauchers ist vom Druck am Entnahmeknoten unabhängig.

Es ist zu beachten, dass ein Verbraucher immer und druckunabhängig einen Durchfluss in seinen Zuleitungen erzeugt.

### Beispiel:



Mit den Feldern **Druckabhängige Abnahmereduktion** und **Minimaler relativer Druck** kann die Abnahme des Verbrauchers dynamisch an den Betriebszustand des Netzes angepasst werden. D.h. bei Unterschreiten des vorgegebenen minimalen relativen Druckes verringert sich die Abnahme um den Faktor  $(p/p_{min})^2$ . Bei einem minimalen relativen Druck kleiner gleich 0.0 erfolgt keine Abnahme.

Über die Felder **Faktor konst. Abnahmevolumen** und **Faktor konst. Abnahmeleistung** können die jeweiligen Eingabewerte multipliziert werden.



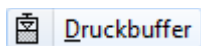
## Elementdaten Verbraucher

Die Elementdaten für den Verbraucher sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Verbraucher

Die geostationären Daten für den Verbraucher sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

### 2.3.2 Druckbuffer



Dieses Element dient zur Nachbildung eines Gasbehälters.

Das Erzeugen eines Druckbuffers erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Knotenelemente – Verbraucher**.

Eine Übersicht der Felder für den Druckbuffer ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Druckbuffer

**Bild: Datenmaske Druckbuffer**

Der Druckbuffer hat auf die stationäre Berechnung keinen Einfluss.

In der dynamischen Berechnung wird der Anfangsdruck am Druckbuffer aus der stationären Berechnung übernommen.

Aus diesem Druckwert wird danach die Füllung des Behälters mit Hilfe der Druckbufferkennlinie berechnet.

Aus den Drücken am Druckbufferknoten ergibt sich in der dynamischen Berechnung nun ein Fluss in oder aus dem Druckbuffer, je nachdem, ob der Druck steigt oder sinkt.

Der **Max. Druck** ist jener Druck, ab dem ein Überlaufverhalten in der Berechnung nachgebildet wird. Ist der maximale Druck größer als der größte angegebene Druck der Kennlinie, so wird dieser als maximaler Druck verwendet.

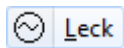
## Elementdaten Druckbuffer

Die Elementdaten für den Druckbuffer sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Druckbuffer

Die geostationären Daten für den Druckbuffer sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

### 2.3.3 Leck



Dieses Element wird zur Nachbildung eines Lecks im Netz verwendet.

Das Erzeugen eines Lecks erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Knotenelemente – Leck**.

Eine Übersicht der Felder für das Leck ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Leck

**Bild: Datenmaske Leck**

Die **Austrittsfläche** spiegelt die Größe der Öffnung wieder. Die Form der Öffnung wird in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die **Flusszahl** ist ein Multiplikator für die widerstandslos berechnete Ausflussmenge am Leck. Sie hat einen Wert zwischen null und eins, wobei

- 1 = widerstandsloser Ausfluss
- 0 = kein Ausfluss möglich (Widerstand unendlich)

bedeutet.

Mit dem Feld **Max. Durchflussänderung** wird das Verhalten der Simulation gesteuert. Der in diesem Feld vorgegebene Wert stellt das Maximum der Änderung des Durchflusses zwischen zwei Berechnungsiterationen dar. Durch Abändern dieses Wertes kann das Konvergenzverhalten der Simulation beeinflusst werden.

## Elementdaten Leck

Die Elementdaten für das Leck sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Leck

Die geostationären Daten für das Leck sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

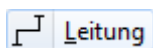
## 2.4 Zweigelemente

Mit diesen Elementen können Verbindungen zwischen zwei Knoten definiert werden.

Die folgenden Zweigelemente sind verfügbar:

- [Leitung](#)
- [Schieber/Rückschlagventil](#)
- [Konst. Druckabfall/Konst. Fluss](#)
- [Druckregler](#)
- [Kompressor](#)

### 2.4.1 Leitung



Die Leitungsdaten ermöglichen es, jedes beliebige Rohr bzw. Rohrstrecken nachzubilden. Der Druckabfall auf diesem Zweigelement ergibt sich aufgrund des Durchflusses, der sich je nach Belastung ändern kann.

Das Erzeugen einer Leitung erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Zweigelemente – Leitung**.

Eine Übersicht der Felder für die Leitung ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Leitung

**Bild: Datenmaske Leitung**

Über den **Standardtyp** können die Daten der Leitung aus einer Standardtypdatenbank entnommen werden.

Über das Feld **Länge** wird die Länge der Leitung bzw. der Rohrstrecke angegeben.

Bei nicht kreisrunden Querschnitten ist als **Innendurchmesser** der äquivalente Durchmesser

$$d_i = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

und als **Profilfaktor** der Quotient aus

$$\frac{d_i \pi}{U}$$

anzugeben.

A ... tatsächlicher Querschnitt des Rohres in [mm]

U ... tatsächlicher Umfang in [mm]

Die **Sandrohrrauigkeit** beeinflusst den Druckabfall und wird zur Ermittlung der Rohrreibungszahl Lambda benötigt.

Der **Längenzuschlagsfaktor** wird benötigt, um den Widerstand von Krümmungen usw. in Leitungen berücksichtigen zu können.

Der **Verlustfaktor Zetawert** dient zur Berücksichtigung des Staudruckes bei der Berechnung des Leitungswiderstandes.

Die **Leckrate** ist der Wasserverlust in l/s pro m Rohrleitung.

Die **Jährliche Rauigkeitsänderung** gibt die Veränderung der Glattheit der inneren Rohroberfläche pro Jahr an.

Die **Jährliche Durchmesserminierung** gibt die Querschnittsverkleinerung des Rohres durch Inkrustierung pro Jahr an.

### Berechnung des Leitungswiderstandes

Zum Berechnen des Druckabfalls in Leitungen wird der Leitungswiderstand benötigt.

$$c = \rho * \lambda * l * \frac{1}{d_i^5} * K_1 * K_3$$

c ... Leitungswiderstand in [kg/m<sup>7</sup>]

$\rho$  ... Dichte in [t/m<sup>3</sup>]

$\lambda$  ... Rohrreibungszahl

l ... Leitungslänge in [m]

$d_i$  ... Innendurchmesser in [mm]

$K_1$  ...  $\frac{8}{g * \pi^2} * 10^9$  in [s<sup>2</sup>/m]

$K_3$  ...  $g * \frac{1}{100}$  in [m/s<sup>2</sup>]

g ... Erdbeschleunigung in [m/s<sup>2</sup>]

### Berechnung der Rohrreibungszahl Lambda

Zur Berechnung des Leitungswiderstandes benötigt man, wie aus der vorangegangenen Formel ersichtlich, die Rohrreibungszahl Lambda.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \log \left( \frac{k_s}{3,71 * d_i} + \frac{2,51}{Re} * \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right) \text{ für } Re > 4000$$

$$\lambda = 0,03$$

für

$$Re = 0$$

und

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

für

$$0 < \text{Re} \leq 2320$$

Zwischen 2320 und 4000 kommt es zur linearen Interpolation, um Unstetigkeiten zu vermeiden.

- $\lambda$  ... Rohrreibungszahl
- $\text{Re}$  ... Reynoldszahl
- $d_i$  ... Innendurchmesser in [mm]
- $k_s$  ... Sandrohrrauigkeit in [mm]

### Berechnung der Reynoldszahl

$$\text{Re} = K_2 * |Q_F| * \frac{1}{d_i * \nu}$$

- $\text{Re}$  ... Reynoldszahl
- $K_2$  ...  $\frac{4}{\pi} * 10^6$
- $Q_F$  ... Durchflussmenge in [l/s]
- $d_i$  ... Innendurchmesser in [mm]
- $\nu$  ... kinematische Zähigkeit in [mm<sup>2</sup>/s]

### Berechnung der jährlichen Durchmesserminde- rung

$$d_B = d_V * \left( 1 - \Delta d * \frac{1}{100} * (t_B - t_V) \right)$$

- $d_B$  ... Durchmesser des Betrachtungsjahres in [mm]
- $d_V$  ... Durchmesser des Verlegungsjahres in [mm]
- $\Delta d$  ... Durchmesserminde- rung in Prozent pro Jahr in [%]
- $t_B$  ... Betrachtungsjahr
- $t_V$  ... Verlegungsjahr

## Berechnung des jährlichen Rauigkeitszuwachses

$$k_{sB} = k_{sV} * \left( 1 + \Delta k_s * \frac{1}{100} * (t_B - t_V) \right)$$

$k_{sB}$  ... Sandrohrrauigkeit des Betrachtungsjahres in [mm]

$k_{sV}$  ... Sandrohrrauigkeit des Verlegungsjahres in [mm]

$t_B$  ... Betrachtungsjahr

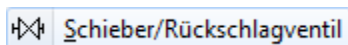
$t_V$  ... Verlegungsjahr

$\Delta k_s$  ... Rauigkeitszuwachs in Prozent pro Jahr in [%]

## Elementdaten Leitung

Die Elementdaten für die Leitung sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

### 2.4.2 Schieber/Rückschlagventil



Mit diesem Element können Schieber und Rückschlagventile nachgebildet werden.

Das Erzeugen eines Schiebers oder Rückschlagventils erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Zweigelemente – Schieber/Rückschlagventil**.

Eine Übersicht der Felder für Schieber und Rückschlagventil ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Schieber/Rückschlagventil

**Bild: Datenmaske Schieber/Rückschlagventil**

Es wird zwischen einem Schieber und einem Rückschlagventil unterschieden. Der jeweilige Typ wird über das Feld **Ventiltyp** gewählt.

### Schieber

Ein Schieber kann geschlossen und geöffnet werden.

Der Zustand des Schiebers wird über die **Schieberstellung** bestimmt.

### Rückschlagventil

Mit dem Rückschlagventil kann der Durchfluss in eine Richtung gesperrt werden. Der Durchfluss kann nur vom Knoten am Leitungsbeginn zum Knoten am Leitungsende erfolgen.

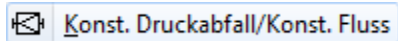
## Elementdaten Schieber/Rückschlagventil

Die Elementdaten für Schieber/Rückschlagventil sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Schieber/Rückschlagventil

Die geostationären Daten für Schieber/Rückschlagventil sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

### 2.4.3 Konst. Druckabfall/Konst. Fluss



Mit diesem Zweigelement kann eine Leitung mit konstantem Druckabfall oder konstantem Fluss definiert werden.

Das Erzeugen eines konstanten Druckabfalls oder konstanten Flusses erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Zweigelemente – Konst. Druckabfall/Konst. Fluss**.

Eine Übersicht der Felder für konstantem Druckabfall/konstantem Fluss ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.



## Basisdaten Konst. Druckabfall/Konst. Fluss

Konst. Druckabfall/Konst. Fluss

Basisdaten | Elementdaten | Geostationär

Startknoten: K26

Endknoten: K27

Name: KL40

Netzebene: Mitteldruck (5,0 bar)

☐ Außer Betrieb

Leitungstyp: Konstanter Druckabfall

Druckabfall: pab 1,0 bar

Manipulation

Fkt. Druckabfall: fpab 1,0

Manipulationsname: (kein)

OK Abbrechen

**Bild: Datenmaske Konst. Druckabfall/Konst. Fluss**

Es wird zwischen einer Leitung mit konstantem Druckabfall und einer Leitung mit konstantem Durchfluss unterschieden. Der jeweilige Typ wird über das Feld **Leitungstyp** gewählt.

### Konstanter Druckabfall

Im Feld **Druckabfall** wird der konstante Druckabfall des Zweigelementes eingetragen. Dieser ist unabhängig vom Durchfluss und vom Druck am Eintrittsknoten.

### Konstanter Durchfluss

Im Feld **Durchflussvolumen** wird der konstante Fluss des Zweigelementes eingetragen. Dieser ist unabhängig von den Drücken am Ein- bzw. Austrittsknoten.

Über die Felder **Faktor Druckabfall** und **Faktor Volumenstrom** können die jeweiligen Eingabewerte multipliziert werden.

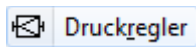
## Elementdaten Konst. Druckabfall/Konst. Fluss

Die Elementdaten für konstantem Druckabfall/konstantem Fluss sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Konst. Druckabfall/Konst. Fluss

Die geostationären Daten für konstantem Druckabfall/konstantem Fluss sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## 2.4.4 Druckregler



Druckregler verbinden die verschiedenen Druckbereiche und ermöglichen bei schwankendem Anfangsdruck einen konstanten Enddruck.

Das Erzeugen eines Druckreglers erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Zweigelemente – Druckregler**.

Eine Übersicht der Felder für den Druckregler ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Druckregler

**Bild: Datenmaske Druckregler**

Der **Geregelte Knoten** ist ein beliebiger Knoten im Netz, für den der Druck vorgegeben wird.

Über das Feld **Arbeitsweise** wird die Arbeitsweise des Druckreglers vorgegeben:

- **Druckerhöhung:**  
Bei diesem Typ ist nur eine Erhöhung des Druckes durch den Druckregler möglich. Ergibt sich anhand von Eingabedaten und Simulation eine Druckreduktion, dann bewirkt der Druckregler keine Änderung des Druckes.
- **Druckreduktion:**  
Bei diesem Typ ist nur eine Reduktion des Druckes durch den Druckregler möglich. Ergibt sich anhand von Eingabedaten und Simulation eine Druckerhöhung, dann bewirkt der Druckregler keine Änderung des Druckes.
- **Druckerhöhung und Reduktion:**  
Bei diesem Typ kann der Druck sowohl erhöht als auch reduziert werden.

Der **Innere Druckabfall** kann über eine [Druckabfallkennlinie](#) vorgegeben werden.

Der **Druck am Eintrittsknoten** ist der geschätzte Druck am Anfangsknoten.

Der **Druck am Austrittsknoten** ist der konstant geregelte Druck am geregelten Knoten.

Die **Max. Druckabweichung** gibt die maximal zulässige Abweichung des aktuellen Druckes vom vorgegebenen an.

Der **Max. Rückfluss** in Normkubikmeter wird nur in der dynamischen Berechnung verwendet.

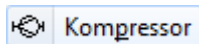
## Elementdaten Druckregler

Die Elementdaten für den Druckregler sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Druckregler

Die geostationären Daten für den Druckregler sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

### 2.4.5 Kompressor



Dieses Zweigelement ermöglicht eine direkte Druckerhöhung in jedem beliebigen Teil des Versorgungsgebietes.

Der Kompressor ist kein realer Kompressor, sondern eine Druckerhöhungsquelle im Zweigelement.

Das Erzeugen einer Kompressors erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Zweigelemente – Kompressor**.

Eine Übersicht der Felder für den Kompressor ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Basisdaten Kompressor

**Bild: Datenmaske Kompressor**

Der **Geregelte Knoten** ist ein beliebiger Knoten im Netz, für den der Druck vorgegeben wird.

Der **Druck am Eintrittsknoten** ist der geschätzte Druck am Anfangsknoten.

Der **Druck am Austrittsknoten** ist der konstant geregelte Druck am geregelten Knoten.

Die **Max. Druckabweichung** gibt die maximal zulässige Abweichung des aktuellen Druckes vom vorgegebenen an.

Da die Simulation mit konstantem Druckabfall bzw. Druckanstieg in jeder Iteration rechnet, wird dieser Druckabfall bzw. -anstieg bei jeder Iteration aus den Daten der letzten Iteration berechnet. Dadurch kann es passieren, dass der **Druck am Austrittsknoten** nicht exakt mit dem geforderten Druck übereinstimmt. Die **Max. Druckabweichung** gibt die erlaubte Deviation an.

Sollte aus der Berechnung ein Druckabfall am Element resultieren, so wird mit einem Druckanstieg von 0 weitergerechnet.

## Elementdaten Kompressor

Die Elementdaten für den Kompressor sind unter [Allgemeine Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## Geostationäre Daten Kompressor

Die geostationären Daten für den Kompressor sind unter [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#) beschrieben.

## 2.5 Allgemeine Steuer- und Eingabedaten

Mit diesen Daten werden sowohl allgemeine Parameter für die Berechnung vorgegeben als auch ergänzende Informationen für das Netz festgelegt.

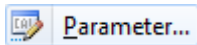
Die folgenden Steuerdaten sind verfügbar:

- [Berechnungsparameter](#)

Die folgenden Eingabedaten sind verfügbar:

- [Allgemeine Daten für Netzelemente](#)
- [Include Netz](#)
- [Betriebszustand](#)
- [Zusatzdaten Netzelement](#)
- [Zusatzdaten Knoten](#)
- [Master Ressource](#)
- Definition generischer Datenstrukturen
- Generische Daten
- [Beschreibung](#)
- [Druckbufferkennlinie](#)
- [Druckabfallkennlinie](#)
- [Variante](#)

### 2.5.1 Berechnungsparameter



Mit diesen Daten können ergänzende Parameter für die Strömungsnetzberechnung vorgegeben werden.

Die Berechnungsparameter werden über den Menüpunkt **Berechnen – Parameter** definiert.

Eine Übersicht der Felder für die Berechnungsparameter ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

## Stationäre Berechnungsparameter

**Bild: Datenmaske Stationäre Berechnungsparameter**

Das **Betrachtungsdatum** bestimmt den Zeitpunkt für die Berechnung. Liegt das Betrachtungsdatum nicht zwischen Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt eines Netzelementes, so nimmt dieses Netzelement nicht an der Berechnung teil. Ist kein Betrachtungsdatum angegeben, so nehmen alle Netzelemente unabhängig von deren Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt an der Berechnung teil.

Die **Max. Iterationszahl 1** bestimmt die Anzahl der Iteration, die zur Lösung des Berechnungsproblems aufgewendet werden darf. Die **Max. Iterationsanzahl 2** bestimmt die Anzahl der Iterationen, die zur Lösung der Maschen aufgewendet werden darf.

Während der Berechnung wird laufend geprüft, ob die **Maschengenauigkeit** (welche die geforderte Genauigkeit des Druckes in den Knoten angibt) eingehalten wurde. Die **Knotengenauigkeit** der Flüsse wird nach erreichter Maschengenauigkeit geprüft.

Mit dem Feld **Max. Durchflussänderung** wird das Verhalten der Simulation gesteuert. Der in diesem Feld vorgegebene Wert stellt das Maximum der Änderung des Durchflusses zwischen zwei Berechnungsiterationen dar. Durch Abändern dieses Wertes kann das Konvergenzverhalten der Simulation beeinflusst werden.

Im Anschluss an die Berechnung werden die Arbeitspunkte der einzelnen Netzelemente mit den Vorgaben verglichen. Liegt der berechnete Arbeitspunkt außerhalb der Vorgaben, so wird je nach Auswahl im Feld **Prüfung Arbeitsbereich** eine Warnung oder eine Fehlermeldung ausgegeben.

Mit dem Feld **Knoten verbinden** kann festgelegt werden, in welchen Netzen die Verknüpfungsamen der Knoten zur Berechnung herangezogen werden.

- **Include Netze:**  
Die Verknüpfungsamen der Knoten werden nur in den Include Netzen berücksichtigt.

- Alle:  
Die Verknüpfungsnamen der Knoten werden sowohl in den Include Netzen als auch im eigenen Netz berücksichtigt.

Die **Spezifische Dichte** ist die Masse eines Mediums in Relation zum Volumen.

Die **Dynamische Viskosität** ist die Zähigkeit des bewegten Mediums unter Normalbedingungen und kann ebenfalls für das gesamte Netz vorgegeben werden.

Der **Heizwert** des Gases wird zur Umrechnung von Verbrauchsangaben in MW auf  $m_N^3/h$  verwendet.

Der **Luftdruck** dient zur Berücksichtigung des Umgebungsdruckes. Er ist vor allem bei der Berechnung von Niederdrucknetzen von Bedeutung. Es wird der Luftdruck bei Bezugshöhe angegeben.

Es besteht die Möglichkeit, eine **Bezugshöhe des Netzes** einzugeben. Auf diese Bezugshöhe wird dann die Höhe jedes Knotens im Netz relativ bezogen.

Die **Sutherlandkonstante** und die Gastemperatur dienen zur Berechnung der dynamischen Zähigkeit. Darüber hinaus wird die Gastemperatur zur Berechnung der Dichte verwendet.

Der **Adiabatexponent** ist gleich dem Verhältnis der spezifischen Wärme bei konstantem Druck zu konstantem Volumen.

**Konstantfaktor** und **Linearfaktor** dienen zur Berechnung der Kompressibilitätszahl des Gases und zwar wird diese nach der folgenden Formel berechnet:

$$K = f_k + p * f_l * 10^{-3} / \text{bar}$$

K ... Kompressibilitätszahl

$f_k$  ... Konstantfaktor

p ... Druck

$f_l$  ... Linearfaktor

Für Erdgas beträgt der Konstantfaktor 1.0022 und der Linearfaktor -2.16.

## Geostationäre Berechnungsparameter

The screenshot shows a software window titled 'Berechnungsparameter' with a tabbed interface. The 'Geostationär' tab is selected. Inside the window, there are two dropdown menus: 'Ergebnisse speichern' (set to 'Vollständig') and 'Diagramme erzeugen' (set to 'Vollständig'). Below these, there is a table for time-related parameters:

Startzeit	t start	0,0	s
Dauer	d	7.200,0	s
Zeitschritt	dt geo	900,0	s

At the bottom right of the window are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

**Bild: Datenmaske Geostationäre Berechnungsparameter**

Mit dem Feld **Ergebnisse speichern** kann der Ergebnisumfang in der Datenbank eingeschränkt werden.

Je nach Berechnungsmethode werden Diagramme bereitgestellt. Über das Feld **Diagramme erzeugen** wird der Umfang der Einzeldiagramme für die Zeitreihenberechnung festgelegt.

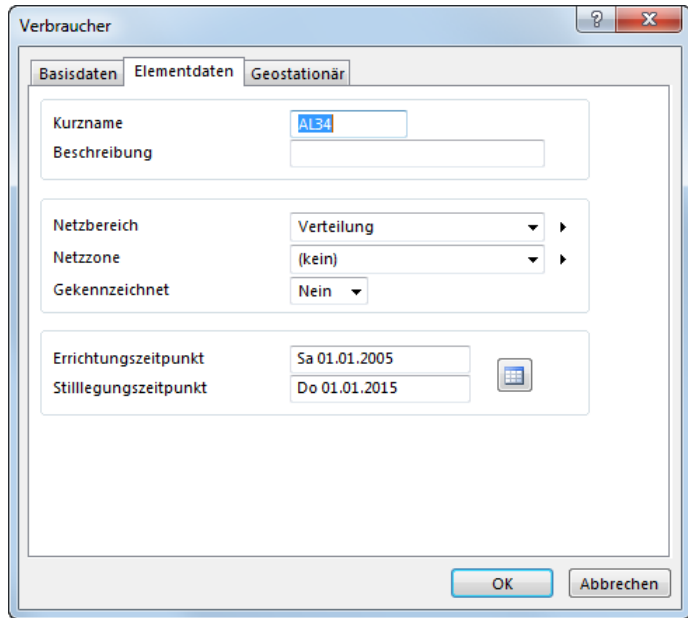
- Keine:  
Es werden keine Einzeldiagramme für Knoten und Elemente erzeugt.
- Vollständig:  
Es werden alle Einzeldiagramme für Knoten und Elemente erzeugt.
- Gekennzeichnet:  
Es werden für die gekennzeichneten Knoten und Elemente Einzeldiagramme erzeugt.

Der Zeithorizont der Zeitreihenberechnung wird durch **Startzeit**, **Dauer** und **Zeitschritt** festgelegt.



## 2.5.2 Allgemeine Daten für Netzelemente

Jedes Netzelement besteht aus den Basisdaten und den dazugehörigen Sachdaten.



**Bild: Verbraucher mit Elementdaten**

Mit dem Feld **Kurzname** kann eine Kurzbezeichnung für das Netzelement definiert werden.

Im Feld **Beschreibung** kann eine ergänzende Information zum Netzelement hinterlegt werden.

Mit dem Feld **Netzbereich** wird dem Netzelement ein **Netzbereich** zugeordnet. Mit Hilfe des Netzbereiches können erweiterte Auswertungen durchgeführt werden.

Mit dem Feld **Netzzone** wird dem Netzelement eine Zone zugeordnet. Damit können erweiterte Auswertungen durchgeführt werden.

Über das Feld **Gekennzeichnet** kann der Knoten für die Diagrammausgabe bzw. für die Ergebnisspeicherung gekennzeichnet werden.

Mit den Feldern **Errichtungszeitpunkt** und **Stilllegungszeitpunkt** werden jene Zeitpunkte definiert, an denen das Netzelement fertig gestellt bzw. stillgelegt wird.

Durch Klicken des Knopfes **Betriebszustand** wird ein Dialog geöffnet, in dem der Betriebszustand des Netzelementes datumsabhängig definiert werden kann. D.h. das Netzelement kann zwischen den Errichtungs- und Stilllegungsdatum beliebig oft außer Betrieb bzw. in Betrieb gesetzt werden.

## 2.5.3 Include Netz

Eine genaue Beschreibung ist im Kapitel Include Netz des Handbuches PSS SINICAL Bedienung zu finden.

## 2.5.4 Betriebszustand

Diese Daten werden über den Menüpunkt **Zusatzdaten – Betriebszustand** im Kontextmenü eines Netzelements definiert. Es erscheint eine Datenmaske mit einem Browser. Eine allgemeine Beschreibung dazu finden Sie im Kapitel Spezielle Maske mit Browser.

Eine Übersicht der Felder für den Betriebszustand ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Betriebszustand

Datum	Name	Status
01.07.2014	Revision	Außer Betrieb
01.08.2014	Betrieb	In Betrieb

**Bild: Basisdaten des Betriebszustandes**

Mit diesen Daten kann der Betriebszustand eines Netzelementes datumsabhängig definiert werden. D.h. das Netzelement kann zwischen den Errichtungs- und Stilllegungsdatum beliebig oft außer Betrieb bzw. in Betrieb gesetzt werden.

Im Feld **Element** wird das Netzelement ausgewählt.

Im Feld **Name** kann eine beliebige Bezeichnung/Kennung für die Änderung des Betriebszustandes hinterlegt werden.

Der **Status** definiert, ob das Netzelement in Betrieb oder außer Betrieb ist.

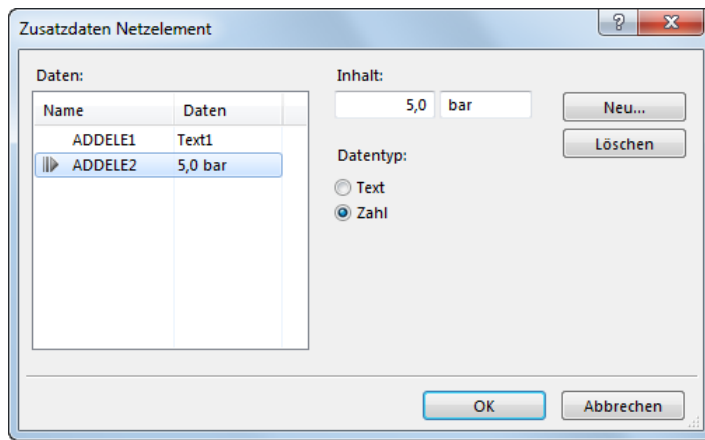
Im Feld **Datum** wird festgelegt, wann die Änderung des Betriebszustandes statt findet.

## 2.5.5 Zusatzdaten Netzelement

Netzelementzusatzdaten ermöglichen es, beliebige Zusatzinformationen zu Netzelementen zu speichern. Sie können zusätzlich zu den Eingabedaten des Elementes in der Beschriftung der Netzgrafik angezeigt werden. Diese Zusatzinformationen werden von den Berechnungsmethoden nicht berücksichtigt.

Diese Daten werden über den Menüpunkt **Zusatzdaten – Zusatzdaten Netzelement** im Kontextmenü eines Netzelements definiert.

Eine Übersicht der Felder für die Netzelementzusatzdaten ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.



**Bild: Dialog Zusatzdaten Netzelement**

Netzelementzusatzdaten werden über die Attribute **Daten** und **Inhalt** beschrieben. Je nach gewähltem Inhalt müssen die Felder **Text** und **Zahl** (Wert und Einheit) befüllt werden.

Im Dialog werden alle definierten Netzelementzusatzdaten für das markierte Element aufgelistet. Durch Auswählen eines Eintrages werden dessen Attribute im rechten Teil des Dialoges angezeigt. Diese können beliebig geändert werden.

Durch Drücken des Knopfes **Neu** werden die neuen Zusatzdaten definiert. Hierbei muss ein Name vorgegeben werden.

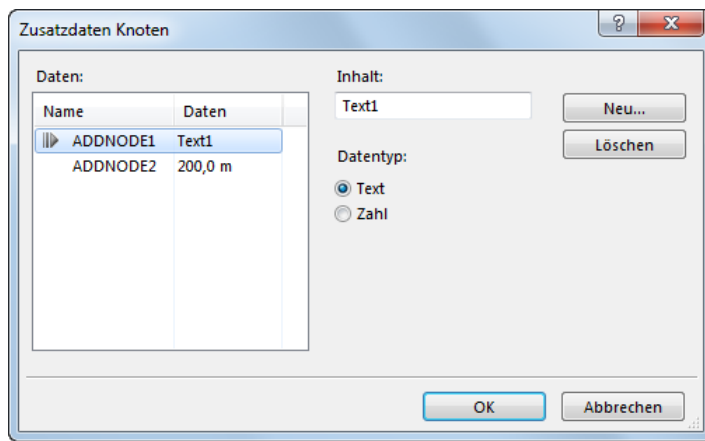
Mit dem Knopf **Löschen** kann der in der Auswahlliste markierte Eintrag gelöscht werden.

## 2.5.6 Zusatzdaten Knoten

Knotenzusatzdaten ermöglichen es, beliebige Zusatzinformationen zu Knoten zu speichern. Sie können zusätzlich zu den Eingabedaten des Knotens in der Beschriftung der Netzgrafik angezeigt werden. Diese Zusatzinformationen werden von den Berechnungsmethoden nicht berücksichtigt.

Diese Daten werden über den Menüpunkt **Zusatzdaten – Zusatzdaten Knoten** im Kontextmenü eines Knotens definiert.

Eine Übersicht der Felder für die Knotenzusatzdaten ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.



**Bild: Dialog Zusatzdaten Knoten**

Knotenzusatzdaten werden über die Attribute **Daten** und **Inhalt** beschrieben. Je nach gewähltem Inhalt müssen die Felder **Text** und **Zahl** (Wert und Einheit) befüllt werden.

Im Dialog werden alle definierten Knotenzusatzdaten für den markierten Knoten aufgelistet. Durch Auswählen eines Eintrages werden dessen Attribute im rechten Teil des Dialoges angezeigt. Diese können beliebig geändert werden.

Durch Drücken des Knopfes **Neu** werden die neuen Zusatzdaten definiert. Hierbei muss ein Name vorgegeben werden.

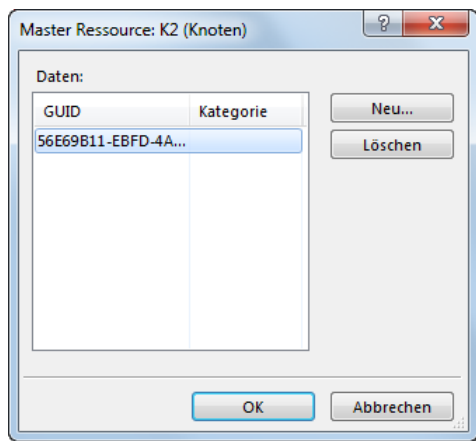
Mit dem Knopf **Löschen** kann der in der Auswahlliste markierte Eintrag gelöscht werden.

## 2.5.7 Master Ressource

Diese Daten ermöglichen es, einem Netzelement bzw. Zusatzdaten spezielle Schlüssel zur Identifikation zuzuweisen. Diese Schlüssel dienen der Datenkopplung mit Fremdsystemen.

Diese Daten werden über den Menüpunkt **Zusatzdaten – Master Ressource** im Kontextmenü eines Elementes definiert.

Eine Übersicht der Felder für die Master Ressource ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.



**Bild: Dialog Master Ressource**

Im Dialog werden alle definierten Master Ressourcen aufgelistet.

Durch Drücken des Knopfes **Neu** wird eine neue Master Ressource für das Netzelement definiert. Hierbei wird eine neue GUID (Global Unique ID) generiert und in die Liste aufgenommen. Die Kategorie legt den Gültigkeitsbereich der jeweiligen GUID fest. Sie wird von PSS SINCAL bei bestimmten Vorgängen (CIM Import, CIM Export) automatisch befüllt.

Mit dem Knopf **Löschen** können die in der Auswahlliste markierten Daten gelöscht werden.

Eine übersichtliche Darstellung aller Netzelemente und der zugeordneten Master Ressourcen ist im Netzbrowser verfügbar. Eine genaue Beschreibung hierzu finden Sie im Handbuch Bedienung, Kapitel Netzbrowser, Abschnitt Master Ressource.

## 2.5.8 Definition generischer Datenstrukturen

Die Definition von generischen Datenstrukturen ist im Handbuch Eingabedaten, Kapitel Definition generischer Datenstrukturen beschrieben.

## 2.5.9 Generische Daten

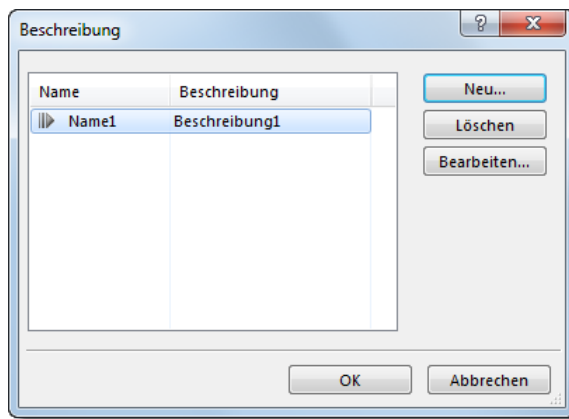
Die Verwendung von generischen Daten ist im Handbuch Eingabedaten, Kapitel Generische Daten beschrieben.

## 2.5.10 Beschreibung

Dieses Element ermöglicht die Definition von beliebig vielen Beschreibungstexten im Netz. Diese können dann sowohl in der Netzgrafik als auch in den Diagrammen mit Hilfe von Formatcodes visualisiert werden.

Die Bearbeitung der Beschreibungen erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Anmerkungen – Beschreibung**.

Eine Übersicht der Felder für die Beschreibung ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.



**Bild: Dialog Beschreibung**

Im Dialog werden alle definierten Beschreibungen aufgelistet.

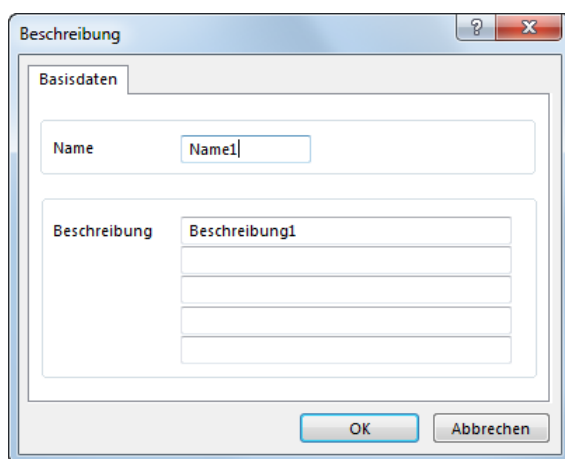
Durch Drücken des Knopfes **Neu** wird eine neue Beschreibung für das Netz definiert. Hierzu wird die Datenmaske der Beschreibung geöffnet. Dabei muss ein eindeutiger Name vorgegeben werden. Der Name und die Beschreibung können durch nochmaliges Anklicken geändert werden.

Mit dem Knopf **Löschen** können die in der Auswahlliste markierten Beschreibungen gelöscht werden.

Durch Drücken des Knopfes **Bearbeiten** kann die in der Liste markierte Beschreibung geändert werden. Hierzu wird die [Datenmaske](#) der Beschreibung geöffnet.

Die Reihenfolge der Beschreibungen kann manuell geändert werden. Hierzu wird die gewünschte Beschreibung markiert und durch Halten der Shift-Taste und gleichzeitiges Betätigen der Cursortasten nach oben oder nach unten verschoben.

## Basisdaten Beschreibung



**Bild: Datenmaske Beschreibung**

Der **Name** kann eine beliebige Bezeichnung enthalten, welche der genaueren Identifikation dient.

Die Felder für die **Beschreibung** dienen zur Eingabe des Beschreibungstextes.

## 2.5.11 Druckbufferkennlinie

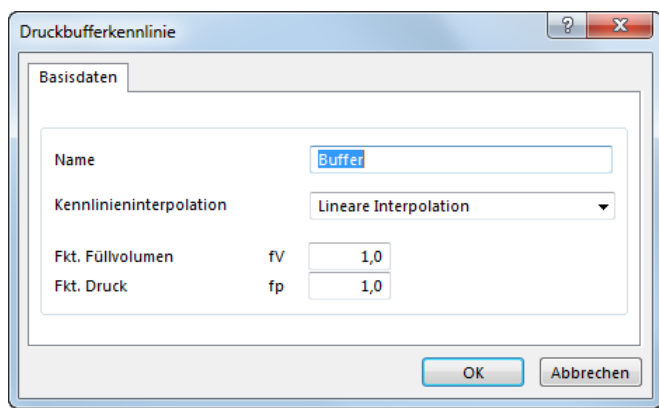
Die Druckbufferkennlinie beschreibt das Verhalten eines Druckbuffers durch eine Kennlinie von Füllvolumen und Druck.

Die Bearbeitung der Druckbufferkennlinien erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Kennlinien – Druckbuffer**.

Die Druckbufferkennlinie wird über einen Datensatz mit den Basisdaten und den zugeordneten Druckbufferkennlinienwerten definiert. Die Eingabe von Druckbufferkennlinienwerten erfolgt wie im Kapitel Maske zur Kennliniengabe beschrieben.

Eine Übersicht der Felder für die Druckbufferkennlinie und die Druckbufferkennlinienwerte ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Druckbufferkennlinie



The screenshot shows a Windows-style dialog box titled "Druckbufferkennlinie". It has a tab labeled "Basisdaten". Inside the dialog, there are four input fields: "Name" with the value "Buffer", "Kennlinieninterpolation" with a dropdown menu showing "Lineare Interpolation", "Fkt. Füllvolumen" with a value of "1,0" and a label "fV", and "Fkt. Druck" with a value of "1,0" and a label "fp". At the bottom right, there are two buttons: "OK" and "Abbrechen".

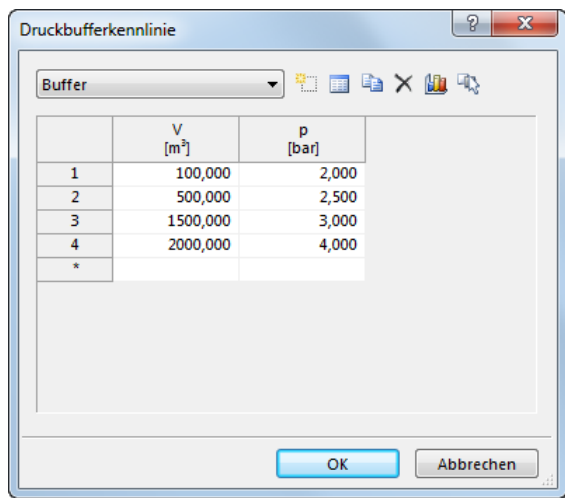
**Bild: Basisdaten für Druckbufferkennlinie**

Mit dem Feld **Kennlinieninterpolation** wird die interne Nachbildung der Kennlinie aus den Kennlinienwerten gesteuert. Es kann zwischen linearer Interpolation (benötigt mehr Punkte zur Beschreibung der Kennlinie) und Polynom Interpolation gewählt werden.

Über den **Faktor Füllvolumen** können alle Füllvolumen-Werte der Druckbufferkennlinie multipliziert werden.

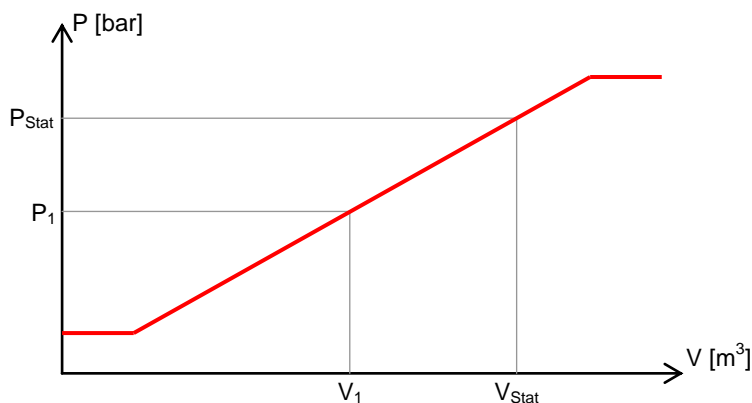
Über den **Faktor Druck** können alle Druck-Werte der Druckbufferkennlinie multipliziert werden.

## Druckbufferkennlinienwerte



**Bild: Druckbufferkennlinienwerte**

Die Eingabe der Bufferkennwerte einer Kennlinie für einen konkreten Buffertyp erfolgt durch Festlegung von mindestens vier Kennlinienpunkten. Der Verlauf der Kennlinie ergibt sich aus der Behälterform.



**Bild: Druckbufferkennlinie**

Der Ausgangswert der dynamischen Simulation ist der von der stationären Simulation ermittelte Druck  $P_{Stat}$ .

Ergebnis der 1. Iteration der Hochbehälterfüllung ist ein Fluss  $Q$ .

Daraus ergibt sich über die Bufferkennlinie ein Füllvolumen  $V_1$

$$V_1 = V_{Stat} - \Delta t * Q$$

und aus der Kennlinie ein neuer zugehöriger Druck  $P_1$  für die nächste Iteration.

Die Druckbufferkennlinie wird aus Wertepaaren von **V** (Füllvolumen) und **P** (Druck) eindeutig beschrieben.



## 2.5.12 Druckabfallkennlinie

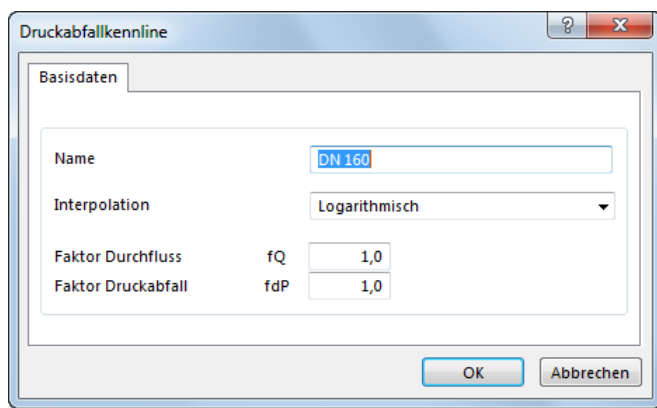
Die Druckabfallkennlinie beschreibt den auftretenden inneren Druckabfall eines Druckreglers durch eine Kennlinie von Durchfluss und Druckabfall.

Die Bearbeitung der Druckabfallkennlinien erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Kennlinien – Druckabfall**.

Die Druckabfallkennlinie wird über einen Datensatz mit den Basisdaten und den zugeordneten Druckabfallkennlinienwerten definiert. Die Eingabe von Druckabfallkennlinienwerten erfolgt wie im Kapitel Maske zur Kennliniengabe beschrieben.

Eine Übersicht der Felder für die Druckabfallkennlinie und die Druckabfallkennlinienwerte ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Druckabfallkennlinie



The screenshot shows a software window titled "Druckabfallkennlinie" with a "Basisdaten" tab. Inside the tab, there are four input fields: "Name" with the value "DN 160", "Interpolation" with a dropdown menu set to "Logarithmisch", "Faktor Durchfluss" with a sub-label "fQ" and a value of "1,0", and "Faktor Druckabfall" with a sub-label "fdP" and a value of "1,0". At the bottom right of the dialog are two buttons: "OK" and "Abbrechen".

**Bild: Basisdaten für Druckabfallkennlinie**

Mit dem Feld **Interpolation** wird eine logarithmische Interpolation zwischen den Kennlinienpunkten festgelegt. Dies erleichtert die Eingabe, da der Druckabfall quadratisch mit der Durchflussmenge steigt und dies üblicherweise einer Geraden im doppel-logarithmischen Diagramm entspricht.

Über den **Faktor Durchfluss** können alle Durchfluss-Werte der Druckabfallkennlinie multipliziert werden.

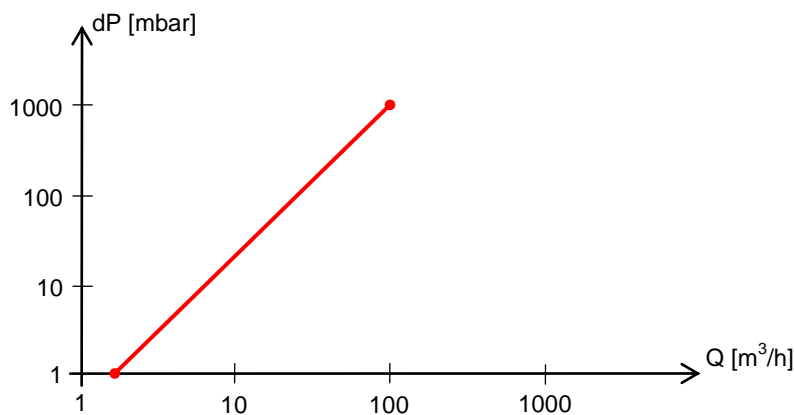
Über den **Faktor Druckabfall** können alle Druckabfall-Werte der Druckabfallkennlinie multipliziert werden.

## Druckabfallkennlinienwerte

	Q [m³/h]	dP [mbar]
1	0,100	0,100
2	750,000	250,000
*		

**Bild: Druckabfallkennlinienwerte**

Die Eingabe der Kennwerte einer Kennlinie für einen konkreten Druckregler erfolgt durch Festlegung von mindestens zwei Kennlinienpunkten. Der Verlauf der Kennlinie ergibt sich aus dem inneren Aufbau des Druckreglers und ist vom Hersteller zu erfragen.



**Bild: Druckabfallkennlinie**

Der Ausgangswert für die Ermittlung des inneren Druckabfalls ist der von der stationären Simulation ermittelte Durchfluss  $Q$ .

Daraus ergibt sich über die Druckabfallkennlinie ein innerer Druckabfall  $dP$ . Der Druck am Austrittsknoten eines Druckreglers kann den Druck am Eintrittsknoten vermindert um den inneren Druckabfall nicht überschreiten. Je nach Druck am Eintrittsknoten kann es dadurch zu einem Druckeinbruch kommen und der vorgegebene Druck am Austrittsknoten kann nicht mehr eingehalten werden.

Die Druckabfallkennlinie wird aus Wertepaaren von  $Q$  (Durchfluss) und  $dP$  (Druckabfall) eindeutig beschrieben.

## 2.5.13 Variante

Die Varianten ermöglichen es, in einem Netz verschiedene Ausbauvarianten und Planungsstände in einer hierarchischen Struktur zu speichern. Hierbei werden in jeder Variante nur die Unterschiede zur vorhergehenden Variante gespeichert.

Über den Menüpunkt **Datei – Varianten** wird der Dialog zur Auswahl und Verwaltung von Varianten geöffnet.

Eine Übersicht der Felder für die Variante ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Variante

The screenshot shows a Windows-style dialog box titled "Variante". It has a tab labeled "Basisdaten". Inside the dialog, there are two main sections. The first section, "Basisdaten", contains four input fields: "Name der Variante" with the text "Variant 2", "Revisionskennzeichen" with "F7", "Kommentar 1" with "Step 1", and "Kommentar 2" which is empty. The second section, "Erstellung und Bearbeitung", contains four input fields: "Autor" with "Franz Muster", "Erstelldatum" with "Fr 12.01.2007", "Geändert von" with "FM", and "Modifikationsdatum" with "Mo 10.01.2011". At the bottom right of the dialog are two buttons: "OK" and "Abbrechen".

**Bild: Datenmaske Variante**

Im Feld **Name der Variante** kann eine beliebige Bezeichnung für die Variante eingegeben werden. Diese wird im Variantendialog und in der Statuszeile angezeigt.

Im Feld **Revision** kann eine beliebige Revisionskennzeichnung hinterlegt werden.

Mit den Feldern **Kommentar 1** und **Kommentar 2** können ergänzende Informationen zur Variante definiert werden.

Über die Felder **Autor** und **Geändert von** kann dokumentiert werden, welcher Bearbeiter die Variante erstellt bzw. zuletzt geändert hat. Zur genaueren Information können diese Zeitpunkte in den Feldern **Erstelldatum** und **Modifikationsdatum** angegeben werden.

## 2.6 Geostationäre Daten

Um geostationäre Daten eingeben zu können, muss zuerst die Berechnungsmethode **Geostationär** aktiviert werden.

Die Eingabedaten der geostationären Berechnung sind netzunabhängig aufgebaut. Sie liegen in einer eigenen Schicht über den Eingabedaten der stationären Berechnung. Die Eingabedaten beschränken sich auf die Definition von Modifikationen von Betriebsfällen.

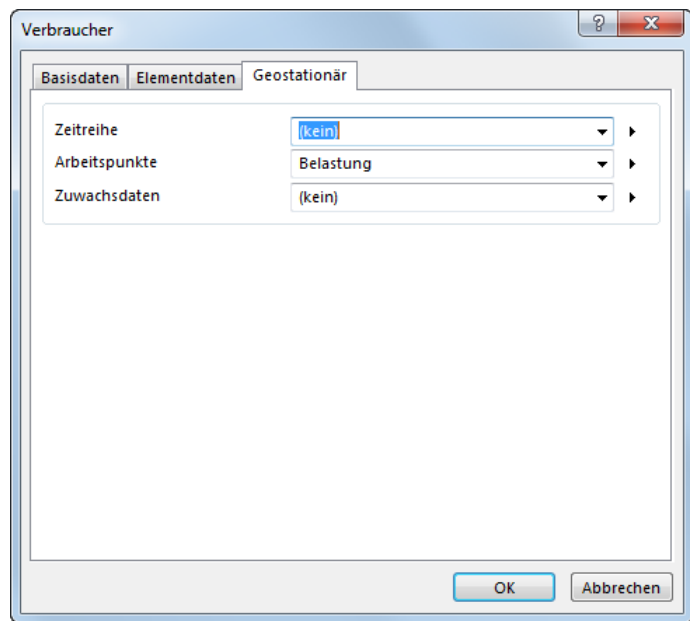
Mit diesen Daten werden sowohl zeitliche Abläufe als auch unterschiedliche Arbeitspunkte (Betriebsfälle) festgelegt.

Die folgenden Daten sind verfügbar:

- [Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente](#)
- [Arbeitspunkt](#)
- [Arbeitspunkte/Zeitreihen](#)
- [Zuwachsreihen](#)

### 2.6.1 Allgemeine geostationäre Daten für Netzelemente

Über diese Eingabedaten werden ergänzende Informationen für die geostationäre Berechnung vorgegeben. Sind keine speziellen Vorgaben für die geostationäre Berechnung angegeben, so werden die Daten aus der Netzebene verwendet.



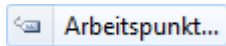
**Bild: Verbraucher mit geostationären Daten**

Über das Feld **Zeitreihe** kann für jedes Netzelement ein zeitlicher Verlauf für die geostationäre Berechnung definiert werden.

Über das Feld **Arbeitspunkte** kann für jedes Netzelement eine Folge von Arbeitspunkten für die geostationäre Berechnung vorgegeben werden.

Das Feld **Zuwachsdaten** dient zur Festlegung von Steigerungsdaten für jedes Netzelement. Diese Funktion ist derzeit noch nicht verfügbar.

## 2.6.2 Arbeitsplatz



Mit dem Arbeitsplatz kann ein bestimmter Betriebsfall im Netz benannt werden.

Die Bearbeitung der Arbeitspunkte erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Erweiterte Daten – Arbeitsplatz**. Es erscheint eine Datenmaske mit einem Browser. Eine allgemeine Beschreibung dazu finden Sie im Kapitel Spezielle Maske mit Browser.

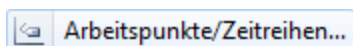
Eine Übersicht der Felder für den Arbeitsplatz ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Arbeitsplatz

**Bild: Basisdaten des Arbeitsplatzes**

Mit dem Feld **Status** wird die Berücksichtigung des Arbeitsplatzes in der Arbeitsreihenberechnung aktiviert bzw. deaktiviert.

## 2.6.3 Arbeitspunkte/Zeitreihen



Mit diesen Daten können sowohl Arbeitspunkte für verschiedene Betriebszustände als auch zeitliche Profile definiert werden.

Die Bearbeitung erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Erweiterte Daten – Arbeitspunkte/Zeitreihen**.

Die Daten werden über einen Datensatz mit den Basisdaten bzw. Zusatzdaten und den zugeordneten Datenwerten definiert. Die Eingabe von diesen Werten erfolgt wie im Kapitel Maske zur Kennlinieneingabe beschrieben.

Eine Übersicht der Felder für die Arbeitspunkte/Zeitreihen und die Arbeitspunkt-/Zeitreihenwerte ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

Bei den [Geostationären Daten](#) werden die Arbeitspunkte zugeordnet.

## Basisdaten Arbeitspunkte/Zeitreihen

The screenshot shows a dialog box titled 'Arbeitspunkte/Zeitreihen' with a 'Basisdaten' tab. It contains three input fields: 'Name' with the value 'Belastung', 'Kurzname' which is empty, and 'Typ' which is a dropdown menu currently showing 'Arbeitspunkte'. At the bottom are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

**Bild: Basisdaten für Arbeitspunkte/Zeitreihen**

Das Feld **Typ** dient zur Unterscheidung zwischen Zeitreihen und Arbeitspunkten.

## Arbeitspunkt-/Zeitreihenwerte

The image shows two side-by-side screenshots of the 'Arbeitspunkte/Zeitreihen' dialog box. The left screenshot shows the 'Arbeitspunkte' tab with a table where the dropdown is set to 'Belastung'. The right screenshot shows the 'Zeitreihen' tab with a table where the dropdown is set to 'Zeit'.

	AP	f [pu]
1	Leerlauf	0,000
2	50 Prozent	0,500
3	100 Prozent	1,000
*		

	t [s]	Verlauf	f [pu]
1	0,000	Kontinuierlich	1,000
2	3600,000	Kontinuierlich	1,250
3	7200,000	Kontinuierlich	1,000
*			

**Bild: Arbeitspunktwerte und Zeitreihenwerte**

Mit den Feldern **AP** (Arbeitspunkte) und **f** (Faktor) wird die Abfolge für die Arbeitsreihenberechnung festgelegt.

Mit den Feldern **t** (Zeit), **Verlauf** und **f** (Faktor) wird die zeitlichen Abfolge für die Zeitreihenberechnung festgelegt.

## 2.6.4 Zuwachsreihen

Diese Funktion ist derzeit noch nicht verfügbar.

## 2.7 Ausfallanalyse

Folgende Daten sind verfügbar:

- [Ausfallszenario](#)

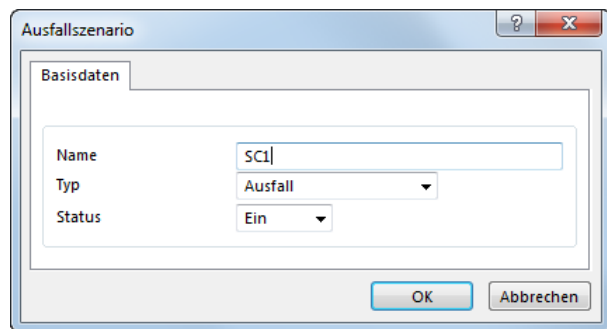
### 2.7.1 Ausfallszenario

Mit dem Ausfallszenario werden Gruppen von Netzelementen definiert, die entweder gemeinsam ausfallen oder gemeinsam zugeschaltet werden können. Diese Daten werden im Zuge der Ausfallanalyse berücksichtigt und ermöglichen es so, komplexere Szenarien von Ausfällen und Zuschaltungen zu modellieren.

Die Bearbeitung von Ausfallszenarien erfolgt über den Menüpunkt **Einfügen – Erweiterte Daten – Ausfallszenario**. Es erscheint der Netzbrowser. Eine genaue Beschreibung der Funktionen zur Bearbeitung von Ausfallszenarien finden Sie im Handbuch Bedienung, Kapitel Netzbrowser, Abschnitt Ausfallszenario.

Eine Übersicht der Felder für das Ausfallszenario ist in der Datenbankbeschreibung zu finden.

### Basisdaten Ausfallszenario

The image shows a software dialog box titled 'Ausfallszenario'. It has a 'Basisdaten' tab selected. Inside the tab, there are three input fields: 'Name' with the text 'SC1', 'Typ' with a dropdown menu showing 'Ausfall', and 'Status' with a dropdown menu showing 'Ein'. At the bottom of the dialog, there are two buttons: 'OK' and 'Abbrechen'.

**Bild: Datenmaske Ausfallszenario**

Mit dem Feld **Name** kann eine Bezeichnung für das Ausfallszenario vorgegeben werden.

Im Auswahlfeld **Typ** kann festgelegt werden, welche Art von Szenario vorliegt. Hierbei wird zwischen folgenden Szenarien unterschieden, die eine völlig unterschiedliche Funktionalität aufweisen.

- **Ausfall:**  
Bei diesem Typ fallen exakt jene Elemente aus, die in dem Szenario definiert sind, und es werden auch genau die vordefinierten Wiederversorgungsmaßnahmen durchgeführt. D.h. es wird ein spezieller Ausfall exakt vordefiniert.

- **Wiederversorgung:**  
Dieser Typ definiert eine Wiederversorgungsmaßnahme. Dazu wird definiert, welche Elemente auf- und zugeschaltet werden. Dies ist die Wiederversorgungsmaßnahme. Zusätzlich wird noch definiert, für welche Ausfälle diese Maßnahme ausgeführt werden soll.

Mit dem Feld **Status** kann das Szenario für die Ausfallanalyse aktiviert bzw. deaktiviert werden. Wenn dieses deaktiviert ist, dann wird es von den Berechnungsmethoden nicht berücksichtigt.



### 3. Verfahren Gas Stationär

Die stationäre Berechnung ermittelt aus den Vorgaben der Arbeitspunkte der einzelnen Netzelemente die Druck- und Flussverteilung im Netz. Im Anschluss wird mit Hilfe der Fließgeschwindigkeit des Mediums in den Leitungen die Laufzeit und Mischung des Mediums für alle Knoten ermittelt.

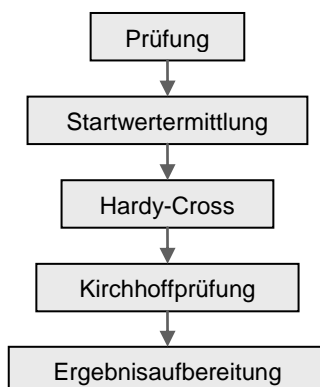
Weiters werden auch noch globale Informationen wie

- Rohrlänge,
- Rohrvolumen,
- Summe der Einspeisungen und Abnahmen,
- Minimal- und Maximalwerte bzw.
- Austritte aus Lecks

für das gesamte Netz ermittelt.

Die stationäre Simulation arbeitet nach dem folgenden Ablaufdiagramm.

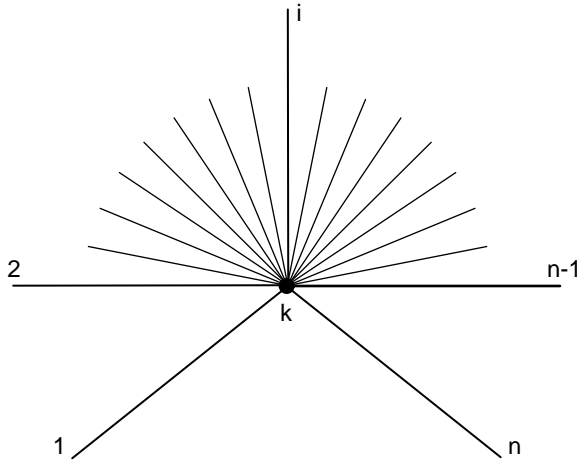
#### Prinzipieller Rechnungsablauf stationäre Gasnetzsimulation



**Bild: Ablaufdiagramm**

### 3.1 Knotenregel (1. Kirchhoff'sche Regel)

Betrachtet man einen Knoten  $k$  mit  $n$  Zuleitungen, so kann im Knoten selbst kein Mengenverlust auftreten. Aus diesem Grund muss in jedem Knoten die Mengenbilanz ausgeglichen sein. Bezeichnet man die Durchflussmenge der  $i$ -ten Leitung zum Knoten  $k$  mit  $Q_{ik}$ , so gilt:



**Bild: Netzknoten**

$$\sum_{i=1}^n Q_{ik} = 0$$

Dies bedeutet, dass ein Verteilerknoten keine Quelle oder Senke für das betrachtete Netz darstellt. Die Summe der zufließenden Mengen muss gleich der Summe der abfließenden Mengen sein.

### 3.2 Maschenregel (2. Kirchhoff'sche Regel)

Betrachtet man einen geschlossenen Leitungszug mit  $n$  Teilleitungen, so müssen die Summe der Druckanstiege und die Summe der Druckabfälle einander aufheben. Wenn man von einem beliebigen Punkt auf diesem Leitungszug ausgeht, so ist der Druck nach einem Umlauf entlang dieses Leitungszuges gleich dem Anfangsdruck. Die Druckdifferenzen setzen sich aus den statischen Druckdifferenzen aufgrund der Höhendifferenz und der dynamischen Druckdifferenz aufgrund der Strömung zusammen. Daraus ergibt sich folgendes für einen geschlossenen Leitungszug (Masche):

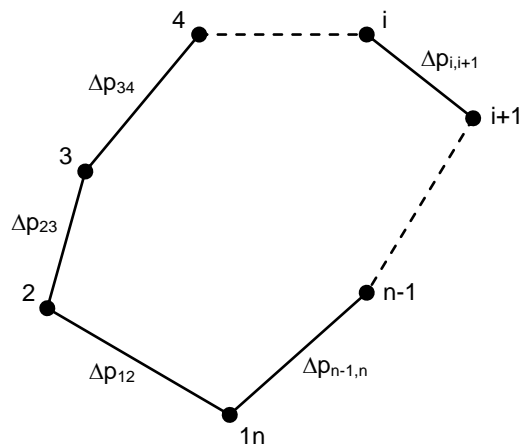


Bild: Netzmasche

$$\sum_{i=1}^{n-1} \Delta p_{i,i+1} = 0$$

### 3.2.1 Tabelle der Formelzeichen

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
A	Querschnittsfläche	m <sup>2</sup>
p	Druck	N/m <sup>2</sup>
λ	Rohrreibungszahl	1
d	Durchmesser	m
ρ	Dichte	kg/m <sup>3</sup>
g	Erdbeschleunigung	m/sec <sup>2</sup>
α	Steigungswinkel	°
Q	Massenfluss	kg/sec
Q <sub>0</sub>	Fluss	m <sup>3</sup> /sec
T	Temperatur	K
T <sub>0</sub>	Normtemperatur = 273,15 K	K
ρ <sub>0</sub>	Normdichte	kg/m <sup>3</sup>
p <sub>0</sub>	Normdruck = 101325 N/m <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>
w	Geschwindigkeit	m/sec
w <sub>0</sub>	Normierte Geschwindigkeit	m/sec
η	Dynamische Zähigkeit	Pa*sec
h <sub>a</sub>	Höhe des Anfangsknotens	m
h <sub>e</sub>	Höhe des Endknotens	m
p <sub>a</sub>	Druck am Anfangsknoten	N/m <sup>2</sup>
p <sub>e</sub>	Druck am Endknoten	N/m <sup>2</sup>
Re	Reynoldszahl	1

$\eta_0$	Dynamische Zähigkeit bei Normalbedingungen	Pa*sec
$c_s$	Sutherlandkonstante	K
U	Umfang	m

### 3.3 Kompressible Medien

Für ein gerades, kreisrundes Rohr gilt, sofern man die Beschleunigungsarbeit vernachlässigt und den isothermen Zustand betrachtet, die Differentialgleichung:

$$\frac{dp}{dx} + \frac{\lambda}{d} * \rho * \frac{w|w|}{2} + \rho * g * \sin \alpha = 0$$

Von diesen Größen wird, unabhängig vom fortgeleiteten Stoff,  $\lambda$ ,  $d$ ,  $\alpha$  und  $Q$ , der Massenfluss entlang des Rohres, als konstant angenommen. Die Eigenschaften des Stoffes sind in  $\lambda$  und  $\rho$  enthalten.

Die obige Gleichung lässt sich durch Einsetzen der folgenden Beziehungen umformen:

$$\frac{p}{\rho * T} = \frac{p_0}{\rho_0 * T_0}$$

$$w_\rho = w_0 * \rho_0$$

$$w_0 = \frac{4}{d^2 \pi} * Q_0$$

Es ergibt sich daraus folgende normalisierte Gleichung

$$\frac{dp}{dx} + a * \rho + \frac{b}{p} = 0$$

mit

$$a = \frac{g * T_0 * \rho_0 * \sin \alpha}{p_0 * T}$$

$$b = \frac{8 * p_0 * T * \lambda * \rho_0}{\pi^2 * T_0 * d^5} Q|Q|$$

Die Lösung obiger Gleichung unter Berücksichtigung der Anfangsbedingung lautet:

**für  $a = 0$  ( $h_a = h_e$ )**

$$p^2 = p_a^2 - 2bx$$

**für  $a \neq 0$  ( $h_a \neq h_e$ )**

$$p^2 = \left( p_a^2 + \frac{b}{a} \right) * e^{-2ax} - \frac{b}{a}$$

Setzt man in obige Gleichung  $x = l$  und  $p = p_e$ , so erhält man nach einigen Umformungen:

**für  $h_a = h_e$**

$$p_a - p_e = \frac{2b * l}{p_a + p_e}$$

**für  $h_a \neq h_e$**

$$p_a - p_e = \frac{b}{(p_a + p_e) * a} * (1 - e^{-2al}) + \frac{p_a^2}{p_a + p_e} * (1 - e^{-2al})$$

Die für die Druckverlustberechnung erforderliche Rohrreibungszahl  $\lambda$  hängt sowohl von der Reynoldszahl  $Re$ , die der Beurteilung der Strömungsform dient, als auch von der Rauigkeit der Rohrwand  $k_s$  ab. Die Reynoldszahl wird gemäß

$$Re = \frac{4 * |Q|}{d * \pi * \eta}$$

berechnet.

Die Rohrreibungszahl wird dann gemäß

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

für den laminaren Bereich ( $Re \leq 2320$ ) berechnet, während sie für den turbulenten Bereich ( $Re > 4000$ ) aus der Gleichung von Prantl-Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \log \left( \frac{k_s}{3,71d} + \frac{2,51}{Re} * \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right)$$

iterativ bestimmt wird. Zwischen  $Re = 2320$  und  $4000$  wird linear interpoliert.

Die Berechnung der dynamischen Zähigkeit des Gases erfolgt nach der Formel:

$$\eta = \eta_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}} * \frac{1 + \frac{c_s}{T_0}}{1 + \frac{c_s}{T}}$$

$\eta_0$  ... Dynamische Zähigkeit unter Normalbedingungen in  $\text{Ns/m}^2$

$c_s$  ... Sutherlandkonstante des Gases in K

Für nicht kreisförmige Querschnitte tritt in allen Gleichungen anstelle von  $d$  der Ausdruck

$$d = \frac{4A}{U}$$

mit  $A$  = Strömungsquerschnitt in  $m^2$  und  $U$  = Umfang des Strömungsquerschnittes in  $m$ .

Diese Größe ist auch bei der Berechnung der Reynoldszahl zu berücksichtigen, sodass anstelle der oben angegebenen  $Re$  die Formel

$$Re = \frac{4|Q|}{U \cdot \eta}$$

zu verwenden ist.

### 3.4 Modell für mathematische Nachbildung

Für die mathematische Nachbildung der Netzelemente ist ein Ersatzschaltbild zu wählen, das in der Lage ist, alle auftretenden Netzelemente genau nachzubilden.

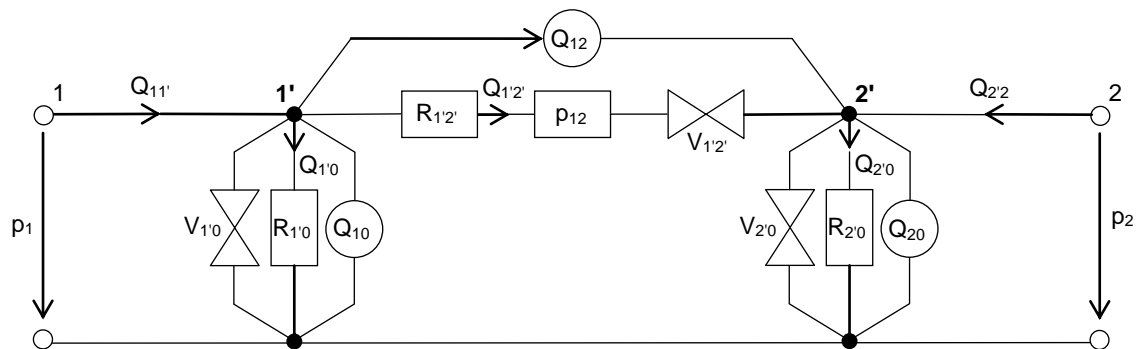


Bild: Mathematisches Modell

#### 3.4.1 Tabelle der Formelzeichen

Formelzeichen	Bezeichnung
$p_1$	Druck am Eingang
$p_2$	Druck am Ausgang
$p_{12}$	Druckquelle zwischen Eingang und Ausgang
$Q_{10}$	Strömungsquelle am Eingang
$Q_{20}$	Strömungsquelle am Ausgang
$Q_{12}$	Strömungsquelle in Längsrichtung
$Q_{11'}$	Strömung am Eingang
$Q_{2'2}$	Strömung am Ausgang
$Q_{1'2'}$	Strömung in Längsrichtung
$Q_{1'0}$	Ableitungsströmung am Eingang

$Q_{2'0}$	Ableitungsströmung am Ausgang
$R_{1'0}$	Ableitungswiderstand am Eingang
$R_{2'0}$	Ableitungswiderstand am Ausgang
$R_{1'2'}$	Strömungswiderstand in Längsrichtung
$V_{1'0}$	Ventil am Eingang
$V_{2'0}$	Ventil am Ausgang
$V_{1'2'}$	Ventil in Längsrichtung

### 3.5 Berechnungsverfahren

Man nennt einen Baum, der alle Knoten eines Netzes enthält, **Spannenden Baum**. Diejenigen Kanten eines Netzes, die nicht zum spannenden Baum gehören, bilden den **Kobaum** des Netzes bezüglich dieses Baumes. Sowohl der spannende Baum als auch sein Kobaum sind nicht eindeutig bestimmt. Insbesondere kann der Kobaum keine Kante enthalten, wenn das Netz selbst bereits ein Baum ist.

Jeder Kante wird eine Zahl als Widerstand zugeordnet und die Kanten werden nach Widerständen aufsteigend geordnet verarbeitet.

Für eine exakte Formulierung der Kirchhoff'schen Sätze und des Iterationsverfahrens ist es notwendig, den Kanten eines Netzes eine **Richtung** zuzuordnen. Dies geschieht auf die Weise, dass man eine Kante (a, b) durch ihren **Anfangsknoten** a und **Endknoten** b beschreibt und weiters festsetzt, dass die Kante (a, b) von der Kante (b, a) wohl zu unterscheiden ist. Ein Fluss soll unter diesen Voraussetzungen genau dann positiv sein, wenn er vom Anfangs- zum Endknoten fließt.

Wir betrachten ein Netz mit n Knoten und m Kanten. Die Kanten des Netzes, die einen Knoten i als Anfangs- oder Endknoten haben, werden nun in zwei Mengen eingeteilt.

- 1)  $\omega_i^+$  ist die Menge aller Kanten, die i als Endknoten besitzen und
- 2)  $\omega_i^-$  ist die Menge aller Kanten, die i als Anfangsknoten besitzen.

Bezeichnen wir mit  $q_j$  den Fluss in einer Kante j, so erhält die erste Kirchhoff'sche Regel einfache Gestalt:

$$\sum_{j \in \omega_i^+} q_j - \sum_{j \in \omega_i^-} q_j = 0$$

für alle Knoten i

Zu summieren ist jeweils über alle Kanten aus einer Menge. Eine dieser n Gleichungen ist stets eine Folgerung aus den restlichen n – 1, sodass also stets nur n – 1 Gleichungen zu betrachten sind.

Für jede Masche wird eine Umlaufrichtung festgelegt, z.B. in Richtung der sie schließenden Kobaumkante. Die Kanten einer Masche, welche durch eine Kante  $k$  des Kobaums gebildet werden, werden nun in zwei Mengen eingeteilt:

- 1)  $\mu_k^+$  ist die Menge aller Kanten, die in Umlaufrichtung orientiert sind und
- 2)  $\mu_k^-$  ist die Menge aller Kanten, die entgegen der Umlaufrichtung orientiert sind.

Bezeichnen wir mit  $\Delta p_j$  den Druckabfall in einer Kante  $j$ , so erhalten wir für die zweite Kirchhoff'sche Regel wie vorhin.

$$\sum_{j \in \mu_k^+} \Delta p_j - \sum_{j \in \mu_k^-} \Delta p_j = 0$$

für alle Kanten  $k$  des Kobaums

Dies sind  $m - n + 1$  Maschengleichungen, da der Kobaum aus  $m - n + 1$  Kanten besteht. Zusammen mit den  $n - 1$  Knotengleichungen liegen also genauso viele Gleichungen wie Kanten vor. Da pro Kante der Fluss und der Druckabfall errechnet werden sollen – das sind  $2m$  Unbekannte – fehlen noch  $m$  Gleichungen. Diese werden durch die funktionale Abhängigkeit von Fluss, Widerstand und Druckabfall geliefert.

In Rohrleitungsnetzen gilt etwas vereinfacht für den Druckabfall  $\Delta p_j$  in einer Leitung  $j$  das quadratische Gesetz:

$$\Delta p_j = r_j * q_j |q_j| - p_j$$

$p_j$  ist der Druck einer eventuell vorhandenen Pumpe.

In diesem Abschnitt wird erklärt, wie sich die Flüsse in den Baumkanten als Überlagerung gewisser Flüsse der Kobaumkanten darstellen lassen.

Fügt man jede Kante des Kobaums einzeln zum Baum hinzu, so muss der Fluss der Kobaumkante in der ganzen Masche zirkulieren, da andernfalls die Knotenbedingung nicht erfüllt wäre.

Durch Zusammenfassung von Baum und Kobaum erhält man wieder das ursprüngliche Netz, allerdings sind die Flüsse in den Baumkanten durch Überlagerung der Flüsse in den Kobaumkanten entstanden.

Die linken Seiten der Maschengleichungen sind Funktionen der Flüsse in allen Kanten. Wir nehmen im Folgenden ohne Beschränkung der Allgemeinheit an, dass die Flüsse der Kobaumkante von 1 bis  $l = m - n + 1$  durchnummeriert sind. Setzt man für alle Flüsse in den Baumkanten die Überlagerungsflüsse ein, so erhält man Funktionen  $U_k$ , die nur mehr von den  $l$  Flüssen der Kobaumkanten abhängen.

$$U_1(q_1, q_2, \dots, q_l)$$

$$U_2(q_1, q_2, \dots, q_l)$$

bis

$$U_l(q_1, q_2, \dots, q_l)$$



Für ein vorgegebenes Netz werden also Flüsse in den Kobaumkanten gesucht, die den Gleichungen

$$U_1(q_1, q_2, \dots, q_l) = 0$$

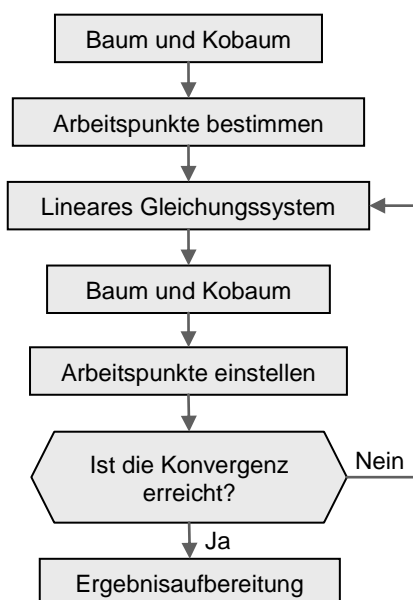
$$U_2(q_1, q_2, \dots, q_l) = 0$$

bis

$$U_l(q_1, q_2, \dots, q_l) = 0$$

genügen.

### 3.6 Das Verfahren von Cross



**Bild: Ablaufdiagramm Hardy Cross**

Soll von einer reellen Funktion  $f(x)$  eine Nullstelle gefunden werden

$$f(x) = 0$$

so bedient man sich oft mit Erfolg des Newtonschen Iterationsverfahrens

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x)}{f'(x)}$$

Wir betrachten nun die  $l$  Maschengleichungen

$$U_k(q_1, q_2, \dots, q_l) = 0$$

$$k = 1, 2, \dots, l$$

einzelnen und denken uns alle Flüsse außer  $q_k$  fest. Dann können wir für jede Gleichung das Newton'sche Iterationsverfahren anwenden und erhalten für den  $i$ -ten Iterationsschritt

$$q_k^{i+1} = q_k^i - \frac{U_k(q_1^i, q_2^i, \dots, q_l^i)}{\frac{\partial}{\partial q_k} U_k(q_1^i, q_2^i, \dots, q_l^i)}$$

$$k = 1, 2, \dots, l$$

Dies ist das Cross'sche Verfahren, angewandt auf die Maschengleichungen.

Widerstände und Quellen eines Netzes sind im Allgemeinen nicht konstant. Sie sind Funktionen der Flüsse und Drücke.

Jedem Widerstand und jeder Quelle kann also eine Kennlinie zugeordnet werden, die zumeist von mehreren Parametern abhängen wird. Einen beliebigen Punkt auf einer Kennlinie bezeichnet man als Arbeitspunkt.

Betrachtet man die Rechenvorschrift für das Cross'sche Verfahren, so erkennt man, dass für jeden Iterationsschritt und in jeder Masche eine große Anzahl von Funktionen und deren erste partielle Ableitungen zu berechnen wären. Durch eine derartige Vorgangsweise wäre eine Netzberechnung für größere Netze von vornherein aus zeitlichen Gründen zum Scheitern verurteilt. Abgesehen davon ist man in vielen Fällen gar nicht in der Lage, die partiellen Ableitungen der Funktionen zu bilden.

Man schlägt daher zweckmäßigerweise den folgenden Weg ein: Ausgehend von Näherungswerten berechnet man für alle Netzglieder Arbeitspunkte und hält sie fest. Für diese festen Werte von Widerständen und Quellen wird das Netz mit dem Cross'schen Verfahren bis zu einer vorgegebenen Genauigkeit berechnet. Mit den neuen Flüssen und Drücken werden neue Arbeitspunkte errechnet und wieder während der Iteration festgehalten. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis die Änderung der Arbeitspunkte klein genug ist.

Durch diese Methode wird die Rechenzeit für Netze mit variablen Widerständen oder Quellen wesentlich verkürzt. Mitunter kommt es vor, dass sich die Arbeitspunkte der Widerstände während der Berechnung so stark verschieben, dass ein einmal als minimal erkannter Baum diese Eigenschaft wieder verliert. In diesem Fall wird ein neuer spannender Baum mit der Minimaleigenschaft aufgebaut. Bei schlecht konditionierten Netzen kann dies öfter vorkommen.

Sobald die Maschengleichungen mit hinreichender Genauigkeit für feste Arbeitspunkte aufgelöst sind, stehen die Flüsse in den Kobaumkanten und damit auch in allen Baumkanten zur Verfügung. Aus Fluss, Widerstand und Druckquellen lässt sich für jede Kante der Druckabfall berechnen. Um daraus die Drücke an den Knoten zu berechnen, bedient man sich des mit einer Wurzel versehenen spannenden Baumes. Als Wurzel wählt man den Bezugsknoten aus.

### 3.7 Überwachung der Grenzwerte

Bei Einspeisungen können Grenzwerte für die minimale und maximale Menge vorgegeben werden. Sobald Grenzwerte angegeben sind, werden diese überwacht und nach Möglichkeit durch Umverteilung der Menge zwischen den Einspeisungen auch eingehalten.

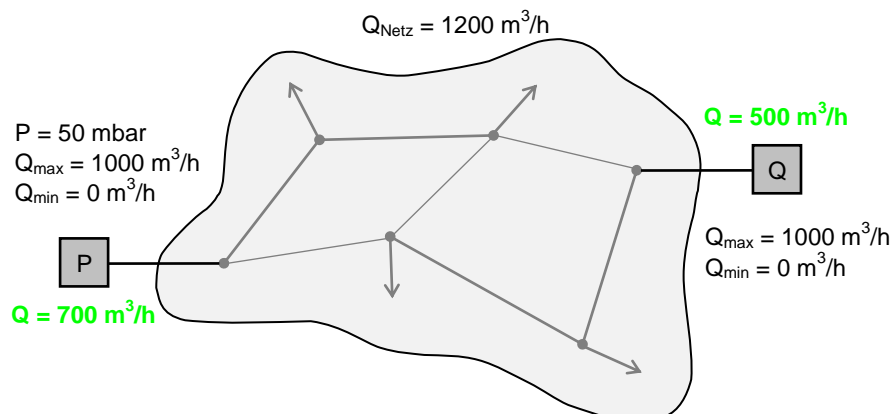
Für druckgebende Einspeisungen (Druckeinspeisung) ergibt sich die Menge über die Situation im Netz. Eine druckgebende Einspeisung kann daher keine Menge übernehmen. Die Menge kann nur überwacht und wenn notwendig auf Mengeneinspeisungen aufgeteilt werden.

Für Mengeneinspeisungen (Flusseinspeisung) wird die Menge vorgegeben und der Druck ergibt sich über die Situation im Netz. Über eine Mengeneinspeisung kann daher durch Variation der Menge innerhalb der vorgegebenen Grenzen eine druckgebende Einspeisung entlastet oder belastet werden.

Sobald in einem Netz eine druckgebende Einspeisung mit Grenzwerten und eine Mengeneinspeisung mit Grenzwerten angegeben sind, wird die Überwachung und Verteilung der Menge automatisch aktiviert.

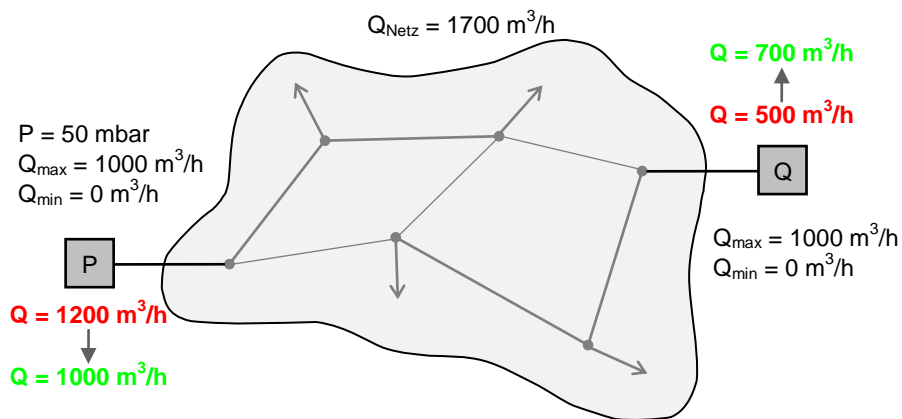
Das Verhalten der Leistungsumverteilung soll im Folgenden anhand eines einfachen Netzes erklärt werden.

Im folgenden Bild entspricht die Netzsituation den angegebenen Arbeitspunkten der Einspeisungen. Es erfolgt daher keine Aufteilung der Menge.



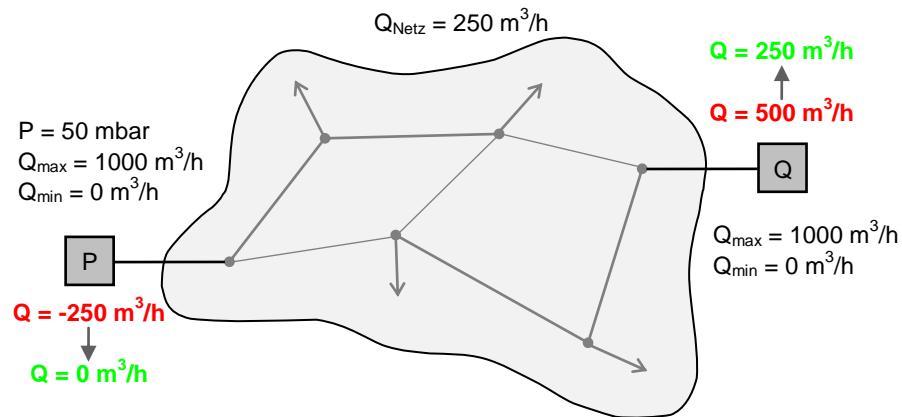
**Bild: Netz im Normalbetrieb – keine Grenzwertverletzung – Beibehaltung der Arbeitspunkte**

Wenn die Netzsituation nicht den angegebenen Arbeitspunkten entspricht, wird die Verteilung aktiviert. Im Beispiel kann die druckgebende Einspeisung die Menge nicht mehr bereitstellen. Die Menge an der Mengeneinspeisung wird daher erhöht und die in grün dargestellte Menge wird als Ergebnis ausgewiesen.



**Bild: Netz bei Hochlast – Grenzwertverletzung an druckgebender Einspeisung – Erhöhung der Menge**

Im folgenden Beispiel kann die druckgebende Einspeisung die überschüssige eingespeiste Menge nicht aufnehmen. Die Menge an der Mengeneinspeisung wird daher reduziert und die in grün dargestellte Menge wird als Ergebnis ausgewiesen.



**Bild: Netz bei Schwachlast – Grenzwertverletzung an druckgebender Einspeisung – Reduktion der Menge**

Sollte die Mengeneinspeisung nicht in der Lage sein, die Mengenverletzung an der druckgebenden Einspeisung auszugleichen, so verbleibt sie auf der minimalen oder maximalen Menge.

## 4. Verfahren Gas Geostationär

Um eine geostationäre Berechnung durchführen zu können, muss zuerst die Berechnungsmethode **Geostationär** aktiviert werden.

Die geostationäre Berechnung ist durch eine Aneinanderreihung von stationären Berechnungen realisiert. Die Änderungen zwischen den einzelnen stationären Berechnungen werden in Form von Faktoren über

- Zeitreihen oder
- Arbeitspunkte

vorgegeben. Während den einzelnen stationären Berechnungen werden die stationären Arbeitspunkte der Betriebsmittel zusätzlich mit dem jeweiligen Faktor aus der Reihe beaufschlagt.

Mit der geostationären Berechnung lassen sich verschiedene stationäre Betriebsfälle gleichzeitig berechnen und anschließend vergleichen.

Durch die zeitunabhängige (Arbeitspunkte) und zeitabhängige (Zeitreihe) Definition von Reihen ist Folgendes möglich:

- Unterschiedliche Betriebsfälle nachzubilden und zu vergleichen
- Kurzfristige zeitliche Abläufe nachzubilden
- Langfristige zeitliche Zuwächse nachzubilden

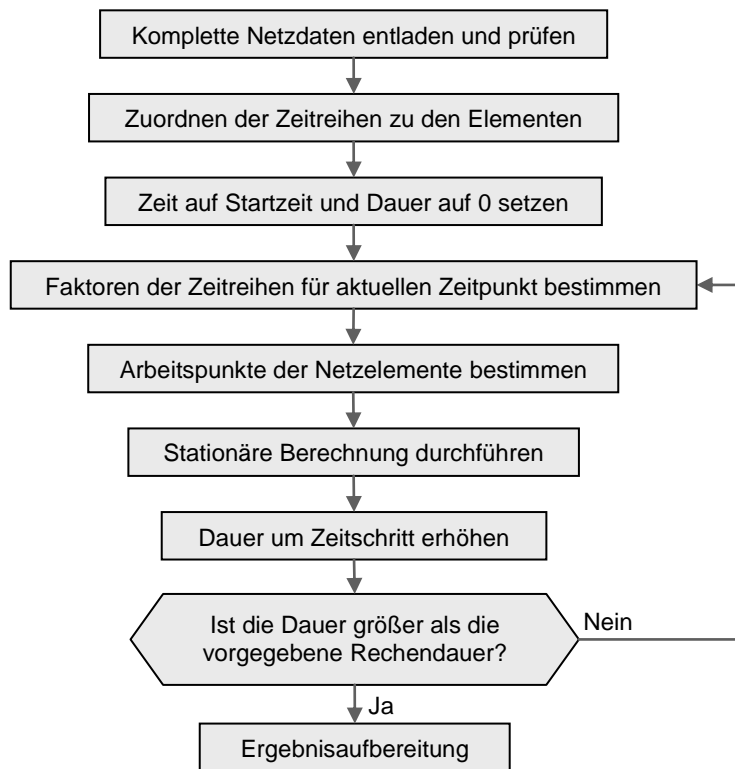
Die Ergebnisse werden dabei in Form von

- stationären Einzelergebnissen,
- Diagrammen und
- Berichten

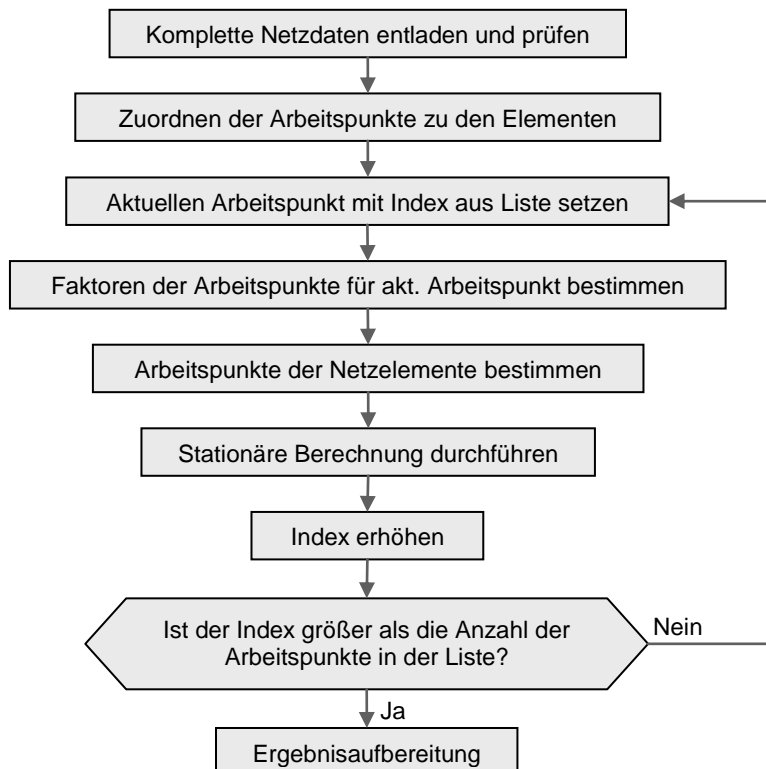
zur Verfügung gestellt.

### Prinzipieller Rechnungsablauf geostationäre Gasnetzsimulation

Es wird zwischen Zeitreihenberechnung und Arbeitsreihenberechnung unterschieden.



**Bild: Ablaufdiagramm Zeitreihenberechnung**



**Bild: Ablaufdiagramm Arbeitsreihenberechnung**

## 4.1 Berechnungsverfahren

Dieses Berechnungsverfahren ist nur für die Bestimmung des aktuell gültigen Faktors einer Reihe zuständig.

Ist einem Betriebsmittel eine Reihe zugeordnet, so wird der ermittelte Faktor dann für die stationäre Berechnung an die einzelnen Netzelemente weitergegeben.

Die Faktoren wirken je nach Betriebsmittel auf die folgenden Eingabefelder:

- **Einspeisung Gas:**  
Druckeinspeisung – konstanter Überdruck  
Flusseinspeisung – konstantes Einspeisevolumen/konstante Leistung
- **Verbraucher:**  
konstantes Abnahmevolumen/konstante Abnahmeleistung
- **Druckbuffer:**  
noch nicht in Verwendung
- **Leck:**  
Austrittsfläche
- **Konst. Druckabfall/Konst. Fluss:**  
Druckabfall/Durchflussvolumen
- **Druckregler:**  
Druck am Austrittsknoten
- **Kompressor:**  
Druck am Austrittsknoten
- **Schieber/Rückschlagventil:**  
Schieberstellung

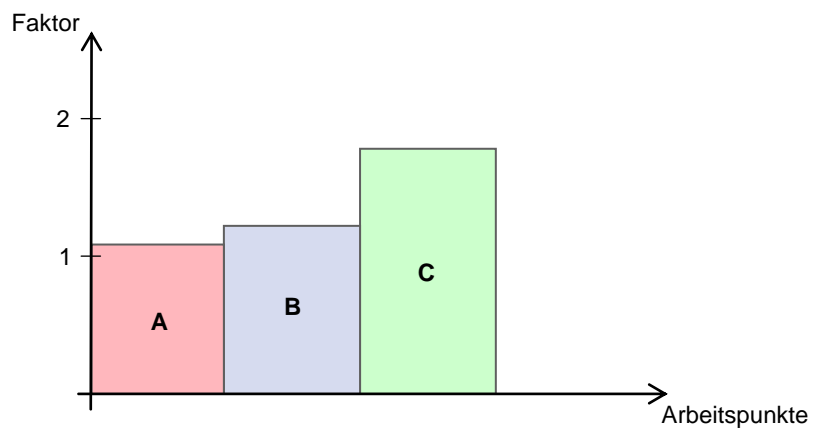
Im Ausgangszustand geöffnete Schieber können nicht geschlossen werden. Für Faktoren größer gleich 0.5 wird der Schieber als offen betrachtet. Für Faktoren kleiner 0,5 wird der Schieber als geschlossen betrachtet.

### 4.1.1 Bestimmung des Faktors bei Arbeitspunkten

Der Faktor ergibt sich aus dem aktuell betrachteten Arbeitspunkt. Ist der betrachtete Arbeitspunkt in der Reihe enthalten, so kann der Faktor direkt aus den Reihendaten genommen werden.

#### Beispiel

Arbeitspunkt	Faktor
A	1,10
B	1,25
C	1,75



**Bild: Verlauf Arbeitspunkte**

Für Arbeitspunkt **B** ergibt sich ein Faktor von **1,25**.

Ist der betrachtete Arbeitspunkt nicht in den Reihendaten enthalten, wird er auf 1,0 gesetzt.

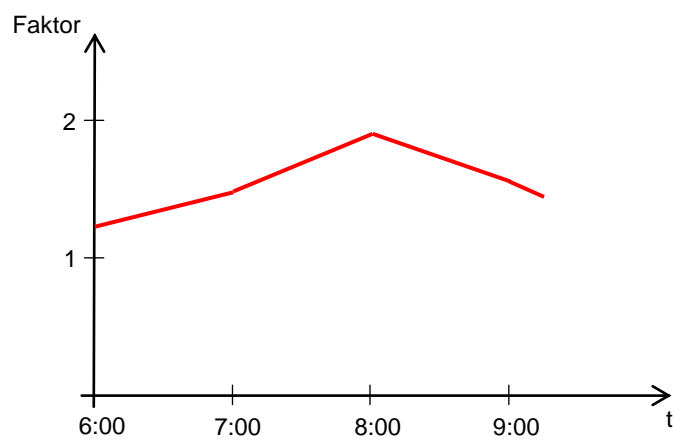


### 4.1.2 Bestimmung des Faktors bei einer Zeitreihe

Der Faktor ergibt sich über den aktuell betrachteten Zeitpunkt durch Interpolation über die Zeitachse.

#### Beispiel kontinuierlicher Verlauf

Zeitpunkt	Faktor	Verlauf
6:00	1,25	kontinuierlich
7:00	1,50	kontinuierlich
8:00	1,90	kontinuierlich
9:00	1,65	kontinuierlich

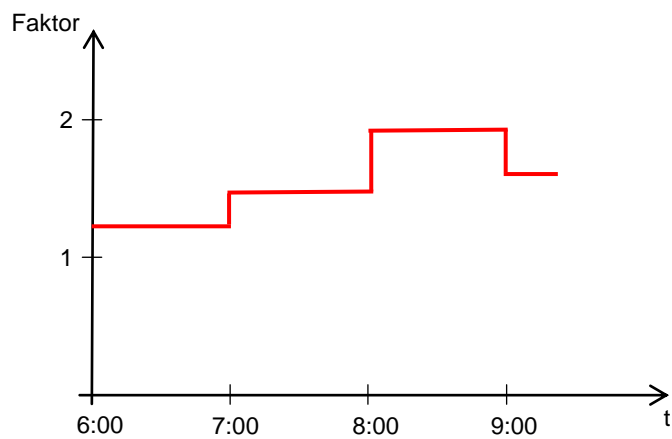


**Bild: Zeitlicher Verlauf**

Für den Zeitpunkt **7:30 Uhr** ergibt sich durch Interpolation im kontinuierlichen Verlauf ein Faktor von **1,7**.

### Beispiel diskreter Verlauf

Zeitpunkt	Faktor	Verlauf
6:00	1,25	diskret
7:00	1,50	diskret
8:00	1,90	diskret
9:00	1,65	diskret



**Bild: Zeitlicher Verlauf**

Für den Zeitpunkt **7:30 Uhr** ergibt sich durch Interpolation im diskreten Verlauf ein Faktor von **1,5**.

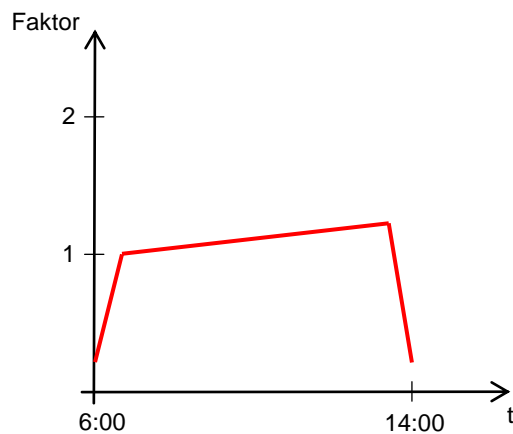
### 4.1.3 Zyklische Behandlung von Zeitreihen

Der Startzeitpunkt und die Zeitdauer der geostationären Berechnung müssen nicht mit den vorgegebenen Zeiten der Zeitreihen übereinstimmen. Zeitreihen werden zyklisch wiederholt und können dadurch korrekt über alle Rechenzeitpunkte abgebildet werden.

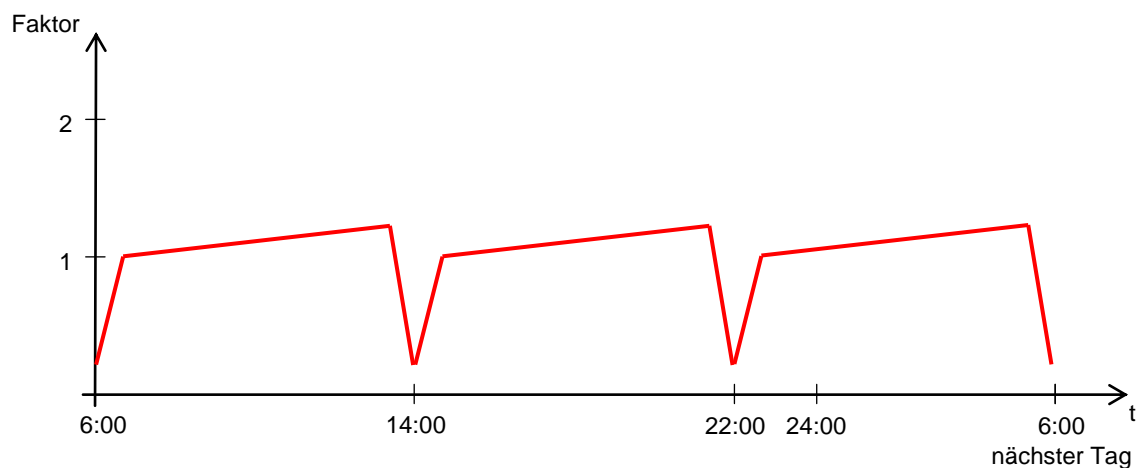
#### Beispiel

Als einfaches Beispiel ist ein 8 Stunden Zyklus innerhalb eines Tages nachgebildet. Der Zyklus beginnt mit Schichtbeginn um 06:00 Uhr und endet mit Schichtende um 14:00 Uhr.

Zeitpunkt	Faktor	Verlauf
06:00	0,25	kontinuierlich
07:00	1,00	kontinuierlich
13:00	1,25	kontinuierlich
14:00	0,25	kontinuierlich



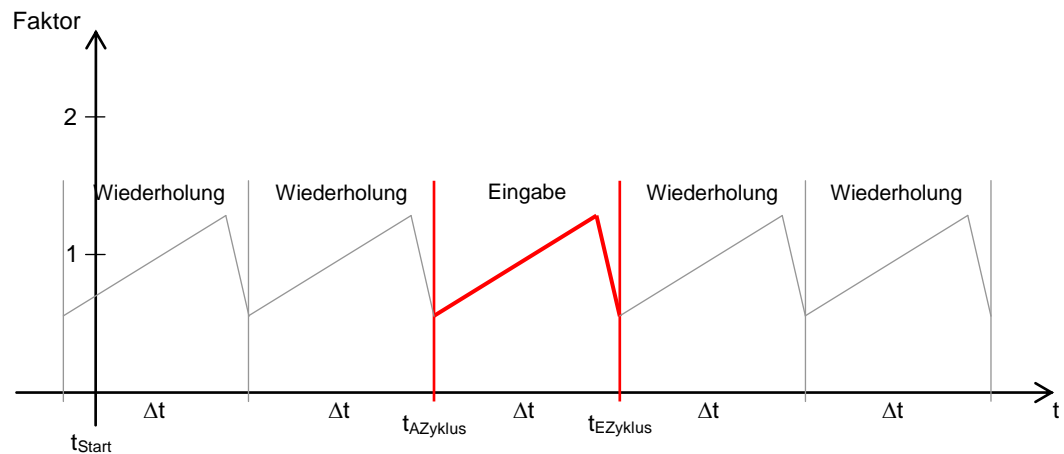
**Bild: Einzelintervall**



**Bild: Einzelintervall im Tagesablauf**

Wie aus den Bildern ersichtlich ist, kann für jede Startzeit und jeden Rechenzeitpunkt der Faktor eindeutig bestimmt werden.

Der Zyklus ist dabei nicht an einen Tag gebunden. Das Einzelintervall wird in Richtung frühere Zeitpunkte und in Richtung spätere Zeitpunkte zyklisch wiederholt. Die Anzahl der Wiederholungen ergibt sich aus Startzeitpunkt, Rechendauer und den Zeitpunkten des Einzelintervalls.



**Bild: Wiederholungszyklus**

## 5. Anwendungsbeispiele

In diesem Kapitel stehen Anwendungsbeispiele für die folgenden Verfahren zur Verfügung:

- Gas stationäre Berechnung
- Gas stationäre Störungsberechnung
- Gas geostationäre Zeitreihenberechnung
- Gas geostationäre Arbeitsreihenberechnung

### 5.1 Anwendungsbeispiel für die stationäre Berechnung

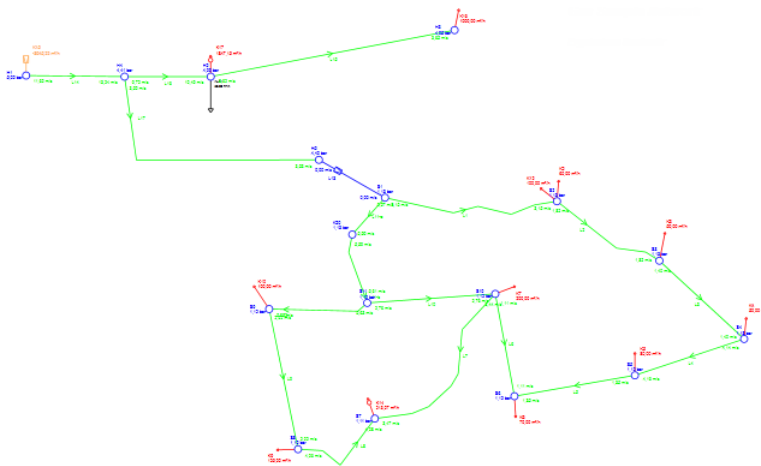
Im Folgenden soll das Verfahren **Gas stationär** in PSS SINICAL anhand einfacher Anwendungsbeispiele dargestellt werden. In den Beschreibungen werden

- das Voreinstellen der Berechnungsparameter,
- das Erfassen von druckgebenden Netzelementen,
- das Definieren der zeitlichen Betrachtung,
- das Definieren von Längsschnitten durch das Netz,
- das Starten der Berechnung sowie
- das Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

dargestellt.

#### Grundlagen

Alle Beschreibungen basieren auf folgendem Netz.



### 5.1.1 Voreinstellen der Berechnungsparameter

Die Maske zum Einstellen der Berechnungsparameter wird über den Menüpunkt **Berechnen – Parameter** geöffnet.

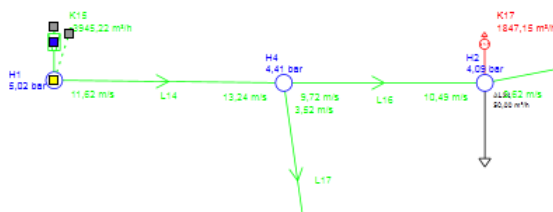
**Bild: Berechnungsparameter Stationär**

Vor der stationären Berechnung müssen das Betrachtungsdatum, die Parameter für die Berechnung und die physikalischen Daten des Gases festgelegt werden.

### 5.1.2 Erfassen von druckgebenden Netzelementen

Das Erfassen des eigentlichen Netzes ist in der Bedienungsanleitung beschrieben (siehe Handbuch Bedienung, Kapitel Netzbearbeitung anhand eines Beispiels).

Um eine stationäre Berechnung durchführen zu können, muss mit Hilfe eines druckgebenden Elementes der Druck an einem Knoten im Netz vorgegeben werden. Hierzu wird im Netz mindestens eine Einspeisung Gas mit Einspeisungstyp Druckeinspeisung an einem Knoten erfasst.



**Bild: Netz mit einer erfassten Einspeisung**

Alle übrigen Elemente, die mit diesen druckgebenden Elementen verbunden sind, nehmen an der stationären Berechnung teil.

### 5.1.3 Definieren der zeitlichen Betrachtung

In der Datenmaske von jedem Netzelement können im Register **Elementdaten** der Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt angegeben werden.

**Bild: Definition von Errichtungs- und Stilllegungszeitpunkt**

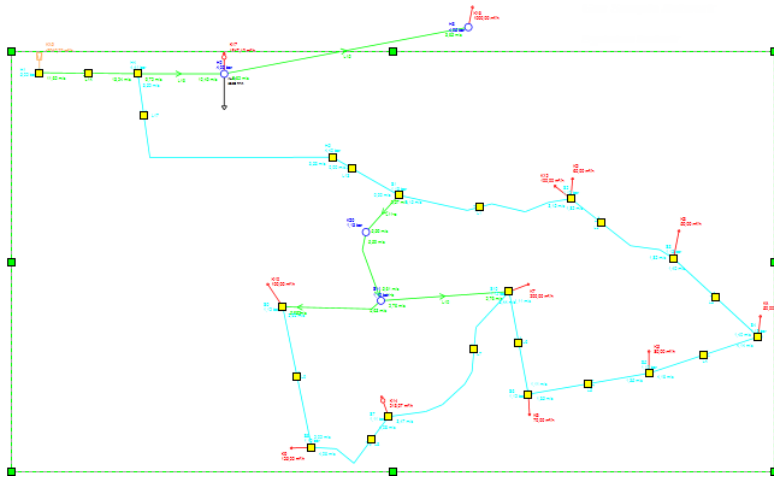
Mit den Feldern **Errichtungszeitpunkt** und **Stilllegungszeitpunkt** werden jene Zeitpunkte definiert, an denen das Netzelement fertig gestellt bzw. stillgelegt wird.

Weitere Hinweise zur zeitlichen Betrachtung finden Sie bei den [Berechnungsparametern](#) und im Kapitel [Zeitliche Betrachtung des Netzes](#).

### 5.1.4 Definieren von Längsschnitten durch das Netz

Die Strecken für Längsschnittdiagramme werden am einfachsten über den Menüpunkt **Bearbeiten – Markieren – Strecke markieren** grafisch im Netz markiert.

Nach dem Aktivieren dieser Funktion kann mit Hilfe des Cursors die Strecke grafisch markiert werden. Dabei wird zuerst das Element am Anfang der Strecke selektiert und danach jenes, das das Ende des Markierungsbereiches kennzeichnet. Das System sucht nun die kürzeste Verbindung zwischen den beiden definierten Elementen und markiert diese Strecke.



**Bild: markierte Strecke für Längsschnitt**

Nach dem Markieren der Strecke muss diese einer Netzelementgruppe mit der Gruppenart **Längsschnitt** zugeordnet werden. Hierzu wird der Menüpunkt **Einfügen – Netzelementgruppe** aktiviert und im Netzbrowser der Knopf **Neu** angeklickt.

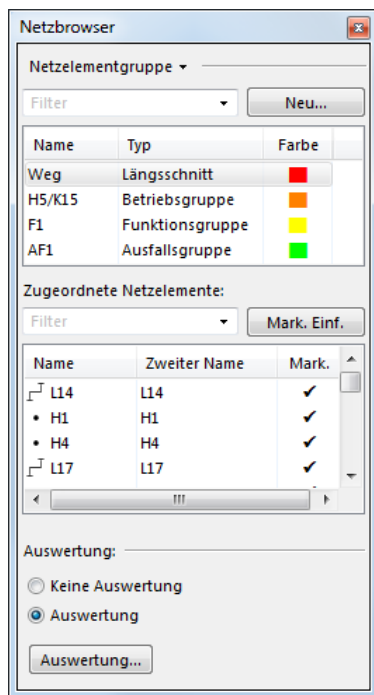
Netzelementgruppe		
Basisdaten		
Name	Weg	
Kurzname		
Art der Gruppe	Längsschnitt	

**Bild: Anlegen einer neuen Gruppe**

In der Datenmaske werden der Name und die Gruppenart **Längsschnitt** angegeben. Durch Drücken des Knopfes **OK** wird die neue Gruppe angelegt.

Über den Knopf **Markierung einfügen** werden alle aktuell markierten Elemente der neuen Gruppe zugeordnet.





**Bild: Neue Netzelementgruppe mit zugewiesenen Netzelementen**

Nach der Definition wird das Längsschnittdiagramm automatisch von der stationären Berechnung generiert.

### 5.1.5 Starten der Berechnung

Die stationäre Berechnung wird über den Menüpunkt **Berechnen – Stationär** gestartet.

### 5.1.6 Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse der stationären Berechnung sind in der Netzgrafik verfügbar.

Globale Ergebnisse stehen über dem Menüpunkt **Berechnen – Ergebnisse – Globale Ergebnisse** zur Verfügung.

## Anwendungsbeispiele

The screenshot shows a software window titled "Gas - Ergebnisse". It contains several sections of data:

Ergebnisse			
Ergebnisart		Stationär	(kein)
Summe der Einspeisungen	Qzu1	0,000	m³/h
Summe der Abnahmen	Qab1	1.885,000	m³/h
Errechnete Einspeisungen	Qzu2	3.945,209	m³/h
Errechnete Abnahmen	Qab2	1.885,000	m³/h
Verluste	Qverl	0,000	m³/h
Austritte aus Lecks	Qleck	2.060,209	m³/h
Min. Druck absolut	pamin	1,114	bar
Min. Druck relativ	prmin	0,090	bar
Gesamte Rohrlänge	l	11.978,100	m
Gasvolumen	Vgas	702,825	m³
Gesamtes Rohrvolumen	Vrohr	244,572	m³
Max. Fließgeschwindigkeit	vmax	13,239	m/s
Iterationsanzahl	IT	37	1
Durchflussgenauigkeit	E1	0,008	m³/h
Knotengenauigkeit	E2	0,000	bar
Maschengenauigkeit	E3	0,000	bar
Datum	Do 01.01.1998		

Buttons: OK, Abbrechen

**Bild: Ergebnisse der stationären Berechnung**

Bei den globalen Ergebnissen sind die Summe der Einspeisungen und Abnahmen, die Leckverluste, der Druckbereich, die Netzgröße und die erreichte Rechengenauigkeit verfügbar.

Über das Kontextmenü des Knotens können die individuellen Knotenergebnisse angezeigt werden.

Netzverfolgung - Knotenergebnisse

Ergebnisse

Knoten: H4

Netzebene: Mitteldruck (5,0 bar)

Einspeisung: K15

Menge: q 100,000 %

Endzeit: te 160,902 s

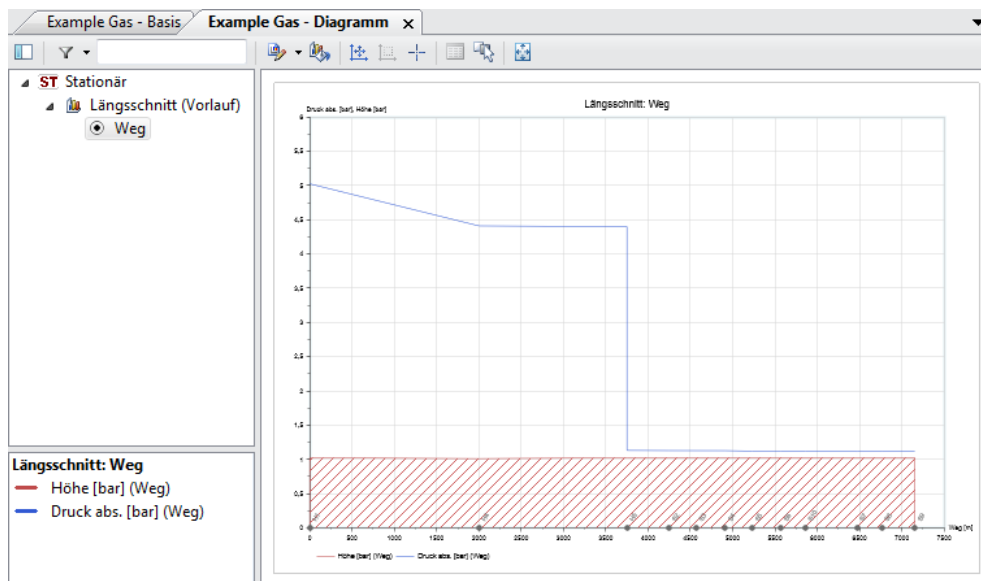
OK Abbrechen

**Bild: Datenmaske Netzverfolgung – Knotenergebnisse**

In dieser Ergebnismaske stehen das Mediummischungsverhältnis und die Mediumlaufzeit zur Verfügung.

Zusätzlich zu den Ergebnissen in der Netzgrafik werden auch Ergebnisse in Diagrammform generiert. Diese können über den Menüpunkt **Ansicht – Diagramm** betrachtet werden.

Die Ergebnisdiagramme der Längsschnitte sind unter dem Diagrammtyp **Längsschnitt** verfügbar.



**Bild: Längsschnittdiagramm**

## 5.2 Anwendungsbeispiel für die stationäre Störungsberechnung

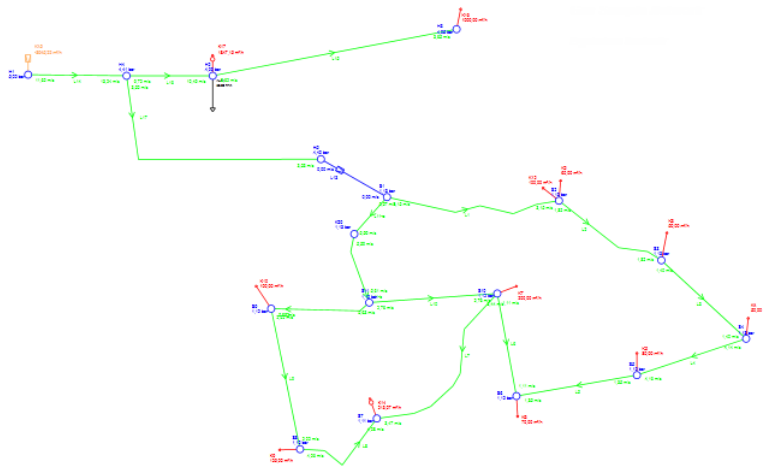
Im Folgenden soll das Verfahren **Gas stationäre Störungsberechnung** in PSS SINCAL anhand einfacher Anwendungsbeispiele dargestellt werden. In den Beschreibungen werden

- das [Voreinstellen der Berechnungsparameter](#),
- das [Starten der Berechnung](#) sowie
- das [Darstellen und Auswerten der Ergebnisse](#)

dargestellt.

### Grundlagen

Alle Beschreibungen basieren auf folgendem Netz.



**Bild: Musternetz Gas**

Dieses Netz ("Example Gas") wird bei der Installation von PSS SINCAL automatisch bereitgestellt und kann zum Testen des Simulationsverfahrens eingesetzt werden.

## 5.2.1 Voreinstellen der Berechnungsparameter

Die Maske zum Einstellen der Berechnungsparameter wird über den Menüpunkt **Berechnen – Parameter** geöffnet.

**Berechnungsparameter**

Stationär **Geostationär**

Betrachtungsdatum: Do 01.01.1998

Max. Iterationsanzahl 1: 200  
 Max. Iterationsanzahl 2: 200  
 Maschengenauigkeit: 0,001 bar  
 Knotengenauigkeit: 0,01 m³/h  
 Prüfung Arbeitsbereich: Warnung  
 Knoten verbinden: Include Netze

Max. Durchflussänd.: 0,1 m³/h

Spezifische Dichte: 0,74 kg/m³  
 Dynamische Viskosität: 10,39 µPas  
 Heizwert: 40,0 MJ/kg  
 Luftdruck: 1,0 bar  
 Bezugshöhe des Netzes: 200,0 m

Sutherlandkonstante: 165,0 K  
 Adiabatexponent: 1,31  
 Konstantfaktor: 1,0  
 Linearfaktor: 0,0

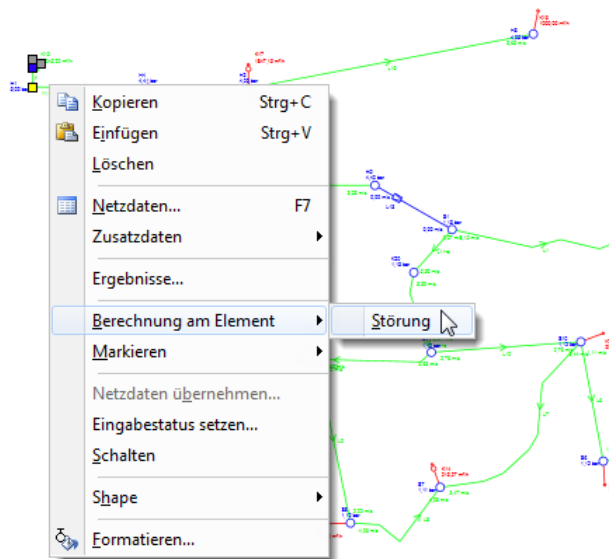
OK Abbrechen

**Bild: Berechnungsparameter Stationär**

Vor der stationären Störungsberechnung müssen das Betrachtungsdatum, die Parameter für die Berechnung und die physikalischen Daten des Gases festgelegt werden.

## 5.2.2 Starten der Berechnung

Um eine stationäre Störungsberechnung durchzuführen, muss zuerst ein auszufallendes Netzelement (oder mehrere auszufallende Netzelemente) markiert werden. Dann kann die stationäre Störungsberechnung über das Kontextmenü durch Klicken von **Berechnung am Element – Störung** gestartet werden.



**Bild: Starten der Störungsberechnung**

### 5.2.3 Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

Wenn die stationäre Störungsberechnung fehlerfrei durchgeführt werden konnte, werden automatisch die Ergebnisse identisch zur [stationären Berechnung](#) geladen und angezeigt.

## 5.3 Anwendungsbeispiel für die geostationäre Zeitreihenberechnung

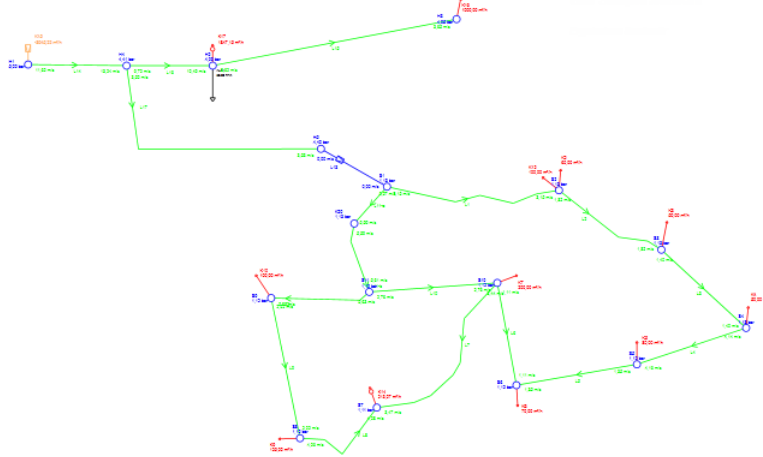
Im Folgenden soll das Verfahren **Gas geostationäre Zeitreihenberechnung** in PSS SINCAL anhand einfacher Anwendungsbeispiele dargestellt werden. In den Beschreibungen werden

- das [Voreinstellen der Berechnungsparameter](#),
- das [Definieren von Zeitreihen](#),
- das [Zuordnen von Zeitreihen](#),
- das [Definieren des Diagrammumfanges](#),
- das [Starten der Berechnung](#) sowie
- das [Darstellen und Auswerten der Ergebnisse](#)

dargestellt.

## Grundlagen

Alle Beschreibungen basieren auf folgendem Netz.



**Bild: Musternetz Gas**

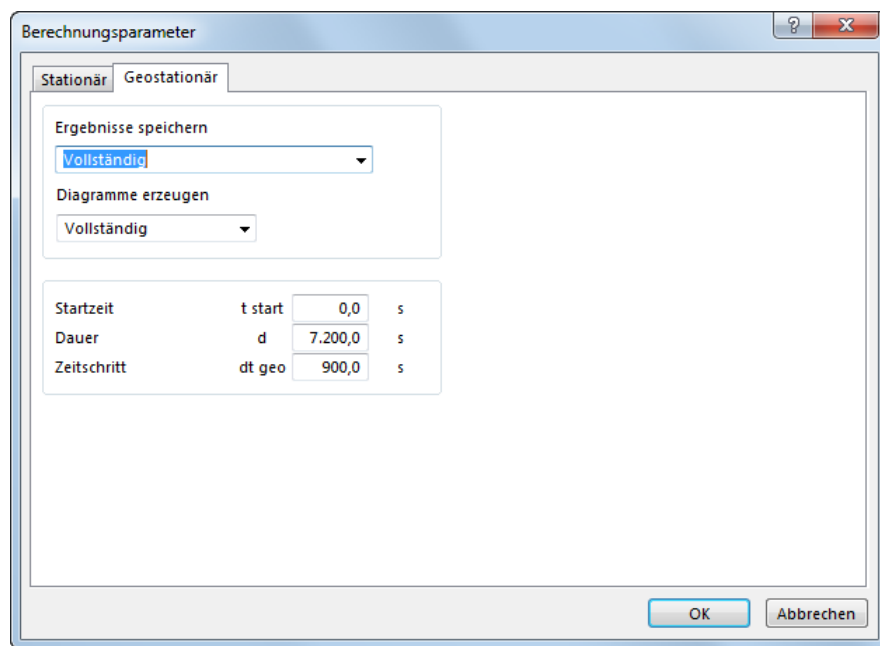
Dieses Netz ("Example Gas") wird bei der Installation von PSS SINCAL automatisch bereitgestellt und kann zum Testen des Simulationsverfahrens eingesetzt werden.

Voraussetzung für die geostationäre Zeitreihenberechnung ist, dass der Punkt **Geostationär** im Menü **Berechnen – Methoden** aktiviert ist.

### 5.3.1 Voreinstellen der Berechnungsparameter

Die Maske zum Einstellen der Berechnungsparameter wird über den Menüpunkt **Berechnen – Parameter** geöffnet.

Für die stationäre Zeitreihenberechnung gelten die gleichen Berechnungsparameter wie für die [stationäre Berechnung](#).



**Bild: Berechnungsparameter Geostationär**

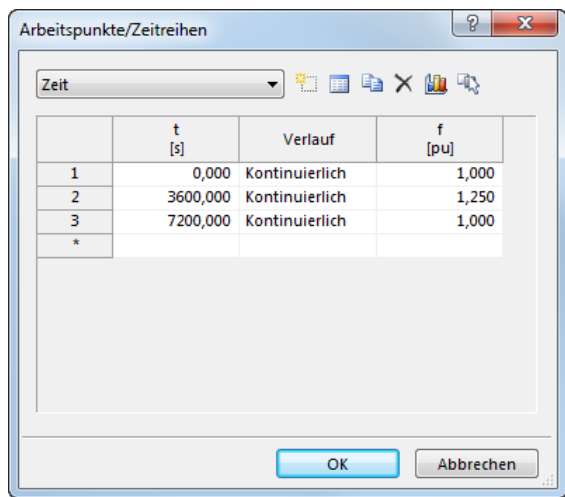
Zusätzlich müssen im Register **Geostationär** noch die **Startzeit**, die **Dauer** und der **Zeitschritt** angegeben werden.

Die einzelnen geostationären Berechnungen über die Zeit werden vollkommen unabhängig voneinander betrachtet.

### 5.3.2 Definieren von Zeitreihen

Über den Menüpunkt **Einfügen – Erweiterte Daten – Arbeitspunkte/Zeitreihen** wird der Dialog zur Definition von zeitlichen Verläufen geöffnet.





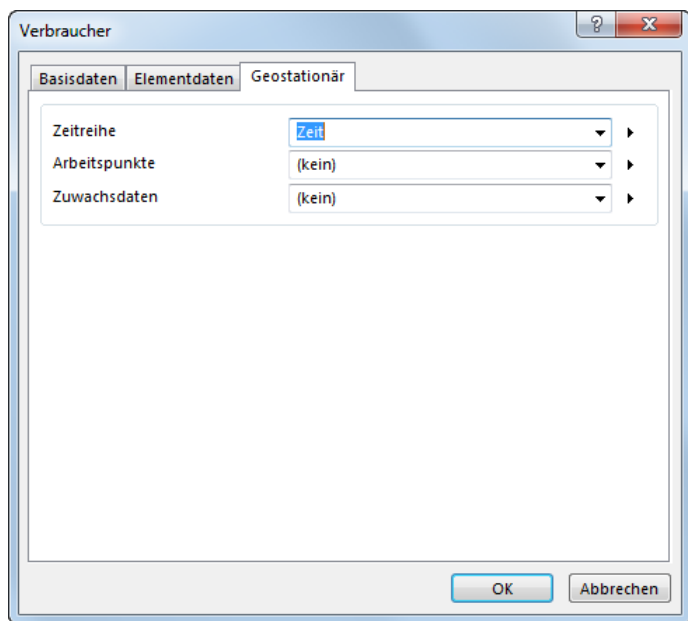
**Bild: Definition von Zeitreihen**

Mit Hilfe dieses Dialoges können Zeitreihen erzeugt, bearbeitet und auch gelöscht werden. Genauere Informationen zur Bedienung dieses Dialoges finden Sie im Kapitel [Arbeitspunkte/Zeitreihen](#).

### 5.3.3 Zuordnen von Zeitreihen

Zeitreihen können entweder den einzelnen Netzelementen direkt oder über deren Netzebene zugeordnet werden.

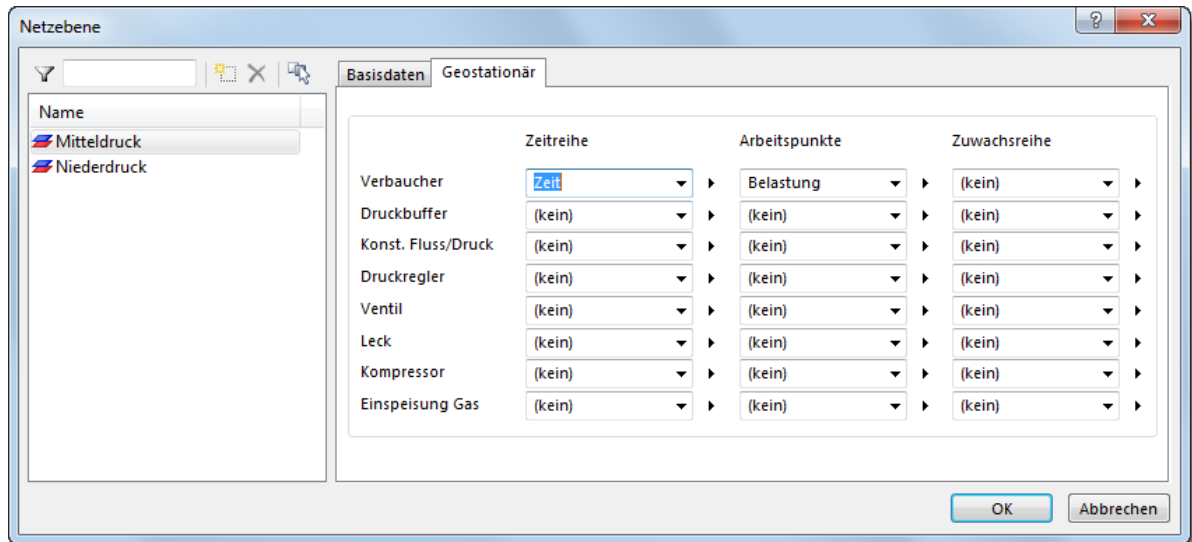
Die Zuordnung von Zeitreihen zu einem Netzelement erfolgt über das Register **Geostationär** in der jeweiligen Datenmaske.



**Bild: Zuordnung einer Zeitreihe zu einem Verbraucher**

Die zugeordnete Zeitreihe wirkt als Faktor auf die Basisdaten des Netzelementes. Auf welche Basisdaten der einzelnen Netzelemente die Faktoren aus der Zeitreihe wirken, ist in den [Berechnungsverfahren](#) beschrieben.

Die Zuordnung von Zeitreihen über die Netzebene erfolgt über das Register **Geostationär** in der Datenmaske **Netzebene**.



**Bild: Zuordnung von Zeitreihen über die Netzebene**

Die über die Netzebene zugeordneten Zeitreihen werden nur auf jene Netzelemente vererbt, die keine direkte Zuordnung einer Zeitreihe haben.

### 5.3.4 Definieren des Diagrammumfanges

Soll der zeitliche Verlauf der wichtigsten Daten von Knoten und Netzelementen über die Zeit als Diagramm dargestellt werden, so muss dies direkt in den Basisdaten des Knotens oder den Elementdaten eines Netzelementes erfolgen.

**Knoten**

**Basisdaten**

Name: H4  
Kurzname: H4  
Netzebene: Mitteldruck (5,0 bar)

Netzbereich: Verteilung  
Netzzone: (kein)  
Druckverlaufsdiagramm: Start  
Gekennzeichnet: Ja

Druckvorbesetzung: pv 0,0 bar  
Seehöhe: sh 100,0 m  
Rechtsabstand: rh 0,0 m  
Hochabstand: hh 0,0 m  
Meridian: M 0,0 m

Errichtungszeitpunkt: (kein)  
Stilllegungszeitpunkt: (kein)

Verknüpfungsname: H4

OK Abbrechen

**Bild: Aktivieren der Diagramme**

Im Feld **Gekennzeichnet** wird die Option **Ja** gewählt.

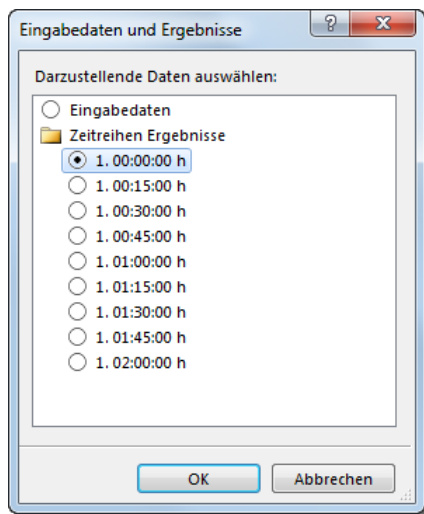
### 5.3.5 Starten der Berechnung

Die geostationäre Zeitreihenberechnung wird über den Menüpunkt **Berechnen – Zeitreihen** gestartet.

### 5.3.6 Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

Nach dem Berechnen werden die Ergebnisse für die Zeitreihenberechnung in der Netzgrafik und in Form von Diagrammen zur Verfügung gestellt.

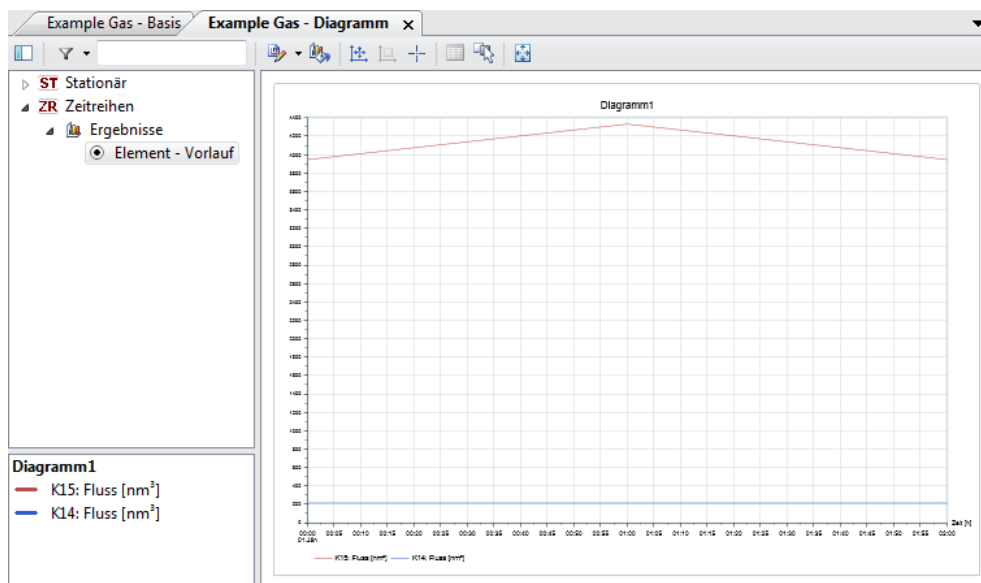
Die Ergebnisse der einzelnen Zeitschritte können über den Dialog **Eingabedaten und Ergebnisse** in der Netzgrafik angezeigt werden. Hierzu wird der Menüpunkt **Ansicht – Eingabedaten u. Ergebnisse** aktiviert.



**Bild: Dialog Eingabedaten und Ergebnisse**

Zusätzlich zu den Ergebnissen in der Netzgrafik werden auch Ergebnisse in Diagrammform generiert. Diese können über den Menüpunkt **Ansicht – Diagramm** betrachtet werden.

Die Diagramme sind unter dem Punkt **Zeitreihen** im Diagrammbrowser verfügbar. Hierbei wird zwischen frei definierbaren Ergebnisdiagrammen sowie automatisch generierten Diagrammen für Eingabedaten unterschieden.



**Bild: Ergebnisdiagramme Zeitreihen**

Im Zuge der Zeitreihenberechnung werden vielfältige Diagramme für Knoten, Netzelemente und das Netz generiert. Diese Diagramme können individuell auf einer Diagrammseite zusammengestellt werden. Dazu wird der Punkt **Ergebnisse** im Browser angewählt und über das Kontextmenü der Menüpunkt **Diagrammseite zusammenstellen** aktiviert. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie im Kapitel Zusammenstellen von Ergebnisdiagrammseiten des Handbuches Bedienung.

## 5.4 Anwendungsbeispiel für die geostationäre Arbeitsreihenberechnung

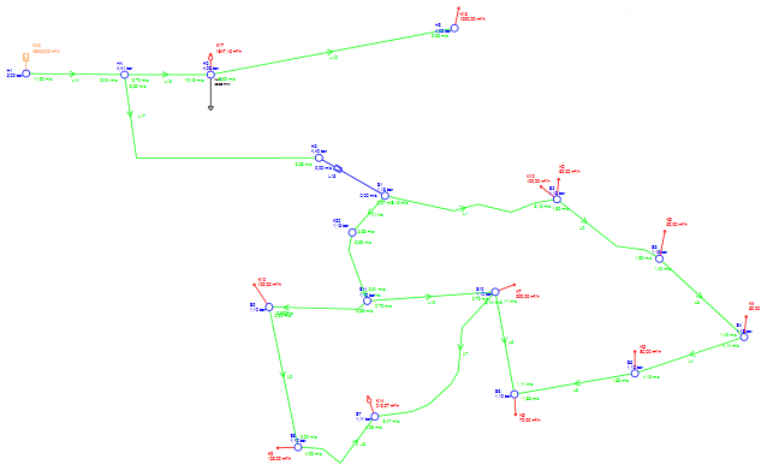
Im Folgenden soll das Verfahren **Gas geostationäre Arbeitsreihenberechnung** in PSS SINICAL anhand einfacher Anwendungsbeispiele dargestellt werden. In den Beschreibungen werden

- das [Voreinstellen der Berechnungsparameter](#),
- das [Anlegen eines Arbeitspunktes](#),
- das [Definieren von Arbeitspunkten](#),
- das [Zuordnen von Arbeitspunkten](#),
- das [Definieren von Betriebsdiagrammen](#),
- das [Starten der Berechnung](#) sowie
- das [Darstellen und Auswerten der Ergebnisse](#)

dargestellt.

### Grundlagen

Alle Beschreibungen basieren auf folgendem Netz.



**Bild: Musternetz Gas**

Dieses Netz ("Example Gas") wird bei der Installation von PSS SINICAL automatisch bereitgestellt und kann zum Testen des Simulationsverfahrens eingesetzt werden.

Voraussetzung für die geostationäre Arbeitsreihenberechnung ist, dass der Punkt **Geostationär** im Menü **Berechnen – Methoden** aktiviert ist.

### 5.4.1 Voreinstellen der Berechnungsparameter

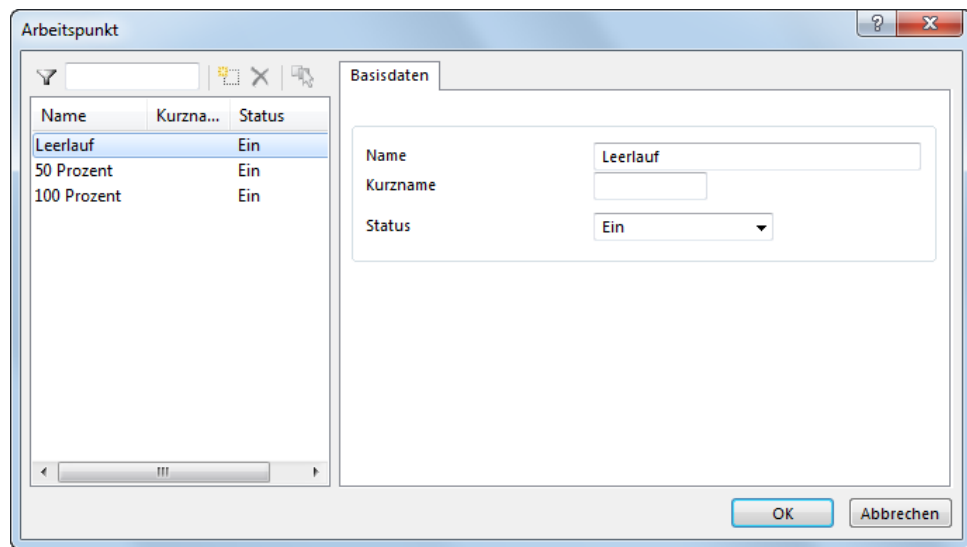
Die Maske zum Einstellen der Berechnungsparameter wird über den Menüpunkt **Berechnen – Parameter** geöffnet.

Für die stationäre Arbeitsreihenberechnung gelten die gleichen Berechnungsparameter wie für die [stationäre Berechnung](#).

Die einzelnen geostationären Berechnungen über die Zeit werden vollkommen unabhängig voneinander betrachtet.

### 5.4.2 Anlegen eines Arbeitspunktes

Über den Menüpunkt **Einfügen – Erweiterte Daten – Arbeitspunkt** wird der Dialog zum Anlegen von Arbeitspunkten geöffnet.

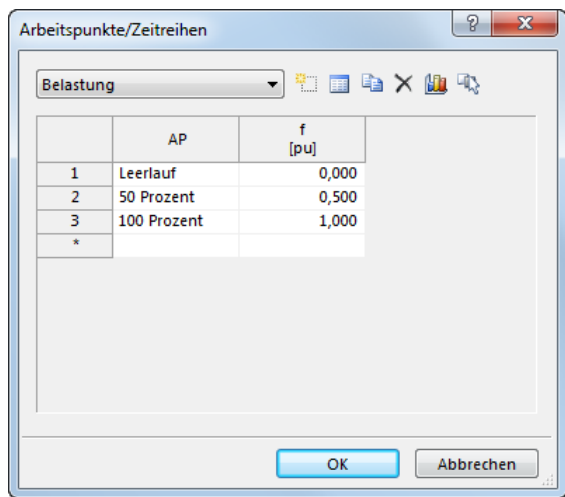


**Bild: Anlegen von Arbeitspunkten**

Mit Hilfe dieses Dialoges können Arbeitspunkte erzeugt, bearbeitet und auch gelöscht werden.

### 5.4.3 Definieren von Arbeitspunkten

Über den Menüpunkt **Einfügen – Erweiterte Daten – Arbeitspunkte/Zeitreihen** wird der Dialog zur Definition von Arbeitspunkte geöffnet.



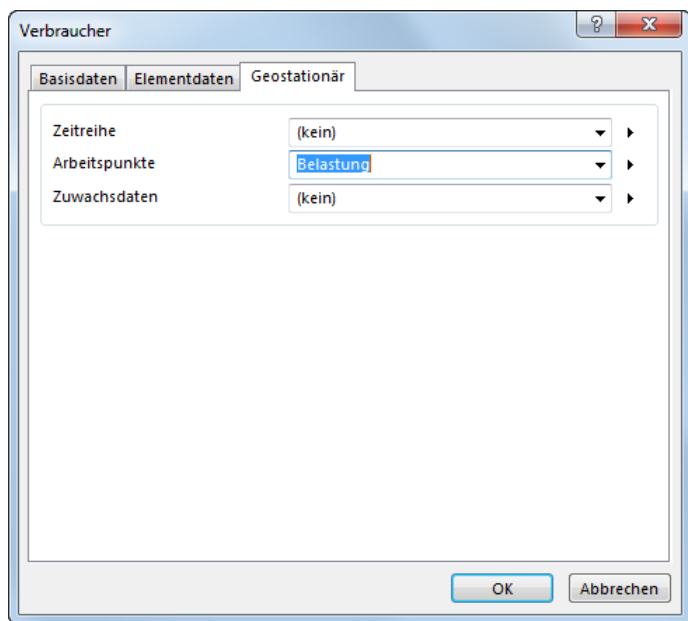
**Bild: Definition von Arbeitspunkten**

Mit Hilfe dieses Dialoges können Arbeitspunkte erzeugt, bearbeitet und auch gelöscht werden. Genauere Information zur Bedienung dieses Dialoges finden Sie im Kapitel [Arbeitspunkte/Zeitreihen](#).

#### 5.4.4 Zuordnen von Arbeitspunkten

Arbeitspunkte können entweder den einzelnen Netzelementen direkt oder über deren Netzebene zugeordnet werden.

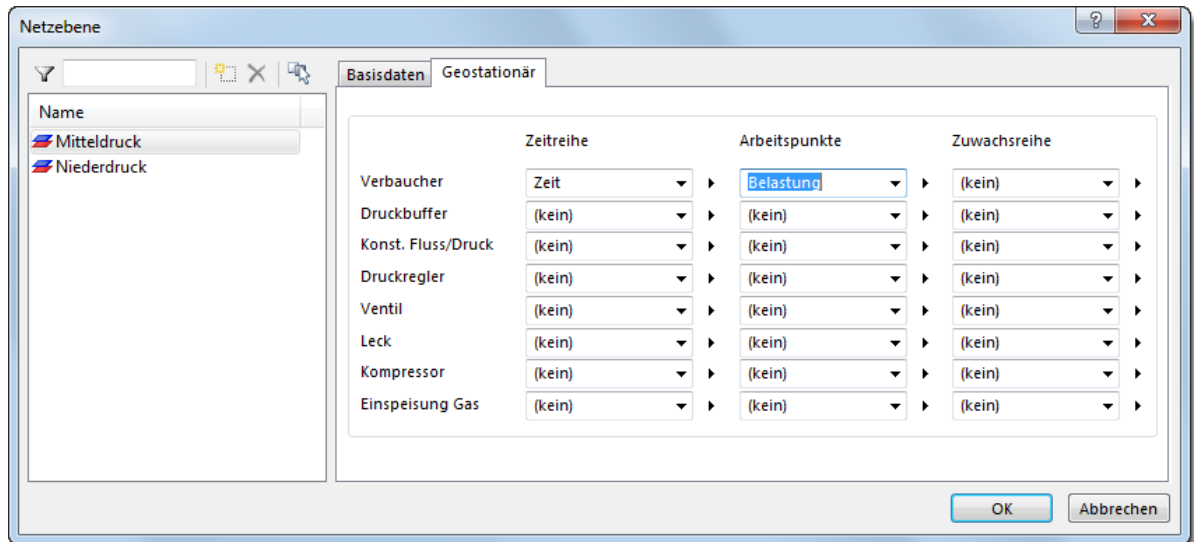
Die Zuordnung von Arbeitspunkten zu einem Netzelement erfolgt über das Register **Geostationär** in der jeweiligen Datenmaske.



**Bild: Zuordnung von Arbeitspunkten zu einem Verbraucher**

Die zugeordneten Arbeitspunkte wirken als Faktor auf die Basisdaten des Netzelementes. Auf welche Basisdaten der einzelnen Netzelemente die Faktoren aus den Arbeitspunkten wirken, ist in den [Berechnungsverfahren](#) beschrieben.

Die Zuordnung von Arbeitspunkten über die Netzebene erfolgt über das Register **Geostationär** in der Datenmaske **Netzebene**.



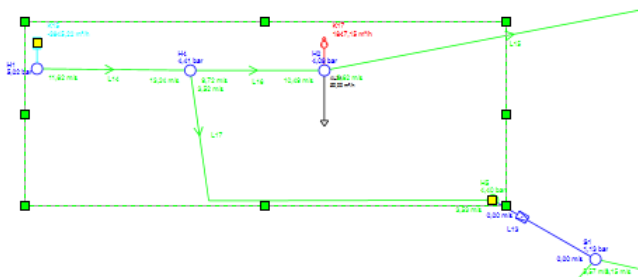
**Bild: Zuordnung von Arbeitspunkten über die Netzebene**

Die über die Netzebene zugeordneten Arbeitspunkte werden nur auf jene Netzelemente vererbt, die keine direkte Zuordnung von Arbeitspunkten haben.

## 5.4.5 Definieren von Betriebsdiagrammen

Eine Betriebsgruppe muss genau einen Knoten und ein Netzelement beinhalten. Nur unter diesen Voraussetzungen kann ein Diagramm mit dem Betriebsverhalten erzeugt werden.

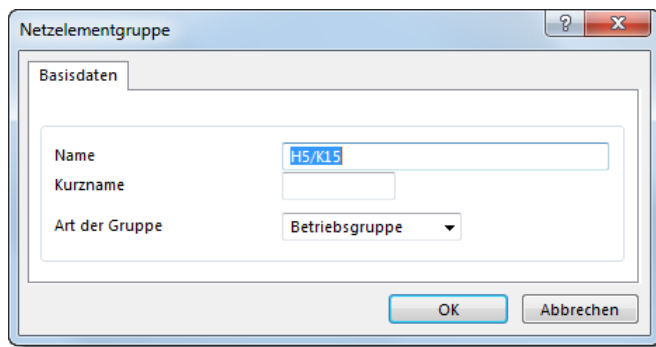
Der Knoten und das Netzelement werden am einfachsten mit Hilfe des Cursors markiert.



**Bild: markierte Elemente für das Betriebsdiagramm**

Nach dem Markieren eines Knotens und einer Einspeisung müssen diese einer Netzelementgruppe mit der Gruppenart **Betriebsgruppe** zugeordnet werden. Hierzu wird der Menüpunkt **Einfügen – Netzelementgruppe** aktiviert und im Netzbrowser der Knopf **Neu** angeklickt.

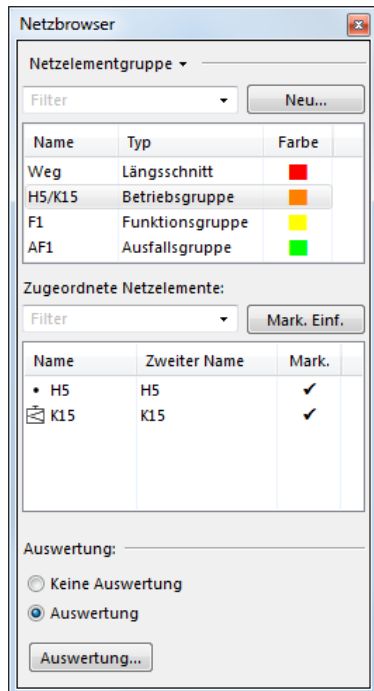




**Bild: Anlegen einer neuen Gruppe**

In der Datenmaske werden der Name und die Gruppenart **Betriebsgruppe** angegeben. Durch Drücken des Knopfes **OK** wird die neue Gruppe angelegt.

Über den Knopf **Markierung einfügen** werden die aktuell markierten Elemente der neuen Gruppe zugeordnet.



**Bild: Neue Netzelementgruppe mit zugewiesenen Netzelementen**

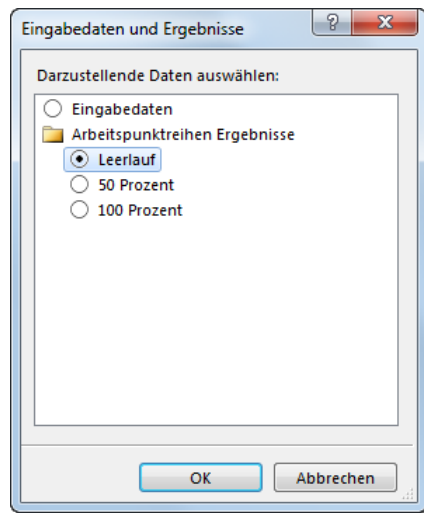
## 5.4.6 Starten der Berechnung

Die geostationäre Arbeitsreihenberechnung wird über den Menüpunkt **Berechnen – Arbeitsreihen** gestartet.

### 5.4.7 Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

Nach dem Berechnen werden die Ergebnisse für die Arbeitsreihenberechnung in der Netzgrafik und in Form von Diagrammen zur Verfügung gestellt.

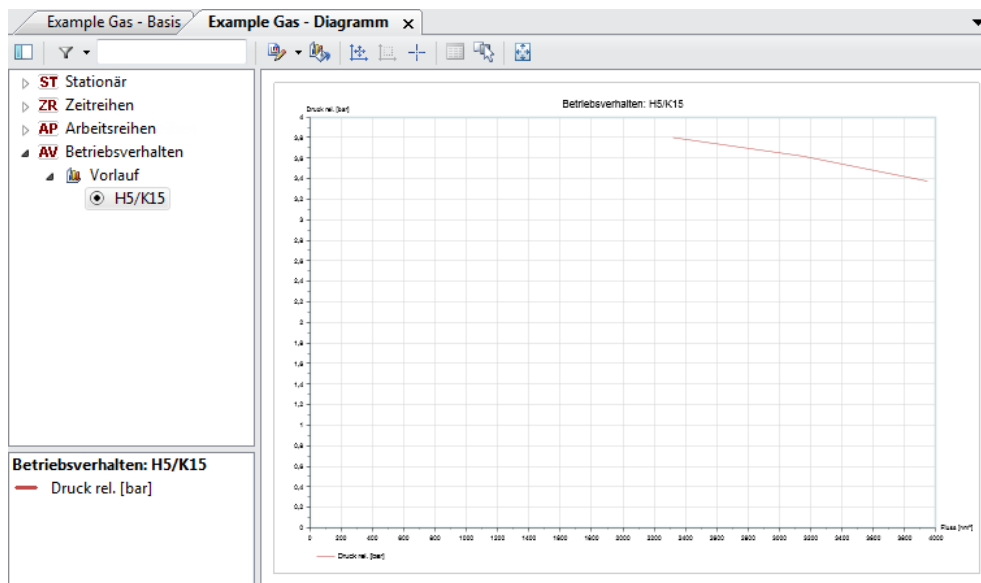
Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspunkte können über den Dialog **Eingabedaten und Ergebnisse** in der Netzgrafik angezeigt werden. Hierzu wird der Menüpunkt **Ansicht – Eingabedaten u. Ergebnisse** aktiviert.



**Bild: Dialog Eingabedaten und Ergebnisse**

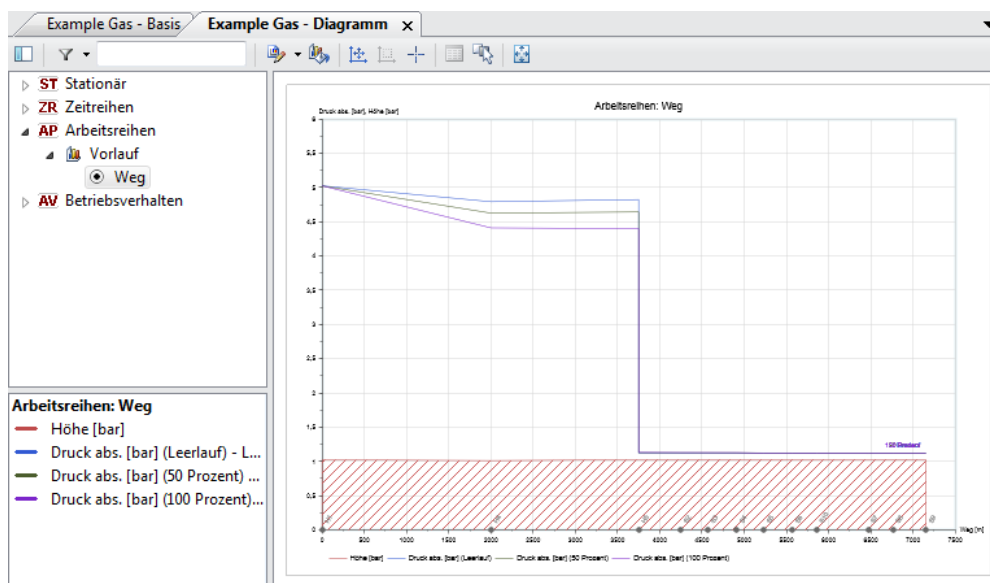
Zusätzlich zu den Ergebnissen in der Netzgrafik werden auch Ergebnisse in Diagrammform generiert. Diese können über den Menüpunkt **Ansicht – Diagramm** betrachtet werden.

Die Ergebnisdiagramme mit dem Betriebsverhalten sind unter dem Diagrammtyp **Betriebsverhalten** verfügbar.



**Bild: Diagramm Betriebsverhalten**

Die Ergebnisdigramme für die Arbeitsreihenberechnung sind unter dem Diagrammtyp **Arbeitsreihen** verfügbar.



**Bild: Diagramm Arbeitsreihen**

Die Namen der einzelnen Arbeitspunkte sind in den Diagrammen ersichtlich.