

PSS[®] SINCAL 10.5

Ausfallanalyse Strömung

**Automatische Berechnung von Ausfällen
und deren Auswirkungen 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.

1.	Einleitung Ausfallanalyse	1
2.	Verfahren Ausfallanalyse	2
2.1	Ausfallbehaftete Elemente	3
2.2	Ermittlung der Ausfälle	3
2.3	Bewertung der Ausfälle	6
2.4	Erzielbare Vorteile für den Netzbetreiber	7
3.	Anwendungsbeispiel für Ausfallanalyse	8
3.1	Voreinstellen der Berechnungsparameter	8
3.2	Definieren von Ausfallsgruppen	10
3.3	Definieren von Funktionsgruppen	11
3.4	Durchführen der Ausfallanalyse	12
3.4.1	Ausfall	14
3.4.2	Elemente mit Grenzwertverletzung	16
3.4.3	Maximalwerte der Elemente	16
3.4.4	Detailansicht	17
3.5	Darstellen und Auswerten der Ergebnisse	18
3.5.1	Ergebnisse im Ausfallanalyse-Dialog	18
3.5.2	Ergebnisse in der Ergebnisansicht	19
3.5.3	Ergebnisse in der Tabelle	20
3.5.4	Ergebnisse in der Netzgrafik	20
3.5.5	Einfärbung in der Netzgrafik	21

1. Einleitung Ausfallanalyse

Die Ausfallanalyse ist eine Aneinanderreihung von stationären Berechnungen. In jeder einzelnen Lastflussberechnung nehmen ein oder mehrere Elemente – bedingt durch einen Ausfall – nicht teil. Die auszufallenden Elemente werden dabei über Netzbereiche festgelegt. Der Ausfall kann unbedingt oder nach Erfüllung einer Bedingung erfolgen.

Als Ergebnisse stehen sämtliche für den Ausfall relevanten Daten (Minima, Maxima, nicht versorgte Verbraucher, zu hohe Fließgeschwindigkeiten, usw.) zur Verfügung.

Dieses Handbuch enthält folgende Kapitel:

- [Verfahren Ausfallanalyse](#)
- [Anwendungsbeispiel für Ausfallanalyse](#)

Vorgehensweise Ausfallanalyse

Die Daten für die Ausfallanalyse können ohne spezielle Einstellungen immer eingegeben werden.

Es sind folgende Schritte notwendig:

- Festlegen des Umfangs der auszufallenden Netzelemente bei den Netzbereichen
- Festlegen des zu betrachtenden Kreislaufes bei den Berechnungsparametern (nur für Wärme-/Kältenetze)

2. Verfahren Ausfallanalyse

Das Ziel der Ausfallanalyse ist die Beurteilung des Netzbetriebszustandes bei Ausfall von folgenden Elementen:

- einzelne Elemente
- Elemente, die nur gemeinsam in Betrieb sein können (Funktionsgruppen) und
- Elemente mit Grenzwertverletzung

Die Basis für die Ausfallanalyse ist eine stationäre Berechnung des vollständigen Netzes. Nur Elemente, die hierbei versorgt sind, werden für die Beurteilung des Netzes bei Ausfall von einzelnen oder mehreren Elementen herangezogen.

Prinzipieller Rechnungsablauf Ausfallanalyse

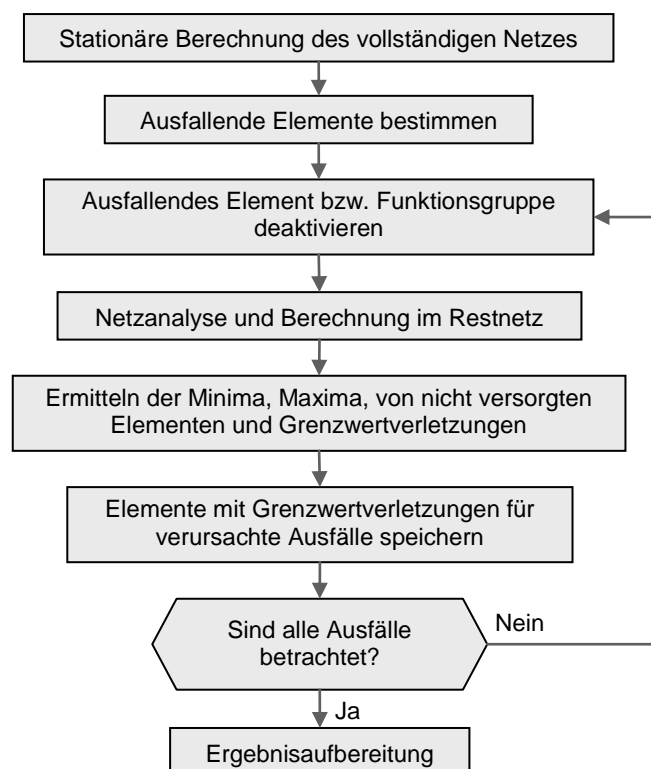


Bild: Ablaufdiagramm

2.1 Ausfallbehaftete Elemente

Die ausfallbehafteten Elemente sind über den Elementtyp festgelegt. Nur Elemente vom folgenden Typ können ausfallen:

Elementtyp	Wasser	Gas	Wärme/ Kälte
Leitung	x	x	x
Druckverstärkerpumpe	x		x
Konst. Druck/Konst. Fluss	x	x	x
Druckregler	x	x	x
Kompressor		x	
Wärmetauscher			x
Schieber/Rückschlagventil	x	x	x
Hochbehälter	x		
Pumpeinspeisung	x		x
Einspeisung Gas		x	
Einspeisung Wärme/Kälte			x

2.2 Ermittlung der Ausfälle

PSS SINCAL kennt die folgenden Arten von Ausfällen:

- Basisausfälle
- verursachte Ausfälle

Die Ursache für den Ausfall ist dabei nicht von Bedeutung. Es wird immer der Ausfall eines einzelnen Elementes und dessen Auswirkung auf das Restnetz untersucht. Dieses Vorgehen entspricht exakt der Untersuchung des $n - 1$ Kriteriums für das Netz.

Die Ausfallanalyse kann individuell pro Netzbereich parametrisiert werden. Im Register Ausfallanalyse kann eingestellt werden, welche Netzelemente ausfallen und ob verursachte Ausfälle generiert werden.

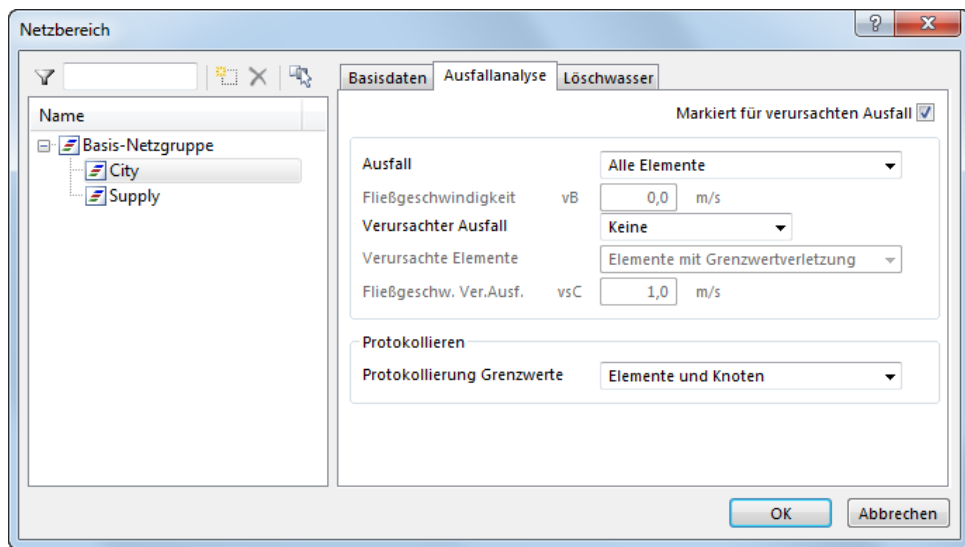


Bild: Datenmaske Netzbereich – Ausfallanalyse

Anhand des folgenden kleinen Netzbereiches soll die Funktion der Ausfallanalyse mit Basis- und Folgeausfällen gezeigt werden. Der Netzbereich enthält die Leitungen L1 bis L7.

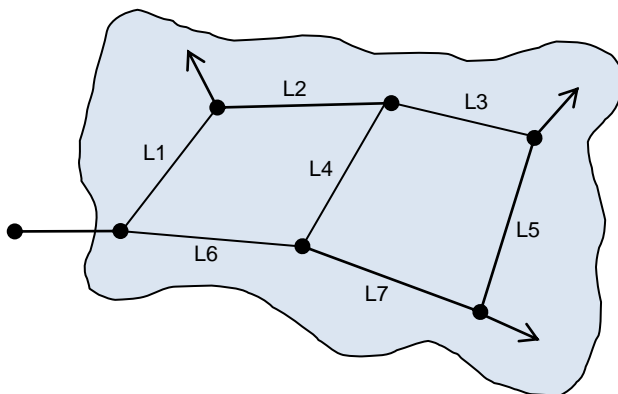


Bild: Netzbereich für Ausfallsimulation

Basisausfälle

Die Basisausfälle erfolgen je nach Einstellung im Register **Ausfallanalyse** wahlweise für

- alle Elemente
- alle Leitungen
- alle Elemente mit Grenzwertverletzung
- alle Leitungen mit Grenzwertverletzung

Ohne Vorgabe einer Belastungsgrenze (z.B. bei Verwendung der Option **alle Elemente**) wird für jede Leitung je ein Ausfall gerechnet. Für den ersten Ausfall wird die Leitung L1 deaktiviert.

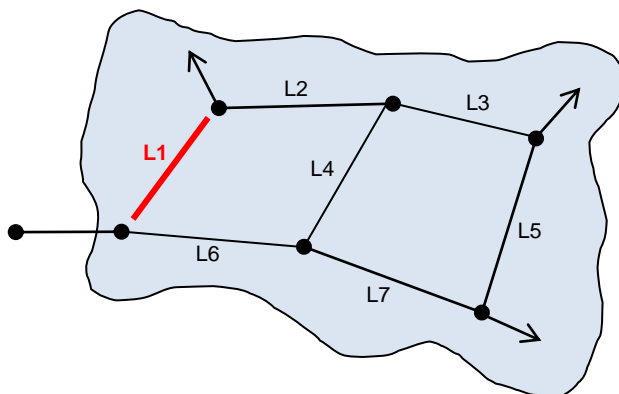


Bild: Ausfallende Netzelemente ohne Grenzwertverletzung (Ausfall 1 – Leitung L1)

Für den nächsten Ausfall wird die Leitung L1 wieder aktiviert und die Leitung L2 deaktiviert. Danach wird die Leitung L2 wieder aktiviert und die Leitung L3 deaktiviert. Dies geschieht so lange, bis alle Leitungen ausgefallen sind.

Falls in den Steuerparametern der Ausfallanalyse die Option

- Elemente mit Grenzwertverletzung oder
- Leitungen mit Grenzwertverletzung

gewählt wurde, fallen nur jene Elemente aus, die dieses Kriterium erfüllen. Im dargestellten Beispiel wäre dies die Leitung L5, deren Fließgeschwindigkeit mit 3 m/s über dem voreingestellten Grenzwert von 2 m/s liegt.

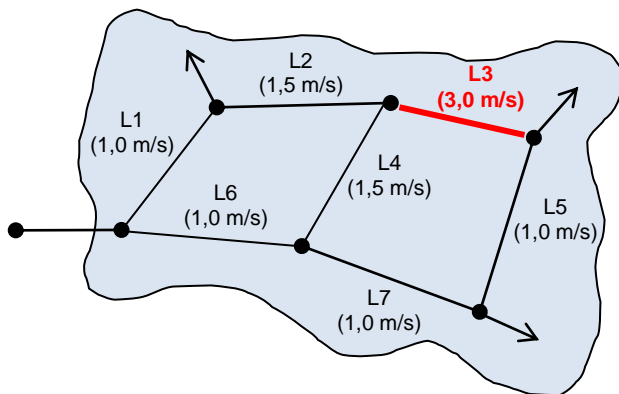


Bild: Ausfallende Netzelemente mit Fließgeschwindigkeit > 2 m/s (1 Ausfall – eine Leitung)

Verursachte Ausfälle

Die verursachten Ausfälle erfolgen immer für jene Elemente, die Grenzwertverletzungen aufweisen. Die Parametrierung für die verursachten Ausfälle erfolgt ebenfalls mit dem Register Ausfallanalyse des Netzbereiches.

Für die Ermittlung der verursachten Ausfälle ist eine stationäre Berechnung im verbleibenden Netz nach einem Basisausfall notwendig. Alle Elemente, die in diesem Netzbetriebszustand eine Grenzwertverletzung aufweisen, verursachen dabei einen neuen Ausfall.

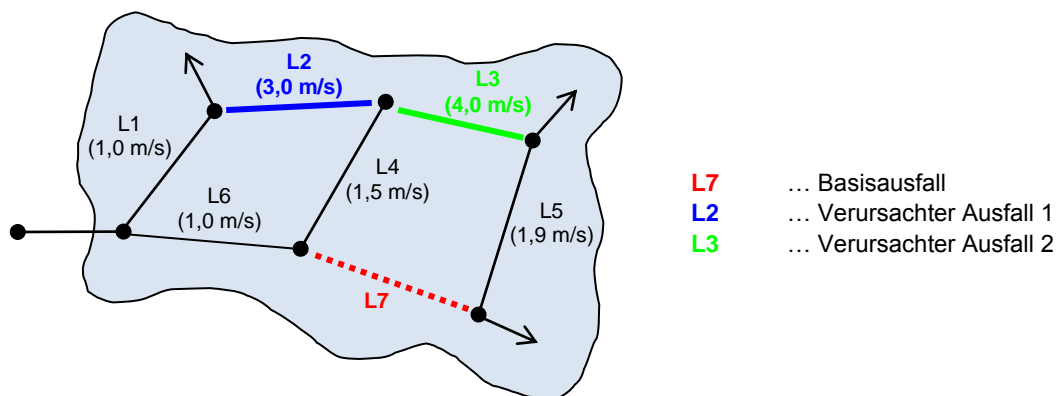


Bild: Verursachte Ausfälle bei Grenzwertfließgeschwindigkeit größer 2 m/s

Es erfolgen zwei verursachte Ausfälle, die folgende Elemente beinhalten:

- **Verursachter Ausfall 1:**
Basisausfall von Leitung L7
Verursachter Ausfall von Leitung L2, da die Fließgeschwindigkeit mit 3 m/s > 2 m/s ist
- **Verursachter Ausfall 2:**
Basisausfall von Leitung L7
Verursachter Ausfall von Leitung L3, da die Fließgeschwindigkeit mit 4 m/s > 2 m/s ist

Die Generierung der verursachten Ausfälle kann detailliert parametrisiert werden. Wahlweise können die verursachten Ausfälle nur im eigenen Netzbereich generiert werden oder in all jenen Netzbereichen, bei denen die Option **Markiert für verursachten Ausfall** aktiviert ist.

Funktionsgruppen

Eine Funktionsgruppe wird verwendet, um beliebige Netzelemente miteinander zu gruppieren. Dabei gilt folgende Vereinbarung: alle Elemente einer Funktionsgruppe können immer nur gemeinsam in Betrieb sein. D.h. die so gruppierten Netzelemente fallen immer gemeinsam vollständig aus. Die Funktionsgruppe wird in PSS SINICAL durch die Netzelementgruppe gebildet.

Die Verwendung von Funktionsgruppen ist für die Ausfallsimulation optional. Alle eingegebenen Funktionsgruppen werden unabhängig davon berücksichtigt, ob es sich um einen Basisausfall oder einen verursachten Ausfall handelt.

2.3 Bewertung der Ausfälle

Anhand der Ergebnisse der Ausfallanalyse können die Folgen der verschiedenen Ausfälle bewertet werden. Für diese Bewertung stehen folgende Ergebnisse zur Verfügung.

- Anzahl der unversorgten Lasten
- Anzahl der Grenzwertverletzungen
- Minimale und maximale Drücke im Netz
- Höchste Fließgeschwindigkeit
- Minimale Druckdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf in Wärme-/Kältenetzen

Anhand dieser Kenndaten können die verschiedenen Ausfälle grundsätzlich beurteilt werden. Eine Detailanalyse für einen bestimmten Ausfall kann jederzeit durchgeführt werden. Hierbei wird dann ein vollständiges Berechnungsergebnis für diesen Ausfall bereitgestellt.

2.4 Erzielbare Vorteile für den Netzbetreiber

Die Ausfallsimulation gibt dem Netzbetreiber Aufschluss über die Betriebssicherheit und Schwachstellen des Netzes. Der Netzbetreiber erhält wichtige Informationen des Netzes in Bezug auf Folgendes:

- Überprüfung des $n - 1$ Kriteriums für den Netzbetrieb
- Erkennen von Versorgungsunterbrechungen
- Erkennen von nicht möglichen Netzzuständen bei Netzelementausfall
- Beurteilung der Vorrangigkeit von Netzausbaumaßnahmen
- Einflussnahmen auf vertragliche Abnahmevereinbarungen

3. Anwendungsbeispiel für Ausfallanalyse

Im Folgenden soll das Verfahren **Ausfallanalyse** anhand eines einfachen Anwendungsbeispiels dargestellt werden. In den Beschreibungen werden

- das [Voreinstellen der Berechnungsparameter](#),
- das [Definieren von Ausfallsgruppen](#),
- das [Definieren von Funktionsgruppen](#),
- das [Durchführen der Ausfallanalyse](#) sowie
- die [Darstellen und Auswerten der Ergebnisse](#)

dargestellt.

Grundlagen

Alle Beschreibungen basieren auf folgendem Netz.

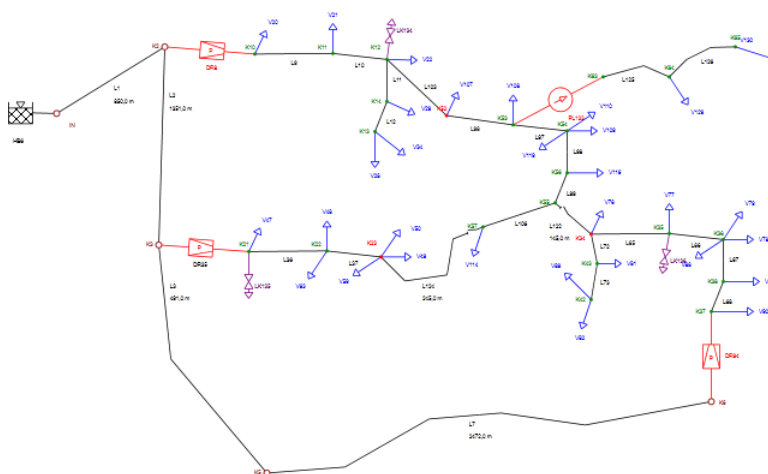


Bild: Beispielsnetz für die Ausfallanalyse

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

3.1 Voreinstellen der Berechnungsparameter

In PSS SINCAL ist jedes Netzelement genau einem Netzbereich zugeordnet. Die Ausfallanalyse kann für beliebige Netzbereiche durchgeführt werden. Die Voreinstellung erfolgt über die Datenmaske **Netzbereich**, welche über den Menüpunkt **Einfügen – Netzbereich** geöffnet wird.

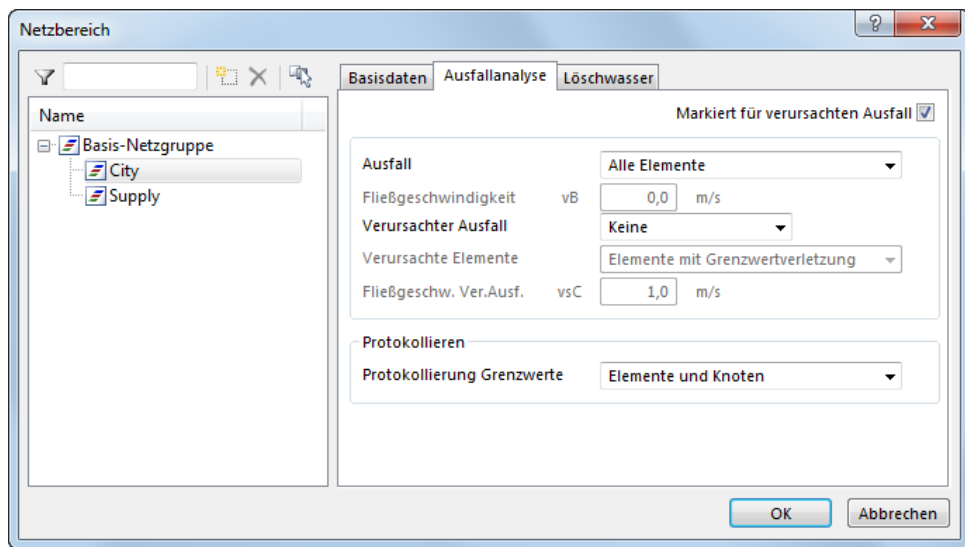


Bild: Datenmaske Netzbereich – Ausfallanalyse

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

3.2 Definieren von Ausfallsgruppen

Sollen mehrere Elemente in der Ausfallanalyse in einem Ausfall gemeinsam berücksichtigt werden, so müssen diese einer Netzelementgruppe mit Gruppenart **Ausfallsgruppe** zugeordnet werden.

Am einfachsten ist es, diese Elemente in der Netzgrafik zu markieren und anschließend den Menüpunkt **Einfügen – Netzelementgruppe** zu aktivieren. Im Netzbrowser wird der Knopf **Neu Gruppe** angeklickt.

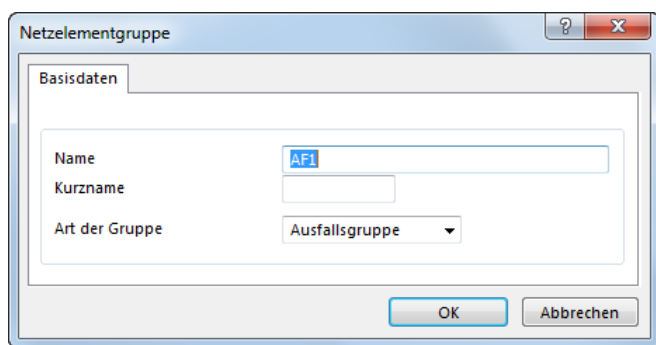


Bild: Anlegen einer neuen Gruppe

In der Datenmaske werden der Name und die Gruppenart **Ausfallsgruppe** 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.

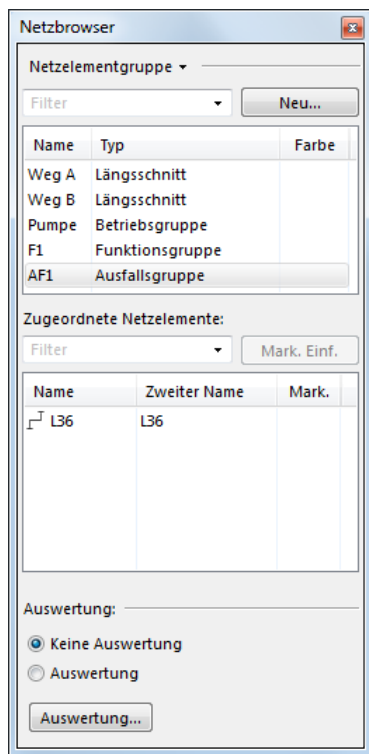


Bild: Neue Netzelementgruppe mit zugewiesenen Netzelementen

Alle Elemente einer Netzelementgruppe mit Gruppenart **Ausfallsgruppe** verursachen nun in der Ausfallanalyse einen eigenen Ausfall.

3.3 Definieren von Funktionsgruppen

Können Elemente nur gemeinsam in Betrieb sein, so müssen diese einer Netzelementgruppe mit Gruppenart **Funktionsgruppe** zugeordnet werden.

Am einfachsten ist es, diese Elemente in der Netzgrafik zu markieren und anschließend den Menüpunkt **Einfügen – Netzelementgruppe** zu aktivieren. Im Netzbrowser wird der Knopf **Neu** angeklickt.

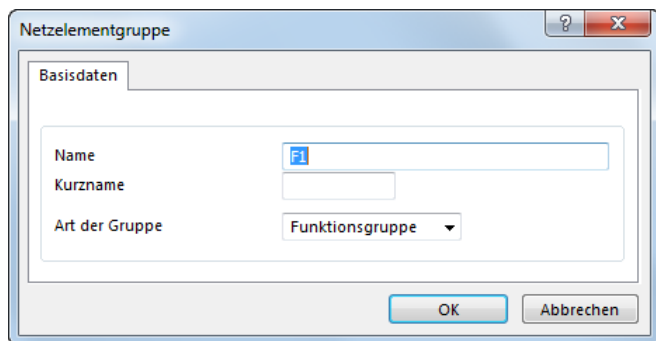


Bild: Anlegen einer neuen Gruppe

In der Datenmaske werden der Name und die Gruppenart **Funktionsgruppe** 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.

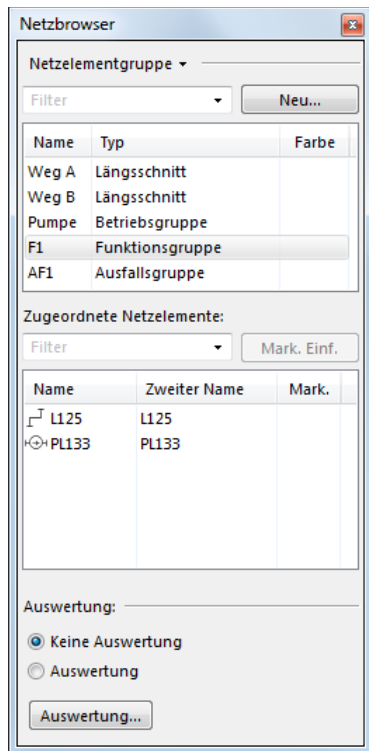


Bild: Neue Netzelementgruppe mit zugewiesenen Netzelementen

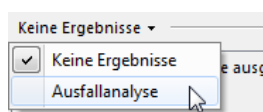
Fällt auf Grund der Definition des Ausfallumfanges bei den Netzbereichsdaten nur ein Netzelement einer Funktionsgruppe aus, so fallen die übrigen Netzelemente der Funktionsgruppe automatisch mit aus.

3.4 Durchführen der Ausfallanalyse

Die Ausfallanalyse wird über den Menüpunkt **Berechnen – Ausfallanalyse** gestartet.

Wenn das Simulationsverfahren fehlerfrei durchgeführt werden kann und Netzbereiche zur Ausfallanalyse aktiviert waren, dann wird nach dem Abschluss der Berechnung automatisch das Ergebnisfenster für die **Ausfallanalyse** angezeigt.

Das Ergebnisfenster kann auch später über den Menüpunkt **Ansicht – Ergebnisbrowser** oder **Berechnen – Ergebnisse – Ausfallanalyse** geöffnet werden. Mit Hilfe des Auswahlfeldes wird die Ergebnisdarstellung für die **Ausfallanalyse** aktiviert.



Durch diese Auswahl werden die letzten Ergebnisse geladen und im Ergebnisfenster bereitgestellt.

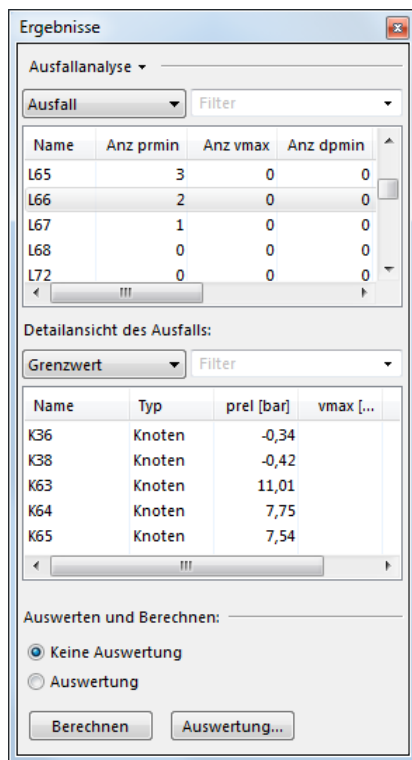


Bild: Ergebnisfenster für die Ausfallanalyse

Im Ergebnisfenster **Ausfallanalyse** sind drei Bereiche enthalten. Der obere Bereich bietet die Möglichkeit, zwischen folgenden Optionen zu wählen:

- Ausfall
- Grenzwertverletzung
- Maximum

Der mittlere Bereich stellt die [Detailinformationen zum markierten Ausfall](#) zur Verfügung.

Im Bereich **Auswerten und Berechnen** kann eine Auswertung oder detaillierte stationäre Berechnung durchgeführt werden.

Durch Klicken von **Auswertung** wird der Ausfall sofort im Grafikeditor farbig dargestellt. Um die farbigen Markierungen im Grafikeditor wieder rückgängig zu machen, wird **Keine Auswertung** geklickt.

Durch Klicken des Knopfes **Berechnen** wird eine stationäre Berechnung aktiviert, bei der der gewählte Ausfall detailliert berechnet wird. Die Ergebnisse dieser Berechnung werden in der Netzgrafik angezeigt und können so zur exakten Untersuchung des Ausfalls verwendet werden.

Die Attribute für die Einfärbung können im Dialog **Auswertung** geändert werden. Dieser kann durch Klicken des Knopfes **Auswertung** geöffnet werden.

3.4.1 Ausfall

In der oberen Liste werden die Ergebnisse der Ausfallanalyse aufgelistet. Die Liste enthält das ausgefallene Netzelement sowie weitere Informationen zum Ausfall (Anzahl der unversorgten Verbraucher, usw.).

Im Eingabefeld **Filter** kann ein temporärer Filter für die Ausfälle angegeben werden. Die Eingabe des Filters bewirkt eine sofortige Reduzierung des Darstellungsumfanges in der darunterliegenden Auswahlliste. Eine Besonderheit des Eingabefeldes bietet der Knopf im Filterfeld. Durch Drücken dieses Knopfes erscheint ein Menü.

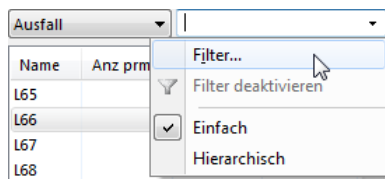


Bild: Menü zur Auswahl der Darstellung

Das Menü bietet folgende Funktionen, mit dessen Hilfe die Darstellung der Auswahlliste angepasst werden kann.

- **Filter:**
Ein weiterer Dialog wird geöffnet, in dem die im Dialog dargestellten Daten anhand von unterschiedlichsten Kriterien gefiltert und sortiert werden können. Eine genaue Beschreibung ist im Handbuch Bedienung, Kapitel Tabelle, Abschnitt Filterfunktionen in der Tabelle zu finden.
- **Filter deaktivieren:**
Ein definierter Filter wird temporär deaktiviert. Die Daten werden wieder in vollem Umfang dargestellt.
- **Einfach:**
Die Darstellung der Ausfälle erfolgt flach. D.h. Ausfälle und Folgeausfälle werden in einer Ebene angezeigt.
- **Hierarchisch:**
Die Darstellung der Ausfälle erfolgt strukturiert. D.h. Folgeausfälle werden dem vorangegangenen Ausfall untergeordnet.

Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf einen Ausfall in der Auswahlliste wird das Kontextmenü geöffnet. Dieses bietet die folgenden Funktionen:

- **Details:**
Die Ergebnismaske für den Ausfall wird geöffnet.
- **Markieren:**
Der gewählte Ausfall wird in der Netzgrafik markiert.
- **Lokalisieren:**
Diese Funktion entspricht dem **Markieren**, allerdings wird hier der Bildausschnitt im Grafikeditor so angepasst, dass das markierte Element sichtbar ist.
- **Berechnen:**
Eine stationäre Berechnung wird für den gewählten Ausfall gestartet.

Ausfalldetails

Durch Klicken des Menüpunktes **Details** im Kontextmenü eines Listeneintrages wird die detaillierte Ergebnismaske für diesen Ausfall geöffnet.

Ausfallanalyse - Netzergebnisse			
Ergebnisse			
Ausfallschlüssel	L66		
Basis-Ausfallschlüssel	(kein)		
Max. Fließgeschw.	vmax	2,065	m/s
Min. Druck relativ	prmin	-0,423	bar
Nicht gelieferte Menge	dQ	6,000	l/s
Verletzung Fließgeschwindigkeit	Anz vmax	0	1
Unversorgte Verbraucher	Anz Verb.	5	1
Stationäre Berechnung gültig	Ja		
<div>OK Abbrechen</div>			

Bild: Datenmaske Ausfallanalyse – Netzergebnisse

Dieser Dialog enthält detaillierte Informationen zum Ausfall.

Die Felder **Ausfallschlüssel** und **Basis-Ausfallschlüssel** kennzeichnen üblicherweise das ausgefallene Element. Ausfälle von Elementen innerhalb einer Funktionsgruppe erhalten als Ausfallschlüssel den Namen der Funktionsgruppe. Ausfälle, die über eine Ausfallsgruppe definiert wurden, erhalten als Ausfallschlüssel den Namen der Ausfallsgruppe. Im Falle eines Folgeausfalls wird zusätzlich der verursachende Ausfall als Basis-Ausfallschlüssel angegeben.

Im Feld **Maximale Fließgeschwindigkeit** wird die beim Ausfall im Netz auftretende maximale Fließgeschwindigkeit angezeigt.

Im Feld **Minimaler Druck relativ** wird der beim Ausfall im Netz auftretende minimale relative Druck ausgegeben.

Die **Nicht gelieferte Menge** ist die Summe der Menge aller nicht versorgten Verbraucher.

Im Feld **Verletzung Fließgeschwindigkeit** wird die Anzahl der Überschreitungen der maximalen Fließgeschwindigkeit beim Ausfall angezeigt.

Im Feld **Unversorgte Verbraucher** wird die Anzahl der nicht versorgten Verbraucher beim Ausfall ausgegeben.

Über das Feld **Stationäre Berechnung gültig** wird gekennzeichnet, ob das Netz nach dem Ausfall noch berechnet werden konnte.

3.4.2 Elemente mit Grenzwertverletzung

In der oberen Liste werden jene Elemente aufgelistet, welche für den jeweiligen Ausfall am kritischsten sind. Die Liste enthält das überlastete Element, den verursachenden Ausfall sowie weitere Informationen zum Ausfall (Anzahl der unversorgten Verbraucher, usw.).

Im Eingabefeld **Filter** kann ein temporärer Filter für die Ausfälle angegeben werden. Die Eingabe des Filters bewirkt eine sofortige Reduzierung des Darstellungsumfanges in der darunterliegenden Auswahlliste.

Die Auswahlliste unterscheidet zwischen einer Übersicht aller Elemente mit Grenzwertverletzung und einer detaillierteren Ansicht für ein bestimmtes Element mit allen Ausfällen. Wird der Darstellungsumfang der Übersicht insofern reduziert, dass nur mehr ein Element mit Grenzwertverletzung übrig bleibt, so wechselt die Auswahlliste in die detailliertere Ansicht. Durch Doppelklicken auf einen Eintrag kann dieser Wechsel für das ausgewählte Element erzwungen werden.

Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf einen Ausfall in der Auswahlliste wird das Kontextmenü geöffnet. Dieses bietet die folgenden Funktionen:

- **Details:**
Die [Ergebnismaske](#) für den Ausfall wird geöffnet.
- **Markieren:**
Der gewählte Ausfall wird in der Netzgrafik markiert.
- **Lokalisieren:**
Diese Funktion entspricht dem **Markieren**, allerdings wird hier der Bildausschnitt im Grafikeditor so angepasst, dass das markierte Element sichtbar ist.
- **Berechnen:**
Eine stationäre Berechnung wird für den gewählten Ausfall gestartet.

3.4.3 Maximalwerte der Elemente

In der oberen Liste werden die protokollierten Maximalwerte der Elemente über alle berechneten Ausfälle angezeigt. Damit kann festgestellt werden, bei welchem Ausfall die größte Auslastung eines Elementes auftritt.

Im Eingabefeld **Filter** kann ein temporärer Filter für die Ausfälle angegeben werden. Die Eingabe des Filters bewirkt eine sofortige Reduzierung des Darstellungsumfanges in der darunterliegenden Auswahlliste.

Die Auswahlliste unterscheidet zwischen einer Übersicht aller Elemente mit Grenzwertverletzung und einer detaillierteren Ansicht für ein bestimmtes Element mit allen Ausfällen. Wird der Darstellungsumfang der Übersicht insofern reduziert, dass nur mehr ein Element mit Grenzwertverletzung übrig bleibt, so wechselt die Auswahlliste in die detailliertere Ansicht. Durch Doppelklicken auf einen Eintrag kann dieser Wechsel für das ausgewählte Element erzwungen werden.

Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf einen Ausfall in der Auswahlliste wird das Kontextmenü geöffnet. Dieses bietet die folgenden Funktionen:

- **Details:**
Die [Ergebnismaske](#) für den Ausfall wird geöffnet.

- **Markieren:**
Der gewählte Ausfall wird in der Netzgrafik markiert.
- **Lokalisieren:**
Diese Funktion entspricht dem **Markieren**, allerdings wird hier der Bildausschnitt im Grafikeditor so angepasst, dass das markierte Element sichtbar ist.
- **Berechnen:**
Eine stationäre Berechnung wird für den gewählten Ausfall gestartet.

3.4.4 Detailansicht

Hier stehen detaillierte Informationen zum Ausfall zur Verfügung. In der Liste werden alle Knoten und Elemente des Ausfalls angezeigt. Es stehen folgende Darstellungsoptionen zur Verfügung:

- **Grenzwert:**
Es werden jene Knoten angezeigt, an denen der relative Druck den vordefinierten Grenzwert für den Betriebsdruck über-/unterschreitet. Außerdem werden jene Netzelemente aufgelistet, die die Grenzwerte verletzen (z.B.: solche, wo die Fließgeschwindigkeit überschritten ist).
- **Unversorgt:**
Es werden jene Knoten und Netzelemente angezeigt, die aufgrund des Ausfalls unversorgt sind.
- **Ausfall:**
Es werden alle Knoten und Netzelemente angezeigt, die ausgefallen sind (bei Verwendung von Funktionsgruppen können dies auch mehrere Knoten/Netzelemente sein).
- **Zuschaltung:**
Es werden alle Netzelemente angezeigt, die zugeschaltet worden sind.
- **Maximum:**
Es werden jene Netzelemente angezeigt, die bei dem Ausfall den Maximalwert (Menge bzw. Geschwindigkeit) aufweisen. Bei keinem anderen Ausfall tritt an den angezeigten Netzelementen eine höhere Belastung auf. Jedes Netzelement ist daher für das jeweilige Maximum auszulegen.

Im Eingabefeld **Filter** kann ein temporärer Filter für die Detailinformationen des gewählten Ausfalls angegeben werden. Die Eingabe des Filters bewirkt eine sofortige Reduzierung des Darstellungsumfanges in der darunterliegenden Auswahlliste. Eine Besonderheit des Eingabefeldes bietet der Knopf im Filterfeld. Durch Drücken dieses Knopfes erscheint ein Menü.

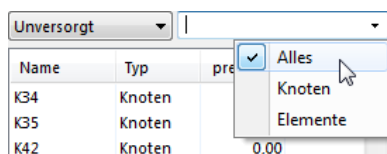


Bild: Menü zur Auswahl der Darstellung

Das Menü bietet folgende Funktionen, mit dessen Hilfe die Darstellung der Auswahlliste angepasst werden kann.

- **Alles:**
Es werden sowohl Knoten als auch Netzelemente des Ausfalls in der Liste angezeigt.
- **Knoten:**
Der Darstellungsumfang in der Liste wird auf die Knoten des Ausfalls beschränkt.

- **Elemente:**

Der Darstellungsumfang in der Liste wird auf die Netzelemente des Ausfalls beschränkt.

Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf Elemente der Auswahlliste wird das Kontextmenü geöffnet. Dieses bietet die folgenden Funktionen:

- **Bearbeiten:**

Die Eingabemaske für die gewählten Elemente wird geöffnet.

- **Markieren:**

Der gewählten Elemente werden in der Netzgrafik markiert.

- **Lokalisieren:**

Diese Funktion entspricht dem **Markieren**, allerdings wird hier der Bildausschnitt im Grafikeditor so angepasst, dass das markierte Element sichtbar ist.

3.5 Darstellen und Auswerten der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Ausfallanalyse werden in verschiedensten Formen bereitgestellt, um unterschiedlichste Analysen und Auswertungen zu ermöglichen:

- [Ergebnisse im Ausfallanalyse-Dialog](#)
- [Ergebnisse in der Ergebnisansicht](#)
- [Ergebnisse in der Tabelle](#)
- [Ergebnisse in der Netzgrafik](#)
- [Einfärbung in der Netzgrafik](#)

3.5.1 Ergebnisse im Ausfallanalyse-Dialog

Die Darstellung und Analyse der Ergebnisse ist im Kapitel [Durchführen der Ausfallanalyse](#) beschrieben.

3.5.2 Ergebnisse in der Ergebnisansicht

Die Ergebnisse der Ausfallanalyse können zur besseren Übersicht in der Ergebnisansicht dargestellt werden. Dazu ist der Menüpunkt **Ansicht – Ergebnisansicht** anzuwählen.

Ausfallanalyse

Ausfallübersicht

L9 🔍 Filter und Sichtbarkeit Optionen Netzbereich Export

	Name	Anz prmin	Anz vmax	Anz dpmin	Anz Verb.	Berechnet	vmax [m/s]
<input checked="" type="radio"/>	L9	0	0	0	14	Ja	2,065
<input type="radio"/>	L96	0	0	0	8	Ja	2,065
<input type="radio"/>	L97	0	0	0	5	Ja	2,065
<input type="radio"/>	L98	0	0	0	2	Ja	2,065
<input type="radio"/>	L99	0	0	0	1	Ja	2,065

Ausfall L9

Name	Typ	vmax [m/s]	Q [l/s]
L9	Leitung	0,917	22,061

Unversorgt

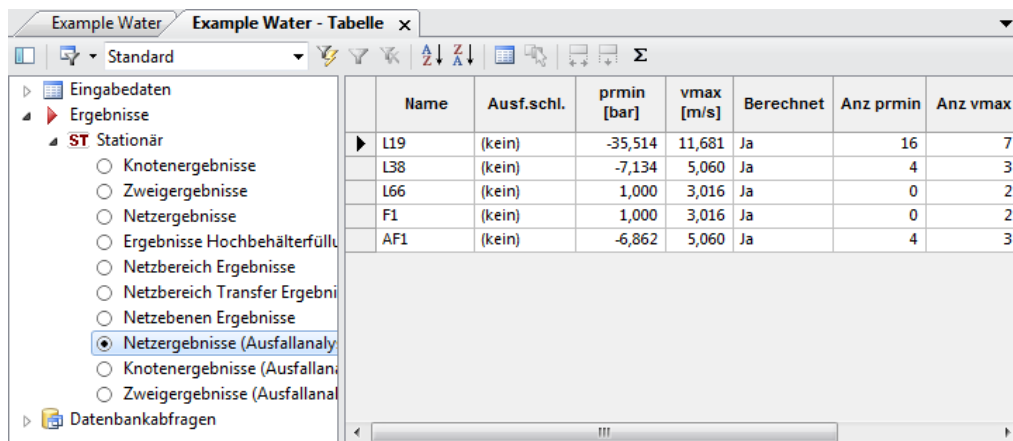
Name	Typ	prel [bar]
K11	Knoten	0,000
K12	Knoten	0,000

Bild: Ergebnisse in der Ergebnisansicht

Eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisansicht finden Sie im Kapitel Ergebnisse des Handbuches Bedienung.

3.5.3 Ergebnisse in der Tabelle

Die Ergebnisse der Ausfallanalyse – also die Daten zum Ausfall sowie die Details – sind auch in der Tabelle verfügbar. Hierzu wird dieser über den Menüpunkt **Ansicht – Tabelle** geöffnet.



Name	Ausf.schl.	prmin [bar]	vmax [m/s]	Berechnet	Anz prmin	Anz vmax
L19	(kein)	-35,514	11,681	Ja	16	7
L38	(kein)	-7,134	5,060	Ja	4	3
L66	(kein)	1,000	3,016	Ja	0	2
F1	(kein)	1,000	3,016	Ja	0	2
AF1	(kein)	-6,862	5,060	Ja	4	3

Bild: Tabelle mit Ergebnissen der Ausfallanalyse

Über den Browser in der Tabelle kann zwischen folgenden Ergebnissen gewählt werden:

- Netzergebnisse (Ausfallanalyse)
- Knotenergebnisse (Ausfallanalyse)
- Zweigergebnisse (Ausfallanalyse)

Bei den Zweigergebnissen ist auch die maximale Belastung des Zweigelementes ersichtlich. Für jedes Zweigelement wird die maximale Belastung über alle Ausfälle automatisch bestimmt und mit dem Status Maximum gespeichert.

3.5.4 Ergebnisse in der Netzgrafik

Nach der Ausfallanalyse werden die Berechnungsergebnisse auch in der Netzgrafik visualisiert. Dabei ist allerdings eine direkte Darstellung der verschiedenen Ergebnisse aller Ausfälle nicht möglich, denn jeder Ausfall wäre hierbei ein komplettes Lastflussergebnis. Daher werden bei den Netzelementen und Knoten jeweils die Maximalwerte visualisiert. An den Netzelementen werden die maximal auftretende Auslastung und der dafür verantwortliche Ausfall angezeigt. An den Knoten werden die minimale Spannung und der dafür verantwortliche Ausfall dargestellt.

Das folgende Bild zeigt auszugsweise die Ergebnisse der Ausfallanalyse in der Netzgrafik.

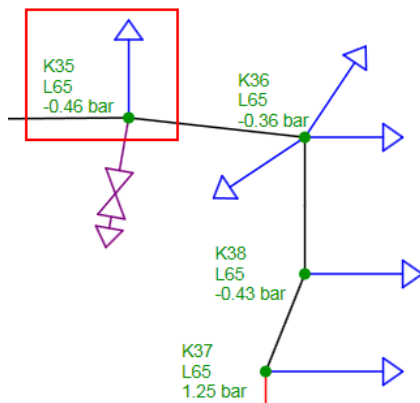


Bild: Ausfallanalyseergebnis in der Netzgrafik

Am Knoten K35 wird beispielsweise der geringste Druck ausgewiesen, wenn die Leitung L65 ausfällt.

3.5.5 Einfärbung in der Netzgrafik

Mit dieser Funktion können die vom Ausfall betroffenen Netzelemente in der Netzgrafik eingefärbt werden. Hierzu wird im Ergebnisfenster **Ausfallanalyse** der gewünschte Ausfall gewählt.

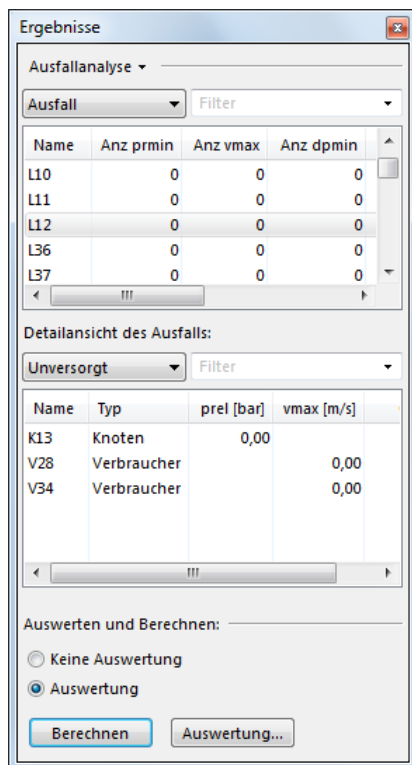


Bild: Ergebnisfenster für die Ausfallanalyse

Danach kann mit der Funktion **Auswertung** das Netz direkt eingefärbt werden. Die Attribute für die Einfärbung können im Dialog **Auswertung** geändert werden. Dieser kann durch Klicken des Knopfes **Auswertung** geöffnet werden.

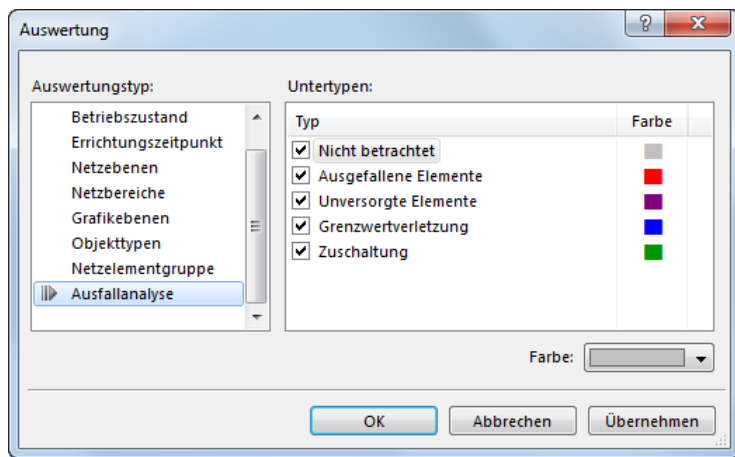


Bild: Dialog Auswertung

Eine genaue Beschreibung dieses Dialoges ist im Handbuch Bedienung, Kapitel Darstellung der Eingabedaten und Ergebnisse, Abschnitt Auswertungen zu finden.

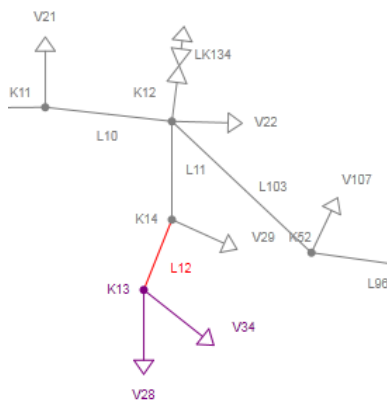


Bild: Darstellung der Ergebnisse durch Einfärbung

Im Bild ist deutlich ersichtlich, dass die Leitung L12 ausgefallen ist. Dies wird durch die Einfärbung in roter Farbe visualisiert. Die unmittelbar hinter dieser Leitung angeschlossenen Netzelemente sind unversorgt. In unserem Beispiel sind dies der Knoten K13 und die Verbraucher V28 und V34. Die drei unversorgten Elemente werden in violetter Farbe dargestellt.