



Bundesnetzagentur

Bedarfsermittlung im Netzentwicklungsplan

Infotag NEP 2019

Erfurt, 11.09.2019



www.bundesnetzagentur.de



- Bedarfsermittlung durch die Bundesnetzagentur
- Lastflussberechnungen Übertragungsnetz
- Exemplarische Prüfung Einzelmaßnahme
- Prüfung Netzausbaubedarf

Bedarfsermittlung durch die Bundesnetzagentur

Die Ermittlung des Netzausbaubedarfs erfolgt iterierend durch Lastflussberechnungen.



Eine im NEP eingereichte Maßnahme wird hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Erforderlichkeit überprüft.

Wirksamkeit

Behebt oder lindert die Maßnahme eine Überlastung?

&

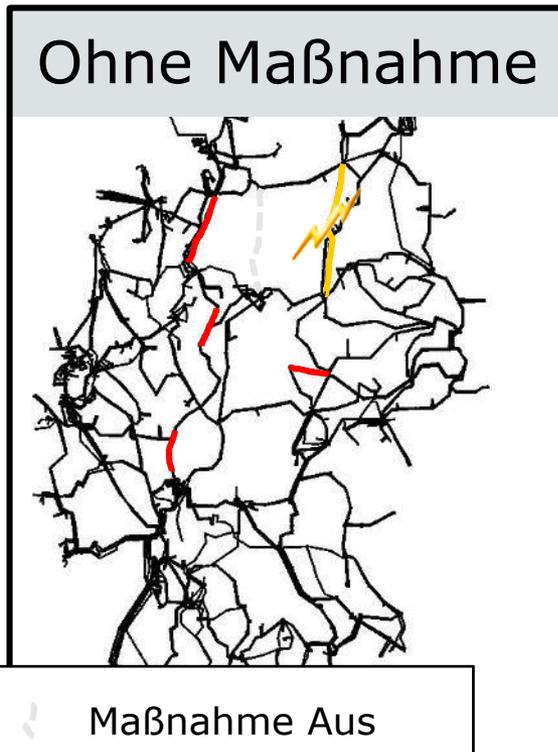
Erforderlichkeit

Ist die Maßnahme mit mindestens 20% ausgelastet?

Sonstige Erwägungen

Gibt es darüber hinaus Gründe, die eine Bestätigung **oder** die Ablehnung einer Maßnahme rechtfertigen?

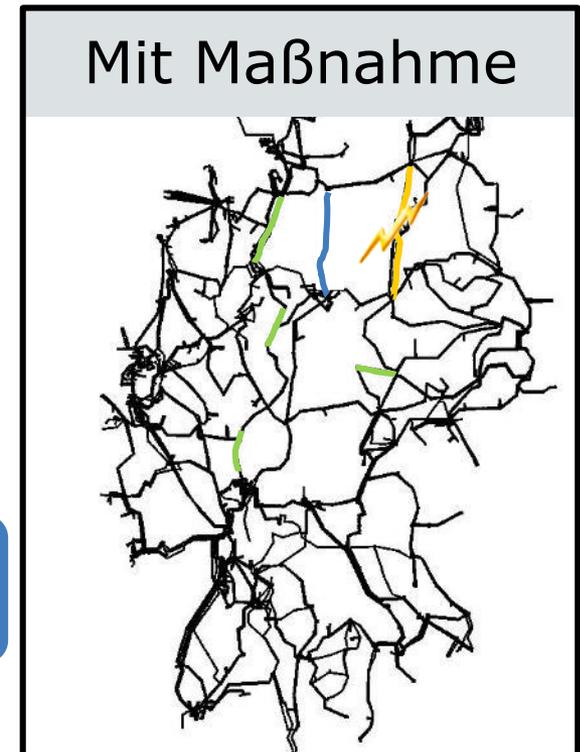
Die Wirksamkeit einer Maßnahme wird mittels Ausfallrechnungen überprüft



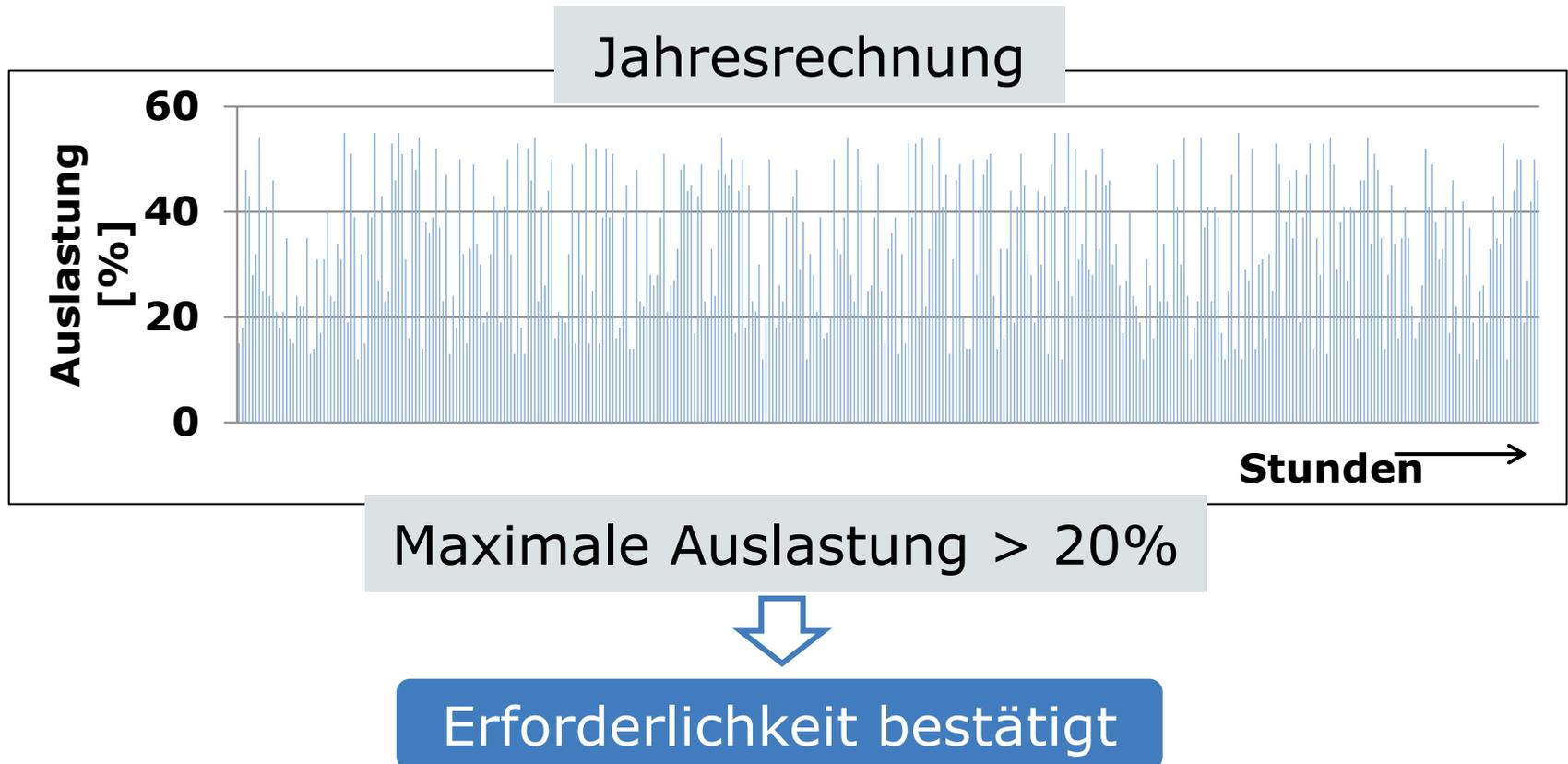
-  Maßnahme Aus
-  Maßnahme An
-  Überlastet
-  Ausfall



Wirksamkeit bestätigt

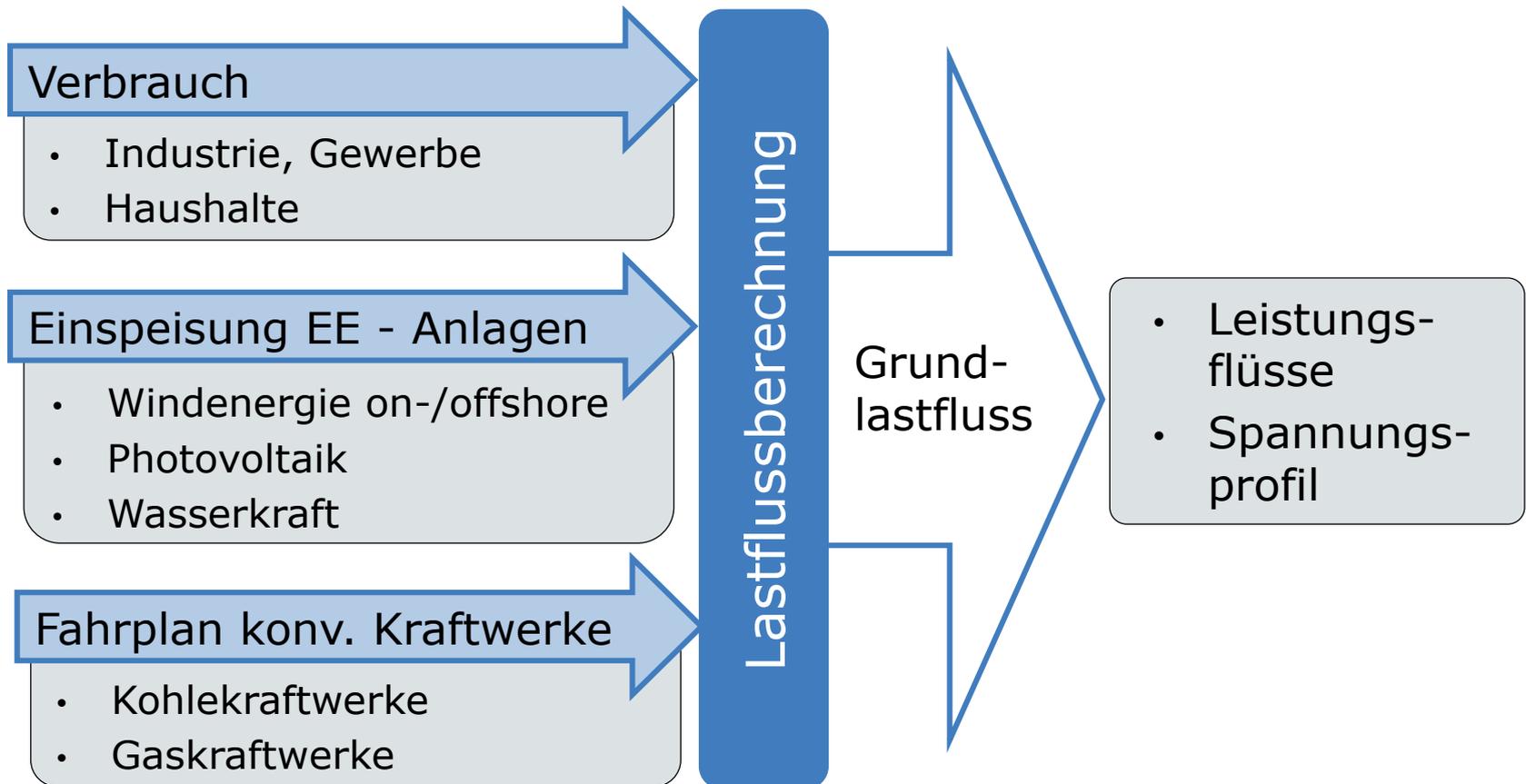


Die Erforderlichkeit einer Maßnahme wird über die maximale Auslastung im Jahr überprüft.

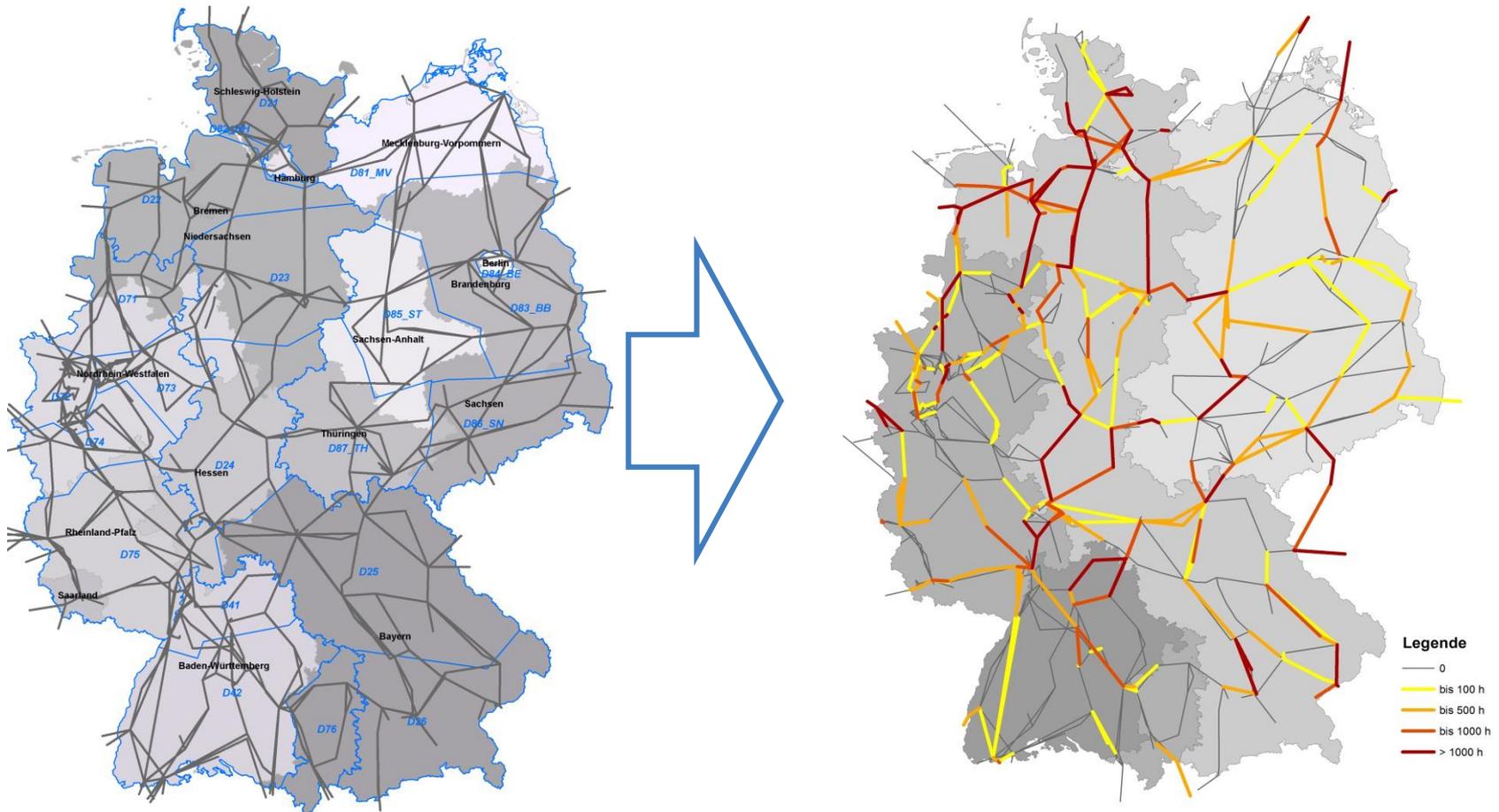


Lastflussberechnungen Übertragungsnetz

Lastflussberechnungen sind ein grundlegendes Werkzeug für Netzplanung und Netzbetriebsführung.



Ziel der Lastflussberechnungen ist die Analyse der Auslastungen der Netzbetriebsmittel





Für die Lastflussberechnungen wird die Netztopologie in ein Knoten-Zweig-Modell überführt.

Knoten (K1, K2, K3, K4):

- Schaltanlage
- Abzweig

Zweige (Z1, Z2, Z3):

- Freileitung/Kabel
- (Transformator)

Ein-/Ausspeisung:

- Kraftwerke (E1, E2)
- Verbraucher (L1, L2, L3, L4)

Für die Lastflussberechnungen wird die Netztopologie in ein Knoten-Zweig-Modell überführt.

Knoten (K1, K2, K3, K4):

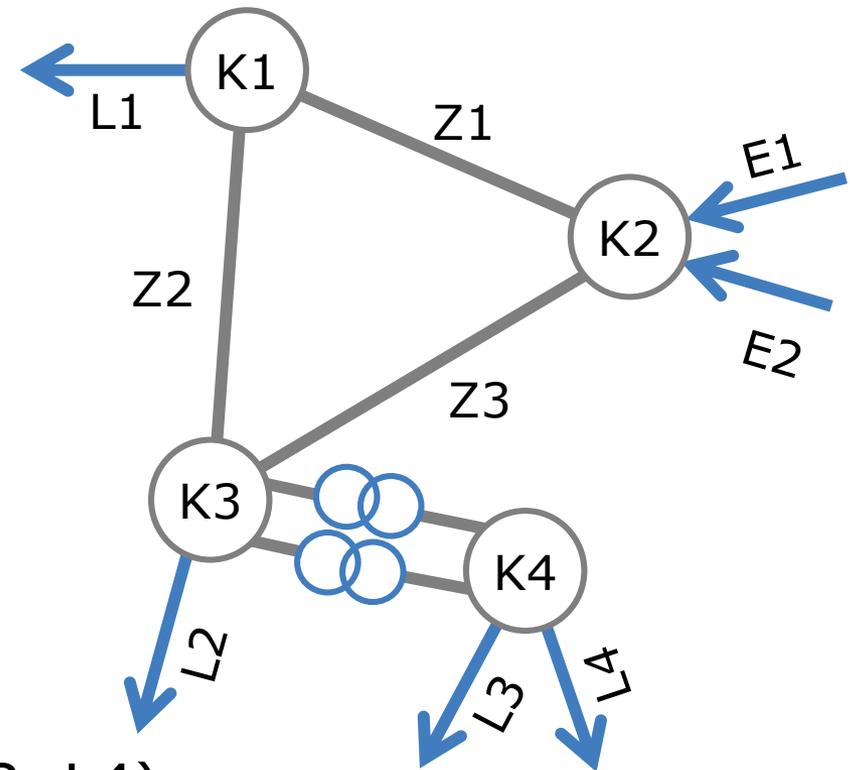
- Schaltanlage
- Abzweig

Zweige (Z1, Z2, Z3):

- Freileitung/Kabel
- (Transformator)

Ein-/Ausspeisung:

- Kraftwerke (E1, E2)
- Verbraucher (L1, L2, L3, L4)



Für jeden Knoten sind 2 der 4 Größen Wirk-/Blindleistung sowie Spannungsamplitude/–phase bekannt.

P = Wirkleistung
Q = Blindleistung

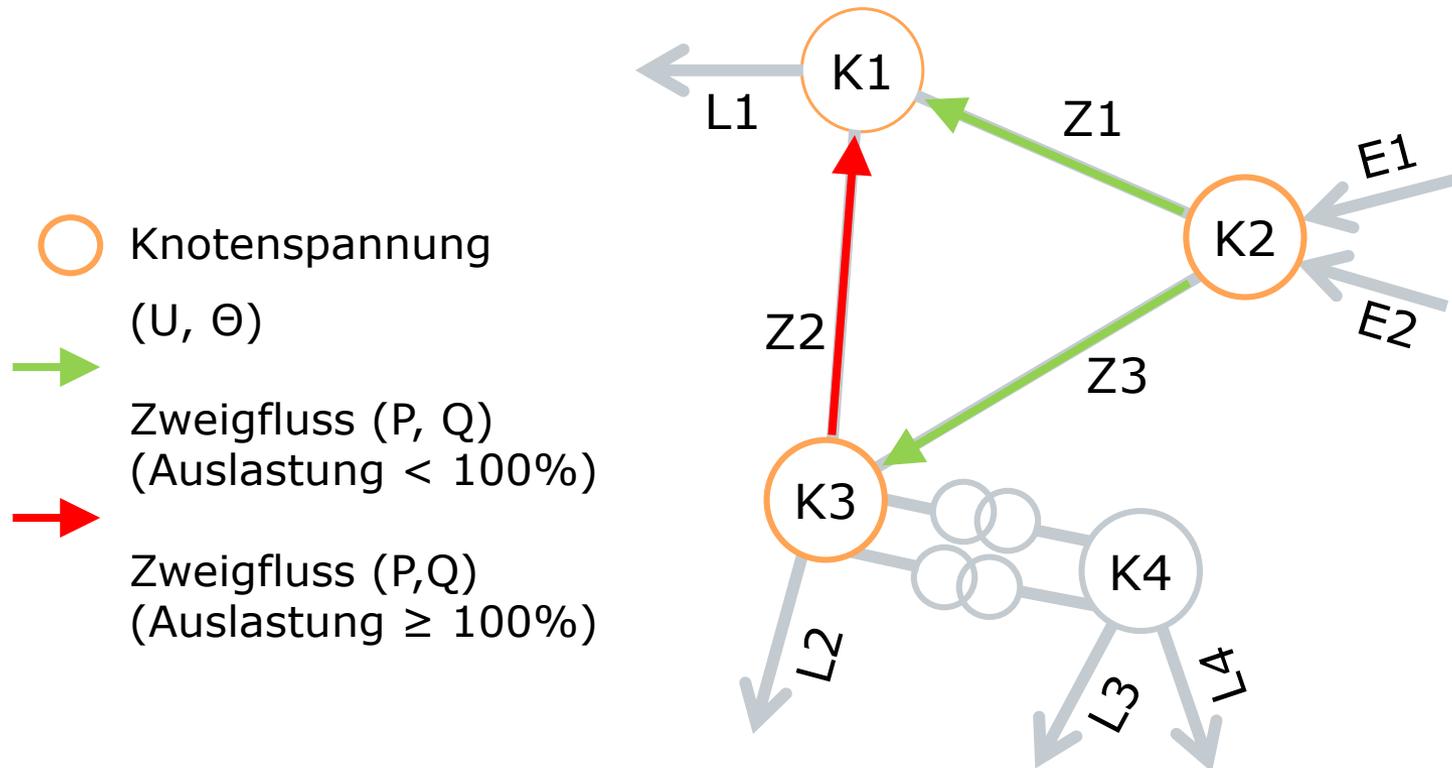
U = Spannungsbetrag
 Θ = Spannungsphase

Knotentypen	P	Q	U	Θ	Beispiel
PQ - Knoten	✓	✓	x	x	Verbraucher
PU - Knoten	✓	x	✓	x	Kraftwerke
<i>Bilanzpunkt</i>	x	x	✓	✓	Abbildung Netzverluste u. Leistungsungleichgewichte

Das nicht-lineare Gleichungssystem wird iterativ mit dem Newton-Raphson-Verfahren gelöst.

$$\vec{f}(\vec{x}) = \begin{pmatrix} 3 * Re \left\{ \underline{Y}_{ii}^* U_i^2 + \underline{U}_i * \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N (\underline{Y}_{ij}^* * \underline{U}_i^*) \right\} - P_{k,PQ} \\ 3 * Im \left\{ \underline{Y}_{ii}^* U_i^2 + \underline{U}_i * \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N (\underline{Y}_{ij}^* * \underline{U}_i^*) \right\} - Q_{k,PQ} \\ \vdots \\ \hline 3 * Re \left\{ \underline{Y}_{ll}^* U_l^2 + \underline{U}_l * \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq l}}^N (\underline{Y}_{lj}^* * \underline{U}_l^*) \right\} - P_{k,PU} \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix}$$

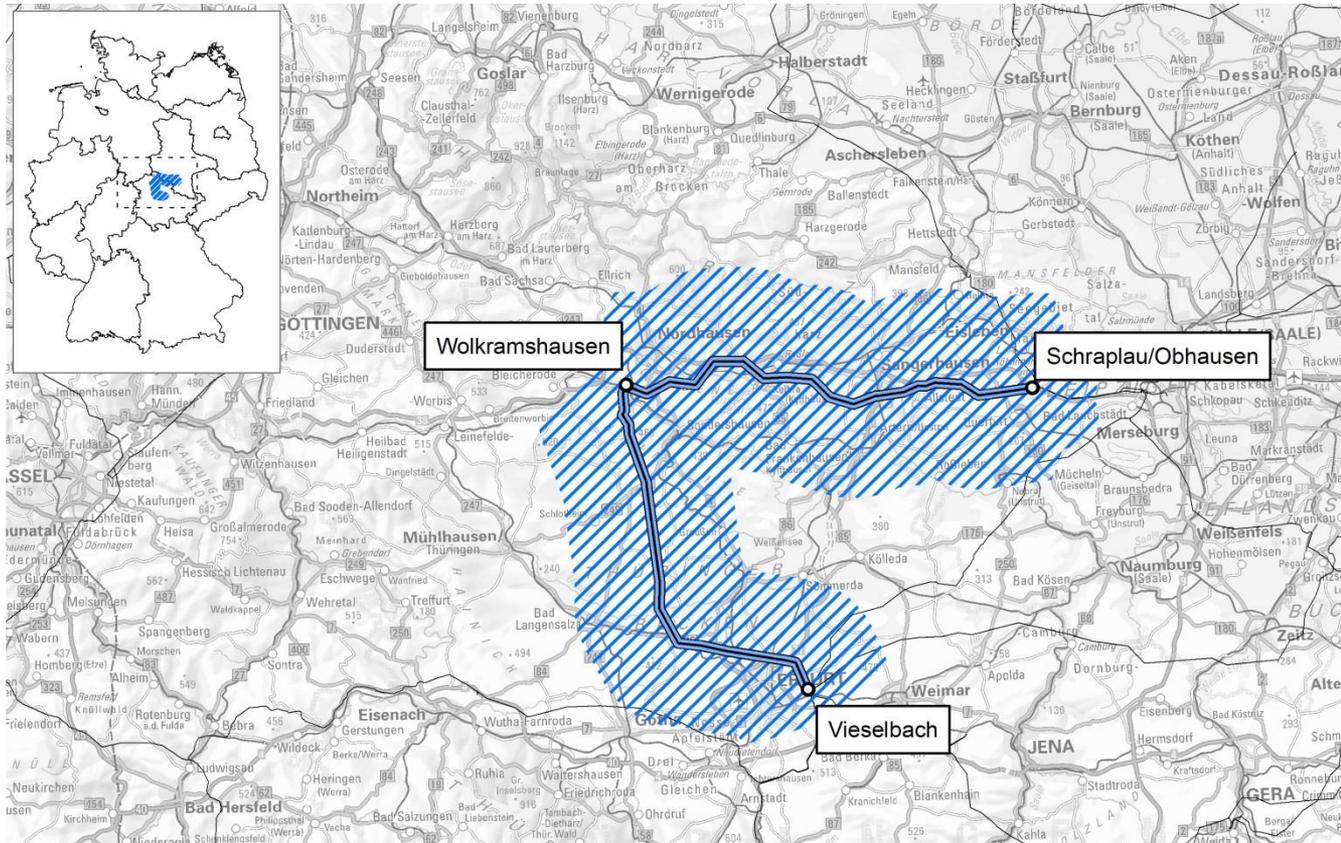
Das Ergebnis der Lastflussberechnungen enthält Zweigflüsse und Knotenspannungen.



Exemplarische Prüfung Einzelmaßnahme



P150: Schraplau/Obhausen – Wolframshausen - Vieselbach



Herausgeber: Bundesnetzagentur
Quellennachweis: © GeoBasis-DE / BKG 2016
Datenbasis: Übertragungsnetzbetreiber
Stand: 02.07.2019

Geprüfte Maßnahme(n)

-  Wechselstrom
-  Gleichstrom

Nachrichtlich:

-  Vorschlag ÜNB für nächste Planungsstufe
-  Startnetz

0 10 20
km



Beispielrechnung in INTEGRAL (Testnetz)

Prüfung Netzausbaubedarf



Prüfschritte der BNetzA:

- Überprüfung der Eingangsdaten
 - Regionalisierung Last und Erneuerbare
 - Marktmodellierungsergebnisse
- Aufbereiten und Einlesen der Daten in INTEGRAL
- Durchführung und Auswertung von Jahresrechnungen – 8760 Stunden
- Prüfung der Ausbauprojekte anhand einzelner Netznutzungsfälle
- Durchführung weiterführender Analysen (Blindleistungsflüsse, Abbildung des Auslands,...)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit