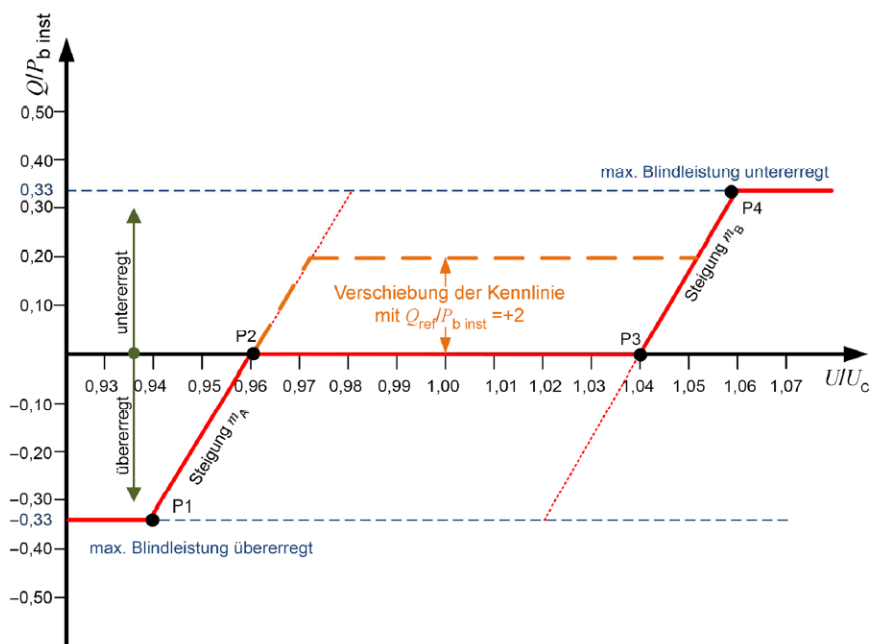


Leitfaden zu den Verfahren der Blindleistungsbereitstellung der N-ERGIE Netz GmbH gemäß VDE-AR-N 4110 Kapitel 10.2.2.4



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 3 |
| 2 | VERFAHREN ZUR BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG IN DER MITTELSPANNUNG | 4 |
| 2.1 | ALLGEMEINE VORGABEN | 4 |
| 2.2 | ERGÄNZUNGEN ZU DEN BLINDLEISTUNGSVERFAHREN DER N-ERGIE NETZ GMBH..... | 6 |
| 2.2.1 | <i>Ergänzungen zur Kennlinie (Verfahren c)</i> | <i>6</i> |
| 2.2.2 | <i>Ergänzungen zum Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (Verfahren d)</i> | <i>6</i> |
| 2.3 | BLINDLEISTUNGSVERFAHREN FÜR DEN ANSCHLUSS AN DIE SAMMELSCHIENE EINES UMSPANNWERKES | 7 |
| 2.4 | BLINDLEISTUNGSVERFAHREN FÜR DEN ANSCHLUSS IM NETZ | 8 |
| 2.4.1 | <i>Blindleistungsverfahren Netz – Stadtgebiet Nürnberg.....</i> | <i>8</i> |
| 2.4.2 | <i>Blindleistungsverfahren Netz – Versorgungsbereich Oettingen.....</i> | <i>9</i> |
| 2.4.3 | <i>Blindleistungsverfahren Netz – Versorgungsbereich Sulzbach-Rosenberg.....</i> | <i>10</i> |
| 2.4.4 | <i>Blindleistungsverfahren Netz – Sonstiges Netzgebiet (Region).....</i> | <i>11</i> |
| 2.5 | BLINDLEISTUNGSVERFAHREN INDIVIDUAL | 12 |

1 Einleitung

Die generellen Anforderungen bei Anschluss einer Kundenanlage an das Mittelspannungsnetz ist in den **Technischen Anschlussregeln VDE-AR-N-4110** durch den FNN geregelt.

Die festgelegten, spezifischen Vorgaben bei Anschluss einer Kundenanlage im Mittelspannungsnetz sind der **TAB Mittelspannung der N-ERGIE Netz GmbH - Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb** - zu entnehmen.

Dieses Dokument regelt bei Anschluss, Erweiterung oder Änderung von kundeneigenen Erzeugungs- und Mischanlagen im Mittelspannungsnetz der N-ERGIE Netz GmbH, welches Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung auf die Erzeugungsanlagen anzuwenden ist (vgl. Kapitel 10.2.2.4 der *VDE-AR-N 4110* sowie der *TAB der N-ERGIE Netz GmbH*).

Auch für Ladeeinrichtungen bei Kundenanlagen gemäß Kapitel 8.11. ist die Fahrweise des Blindleistungsverfahrens, wie nachfolgend bei Erzeugungsanlagen beschrieben, zu empfehlen, auch wenn Ladesäulen nicht über eine direkte Fernwirkverbindung an unser Leitsystem angebunden sind und entsprechend nicht aktiv durch den Netzbetreiber gesteuert werden können.

2 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung in der Mittelspannung

2.1 Allgemeine Vorgaben

Das Blindleistungsverfahren wird durch die N-ERGIE Netz GmbH im Rahmen der Anschlussprüfung durch den zuständigen Netzplaner festgelegt. Der genaue Parametersatz zur Blindleistungsbereitstellung wird dem Anlagenbetreiber über den Kundenbeauftragten mit dem vom Netzbetreiber ausgefüllten Netzbetreiber-Abfragebogen (Formular E.9) schriftlich mitgeteilt.

Bei der **N-ERGIE Netz GmbH** wird als Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt eine Kombination der Verfahren

- **Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion (Kennlinienverfahren) und**
- **Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$**

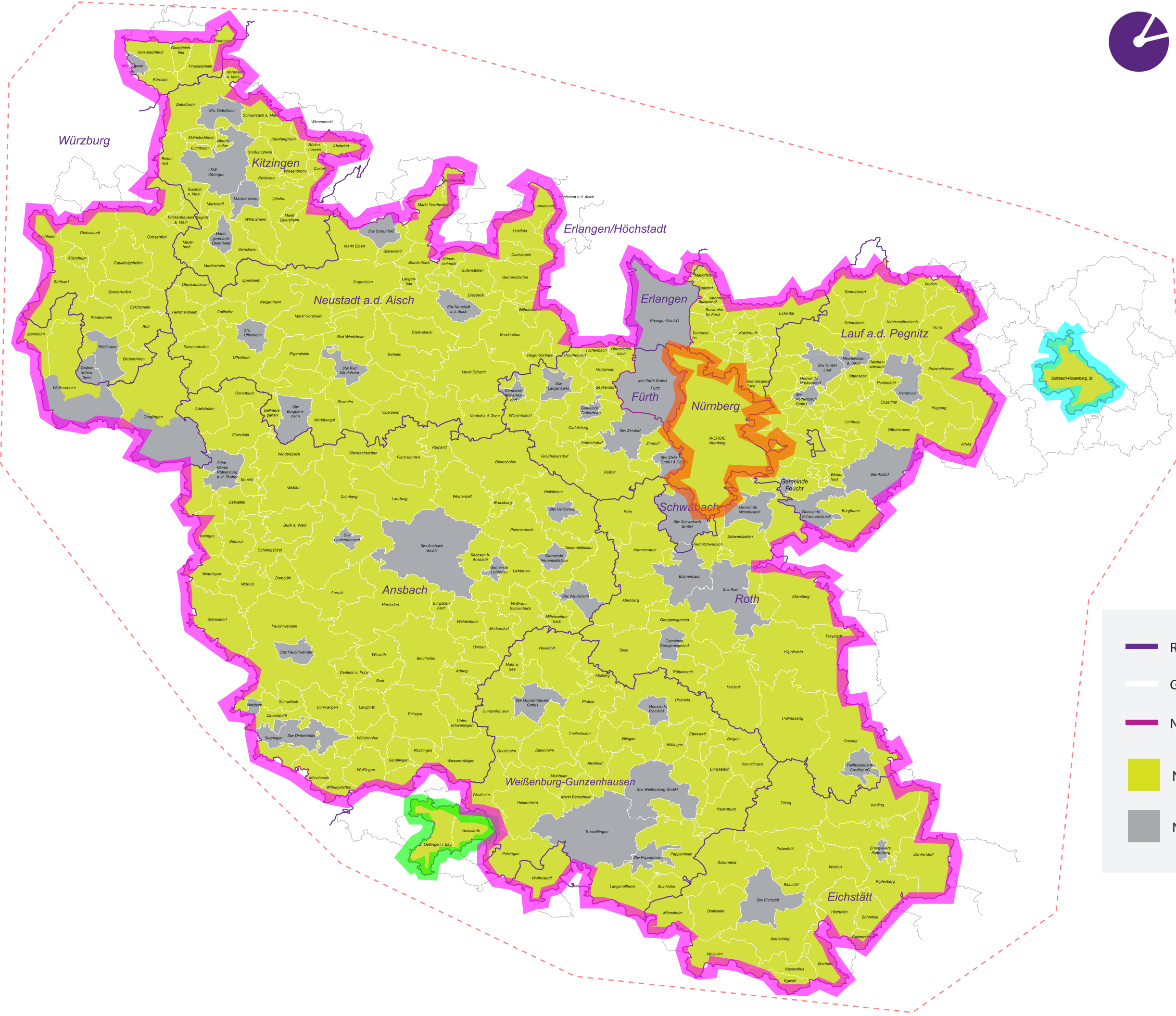
auf Basis der Verfahren c) und d) des Abschnittes 10.2.2.4 der VDE-AR-N 4110 mit einem individuellem Parametersatz vorgegeben. Eine genauere Beschreibung der Kombination dieser beiden Verfahren erfolgt im Abschnitt 2.2.

Die Festlegung des vorgegebenen Parametersatzes zur Blindleistungsbereitstellung erfolgt in Abhängigkeit

- der Anschlussart (am Umspannwerk oder im Netz) und
- des Anschlussortes (Zugehörigkeit des Netzbereiches).

Eine Übersicht der in den Abschnitten 2.3 bis 2.4 vorgegebenen Parametersätze zur Blindleistungsbereitstellung kann der dargestellten Netzgebietskarte entnommen werden.

Die N-ERGIE Netz GmbH behält sich vor, in Abhängigkeit von den Netzgegebenheiten zu einem späteren Zeitpunkt im laufenden Betrieb ein anderes Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung mit vorzugeben.



2.3. Blindleistungsverfahren UW:

Alle EZA, die elektrisch direkt am Umspannwerk angeschlossen sind

2.4. Blindleistungsverfahren Netz:

Alle EZA, die elektrisch im Netz des

- 1. Stadtgebietes Nürnberg
- 2. VB Oettingen
- 3. VB Sulzbach-Rosenberg
- 4. Sonstigen Netzgebietes (Region)

angeschlossen sind.

2.5 Blindleistungsverfahren Individual:




Bedarfsweise Vorgabe eines individuellen Blindleistungsverfahren

- Regierungs-/Landkreisgrenzen
- Gemeindegrenzen
- Netzgebietsgrenzen
- Netzgebiet der N-ERGIE Netz GmbH
- Netzgebiet, andere Netzbetreiber

2.2 Ergänzungen zu den Blindleistungsverfahren der N-ERGIE Netz GmbH

Die Kombination aus einer spannungsabhängigen Blindleistungsbereitstellung über eine Kennlinie (VDE-AR-N 4110, Verfahren c) und der Regelungsmöglichkeit auf einen festen Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (VDE-AR-N 4110, Verfahren d), erfolgt für jede Erzeugungsanlage über eine Fernwirkverbindung. Die Steuerung der Blindleistungseinspeisung wird auf Anforderung der Netzleitstelle über entsprechende Signale bzw. Befehle angefordert.

Die folgenden 3 Befehle sind im Übergabestecker (2) der Fernsteuertechnik realisiert:

| | |
|---|--|
|  | Blindleistungsstellwerte Kennlinie: Kennlinienverfahren mit definierten Wertepaaren P_1 - P_4 |
|  | max. Blindleistungsstellwert untererregt ($\cos \varphi_{\text{untererregt}}$): $\frac{Q_{ref}}{P_{b,inst}}$ |
|  | max. Blindleistungsstellwert übererregt ($\cos \varphi_{\text{übererregt}}$): $\frac{Q_{ref}}{P_{b,inst}}$ |

2.2.1 Ergänzungen zur Kennlinie (Verfahren c)

Die Blindleistungsstellwerte der Kennlinie können den Abschnitten 2.3 sowie 2.4 entnommen werden. Standardmäßig kommt dieses Blindleistungsverfahren zum Einsatz.

Abweichend zum Bild 10 – Beispiel für eine Q-Vorgabe aus der VDE-AR-N 4110 – wird bei der N-ERGIE Netz GmbH die vorgegebene Q-Vorgabe eines Punktes x der Kennlinie im Diagramm über das Wertepaar $P_x \left(\frac{U_{Px}}{U_n} \mid \frac{Q_{Px}}{P_{b,inst}} \right)$ definiert, wobei das Verhältnis von U/U_n auf die Nennspannung $U_n = 20$ kV bezogen wird. Die Steigungen der Kennlinienabschnitte m_A und m_B werden abweichend wie folgt definiert:

- Steigung der Kennlinienabschnitte: $m_A = \frac{\left(\frac{Q_{P1}}{P_{b,inst}} - \frac{Q_{P2}}{P_{b,inst}} \right)}{\left(\frac{U_{P1}}{U_n} - \frac{U_{P2}}{U_n} \right)}$ und $m_B = \frac{\left(\frac{Q_{P3}}{P_{b,inst}} - \frac{Q_{P4}}{P_{b,inst}} \right)}{\left(\frac{U_{P3}}{U_n} - \frac{U_{P4}}{U_n} \right)}$

Eine fernwirktechnischen Verschiebung des Blindleistungswertes der Kennlinie zwischen P2 und P3 in definierten Schritten (z.B. 1% $P_{b,inst}$), wird aktuell noch nicht umgesetzt.

2.2.2 Ergänzungen zum Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (Verfahren d)

In Abhängigkeit von netztechnischen Betriebszustände und Schalthandlungen im Netz kann es erforderlich sein, dass die Erzeugungsanlage Leistung mit einem konstanten Verhältnis aus Wirk- zu Scheinleistung in das Netz einspeist. Hierfür werden im Leitsystem zusätzlich zwei Befehle mit einer festen Verschiebungsfaktorregelung hinterlegt.

Der Verschiebungsfaktor-Sollwert $\cos \varphi$ liegt im Bereich von 0,95 untererregt und 0,95 übererregt, sofern vertraglich keine hiervon abweichende Blindleistungsregelung vereinbart worden ist (gemäß Abschnitt 2.5 Blindleistungsverfahren Individual). Die Erzeugungsanlage steuert die Blindleistungsaufnahme bzw. -abgabe netzspannungsunabhängig aufgrund der folgenden Steuersignale der N-ERGIE Netz GmbH:

- Max. $\cos \varphi_{\text{untererregt}} = 0,95$ untererregt
- Max. $\cos \varphi_{\text{übererregt}} = 0,95$ übererregt

2.3 Blindleistungsverfahren für den Anschluss an die Sammelschiene eines Umspannwerkes

Im gesamten Netzbereich gilt für alle Erzeugungsanlagen, die *elektrisch an die Sammelschiene eines Umspannwerkes (Übergabestation mit Direktkabel an 20-kV-Sammelschiene oder kundeneigenes Feld)* angeschlossen sind bzw. werden, der im Folgenden beschriebene Parametersatz:

Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion (Kennlinie):

- Blindleistungsstellwerte der Kennlinie:

| Definition Wertepaare | Wertepaare bei NNG in Bezug zu U |
|--|--|
| $P1(U_{P1} / U_n ; Q_{P1} / P_{b,inst})$ | $P1(0,900 ; -0,33)$ bei $U_1 = 18,00$ kV |
| $P2(U_{P2} / U_n ; Q_{P2} / P_{b,inst})$ | $P2(0,920 ; 0,00)$ bei $U_2 = 18,40$ kV |
| $P3(U_{P3} / U_n ; Q_{P3} / P_{b,inst})$ | $P3(1,080 ; 0,00)$ bei $U_3 = 21,60$ kV |
| $P4(U_{P4} / U_n ; Q_{P4} / P_{b,inst})$ | $P4(1,100 ; +0,33)$ bei $U_4 = 22,00$ kV |

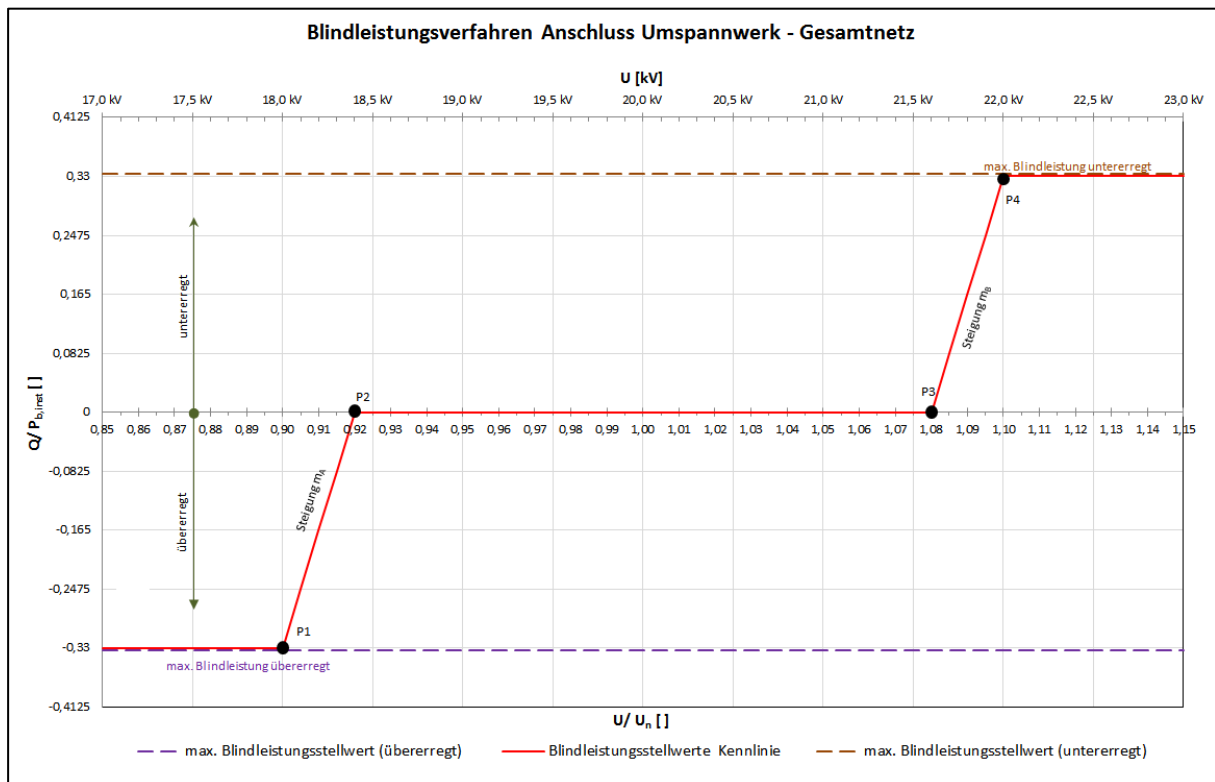
→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_A = 16,5$

→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_B = 16,5$

Nennspannung: $U_n = 20$ kV

Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$:

- max. Blindleistungsstellwert übererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = -0,33$ ($\sim \cos \varphi_{übererregt} = 0,95$)
- max. Blindleistungsstellwert untererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = +0,33$ ($\sim \cos \varphi_{untererregt} = 0,95$)



2.4 Blindleistungsverfahren für den Anschluss im Netz

Im gesamten Netzbereich gelten für alle Erzeugungsanlagen, die *elektrisch im Netz* angeschlossen sind bzw. werden, in Abhängigkeit des zugehörigen Versorgungsbereiches einer der nachfolgend beschriebenen Parametersätze der Blindleistungsverfahren aus den Abschnitten 2.4.1 bis 2.4.4.

2.4.1 Blindleistungsverfahren Netz – Stadtgebiet Nürnberg

Für Erzeugungsanlagen, die *elektrisch im Netz des Stadtgebietes Nürnberg* angeschlossen sind bzw. werden, gilt der nachfolgend beschriebenen Parametersatz:

Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion (Kennlinie):

- Blindleistungsstellwerte der Kennlinie:

| Definition Wertepaare | Wertepaare bei NNG in Bezug zu U |
|--|--|
| $P1(U_{P1} / U_n ; Q_{P1} / P_{b,inst})$ | $P1(0,955 ; -0,33)$ bei $U_1 = 19,10$ kV |
| $P2(U_{P2} / U_n ; Q_{P2} / P_{b,inst})$ | $P2(0,975 ; 0,00)$ bei $U_2 = 19,50$ kV |
| $P3(U_{P3} / U_n ; Q_{P3} / P_{b,inst})$ | $P3(1,035 ; 0,00)$ bei $U_3 = 20,70$ kV |
| $P4(U_{P4} / U_n ; Q_{P4} / P_{b,inst})$ | $P4(1,055 ; +0,33)$ bei $U_4 = 21,10$ kV |

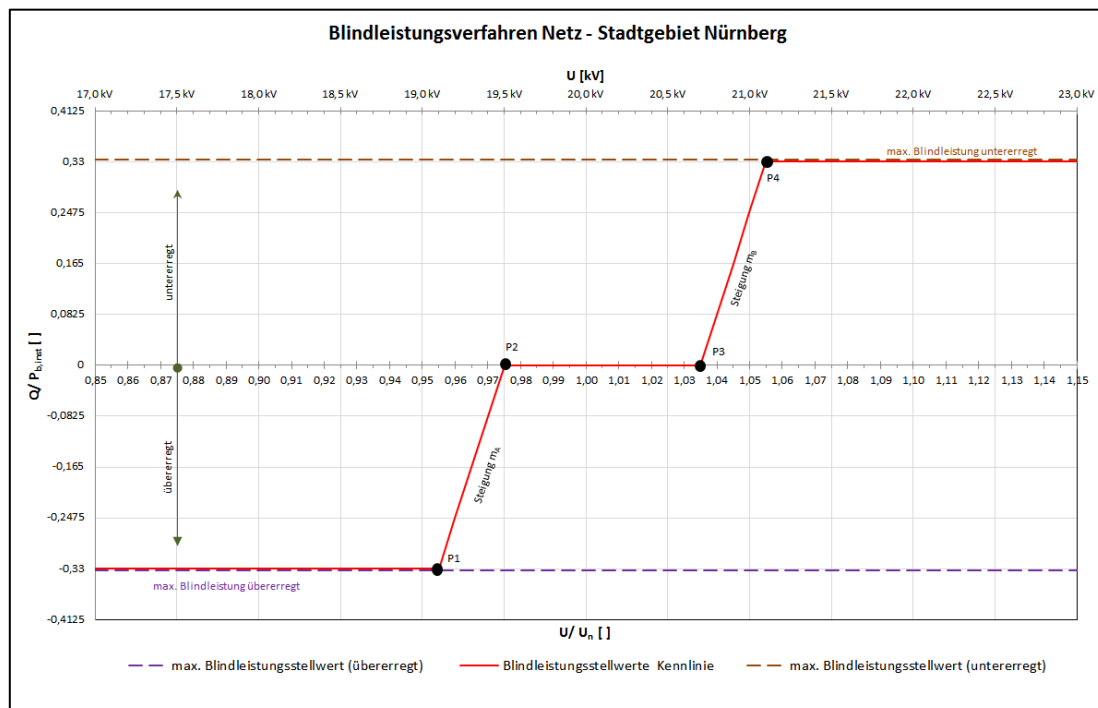
→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_A = 16,5$

→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_B = 16,5$

Nennspannung: $U_n = 20$ kV

Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$:

- max. Blindleistungsstellwert übererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = -0,33$ ($\sim \cos \varphi_{übererregt} = 0,95$)
- max. Blindleistungsstellwert untererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = +0,33$ ($\sim \cos \varphi_{untererregt} = 0,95$)



2.4.2 Blindleistungsverfahren Netz – Versorgungsbereich Oettingen

Für Erzeugungsanlagen, die *elektrisch im Netz des Versorgungsbereiches Oettingen* angeschlossen sind bzw. werden, gilt der nachfolgend beschriebenen Parametersatz:

Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion (Kennlinie):

- Blindleistungsstellwerte der Kennlinie:

| Definition Wertepaare | Wertepaare bei NNG in Bezug zu U |
|--|---------------------------------------|
| P1($U_{P1} / U_n ; Q_{P1} / P_{b,inst}$) | P1(0,950 ; -0,33) bei $U_1= 19,00$ kV |
| P2($U_{P2} / U_n ; Q_{P2} / P_{b,inst}$) | P2(0,975 ; 0,00) bei $U_2= 19,50$ kV |
| P3($U_{P3} / U_n ; Q_{P3} / P_{b,inst}$) | P3(1,025 ; 0,00) bei $U_3= 20,50$ kV |
| P4($U_{P4} / U_n ; Q_{P4} / P_{b,inst}$) | P4(1,050 ; +0,33) bei $U_4= 21,00$ kV |

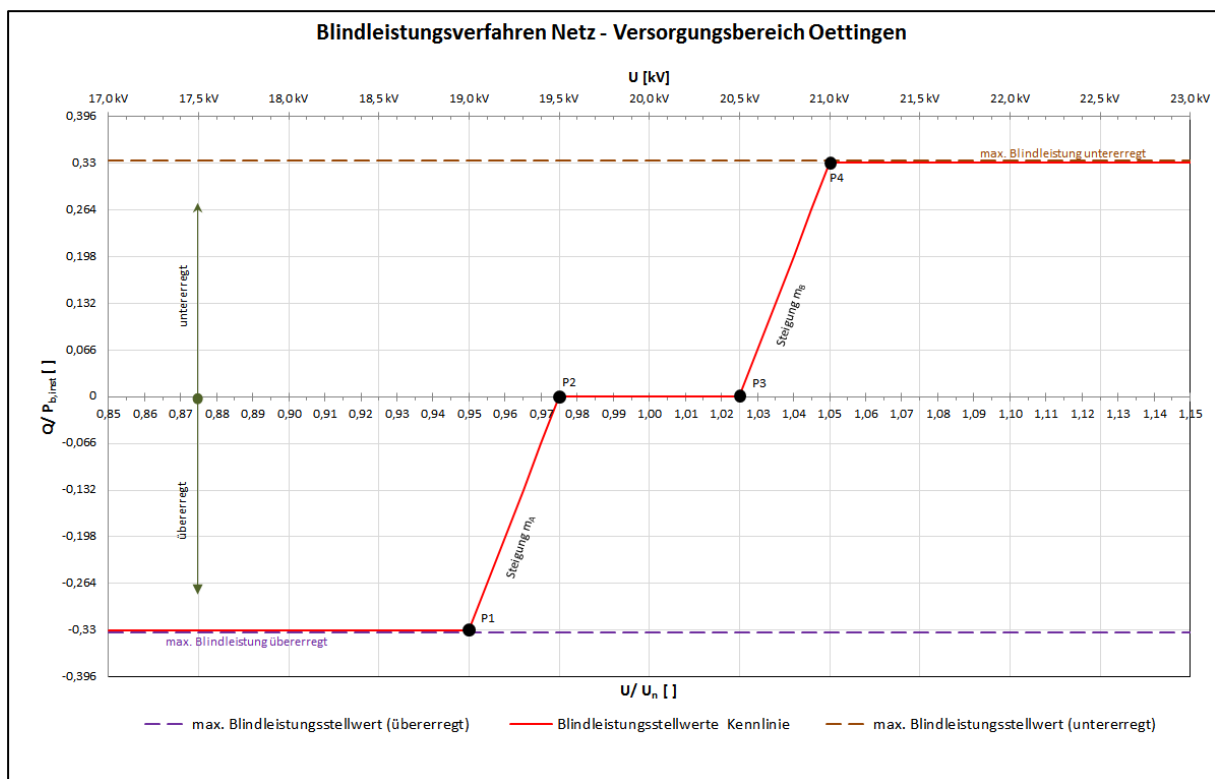
→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_A = 13,2$

→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_B = 13,2$

Nennspannung: $U_n = 20$ kV

Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$:

- max. Blindleistungsstellwert übererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = -0,33$ ($\sim \cos \varphi_{\text{übererregt}} = 0,95$)
- max. Blindleistungsstellwert untererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = +0,33$ ($\sim \cos \varphi_{\text{untererregt}} = 0,95$)



2.4.3 Blindleistungsverfahren Netz – Versorgungsbereich Sulzbach-Rosenberg

Für Erzeugungsanlagen, die *elektrisch im Netz des Versorgungsbereiches Sulzbach-Rosenberg* angeschlossen sind bzw. werden, gilt der nachfolgend beschriebenen Parametersatz:

Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion (Kennlinie):

- Blindleistungsstellwerte der Kennlinie:

| Definition Wertepaare | Wertepaare bei NNG in Bezug zu U |
|---|--|
| $P1(U_{P1} / U_n ; Q_{P1} / P_{b,inst})$ | $P1(0,950 ; -0,33)$ bei $U_1= 19,00$ kV |
| $P2(U_{P2} / U_n ; Q_{P2} / P_{b,inst})$ | $P2(0,980 ; 0,00)$ bei $U_2= 19,60$ kV |
| $P3(U_{P3} / U_n ; Q_{P3} / P_{b,inst})$ | $P3(1,0625 ; 0,00)$ bei $U_3= 21,25$ kV |
| $P4(U_{P4} / U_n ; Q_{P4} / P_{b,inst})$ | $P4(1,0925 ; +0,33)$ bei $U_4= 21,85$ kV |

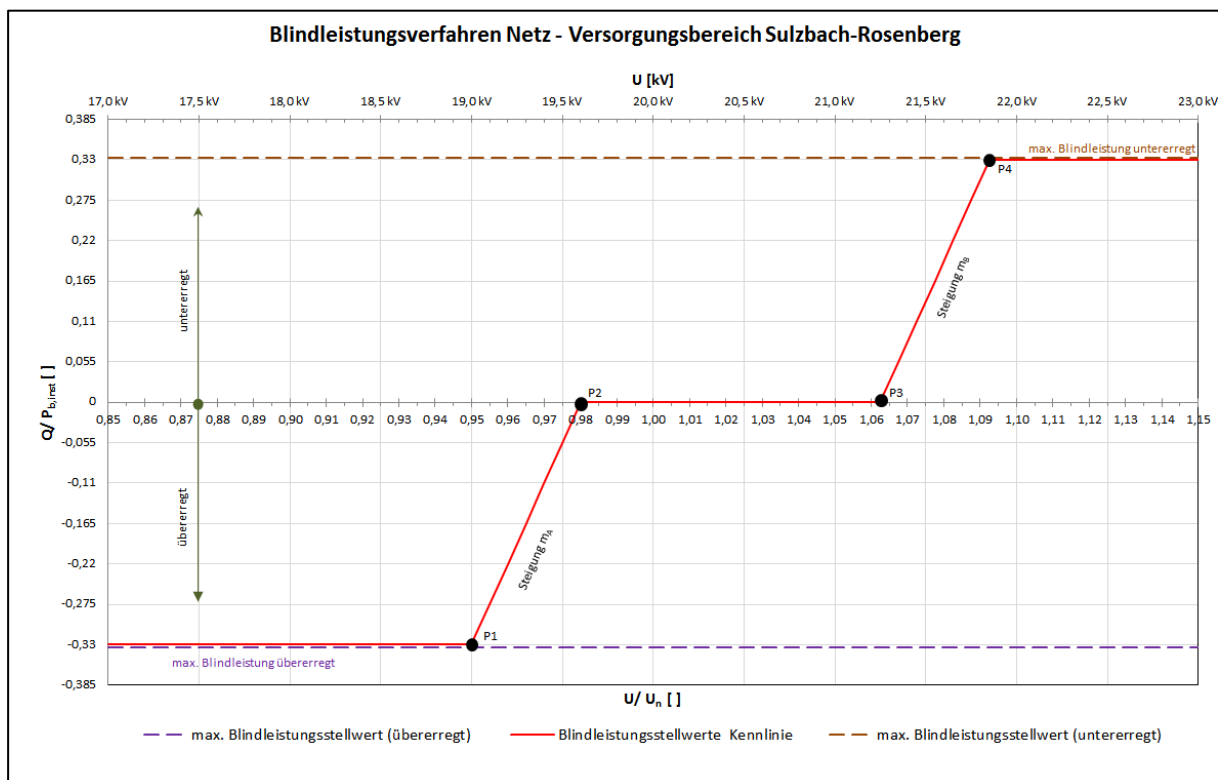
→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_A = 11$

→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_B = 11$

Nennspannung: $U_n = 20$ kV

Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$:

- max. Blindleistungsstellwert übererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = -0,33$ ($\sim \cos \varphi_{\text{übererregt}} = 0,95$)
- max. Blindleistungsstellwert untererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = +0,33$ ($\sim \cos \varphi_{\text{untererregt}} = 0,95$)



2.4.4 Blindleistungsverfahren Netz – Sonstiges Netzgebiet (Region)

Für Erzeugungsanlagen, die *elektrisch im Netz des sonstigen Netzgebietes (Region)* angeschlossen sind bzw. werden, gilt der nachfolgend beschriebenen Parametersatz:

Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion (Kennlinie):

- Blindleistungsstellwerte der Kennlinie:

| Definition Wertepaare | Wertepaare bei NNG in Bezug zu U |
|---|---|
| $P1(U_{P1} / U_n ; Q_{P1} / P_{b,inst})$ | $P1(0,955 ; -0,33)$ bei $U_1= 19,10$ kV |
| $P2(U_{P2} / U_n ; Q_{P2} / P_{b,inst})$ | $P2(0,975 ; 0,00)$ bei $U_2= 19,50$ kV |
| $P3(U_{P3} / U_n ; Q_{P3} / P_{b,inst})$ | $P3(1,055 ; 0,00)$ bei $U_3= 21,10$ kV |
| $P4(U_{P4} / U_n ; Q_{P4} / P_{b,inst})$ | $P4(1,075 ; +0,33)$ bei $U_4= 21,50$ kV |

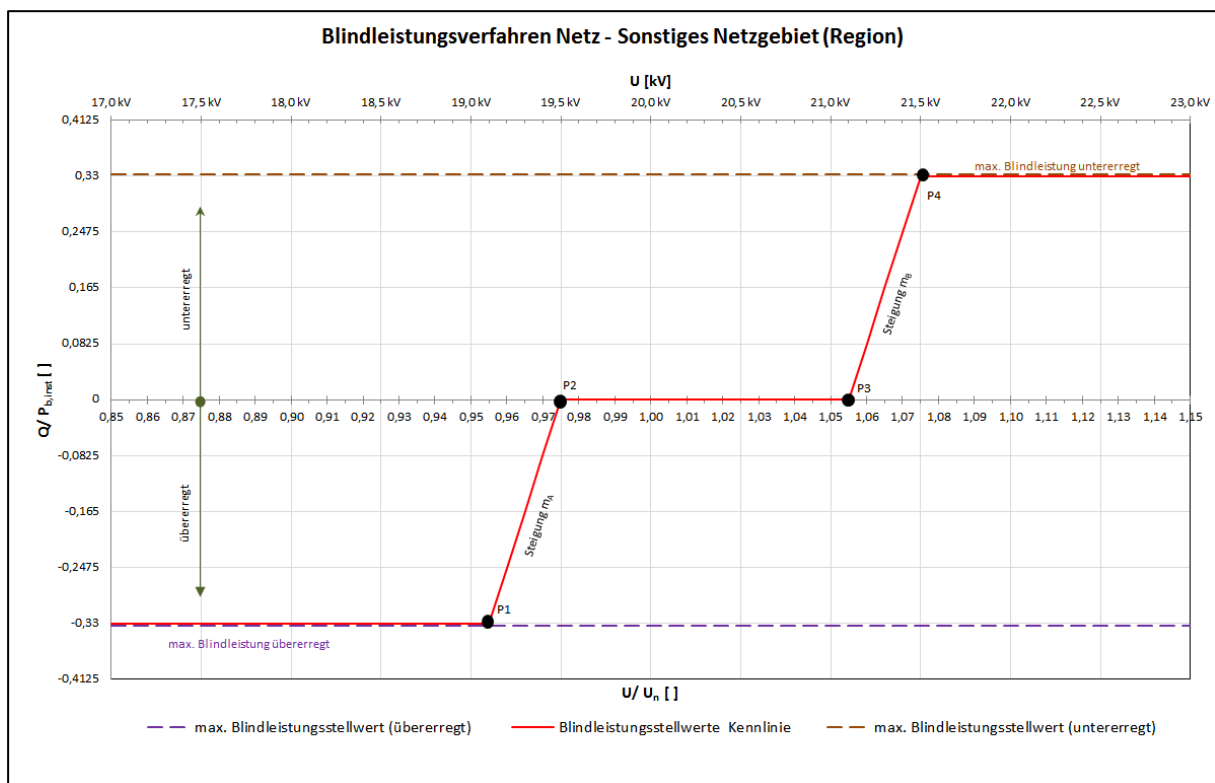
→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_A = 16,5$

→ Steigung des Kennlinienabschnittes $m_B = 16,5$

Nennspannung: $U_n = 20$ kV

Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$:

- max. Blindleistungsstellwert übererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = -0,33$ ($\sim \cos \varphi_{\text{übererregt}} = 0,95$)
- max. Blindleistungsstellwert untererregt = $Q_{ref} / P_{b,inst} = +0,33$ ($\sim \cos \varphi_{\text{untererregt}} = 0,95$)



2.5 Blindleistungsverfahren Individual

Die N-ERGIE Netz GmbH behält sich vor, in Abhängigkeit von den örtlichen Netzgegebenheiten sowie im laufenden Betrieb auch ein abweichendes, individuelles Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung im Zuge der Ermittlung des Anschlusspunktes, sofern erforderlich, vorzugeben.

Beispielweise könnte zur Verbesserung der Spannungshaltung ein erweiterter Blindleistungsstellbereich (Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$) festgelegt werden oder individuell anders gewählte Wertepaare der Kennlinie (Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion) mit einer angepassten Steigung der Kennlinienabschnitte definiert werden.