

Höhere Integration von Windkraftanlagen in MS-Netzen durch probabilistische Planung

Ing. Walter Niederhuemer
Linz Strom Netz GmbH



Einleitung

- Die Einspeisung durch On-Shore Windkraftwerke in das MS-Netz stellt eine besondere Herausforderung für den Netzbetreiber dar
 - Anschlussgesuche für einzelne Windräder oder kleine Windparks
 - Leistungsbereich von einigen MW
 - Anschlüsse über das gesamte MS-Verteilernetz verteilt

- Maßnahmen zur Ermöglichung der Einspeisung und Einhaltung der Spannungsqualität
 - Reduktion der installierten Einspeiseleistung
 - Ausbau der Verteilernetze

Einleitung

- Unterschiedliche Optima für Erzeuger und Verteilernetzbetreiber
 - Erzeuger
 - Einspeisung der vollen Leistung zu jeder Zeit
 - Optimierung der Energieerzeugung und damit Gewinnoptimierung
 - Geringe Anschlusskosten
 - Verteilernetzbetreiber
 - Netzkosten so gering wie möglich

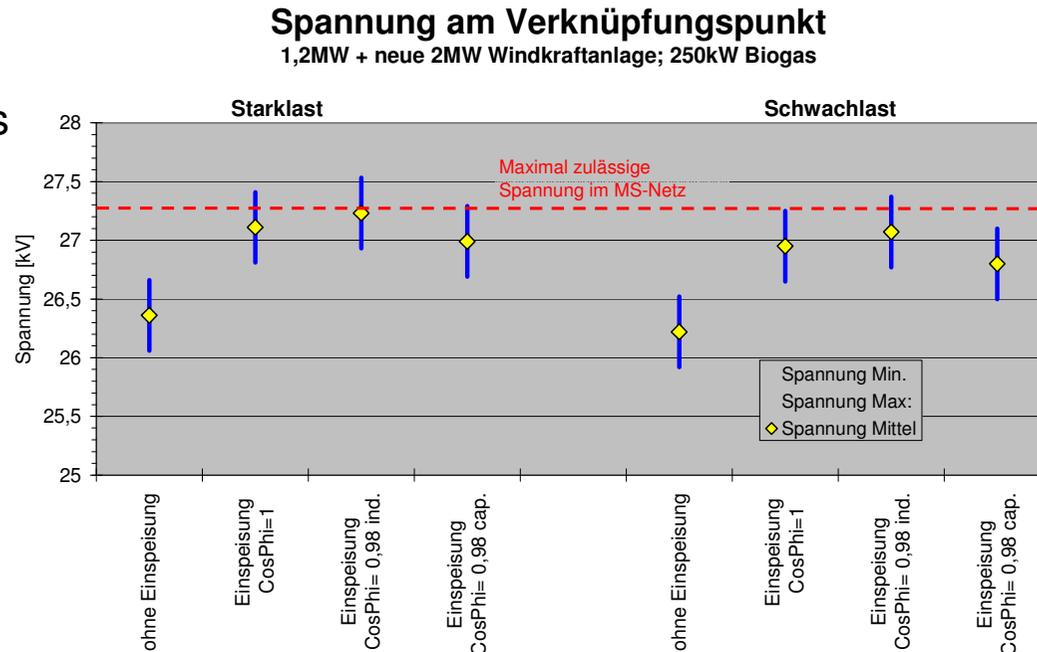
- Um die Ziele der EU zu unterstützen und mehr Einspeisungen zu ermöglichen ist es notwendig
 - Ein volkswirtschaftliches Optimum zu finden
 - Einen Kompromiss zwischen Netzinvestitionen und erzeugter Energiemenge zu finden

Konventionelle Planung

- Ausgewähltes MS-Netz
 - 1,2MW Windkraftwerk + 250kW Biogasanlage bereits angeschlossen
 - Neue 2MW Windkraftanlage geplant
 - Anschluss über eine 17,5km lange Freileitung mit 95mm² Aldrey

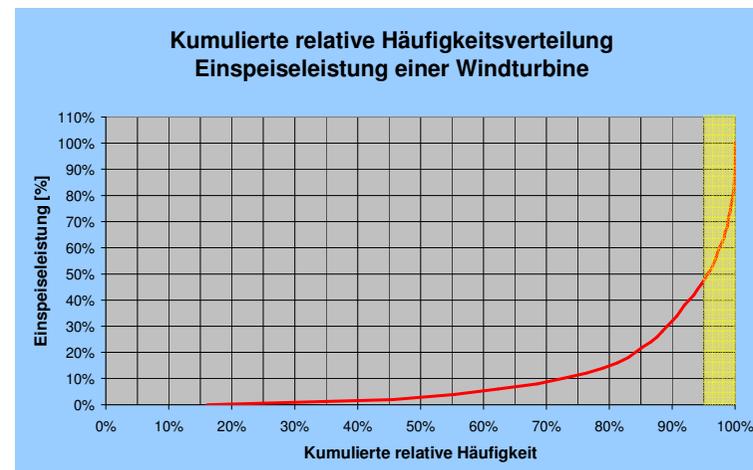
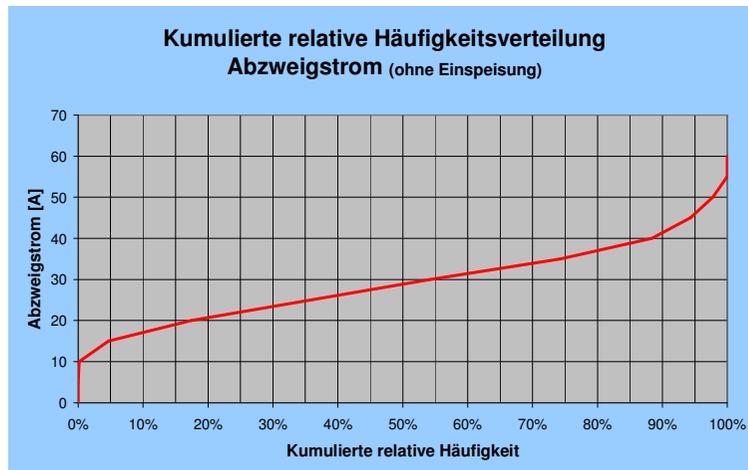
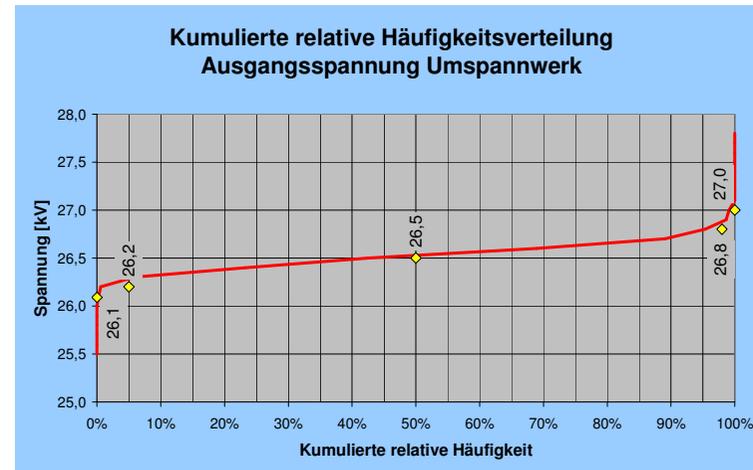
- Planungsansatz
 - Starklast mit und ohne Einspeisung
 - Schwachlast mit und ohne Einspeisung

- **Reduktion der installierten Einspeiseleistung auf 2,2MW notwendig** (1,2MW +1MW neu)
- **Alternativ: 0,5Mio€ Netzinvestition** für 3km MS-Kabel



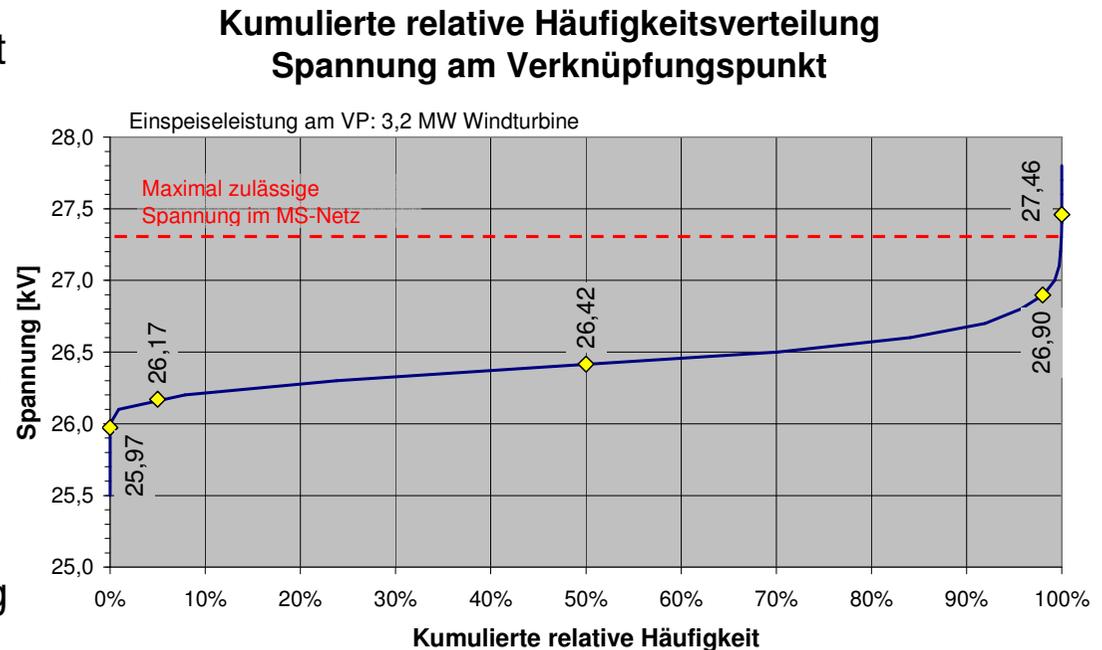
Probabilistische Planung (Methode)

- Berücksichtigung der statistischen Verteilung
 - Ausgangsspannung Umspannwerk
 - Abzweigstrom
 - Einspeiseleistung Windkraftanlage



Ergebnis der probabilistischen Planung

- Installierte Windkraftleistung
3,2MW
- Spannung am VP überschreitet das Spannungslimit nur für wenige Stunden
- Theoretische Jahreserzeugung
~3.000MWh
- Mit Wirkleistungsregelung
(Leistungsreduktion beim Erreichen der oberen Spannungsgrenze)
 - 0,03% nicht eingespeiste Energie
 - Reduktion der Wirkleistung bis max. 1370kW



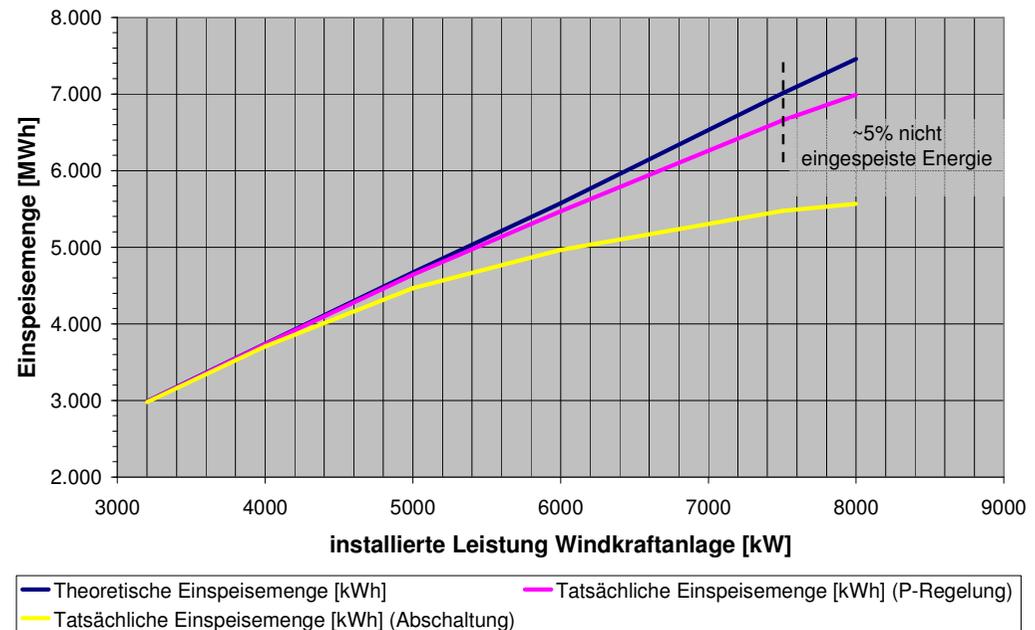
- **Jährliche Ertragseinbuße weniger als 100€** (mit Einspeisetarif 9,6ct/kWh)

Ergebnis der probabilistischen Planung

- Annahme einer nicht eingespeisten Energiemenge von 5%
 - Anschluss von 7,5MW Windkraftleistung an diesem VP möglich

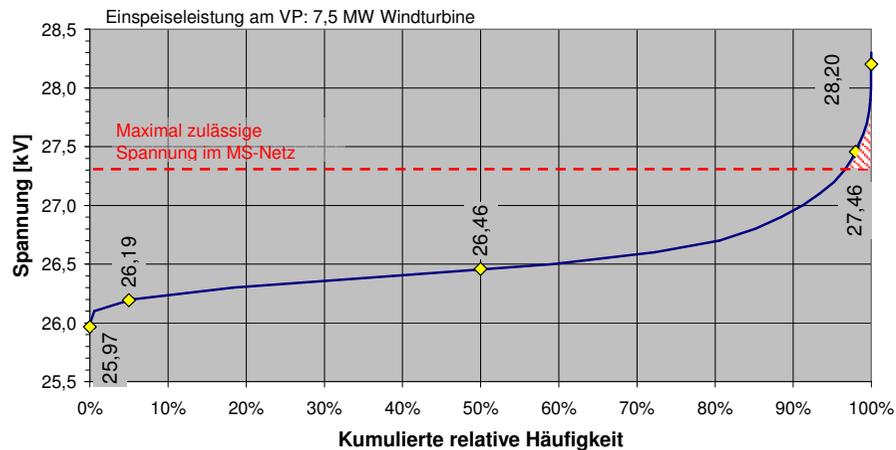
- Theoretische Jahreserzeugung ~7.000MWh
- Mit Wirkleistungsregelung (Leistungsreduktion beim Erreichen der oberen Spannungsgrenze)
 - 5% nicht eingespeiste Energie
 - Tatsächliche Einspeisemenge 6.650MWh/a
 - Reduktion der Wirkleistung bis max. 3,8MW (50% der installierten Leistung)

- **Doppelt so hoher Energieertrag ohne zusätzliche Netzinvestitionen**

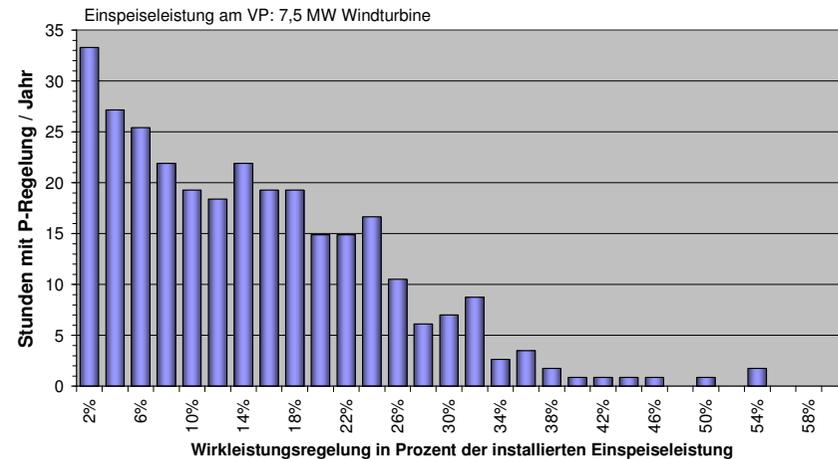


Ergebnis der probabilistischen Planung

**Kumulierte relative Häufigkeitsverteilung
Spannung am Verknüpfungspunkt**



Wirkleistungsregelungen pro Jahr

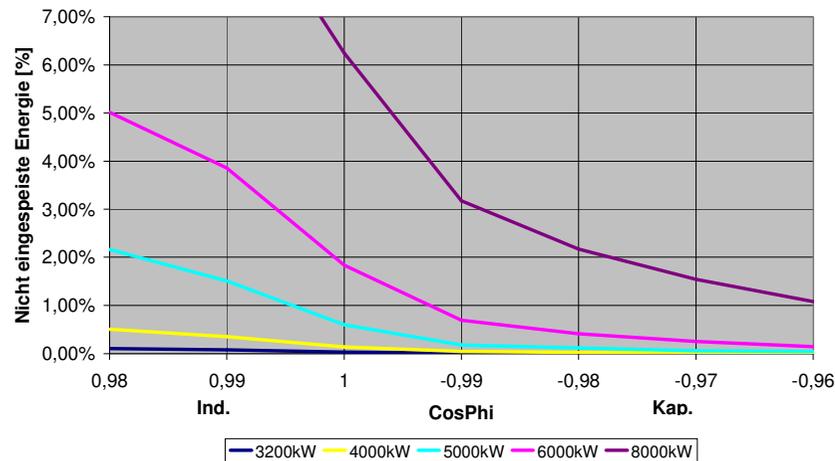


- ❑ Installierte Windkraftleistung 7,5MW
- ❑ Nicht eingespeiste Energiemenge 5% bei Wirkleistungsregelung (bei Erreichen des oberen Spannungslimits)
- ❑ Regelung in 3,4% der Zeit pro Jahr notwendig -> ~300 h
- ❑ Maximale Leistungsreduktion ~50%

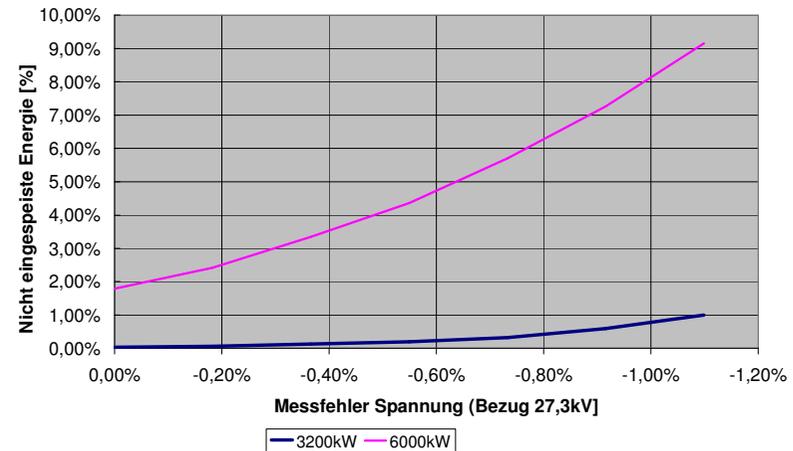
Probabilistische Planung (Einflussparameter)

- Bei spannungsabhängiger Wirkleistungsregelung haben folgende Parameter wesentlichen Einfluss
 - Dauerlinie der Einspeisung
 - Dauerlinie des Abzweigstromes
 - Dauerlinie der UW Ausgangsspannung
 - Blindleistung der Einspeisung
 - Messfehler der Spannung bei P-Regelung am Verknüpfungspunkt

Abhängigkeit nicht eingespeiste Energie / Blindleistung der Einspeisung



Abhängigkeit nicht eingespeiste Energie / Messfehler Spannung



Rahmenbedingungen und wirtschaftliche Aspekte

- Aktuelle Rahmenbedingungen und fehlende Akzeptanz bei Erzeugern lassen derzeit keine Wirkleistungsregelung zu
- Vertragliche Vereinbarungen zwischen VNB und Erzeuger schwierig
 - Ertragslage wird durch andere zusätzliche Einspeiser beeinflusst
 - Wer bestimmt den Zeitpunkt für zusätzliche Netzinvestitionen
 - Wer trägt die Kosten für diese Investition
 - Kostentragung durch alle angeschlossenen Einspeiser oder letzter anzuschließender Einspeiser
- Vergleich konventionelle Bewertung / probabilistische Berechnung
 - Konventionelle Bewertung
 - Kabelverbindung zum nächsten technisch geeigneten Anschlusspunkt
 - 500.000€ unmittelbare Aufwendungen
 - Weiter Einspeisungen nur mit neuen Netzinvestitionen möglich
 - Probabilistische Berechnung
 - Ertragseinbuße durch nicht eingespeiste Energie weniger als 100€/Jahr
 - Bei 5% nicht eingespeister Energie etwa 14.400€/Jahr Ertragseinbuße (3,2MW Anlage)
 - Keine Netzinvestitionen bis zu 7,5MW installierter Einspeiseleistung notwendig

Rahmenbedingungen und wirtschaftliche Aspekte

- Durch den neuen Planungsansatz kann die Einspeisekapazität in die Verteilernetze erhöht werden
- Künftige Netzinvestitionen die durch zusätzliche Einspeiser (MS und NS-Netz) hervorgerufen werden sind nicht einem einzelnen Erzeuger zuordenbar.
- Es muss dem Verteilernetzbetreiber möglich sein, die optimale Strategie für Investitionen in das Netz selbst zu bestimmen; wie z.B.
 - Änderung der Regelung am Umspanner
 - SMART GRIDS
 - Netzausbau
- Zukünftige Netzinvestitionen, die durch Einspeiser ausgelöst werden, sind durch die Netzbenutzer in Form von Baukostenbeiträgen beim Anschluss der Erzeugungsanlage zu finanzieren
- Zusätzliche Kosten sind in den Tarifen anzuerkennen
- Berücksichtigung der Versorgungsstruktur durch die Regulierungsbehörde

Zusammenfassung

- Die probabilistische Planung ermöglicht
 - Die realen Netzverhältnisse besser abzubilden
 - Die wahrscheinlich nicht eingespeiste Energiemenge abzuschätzen
- An einem Beispielnetz konnte gezeigt werden, dass
 - Mehr als das doppelte an Windkraftleistung ist möglich
 - Dies bei keinen oder geringen Netzinvestitionen
 - Und mit einer geringen Menge an nicht eingespeister Energie
- Akzeptanz für nicht eingespeiste Energie durch Erzeuger notwendig
- VNB muss Strategie für künftigen Netzausbau selbst bestimmen können
- Zukünftige Netzinvestitionen sind durch Baukostenbeiträge der Erzeuger zu finanzieren
- Entsprechende Rahmenbedingungen sind notwendig

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Ing. Niederhuemer Walter
LINZ STROM NETZ GmbH
Fichtenstraße 7, 4021 Linz
Mail: w.niederhuemer@linz-stromnetz.at
Tel: +43 (0)732 3403 3182