

*Prof. Dr.-Ing. Dieter METZ*  
*M.Sc. Dipl.-Ing. Darlus France Mengapche (\*)*  
*B.Sc. Naveen Shivakumaraiah*  
**University of Applied Sciences Darmstadt, Germany**

# **Effizientes Erzeugungsmanagement regenerativer Erzeuger in Verteilnetzen bei Lastflussproblemen und Netzengpässen**

**Graz**  
**13. Februar 2014**

## Inhalt

- **Hintergrund**
- **Fragen**
- **Ziel der Arbeit**
- **Methodischer Ansatz**
- **Werkzeug**
- **Simulationsszenario**
- **Ergebnis**
- **Zusammenfassung**

## Hintergrund

- Massive Integration von regenerativen Erzeugern in Verteilnetzen
- Entstehung von (Spannungs- und) Lastflussproblemen/Engpässen:
  - zumeist witterungs- und lastbedingt bei normalen Schaltzuständen
  - vermehrt bedingt durch Wartungsarbeiten nach Topologieänderung
- Abregelung der Wirkleistungseinspeisung aller regenerative Erzeuger im überlasteten Netzabschnitt zur Beseitigung von Engpässen
- Diskriminierungsfrei stufenweise Abregelung auf 100%, 60%, 30%, 0% der Nennleistungen der Anlagen (grobe Stufung)
- Entschädigung der Investoren der Anlagen in Höhe der abgeregelten Energie (proportional zur abgeregelten Leistung)
- Dabei sollen „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“ Anlagen herangezogen werden

## Fragen

- Ist die grobe Stufung sinnvoll?
- Gibt es eine technisch und wirtschaftlich effizientere Lösung?
- Ist eine feiner gestaltete Reduktion für genau die verantwortlichen Anlagen, angepasst an deren Beitrag zur Überlast nicht sinnvoll?
- Wie kann die Beteiligung betroffener Einspeiser am Engpass ermittelt werden?
- Wie erhält man Rechtssicherheit hinsichtlich der getroffenen Maßnahmen?



## Ziel der Arbeit

- Entwicklung eines neuen Ansatzes für eine technisch und wirtschaftlich effizientere Handhabung von Engpässen in Verteilnetzen
- Umsetzung des Ansatzes in ein Tool
- Simulationen und Vergleich von Strategien

## Methodischer Ansatz (1/2)

### ***Anpassung des Blindleistungsflusses im Netz***

- Anpassung der Blindleistungseinspeisung von regenerativen Erzeugern
- Verwendung vom RED-Konzept (Relative Electrical Distance)
- Ziel: Die Deckung des Blindleistungsbedarfes einer Last durch Generatoren soll in Abhängigkeit der topologischen Entfernung der Last von den Generatoren erfolgen
- Ergebnisse:
  - Reduzierung des Blindleistungstransportes im gesamten Netz
  - Erhöhung der verfügbaren Übertragungskapazität auf Leitungen
  - Verbesserung des Spannungsprofils
  - Verlustreduzierung

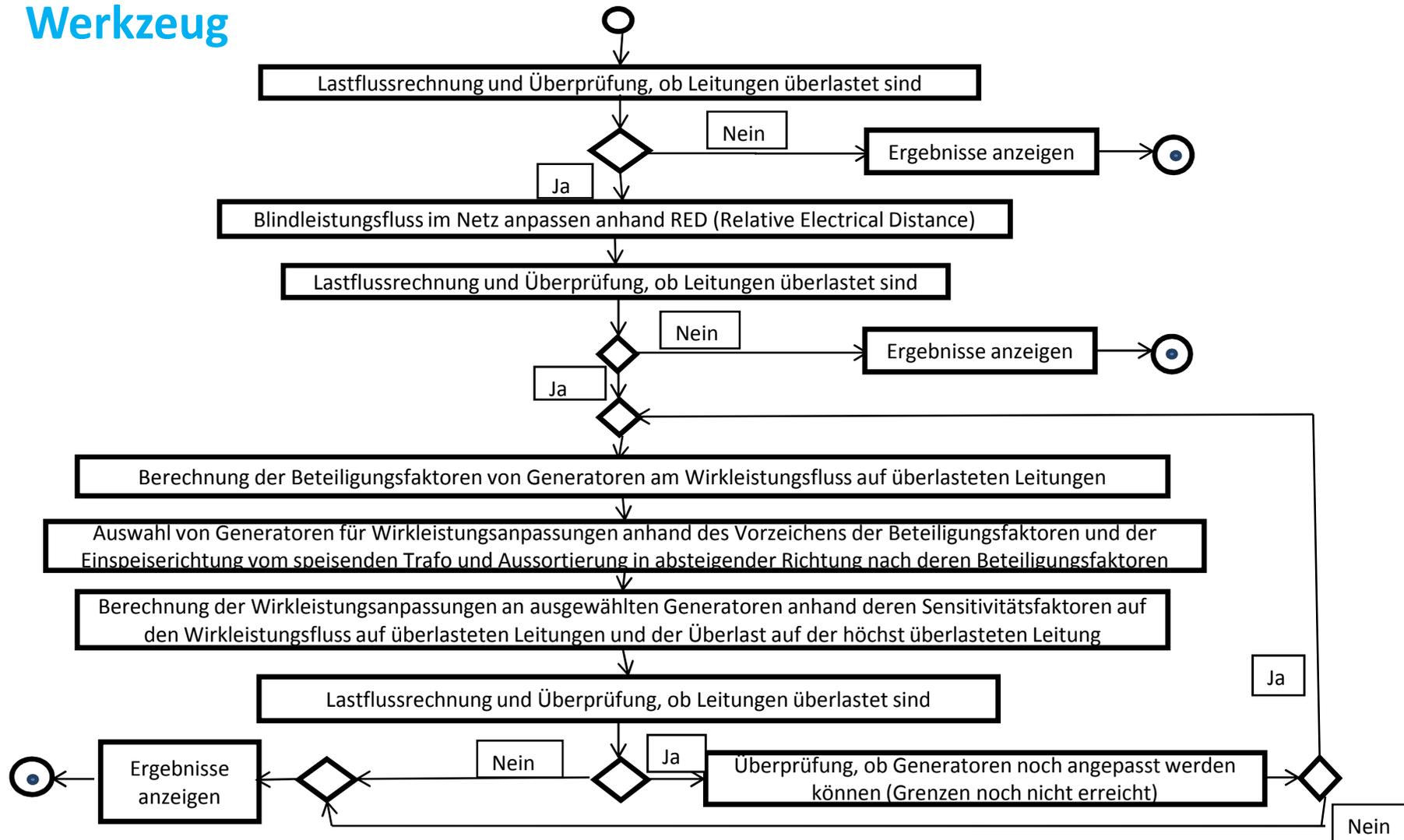
➔ Diese Maßnahme reduziert die Überlast in manchen Fällen!!!

## Methodischer Ansatz (2/2)

### ***Anpassung der Wirkleistungseinspeisung von regenerativen Erzeugern***

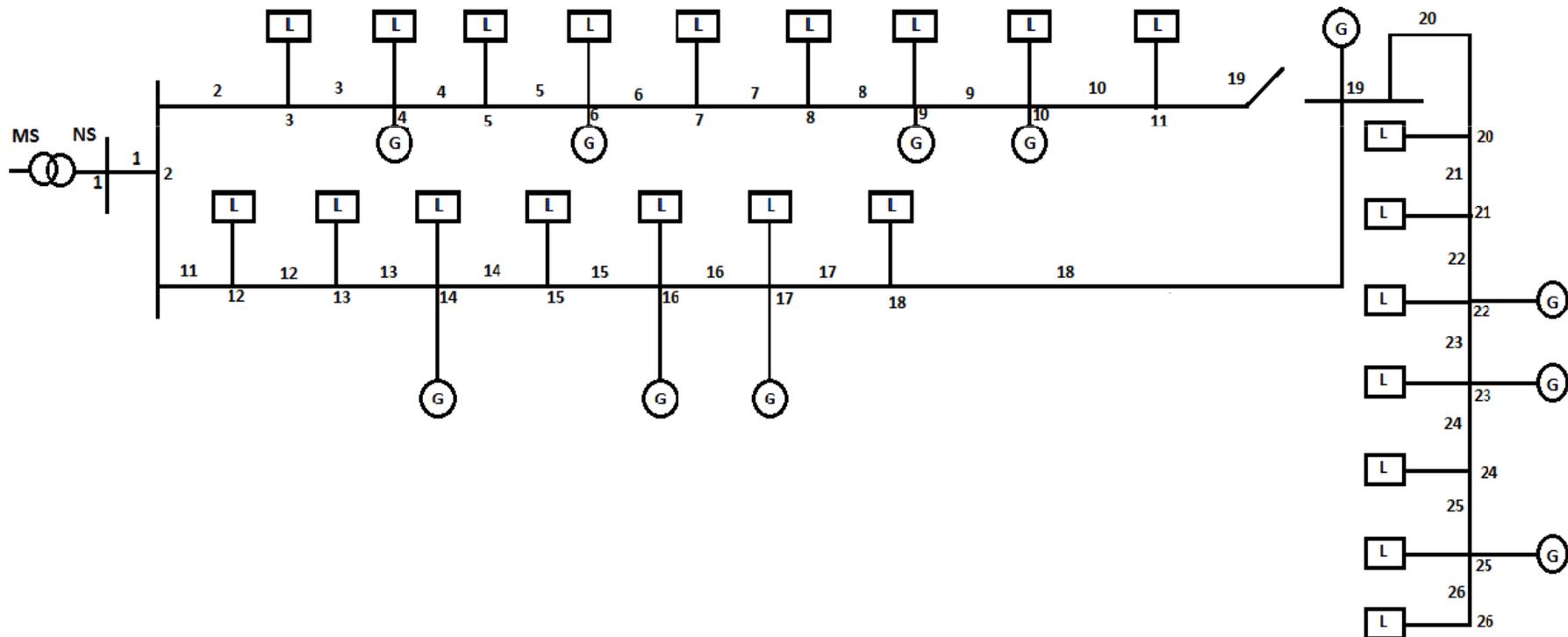
- 3 wichtige Fragen zu beantworten:
  - Wie hoch sind die Beteiligungen einzelner Generatoren am Wirkleistungsfluss auf einer überlasteten Leitung?
  - Welche Generatoren kommen für eine Anpassung in Betracht?
  - In welcher Höhe sollen die Wirkleistungseinspeisungen der ermittelten Generatoren angepasst werden?
- Antwort auf Frage 1: Einsatz eines Lastflussaufteilungsverfahrens zur Bestimmung der Beteiligungsfaktoren
- Antwort auf Frage 2: Auswahl anhand des Vorzeichens der Beteiligungsfaktoren und der Einspeiserichtung vom speisenden Trafo
- Antwort auf Frage 3: Ermittlung anhand der Sensitivitätsfaktoren der ausgewählten Generatoren auf den Wirkleistungsfluss und der Überlast auf der höchst überlasteten Leitung

## Werkzeug



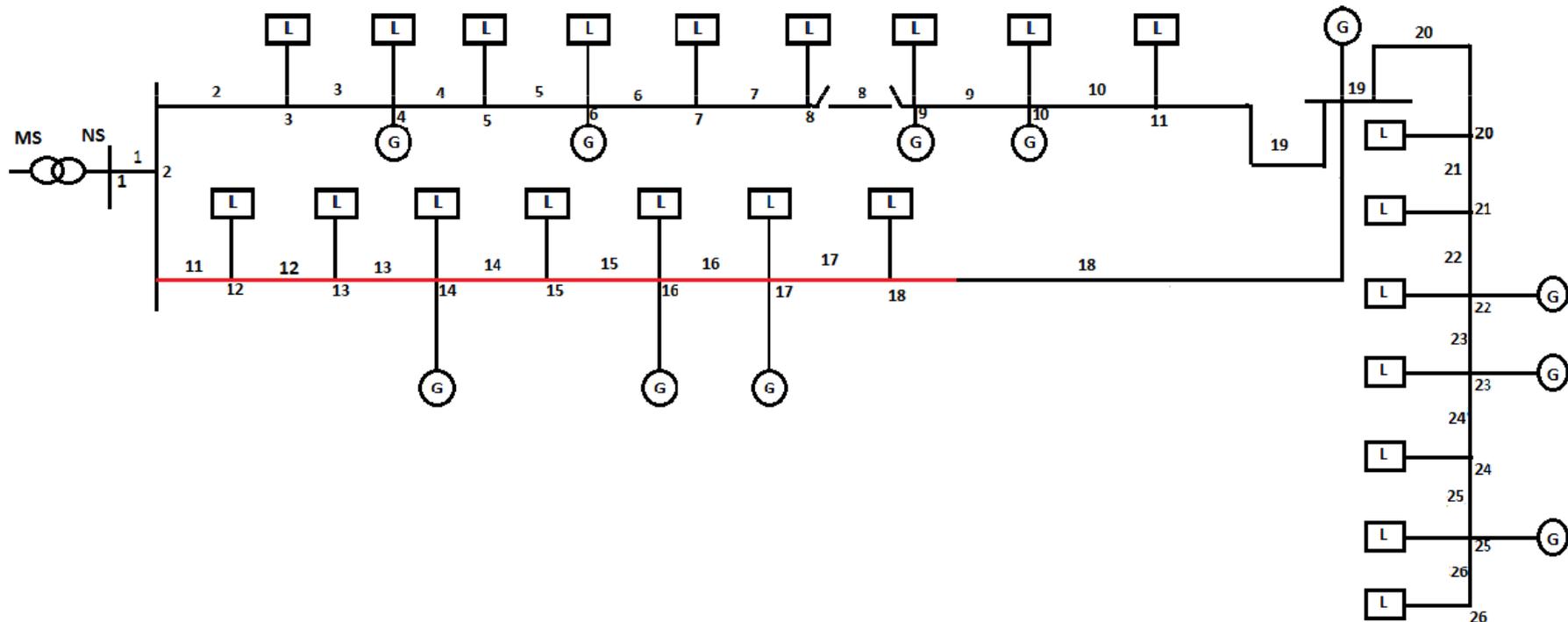
## Simulationsszenario (1/3)

- Normaler Netzschtzustand
- Leitung 8 soll gewartet werden → Zuschaltung von Leitung 19
- Prognosen und Lastflussrechnungen → OK



## Simulationsszenario (2/3)

- Zugeschaltung von Leitung 19 und Abschaltung von Leitung 8
- Leistungsflüsse und Spannungen → OK
- Dann plötzlich mehr Einspeisung durch reg. Erzeuger als vorhergesagt → Überlastungen des rotmarkierten Netzabschnittes

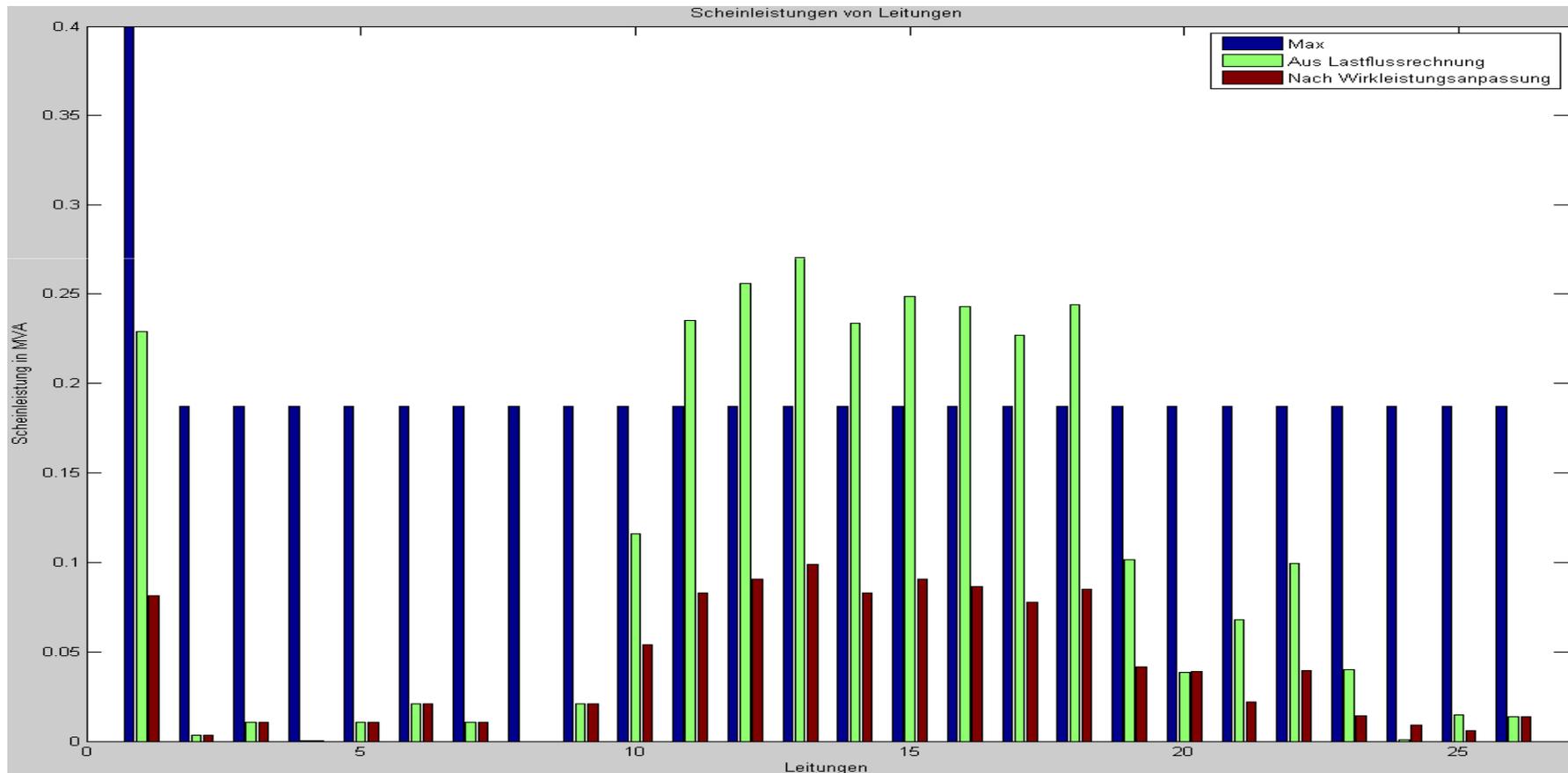


## Simulationsszenario (3/3)

- Strategie 1: Prozentuale Abregelung aller Anlagen im Überlastgebiet mit groben Stufen (100%, 60%, 30%, 0% von  $P_n$ , wie heutzutage im Einsatz)
  - Strategie 2: Einsatz des entwickelten Verfahrens
  - Strategie 3: Einsatz des entwickelten Verfahrens mit feinen Stufen (z.B. 10% von  $P_n$ )
- 
- Bei allen Strategien werden die Lasten nicht beeinflusst!!!

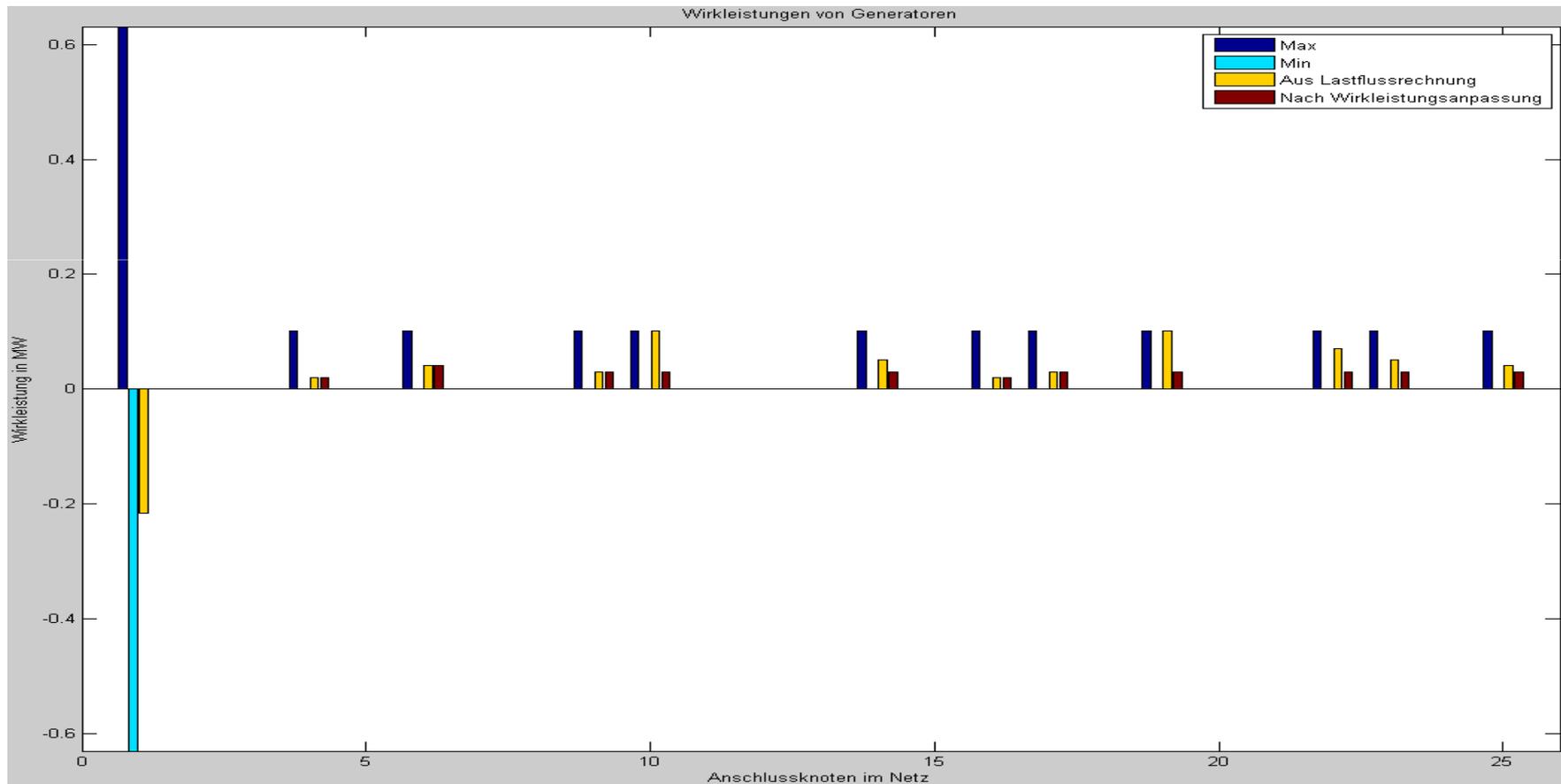
## Ergebnisse (Strategie 1)

### Scheinleistungen von Leitungen



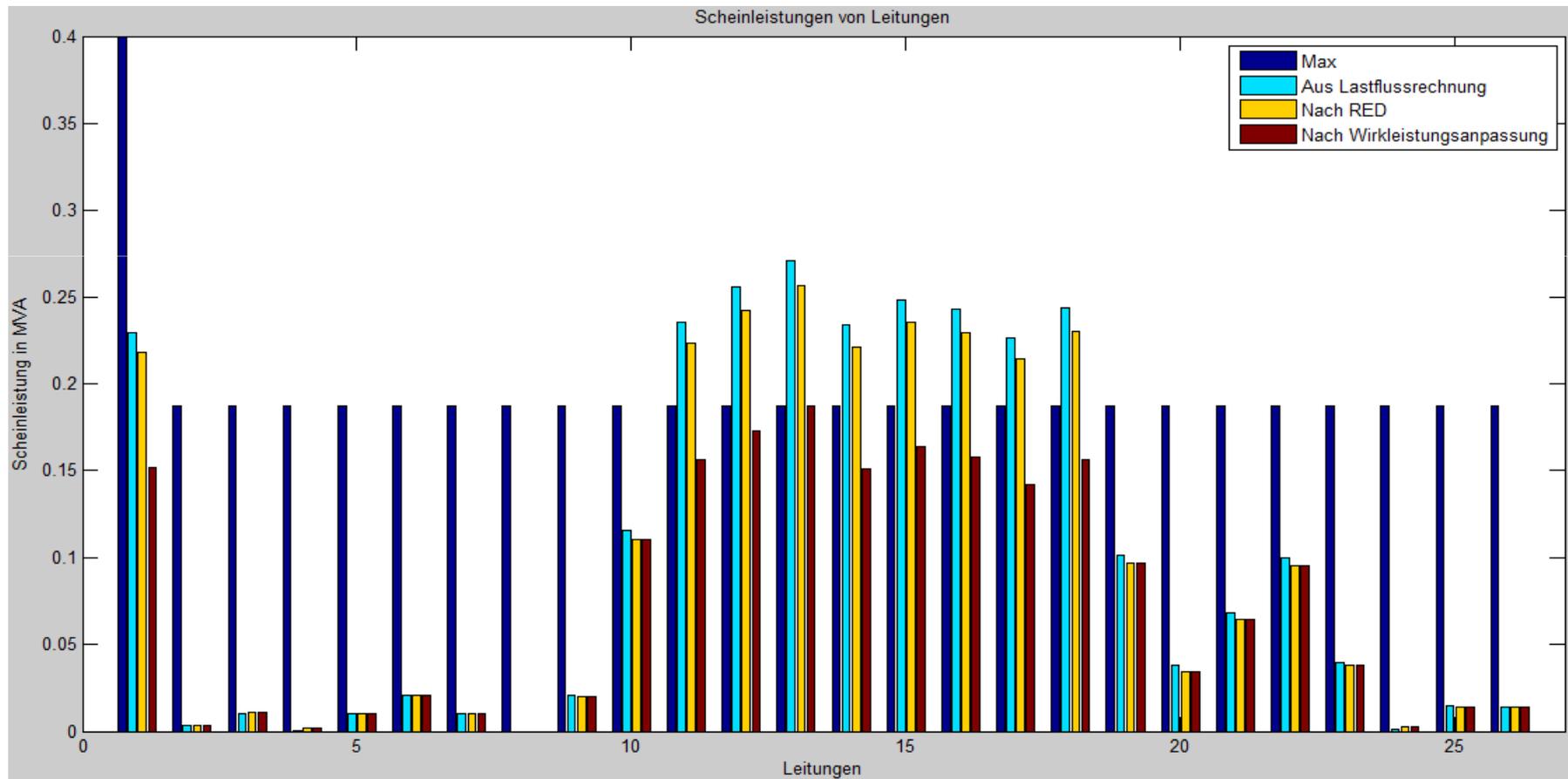
## Ergebnisse (Strategie 1)

### Wirkleistungen von Generatoren



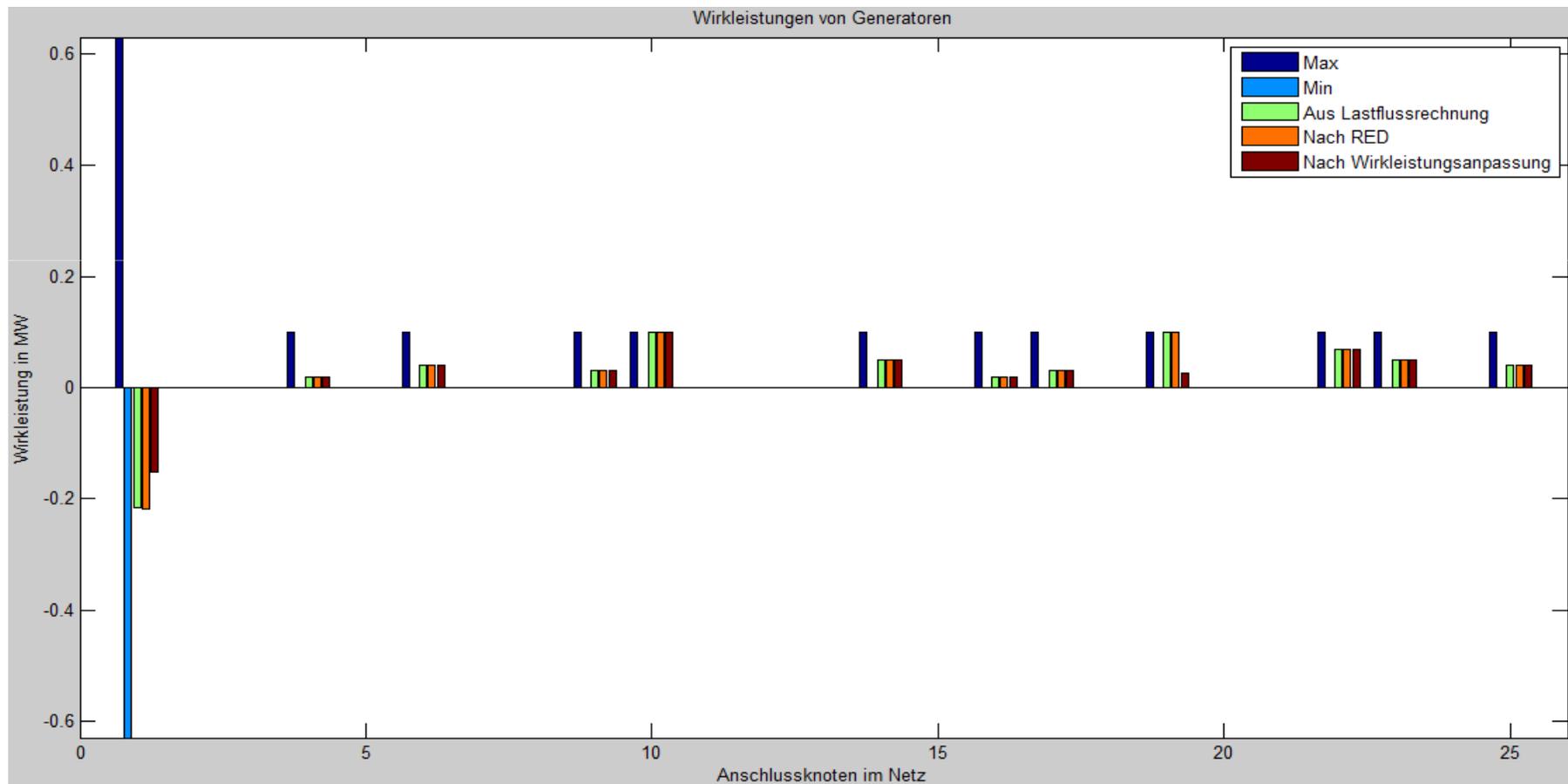
## Ergebnisse (Strategie 2)

### Scheinleistungen von Leitungen



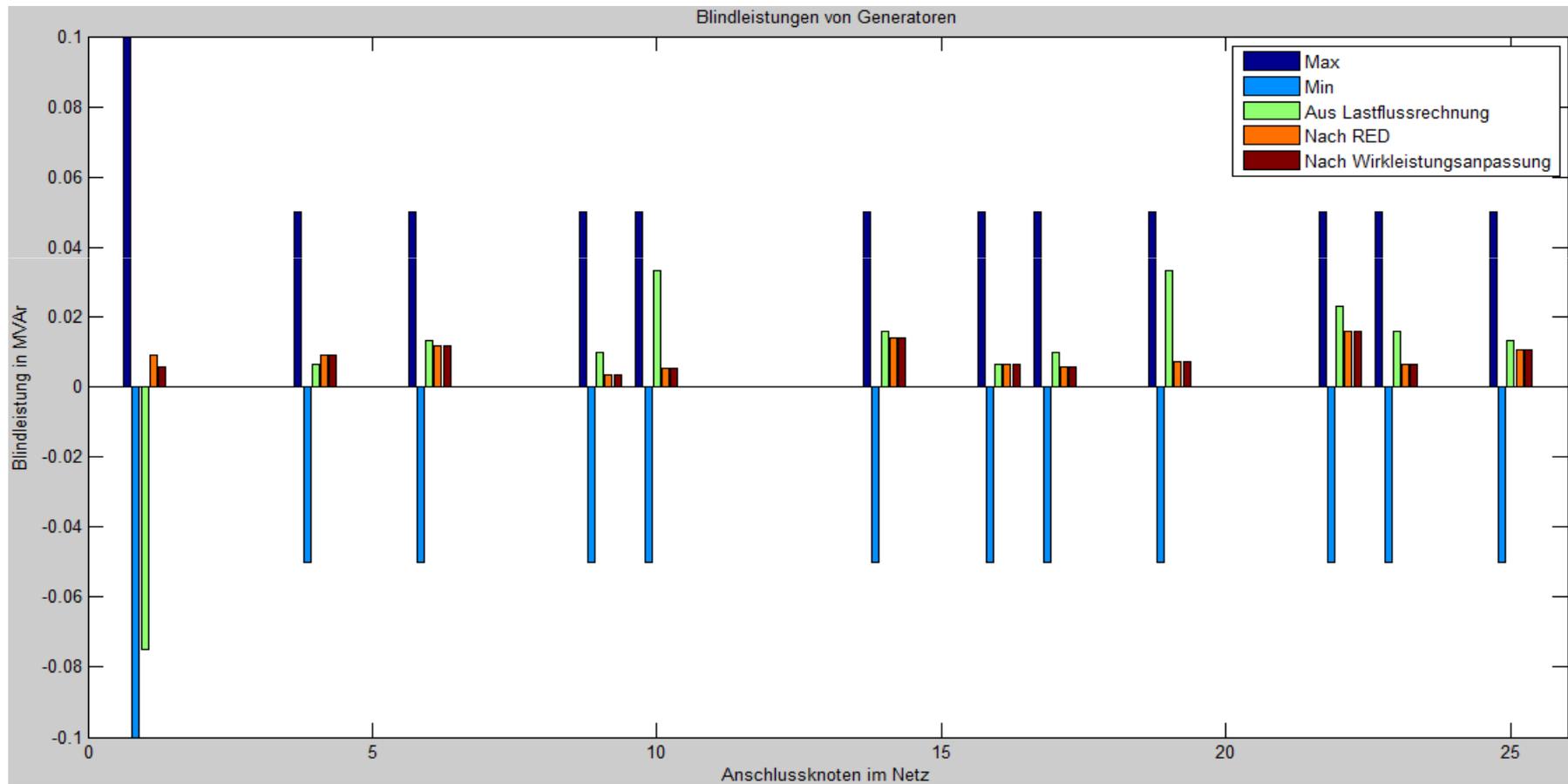
## Ergebnisse (Strategie 2)

### Wirkleistungen von Generatoren



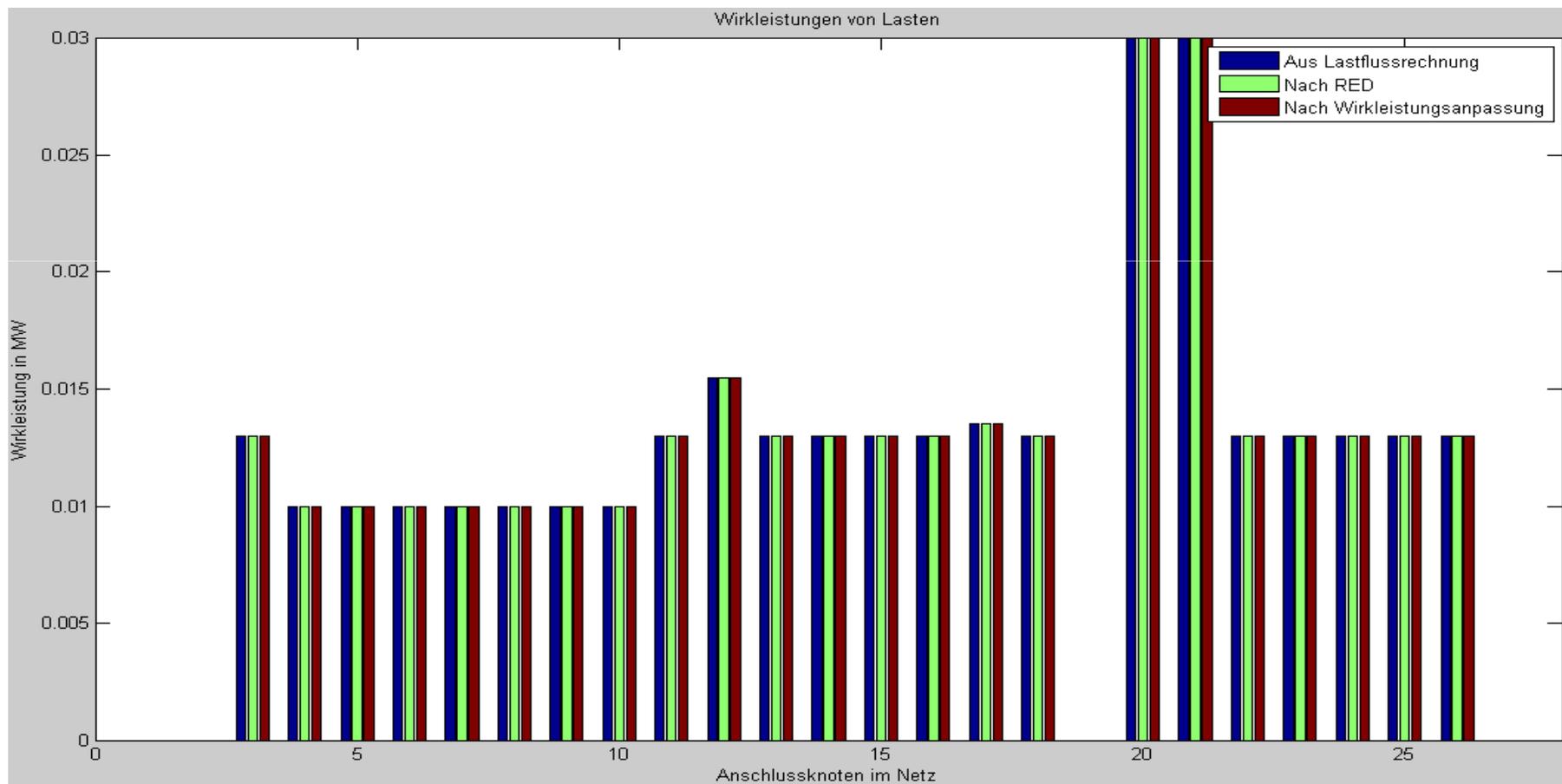
## Ergebnisse (Strategie 2)

### Blindleistungen von Generatoren



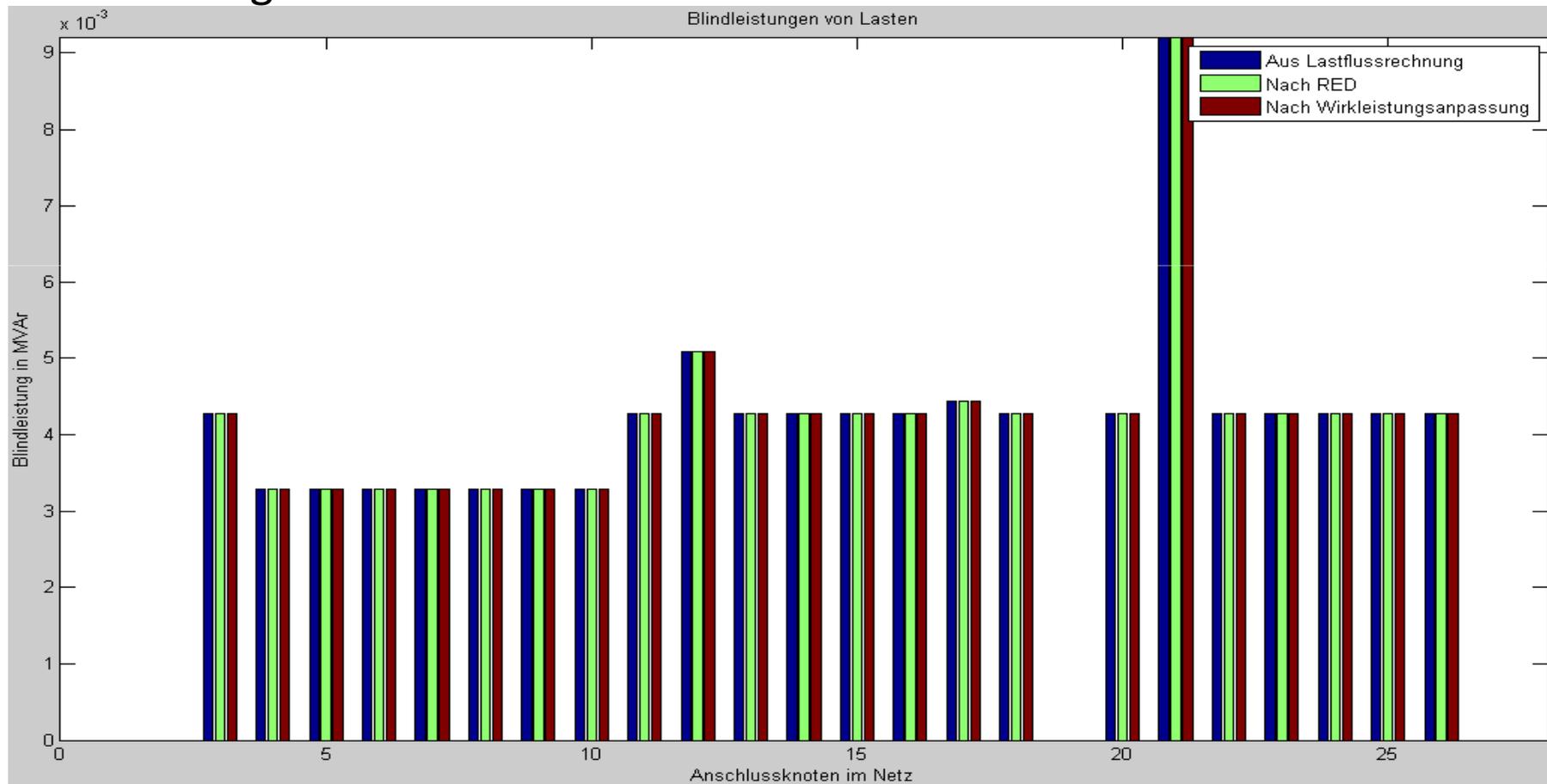
## Ergebnisse

### Wirkleistungen von Lasten



## Ergebnisse

### Blindleistungen von Lasten



## Ergebnisse

	Anzahl von beeinflussten Erzeugern	Gesamte Wirkleistungsanpassung [kW]	Signal zur Wirkleistungsanpassung [% von P <sub>n</sub> ]	Gesamte Entschädigungskosten für die Wirkleistungsanpassung
<b>Strategie 1 (bisheriges Verfahren)</b>	6	-160	30	K
<b>Strategie 2 (neues Verfahren)</b>	1	-74,321	25,679	46,45% von K
<b>Strategie 3 (neues Verfahren mit 10% Stufen)</b>	1	-80	20	50% von K

- Beeinflussung einer geringen Anzahl von Erzeugern mit dem neuen Verfahren
- Höhe der angepassten Wirkleistung wesentlich klein
- Entschädigungskosten deutlich reduziert

## Zusammenfassung

- Reduktion einer Überlast bezogen auf den Beitrag der Anlagenbeteiligung am Überlast ist sinnvoll
- Wirkleistungsanpassung von Erzeugern gering → Entschädigungshöhe gering
- Nur die Anlagen mit dem größten Einfluss auf den Leistungsfluss auf überlasteten Leitungen werden beeinflusst
- Die Abrechnung durch den Netzbetreiber wird wesentlich vereinfacht und überschaubar
- Der Netzbetreiber kann die Notwendigkeit der Maßnahmen anhand des neuen Verfahrens rechtlich nachweisen
- Eine feine Stufung ist besser als eine grobe Stufung

*Prof. Dr.-Ing. Dieter METZ*  
*M.Sc. Dipl.-Ing. Darlus France Mengapche (\*)*  
*B.Sc. Naveen Shivakumaraiah*  
**University of Applied Sciences Darmstadt, Germany**

**DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT**

**Effizientes Erzeugungsmanagement regenerativer Erzeuger in  
Verteilnetzen bei Lastflussproblemen und Netzengpässen**

**Graz**  
**13. Februar 2014**