

Technische Herausforderungen bei der Integration von PV in bestehende Inselnetze

Dr.-Ing. Markus Pöller

- M.P.E. (Moeller & Poeller Engineering) ist ein Planungs- und Beratungsunternehmen mit Sitz in Süddeutschland.

- Fokus auf die Netzintegration erneuerbarer Energien:
 - Elektroplanung von Wind- und PV-Parks
 - Netzstudien für Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber
 - Internationale Beratungstätigkeit im Bereich der Netzintegration erneuerbarer Energien
 - Messungen, Modellierung

Charakteristik von Diesel-Hybrid Systemen hauptsächlich definiert durch:

- Lastvariationen
- Randbedingungen des Betriebs von Diesel-Generatoren
- RE-Einspeisevariationen (PV und/oder Wind)
- Anforderungen an die Netzzuverlässigkeit und Spannungsqualität.

Ziel einer optimierten Betriebsweise von Diesel-Hybrid-Systemen:

Maximale Kosteneinsparung

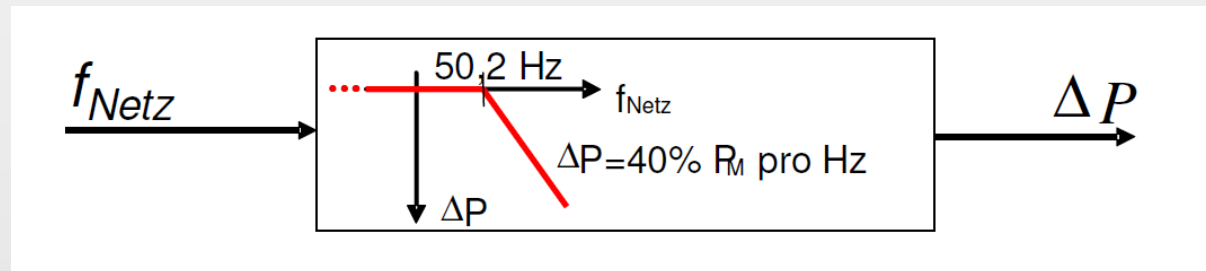
- Einsparung des Verbrauchs von Diesel-Kraftstoff
- Berücksichtigung von Alterungseffekten
-> Betrachtung der Gesamtkosten (Kapitalwert)

Randbedingungen:

- Netzzuverlässigkeit
- Spannungsqualität
- Frequenzstabilität

- Im Dauerbetrieb muss eine Mindestlast gewährleistet sein (typisch: 25%-40%)
- Wirkungsgrad sinkt bei Betrieb mit reduzierter Last (im Leerlaufzustand ist Treibstoffverbrauch bei ca. 20% von Nennlast)
 - > möglichst Betrieb im Bereich eines hohen Wirkungsgrads (70%...90% von Nennlast)
- Start-Stop-Vorgänge müssen begrenzt werden
 - > ausreichende Vorhaltung von „Spinning Reserve“

- RE-Einspeisung kann nicht voll genutzt werden.
- REs müssen regelbar (begrenzbar) sein, entweder über Kommunikationsschnittstelle oder über Frequenzantwort (am besten beides).



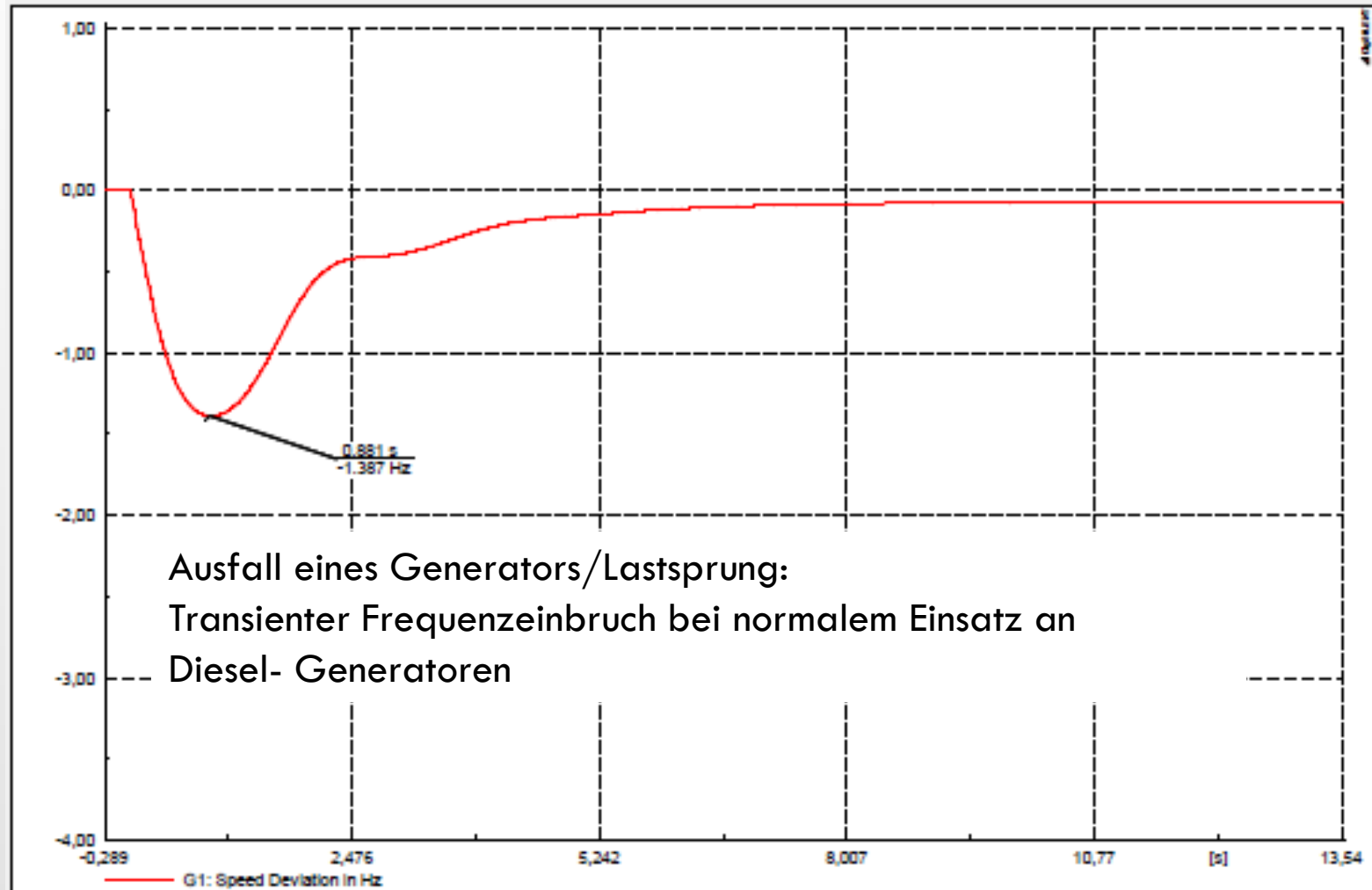
- Ökonomische Analyse oft schwierig, da tatsächlich eingespeiste Energie oft nur schwer abschätzbar ist.

- Zu jedem Zeitpunkt muss gelten:

$$P_{Diesel} + P_{RE} + P_{Last} + P_{Verluste} + P_{Speicher} = 0$$

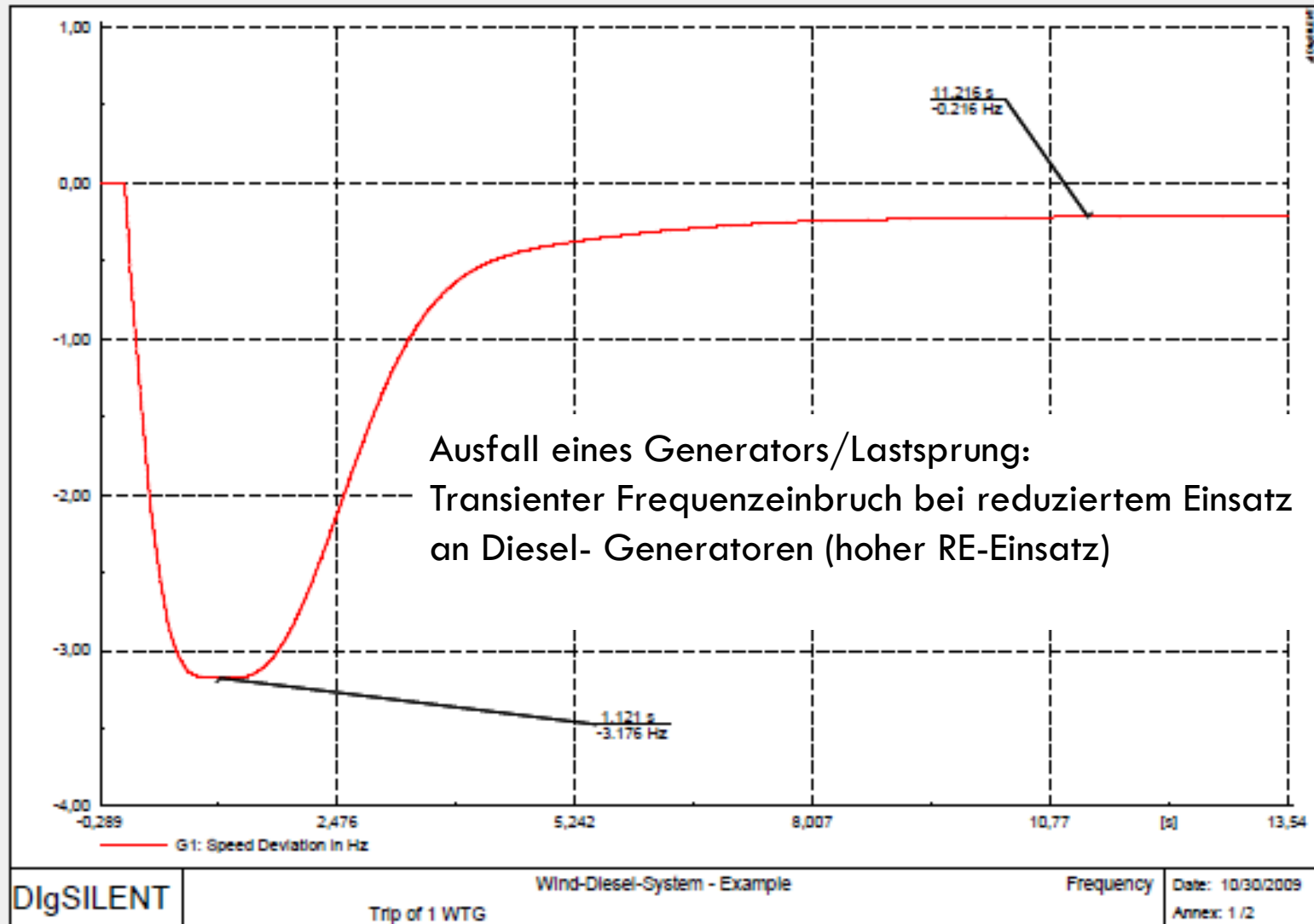
- „Natürliche“ Speicher:
Massenträgheit der Dieselgeneratoren (Sekundenbereich)
- Aber:
Massenträgheit wird durch Abschaltung von
Dieselgeneratoren reduziert
- Folge:
Frequenzvariationen werden größer

Reduziertes Massenträgheitsmoment



Ausfall eines Generators/Lastsprung:
Transienter Frequenzeinbruch bei normalem Einsatz an
Diesel- Generatoren

Reduziertes Massenträgheitsmoment



- Schwungradspeicher (Flywheel):
 - Typischer Zeitbereich: Sekunden.... Minute
 - Typ. Anwendung: Bereitstellung von Sekundenreserve (Vergrößerung des Massenträgheitsmoments)

- Batterie:
 - Typischer Zeitbereich: mehrere Minuten
 - Typ. Anwendung:
 - Bereitstellung von Sekundenreserve (Massenträgheitsmoment)
 - Frequenzregelung
 - Reserve im Minutenbereich zur Einsatzoptimierung von Dieselgeneratoren

Mit Hilfe von Lastmanagement kann der Einsatz von Dieselgeneratoren optimiert werden.

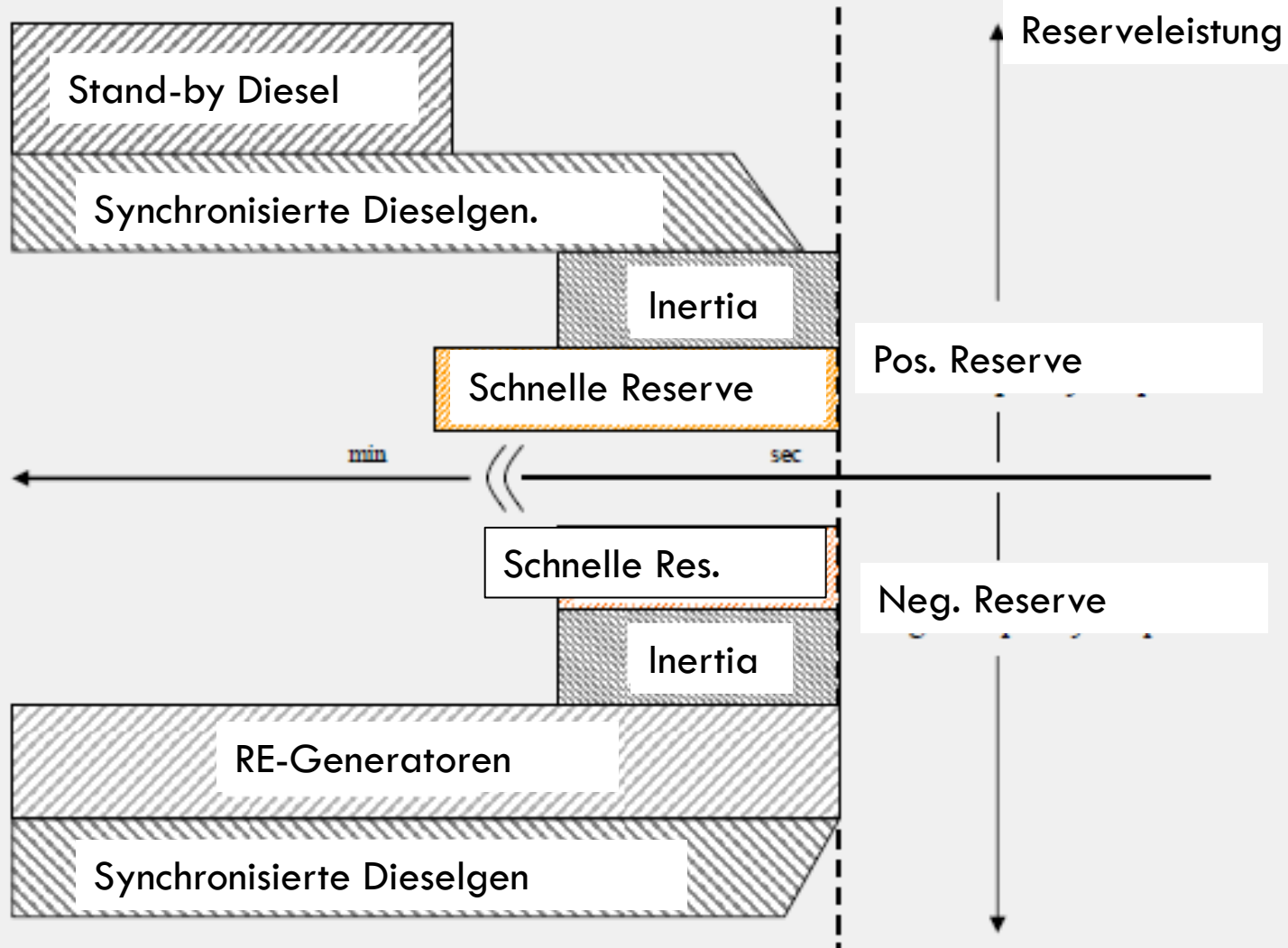
Geeignete Lasten:

- Thermische Lasten (Wärmepumpen, Kühlhäuser etc.)
- Wasserpumpen
- Meerwasserentsalzung
- Reinigungsanlagen
- etc.

-> Letztlich ist Lastmanagement auch eine Art von Speichermanagement.

- „Dump Load“: schnell zuschaltbarer Widerstand
- Mit einer „Dump Load“ kann sehr schnell Energie verbraucht werden.
- Kann bei der Bereitstellung „negativer“ Regelreserve helfen.
- Alternative: Sehr schnelle Abregelung von PV-Anlagen oder Windgeneratoren.

Wirkleistungsbilanzierung



- Last: 5MW
- 5 Dieselgeneratoren mit jeweils 1MW Leistung
- PV-Erzeugung: 2MW
- Windenergieerzeugung: 3MW
- Erforderliche Kurzzeitreserve zur Abdeckung von Wind-,PV- und Lastschwankungen: 30% von Wind- und PV-Einspeisung (=1,5MW)

Einsatz Dieselgeneratoren: Beispiel



Randbedingungen:

- Min. Einsatz der Dieselgeneratoren: 40%
- Hochlaufzeit: ca. 3 Minuten
- N-1 sicherer Betrieb der Dieselgeneratoren -> mind. 2 Generatoren müssen jeweils am Netz sein
- Kein Batteriespeicher, kein Lastmanagement

Beispiel:

- 2 Dieseleinheiten in Betrieb: mind. 0,8MW Erzeugung
- Rotierende Reserve: 1,2MW -> nicht ausreichend

- Erforderliche Anz. Dieselgen: 3 -> mind. 1,2MW Erzeugung
- Rotierende Reserve: 1,8MW -> ausreichend
- Aber: nur 3,8MW Wind und PV können eingespeist werden (1,2MW nicht lieferbare erneuerbare Energie bei voller Sonneneinstrahlung und hoher Windgeschwindigkeit)

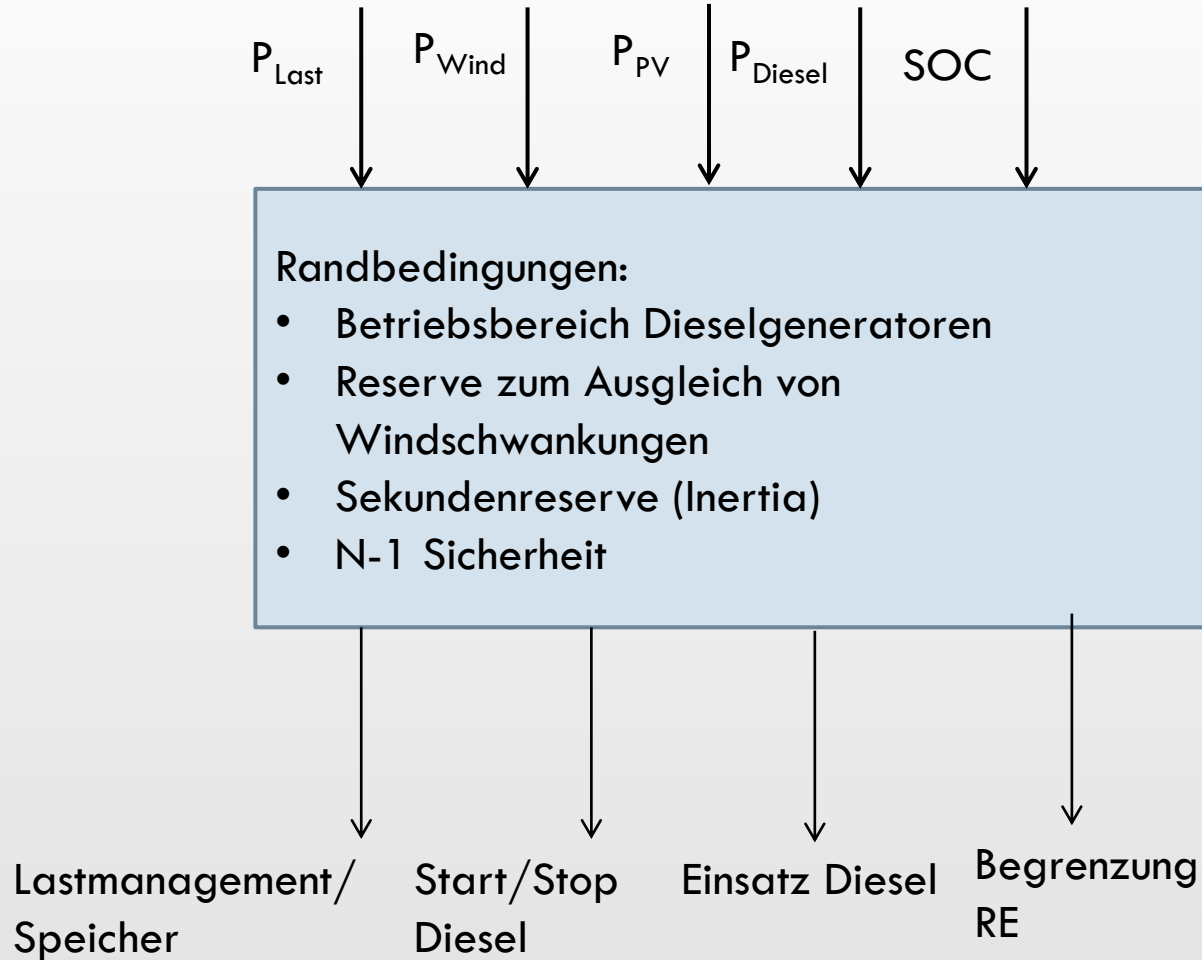
Einsatz einer Batterie

- Batterie mit 1MW für 5 Minuten

Beispiel:

- 2 Dieseleinheiten in Betrieb: mind. 0,8MW Erzeugung
- Rotierende Reserve: 1,2MW + 1MW (Batterie) -> 2,2 MW
-> ausreichend
- 4,2MW Wind und PV können eingespeist werden (0,8MW nicht lieferbare erneuerbare Energie)
- Batterie reduziert die nicht lieferbare erneuerbare Leistung und somit die Dieselleistung um 0,4MW.
- Batterie muss sich aus Dieseleinsparungen finanzieren

Regler zur Wirkleistungsbilanzierung



- Spannungs-/Blindleistungsregelung
- Kommunikationsnetzwerk zur Steuerung der erneuerbaren Einspeisungen und Lastmanagement
- Regelungstechnik und Schutz

- Diesel-RE-Hybrid Netze benötigen ein wohl überlegtes Design zur Maximierung der RE-Einspeisung und somit zur Minimierung des Diesel-Verbrauchs
- Dabei muss eine Vielzahl an Randbedingungen berücksichtigt werden:
 - N-1 Sicherheit
 - Massenträgheitsmoment (Inertia)
 - Ausreichende Reservehaltung zum Ausgleich von Wind- und PV-Einspeisevariationen.
 - Betriebliche Einschränkungen von Dieselgeneratoren
- Speicher und Lastmanagement machen das System flexibler und erlauben einen höheren Einsatz von RE.
- Zentrale Regelung zur Steuerung aller Erzeugungen, Speicher und Lasten erforderlich.

Thank You



Markus Pöller

markus.poeller@moellerpoeller.de

Moeller & Poeller Engineering GmbH (M.P.E.)

<http://www.moellerpoeller.de>