

# ERSATZSTROMVERSORGUNG IM NETZBETRIEB



**EAM**



# EINWEISUNG IN DIE ERSATZSTROMERZEUGER

Vorstellung

Definitionen und Regelwerk

Aufbau, Funktion und Aufstellung eines Aggregates

Anschlussvarianten

Schutzmaßnahmen

Betriebsarten

Sicherer Betrieb mit Einspeiseanlagen

Rücksynchronisation

Praxis

# WOHER KOMMEN WIR ?



- 6. September 1929 – Gründung der „Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Mitteldeutschland“ (EAM)
- Ab 2002 – EAM im Mehrheitseigentum der E.ON Energie AG
- Ab 2005 – Umbenennung in E.ON Mitte AG
- 19. Dezember 2013 – Verkauf der E.ON Mitte durch E.ON
- Ab 2014 – Start der EAM GmbH & Co. KG Rebranding & Restrukturierung

# GESCHÄFTSGEBIET STROM/GAS<sup>1)</sup>

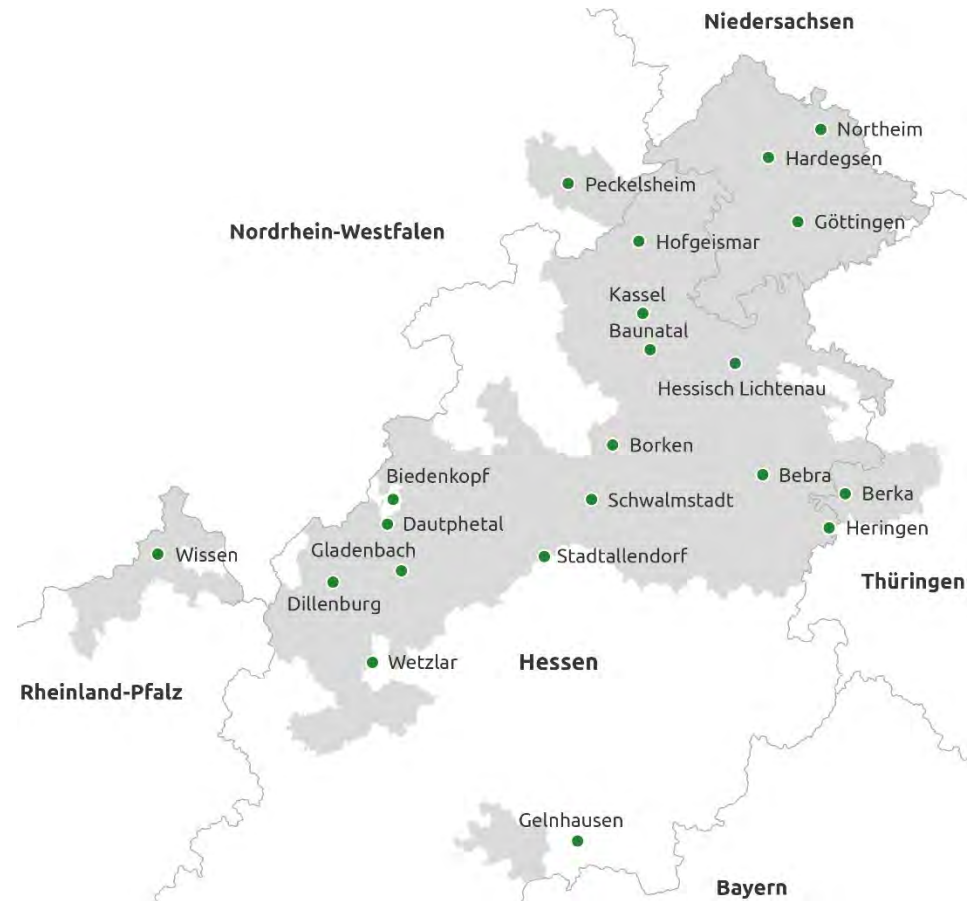


## Stromversorgung

- › 9 Landkreise in Hessen
- › 2 Landkreise in Niedersachsen und Stadt Göttingen
- › 1 Landkreis in Nordrhein-Westfalen
- › 1 Landkreis in Rheinland-Pfalz
- › Mehr als 200 Kommunen
- › Rund 1,4 Mio. Einwohner
- › 21 Standorte im Netzgebiet

## Gasversorgung

- › 9 Landkreise in Hessen
- › 2 Landkreise in Niedersachsen
- › 1 Landkreis in Thüringen
- › Mehr als 100 Kommunen

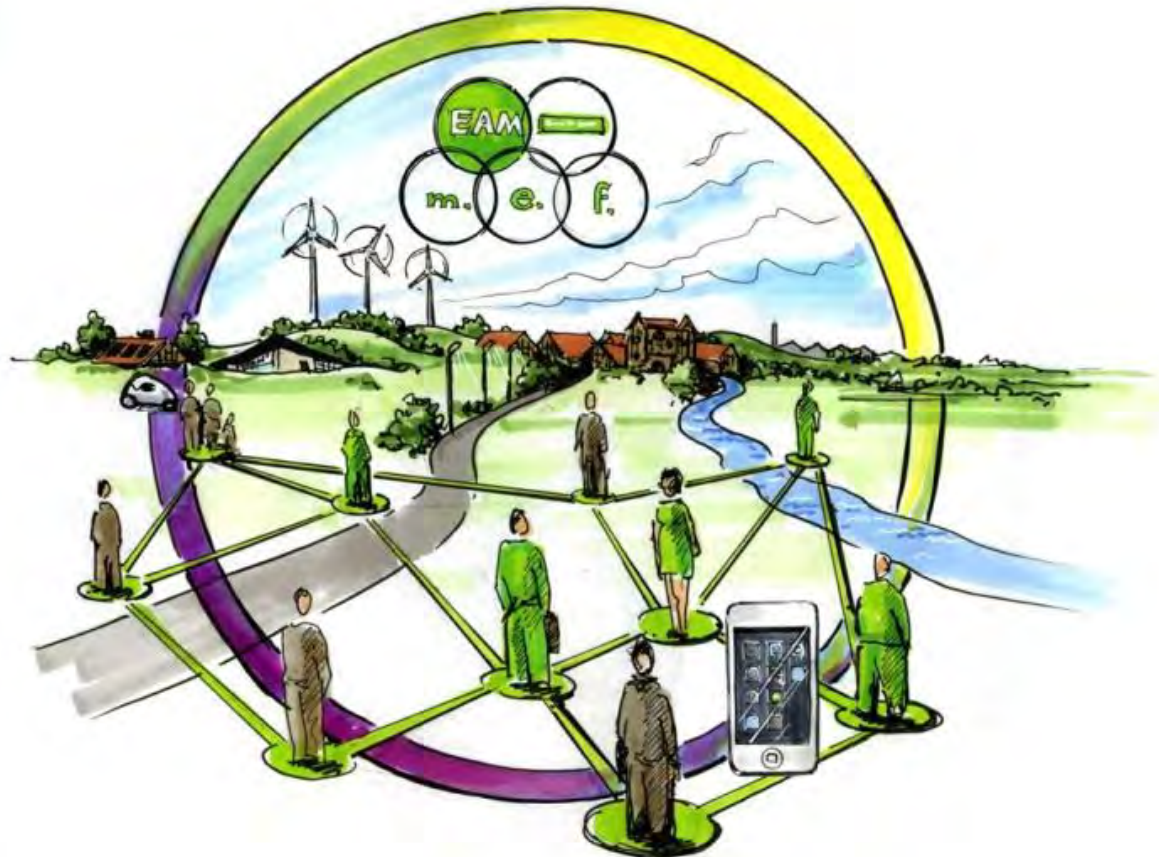


<sup>1)</sup> Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Geschäftsgebiete von anderen Energieversorgungsunternehmen nicht dargestellt.

# DAS UNTERNEHMENSLEITBILD DER EAM-GRUPPE



**„Wir sind der Energie-Partner für die Region und entwickeln Zukunftslösungen für Energie und Infrastruktur“**





# NETZQUALITÄT – SEHR HOHE VERSORGUNGSZUVERLÄSSIGKEIT



- › Versorgungszuverlässigkeit für EAM von besonderer Bedeutung
- › Mit rund acht Minuten Ausfall pro Kunde und Jahr liegt EAM deutlich besser als Bundesdurchschnitt
- › Moderne und zuverlässige Netzinfrastruktur
- › Netzleitsystem umfangreich erneuert: fit für die Herausforderungen der nächsten Jahre – insbesondere im Hinblick auf IT-Sicherheit





## DEFINITIONEN

### Unterscheidung Notstrom <=> Ersatzstrom

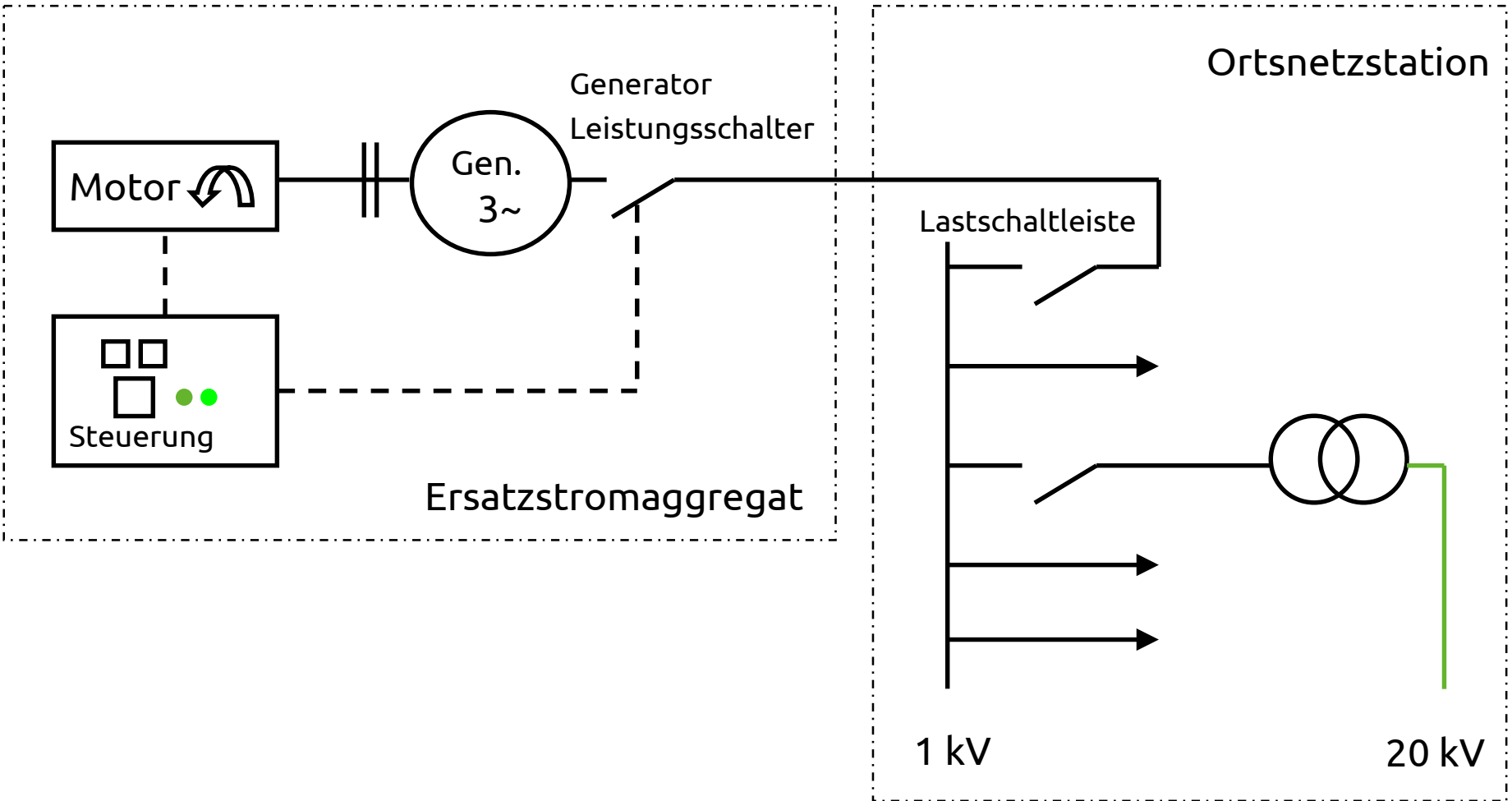
#### Notstrom

- › Stromerzeugungsanlage in Kundenanlage
- › Lastübernahme erfolgt üblicherweise nicht unterbrechungsfrei
- › Es gilt die VDN-Richtlinie Notstromaggregate von 2004

#### Ersatzstrom

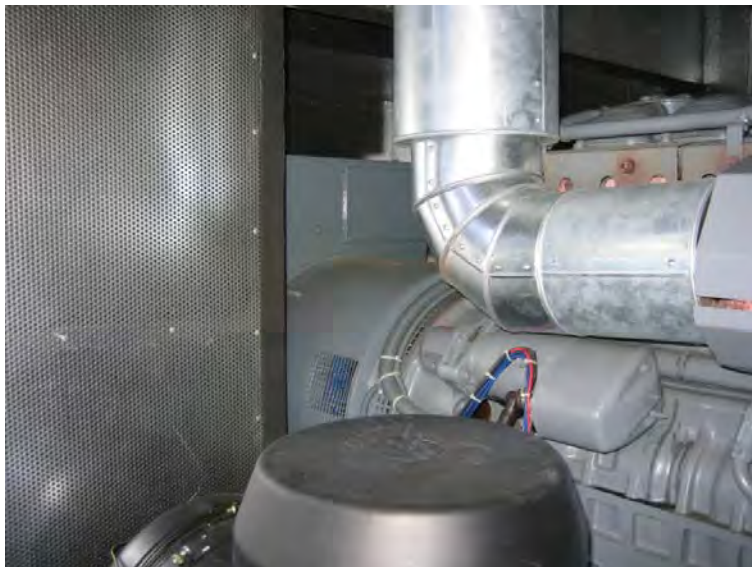
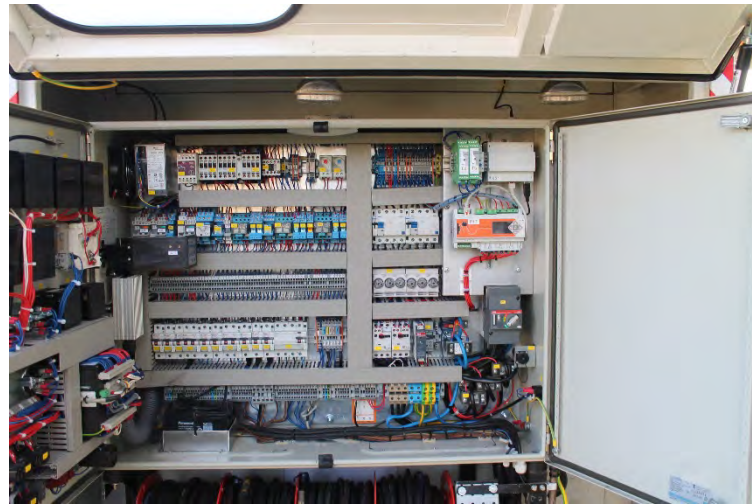
- › Stromerzeugungsanlage im Netz des Netzbetreibers
- › Netzkunde wird zu keinem Zeitpunkt spannungslos
- › Netzkunde erhält die nach EN 50160 geforderte Spannungsqualität

# AUFBAU EINES ERSATZSTROMAGGREGATES



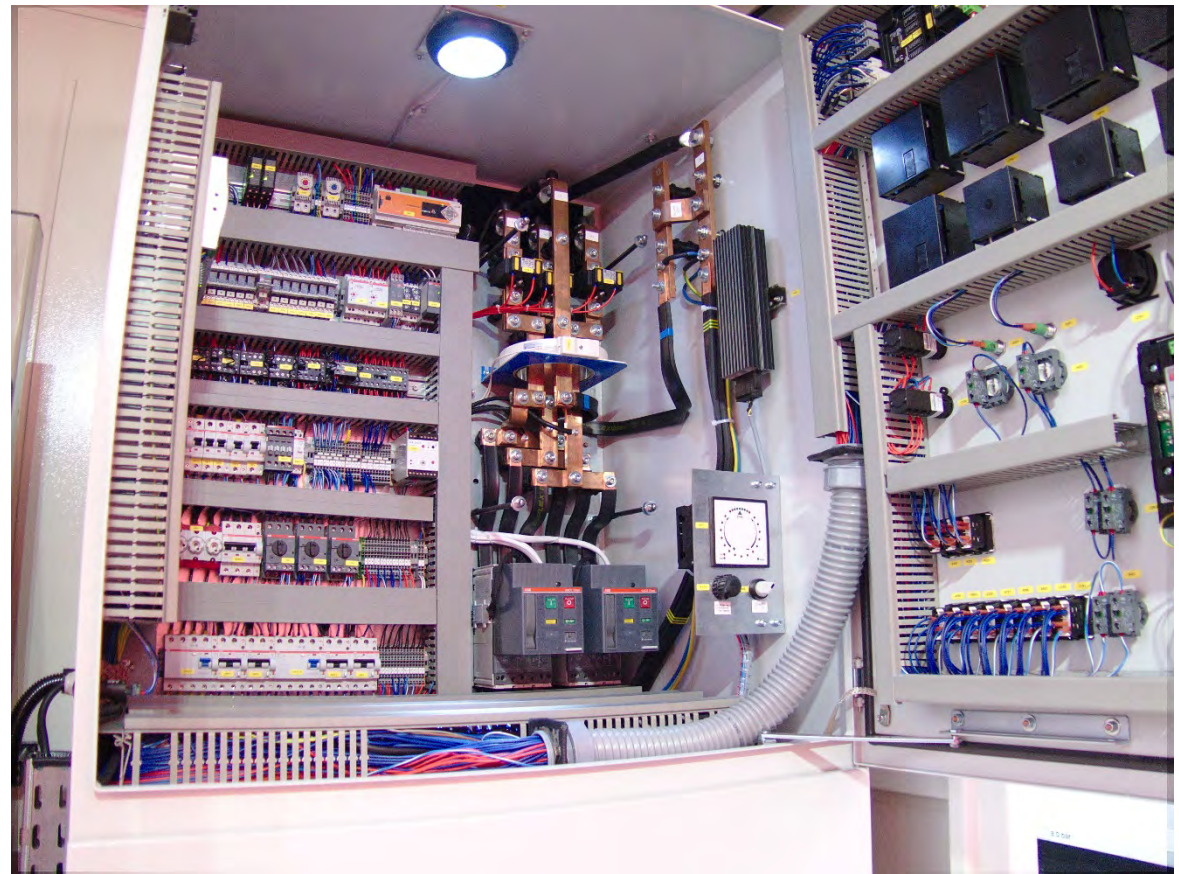


# AUFBAU EINES ERSATZSTROMAGGREGATES





# AUFBAU EINES ERSATZSTROMAGGREGATES





## ART UND ANZAHL DER AGGREGATE

Im Netzbetrieb der EnergieNetz Mitte sind 30 Aggregate auf die Standorte verteilt

- › 6 Aggregate 400 kVA
- › 4 Aggregate 250 kVA
- › 10 Aggregate 150 kVA
- › 4 Aggregate 100 kVA
- › 5 Aggregate 68 kVA
- › 1 Aggregat 40 kVA

Summe 5,68 MVA

Anschaffungszeitraum: 2002-2018

Steuerungen: Woodward (17), Deif (5) und ComAp (3)



## BESONDERE AUSSTATTUNGEN

- › 100 % schiefastfähig
- › Unterbrechungsfreie Hin- und Rücksynchronisation
- › Automatische Stationsfreischaltung
- › Motorvorwärmung
- › Batterie-Erhaltungsladung
- › Einrichtung zur Verdrängung von Erzeugungsanlagen
- › Betriebsarten
  - › Inselbetrieb (Schwarzstart)
  - › Parallelbetrieb mit automatischer Inselnetzerkennung
  - › Spitzenlast- bzw. Netzstützbetrieb
- › Analoginstrumente auch bei Aggregaten mit Display an der Steuerung
- › Parallelbetrieb von Aggregaten  $\geq 250$  kVA mit gleicher Steuerung
- › 2. Leistungsschalter bei Aggregaten  $> 250$  kVA (Konsequenz aus einem Arbeitsunfall)



## AUSBLICK AUF WEITERE AUSSTATTUNGEN

Netzanalysator (derzeit im Testbetrieb)

Im Zuge einer Technikerarbeit wurde der Einbau eines Netzanalysators projektiert:

- › Der zur Verfügung stehende Netzanalysator besitzt keine batteriegepufferte Uhr, da er ursprünglich für den Einsatz in Umspannwerken entwickelt wurde.
- › Ein vom Hersteller vertriebener DCF77-Empfänger stellte die korrekte Uhrzeit erst nach bis zu 10 Minuten zur Verfügung.

Die Lösung bestand aus einem NTP-Server mit einer GPS-Antenne und einem Raspberry Pi.

- › Nach Abschluss der Arbeit rüstete der Hersteller die Netzanalysatoren mit einer Pufferbatterie für die Uhr aus. ☹️



## AUSRÜSTUNG EINES AGGREGATES

- › Anschlussleitungen für L1, L2, L3 und PEN; bei 400-kVA-Aggregaten 2 Sätze
- › Anschlusslaschen und Klemmen
- › Anschlusspatronen einseitig (Erdungspatronen)
- › Patronen mit durchgehendem Steg
- › Rücksynchronisiergerät
- › Kurzbedienungsanleitungen für Betrieb und Rücksynchronisation



## VORBEREITUNGEN

- › Aggregat auf Beschädigung prüfen
- › Dieselvorrat prüfen (Tankuhr)
- › Batteriespannung prüfen
- › Kühlwasserstand kontrollieren
- › Ölkontrolle mit Ölmesstab durchführen
- › Auffangbehälter für Kühlwasser und Öl / Diesel prüfen
- › Keine lose im Aggregat liegenden Werkzeuge, Hilfsmittel oder Fremdkörper
- › Passendes Zugfahrzeug auswählen



# VORBEREITUNGEN

## Schadensbilder





## VORBEREITUNGEN FÜR DEN ANSCHLUSS

Anforderungen an den Aufstellungsort:

- › Tragfähigen Untergrund wählen
- › Aggregat waagrecht aufstellen
- › Sichern des Aggregates mit Unterlegkeilen und Feststellbremse
- › Beschilderung aufstellen, wenn das Aggregat im Verkehrsraum steht
- › Bei mangelnden Lichtverhältnissen Positionsleuchten einschalten und ggf. zusätzliche Warnleuchten aufstellen
- › Auspuff frei von brennbaren Gegenständen
- › Abstand von 2 m zum Abluftgitter eingehalten

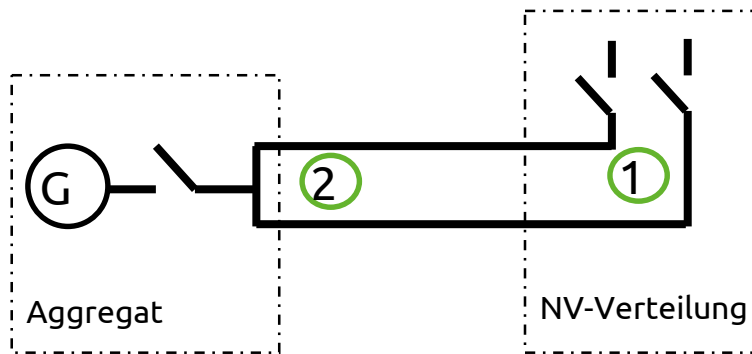
## ERDUNGSANSCHLUSS

Eine zusätzliche Erdung des Aggregates ist aus folgenden Gründen erforderlich:

- › Der PEN-Leiter könnte unterbrochen sein, bzw. der Stecker könnte sich lösen
  - › Das Aggregategehäuse steht aufgrund des wandernden Sternpunktes unter Spannung (Personenschutz)
  - › Durch Sternpunktverschiebung entstehen Spannungsanhebungen beim Kunden

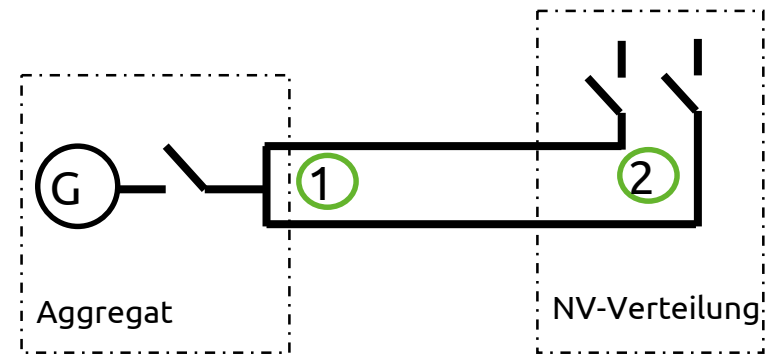


## Montage



1. beide Leistungskabel an NV-Verteilung anschließen
2. beide Leistungskabel in Aggregat einstecken

## Demontage



1. beide Leistungskabel am Aggregat entfernen
2. beide Leistungskabel an NV-Verteilung entfernen





## **Anschluss am Aggregat:**

- › Berührungssichere Stecker
- › ¼-Drehung des Steckers erforderlich
- › Anschluss darf durch unterwiesene Person durchgeführt werden
- › Kabel sind für die zu übertragende Leistung zu dimensionieren (1 oder 2 Systeme)

## **Anschluss an die Lastschaltleiste:**

- › Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile
- › Persönliche Schutzausrüstung erforderlich
- › Anschluss darf nur durch Elektrofachkraft durchgeführt werden



# ANSCHLUSS





# ANSCHLUSS



## DIREKTANSCHLUSS MITTELS ANSCHLUSSLASCHEN





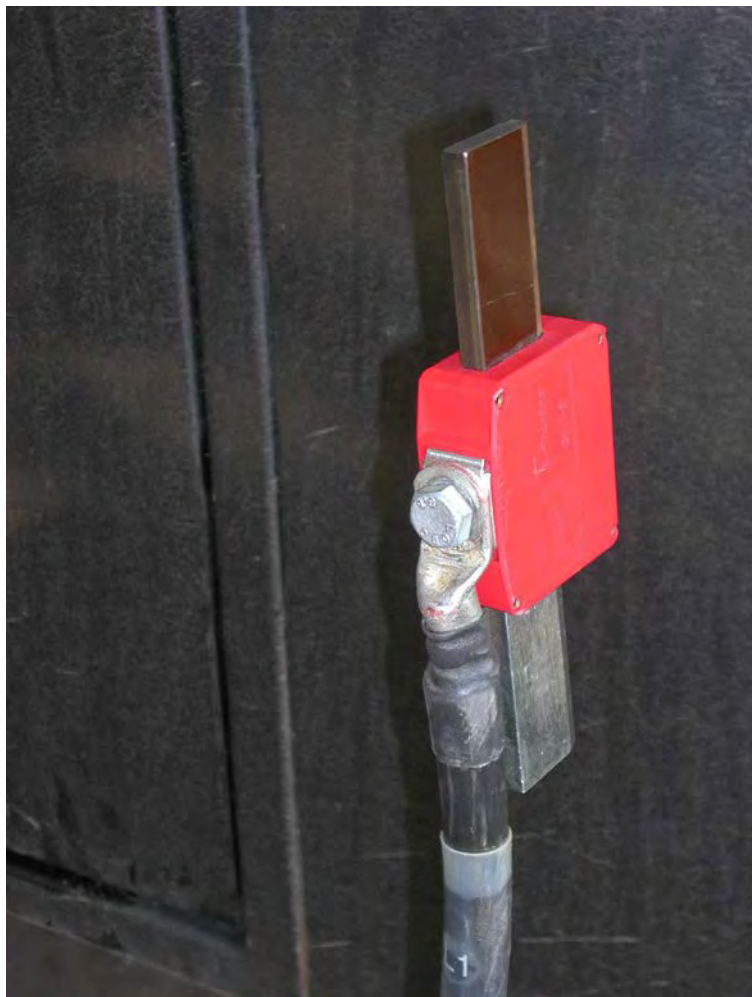
# ANSCHLUSS



## DIREKTANSCHLUSS AN LASTSCHALTLEISTE



## ANSCHLUSS MITTELS ERDUNGSPATRONE

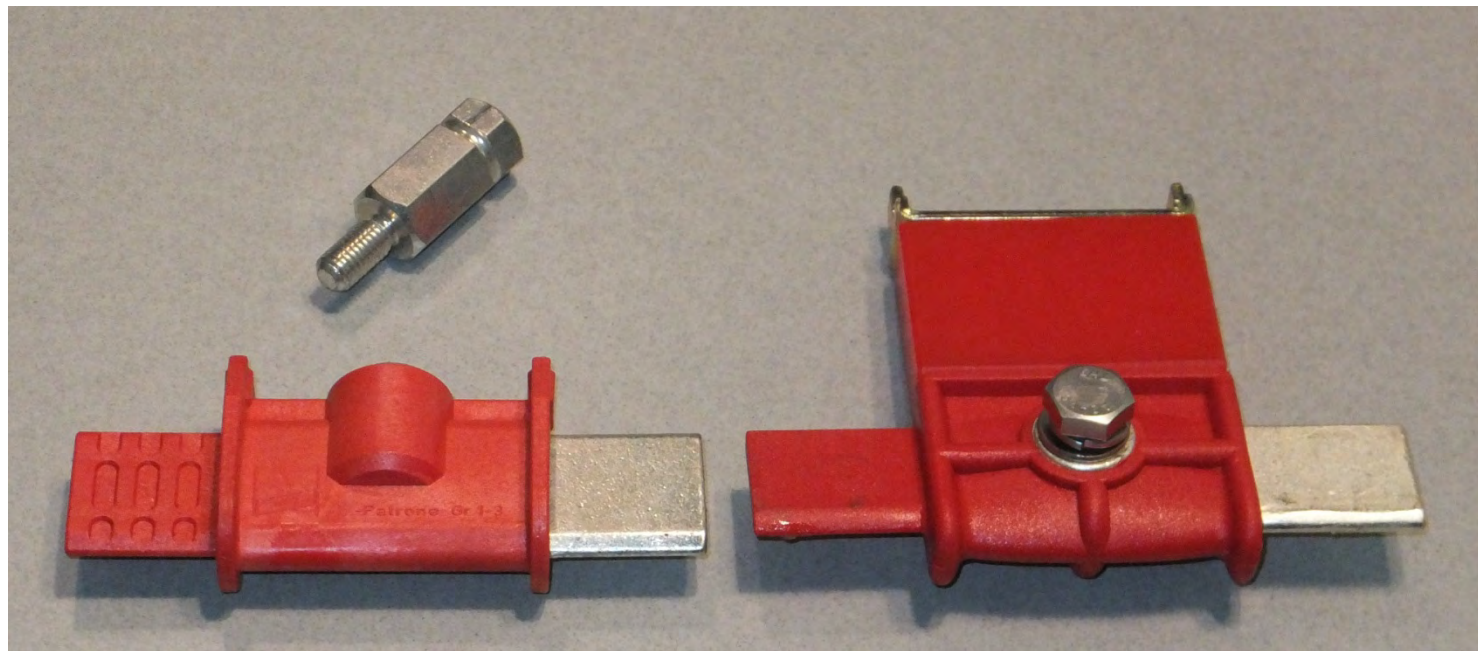


### Maximale Leistungen

NH 00 : 160 A (110 kVA)

NH 1...3: 400 A (270 kVA)

# AGGREGATEANSCHLUSS MITTELS ANSCHLUSSPATRONEN



## ANSCHLUSS MITTELS PATRONE MIT DURCHGEHENDEN STEG



Die Patronen sind zur Unterscheidung gegenüber den Erdungspatronen in grau ausgeführt.

Die Isolationskappe für die Anschlusschraube ist weiterhin rot und wird mittels Kabelbinder befestigt.

Der Anschluss mit diesen Patronen unter Verwendung der PSA grundsätzlich nur dann zulässig, wenn die **Station ausschließlich über Stichabgänge verfügt und alle Abgänge im Aggregatebetrieb weiterversorgt werden müssen.**



# GRÜNDE FÜR DIE MODIFIKATION DER PATRONEN MIT DURCHGEHENDEM STEG



# GRÜNDE FÜR DIE MODIFIKATION DER PATRONEN MIT DURCHGEHENDEM STEG

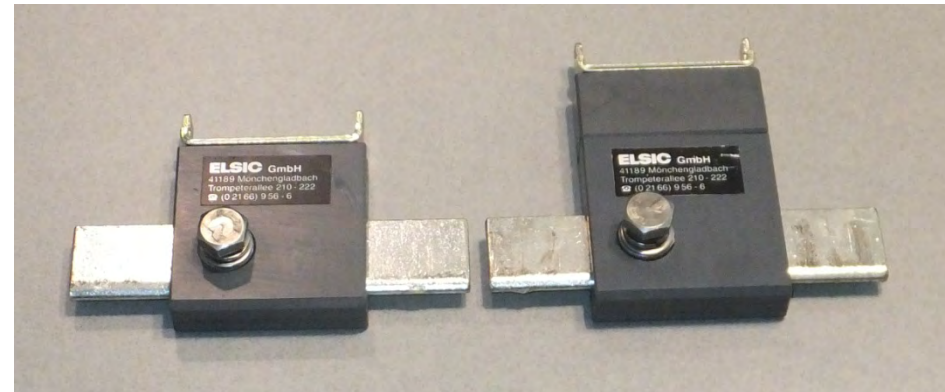


Abhilfe: Erhöhung des Patronenkörpers um 30 mm

Vorteile:

- Die Patronen können in alle Leisten mit dem Sicherungs-Aufsteckgriff vollständig eingesetzt werden.
- Die Aggregate-Anschlusskabel behindern das Einsetzen nicht.

Umbausätze sind vorhanden und werden mit den neuen Anschlusspatronen verteilt.





# ANSCHLUSS - SONDERFÄLLE



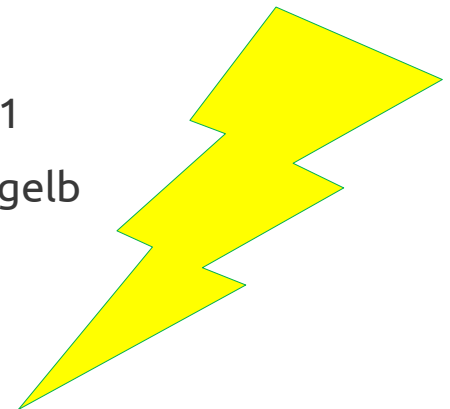




## 2. LEISTUNGSSCHALTER BEI AGGREGATEN > 250 KVA

Ein zweiter Leistungsschalter bei 400-kVA-Aggregaten wurde aufgrund eines Arbeitsunfalls erforderlich:

- › In der Station befanden sich offene NH-2-Leisten mit einer Plexiglasabdeckung.
- › Da alle Abgänge belegt sind, musste der Anschluss durch Patronen mit durchgehendem Steg erfolgen.
- › Die Phasenbezeichnung war nicht einheitlich (von oben nach unten):
  - › Auf der Plexiglasabdeckung L3, L2, L1 Auf der Sammelschiene gelb, grün violett
- › Der Kollege steckte zuerst die Stecker am Aggregat ein und steckt dann die Patronen in die Leisten mit folgendem Ablauf:
  - › Plexiglasplatte ab, anschließend von oben nach unten L3, L2, L1
  - › Umgreifen auch nächstes System, Kabel L1 an Sammelschiene gelb





# ARBEITEN AN ELEKTRISCHEN ANLAGEN

## Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Bei der Nutzung von PSA ist folgendes zu beachten:

Immer wenn zwischen dem Mitarbeiter und der zu bedienenden elektrischen Anlage **keine** Schutzvorrichtung gegen Störlichtbogen vorhanden ist, ist PSA zum Schutz gegen Störlichtbogen zu tragen.

Schutzvorrichtungen gegen Störlichtbogen können sein:

- Blechkapselung von Schaltanlagen
- berührungssichere Lastschaltleisten
- sicherer Abstand



## PSA BEI ARBEITEN AN ELEKTRISCHEN ANLAGEN

PSA gegen den Störlichtbogen besteht aus:

- Helm mit Visier bzw. Elektriker-Gesichtsschutzschirm
- Isolierhandschuhe
- Arbeitsschutzkleidung gem. EMI Werkzeugliste (z. B. Hose und geschlossene Jacke n. DIN EN 531)

# PSA BEI ARBEITEN AN ELEKTRISCHEN ANLAGEN



- › Beispiele: offene 1kV-Sicherungsleiste

## Unfallbeispiel:

Bei ähnlichen Arbeiten kam ein E.ON-Mitarbeiter eines anderen ReVU, der keinen Schutzhelm trug, mit dem ungeschützten Kopf an die offene Sicherungsleiste und erlitt einen tödlichen Stromschlag.

Durch das Tragen der Schutzkleidung einschl. Schutzhelm wäre der Unfall vermieden worden.





# ANLAGENSCHUTZ DES AGGREGATES

Der Anlagenschutz besteht aus folgenden Komponenten:

- › Spannungsüberwachung
- › Drehfeldüberwachung
- › Überwachung der Phasenlage
- › Frequenzüberwachung
- › Motorüberwachung
  - › Temperatur
  - › Öl (Druck und Menge)
  - › ...
- › Rückleistungsschutz



# SYNCHRONISIERBEDINGUNGEN

Voraussetzungen für die Synchronisation:

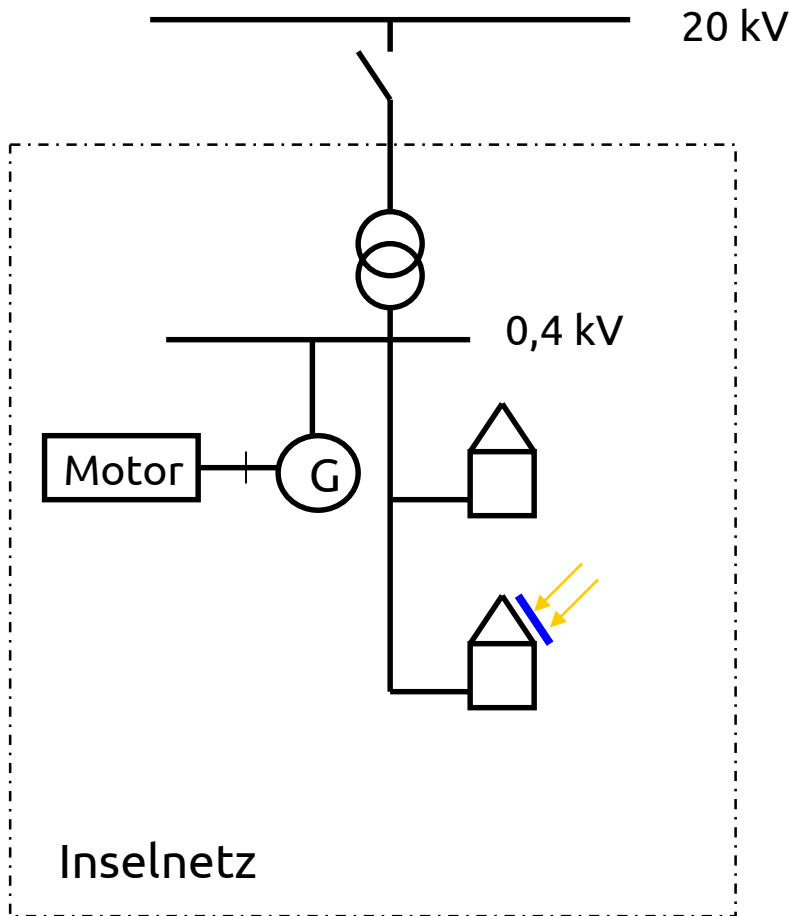
- › Gleiche Spannung
- › Gleiche Frequenz (wird von der Steuerung angeglichen)

- › Gleiches Drehfeld

L1	L2	L3	L1
L2	L1	L2	L3
L3	L3	L1	L2

- › Gleiche Phasenlage / Phasenfolge

L1	L2	L3
L2	L3	L1
L3	L1	L2

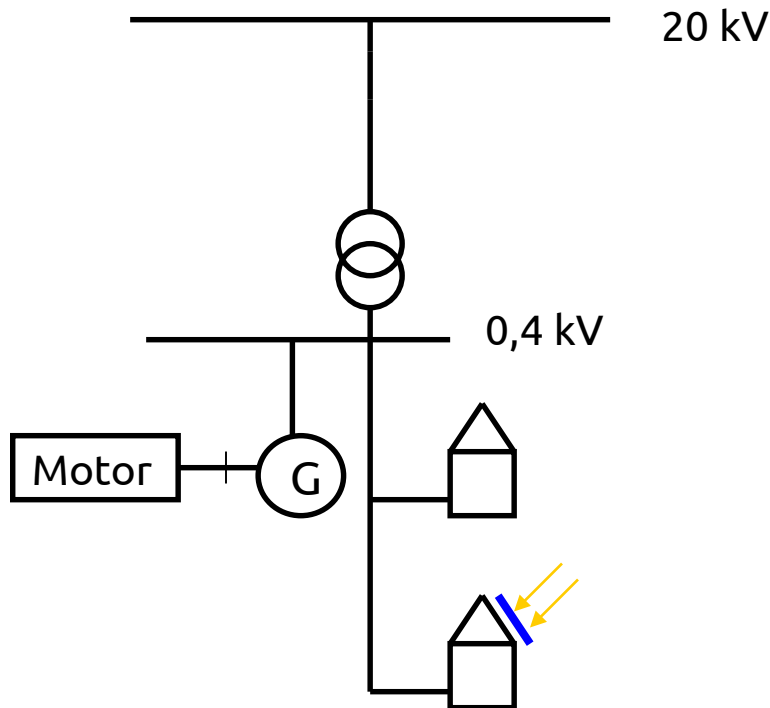


## Merkmale des Inselbetriebes

- › Trennung vom öffentlichen Netz
- › Spannungs- und Frequenzregelung durch Aggregat
- › Aggregat liefert stets die erforderliche Leistung
- › Der Wirk-, Blindleistungsabgleich erfolgt automatisch
- › Bei Netzen mit dezentraler Erzeugung wird die Netzfrequenz auf 51,7 Hz angehoben

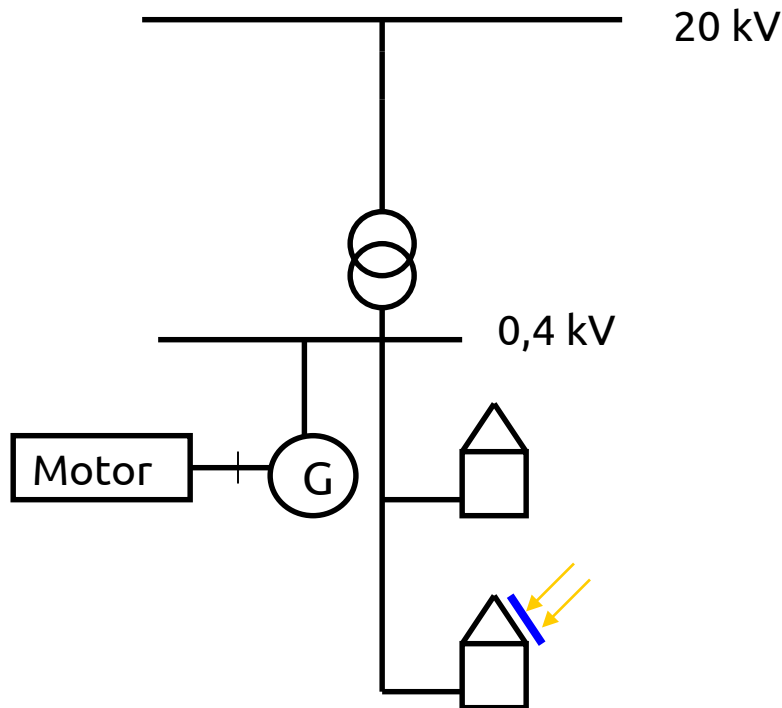


## Merkmale des Parallelbetriebes



- › Verbindung zum öffentlichen Netz
- › Leistungsregelung
- › Spannungs- und Frequenzführung durch das öffentliche Netz vorgegeben
- › Aggregat liefert die eingestellte Leistung
- › Betriebsart für automatische Stationsfreischaltung

**Achtung: Bei Ausfall von L1 erkennt das Aggregat Inselnetz!**

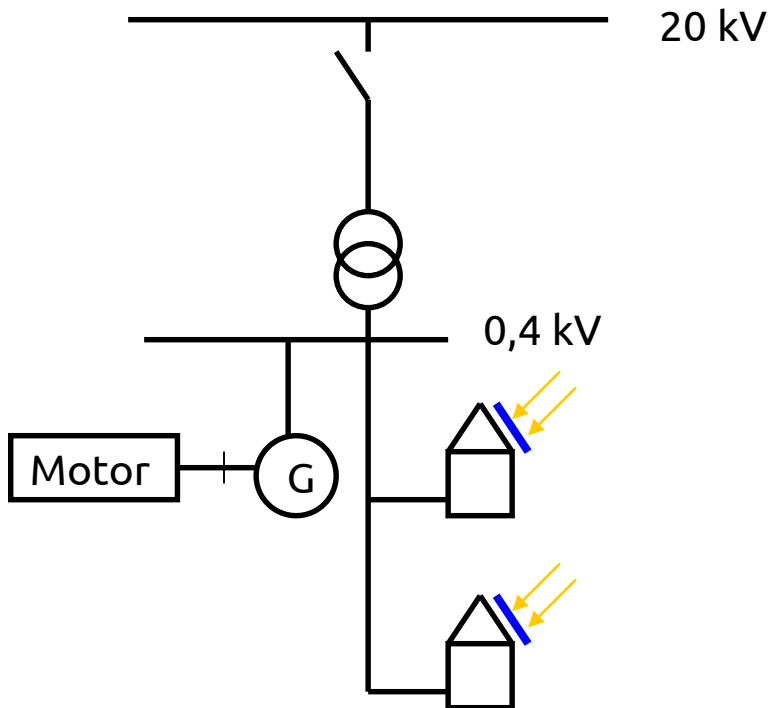


## Merkmale des Spitzenlast-Netzstützbetriebes

- › Verbindung zum öffentlichen Netz
- › Leistungsregelung
- › Spannungs- und Frequenzführung werden das öffentlichen Netz vorgegeben
- › Aggregat liefert die eingestellte Leistung
- › Fernstart ist möglich

**Achtung: Bei Ausfall einer Phase schaltet das Aggregat ab!**

# SICHERER BETRIEB MIT EINSPEISEANLAGEN



## Ausgangssituation

- Trennung vom 20-kV-Netz
- Ersatzstromversorgungsbetrieb
- $S_{\text{Einspeisung PV}} > S_{\text{Verbrauch}}$

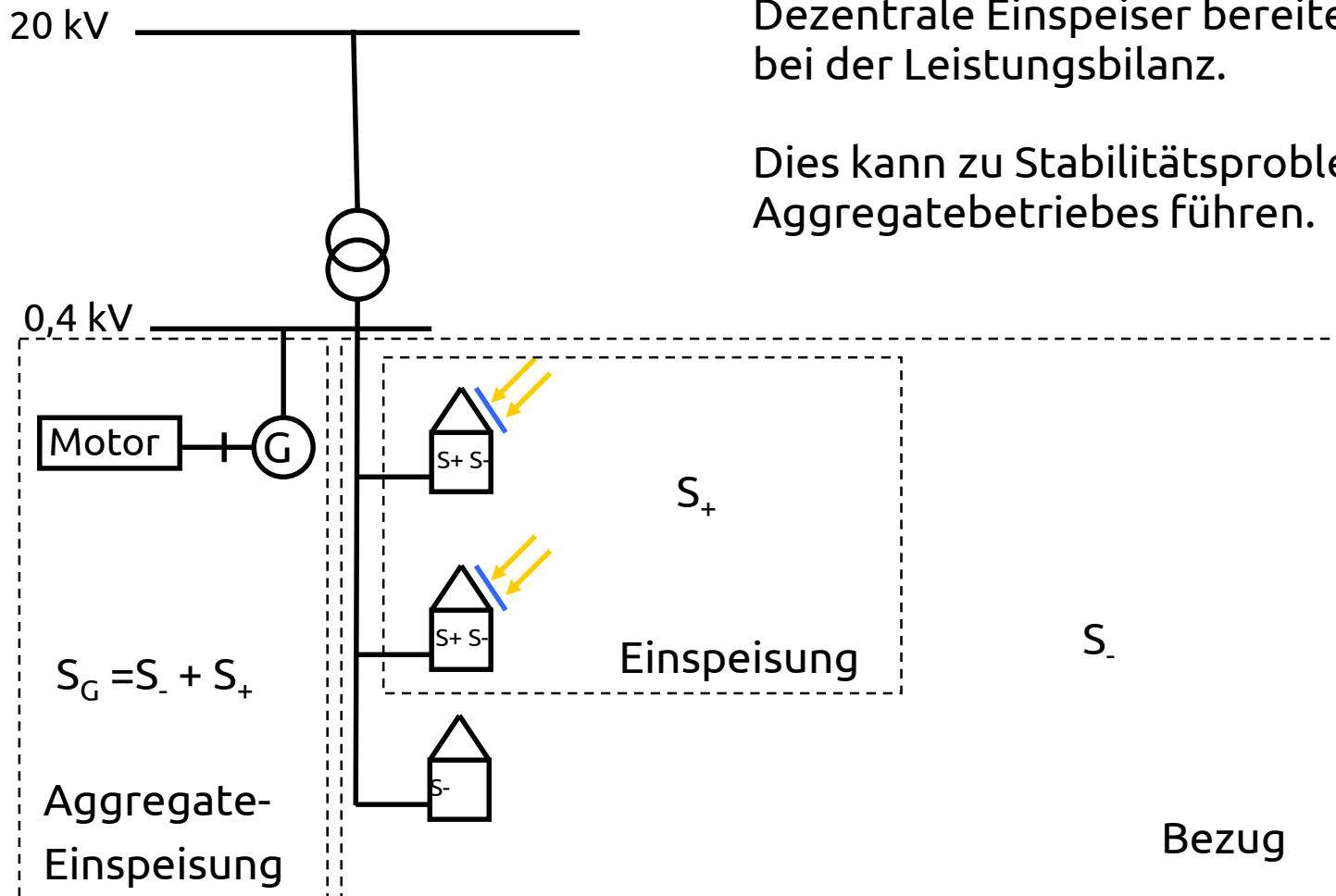
## Problem

- Rückleistung auf Aggregat
- Schutzauslösung - Spannungsausfall

## Ideen zur Abhilfe

- manuelle Trennung der HA mit PV
- Frequenzveränderung des Aggregates ( $f_G = 51,7 \text{ Hz}$ ) -> automatische, dauerhafte Trennung der PV-Anlagen vom Netz

# LEISTUNGSERMITTLUNG UND FLUSSRICHTUNG



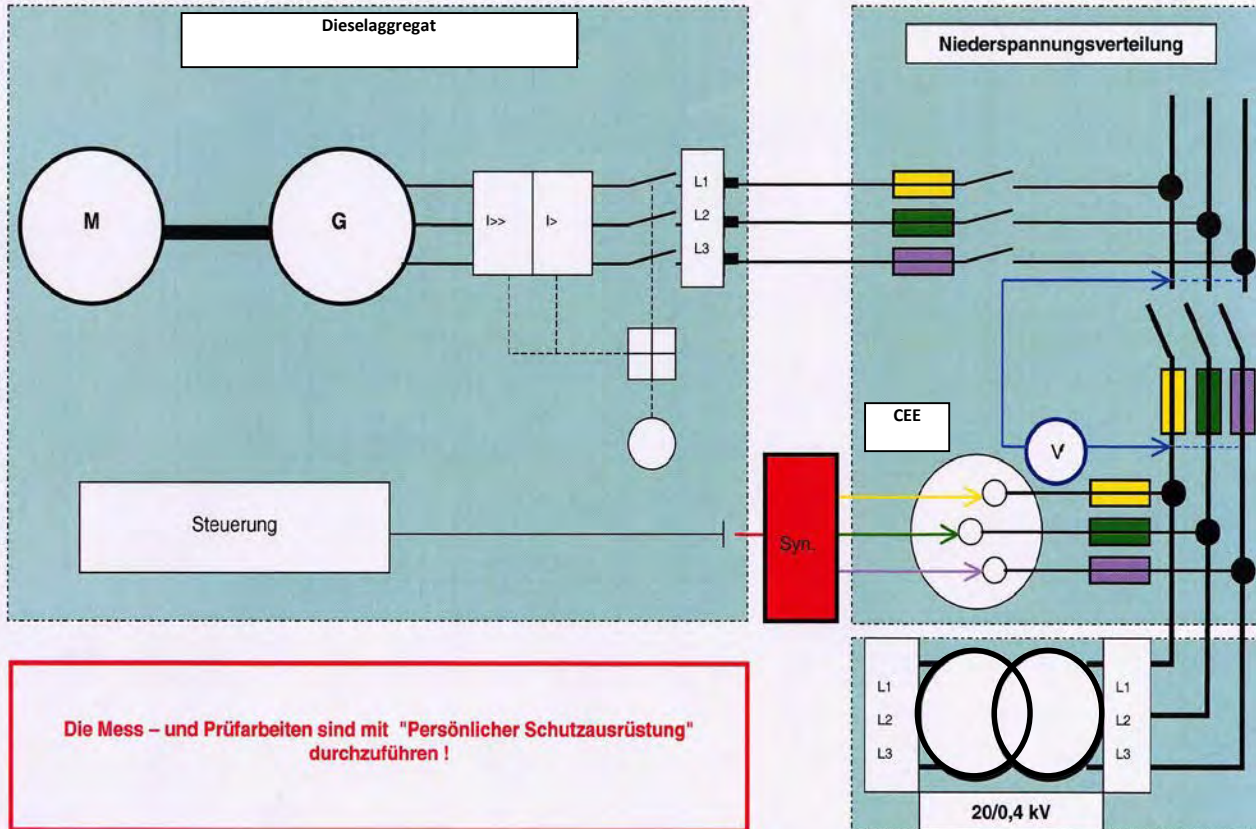
Dezentrale Einspeiser bereiten Probleme bei der Leistungsbilanz.

Dies kann zu Stabilitätsproblemen während des Aggregatebetriebes führen.

# RÜCKSYNCHRONISATION



Prinzipschaltbild für eine Hin- und Rücksynchronisierung mit CEE-Steckdose





# GRÜNDE FÜR RÜCKSYNCHRONISATION

- › Keine Versorgungsunterbrechungen
- › Kunden müssen nicht aufwändig informiert werden
- › Kurzfristige Planungen
- › Weniger Schäden an Kundenanlagen



# PROBLEME WÄHREND DES AGGREGATEBETRIEBES

- › Starke Lastsprünge bei Verbrauchern (z. B. Gewerbebetriebe)
  - › u. U. müssen große Verbraucher während des Aggregateinsatzes ausgeschaltet bleiben
- › Kompensationsanlagen und regelbare Ortsnetztrafos
  - › Müssen ausgeschaltet werden, da es zu Wechselwirkungen mit der cos-phi-Regelung des Aggregates kommt
  - › Regelbare Ortsnetztrafos müssen fest eingestellt werden
- › Falsche Aggregateauslegung
  - › Zu geringe Last führt zu Problemen bei der Leistungsregelung
- › Falsch abgeschätzter Kraftstoffverbrauch
  - › Wie lässt sich der Kraftstoffverbrauch abschätzen?
    - › 1 l Diesel entspricht 10 kWh
    - › Wirkungsgrad ca. 50 %
    - › Ein 100-kVA-Aggregat verbraucht pro Stunde 20 l Diesel (sehr grob geschätzt)



# PROBELÄUFE UND WARTUNGSINTERVALLE



## Probeläufe

- › gibt es für mobile Diesellaggregate nicht
- › gelten als Besonderheit für stationäre Aggregate

## Wartungsintervalle

- › legt der Aggregat-Hersteller fest
- › i. d. R. einmal jährlich
- › wird durch den Fuhrpark organisiert





- › Kenntnisse in der Funktionsweise des Generators
  - › Kenntnisse in der Funktionsweise des Motors
  - › Aufstellung und Absicherung des Aggregates im Verkehrsbereich
  - › Aufstellung und Vorbereitung des Aggregates gemäß Bedienungsanweisung
  - › Hinsynchronisierung des Aggregates auf das Niederspannungsnetz
  - › Parallelbetrieb und Lastübernahme vom Niederspannungsnetz
  - › Rücksynchronisierung des Aggregates auf das Niederspannungsnetz
  - › Frequenzänderung am Aggregat in Netzen mit DEA
- 
- › Parallelbetrieb von mehreren Aggregaten => Zusatzschulung!



Benno Vock

Netze Strom

EnergieNetz Mitte GmbH | Monteverdistraße 2 | 34131 Kassel

Tel. 0561 933-1246 | Fax 0561 933-1212 1246

[Benno.Vock@EnergieNetz-Mitte.de](mailto:Benno.Vock@EnergieNetz-Mitte.de)