

## 44 Generator 16.7 Hz inkl. Erregung

### Allgemein

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| System Nr. | 44                               |
| Systemname | Generator 16.7 Hz inkl. Erregung |
| Stand      | 13.09.2017                       |
| Status     | F01                              |

### Funktion

Die Maschine wandelt das mechanische Drehmoment der Turbine in elektrische Energie um. Der Synchrongenerator liefert sowohl Wirkleistung als auch induktive bzw. kapazitive Blindleistung an das Versorgungsnetz bzw. nimmt solche aus dem Netz auf. Der Synchrongenerator ist mit der Turbine direkt gekuppelt.

Die Maschinengruppe wird an das nationale 16.7 Hz Bahnstromversorgungsnetz angeschlossen. Die Maschine hat daher die Anforderungen der Normen EN 50163 zu erfüllen.

### Hauptkomponenten

Synchronmaschine:

- Stator mit Statorgehäuse, 1-ph spezifischer Statorfederung, Bleckpaket, 1-ph spezifischer Statorwicklung
- Rotor mit Nabe, Radkranz, Pole, Bremsring, Dämpferwicklung
- Vertikale Welle, inkl. Flansch
- Abgangs- und Mittelpunktklemmen
- Lagersterne (AS und NAS) mit Führungslagern
- Gegen aussen komplett schliessbares Generator-Ventilationssystem

Dazugehörige Hilfssysteme:

- Luft-Wasser Wärmetauscher
- Ölversorgung für Lager inkl. Öl-Wasser Wärmetauscher
- Lageröldunstabsaugung
- Kombiniertes Brems-/Anhebesystem (pneumatisch/ölhydraulisch)
- Rotorerdschlusserfassung, Rotorstrom- und Rotorspannungsmessung über Messschleifringe
- Instrumentierung inkl. Strom-/Spannungswandler, Drehzahlmesseinrichtung (über Remanenz)
- Vibrationsüberwachung für gesamten Maschinensatz
- Verkabelung inkl. Mess- und Generator-Klemmenkasten
- Luftdruckbehälter Bremsluft
- Mobile Rotor-Anhebepumpe für die Maschinengruppe
- Brandlöschsystem (Inertgassystem)
- Stillstandsheizung

Erregersystem und Spannungsregler

- Bürstenlose Erregereinrichtung
- Erregertransformator
- Spannungsregler

#### Diverses

- Generatorgruben- und Erregermaschinen-Abdeckung
- Ölzuführungskopf (Anpassarbeiten)
- Lageröl
- Spezialwerkzeuge inklusive Lastaufnahmemittel  
(Vorhandene Krantraversen sind zu prüfen, allenfalls ist neue Krantraverse ausgelegt auf Generatorkomponenten zu liefern)
- Ersatzteile

### Systembeschreibung

#### Allgemeines und Stator

Der Generator wird luftgekühlt ausgeführt und muss ohne Kühlwasserumlauf schadenfrei auslaufen können. Der Generator ist so zu bauen, dass Resonanzschwingungen verhindert werden und dass er allen Überlastfällen, den extremen Belastungen im Fehlerfall sowie den Belastungen beim Durchbrennen widerstehen kann.

Die elektrische Maschine ist einphasig und für die Bahnstromfrequenz von 16.7 Hz konzipiert. Das mit doppelter Netzfrequenz umlaufende und pulsierende Drehmoment wirkt auf die gesamte Maschinengruppe. Diese Pulsation muss von den Komponenten und von den Fundamenten der Maschine aufgenommen werden. Der Stator wird daher federnd gelagert. Weiter ist der obere Lagerstern auf der Höhe des Führungslagers gegen die Grubenwand abgestützt.

Der Aktivteil besteht aus beidseitig isolierten verlustarmen Dynamoblechen, die zwischen zwei Halteplatten eingespannt sind. Dadurch werden elektromagnetische Verluste in den Blechpaketen und Vibrationen vermindert. Die Stator-Wicklung ist zweischichtig aus austauschbaren Roebelstäben aufgebaut. Eine bewährte Wicklungsisolation (Klasse F) ist vorzusehen.

Montage und Demontage erfolgt mit dem bestehenden Maschinensaalkran in der bestehenden Infrastruktur (Limitierungen durch Zufahrten, Bodenbelastung, Abmessungen des Tors, etc).

#### Rotor

Der Rotor setzt sich zusammen aus der Nabe, dem Radkranz, den Polen, der Dämpferwicklung und antriebsseitig bzw. nichtantriebsseitig geflanschten Wellen. Die Luftumwälzung erfolgt über Lüftungsschlitze im geblechten Radkranz. Wellenströme sind durch geeignete Isolierungen an den Lagern zu vermeiden. Das pulsierende Drehfeld erzeugt im Dauerbetrieb zusätzliche Kupferverluste in der Dämpferwicklung, welche entsprechend dimensioniert sein muss.

Der Rotor ist mit einer durchgehenden Wellenbohrung für die Ölzuleitungen zum Laufrad-Verstellmechanismus auszuführen.

Der Rotor wird mit der bestehenden Turbine gekuppelt, Massnahmen gegen Veränderungen am dynamischen Verhalten der Turbine (Vibrationen, Lagertemperaturen) sind in der Verantwortung des Rotorlieferanten.

## Lagerung

Der vertikalachsige Maschinensatz ist mit drei Lagern ausgeführt. Die beiden Führungslager sind auf Antriebseite (AS) bzw. auf der Nichtantriebsseite (NAS) des Rotors angeordnet. Das bestehende separate Spurlager ist turbinenseitig unterhalb der Kuppelstelle zwischen Turbine und Generator angeordnet und wird weiterverwendet.

## Brems- und Anhebevorrichtung

Das mechanische Abbremsen des Maschinensatzes geschieht über kombinierte Brems- und Anhebezylinder, welche unterhalb des Läufers montiert sind. Das Bremsen geschieht mittels Druckluft aus dem Bremsdruckluftsystem. Das Anheben erfolgt mit Öl.

## Erregereinrichtung

Das Erregersystem wird als Bürstenlose Erregereinrichtung ausgeführt und ist aus einer Aussenpolmaschine mit ausgeprägten Polen und einer mitrotierenden Stromrichtereinheit ausgeführt. Die Versorgung der Erregermaschine erfolgt von der Generatorschaltanlage über den Erregertransformator und die Spannungsreglereinheit. Das Design der Erregermaschine ist auf den weiterverwendeten Ölzuführungskopf abzustimmen.

## Ölzuführungskopf

Der bestehende Ölzuführungskopf zur Versorgung des Laufradverstellmechanismus wird weiterverwendet und wird oberhalb des neuen Generatorrotor wiedermontiert.

## Systemschnittstellen

| System-Nr. | System   |
|------------|--|
| 17         | Maschinenzentrale  |
| 41         | Turbine, inkl. Turbinenregler  |
| 46         | Kühlwassersystem   |
| 48         | Maschinenschutz, Überwachung und Steuerung   |
| 51         | Generatorenschalter, Generatorenableitung  |
| 55         | Niederspannungsanlagen, Gleichstromanlagen   |
| 56         | Eigenbedarfs- und Notstromanlagen  |
| 57         | Schutz, Synchronisierung, Zählung  |
| 58         | Mess-, Steuerung-, Regelungs-, Leitsystem  |
| 61         | Maschinensaalkran  |
| 77         | Brandlöschsysteme<br>(eigentliches Löschsystem in Geno-Spezifikation zu definieren jedoch Schnittstelle zum übergeordneten Brandlöschsystem) |
| 78         | Drainage- und Entwässerungssystem<br>(Entleerung der Generatorkühler)  |
| 79         | Erdungs- und Blitzschutzanlagen  |

## Hauptdaten und Design Basis

| Technische Daten                                    | Einheit           | Wert            |
|---|-------------------|-----------------|
| Typ: Einphasen-Synchrongenerator                    |                   |                 |
| Bauform   |                   | IM 8225         |
| Wellenausrichtung                                   |                   | Vertikal        |
| Nennleistung (bezogen auf 21.2 MW Turbinenleistung) | MVA               | 24              |
| Nennspannung  | kV                | 11              |
| Spannungsregelbereich                               | %                 | ± 10            |
| Leistungsfaktor $\cos \varphi$                      | -                 | ± 0.9           |
| Nennfrequenz  | Hz                | 16.7 ± 3 %      |
| Drehzahl  | min <sup>-1</sup> | 100             |
| Durchbrenndrehzahl                                  | min <sup>-1</sup> | 280             |
| Schwungmoment $GD^2=4J$                             | tm <sup>2</sup>   | ca. 6200        |
| Betriebsart nach IEC 60034-1                        |                   | Dauerbetrieb S1 |
| Drehrichtung nach IEC 60034-8                       |                   | Uhrzeigersinn   |
| Isolationsklasse Stator und Rotor                   |                   | F               |
| Zulässige Erwärmung Stator und Rotor                |                   | B               |
| Gewicht Generator Rotor (Richtwert)                 | t                 | 240             |
| Krankapazität (bestehend)                           | t                 | 2 x 125         |
| Verfügbarkeit, absolut                              | %                 | ≥ 95            |
| Verfügbarkeit, relativ                              | %                 | ≥ 98            |
| Schwarzstartfähigkeit                               |                   | Ja              |
| Inselbetrieb  |                   | Ja              |
| Phasenschieberbetrieb                               |                   | Nein            |