

Technische Netzanschlussbedingungen für
16,7-Hz-Bahnenergie-Erzeugungsanlagen am

110-kV-Bahnstromleitungsnetz und 15-kV-Oberleitungsnetz



DB Energie GmbH

Netz- und Systemtechnik

I.ETZ 3 Winsel / Walther

Frankfurt am Main, den 01.03.2021

Inhaltsverzeichnis

1 Zentrales 110-kV-Bahnstromleitungsnetz	3
1.1 Technische Daten	3
1.2 Allgemeines	3
1.3 Zulässige Oberschwingungen in den 16,7-Hz-Netzen	3
1.4 Gesperrte Frequenzen wegen Netzresonanzen	4
1.5 Anschaltung und Störungsverhalten	4
1.5.1 Störungsverhalten und Schutzkoordination	4
1.5.2 Leistungsmanagement	4
1.5.3 Zählung und Messung	5
1.6 Kompatibilitätsnachweis und Abnahme	5
2 15-kV-, 16,7-Hz-Oberleitungsnetz	6
2.1 Technische Daten	6
2.2 Allgemeines	6
2.3 Zulässige Oberschwingungen in den 16,7-Hz-Netzen	6
2.4 Gesperrte Frequenzen wegen Netzresonanzen	7
2.5 Anschaltung und Störungsverhalten	7
2.5.1 Störungsverhalten und Schutzkoordination	7
2.5.2 Leistungsmanagement	8
2.5.3 Zählung und Messung	8
2.6 Kompatibilitätsnachweis und Abnahme	8

1 Zentrales 110-kV-Bahnstromleitungsnetz

1.1 Technische Daten

Betriebsart:			gelöschtes Netz
Nennspannung:	Leiter R	Leiter T	110 kV
	Leiter R	Erde	55 kV
	Leiter T	Erde	55 kV

Spannungsgrenzen:

- Spannung $U_N = 110 \text{ kV}$, $U_{\min} = 97 \text{ kV}$, $U_{\max} = 123 \text{ kV}$

Nennfrequenz:

16,7 Hz

Frequenzgrenzen:

- Die zulässigen Frequenzbereiche bei Systemen an einem 16,7 Hz-Verbundnetz und zur Netzstützung in besonderen Betriebsfällen, d.h. ohne Verbindung zu einem Verbundnetz sind in der aktuell gültigen EN 50163 und den zusätzlich geltenden Anhängen geregelt.

Isolationspegel OS, höchste Betriebsmittelspannung: 123 kV

Nennstehwechselspannung: 230 kV

Nennstehblitzstoßspannung: 550 kV / 630 kV

Isolationspegel MP, Isolationsspannung: 123 kV

1.2 Allgemeines

Es gelten die VDE-Normen bzw. entsprechende europäische Normen CENELEC und die internationalen IEC-Normen, wenn sie entsprechend mit deutschen Normen harmonisiert worden sind. Diese Aufstellung beinhaltet die allgemeinen Anschlussbedingungen. Bei konkreten Anfragen sind die örtlichen Gegebenheiten zu untersuchen. Es sind die jeweils aktuellen Fassungen der Normen anzuwenden.

Die projektspezifischen Ausrüstungen der Erzeugungsanlagen für elektrische Bahnenergieversorgung (kurz: Erzeugeranlagen) und deren Anbindung an das Netz sowie die Vereinbarungen für die Betriebsführung werden in gesonderten Netzanschlussverträgen und Betriebsführungsverträgen festgelegt.

Die DB Energie GmbH ist als Netzbetreiber gemäß AEG §4 (Allgemeines Eisenbahngesetz) verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen und die Eisenbahninfrastruktur sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Alle Erzeugeranlagen müssen daher den technischen Spezifikationen (Lastenhefte) der DB Energie GmbH entsprechen. Der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen ist am Netzanschlusspunkt zu erbringen.

1.3 Zulässige Oberschwingungen in den 16,7-Hz-Netzen

Die Spannungsverzerrungen (THD) dürfen **insgesamt 1,5 %** der Grundschwingung nicht überschreiten, wobei eine selektive Oberschwingung 1 % der Grundschwingung nicht überschreiten darf. **Diese Angaben gelten insbesondere auch im Leerlauf.** Wenn die zulässigen OS - Pegel nicht eingehalten werden, sind entsprechende Maßnahmen vorzusehen, welche die Grenzwerte auf zulässige Werte begrenzen.

Im unterlagerten 15-kV-, 16,7-Hz-Netz sind unzulässige Netzurückwirkungen an den Sicherungs- und Fernmeldeanlagen auszuschließen.

Die relevanten Frequenzbereiche und Schutzanforderungen sind in der Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeugen und der Infrastruktur im Geltungsbereich der EBO (TR-EMV) in den Teilen TR-EMV 01 und 02 enthalten.

Der Nachweis der Einhaltung der Störstromgrenzwerte durch speisende Einheiten (z.B. Bahnstromumrichter) ist in der TR EMV 04 geregelt.

Die TR-EMV (*Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit*) sind aktuell auf der Website des Eisenbahn-Bundesamtes unter www.eba.bund.de erhältlich.

1.4 Gesperrte Frequenzen wegen Netzresonanzen

In den 110-kV-, 16,7-Hz-Netzen treten, in Abhängigkeit des Schaltzustandes, Resonanzfrequenzen auf. Diese Frequenzen sind mit DB Energie zu bestimmen und dürfen, einschließlich eines Sicherheitsabstandes, im Oberschwingungsspektrum des Umrichters bei keiner Betriebsart auftreten.

Passives Verhalten des Umrichters bei Frequenzen >120 Hz ist erforderlich.

Der Nachweis der Resonanzfreiheit zwischen Umrichter und Bahnnetz und des passiven Verhaltens als Prognose erfolgt in einer Kompatibilitätsstudie nach aktuell gültiger EN 50388. Zu beachten sind auch die Bedingungen für den technischen Netzzugang bei DB AG unter https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/nutzungsbedingungen/regelwerke/regelwerke_netzzugangsrelevant

1.5 Anschaltung und Störungsverhalten

Die Erzeugeranlage muss über eine Schaltanlage nach Ril 955 an das Bahnstromnetz angebunden werden. Diese Schaltanlage ist im Eigentum der DB Energie und muss von der Netzbetriebsführung des Bahnstromnetzes gesteuert und überwacht werden können. Es gelten die entsprechenden Lastenhefte für den Anschluss von Erzeugeranlagen. In den Lastenheften sind die bahnspezifischen Anforderungen an das Systemverhalten festgelegt. Die Lastenhefte können beim Netzbetreiber angefragt werden.

Hinweis: Bei einfachen Stichtanbindungen an das Bahnstromnetz ohne Einführung von Leitungen auf eine Sammelschiene kann in Abstimmung mit der DB Energie von dieser Festlegung abgewichen werden.

Für notwendige Arbeiten, bei drohendem Netzzusammenbruch oder zur Abwendung unmittelbarer Gefahr darf die Betriebsführung der DB Energie die Erzeugeranlage vom Bahnstromnetz trennen, ohne eine Frist einzuhalten. Der Anlagenbetreiber ist hierüber zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu informieren.

1.5.1 Störungsverhalten und Schutzkoordination

Die Erzeugeranlage muss den störungsfreien Betrieb innerhalb vorgegebener Grenzen nach aktuell gültiger EN 50163 für Spannung und Frequenz automatisch sicherstellen. Bei der Verletzung dieser definierten Grenzwerte von Spannung und Frequenz muss die Anlage abgeregelt oder abgeschaltet werden.

Bei Störungen der Erzeugeranlage (z.B. innerer Fehler) muss der Schutz einen dafür vorgesehenen Leistungsschalter abschalten und die einspeisende Anlage vom Bahnstromnetz trennen. Das gilt auch für Fehler im Bahnstromnetz.

Eine Abstimmung zur Regelungs- und Schutzkoordination und zur Wiedereinschaltung der Anlage nach Fehlerfall einschl. der dazu erforderlichen technischen Ausrüstung zwischen DB Energie und dem Betreiber der Erzeugeranlage ist erforderlich und durch entsprechende Ausführungsplanungen und Prüfungen nachzuweisen.

1.5.2 Leistungsmanagement

Das Leistungsmanagement der Erzeugeranlage für Wirk- und Blindleistung sowie Leistungsfaktor und Wirkungsgrad muss zwischen DB Energie und dem Betreiber der Anlage verbindlich festgelegt werden und ist automatisch zu steuern. Die Betriebsführung der DB En muss festgelegte elektrotechnische Parameter von fern vorgeben oder begrenzen können sowie per Steuerbefehl die Erzeugeranlage unverzüglich vom Netz trennen können.

1.5.3 Zählung und Messung

Zählung und Messung des eingespeisten Stromes / der Energie muss vom Anlagenbetreiber gewährleistet werden. DB Energie kann auf eigene Kosten jederzeit eine Kontrollmessung verlangen. Die Anschlussmöglichkeit hierfür ist vom Anlagenbetreiber vorzusehen.

1.6 Kompatibilitätsnachweis und Abnahme

Für den Nachweis aller genannten und vereinbarten Bedingungen und Anforderungen ist eine Kompatibilitätsstudie zum Verhalten von Erzeugeranlage und Bahnstromnetz gemäß Aufgabenstellung und in Abstimmung mit der DB Energie zu erstellen. Diese Studie erstellt der Errichter bzw. Betreiber der Erzeugeranlage.

Zusätzlich ist eine gemeinsame Abnahme der Erzeugeranlage mit Überprüfung der Einhaltung aller Anforderungen am Netz der DB Energie durchzuführen. Das Protokoll hierüber erstellt der Anlagenbetreiber und legt es nach der Abnahme innerhalb der vereinbarten Frist allen Beteiligten vor.

2 15-kV-, 16,7-Hz-Oberleitungsnetz

2.1 Technische Daten

Betriebsart:	einphasiges Wechselspannungsnetz
Nennspannung U_N:	15 kV
Spannungsgrenzwerte:	
• Spannung nach EN 50163:2004 (4.1, Seite 7, Tabelle 1) $U_N = 15 \text{ kV}$, $U_{\min 1} = 12 \text{ kV}$, $U_{\max 1} = 17,25 \text{ kV}$	
Nennfrequenz:	16,7 Hz
Frequenzgrenzwerte:	
• Die zulässigen Frequenzbereiche bei Systemen an einem 16,7 Hz-Verbundnetz und zur Netzstützung in besonderen Betriebsfällen, d.h. ohne Verbindung zu einem Verbundnetz sind in der aktuell gültigen EN 50163 und den zusätzlich geltenden Anhängen geregelt.	
Isolationspegel OS, höchste Bemessungsspannung:	17,25 kV
Nennstehwechselspannung:	50 kV
Nennstehblitzstoßspannung:	125 kV

2.2 Allgemeines

Es gelten die VDE-Normen bzw. entsprechende europäische Normen CENELEC und die internationalen IEC-Normen, wenn sie entsprechend mit deutschen Normen harmonisiert worden sind. Diese Aufstellung beinhaltet die allgemeinen Anschlussbedingungen. Bei konkreten Anfragen sind die örtlichen Gegebenheiten zu untersuchen. Es sind die jeweils aktuellen Fassungen der Normen anzuwenden.

Die projektspezifischen Ausrüstungen der einspeisenden Anlagen und deren Anbindung an das Netz sowie die Vereinbarungen für die Betriebsführung werden in gesonderten Netzanschlussverträgen und Betriebsführungsverträgen festgelegt.

Erzeugeranlagen am Oberleitungsnetz benötigen in der Regel eine Genehmigung zur Inbetriebnahme nach EIGV (Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem) durch das Eisenbahnbundesamt. Zusätzlich ist ein CSM-Verfahren gemäß EU-VO 402/2013 durchzuführen.

Die DB Energie GmbH ist als Netzbetreiber gemäß AEG §4 (Allgemeines Eisenbahngesetz) verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen und die Eisenbahninfrastruktur sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Alle Erzeugeranlagen müssen daher den technischen Spezifikationen (Lastenhefte) der DB Energie GmbH entsprechen. Der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen ist am Netzanschlusspunkt zu erbringen.

2.3 Zulässige Oberschwingungen in den 16,7-Hz-Netzen

Die Spannungsverzerrungen (THD) dürfen **insgesamt 1,5 %** der Grundschiwingung nicht überschreiten, wobei eine selektive Oberschwingung 1 % der Grundschiwingung nicht überschreiten darf. **Diese Angaben gelten insbesondere auch im Leerlauf.** Wenn die zulässigen OS - Pegel nicht eingehalten werden, sind entsprechende Maßnahmen vorzusehen, welche die Grenzwerte auf zulässige Werte begrenzen.

Im 15-kV-, 16,7-Hz-Netz sind unzulässige Netzurückwirkungen an den Sicherheits- und Fernmeldeanlagen auszuschließen.

Die relevanten Frequenzbereiche und Schutzanforderungen sind in der Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeugen und der Infrastruktur im Geltungsbereich der EBO (TR-EMV) in den Teilen TR-EMV 01 und 02 enthalten.

Der Nachweis der Einhaltung der Störstromgrenzwerte durch speisende Einheiten (z.B. Bahnstromumrichter) ist in der TR EMV 04 geregelt.

Die TR-EMV (*Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit*) sind aktuell auf der Website des Eisenbahn-Bundesamtes unter www.eba.bund.de erhältlich.

2.4 Gesperrte Frequenzen wegen Netzresonanzen

Im 15-kV-, 16,7-Hz-Oberleitungsnetz treten, in Abhängigkeit des Schaltzustandes, Resonanzfrequenzen auf. Diese Frequenzen sind mit DB Energie zu bestimmen und dürfen, einschließlich eines Sicherheitsabstandes, im Oberschwingungsspektrum des Umrichters bei keiner Betriebsart auftreten.

Passives Verhalten des Umrichters bei Frequenzen >120 Hz ist erforderlich.

Der Nachweis der Resonanzfreiheit zwischen Umrichter und Bahnnetz und des passiven Verhaltens als Prognose erfolgt in einer Kompatibilitätsstudie nach aktuell gültiger EN 50388.

Zu beachten sind auch die Bedingungen für den technischen Netzzugang bei DB AG unter https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/nutzungsbedingungen/regelwerke/regelwerke_netzzugangsrelevant

2.5 Anschaltung und Störungsverhalten

Für die Anschaltung von einspeisenden Anlagen an das 15kV-Oberleitungsnetz gelten folgende Anlagentypen und Regelungen:

- Typ A - Anschluss bis 1,5 MW peak direkt an der Oberleitung über Masttrennschalter,
- Typ B - Anschluss 1,5 MW bis 5 MW peak über Schaltanlage als Schaltposten oder Abzweigkuppelstelle nach DB-Standard RiL 955,
Hinweis: bei Anbindung mit Abzweigkuppelstelle ist eine Mitnahmeschaltung für die Netzschutzfunktion aller einspeisenden LS in diesem Speisebezirk erforderlich.
- Typ C - Anschluss von Einspeiseanlagen größer 5 MW erfolgt ausschließlich nach Vorgaben und auf gesonderte Bestellung der DB Energie

Grundsätzlich gelten die entsprechenden Lastenhefte für den Anschluss von Erzeugeranlagen. In den Lastenheften sind die bahnspezifischen Anforderungen an das Systemverhalten festgelegt. Die Lastenhefte können beim Netzbetreiber angefragt werden.

Für notwendige Arbeiten, bei drohendem Netzzusammenbruch oder zur Abwendung unmittelbarer Gefahr darf die ZES die Erzeugeranlage von der Oberleitungsanlage trennen, ohne eine Frist einzuhalten. Der Anlagenbetreiber ist hierüber zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu informieren.

2.5.1 Störungsverhalten und Schutzkoordination

Die Erzeugeranlage muss den störungsfreien Betrieb innerhalb vorgegebener Grenzen nach aktuell gültiger EN 50163 für Spannung und Frequenz automatisch sicherstellen. Bei der Verletzung dieser definierten Grenzwerte von Spannung und Frequenz muss die Anlage automatisch abgeregelt oder abgeschaltet werden. Das gilt insbesondere, wenn die Oberleitungsspannung den zulässigen Wert von U_{max1} nach aktuell gültiger EN 50163 überschreitet.

Bei Störungen der Erzeugeranlage (z.B. innerer Fehler) muss der Schutz einen dafür vorgesehenen Leistungsschalter abschalten und die einspeisende Anlage vom Bahnstromnetz trennen. Das gilt auch für Fehler im Bahnstromnetz.

Eine Abstimmung zur Regelungs- und Schutzkoordination und zur Wiedereinschaltung der Anlage nach Fehlerfall einschl. der dazu erforderlichen technischen Ausrüstung zwischen DB Energie und dem Betreiber der Erzeugeranlage ist erforderlich und durch entsprechende Ausführungsplanungen und Prüfungen nachzuweisen.

2.5.2 Leistungsmanagement

Das Leistungsmanagement der Erzeugeranlage für Wirk- und Blindleistung sowie Leistungsfaktor und Wirkungsgrad muss zwischen DB Energie und dem Betreiber der Anlage verbindlich festgelegt werden und ist automatisch zu steuern. Die Betriebsführung der DB En muss festgelegte elektrotechnische Parameter von fern vorgeben oder begrenzen können sowie per Steuerbefehl die Erzeugeranlage unverzüglich vom Netz trennen können.

2.5.3 Zählung und Messung

Zählung und Messung des eingespeisten Stromes / der Energie muss vom Anlagenbetreiber gewährleistet werden. DB Energie kann auf eigene Kosten jederzeit eine Kontrollmessung verlangen. Die Anschlussmöglichkeit hierfür ist vom Anlagenbetreiber vorzusehen.

2.6 Kompatibilitätsnachweis und Abnahme

Für den Nachweis aller genannten und vereinbarten Bedingungen und Anforderungen ist eine Kompatibilitätsstudie zum Verhalten von Erzeugeranlage und Oberleitungsnetz einschl. elektrischer Triebfahrzeuge gemäß aktuell gültiger EN 50388 und in Abstimmung mit der DB Energie zu erstellen. Diese Studie erstellt der Errichter bzw. Betreiber der Erzeugeranlage.

Des Weiteren ist eine gemeinsame Abnahme der Erzeugeranlage mit Überprüfung der Einhaltung aller Anforderungen an der Oberleitungsanlage der DB Energie durchzuführen. Das Protokoll hierüber erstellt der Anlagenbetreiber und legt es nach der Abnahme innerhalb der vereinbarten Frist allen Beteiligten vor. Es gelten die Regularien der EIGV.