

4 Netzanschluss von PV-Anlagen

4.1 DIN V VDE V 0126-1-1 Selbsttätige Schaltstelle zwischen einer netzparallelen Eigenerzeugungsanlage und dem öffentlichen Niederspannungsnetz

Die selbsttätig wirkende Schaltstelle wird als Sicherheitsschnittstelle zwischen der Erzeugungsanlage und dem Niederspannungsnetz eingesetzt und dient als Ersatz für eine jederzeit dem Netzbetreiber zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion. Sie verhindert eine unbeabsichtigte Einspeisung der Erzeugungsanlage in einen vom übrigen Verteilungsnetz getrennten Teilnetz (Inselnetzbetrieb) und schützt damit zusätzlich zu den in DIN VDE 0105-100:2009-10, Abschnitt 6.2 vorgeschriebenen Maßnahmen:

- das Betriebspersonal gegen Spannung am getrennten Teilnetz,
- Betriebsmittel gegen unzulässige Spannungen und Frequenzen,
- Verbraucher gegen unzulässige Spannungen und Frequenzen und
- Betriebsmittel gegen die Speisung von Fehlern durch die Erzeugungsanlage.

Im Fall von Fehlern im Niederspannungsnetz schützt die selbsttätig wirkende Schaltstelle die Erzeugungsanlage gegen

- unzulässige Spannungen und
- unzulässige Frequenzen.

Die selbsttätige Schaltstelle schützt die Erzeugungsanlage nicht gegen Überlast und Kurzschluss. Dieser Schutz ist anderweitig gemäß DIN VDE 0100-712, DIN VDE 0100-430 und DIN VDE 0100-530 sicherzustellen.

Mit der DIN V VDE V 0126-1-1 „Selbsttätige Freischaltstelle zwischen einer netzparallelen Eigenerzeugungsanlage und dem öffentlichen Niederspannungsnetz“ wurde nach vielen Jahren die lang ersehnte Überarbeitung der „ENS“ (VDE 0126) im Jahr 2005 als Vornorm veröffentlicht. Die wichtigsten Neuerungen sind: Die Anhebung des Grenzwerts für den Impedanzsprung von $0,5 \Omega$ auf 1Ω sowie die Anhebung der Frequenzabweichung von $\pm 0,2 \text{ Hz}$ auf 1 Hz . Als zusätzliche Prüfschaltung zur Erkennung des Inselbetriebs wurde der Schwingkreistest aufgenommen [8].

Die Vornorm DIN V VDE V 0126-1-1 ist nun für alle Eigenerzeugungsanlagen anwendbar. Die Begrenzung auf eine max. Leistung von $4,6 \text{ kVA}$ ist ebenfalls aufgehoben worden, wobei die Netzbetreiber in der Regel bei Anlagen größer 30 kVA auf einer frei zugänglichen Schaltstelle anstelle der selbsttätigen Schaltstelle bestehen.

Dies wird mit der im August 2011 erschienenen Anwendungsregel VDE-AR-N 4105 des Forums Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) inzwischen gefordert.

Da der Ausbau von dezentralen Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz, insbesondere der Photovoltaik, in den letzten Jahren maßgeblich fortgeschritten ist, kommt den dezentralen Erzeugungsanlagen am Niederspannungsverteilstromnetz eine zunehmende Systemrelevanz zu. Entscheidend dabei ist, dass die Anzahl der dezentralen Erzeugungsanlagen, die unverzüglich bei einer Überfrequenz des Netzes von 50,2 Hz abschalten, nicht weiter ansteigen darf.

Die DKE hat deshalb im Schnellverfahren eine Änderung der DIN V VDE V 0126-1-1/A1 herausgegeben, die festlegt, dass die Überfrequenzabschaltung innerhalb eines Frequenzbereichs von 50,2 Hz bis 51,5 Hz zu erfolgen hat. Es wird dabei empfohlen, die Gleichverteilung der Abschaltfrequenz in max. 0,1-Hz-Schritten durch den Hersteller für jeden Anlagentyp zu realisieren.

4.2 VDE AR-N 4105 Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz

Die Anwendungsregel VDE AR-N 4105 fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss von Erzeugungsanlagen an das Niederspannungsnetz des Netzbetreibers zu beachten sind. Sie dient gleichermaßen dem Netzbetreiber wie dem Errichter als Planungsunterlage und Entscheidungshilfe. Außerdem erhält der Betreiber wichtige Informationen zum Betrieb solcher Anlagen.

Die Anwendungsregel ersetzt die 4. Ausgabe der VDEW-Richtlinie „Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“. Sie wurde völlig neu gestaltet und im logischen Aufbau übersichtlicher gegliedert.

Wie in den höheren Spannungsebenen werden zukünftig auch die in Niederspannungsnetze einspeisenden Erzeugungsanlagen an der statischen Spannungshaltung beteiligt. Sie haben daher während des normalen Netzbetriebs ihren Beitrag zur Spannungshaltung im Niederspannungsnetz zu leisten. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die Auslegung der Anlagen. Die Anwendungsregel fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss an das Niederspannungsnetz zu beachten sind, damit die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Netzbetriebs, gemäß den Vorgaben des Energiewirtschaftsgesetzes, auch mit wachsendem Anteil an dezentralen Erzeugungsanlagen erhalten bleiben, und die in der DIN EN 50160 formulierten Grenzwerte der Spannungsqualität eingehalten werden können.

Zu einzelnen Punkten werden zusätzliche Informationen gegeben, um bestimmte Vorgaben der Anwendungsregel zu erläutern. Um den Text der Anwendungsregel auf

das Wichtigste zu beschränken, sind diese erläuternden Informationen im Anhang A von VDE AR-N 4105 abschnittsweise zusammengefasst.

Anhand der in Anhang E von VDE AR-N 4105 aufgeführten Berechnungsbeispiele besteht die Möglichkeit, die Zulässigkeit des Anschlusses einer Erzeugungsanlage an das Niederspannungsnetz aufgrund der gegebenen Daten zu prüfen. Sollte hierbei festgestellt werden, dass ein Anschluss an das Niederspannungsnetz nicht möglich ist, kommt in der Regel ein Anschluss an die höhere Spannungsebene – also an das Mittelspannungsnetz – infrage. Die hierfür vorzunehmende Anschlussbeurteilung erfolgt gemäß der BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“.

Der Anhang von VDE AR-N 4105 enthält Vordrucke für die Zusammenstellung der erforderlichen Daten einer Erzeugungsanlage von der Planung des Netzanschlusses bis zur Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage. Die Anwendungsregel von VDE AR-N 4105 ist Bestandteil der VDN-Richtlinie „Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz (TAB 2007)“.

Sie gilt für Planung, Errichtung, Betrieb und Änderung von Erzeugungsanlagen, die an das Niederspannungsnetz eines Netzbetreibers angeschlossen und parallel mit dem Netz betrieben werden (Netzanschlusspunkt im Niederspannungsnetz). Hier sind insbesondere Änderungen an Erzeugungsanlagen zu beachten, die wesentliche Auswirkungen auf das elektrische Verhalten am Netzanschluss haben.

Für die Planung eines Netzanschlusses wie auch für den umgebauten und erweiterten Teil einer Erzeugungsanlage gelten die zum Zeitpunkt der Antragstellung gültigen Technischen Anschlussbedingungen (TAB). Netzanschlussänderungen umfassen auch den Umbau.

4.3 Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

Bei dieser technischen Richtlinie handelt es sich zwar nicht um eine Norm, sondern um eine Festlegung des BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., es soll jedoch auf sie eingegangen werden, da diese Richtlinie beim Anschluss einer PV-Anlage an das Mittelspannungsnetz zu beachten ist.

Die Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ [9] fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss von Erzeugungsanlagen an das Mittelspannungsnetz des Netzbetreibers zu beachten sind. Sie dient somit gleichermaßen dem Netzbetreiber wie dem Errichter als Planungsunterlage sowie Entscheidungshilfe und gibt dem Betrachter wichtige Informationen zum Betrieb.

Diese Richtlinie ergänzt die Richtlinien für die Nieder- sowie Hoch- und Höchstspannung, die individuell auf die Besonderheiten der jeweiligen Spannungsebene

eingehen. Die Aufteilung der Richtlinien nach Spannungsebenen hat sich als sinnvoll erwiesen, da die spezifischen Anforderungen zu unterschiedlich sind, um sie in einer Richtlinie zusammenfassen zu können.

Wie in der Hoch- und Höchstspannung werden zukünftig auch die in Mittelspannungsnetze einspeisenden Erzeugungsanlagen an der Netzstützung beteiligt. Sie dürfen sich daher im Fehlerfall nicht wie bisher sofort vom Netz trennen und haben auch während des normalen Netzbetriebs ihren Beitrag zur Spannungshaltung im Mittelspannungsnetz zu leisten. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die Auslegung der Anlagen. Die Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss an das Mittelspannungsnetz zu beachten sind, damit die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Netzbetriebs gemäß den Vorgaben des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG, [10]) auch mit wachsendem Anteil an dezentralen Erzeugungsanlagen erhalten bleiben und die in der DIN EN 50160 formulierten Grenzwerte für die Spannungsqualität eingehalten werden können.

Die Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ gilt für Planung, Errichtung, Betrieb und Änderung von Erzeugungsanlagen, die an das Mittelspannungsnetz eines Netzbetreibers angeschlossen und parallel mit diesem Netz betrieben werden. Die Richtlinie gilt auch, wenn der Netzanschlusspunkt der Erzeugungsanlage im Niederspannungsnetz, der Verknüpfungspunkt mit dem öffentlichen Netz aber im Mittelspannungsnetz liegt. Hiermit sind z. B. Erzeugungsanlagen gemeint, die an ein Niederspannungsnetz angeschlossen sind, das über einen separaten Kundentransformator mit dem Mittelspannungsnetz des Netzbetreibers verbunden ist und an das keine Kunden der allgemeinen Versorgung angeschlossen sind.

Für Erzeugungsanlagen, deren Netzanschlusspunkt zwar im Mittelspannungsnetz, deren Verknüpfungspunkt aber im Hochspannungs- oder Höchstspannungsnetz liegt, sind die entsprechenden technischen Anschlussregeln anzuwenden.

Die Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ gibt die grundsätzlichen Anforderungen für den Netzanschluss, die Ausführung der Anschlussanlage (u. a. Kuppelschalter), Abrechnungsmessung, den Betrieb der Anlage und den Nachweis der elektrischen Eigenschaften (u. a. dynamische Netzstützung) vor.

4.4 DIN EN 61727 Eigenschaften der Netzschnittstelle für photovoltaische (PV-)Systeme

Inselbildung ist ein Zustand, bei dem ein Teil eines Stromversorgungsnetzes, sowohl Belastung als auch Erzeugung, vom Übrigen des Stromversorgungsnetzes getrennt ist. Mit derartigen Betriebszuständen haben die Versorgungsunternehmen (Netzbetreiber) regelmäßig zu kämpfen. Wenn eine Insel absichtlich von einem steuernden Netzbetreiber erzeugt wird – beispielsweise, um große Abschnitte des