Integration von KI-Edge-Devices in Niederspannungsnetze: EMV-Risiken und Schutzmaßnahmen (Teil 1)

02.02.2026, 10:00 Uhr
Kommentare: 0
Sicher arbeiten

Teil 1: KI-Edge-Devices im Niederspannungsnetz: Risiken, Normen und typische EMV-Probleme



Mit dem Einzug von KI in Niederspannungsanlagen ist eine EMV-gerechte Planung unabdingbar. © B4LLS/iStock/Getty Images Plus

Edge Devices mit integrierter KI halten zunehmend Einzug in elektrische Niederspannungsanlagen. Mit den neuen Möglichkeiten steigen jedoch auch die EMV-Herausforderungen: Hochfrequente Störungen und gegenseitige Beeinflussungen können den Anlagenbetrieb gefährden. EMV-gerechte Planung, Installation und Instandhaltung werden damit zum entscheidenden Erfolgsfaktor für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb.

Teil 1: KI-Edge-Devices im Niederspannungsnetz: Risiken, Normen und typische EMV-Probleme

Teil 2: So gelingt die EMV-gerechte Integration von KI-Edge-Devices in bestehende Anlagen

Teil 3: EMV dauerhaft sicherstellen: Dokumentation, Prüfungen und Zukunftstrends

Aktuelle Edge Devices, also dezentrale, intelligente Geräte mit KI-Funktionen, finden zunehmend Eingang in elektrische Niederspannungsanlagen. Ob in der Industrie 4.0, in der Energieverteilung oder in der Gebäudeautomation, immer mehr Sensoren, Steuerungen und IoT-Knoten mit integrierter KI werden direkt vor Ort im Netz betrieben. Diese Entwicklung bringt große Chancen, stellt Elektrofachkräfte (EFKs) aber auch vor neue Herausforderungen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Jedes

dieser elektronischen Geräte kann hochfrequente Störungen erzeugen und selbst empfindlich auf Störeinflüsse reagieren. Hier steigt das Risiko von gegenseitigen Beeinflussungen. Ein störungsfreier und sicherer Betrieb der Gesamtanlage erfordert daher EMV-gerechte Planung, Installation und Inbetriebhaltung dieser Edge-Geräte.

EMV-Risiken durch KI-Edge-Geräte in Niederspannungsanlagen

Der verstärkte Einsatz von KI-fähigen Edge-Geräten in elektrischen Anlagen führt zu einer zunehmenden EMV-Belastung der Umgebung. Viele dieser kompakten Geräte enthalten Schaltnetzteile, schnelle Prozessoren und drahtlose Kommunikationsmodule. Damit gehen elektromagnetische Emissionen einher, sowohl leitungsgebundene Störspannungen über die Versorgungsleitungen als auch abgestrahlte elektromagnetische Felder. Einzelne Geräte erfüllen zwar in der Regel die CE-Anforderungen, doch in der Summe können zahlreiche verteilte Störquellen das Störpegelniveau in der Anlage merklich anheben. Zum Beispiel erzeugen die getakteten Elektronikkomponenten hochfrequente Oberwellen und Schaltspitzen auf den Leitungen, die andere sensible Betriebsmittel beeinflussen können. Zudem senden viele Edge-Geräte Funksignale (WLAN, Bluetooth, Mobilfunk) aus, was die EMV-Situation weiter komplexer macht, z.B. durch Interferenzen mehrerer Funksysteme oder durch Einkopplung hochfrequenter Funkwellen in benachbarte Leitungen.

Gleichzeitig sind Edge-Devices selbst meist empfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen. Ihre Mikroprozessoren und Kommunikationsschnittstellen können durch Überspannungsimpulse, magnetische Felder oder Funkstörungen aus dem Tritt gebracht werden. Drahtlos vernetzte Sensoren reagieren naturgemäß anfällig auf EMV-Störungen – und mit der Anzahl der Sender wächst die Problematik.

In sicherheitskritischen Anwendungen kann dies gravierende Folgen haben, wenn Alarme fälschlich ausgelöst oder Steuerungen unbemerkt beeinflusst werden. KI-Module können Mess- und Kommunikationssignale stören oder durch Schalthandlungen selbst gestört werden. Nur ein durchdachtes EMV-Konzept verhindert, dass die Vorteile der smarten Edge-Technik durch Betriebsstörungen oder Ausfälle neutralisiert werden.

Downloadtipps der Redaktion

E-Book: „Industrie 4.0 in der Anwendung“

Hier gelangen Sie zum Download.

Unterweisung: Elektrofachkraft/verantwortliche Elektrofachkraft

Hier gelangen Sie zum Download.

Checkliste: Sichere Kabel- und Leitungsanlagen

Hier gelangen Sie zum Download.

Checkliste: Energiemanagmentsystem nach DIN VDE 0100-801

Hier gelangen Sie zum Download.

Normen und gesetzliche Vorgaben (EMVG, 2014/30/EU, DIN EN 61000, VDE)

Die elektromagnetische Verträglichkeit ist in Europa verbindlich geregelt durch die EMV-Richtlinie 2014/30/EU, die in Deutschland im Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG) umgesetzt wurde. Diese Rechtsrahmen fordern für alle elektrischen Betriebsmittel, also Geräte und ortsfeste Anlagen, dass sie weder unzulässige Störungen verursachen noch selbst unzulässig durch externe Störungen beeinträchtigt werden dürfen. In einer typischen gemeinsamen elektromagnetischen Umgebung soll jedes Gerät so funktionieren, dass es andere Geräte nicht beeinträchtigt und umgekehrt.

Nachweis der EMV-Konformität durch harmonisierte Normen

Hersteller von Edge-Devices müssen daher nachweisen, dass ihre Produkte die grundlegenden EMV-Anforderungen erfüllen, meist durch Einhaltung harmonisierter Normen (CE-Kennzeichnung). Für KI-Edge-Geräte, die oft als IT- oder Automatisierungskomponenten gelten, kommen hier insbesondere die generischen EMV-Normen der Reihe IEC/EN 61000-6-X zum Tragen. So legt DIN EN 61000-6-4 Grenzwerte für Störaussendungen in Industriebereichen fest, DIN EN 61000-6-3 gibt die strengeren Emissionsgrenzwerte für Wohngebiete und Gebäude vor (Geräteklasse B). Entsprechend definieren DIN EN 61000-6-2 (Industrie) und DIN EN 61000-6-1 (Wohn-/Gewerbegebiete) die geforderte Störfestigkeit gegenüber typischen Störeinwirkungen in diesen Umgebungen. KI-Edge-Geräte müssen je nach Einsatzort zumindest diese Anforderungen erfüllen; oft sind sie sogar für beide Umgebungen geprüft. Ergänzend existieren zahlreiche spezialisierte Produktnormen (EN 55032/CISPR 32 für Multimediageräte oder IEC 61326 für Mess- und Laborgeräte), die im jeweiligen Anwendungsfall zu beachten sind.

EMV in ortsfesten Anlagen

Für die ortsfesten Anlagen selbst, also das Zusammenspiel aller Komponenten im Niederspannungsnetz, gelten ebenfalls normative Vorgaben. Wichtig ist hier die Reihe DIN VDE 0100, insbesondere Teil 4-444:2010 (VDE 0100-444) „Schutz bei elektromagnetischen Störgrößen“. Diese Norm enthält konkrete Anforderungen und anerkannte Regeln der Technik, um EMV in Gebäudeinstallationen und Anlagen sicherzustellen. Ihre Maßnahmen werden ausdrücklich als geeignet betrachtet, die Schutzziele der EMV-Richtlinie bei ortsfesten Anlagen zu erreichen. So fordert DIN VDE 0100-444, dass Planer und Errichter einer elektrischen Anlage bestimmte Vorkehrungen zur Reduzierung von elektrischen und magnetischen Störungen treffen müssen. Beispiele sind

- die Auswahl eines geeigneten Netzsystems,
- eine durchdachte Erdungsstruktur sowie
- die Trennung und Abschirmung von Leitungen.

Daneben spielen weitere Normen eine Rolle: DIN VDE 0100-540 regelt den Schutzpotenzialausgleich und die Erdung, was für EMV unabdingbar ist.

Die Norm DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310) liefert Leitlinien zur Erdung und zum Potenzialausgleich in Gebäuden mit Informationstechnik. Sie stellt sicher, dass Daten- und Energieversorgungssysteme auf gemeinsame Erdung bezogen sind, um Störeinflüsse zu minimieren. Auch DIN EN 50174-2 gibt Planungsgrundlagen für die Verlegung von Kommunikationskabeln im Gebäude vor, inklusive Abstandsregeln zu Stromkabeln. Diese

Normen gilt es bei der Integration neuer Geräte einzuhalten.

Anforderungen an integrierte Funkmodule

Nicht zuletzt müssen integrierte Funkmodule in Edge-Geräten zusätzlichen Vorschriften genügen. Ein KI-Gerät mit WLAN, Bluetooth oder 5G fällt parallel unter die Funkanlagen-Richtlinie (2014/53/EU) und das Funkanlagengesetz (FuAG). Es muss daher nicht nur EMV-konform sein, sondern auch effiziente Spektrumsnutzung und geregelte Sendeleistung gewährleisten.

Für Elektrofachkräfte bedeutet das: nur Geräte einsetzen, die über eine gültige CE-Kennzeichnung sowohl nach EMV- wie nach Funknormen verfügen. Außerdem sollten die kombinierten Anforderungen bedacht werden. Ansonsten kann ein EMV-verträgliches Steuergerät durch den nachträglichen Einbau eines Funkmoduls zusätzliche Störaussendungen haben, die es zu beherrschen gilt. Im nächsten Schritt kommt es darauf an, typische Fehler zu vermeiden, welche die Normeinhaltung in der Praxis unterlaufen können.

Typische Fehlerquellen bei Planung, Installation und Betrieb

Die Erfahrung zeigt, dass EMV-Probleme in Niederspannungsanlagen häufig auf Planungs- oder Installationsfehler zurückzuführen sind. Ein klassischer Fehler beginnt bereits bei der Netzform. Wird in einer bestehenden Anlage ein ungeeignetes Netzsystem beibehalten, kann dies die EMV verschlechtern. Speziell ein TN-C-System mit gemeinsamer PEN-Leiterführung ist unbedingt zu vermeiden; hier fließen Betriebsströme über den Schutzleiter, was unweigerlich großflächige Streufelder und Potentialverschleppungen erzeugt. Nur die saubere Trennung von Neutral- und Schutzleiter im gesamten Netz (TN-S-System) verhindert eine Vielzahl von Störungen von vornherein.

Erweiterungen und Umbauten

Wenn bei Erweiterungen oder Umbauten die frühzeitige Auftrennung in ein TN-S-System versäumt wird, sind EMV-Probleme oft vorprogrammiert. Ein weiterer häufiger Schwachpunkt ist das Ignorieren von Herstellerangaben. KI-Edge-Geräte werden vom Hersteller in der Regel EMV-geprüft geliefert, jedoch unter bestimmten Installationsbedingungen. Vorgeschriebene Zusatzkomponenten oder Montagehinweise werden in der Praxis nicht immer beachtet. Wird auf einen erforderlichen Netz-EMV-Filter verzichtet, überschreitet die Anlage möglicherweise die Emissionsgrenzwerte trotz konformer Einzelgeräte. Oder ein Edge-Device mit metallischem Gehäuse erreicht nur dann seine Störfestigkeit, wenn es korrekt geerdet montiert ist. Fehlt diese Erdverbindung, steigt die Anfälligkeit deutlich. Solche Versäumnisse bei der Installation können die Konformität nachträglich aufheben, obwohl das Gerät an sich geprüft war.

Das ist bei der Leitungsverlegung zu beachten

Auch die Leitungsverlegung birgt Fehlerpotenzial. In der Hektik der Umsetzung werden Datenkabel und Stromleitungen nicht selten gemeinsam in Kabelkanälen oder Bündeln verlegt, ohne ausreichenden Abstand oder Abschirmung. Dies begünstigt die Einkopplung von Störungen. Ein ungeschirmtes Ethernet-Kabel in direkter Nachbarschaft zu einem motorversorgenden Energiekabel kann starke Störimpulse durch induktive und kapazitive Kopplung abbekommen. Typisch ist auch die falsche Behandlung von Schirmungen.

Entweder werden abgeschirmte Datenkabel gar nicht aufgelegt oder aber falsch. Eine weitere Fehlerquelle ist die Erdung und der Potenzialausgleich. Wenn Edge-Geräte an unterschiedlichen Erdpotenzialen betrieben werden, entstehen Ausgleichsströme über die Schirme oder Signalleitungen. Dies äußert sich dann in Brummschleifen, Datenfehlern oder im schlimmsten Fall in Funktionsausfällen von Schnittstellen.

Tipp der Redaktion



Sie wollen mehr Infos zu diesem und weiteren Themen?

Dann empfehlen wir Ihnen **elektrofachkraft.de** – Das Magazin:

- spannende Expertenbeiträge zu aktuellen Themen
- Download-Flat mit Prüflisten, Checklisten, Arbeits- und Betriebsanweisungen.

Erste Ausgabe gratis!

Auch als Onlineversion erhältlich. Machen Sie mit beim Papiersparen.

Änderungen im Betrieb

Im laufenden Betrieb kommen zudem Änderungen hinzu, die EMV-Probleme verursachen. Häufig wird neue Ausrüstung hinzugefügt, ohne die bestehende EMV-Dokumentation zu konsultieren. So kann eine kleine Änderung, z.B. der Austausch eines Schaltnetzteils durch ein anderes Modell, ungeahnte Störaussendungen mit sich bringen. Wenn kein erneuter EMV-Test und keine Überprüfung erfolgt, bleibt die Störquelle unentdeckt, bis es zu Ausfällen anderer Komponenten kommt. Ebenso können Alterung und mangelnde Wartung Fehler bewirken. Es können sich Schraubverbindungen an Schirmanschlüssen oder Erdungsbändern lockern, sodass die Wirksamkeit der Abschirmung allmählich verloren geht. Gerade unscheinbare Details wie lose Kabelschirme, fehlende Endkappen auf Ferritkernen oder verschobene Dichtungen in EMV-Kabelverschraubungen werden leicht übersehen, führen aber oft zu einer Verschlechterung der EMV-Eigenschaften.

Fazit

All diese Fehlerquellen unterstreichen, dass EMV keine einmalige Aufgabe ist, sondern eine kontinuierliche Sorgfalt erfordert. Bereits in der Planungsphase müssen Elektrofachkräfte auf eine EMV-gerechte Struktur achten und diese während der Installation und des Betriebs diszipliniert umsetzen und nachhalten.

Kurz und knapp

- KI-Edge-Devices halten Einzug in Niederspannungsanlagen und werden in Industrie, Gebäudeautomation und Energieverteilung immer häufiger eingesetzt.
- Durch Schaltnetzteile, schnelle Prozessoren und Funkmodule erzeugen diese Geräte zusätzliche leitungsgebundene und abgestrahlte EMV-Störungen.
- Die Vielzahl verteilter Edge-Devices kann das gesamte Störpegelniveau einer Anlage erhöhen, obwohl jedes einzelne Gerät für sich die CE-Anforderungen erfüllt.
- Funkkommunikation (z. B. WLAN, Bluetooth) verschärft die EMV-Komplexität – unter anderem durch mögliche Interferenzen zwischen mehreren Funksystemen.
- Edge-Devices sind gleichzeitig selbst störanfällig, etwa gegenüber Überspannungen, magnetischen Feldern oder Funkwellen, was in sicherheitskritischen Anwendungen zu Fehlalarmen oder Fehlfunktionen führen kann.
- Ein störungsfreier und sicherer Betrieb setzt deshalb eine EMV-gerechte Planung, Installation und Inbetriebnahme voraus.

Weitere Beiträge zum Thema

Künstliche Intelligenz (KI)

Künstliche Intelligenz: Neuer Schwung für die Energiewende

Predictive Maintenance in elektrischen Anlagen

Predictive Maintenance in der Energieverteilung: Wie künstliche Intelligenz Stromausfälle verhindern soll

Künstliche Intelligenz im Stromnetz: Chancen, Risiken und neue Kompetenzen

Einsatz von Künstlicher Intelligenz zur Fehlerdiagnose in elektrischen Anlagen

Autor:

Thomas Joos

freiberuflicher Publizist



Thomas Joos ist freiberuflicher Publizist und veröffentlicht neben seinen Büchern auch Artikel für verschiedene Medien wie dpa, Computerwoche und C’t.

Seit seinem Studium der medizinischen Informatik berät er auch Unternehmen im Bereich IT, Security und Absicherung von Rechenzentren.