DC-Versorgungsnetze weltweit: neue Architekturen, neue Schutzaufgaben

Internationaler technischer Überblick zu industriellen Netzen und Rechenzentren im Bereich von 600 bis 1.000 V DC · Recherche-Stichtag: 5. Oktober 2026

Kurzfassung

DC-Versorgungsnetze entwickeln sich international auf mehreren, teils unterschiedlichen Wegen. In der Industrie geht es um die Kopplung von Photovoltaik, Speichern, Antrieben und weiteren Verbrauchern auf einer gemeinsamen Gleichstromebene. In Rechenzentren treiben insbesondere die stark steigenden Leistungen pro Rack neue 800-V-Architekturen und Arbeiten an offenen Referenzdesigns voran. Der mögliche Gewinn liegt in weniger Umwandlungsstufen und niedrigeren Strömen bei höherer Spannung – nicht in einem pauschalen Vorteil von DC. Zugleich verlangt Gleichstrom eigene Schalt-, Schutz- und Überwachungstechnik. Bei 600 bis 1.000 V sind beide Leiter als gefährlich zu behandeln, DC-Lichtbögen verlöschen nicht an einem natürlichen Stromnulldurchgang, und gespeicherte Energie kann auch nach dem Abschalten noch vorhanden sein. Sichere Anlagen brauchen daher ein durchgängiges Konzept vom Einspeiser bis zum freischaltbaren Verbraucher.

Internationale Entwicklung: Industrie, Allianzen und Rechenzentren

Die Entwicklung ist kein ausschließlich europäisches Projekt. In Europa arbeiten unter anderem die Open DC Alliance (ODCA) und Current/OS an Systembeschreibungen, Anschlusskonventionen und der Abstimmung von DC-Mikronetzen. Ende 2025 vereinbarten die in den USA ansässige Open Compute Project Foundation (OCP) und Current/OS eine Zusammenarbeit für Datenzentrum-Stromversorgung, technische Best Practices und Koordination der offenen DC-Arbeiten. Das OCP bündelt damit seine Rechenzentrums- und Hardware-Expertise mit einer international ausgerichteten DC-Allianz. Diese Zusammenarbeit ist ein Zeichen für wachsende Standardisierungsarbeit, nicht dafür, dass bereits eine weltweit einheitliche 800-V-Installation existiert. [1][2]

Die jüngste öffentliche Dynamik ist besonders gut an KI-Rechenzentren zu sehen. NVIDIA beschreibt einen Entwicklungspfad von heutigen AC-basierten Anlagen hin zu 800-V-DC-Verteilung für künftige Hochleistungsrechner. Der

Hintergrund ist die Leistungsdichte: Bei gleicher übertragener Leistung senkt eine höhere Verteilungsspannung den Strom und damit die Anforderungen an Leiter und Sammelschienen. Für 800 V DC entstehen zugleich neue Fragen rund um Einspeisung, Rack-Verteilung, Zwischenkreisschutz, DC/DC-Wandlung und sichere Trennung. NVIDIA, Google und Microsoft arbeiten nach öffentlichen OCP-Unterlagen an der Architektur im Rahmen der OCP-Arbeitsgruppen; Hersteller wie Eaton und Texas Instruments veröffentlichen ergänzende Referenzarchitekturen beziehungsweise 800-V-Komponenten- und Wandlungskonzepte. Dabei sind Referenzdesign, Prototyp, angekündigte Produktlinie und verfügbare Serienkomponente sorgfältig auseinanderzuhalten. [2][3][4][5][6][16]

Rechenzentren und Fabriken verfolgen verwandte, aber nicht identische Ziele. Ein Hyperscale-Rechenzentrum bündelt sehr hohe, relativ konzentrierte Lasten und kann neue Leistungspfade von der Gebäudeversorgung bis zum Rack auslegen. Eine Produktionsanlage muss dagegen sehr unterschiedliche Maschinen, lange Abgänge, häufige Betriebszustandswechsel und Bestandsgeräte integrieren. Der 800-V-Ansatz in einem Rechenzentrum ist deshalb ein wichtiger internationaler Entwicklungstreiber, aber keine unmittelbar übertragbare Blaupause für jede Industrieanlage.

Vom Umrichter zum Versorgungsnetz

Die Idee wirkt auf den ersten Blick naheliegend: Photovoltaik liefert Gleichstrom, Batterien speichern ihn als Gleichstrom, und viele elektronische Verbraucher richten Wechselstrom ohnehin zunächst gleich. Warum also erst AC erzeugen, wieder gleichrichten und am Ende erneut wandeln? In einer passend ausgelegten Anlage kann eine DC-Sammelschiene diese Umwege verkürzen. Energie lässt sich zwischen Speicher, Erzeugung und Verbrauch verteilen, ohne für jeden Pfad zwangsläufig denselben Wechselrichter-Gleichrichter-Zyklus zu durchlaufen.

Das ist der Kern des Interesses an industriellen DC-Mikronetzen im Bereich von etwa 600 bis 1.000 V DC. Die Open DC Alliance (ODCA), eine Brancheninitiative im Umfeld des ZVEI, beschreibt solche Netze als offene Systemarchitektur für die Integration von Erzeugern, Speichern und Verbrauchern. Ihre Systembeschreibung wurde 2026 aktualisiert; die Initiative veröffentlicht außerdem Anwendungsfälle aus Industrie und Infrastruktur. Das sind wichtige Schritte bei der technischen Abstimmung, aber weder ein Beleg dafür, dass alle Anlagen bereits nach einem einzigen weltweit einheitlichen Schema gebaut werden, noch ein Nachweis pauschaler Einsparungen. [7][8]

Die Gleichstromtechnik selbst ist keineswegs jung. Batterien, Traktionsnetze, Telekommunikation, Rechenzentren und Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung sind etablierte Anwendungen. Jünger ist vielmehr der Versuch, eine allgemein einsetzbare, industrielle Versorgungsinfrastruktur mit vielen Einspeisern und Abnehmern aufzubauen. Dafür braucht es nicht nur passende Spannungswandler, sondern auch gemeinsame Konventionen für Netzstruktur, Schutz, Messung, Betrieb und Anschluss von Geräten. Das Europäische SET-Plan-Programm zu LVDC benennt Standardisierung und die Abstimmung von Systemfragen weiterhin als Entwicklungsaufgaben. [9]

Konstante Polarität: die physikalische Besonderheit und ihr Risiko

Beim Wechselstrom durchläuft der Strom regelmäßig den Nulldurchgang. Beim Öffnen eines Kontakts kann ein entstehender Lichtbogen an diesem Zeitpunkt leichter verlöschen, sofern Schaltgerät, Netz und Schaltvorgang dafür ausgelegt sind. Präzise gesprochen ist der Nulldurchgang des Stroms für die Lichtbogenlöschung entscheidend – nicht allein der Spannungsnulldurchgang.

Im Gleichstromnetz gibt es keinen periodischen natürlichen Stromnulldurchgang. Die Spannung behält ihre Polarität; bei einer gegebenen Bus-Definition bleibt also Plus Plus und Minus Minus. Das bedeutet nicht, dass der Energiefluss stets nur in eine Richtung geht: Bei bidirektionalen Wandlern kann sich die Stromrichtung umkehren, während die Buspolarität gleich bleibt. Für das Schalten ist entscheidend, dass der Strom beim Öffnen nicht von selbst regelmäßig auf null fällt. Ein Lichtbogen kann daher fortbestehen, solange Quelle und gespeicherte Energie ihn speisen.

DC-Schaltgeräte müssen den Lichtbogen gezielt löschen, etwa durch Verlängerung und Aufteilung in Löschkammern, magnetische Ablenkung oder elektronische Kommutierung. Auswahl und Bemessung hängen unter anderem von DC-Nennspannung, Betriebsstrom, möglichem Fehlerstrom, Induktivität, Polarität, Stromrichtung und Gebrauchskategorie ab. Die DC-Schaltfähigkeit einer Komponente lässt sich nicht aus ihrer AC-Nennspannung ableiten.

Die konstante Polarität ist für sich genommen nicht die einzige und auch nicht die treffendste Beschreibung der Gefahr. Entscheidend ist, dass in einem 600–1.000-V-System beide aktiven Leiter gefährliches Potenzial führen können. Auch ein „Minus“-Leiter ist nicht automatisch berührungssicher. In einem ungeerdeten System können sich die Leiterpotenziale gegen Erde verschieben;

im Fehlerfall kann ein einzelner Erdschluss die Spannungsverteilung verändern. Daher müssen Leiter-Leiter-Spannung und Leiter-Erde-Spannung getrennt betrachtet und an den vorgesehenen Messpunkten geprüft werden. Anschlüsse und Steckverbinder sind gegen Verpolung zu kodieren und eindeutig zu kennzeichnen; zugleich braucht es Verfahren, die vor dem Berühren die Spannungsfreiheit aller relevanten Leiter feststellen.

Ein weiterer Unterschied liegt im Fehlerverlauf. DC-Quellen mit Leistungselektronik können ihren Fehlerstrom begrenzen; Zwischenkreiskondensatoren und Batterien liefern dennoch hohe Fehlerenergie. Schutz, Schalten, Erdung und Regelung müssen deshalb gemeinsam ausgelegt werden. Der Nulldurchgang ist nur ein Teil des Unterschieds zwischen AC- und DC-Netzen.

Fehlererkennung und Schutztechnik: schnelle Reaktion, koordinierte Abschaltung

In einem DC-Netz können Fehlerströme je nach Quelle sehr verschieden aussehen. Photovoltaik- und netzgekoppelte Umrichter begrenzen den Strom oft durch ihre Halbleiterregelung. Zwischenkreiskondensatoren geben dagegen zu Beginn eines Fehlers Energie in einem kurzen Stromstoß ab; Batterien können den Fehler über längere Zeit speisen. Daher bedeutet „umrichtergespeist“ nicht automatisch „ungefährlich“: Ein begrenzter Strom kann für konventionelle Überstromauslöser zu klein sein, um schnell anzusprechen, während die gespeicherte Energie trotzdem einen Lichtbogen, thermische Schäden oder gefährliche Berührungsspannungen verursachen kann.

Ein belastbares Schutzkonzept kombiniert deshalb mehrere Ebenen. DC-Leistungsschalter oder DC-Sicherungen müssen den prospektiven Fehlerstrom bei der vorgesehenen Spannung sicher unterbrechen. Sensorik und Schutzlogik müssen außerdem Fehler erkennen, die nicht als sehr hoher Überstrom auftreten, etwa Erdschlüsse, Fehler zwischen Sammelschienenabschnitten oder Lichtbogenfehler. Je nach Topologie kommen Strom- und Spannungsmessung, Differenzschutz, zonenbezogene Schutzfunktionen und Kommunikation zwischen Einspeisern und Abgangsschutz infrage. Die Schutzkoordination muss auch bei Inselbetrieb, Energieflussumkehr und veränderten Quellenkombinationen funktionieren.

Für Abgänge und Sammelschienen stehen mechanische DC-Schaltgeräte und Sicherungen zur Verfügung. Halbleiter- und Hybridleistungsschalter können für sehr schnelle Abschaltung oder häufiges Schalten interessant sein; in

800-V-Rechenzentrumsarchitekturen werden zudem Hot-Swap- und elektronische Schutzkonzepte auf Geräte- und Rack-Ebene diskutiert. Solche elektronischen Schutzfunktionen sind jedoch nicht automatisch Ersatz für einen DC-Leistungsschalter mit geeignetem Ausschaltvermögen oder für eine allpolige, sicht- beziehungsweise verifizierbare Trennstelle. Die Aufgaben – Fehlerstrom abschalten, Betriebsstrom schalten, sicher freischalten und einen Geräteeinschub schützen – sind zu unterscheiden.

Die Auslegung beginnt daher nicht mit dem Katalog, sondern mit der Systemanalyse: Wie viel Fehlerenergie können Quelle und Kondensatoren liefern? Welche Fehlerströme sind bei verschiedenen Betriebszuständen zu erwarten? Welches Gerät löst zuerst aus, und wie wird verhindert, dass ein lokaler Fehler die gesamte DC-Schiene abschaltet? Gerade für diese Fragen sind Herstellerkennlinien und geprüfte Gerätekombinationen wichtiger als eine pauschale Angabe wie „bis 1.000 V DC“.

Erdung, Isolationsüberwachung und allpolige Trennung

Auch beim DC-Netz gibt es nicht die eine, immer richtige Erdungsform. In einem geerdeten System kann ein Erdschluss einen definierten Fehlerstrompfad schaffen; ein ungeerdetes IT-System kann dagegen beim ersten Isolationsfehler den Betrieb unter bestimmten Randbedingungen zunächst aufrechterhalten. Diese Verfügbarkeit hat eine Kehrseite: Der Fehler muss angezeigt und lokalisiert werden, bevor ein zweiter Fehler einen leitfähigen Pfad zwischen den aktiven Leitern herstellt. Ein erster Erdschluss ist deshalb kein Anlass, die Anlage unbegrenzt weiterzubetreiben.

Im Bereich von 600 bis 1.000 V sind beide aktiven Leiter als potenziell gefährlich zu behandeln. Bei einem ungeerdeten Netz darf nicht angenommen werden, dass der Minusleiter auf Erdpotenzial liegt; die Leiter-Erde-Spannung kann sich mit Isolationszustand, parasitären Kapazitäten und Fehlern verändern. Vor Instandhaltungsarbeiten müssen alle relevanten Quellen getrennt werden: neben dem AC-Netz auch PV-Einspeisung, Batterien, Umrichterzwischenkreise und gegebenenfalls Rückspeisungen aus Maschinen. Nach dem Abschalten können Kondensatoren noch gefährliche Energie enthalten. Vorgesehene Entladezeiten, Verriegelungen, Spannungsprüfung und eine verifizierte Freischaltung sind daher Teil des Schutzkonzepts, nicht bloß organisatorischer Zusatz.

Ein konkretes Herstellerbeispiel ist das Isolationsüberwachungsgerät ISOMETER iso685 von Bender. Der Hersteller gibt für die Produktfamilie den Einsatz in

IT-Systemen bis 1.000 V DC an; das Gerät überwacht den Isolationswiderstand und kann mit zusätzlicher Fehlerortung kombiniert werden. Die Überwachung ist kein Ersatz für Überstromschutz, DC-Schaltgeräte oder sichere Freischaltung. Sie passt nur zu entsprechend ausgelegten ungeerdeten Systemen; Netzform, kapazitive Ableitung und angeschlossene Umrichter müssen bei Auswahl und Parametrierung berücksichtigt werden. [10]

Eine sichere DC-Installation braucht Verpolungsschutz an Steckverbindern, mechanische oder elektrische Verriegelungen gegen Fehlstecken und eindeutige Plus-/Minus-Kennzeichnung. Eine Verwechslung der Leiter kann je nach Geräteeingang Leistungshalbleiter oder polaritätsabhängige Zwischenkreiskondensatoren beschädigen und einen Kurzschluss mit Lichtbogen auslösen. Bei Energiequellen und Verbrauchern mit bidirektionalem Betrieb muss die Schutztechnik außerdem zwischen gleichbleibender Spannungspolarität und umkehrbarer Stromrichtung unterscheiden. Wo im Betrieb unter Last geschaltet werden muss, ist ein dafür bemessenes DC-Lastschaltgerät erforderlich; ein reiner Trennschalter darf nicht als Last- oder Fehlerstromschalter missverstanden werden. Integrierte Diagnose kann die Instandhaltung unterstützen, ersetzt aber weder Lockout/Tagout noch die Prüfung der Spannungsfreiheit nach den örtlich geltenden Arbeitsschutzregeln. Auch nach dem Abschalten sind vorgesehene Entladezeiten einzuhalten und alle relevanten Leiter zu prüfen.

Schalt- und Schutzgeräte: Serienprodukte und neue 800-V-Architekturen

Der Markt bietet inzwischen mechanische DC-Leistungsschalter, Kompaktleistungsschalter, Sicherungen, Lasttrennschalter und Isolationsüberwachung für den betrachteten Spannungsbereich. Ihre Aufgaben sind nicht austauschbar: Ein Leistungsschalter muss den spezifizierten Fehlerstrom unterbrechen, ein Lasttrennschalter den vorgesehenen Betriebsstrom schalten können, ein Trennschalter schafft eine sichere Trennstrecke, und eine Sicherung begrenzt beziehungsweise unterbricht Fehlerströme entsprechend ihrer Kennlinie. In der Anlage müssen die Geräte aufeinander abgestimmt werden.

Siemens nennt für den SENTRON 3VD DC-Kompaktleistungsschalter eine maximale Systemspannung von 1.000 V DC und Ströme bis 1.200 A. Eaton führt DC- und PVGard-Kompaktleistungsschalter für unter anderem industrielle DC-Verteilungen; die Produktseite weist für bestimmte Ausführungen bis zu 1.000 V DC bei 600 A aus. ABB beschreibt die Tmax-T4/T5/T6-Reihe für DC-Anwendungen bis 1.000 V. Diese Herstellerangaben belegen verfügbare Produkt-

familien, nicht deren Eignung für jede konkrete Netzform: Der genaue Typ, das Ausschaltvermögen, die Polverschaltung, der zulässige Strom und die Freigabebedingungen müssen für den Anwendungsfall geprüft werden. [11][12][13]

Für Rechenzentren wächst parallel ein eigenes Ökosystem. Das OCP arbeitet an Niederspannungs-DC-Verteilung und veröffentlicht offene technische Beiträge; NVIDIA legt einen 800-V-DC-Architekturpfad für AI-Fabriken vor. Eaton hat eine 800-V-Referenzarchitektur vorgestellt. Texas Instruments beschreibt eine 800-V-Stromversorgung mit einem 800-zu-6-V-Wandler und einer nachfolgenden Niederspannungswandlung und nennt außerdem einen Hot-Swap-Controller für die 800-V-Schiene. Das sind wichtige Hinweise darauf, wie sich Geräte-, Rack- und Anlagenebene entwickeln. Ein Hot-Swap-Controller oder eine elektronische Sicherung schützt jedoch nicht automatisch Personen bei Wartung und ersetzt keine allpolige, DC-bemessene Trenneinrichtung. [2][3][5][6]

Halbleiter- und Hybridleistungsschalter können den Strom elektronisch oder durch eine Kombination aus Halbleitern und mechanischen Kontakten sehr schnell unterbrechen. Sie sind deshalb für selektive Abgänge, Schutz nahe empfindlicher Elektronik oder häufiges Schalten interessant. Ihre Grenzen liegen unter anderem bei Leitverlusten, thermischer Auslegung, Kurzschlussfestigkeit und der Frage, wie im ausgeschalteten Zustand eine sichere galvanische Trennung hergestellt wird. Bei der Produktauswahl ist deshalb stets zu fragen: Schützt das Gerät eine Halbleiterstufe, schaltet es einen Betriebsstrom, unterbricht es den Anlagenfehler oder ermöglicht es eine sichere Freischaltung?

Erzeuger und Verbraucher: DC-Sammelschiene heißt nicht „ohne Umrichter“

Photovoltaikmodule liefern Gleichspannung, allerdings in einem variablen Spannungsbereich, der von Einstrahlung und Temperatur abhängt. Für eine geregelte Einspeisung kann daher ein DC/DC-Wandler mit Maximum-Power-Point-Tracking (MPPT) erforderlich sein. Eine Batterie besitzt ebenfalls einen veränderlichen Ladezustand und eine dazu passende DC-Spannung; bidirektionale Wandler übernehmen typischerweise die kontrollierte Kopplung an die Sammelschiene. Windenergieanlagen erzeugen je nach Generatortopologie variable elektrische Größen und benötigen für ein DC-Netz meist eine Leistungselektronik zwischen Generator und Verteilung. Bei allen drei Quellen bleibt die Leistungselektronik Teil des Systems – nur ihre Platzierung und Zahl der Wandlungsstufen können sich ändern.

Auf der Verbraucherseite ist der Vorteil am größten, wenn ein Gerät tatsächlich für den DC-Zwischenkreis des Netzes vorgesehen ist. Viele Frequenzumrichter richten den Netzwechselstrom intern gleich und versorgen daraus einen DC-Zwischenkreis. Daraus folgt jedoch nicht, dass jeder Umrichter direkt an eine externe DC-Sammelschiene angeschlossen werden darf: Zulässige Eingangsspannung, Vorladung, Schutz und Entladung sind produktspezifisch. Andere Verbraucher, etwa Standardmotoren, können weiterhin über einen Umrichter betrieben werden; Beleuchtung, IT-Systeme und Steuerungen benötigen oft DC/DC-Wandler auf niedrigere Spannungen. Ein AC-Anschluss für das übrige Werk bleibt in hybriden Konzepten häufig bestehen.

Damit ist der Nutzen genauer zu beschreiben: Ein DC-Netz kann Umwandlungsschritte vermeiden, wenn Quellen und Verbraucher kompatibel sind und die Energie ohne Umweg über das AC-Netz zwischen ihnen ausgetauscht werden kann. Es beseitigt nicht generell alle Umrichter und Transformatoren. Wo galvanische Trennung, ein anderer Spannungspegel, Netzanschluss oder eine AC-Last benötigt wird, bleiben entsprechende Wandler erforderlich.

Ein typisches Anlagenbild

Man kann sich eine Fabrik mit PV-Anlage auf dem Dach, Batteriespeicher, mehreren Antrieben und einer Verbindung zum öffentlichen AC-Netz vorstellen. Ein netzgekoppelter Umrichter stellt die Schnittstelle zum AC-Netz her und kann je nach Betriebsführung Energie in beide Richtungen übertragen. PV-Anlage und Speicher speisen über geeignete DC/DC-Wandler auf eine gemeinsame DC-Verteilung. Von dort gehen geschützte Abgänge zu Antrieben mit ausdrücklich DC-fähigem Umrichtereingang, zu weiteren DC/DC-Wandlern für Steuerungen und IT-Lasten sowie zu AC-Lasten, die über Wechselrichter versorgt werden.

Die Verteilung braucht eine definierte Erdungsform, abgestimmte Haupt- und Abgangsschutzeinrichtungen sowie Überwachung von Isolationszustand und Busspannung. Vor dem Zuschalten größerer Zwischenkreiskondensatoren begrenzt eine Vorladeschaltung den Einschaltstrom; Entladeschaltungen und sichere Trennstellen unterstützen Wartung und Freischaltung. Energiemanagement und Schutz müssen außerdem berücksichtigen, welche Quellen im Inselbetrieb verfügbar sind, welche Mindestspannung die Lasten benötigen und wie nach einer Störung wieder zugeschaltet wird.

Das Szenario ist bewusst allgemeingültig. Für eine konkrete Anlage müssen Spannungsebene, Kurzschlussberechnung, Leitungsdimensionierung, Erdung,

Schutzselektivität, Brandschutz und Netzanschluss projektspezifisch geplant und nach den lokal geltenden Regeln bewertet werden.

Effizienz und Material: plausible Vorteile, aber kein Freibrief

Bei gleicher Leistung sinkt der Strom, wenn die Übertragungsspannung erhöht wird. Da Leitungsverluste mit dem Quadrat des Stroms und dem Leiterwiderstand wachsen, kann eine höhere Spannung die Verluste eines gegebenen Leitungswegs reduzieren. Ebenso kann eine DC-Architektur Verluste vermeiden, wenn sie tatsächlich Umrichterstufen einspart. Das sind belastbare physikalische Zusammenhänge – sie belegen jedoch noch nicht, dass eine konkrete DC-Anlage insgesamt effizienter oder materialärmer ist als ihre AC-Alternative.

Für einen fairen Vergleich müssen beide Architekturen dieselbe Funktion erfüllen und dieselben Randbedingungen abbilden: Leistung, Leitungslängen, Lastprofile, Redundanz, Sicherheitsabstände, Schutzgeräte, Umrichterwirkungsgrade und Wartung. Ein DC-Netz kann zusätzliche Wandler, Schaltgeräte und Überwachung benötigen. Eine vorhandene AC-Infrastruktur ist zudem bereits installiert und kann wirtschaftlich weitergenutzt werden; bei einer Neuanlage ist die Abwägung eine andere. Materialeinsparungen entstehen nicht automatisch dadurch, dass „DC“ auf dem Netz steht, sondern nur, wenn die konkrete Leiter- und Systemauslegung mit einem geeigneten Vergleichssystem weniger Material benötigt.

Für Rechenzentren ist die Diskussion um höhere DC-Verteilungsspannungen besonders sichtbar. Die Open Compute Project-Unterlage zu Niederspannungs-DC beschreibt 800 V DC als mögliche Weiterentwicklung für die interne Leistungsversorgung hochdichter IT-Racks. Das ist ein spezieller Anwendungsfall mit großen Leistungen und anderen Randbedingungen als eine typische Produktionshalle; die dortige Architektur lässt sich nicht ungeprüft auf Fabriken oder Gebäude übertragen. [14]

Wo die Technik steht

Der Stand der Technik ist weder „noch reine Forschung“ noch „bereits vollständig standardisierte Infrastruktur“. Komponenten für einzelne Schutz- und Überwachungsaufgaben sind als Serienprodukte verfügbar. Industrieinitiativen und Projekte veröffentlichen Systembeschreibungen und Demonstratoren; die ODCA-Systembeschreibung wurde 2026 aktualisiert und als VDE SPEC 90037

geführt. Eine VDE SPEC ist als technische Spezifikation einzuordnen, nicht ohne Weiteres mit einer international harmonisierten IEC- oder EN-Norm gleichzusetzen. Zugleich verweist das europäische LVDC-Programm auf weiterhin offene Standardisierungsfragen. Im Rechenzentrumsbereich werden parallele technische Arbeiten über OCP und internationale Hersteller- und Anwenderallianzen vorangetrieben. Es gibt somit sichtbare internationale Annäherung, aber noch kein einziges, weltweit verbindliches Netzschema für sämtliche DC-Anwendungen. [7][9][15]

Für Anlagenbetreiber ist deshalb eine nüchterne Vorgehensweise sinnvoll. Zunächst sollte ein konkreter Anwendungsfall identifiziert werden, in dem mehrere DC-Quellen, Speicher und geeignete Verbraucher zusammenkommen. Danach ist zu rechnen, welche Wandlungsstufen tatsächlich entfallen, welche Geräte bereits DC-fähig sind und welche Schutz- und Betriebsfunktionen zusätzlich nötig werden. Herstellerdatenblätter können die Auswahl einzelner Komponenten stützen; sie ersetzen aber weder eine koordinierte Schutzplanung noch die unabhängige Bewertung einer Gesamtarchitektur.

Fazit

DC-Versorgungsnetze im Bereich von 600 bis 1.000 V sind technisch greifbar geworden, weil Leistungselektronik, Steuerung und DC-spezifische Schutzkomponenten heute ein deutlich größeres Lösungsangebot bilden als früher. Die entscheidenden Aufgaben bleiben systemisch: Fehler mit umrichtergeprägten Stromverläufen sicher zu erkennen, DC-Ströme zuverlässig abzuschalten, Erdungs- und Isolationskonzepte passend auszuwählen und unterschiedliche Erzeuger und Lasten stabil zu koordinieren.

Am überzeugendsten ist DC dort, wo viele Quellen und Verbraucher ohnehin gleichspannungsnah arbeiten und sich Energie direkt innerhalb des Systems austauschen lässt. In anderen Anlagen kann ein hybrides Netz oder eine konventionelle AC-Verteilung die einfachere Lösung sein. Die entscheidende Frage lautet daher nicht, ob DC grundsätzlich besser ist, sondern an welcher Stelle eines konkreten Energiesystems die gemeinsame Gleichstromebene Umwandlungen und Aufwand tatsächlich reduziert – und ob Schutz, Betrieb und Normkonformität dabei vollständig mitgedacht sind.

Quellen und weiterführende Unterlagen

[1] Open Compute Project Foundation, „Open Compute Project Foundation and Current/OS Form New Alliance“, 3. Dezember 2025. https://www.opencompute.org/blog/open-compute-project-foundation-and-currentos-form-new-alliance

[2] Open Compute Project, „Power Distribution“ – Arbeitsbereich zu Niederspannungs-DC-Verteilung für Rechenzentren. https://www.opencompute.org/community/power-distribution

[3] NVIDIA, „800 VDC Architecture for AI Data Centers“ – Architekturübersicht; Hersteller- und Referenzarchitektur. https://www.nvidia.com/en-us/data-center/technologies/800-vdc-architecture/

[4] NVIDIA Technical Blog, „NVIDIA 800 VDC Architecture Will Power the Next Generation of AI Factories“. https://developer.nvidia.com/blog/nvidia-800-v-hvdc-architecture-will-power-the-next-generation-of-ai-factories/

[5] Eaton, „Eaton unveils next-generation architecture to advance 800 VDC power infrastructure for AI factories“, 2025 – Hersteller-Referenzarchitektur. https://www.eaton.com/us/en-us/company/news-insights/news-releases/2025/eaton-unveils-next-generation-architecture.html

[6] Texas Instruments, „TI unveils complete 800 VDC power architecture for future generation AI data centers with NVIDIA“, 16. März 2026 – Hersteller-Referenzdesigns und Komponenten. https://www.ti.com/about-ti/newsroom/news-releases/2026/2026-03-16-ti-unveils-complete-800-vdc-power-architecture-for-future-generation-ai-data-centers-with-nvidia.html

[7] Open DC Alliance, „Update of ODCA System Description for DC Microgrids“, 23. April 2026. Branchenunterlage; Aussagen zu Vorteilen sind als Position der Initiative einzuordnen. https://odca.zvei.org/resources/publications/update-of-odca-system-description-for-dc-microgrids-april-2026

[8] Open DC Alliance, „DC Grid“ – Übersicht zur Systemidee und zu den genannten Vorteilen. https://experience.odca.zvei.org/dcgrid.html

[9] European Commission, SET Plan, „Strategic Technology Plan Implementation – Low Voltage Direct Current (LVDC)“, endorsed implementation plan, 12. September 2024. https://setis.ec.europa.eu/document/down-

load/d312944b-df45-4ebb-b2bd-d8616d13bbf4_en?file-name=SET-Plan-LVDC-Implementation-Plan-12sep2024-endorsed.pdf

[10] Bender, „ISOMETER® iso685 Series“ – Produktangaben zur Isolationsüberwachung in ungeerdeten AC- und DC-Systemen; Herstellerquelle. https://www.benderinc.com/products/ground-fault-monitoring-ungrounded/isometer-iso685-series/

[11] Siemens, „SENTRON 3VD DC Molded-Case Circuit Breaker“ – Spannungs- und Strombereich sowie Herstellerangaben zur Bauform; Produktquelle. https://www.siemens.com/de-ch/products/sentron/3vd-dc-molded-case-circuit-breaker/

[12] Eaton, „Eaton PVGard / Solar Molded Case Circuit Breaker“ – Produktangaben zu DC-Nennwerten und Anwendungen; Herstellerquelle. https://www.eaton.com/us/en-us/catalog/electrical-circuit-protection/dc-and-pvgard-molded-case-circuit-breakers.html

[13] ABB, „1000V DC – Tmax T molded case circuit breakers“ – Herstellerangaben zu DC-Anwendungen bis 1.000 V. https://new.abb.com/low-voltage/products/circuit-breakers/tmax/tmax-1000v-dc

[14] Open Compute Project, „Data Center Facility – Low Voltage DC Power Distribution White Paper, Version 1.0“. https://www.opencompute.org/documents/dcf-power-distribution-lvdc-white-paper-version-1-0-final-pdf-1

[15] Open DC Alliance, „ODCA System Description as VDE SPEC 90037“. https://odca.zvei.org/news-events/news/odca-system-description-as-vde-spec-90037

[16] NVIDIA Blog, „Why Scaling AI Compute Performance Requires a New Power Architecture“ – Überblick zur OCP- und 800-V-DC-Entwicklung im Rechenzentrumsumfeld. https://blogs.nvidia.com/blog/800-vdc-power-architecture-ai-factory/

Hinweis zur Einordnung: Herstellerquellen belegen die jeweils genannten Produkteigenschaften, nicht die Überlegenheit einer Gesamtanlage. Der Artikel ist ein technischer Überblick und ersetzt weder eine normativ vollständige Planung noch eine Prüfung der aktuellen Produktdatenblätter und örtlich geltenden Vorschriften.