KI-gestützte Fehleranalyse in Stromverteilungen

06.05.2026, 10:00 Uhr
Kommentare: 1
Sicher arbeiten



Intelligente Fehleranalyse in Stromverteilungen durch Künstliche Intelligenz © Jacob Wackerhausen/iStock/GettyImages

Stromverteilungen entwickeln sich immer mehr zu hochvernetzten Systemen mit wachsender Datenbasis aus Schutztechnik, Sensorik und Leittechnik. Klassische Auswertung stößt bei steigender Komplexität an Grenzen. KI-basierte Verfahren greifen an diesem Punkt ein und erweitern die Fehleranalyse um datengetriebene Methoden mit hoher Auswertungstiefe.

Die Integration solcher Systeme verändert die Arbeitsweise von Elektrofachkräften grundlegend. Fehleranalyse basiert nicht mehr ausschließlich auf Erfahrung und manueller Interpretation, sondern auf automatisierter Korrelation großer Datenmengen, die aus unterschiedlichen Systemebenen stammen.

Technologische Grundlage KI-gestützter Fehleranalyse

Stromverteilungen liefern kontinuierlich Messwerte aus

- SCADA-Systemen,
- Schutzgeräten,
- Feldsensoren
- und Kommunikationsinfrastruktur.

Ergänzend fallen Ereignisprotokolle, Wartungsdaten und Zustandsinformationen an. KI-Systeme verarbeiten diese heterogenen Datenquellen simultan und stellen Zusammenhänge her, die mit klassischen Methoden kaum erfassbar sind.

Machine-Learning-Modelle analysieren Zeitreihen, identifizieren Muster und erkennen Abweichungen vom Normalbetrieb. Anomalieerkennung erweitert die klassische Schutztechnik um eine zusätzliche Bewertungsebene. Auch schwache Fehlerindikatoren

wie schleichende Isolationsdegradation oder thermische Effekte lassen sich frühzeitig detektieren.

Neben elektrischen Messgrößen fließen zunehmend weitere Sensordaten ein. Akustische Signale aus Betriebsmitteln werden ausgewertet und in Spektrogrammen dargestellt. Abweichungen vom Referenzzustand werden markiert und erlauben eine gezielte Eingrenzung der Fehlerquelle. Subjektive Bewertung durch menschliche Wahrnehmung entfällt zugunsten reproduzierbarer Analyse.

In komplexen Anlagenstrukturen übernehmen verteilte Analyseinstanzen die Vorverarbeitung. Edge-Systeme analysieren Daten lokal in Stationen oder Schaltschränken, reduzieren Datenvolumen und ermöglichen schnelle Reaktionen. Zentrale Systeme aggregieren Ergebnisse und führen eine übergeordnete Bewertung durch.

Tipp der Redaktion



Sicheres Arbeiten an elektrischen Anlagen

- E-Learning-Kurs für Fachkräfte der Elektrotechnik
- Mit Wissenstest und Teilnahmebestätigung
- Sorgen Sie für ein sicheres elektrotechnisches Arbeiten in Ihrem Betrieb.

Jetzt mehr erfahren

Datenverknüpfung und Agentenbasierte Analysearchitekturen

Eine zentrale Herausforderung liegt in der Fragmentierung der Datenlandschaft. Prozessdaten, Logfiles und Wartungsinformationen liegen in getrennten Systemen vor. KI-Systeme verbinden diese Quellen und schaffen eine konsolidierte Analysebasis.

Agentenbasierte Architekturen strukturieren diesen Prozess. Spezialisierte Analyseinstanzen überwachen einzelne Systeme und melden Auffälligkeiten an eine zentrale Koordinationseinheit. Diese Instanz entscheidet, welche weiteren Datenquellen zur Ursachenanalyse herangezogen werden müssen und verknüpft technische Informationen mit dokumentiertem Fachwissen.

Durch diese Architektur lässt sich eine eine durchgängige Fehlerkette von der Detektion bis zur Bewertung generieren. Fehlermeldungen aus Schutztechnik werden automatisch mit Wartungsprotokollen, Normanforderungen und betrieblichen Erfahrungswerten kombiniert. Daraus resultieren belastbare Entscheidungsvorlagen. Die Modularität solcher

Systeme erlaubt eine Erweiterung ohne Eingriff in bestehende Strukturen. Neue Datenquellen werden über zusätzliche Analyseinstanzen integriert. Die Architektur bleibt stabil und skalierbar.

Operativer Nutzen für Elektrofachkräfte

Die Nutzung KI-gestützter Systeme verändert den Ablauf der Fehleranalyse im Betrieb deutlich. Störungsprotokolle werden automatisiert ausgewertet und in Zusammenhang mit Messdaten und historischen Ereignissen gebracht. Elektrofachkräfte erhalten eine strukturierte Darstellung der Ereigniskette statt isolierter Meldungen. Die Priorisierung von Maßnahmen erfolgt datenbasiert. Kritische Abweichungen werden anhand ihrer Auswirkungen auf Betriebssicherheit, Anlagenzustand und Netzstabilität bewertet. Dadurch lässt sich die Reihenfolge von Eingriffen sachlich begründen und dokumentieren.

Dokumentationsprozesse werden in das System ebenfalls integriert. Prüfberichte, Gefährdungsbewertungen und technische Stellungnahmen lassen sich aus den analysierten Daten heraus mit KI schneller, fehlerfreier und effektiver erstellen. Die Nachvollziehbarkeit steigt, da jede Entscheidung auf verknüpften Daten basiert. Auch Kommunikationsprozesse verändern sich. Systeme generieren vorstrukturierte Meldungen für Betriebsleitung und betroffene Bereiche. Inhalte basieren auf analysierten Störungen, bewerteten Risiken und abgeleiteten Maßnahmen. Der manuelle Aufwand sinkt, die Konsistenz der Kommunikation steigt.

Zusätzlich unterstützen dialogbasierte Assistenzsysteme bei der Interpretation komplexer Situationen. Interne Regelwerke, Normen und technische Dokumentationen werden in Echtzeit einbezogen. Fachkräfte greifen auf konsolidiertes Wissen zu, ohne separate Recherche.

Anforderungen an Daten, Infrastruktur und Integration

Die Leistungsfähigkeit KI-basierter Fehleranalyse hängt direkt von der Datenqualität ab. Unvollständige, inkonsistente oder veraltete Daten führen zu fehlerhaften Ergebnissen. Eine strukturierte Datenhaltung und eindeutige Zuordnung von Messwerten zu Betriebsmitteln sind Voraussetzung. Standardisierte Schnittstellen sind erforderlich, um Daten aus Schutztechnik, Leittechnik und IT-Systemen zu integrieren. Kommunikationsprotokolle und Datenformate müssen kompatibel gestaltet sein. Ohne durchgängige Datenbasis bleibt die Analyse fragmentiert.

Die Verarbeitung betrieblicher Daten mit sicherheitskritischem Bezug verlangt eine Architektur, die Kontrolle über Datenflüsse und Auswertungslogik vollständig im eigenen Verantwortungsbereich hält. In der Praxis bedeutet das eine lokale oder zumindest teilentkoppelte Verarbeitung, bei der Modelle direkt innerhalb der Betriebsinfrastruktur laufen und keine Rohdaten nach außen übertragen werden. Dadurch bleibt nicht nur die Datenhoheit erhalten, sondern auch die Möglichkeit, Analyseprozesse eng an bestehende Schutz- und Leitsysteme anzubinden.

Downloadtipps der Redaktion

Arbeitsanweisung: Spannungsprüfung an Kunststoffkabeln

Hier gelangen Sie zum Download.

Prüfprotokoll für ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel

Hier gelangen Sie zum Download.

Checkliste: Energiemanagementsystem nach DIN VDE 0100-801

Hier gelangen Sie zum Download.

Formular: Bestellung zur Elektrofachkraft

Hier gelangen Sie zum Download.

KI in den Arbeitsprozess passend einführen

Die Einführung von KI-Systemen erfolgt nicht ad hoc, sondern entlang eines klar definierten technischen Prozesses. Anforderungen an Erkennungsgenauigkeit, Reaktionsverhalten und zulässige Fehlerraten müssen vor der Modellierung festgelegt werden, damit die spätere Bewertung reproduzierbar bleibt. Auf dieser Basis werden Modelle trainiert, gegen reale oder simulierte Betriebsszenarien geprüft und erst dann in produktive Umgebungen integriert. Der Betrieb endet nicht mit der Inbetriebnahme, da Modelle kontinuierlich überwacht und mit aktuellen Daten abgeglichen werden müssen, um Abweichungen früh zu erkennen.

Der Einsatz von KI in Stromverteilungen erfolgt im Umfeld kritischer Infrastrukturen, wodurch sich der Fokus automatisch auf Betriebssicherheit und Nachvollziehbarkeit verschiebt. KI-Systeme liefern Auswertungen und priorisieren Auffälligkeiten, greifen jedoch nicht eigenständig in Schutz- oder Schaltprozesse ein. Die Entscheidung verbleibt beim Fachpersonal, das die Ergebnisse im Kontext der Anlage bewertet und daraus Maßnahmen ableitet. Damit bleibt die technische Verantwortung eindeutig zugeordnet, auch wenn die Analyse zunehmend datengetrieben erfolgt.

Parallel dazu steigt die Bedeutung einer lückenlosen Dokumentation. Datenbasis, Modellparameter und Bewertungslogik müssen so erfasst werden, dass jede Analyse auch im Nachhinein überprüfbar bleibt. Das betrifft nicht nur interne Qualitätsanforderungen, sondern auch externe Prüfungen im Rahmen von Audits oder behördlicher Kontrolle. Ohne diese Transparenz verliert die Analyse ihren technischen Wert.

Die Datenbasis ist wichtig für KI-Lösungen

Die Leistungsfähigkeit von KI-Systemen hängt direkt von der verfügbaren Datenbasis ab. Fehlende Historien, inkonsistente Messwerte oder uneinheitliche Datenstrukturen wirken sich unmittelbar auf die Ergebnisqualität aus und begrenzen die Aussagekraft der Modelle. Hinzu kommt, dass die gelieferten Resultate keine physikalischen Ursachen beschreiben, sondern statistische Auffälligkeiten und Muster. Die Interpretation dieser Ergebnisse bleibt eine fachliche Aufgabe und erfordert Erfahrung im Umgang mit der jeweiligen Anlage.

Herausforderungen bei der Arbeit mit KI

Im laufenden Betrieb treten weitere Herausforderungen auf. Änderungen an

- Anlagenkonfiguration,
- Lastprofilen
- oder Betriebsstrategien verschieben die Datengrundlage und können zu Fehlbewertungen führen, wenn Modelle nicht angepasst werden.

Ebenso lassen sich Fehlalarme nicht vollständig vermeiden, wodurch eine zusätzliche Validierungsebene notwendig bleibt. Ohne kontinuierliche Pflege und Nachjustierung verlieren KI-Modelle schrittweise an Aussagekraft.

Auch organisatorisch ergeben sich Reibungspunkte, da Datenanalyse, IT-Systeme und elektrotechnischer Betrieb unterschiedliche Verantwortungsbereiche abdecken. Eine funktionierende Integration erfordert abgestimmte Prozesse, gemeinsame Datenmodelle und Fachpersonal, das beide Welten verbindet. Mit zunehmender Durchdringung von Sensorik und digitaler Infrastruktur verschiebt sich der Schwerpunkt der Fehleranalyse. Statt reaktiver Auswertung nach einem Ereignis rückt die kontinuierliche Zustandsbewertung in den Vordergrund. Abweichungen werden früher erkannt, Zusammenhänge zwischen Einzelereignissen werden sichtbar, und die Ableitung von Maßnahmen erfolgt auf einer deutlich breiteren Datenbasis.

Für Elektrofachkräfte verändert sich damit weniger die Verantwortung als vielmehr der Arbeitsansatz. Die Bewertung technischer Zustände bleibt zentral, wird jedoch durch datenbasierte Analysen ergänzt, die Zusammenhänge schneller sichtbar machen und Entscheidungen fundierter vorbereiten.

Kurz & knapp: KI in der Fehleranalyse

- Erkennt Fehler früher: KI identifiziert Anomalien oft vor klassischen Schutzsystemen.
- Skaliert mit Daten: Je besser die Datenbasis, desto zuverlässiger die Diagnose.
- Praxisfähig – mit Einschränkungen: Prognosen und Anomaliedetektion sind einsatzreif, sicherheitskritische Anwendungen nicht.
- Verifikation entscheidend: Ergebnisse müssen technisch überprüfbar sein – keine Black Box.
- Regulatorisch streng: KI in der Energieversorgung unterliegt hohen Anforderungen (EU AI Act).
- Klar begrenzt: Fehlalarme, Datenlücken und Modellfehler bleiben – Verantwortung liegt bei der Elektrofachkraft.

Weitere Beiträge zum Thema

KI-basierte Stromversorgungssysteme für GPU-Racks und KI-Cluster

Künstliche Intelligenz (KI)

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

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

Analyse von Cybersicherheitsbedrohungen in modernen elektrischen Steuerungssystemen

KI-basiertes Lastmanagement für USV-Systeme in Rechenzentren und Industrieanlagen (Teil 1)

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.