

Predictive Maintenance Stromnetze

Datengetriebene Netzüberwachung

Strom und Wärmenetze



Schleswig-Holstein Netz AG
E.ON Digital SE

<https://www.eon.com/de/kontakt.html>

<https://www.eon.com/de/ueber-uns/presse/pressemitteilungen/2018/kuens-tliche-intelligenz-warnt-vor-zukuenftigen-stromausfaellen.html>



© eon.com

TRL	●●●●●●●●
Datenkomplexität	●●●
Kosten & Energie	●●
Umfang	●●●
Wirkung	●●●
Machbarkeit	●●●

● Gering, ●● Mittel, ●●● Hoch

Datengetriebene Überwachung und frühzeitige Fehlererkennung für Netzinfrasturktur zur Steigerung der Verfügbarkeit

ANWENDER
Netzbetreiber,
Energieversorger



Für Predictive Maintenance für Stromnetze können heterogene Datenquellen (GIS/Asset-Daten, Störungshistorie, SCADA-Zeitreihen, Wetterdaten, inspektionsbasierte Messungen) mit datengetriebenen Modellen kombiniert werden, um den verbleibenden Lebenszustand (Health Index) und die Ausfallwahrscheinlichkeit von Kabelabschnitten frühzeitig zu prognostizieren. Typische Architektur beinhaltet Datensammlung & -harmonisierung, Feature-Engineering (Alter, Material, Lastzyklen, Temperatur, Feuchte, Blitzeignisse, frühere Störungen), Modellentwicklung, sowie die Integration in die operativen Abläufe des Unternehmens. Digitale Zwillinge können physikalische Alterungsprozesse ergänzen (physics-informed Machine Learning). Validierung über Backtesting auf historischen Ausfällen und Feldpiloten. Für produktiven Betrieb sind robuste Datenpipelines, regelmäßige Modell-Trainings und Monitoring entscheidend.

Datengetriebene Überwachung und frühzeitige Fehlererkennung für Netzinfrasturktur zur Steigerung der Verfügbarkeit und Minimierung ungeplanter Ausfälle

Verbesserte Instandhaltung

Reduktion von Bau- und Erdarbeiten zu Reparaturzwecken

Verbesserte Investitionssicherheit
Kosteneinsparungen



VERWENDETE KI-TECHNOLOGIE

Prozessoptimierung

Digitaler Zwilling & simulationsgestützte KI

Predictive Maintenance





IMPLEMENTIERUNG

Eine praktikable Implementierungsstrategie kann sich in fünf Phasen gliedern:

- (1) Datensammlung und Bestandsaufnahme: Assetidentifikation, Datenquellen (GIS, SCADA, Störungslogs, Prüfprotokolle), Datenqualität und regulatorische Anforderungen; ggf. Stakeholder-Mapping (Netzwerk, IT, Asset-Management).
- (2) Proof-of-Concept: Auswahl eines begrenzten Versorgungsgebiets oder Kabeltyps; Aufbau einer sicheren Datenpipeline; Modellentwicklung; KPI-Definition und Evaluation mittels historischer Ausfalldaten
- (3) Pilot & Feldvalidierung: Rollout für ausgewählte Netzsegmente, paralleler Betrieb zum etablierten Wartungsprozess, Monitoring der Vorhersagequalität, Sammeln von Feedback aus operativen Teams und Domänenexpert:innen;
- (4) Skalierung und Integration in bestehende Systeme. Klare Abläufe für die Priorisierung von Maßnahmen und eindeutig festgelegte Verantwortlichkeiten.
- (5) Betrieb und kontinuierliche Verbesserung: Dauerhafte Überwachung im laufenden Betrieb. Erfolgreich ist das System, wenn es Ausfälle nachweislich vermeidet und Investitionen besser steuerbar macht. Mit der Zeit lassen sich zusätzliche Datenquellen einbinden. "



LESSONS LEARNED

Über den konkreten Anwendungsfall bei E.ON sind nur ein paar wenige Pressemeldungen vorhanden, laut denen sich Störungen im Stromnetz mit einer 2 bis 3-mal höheren Genauigkeit vorhersagen lassen als mit bisher verwendeten Verfahren. Weitere wissenschaftliche Studien zeigen ebenfalls, dass ein mittels Machine Learning entwickelter „Health Index“ für Mittelspannungskabel mit hoher Genauigkeit degradierende Kabel erkennt — und so laut Studie eine Verbesserung der Fehlererkennung von bis zu 30 % führt.

Ein weiterer aktueller Übersichtsartikel (2025) mit Fokus auf KI-gestützte Fehlererkennung und predictive maintenance in elektrischen Stromnetzen kommt ebenfalls zum Schluss, dass solche Ansätze unplanmäßige Ausfälle im Schnitt um etwa 35 % reduzieren können. Die verbesserten Vorhersagen eröffnen neue Möglichkeiten für die Instandhaltung der Netzinfrastruktur.





REGULIERUNGEN

Datenschutz-Grundverordnung (EU) 2016/679 (DSGVO)¹

Bei Verarbeitung personenbezogener Daten:

Rechtsgrundlage nach Art 6 Abs 1 DSGVO

Zweckbindung, Datenminimierung (Art 5 DSGVO)

Privacy by Design/Default (Art 25 DSGVO)

Sicherheit der Verarbeitung (Art 32 DSGVO)

Auftragsverarbeitung (Art 28 DSGVO).

Verordnung über künstliche Intelligenz (EU) 2024/1689 (KI-VO)²

Der Einsatz von KI-basierten Prognosesystemen im Stromhandel könnten unter die Kategorie kritische Infrastruktur gemäß Art 6 Abs 2 iVm Anhang III Z 2 KI-VO fallen, wenn die Prognosen unmittelbare Auswirkungen auf die Netzstabilität und Versorgungssicherheit haben. Dies wäre dann der Fall, wenn Handelsentscheidungen automatisiert getroffen werden würden. Fehler oder Manipulationen könnten erhebliche Risiken für Gesellschaft und Wirtschaft haben. Aus dem Einsatz von KI-Systemen im Bereich kritischer Infrastruktur ergeben sich umfassende Compliance-Anforderungen. Ua ist ein kontinuierliches Risikomanagementsystem nach Art 9 KI-VO erforderlich, das mögliche Gefahren über den gesamten Lebenszyklus des Systems identifiziert und minimiert. Ergänzend muss ein Qualitätsmanagementsystem nach Art 17 KI-VO implementiert werden, das interne Prozesse zur Sicherstellung der Konformität und zur fortlaufenden Verbesserung etabliert. Darüber hinaus verlangt Art 11 KI-VO eine detaillierte Dokumentation der verwendeten Daten und Verfahren, während Art 12 KI-VO die automatische Aufzeichnung relevanter Entscheidungen vorschreibt, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Transparenzpflichten nach Art 13 KI-VO stellen sicher, dass Nutzer:innen und Behörden über die Funktionsweise und den Einsatz des Systems informiert werden. Ebenso ist gemäß Art 14 KI-VO eine menschliche Aufsicht sicherzustellen, sodass Eingriffe und Korrekturen jederzeit möglich sind. Art 15 KI-VO verpflichtet zu technischer Robustheit und Cybersicherheit, um Manipulationen und Angriffe

abzuwehren. Art 10 KI-VO fordert die Sicherstellung von Datenqualität sowie die Kontrolle möglicher Bias, damit Prognosen zuverlässig und diskriminierungsfrei erfolgen..

NIS-2-Richtlinie³

<https://www.nis.gv.at/fragen-und-antworten/nis-2-richtlinie/allgemeine-informationen-zu-nis-2.html>

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG)⁴

Unterstützt das Ziel, den Gebäudesektor bis 2040 klimaneutral zu gestalten;

Abstimmung mit den Vorgaben des EWG bei der Wärmeplanung (zB Infrastrukturplanung);

Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – EIWOG 2010⁵

Vorgaben zu Netzzugang;

Netzstabilität, Prognosepflichten und Abweichungsabwicklung;

KI muss Einspeiseprognosen netzdienlich optimieren;

Anforderungen an Markttransparenz; Förderung erneuerbarer Energien;

Anforderungen an Monitoring, Prognosequalität, Messung

Diese Angaben stellen keine abschließende rechtliche Beurteilung dar. Sie dienen ausschließlich der allgemeinen Orientierung. Insbesondere können, abhängig vom konkreten Sachverhalt und der detaillierten Ausgestaltung der jeweiligen Use Cases, weitere rechtliche Regelungen einschlägig sein.

¹ Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung), ABl L 2016/119, 1.

² Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 300/2008, (EU) Nr. 167/2013, (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 und (EU) 2019/2144 sowie der Richtlinien 2014/90/EU, (EU) 2016/797 und (EU) 2020/1828 (Verordnung über künstliche Intelligenz), ABl L 2024/1689, 1.

³ Richtlinie (EU) 2022/2555 des Europäischen Parlaments und Rates vom 14. Dezember 2022 über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 910/2014 und der Richtlinie (EU) 2018/1972 sowie zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2016/1148 (NIS-2-Richtlinie), ABl L 2022/333, 80.

⁴ Bundesgesetz über die erneuerbare Wärmebereitstellung in neuen Baulichkeiten (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG) BGBl I 2024/8.

⁵ Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – EIWOG 2010) BGBl I 2010/110.

