

Methoden der KI im Asset-Management

Datenbasierte Optimierung der Instandhaltung und Erneuerung

Die Optimierung des Asset-Managements wird in den kommenden Jahren eine immer wichtigere Aufgabe der Verteilnetzbetreiber sein. Die Altersstruktur der Betriebsmittel ist hoch. Daher gewinnt eine optimale und kosteneffiziente Strategie zur Instandhaltung und Erneuerung zunehmend an Bedeutung. Durch das Vorantreiben des Digitalisierungsprozesses unter Einsatz innovativer Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) sollen Verteilnetzbetreiber beim Betrieb ihrer Netze hin zu einer höheren Versorgungszuverlässigkeit gekoppelt mit einer optimalen Kosteneffizienz unterstützt werden.

Verteilnetzbetreiber sind gemäß § 11 EnWG zur Wahrung einer zuverlässigen und sicheren Energieversorgung verpflichtet. Aufgrund des stetig steigenden Kostendrucks sind die Unternehmen jedoch immer stärker angehalten, ihre Betriebs- und Investitionskosten unter Wahrung des geforderten Qualitätsniveaus zu reduzieren. Deshalb

muss der Einsatz finanzieller Mittel und personeller Ressourcen für Netzerneuerung, -ausbau und -instandhaltung effizient gestaltet werden [1]. Dabei stellt eine objektive und realitätsgerechte Zustandsbewertung die Basis aller optimierten und wirtschaftlich effizienten Strategien dar. Durch diese können Einsparungs- und Optimierungspotenziale

aufgedeckt und unter anderem der technische Nutzungsvorrat der Betriebsmittel bestimmt und sinnvoll ausgeschöpft werden. Ein Großteil der Betriebsmittel hat bereits seine kalkulatorische oder technisch angenommene Lebensdauer überschritten oder wird diese aufgrund der erhöhten Altersstruktur in der näheren Zukunft erreichen [2]. Die Erneuerung – ausschließlich auf Basis der angenommenen Lebensdauer – würde aufgrund der Vielzahl von Betriebsmitteln vor allem in den Verteilnetzen und des damit einhergehenden großen Anteils am Wiederbeschaffungswert des elektrischen Energieversorgungssystems kurzfristig eine erhebliche Ersatzinvestition bedeuten. Die Anwendung optimierter Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategien ergibt dabei erhebliche Einsparpotenziale [3]. Darüber hinaus kann eine entsprechende Optimierung dazu beitragen, die Versorgungszuverlässigkeit zu erhöhen, indem die begrenzten finanziellen Ressourcen zielgerichtet dort eingesetzt werden, wo das technische Erfordernis am größten ist.

Im Rahmen der strategischen und operativen Planung werden die Bewertungen der Betriebsmittel in Asset-Simulationstools mit Kosten- sowie Netzmodellen verknüpft und daraus Instandhaltungs- und Erneuerungspläne abgeleitet. Neben den technischen und finanziellen Aspekten ist hierbei eine Vielzahl von teils konkurrierenden Anforderungen der Stakeholder zu berücksichtigen. Hierzu gehören Aspekte der Sicherheit, der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes, des Images, des Rechtsrahmens sowie interner Unternehmensvorgaben. Obwohl Asset-Simulationstools vorhanden sind, wird dieses Zusammenspiel zahlreicher Ein-

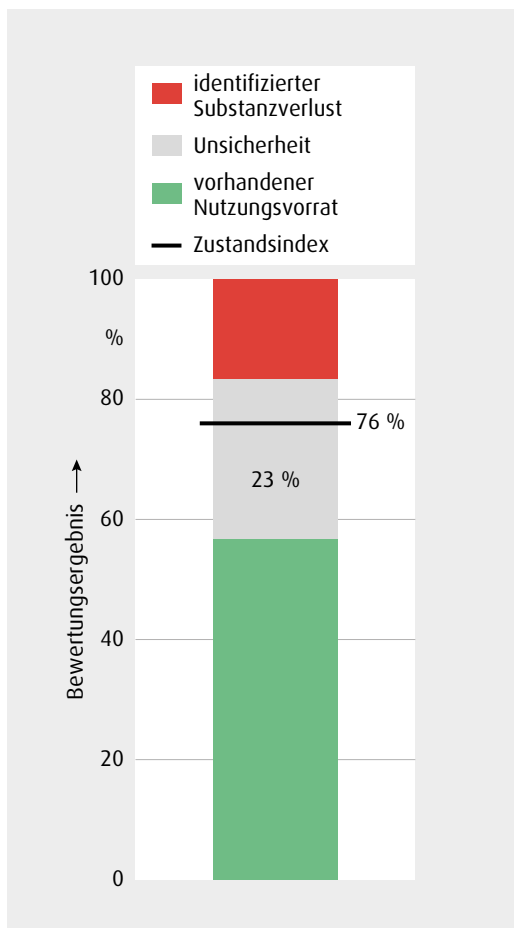


Bild 1. Exemplarische Darstellung des Unsicherheitsbereichs innerhalb eines Zustandsindex (in Anlehnung an [7])

flussfaktoren in der Regel noch manuell im Asset-Management berücksichtigt, wodurch ein kosten- und zeitaufwendiger Prozess entsteht.

Im durch die Energiewende eingesetzten Transformationsprozess der Energielandschaft gewinnt zunehmend die Digitalisierung an Bedeutung. Dabei besteht großes Potenzial, die in den vergangenen Jahren stetig verbesserten Fähigkeiten einer KI im Kontext der Energiewende zu nutzen. Bisher ist der Einsatz von Methoden aus dem Bereich der KI und des maschinellen Lernens auf der Ebene des Asset-Managements für die weitere Optimierung von Instandhaltungs- sowie Erneuerungsstrategien jedoch wenig erforscht. Da KI-Methoden sich sehr gut eignen, komplexe Zusammenhänge und Herausforderungen darzustellen und zu lösen, wird im Rahmen des Projekts »PAM – Predictive Asset Management« die Übertragung solcher Methoden auf die Ebene des Asset-Managements und die Berücksichtigung der zahlreichen genannten Einflussfaktoren für eine optimale Entscheidungsfindung untersucht.

Strategiefindung zur optimierten Instandhaltung und Erneuerung von Ortsnetzstationen

Die Gesamtsystematik zur Optimierung der Asset-Entscheidungen mittels Verfahren der KI soll zunächst an Ortsnetzstationen erprobt werden, da diese zentrale Bestandteile der Verteilnetze darstellen. Die Kenntnis des aktuellen und tatsächlichen Zustands des Anlagenkollektivs sowie dessen Entwicklung über die Zeit sind dabei entscheidend [4]. Ein Anteil von rund 75 % an der Nichtverfügbarkeit elektrischer Energie beim Endkunden resultiert aus dem Störungsgeschehen im Mittelspannungsnetz. Zusätzlich weisen rund 20 % der rund 600 000 Ortsnetzstationen in Deutschland mit mehr als 40 Jahren Betriebsdauer ein erhöhtes Alter auf. Eine effiziente und langfristige Instandhaltung sowie optimierte Erneuerungsstrategien gewinnen daher zunehmend an Bedeutung [5].

Da für die dargestellten Ansätze eine valide ausgeprägte Datenbasis erforderlich ist, werden zunächst Inspektionsergebnisse von Ortsnetzstationen verwendet. Die Verteilnetzbetreiber sind dazu angehalten, in regelmäßigen Abständen ihre Anlagen zu inspizieren. Dazu nutzen diese Inspektions-Checklisten, in denen der Zustand der Betriebsmittel, aber auch Mängel dokumentiert

werden. Unter Verwendung einer bestehenden und vielfach eingesetzten Systematik zur Zustandsbewertung von Ortsnetzstationen sollen zunächst untereinander vergleichbare Zustandsdaten generiert und für die Modelle der KI als Eingangsdaten aufbereitet werden. Eine initiale Transformation der relevanten Eingangsdaten in ein auswertbares Format ist dabei Teil des Projekts.

Aufgrund des geringen Einzelwerts und des großen Kollektivs gleichartiger Betriebsmittel ist für die Zustandsbewertungen in Mittelspannungsnetzen nur ein geringerer Aufwand als bei Betriebsmitteln höherer Spannungsebenen gerechtfertigt [6]. Neben in der Regel turnusmäßig durchgeführten visuellen Inspektionen gewinnen zusätzlich einfache Diagnose- und Messverfahren zunehmend an Bedeutung. Diese lassen sich mit geringem Aufwand während des Betriebs und ohne notwendige Schalt-

maßnahmen einsetzen, um den Zustand möglichst detailliert zu erfassen und damit objektiv sowie realitätsgerecht zu bewerten [5].

Um eine fundierte Entscheidungsgrundlage für das Asset-Management zur Bestimmung von Instandhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen zu schaffen, wurde daher eine übergeordnete Systematik auf Basis der Evidenz-Theorie entwickelt, wobei die abgeleiteten Zustandsindizes den vorhandenen Nutzungsvorrat, bestehende Substanzverluste einer Anlage und einen zugehörigen Unsicherheitsbereich (Aussagekraft der Bewertung) gemäß **Bild 1** realitätsgerecht abbilden [7]. Daraus ergibt sich eine valide Entscheidungsgrundlage, da die Eigenschaften und Aussagekraft der Bewertungsmethoden, die für die Zustandsbewertung zum Einsatz kommen, sowie die Bewertungsqualität berücksichtigt werden können.

Anzeige

ETHERNET PHYSIKALISCH TRENNEN



Netzwerkverbindungen über Protokolle und Digital-I/O zuverlässig automatisieren.



Mit dem **4-Port Ethernet Line Breaker** können vier 10Gbit-Ethernet Portpaare physikalisch ein- und ausgeschaltet werden. Diese können durch Kommunikationsprotokolle ferngesteuert und zusätzlich über Digital-I/O Kanäle automatisiert werden. Zum manuellen Schalten der einzelnen Ports verfügt die Vorderseite über je einen 3-Wege-Schalter.

- Fernwartungszugänge physikalisch absichern
- Redundanzkopplung für Bestandsanlagen
- Anbindung redundanter Internet Service Provider
- Unterstützung zahlreicher Protokolle wie
OPC UA, Modbus, IEC 104, SNMP, Simatic S7 Fetch/Write, uvm...

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Website unter
<https://www.ipcomm.de/ipELB>



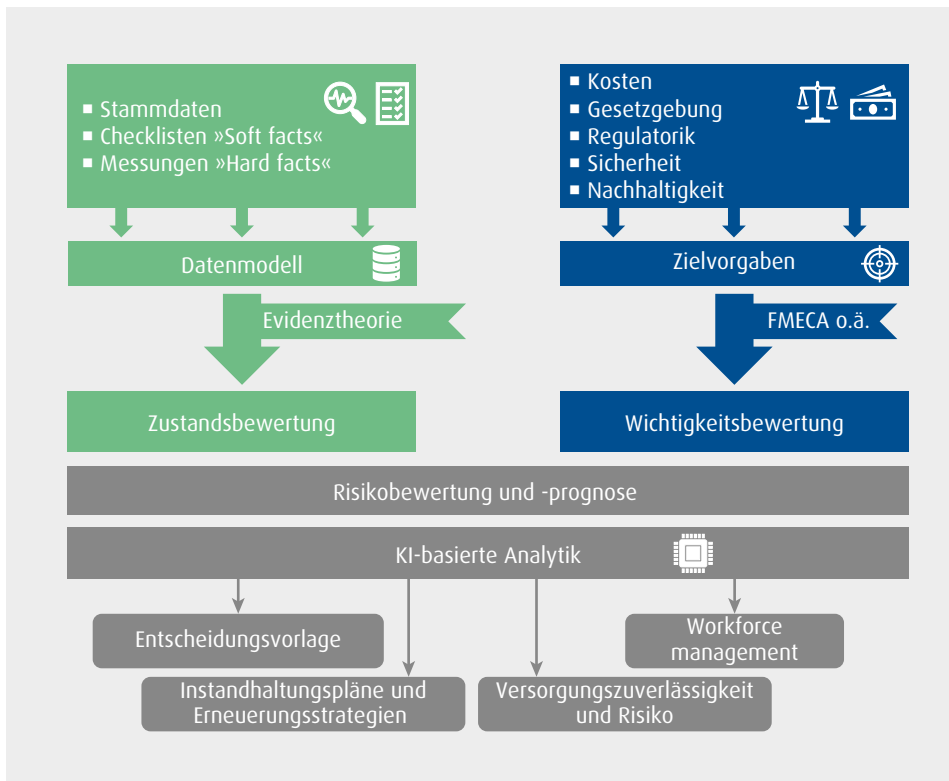


Bild 2. Projektkonzept

Zusätzlich wird eine Netzanalyse durchgeführt, bei der mithilfe von Zuverlässigkeitsberechnungen die Auswirkungen ausgewählter Ortsnetzstationen auf das Gesamtsystem bestimmt werden. Im nächsten Schritt erfolgt eine Bewertung der Auswirkungen auf die Unternehmensziele. Hierbei sind neben einer Analyse der direkten Kosten die Anforderungen der Stakeholder an das Unternehmen und die sich daraus ergebenden Zielvorgaben zu berücksichtigen. Anschließend werden bereits entwickelte und im Bereich des Energievertriebs erfolgreich eingesetzte Methoden der KI auf Anwendungsfälle im Asset-Management adaptiert. Mit der darauffolgenden Ableitung eines Gesamtverfahrens werden optimierte Asset-Entscheidungen im Bereich der Erneuerungs- und Instandhaltungsplanung ermöglicht.

Bild 2 verdeutlicht das Projektkonzept, nachdem eine KI-basierte Analytik die Vielzahl von Daten und Anforderungen zusammenführen und selbstlernend berücksichtigen kann, um optimale Entscheidungen vorzuschlagen.

Fazit, Ausblick sowie Bedeutung für die gesamte Branche der Energieversorgung

Basierend auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik soll es erst-

malig ermöglicht werden, die Methoden einer KI gezielt zur Verbesserung der Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategien sowie der Entscheidungen des Asset-Managements einzusetzen. Dabei sollen alle relevanten Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Durch die mit einer KI verbundenen selbst lernenden Prozesse können darüber hinaus das Verständnis für den Einfluss einzelner Faktoren auf die jeweiligen Entscheidungen des Asset-Managements erhöht und gegebenenfalls bisher nicht bekannte Zusammenhänge aufgezeigt werden. Auf diese Weise soll die Effizienz in den Entscheidungsprozessen erheblich gesteigert werden.

Das Ergebnis einer optimalen Strategiefindung kann dazu führen, dass notwendige Investitionen gegebenenfalls zeitlich verschoben oder wirkungsvoller hinsichtlich der Gesamtkosten und Versorgungszuverlässigkeit getätigt werden. Zudem ist durch darauf aufbauende Anpassungen eine günstigere Energieversorgung bei gleichzeitig hoher Versorgungszuverlässigkeit denkbar. Mit der Optimierung der operativen Kosten kommen die Verteilnetzbetreiber zudem ihrer Aufgabe zur stetigen Verbesserung im Sinne der Erlösobergrenze und dem steigenden Effizienzdruck nach. Letztlich kann ein wesentlicher Beitrag dazu

geleistet werden, die Verteilnetze effizient zu bewirtschaften.

Danksagung

Dieser Beitrag ist auf Basis des Projekts »PAM – Predictive Asset Management« entstanden, das durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Forschungsinitiative »Innovationen für die Energiewende« gefördert wird. Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung dieses Projekts.

Literatur

- [1] Balzer, G.; Schorn, C.: Asset-Management für Infrastrukturanlagen – Energie und Wasser. Springer-Verlag, Berlin, 2014.
- [2] Kaffowski, G.: Systematische Zustandsbewertung von Mittelspannungsanlagen als Grundlage einer optimalen Instandhaltungsstrategie. Dissertation, Universität Siegen, 2013.
- [3] Bühler, J.: Instandhaltungs- und Erneuerungsoptimierung von städtischen Mittelspannungsnetzen. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2013.
- [4] Dalamaras, P.; Zdrallek, M., et al.: Ageing behaviour of medium-voltage substations. Proceedings of the 25th International Conference on Electricity Distribution (Cired), Madrid/Spain, 2019.
- [5] Johae, C.: Realitätsgerechte Zustandsbewertung von Mittelspannungsanlagen

durch Einsatz geeigneter Messverfahren. Dissertation, Bergische Universität Wuppertal, 2018.

[6] Beerboom, D.; Johae, C.; Zdrallek, M., et al.: Realitätsgerechte Zustandsbewertung von Verteilungsnetzen als Basis optimierter Asset-Strategien. Tagungsband zur ETG-Fachtagung »Diagnostik elektrischer Betriebsmittel«, Fulda, 2012.

[7] Pawlowski, E.: Realitätsgerechte Zustandsbewertung gasisolierter Hochspannungsschaltanlagen. Dissertation, Bergische Universität Wuppertal, 2016.

>> **Dirk Gromoll**,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Lehrstuhl für Elektrische
Energieversorgungstechnik,
Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal

Petros Dalamaras,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Lehrstuhl für Elektrische

Energieversorgungstechnik,
Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Markus Zdrallek**,
Leiter des Lehrstuhls für Elektrische
Energieversorgungstechnik,
Bergische Universität Wuppertal,
Wuppertal

Arkadius Mateja,
Leiter Kompetenzfeld Erzeugung &
Infrastruktur,
Energieforen Leipzig GmbH, Leipzig

Andreas Hänel,
Leiter Kompetenzfeld Analytik und IT,
Energieforen Leipzig GmbH, Leipzig

Dr. **Daniel Merk**,
Data-Scientist,
Energieforen Leipzig GmbH, Leipzig

Mike Beck,
Partner, Meliorate GmbH, Berlin

Patrick Horn,
Technik Netze Strom,
Stadtwerke Troisdorf GmbH, Troisdorf

Lukas Lenz,
Technischer Asset Manager,
Stromnetz Hamburg GmbH, Hamburg

>> gromoll@uni-wuppertal.de
petros.dalamaras@uni-wuppertal.de
zdrallek@uni-wuppertal.de
arkadius.mateja@energieforen.de
andreas.haenel@energieforen.de
daniel.merk@energieforen.de
mike.beck@meliorate.de
hornp@stadtwerke-troisdorf.de
lukas.lenz@stromnetz-hamburg.de

>> www.evt.uni-wuppertal.de
www.energieforen.de
www.meliorate.de
www.stadtwerke-troisdorf.de
www.stromnetz-hamburg.de

Anzeige

VDE
VERLAG
Technik. Wissen. Weiterwissen.

**Mit Technikkwissen Energie sicher nutzen:
Smart Metering – die Digitalisierung der Energiewende mit intelligenten Messsystemen**

Das Praxishandbuch Messstellenbetriebsgesetz dient als Leitfaden für die vom Gesetzes-Rollout betroffenen Marktakteure und zeigt, welche Risiken und Chancen mit der Umsetzung der Rechtspflichten des MsbG verbunden sind. Dabei werden auch Aspekte der Digitalisierung, mögliche neue Geschäftsmodelle und neue Technologien betrachtet.

2019
XXXIII, 523 Seiten
99,- € (Buch/E-Book)
138,60 € (Kombi)

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Sowohl das E-Book als auch das Kombiangebot (Buch + E-Book) sind ausschließlich auf www.vde-verlag.de erhältlich. Dieses Buch können Sie auch in Ihrem Onlineportal für DIN-VDE-Normen, der Normenbibliothek, erwerben.

Werb.-Nr. 2109042

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/buecher/664695

