

FLEMING:

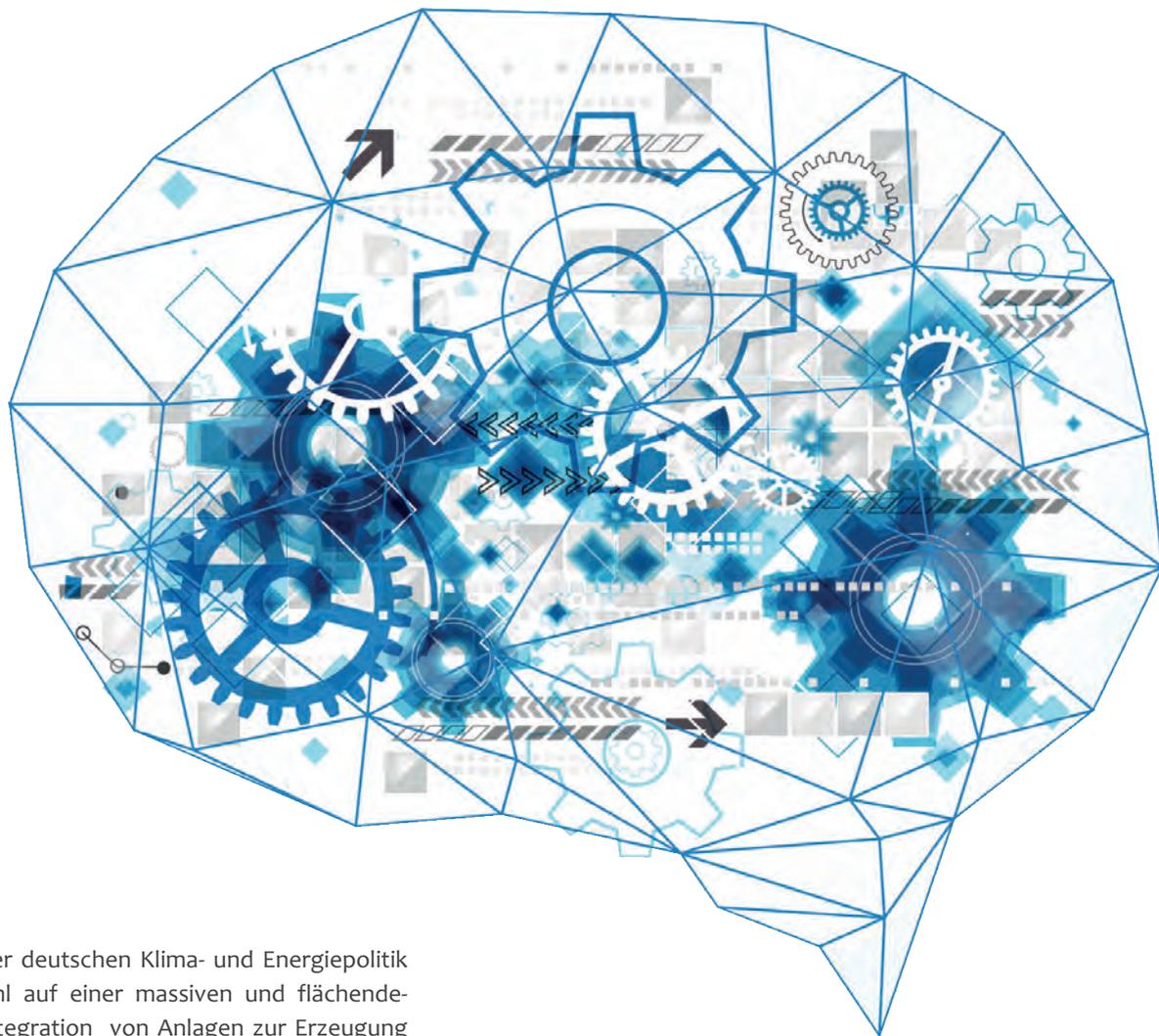
Die Welt wird e-mobil – Wie belastete Verteilnetze trotzdem stabil bleiben

Erneuerbare Energien und Elektromobilität haben schon heute einen erheblichen Einfluss auf die Stabilität des Stromverteilnetzes in Deutschland. Mit dem kontinuierlichen Ausbau der erneuerbaren Energien und der steigenden Anzahl batteriebetriebener Elektrofahrzeuge wird sich dieser Trend noch verstärken. Dies führt zu einer höheren Beanspruchung der Komponenten, insbesondere im Verteilnetz. Um die Netzstabilität zu gewährleisten, müssen Verteilnetzbetreiber in der Lage sein, den Zustand der Komponenten zu überwachen und drohende Störungen durch Prognosen schon im Vorfeld zu beheben. Ein im Rahmen des Projekts ‚FLEMING‘ entwickeltes Informationslogistik-Konzept legt den Grundstein für die Realisierung von Predictive Maintenance für diese Komponenten, das sich zusätzlich gut in die bestehenden Systeme der Verteilnetzbetreiber integrieren lässt. >

FLEMING:

The World is Becoming E-Mobile – How Loaded Distribution Grids Nevertheless Remain Stable

Renewable energies and electromobility already have a significant impact on the stability of the electricity distribution grid in Germany. With the continuous expansion of renewable energies and the increasing number of battery-powered electric vehicles, this trend will intensify. This will lead to higher stress on components, especially in the distribution grid. In order to ensure grid stability, distribution grid operators must be able to monitor the condition of the components and remedy impending faults in advance by means of forecasts. An information logistics concept developed as part of the ‘FLEMING’ project lays the foundation for the realization of predictive maintenance for these components, which can also be easily integrated into the distribution grid operators’ existing systems. >



Der Fokus der deutschen Klima- und Energiepolitik liegt sowohl auf einer massiven und flächendeckenden Integration von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien¹ als auch auf der Installation von Ladestationen für Elektromobilität in das bestehende Stromnetz. Die daraus resultierenden zahlreichen Lastschwankungen², z. B. durch dezentrale Solaranlagen, sowie der zeitlich und räumlich konzentrierte Energiebedarf durch Ladeinfrastruktur (E-Mobilität) führen zu einer sehr großen Belastung elektrischer Betriebsmittel und Komponenten bis hin zu deren Überlastung, etwa von Schaltanlagen. Um die Ziele der Energie- und Mobilitätswende bei gleichbleibender Versorgungsqualität zu erreichen, benötigen Netzbetreiber ein verbessertes Verständnis über den aktuellen Zustand und drohende Ausfälle von Komponenten. Gleichzeitig stehen die Netzbetreiber, und insbesondere die Verteilnetzbetreiber, unter einem steigenden Effizienz- und Kostendruck.

Ziel des Forschungsvorhabens ‚FLEMING‘ ist es daher, die kontinuierliche Funktionsüberwachung durch einen erhöhten Sensoreinsatz in den Anlagen des Verteilnetzes, gepaart mit der Verwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI), zu ermöglichen. Die kontinuierliche

The focus of German climate and energy policy is both on a massive and area-wide integration of renewable energy generation plants¹ and on the integration of charging stations for e-mobility into the existing power grid. The resulting numerous load fluctuations², e.g., due to decentralized solar plants, as well as the temporally and spatially concentrated energy demand due to charging infrastructure (e-mobility) lead to a very large load on electrical equipment and components, up to and including their overload, for example, on switchgear. In order to achieve the goals of the energy and mobility transition while maintaining the same quality of supply, grid operators need an improved understanding of the current status and impending failures of components. At the same time, grid operators, and in particular distribution grid operators, are under increasing efficiency and cost pressure.

The goal of the FLEMING research project is therefore to enable continuous function monitoring through increased sensor deployment in distribution grid assets

¹s. RENN U. MARSHALL 2016, S. 224; SCHIFFER 2019, S. 145 – 147

²s. BUNDESNETZAGENTUR 2019, S. 28; GOOP ET AL. 2016, S. 273

¹RENN AND MARSHALL 2016, p. 224; SCHIFFER 2019, p. 145 – 147

²BUNDESNETZAGENTUR 2019, p. 28; GOOP ET AL. 2016, p. 273

Funktionsüberwachung ermöglicht den Netzbetreibern, trotz des genannten steigenden Effizienz- und Kostendrucks die Versorgungsqualität beizubehalten. Das Projekt trägt damit zu einer erfolgreichen Energie- und Mobilitätswende in Deutschland bei.

Der überwiegende Teil der Verteilnetzbetreiber arbeitet bereits mit verschiedenen Informationssystemen, um die verfügbaren Daten digital zu erfassen und zu bearbeiten. Die Unterschiede in den eingesetzten Systemen und Applikationen sowie deren Funktionsumfang variieren sehr stark zwischen den Verteilnetzbetreibern. Hinzu kommen gesetzliche und regulatorische Vorschriften für die Versorgungssicherheit, im Rahmen derer diverse Prozesse und Vorgänge beachtet werden müssen. Die kontinuierliche Funktionsüberwachung muss daher so gestaltet werden, dass sie den verschiedenen Systemumgebungen und Regularien Rechnung trägt. Im Rahmen des Projekts wurden Workshops mit Verteilnetzbetreibern durchgeführt und deren Prozesse, Abläufe, Applikationen und Informationssysteme aufgenommen, um die Rahmenbedingungen und relevanten Anforderungen zu identifizieren. Neben der Erfassung des Status quo wurden die Ergebnisse der Workshops in Anwendungsfalldiagrammen und einem Informationslogistikkonzept dargestellt und in weiteren Workshops mit den Verteilnetzbetreibern validiert. Das Informationslogistik-Konzept ist für den weiteren Projektverlauf Ausgangspunkt zur Ausgestaltung relevanter Entwicklungen zur Realisierung der kontinuierlichen Funktionsüberwachung.

Schaltanlagenmanagement in Verteilnetzen durch Netzbetreiber

Netzbetreiber verfolgen bei der Wartung des Netzes und den Anlagen unterschiedliche Ansätze, die von Faktoren wie der Region oder Größe des Netzes und der Platzierung der Anlage abhängen. Die meisten Betreiber setzen auf die Strategie der vorbeugenden Wartung und führen die Wartungsarbeiten nach einem festgelegten Zeitplan durch. Hohe Aufwände durch den physischen Einsatz von Personal an den Anlagenstandorten sind hier die Folge. Zudem schicken die Betreiber ihre Mitarbeiter:innen zur Überprüfung der Anlagen auf eine festgelegte Route, um eine manuelle Bewertung des Zustands aller eingesetzten Anlagen mithilfe von Infrarotgeräten vorzunehmen. Für die regelmäßige Wartung fahren die Techniker:innen auf einer festgelegten Route. Zur Prüfung haben sie dann Infrarotmessgeräte dabei. Durch diese Tourenplanung haben die Techniker:innen nur eine Standardausrüstung und eine geringe Anzahl von Ersatzteilen im Fahrzeug. Dadurch kann es vorkommen, dass nicht alle notwendigen Teile zur Durchführung der Wartung vorhanden sind.

coupled with the use of artificial intelligence (AI) methods. Continuous function monitoring enables grid operators to maintain supply quality despite increasing efficiency and cost pressures. The project thus contributes to a successful energy and mobility transition in Germany.

The majority of distribution grid operators already work with various information systems to digitally capture and process the available data. The differences in the systems and applications used, as well as their range of functions, vary greatly between the various distribution grid operators. In addition, there are legal and regulatory requirements for the supply security with various processes and procedures that must be observed. Continuous function monitoring must therefore be designed to take the different system environment and regulations into account. As part of the project, workshops were held with distribution grid operators and their processes, procedures, applications and information systems were recorded in order to identify the framework conditions and relevant requirements. After recording the status quo, the results of the workshops were presented in use case diagrams and an information logistics concept and validated in further workshops with the distribution grid operators. The resulting information logistics concept is the starting point for the design of relevant developments for the realization of the continuous function monitoring.

Switchgear Management in Distribution Grids by Grid Operators

Grid operators take different approaches to grid and equipment maintenance, depending on factors such as the region or size of the grid and the placement of the equipment. Most operators rely on the preventive maintenance strategy and perform maintenance work according to a set schedule. High expenses due to the physical deployment of personnel at the plant locations are the result here. In addition, operators send their staff to inspect the equipment on a fixed route to perform a manual assessment of the condition of all the equipment using infrared cameras. For regular maintenance, the technicians travel along a fixed route. They then have infrared measuring devices with them for the inspection. This route planning means that the technicians only have standard equipment and a small number of spare parts in their vehicles. As a result, it is possible that not all the parts needed to perform the maintenance are available.

Umwelteinflüsse tragen ebenfalls dazu bei, dass Ausfälle an den Anlagen unerwartet auftreten können. Anlagen in der Nähe von Rapsfeldern neigen beispielsweise dazu, häufiger und schneller auszufallen als andere, was zur Folge hat, dass sie wartungs- und kostenintensiver sind. Um derartige Probleme zu lösen, gehen einige Betreiber bereits dazu über, verschiedene Wartungsstrategien zu nutzen. So haben sie beispielsweise innerhalb der Organisation genügend Wissen über die Robustheit von Anlagen gesammelt und versuchen, diese bis kurz vor den Ausfallpunkt zu betreiben. Keiner der befragten Netzbetreiber setzt eine permanente Zustandsüberwachung in Kombination mit einer Predictive-Maintenance-Anwendung ein.

Ergebnisse der Interviews und Entwicklung von Anwendungsfalldiagrammen

Um eine ganzheitliche Sicht auf die Interaktion der Bediener von Schaltanlagen zu erhalten, wurden die Prozesse entlang des Lebenszyklus aufgenommen: Von der Installation über Betrieb und Wartung bis zur Demontage wurden die relevanten Rollen, Systeme, Aufgaben und Informationen dokumentiert (s. Table 1).

Die Abläufe und Erkenntnisse wurden in Usecases und Usecase-Diagrammen systematisiert. Diese wurden anschließend innerhalb des Projektkonsortiums und von den Netzbetreibern begutachtet und validiert. So wurde beispielsweise der Usecase „Incident Management“ im Detail besprochen. Der Vorarbeiter hat eine Störungsmeldung und eine entsprechende Aufgabe in einem Dateninformationssystem (kurz DIS) erhalten, um diese Störung zu untersuchen. Ein Vorarbeiter bildet in der Regel ein Team mit einem Installateur, beide sind für die Untersuchung der Störung verantwortlich. Dazu gehört auch die Fehlerklassifizierung, um den Ursprung des Vorfalls zu melden, falls ein Fehler gefunden wird. Sobald der Fehler identifiziert ist, führt der Installationstechniker die Reparatur durch. Dazu muss der Installationstechniker Material aus dem Lager des Unternehmens entnehmen. Das Materialhandling wird in der Regel in einem Enterprise-Resource-Planning-System (ERP-System) dokumentiert, um das Material genau zu zählen und die

Environmental factors also contribute to unexpected equipment failures. Plants near canola fields, for example, tend to fail more frequently and more quickly than others, making them more maintenance-intensive and costly. To address such issues, some operators are already moving to use a variety of maintenance strategies. For example, they have accumulated enough knowledge within the organization about the robustness of assets and try to operate them until close to the point of failure. None of the surveyed grid operators have permanent condition monitoring in combination with a predictive maintenance application.

Results of the interviews and development of use case diagrams.

To obtain a holistic view of the interaction of switchgear operators, the processes along the life cycle were recorded: From installation to operation and maintenance to disassembly, the relevant roles, systems, tasks and information were documented (Table 1).

The processes and findings were systematized in use cases and use case diagrams. These were then reviewed and validated within the project consortium and by the grid operators. The foreman received a fault report and a corresponding task in a data information system (DIS for short) to investigate this fault. For example, the “Incident Management” use case was discussed in detail. A foreman usually forms a team with an installer, and both are responsible for investigating the fault. This includes fault classification to report the origin of the incident if a fault is found. Once the fault is identified, the installer performs the

Roles	Information Systems
Urbanist	Geographic Information System (GIS)
Technical planner	Enterprise Resource Planning System (ERP)
Foreman	Data Information System (DIS)
Installation technician	-
Grid control center employee	-

Table 1: Overview of roles and information systems used

entstehenden Kosten zuzuordnen. Zur Durchführung der Reparatur gehört ebenfalls die Erstellung eines Reparaturprotokolls. Da die meisten Schaltanlagen noch nicht mit dem Internet verbunden sind, soll der Monteur nicht nur die Reparaturtätigkeiten dokumentieren, sondern auch zusätzliche Informationen, etwa zum augenscheinlichen Zustand und zur Sauberkeit der Schaltanlage, sowie die Schaltzahlen ergänzen. Neben dem gezeigten Anwendungsfall wurden im Rahmen des Projekts weitere Anwendungsfälle wie „Betrieb und Überwachung“, „Wartung“ und „Anlagentausch“ ausgearbeitet, um eine ganzheitliche Sicht auf die relevanten Anwendungsfälle für Verteilnetzbetreiber zu erhalten.

Ableitung eines informationslogistischen Konzepts

Auf Basis der Usecases wurde anschließend ein Informationslogistik-Konzept abgeleitet, das die Datenflüsse zwischen Akteuren und Datenbanken visualisiert. Das informationslogistische Konzept veranschaulicht den Datenfluss für den zuvor beschriebenen Anwendungsfall „Störfallmanagement“. Statische und einige variable Daten der Anlage werden üblicherweise in einem geografischen Informationssystem und einem Dateninformationssystem gespeichert. Durch die Netzüberwachung (meist Spannungs- und Strommessung an bestimmten Messpunkten) kann die Netzleitstelle bestimmte Arten von Störungen auf Regionen eingrenzen. Wird eine Störung im Netz gemessen und identifiziert, erhält der Vorarbeiter von der Netzleitstelle eine Benachrichtigung über die Netzstörung „auf Abruf“, d. h., die Netzleitstelle übermittelt diese Information an den Vorarbeiter („Daten-Push“). Notwendige Informationen, wie z. B. geografische Daten, um ein Reparaturteam zum Einsatzort zu leiten, werden „auf Abruf“ aus dem geografischen Informationssystem gezogen und zusammen mit einem Reparaturauftrag an den Industrietechniker oder, wie zuvor genannt, den Installateur weitergeleitet. Die erfassten Reparatur- und Wartungsdaten werden gesammelt und in einem Dateninformationssystem digital gespeichert.

repair. To do this, the installation technician must take material from the company’s warehouse. Material handling is usually documented in an enterprise resource planning (ERP) system to accurately count the material and allocate the costs incurred. Carrying out the repair also involves creating a repair log. Since most switchgears are not yet connected to the Internet, the installer should not only document the repair activities, but also add additional information, such as the apparent condition and cleanliness of the switchgear, as well as the switching numbers. In addition to the use case shown, other use cases such as “operation and monitoring,” “maintenance,” and “plant replacement” were developed as part of the project to provide a holistic view of the relevant use cases for distribution grid operators.

Derivation of an information logistics concept

Based on the use cases, an information logistics concept was then derived that visualizes the data flows between actors and databases. The information logistics concept illustrates the data flow for the previously described use case “incident management”. Static and some variable data of the plant are usually stored in a geographic information system and a data information system. Grid monitoring (usually voltage and current measurement at specific measuring points) allows the grid control center to isolate certain types of faults to regions. If a disturbance is measured and identified in the grid, the foreman receives notification of the grid disturbance from the grid control center “on demand,” i.e., the grid control center transmits this information to the foreman (“data push”). Necessary information, such as geographic data to direct a repair team to the job site, is pulled “on demand” from the geographic information system and forwarded to the industrial technician or, as previously mentioned, the installer, along with a repair order. The captured repair and maintenance data is collected and stored digitally in a data information system.



Wie bereits beschrieben, wird dieses Informationslogistik-Konzept im weiteren Projektverlauf dafür genutzt, ein Design für die Integration der Funktionsüberwachung zu entwickeln und in die bestehenden Datenflüsse zu integrieren. Die Visualisierung unterstützt dabei, die bedarfsgesteuerten Informationsflüsse zu identifizieren. Darüber hinaus können auf dieser Grundlage die benötigten Funktionalitäten diskutiert und detailliert werden, um letztendlich die Anforderungen der Nutzer (Netzbetreiber) zu erfüllen.

brm

As already described, this information logistics concept will be used in the further course of the design to develop a concept for the integration of function monitoring and to integrate it into the existing data flows. The visualization supports the identification of the demand-driven information flows. In addition, the required functionalities can be discussed and detailed on this basis in order to ultimately meet the requirements of the users (grid operators).

brm

Literatur

BUNDESNETZAGENTUR FÜR ELEKTRIZITÄT, GAS, TELEKOMMUNIKATION, POST UND EISENBAHNEN (Hrsg.): Bericht zum Zustand und Ausbau der Verteilernetze 2018. Berichte der Verteilnetzbetreiber gem. § 14 Abs. 1a und 1b EnWG. Bonn, Oktober 2019, aktualisiert September 2020. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/ZustandAusbauVerteilernetze2018.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Link zuletzt geprüft: 29.07.2021)

GOOP, J.; ODENBERGER, M.; JOHANSSON, F.: Distributed solar and wind power – Impact on distribution losses. In: Energy 112 (2016), S. 273 – 284.

RENN, O.; MARSHALL, J. P.: Coal, nuclear and renewable energy policies in Germany: From the 1950s to the “Energiewende”. In: Energy Policy 99 (2016), S. 224 – 232.

Schiffer, H.-W.: Zielvorgaben und staatliche Strategien für eine nachhaltige Energieversorgung. In: Wirtschaftsdienst 99 (2019) 2, S. 141 – 147.

If you are interested in learning more about this project, or if you would like to get involved or discuss the topics, we look forward to your inquiry.

Project title: FLEMING

Funding/Promoters: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); Projektträger Jülich (PtJ); Forschungszentrum Jülich GmbH

Funding no.: 03EI6012D

Project Partner: WestfalenWIND GmbH, ABB AG Forschungszentrum Deutschland; Gruppe Intelligente Systeme und Maschinelles Lernen der Universität Paderborn (SICP); Heimann Sensor GmbH; Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT); Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliche Informationssysteme der Universität Paderborn (SICP); SÜC Energie und H2O GmbH

Website: projekt-fleming.de

The collaborative research project ‘FLEMING’ (duration: September 2019 to August 2022) is funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (“Bundesministerium für Wirtschaft und Energie”, BMWi) based on a resolution of the German Bundestag.



Martin Bremer, M.Sc.
Project Manager
Information Management
FIR e. V. at RWTH Aachen University
Phone: +49 241 47705-511
Email: Martin.Bremer@fir.rwth.aachen.de

