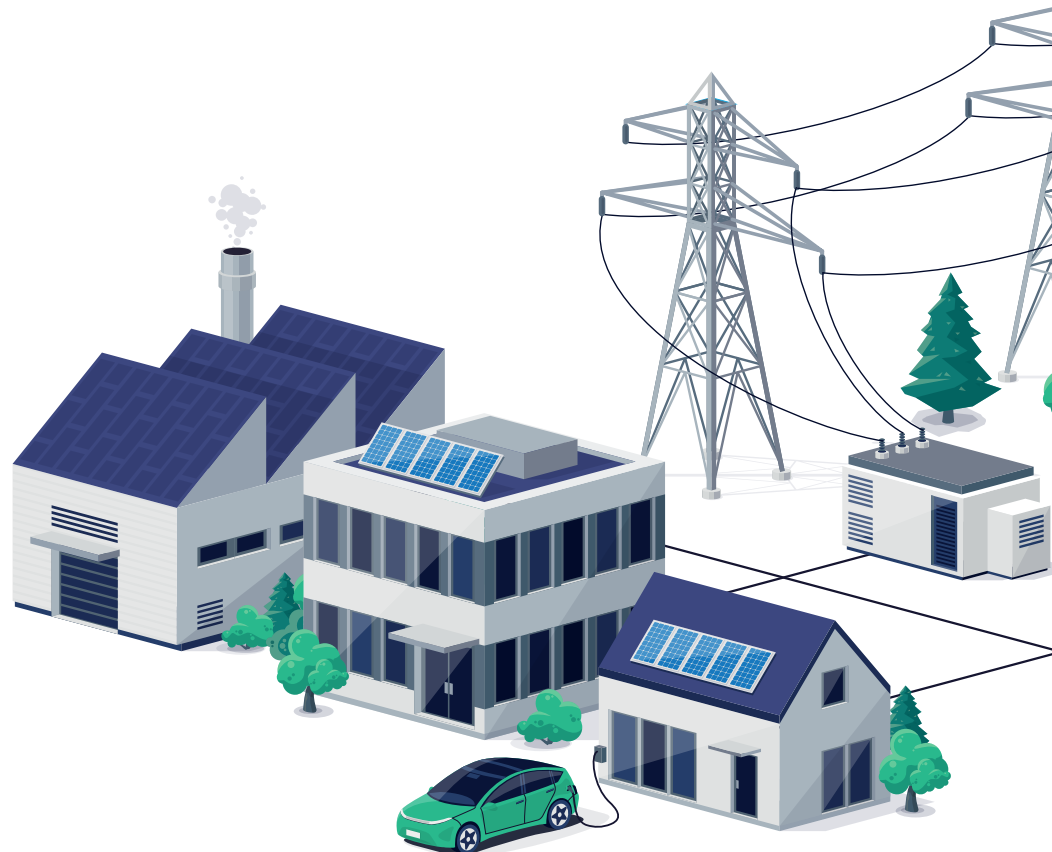


AProSys:

Die Energiewende in Ihrer Nachbarschaft

Das deutsche Stromverteilnetz steht vor erheblichen Herausforderungen, die durch den Übergang zu erneuerbaren Energien und die zunehmende Elektrifizierung der Mobilität weiter verstärkt werden. Diese Veränderungen führen zu einer unvorhersehbaren Dynamik in der Belastung der Verteilnetzinfrastruktur. Dabei spielen insbesondere die Ortsnetzstationen und Umspannwerke, die Sie als kleine Häuschen oder Kästen in Ihrer Nachbarschaft kennen, eine besondere Rolle, da deren Ausrüstung oft veraltet und für die aktuellen Anforderungen nicht ausgelegt ist. Mit dem Projekt ‚AProSys – KI-gestützte Assistenz- und Prognosesysteme für den nachhaltigen Einsatz in der intelligenten Verteilnetztechnik‘, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms, soll diese Problematik adressiert werden.

Ziel ist es, mit minimalem Einsatz von Sensoren und auf Basis von digitalen Zwillingen in der bestehenden Infrastruktur eine umfassende Überwachung und Zustandsbewertung der Energietechnikanlagen zu ermöglichen, Ausfälle vorherzusagen und in Echtzeit Handlungsempfehlungen zu liefern. Dies umfasst auch die Entwicklung eines digitalen Workforcemanagements zur Optimierung von Wartungsprozessen und eine individuelle Kompetenzvermittlung für Fachkräfte durch ein digitales Wissensmanagement. Das Projekt zielt darauf ab, die Resilienz, Effizienz und Adaptivität der Energieinfrastruktur zu verbessern. Damit leisten wir einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung der Herausforderungen der Energiewende in Deutschland. >



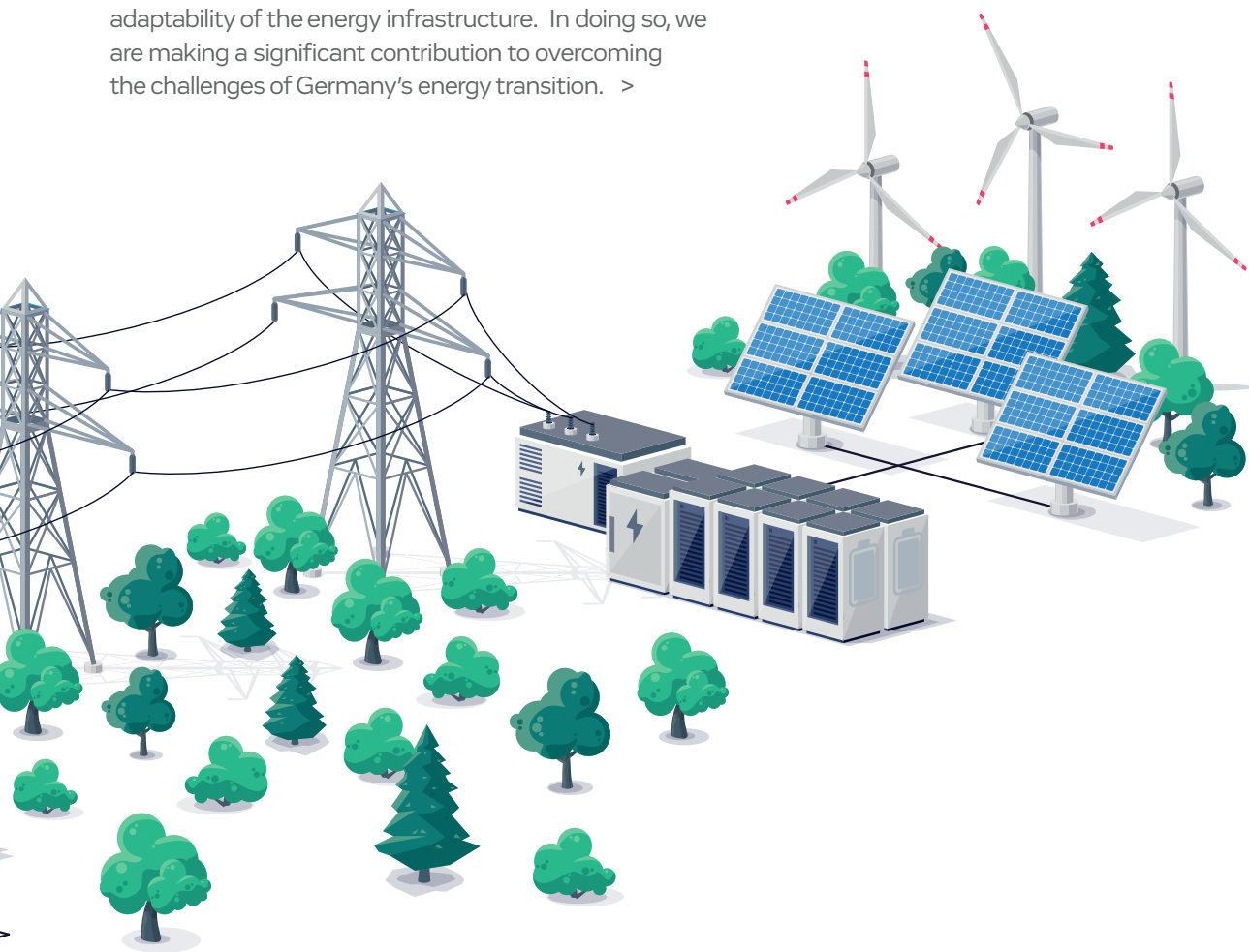
AProSys:

The Energy Transition in Your Neighborhood

The German electricity distribution grid is facing considerable challenges, which are further intensified by the transition to renewable energies and the increasing electrification of mobility. These changes are leading to an unpredictable dynamic in the load on the distribution grid infrastructure. Local grid stations and substations, which you know as small houses or boxes in your neighborhood, play a particularly important role here, as their equipment is often outdated and not designed for current requirements. The project 'AProSys – AI-Supported Assistance and Forecasting Systems for Sustainable Use in Intelligent Distribution Grid Technology', funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Protection as part of the 7th Energy Research Program, aims to address this problem.

The aim is to enable comprehensive monitoring and condition assessment of energy technology systems, predict failures, and provide recommendations for action in real time with minimal use of sensors and on the basis of digital twins in the existing infrastructure. This also includes the development of digital workforce management to optimize maintenance processes and individual skills training for specialists through digital knowledge management.

The project aims to improve the resilience, efficiency, and adaptability of the energy infrastructure. In doing so, we are making a significant contribution to overcoming the challenges of Germany's energy transition. >



Durch die sich ändernden Anforderungen an die Energieversorgung steht insbesondere die Stromversorgung als essenzieller Teil des Lebensstandards und der Industrie in Deutschland im Fokus. Beispiele für die sich ändernden Anforderungen an die deutschen Energieversorgungssysteme, im Speziellen an die Stromversorgungssysteme, bestehen in der flächendeckenden Einbindung regenerativer Energien und in der Integration von Ladesäulen für Elektromobilität. Hieraus resultiert eine aktuell kaum quantifizierbare Dynamik der Belastung, insbesondere in Bezug auf die Stromverteilnetze und ihre Komponenten. Hier spielen Ortsnetzstationen und Umspannwerke, die Sie als kleine Häuschen oder Kästen in Ihrer Nachbarschaft kennen, eine entscheidende Rolle: Dort finden sich Mittelspannungsschaltanlagen (MS), welche nicht selten bereits über 40 Jahre insgesamt bzw. 10 Jahre über die angedachte Dauer hinaus in Betrieb sind und nicht auf die anstehenden Belastungen ausgelegt wurden.¹ Hinzu kommt, dass die Anlagen größtenteils kaum überwacht werden und dafür keine kostengünstigen Lösungen bereitstehen. Um den hohen Anforderungen an ein resilientes Verteilnetz zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit und -qualität gerecht zu werden, bedarf es einer dynamischen, sich an das Stromnetz anpassenden Prognose potenzieller Ausfälle von elektrischen Anlagen.

Hieraus ergibt sich die Motivation für das vom *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)* im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramm geförderte Projekt 'AProSys' mit dem Projekttitel „KI-gestützte Assistenz- und Prognosesysteme für den nachhaltigen

Due to the changing demands on energy supply, the focus is particularly on the electricity supply as an essential factor of the standard of living and industry in Germany. Examples of the changing demands on German energy supply systems, in particular its electricity supply systems, include the nationwide integration of renewable energies and the integration of charging stations for electromobility. This results in a dynamic load that is currently almost impossible to quantify, particularly for electricity distribution grids and their components. Local grid substations and transformer stations, which you know as small houses or boxes in your neighborhood, play a decisive role here: These are medium-voltage switchgear (MV) stations, which have often been in operation for over 40 years or 10 years beyond their intended service life and were not designed for the today's and future loads.¹ In addition, most of the systems are hardly monitored and cost-effective solutions are not available. In order to meet the high demands placed on a resilient distribution grid to ensure security and quality of supply, a dynamic forecast of potential outages of electrical systems that adapts to the electricity grid is required.

This is the motivation for the 'AProSys' project funded by the *Federal Ministry of Economics and Climate Protection (BMWK)* as part of the 7th Energy Research Program, titled "AI-Supported Assistance and Forecasting Systems for Sustainable Use in Intelligent Distribution Grid Technology" (funding code 03EI6090B; duration: 1/1/2023 – 31/12/2025).



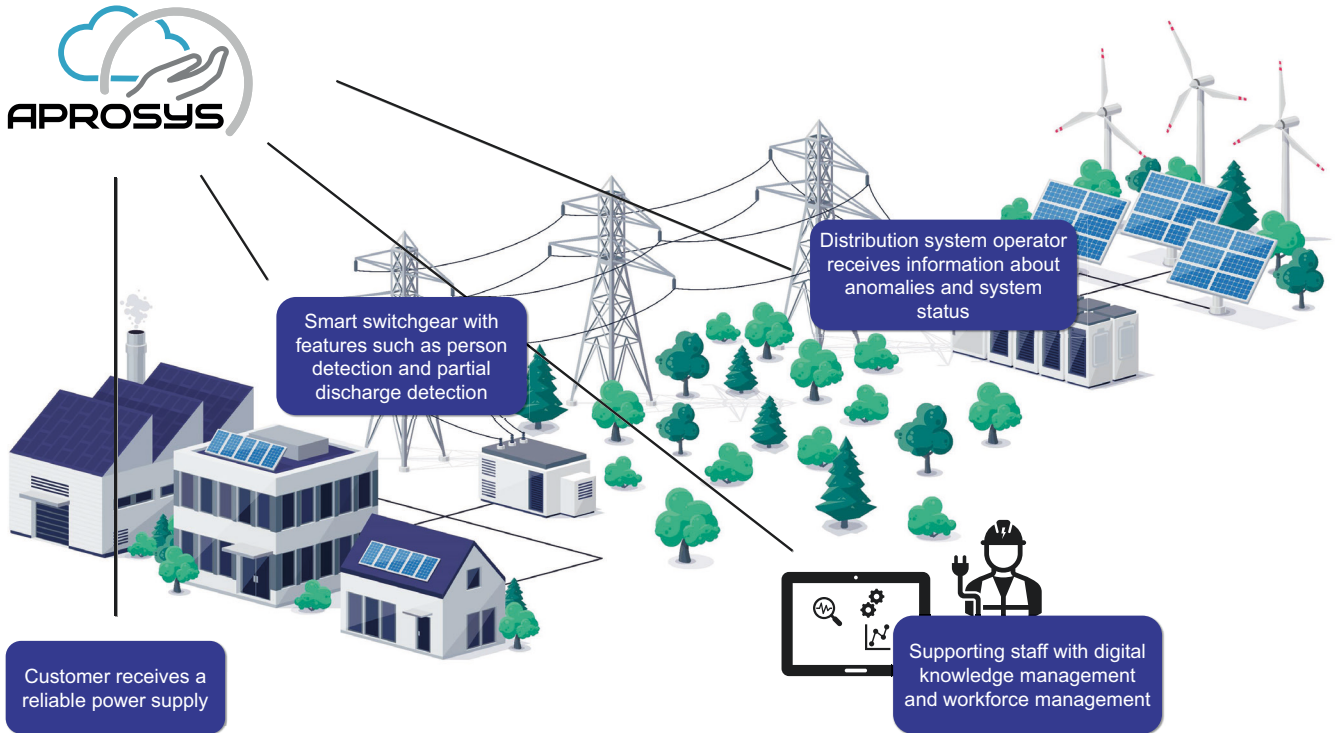


Image 1: Projektvision ‚AProSys‘

Einsatz in der intelligenten Verteilnetztechnik“ (Förderkennzeichen 03EI6090B; Laufzeit: 01.01.2023 – 31.12.2025).

Die Vision von AProSys

Das Projekt ‚AProSys‘ zielt darauf ab, mit einem ressourcen-effizienten Minimaleinsatz von Sensoren die Transformation zu einem kognitiven Assistenzsystem zu realisieren und die umfassende Überwachung der Energietechnik-anlagen zu ermöglichen. Dazu sollen das Monitoring von Leistungsschaltern in Umspannwerken sowie die Adaption der Erkenntnisse auf Schaltanlagen in Ortsnetzstationen über einen digitalen Zwilling ermöglicht werden. Über die Prognose von Ausfällen hinaus sollen konkrete Handlungsempfehlungen in Echtzeit interaktiv an Betreiber und Servicepersonal über ein Assistenzsystem übertragen werden, um im Ausfall schnell und effektiv eingreifen zu können, aber auch, um Präventivmaßnahmen zu unterstützen.

Mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) sollen Handlungsempfehlungen für das Servicepersonal bei der Arbeit direkt an den Anlagen aufbereitet werden. So werden die Servicekräfte mit tätigkeitsrelevanten und situationsange-

The Vision of AProSys

The 'AProSys' project aims to realize the transformation to a cognitive assistance system with a resource-efficient minimum use of sensors and to enable the comprehensive monitoring of energy technology systems. The aim is to enable the monitoring of circuit breakers in substations and to adapt the findings to switchgear in local grid stations via a digital twin. In addition to forecasting failures, specific recommendations for action are to be transmitted interactively in real time to operators and service personnel via an assistance system in order to be able to intervene quickly and effectively in the event of a failure, but also to support preventive measures.

Artificial intelligence (AI) methods shall be used to prepare recommendations for action for service personnel working directly on the systems. This will support service staff with information that is relevant to their work and adapted to the situation. This also creates the opportunity to provide employees with individualized skills, which in turn addresses the existing shortage of skilled workers. This is conceivable as an interactive digital assistance system, comparable to ChatGPT,

¹ s. GRÄF 2020, S. 417

¹ GRÄF 2020, p. 417

passten Informationen unterstützt. Dies schafft zudem die Möglichkeit, Mitarbeitenden individualisiert Kompetenzen zu vermitteln, was wiederum dem bestehenden Fachkräftemangel entgegenwirkt. Vorstellbar ist dies als interaktives digitales Assistenzsystem, vergleichbar ChatGPT, in Verbindung mit einem umfassenden unternehmensinternen digitalen Wissensmanagement.

Zusätzlich soll ein digitales Workforcemanagement entwickelt werden, das zur Optimierung der Wartungs- und Instandhaltungsprozesse beiträgt. Dazu werden Informationen über die Verfügbarkeit von Servicepersonal und die notwendigen Qualifikationen für die anstehenden Aufgaben zur effektiven Routenoptimierung zwischen den Anlagen und anderer erforderlichen Maßnahmen genutzt.

Die Ausstattung der MS-Schaltanlagen mit kostengünstiger Sensorik soll die Grundlage zur Zustandsüberwachung relevanter Komponenten bilden und eine Restlebensdauerabschätzung im Sinne einer zustandsbasierten Wartung (*Predictive Maintenance*) ermöglichen.

Die Vision von ‚AProSys‘ ist es, eine nachhaltige, zuverlässige und zukunftsfähige Energieversorgung zu gewährleisten, die den Anforderungen und Herausforderungen der Energiewende gerecht wird. Durch die Schaffung einer Smarteren, effizienteren, resilienteren und adaptiven Energieinfrastruktur bildet ‚AProSys‘ die Grundlage für eine erfolgreiche lokale Energiewende und leistet einen entscheidenden Beitrag zur Sicherung des Lebensstandards und der industriellen Produktivität in Deutschland.

Das Forschungsvorgehen

¹ Flexible Monitoring- und Regelsysteme für die Energie- und Mobilitätswende im Verteilnetz durch Einsatz von Künstlicher Intelligenz; Förderkennzeichen 03EI6012D. <https://epub.fir.de/solrsearch/index/search/searchtype/collection/id/16366>

implemented in conjunction with comprehensive in-house digital knowledge management.

In addition, a digital workforce management system is to be developed that contributes to the optimization of maintenance and repair processes. To this end, information on the availability of service personnel and the qualifications required for the tasks at hand will be used for effective route optimization between the systems and other necessary measures.

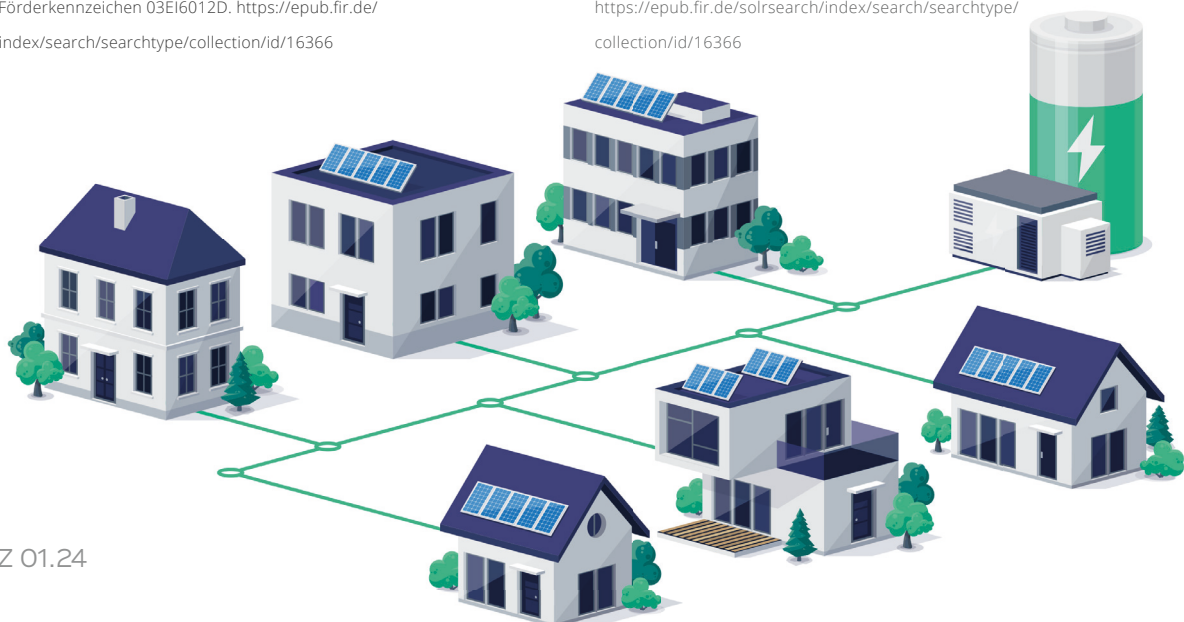
Equipping the MV switchgear with cost-effective sensor technology should form the basis for monitoring the condition of relevant components and make it possible to estimate the remaining service life in terms of condition-based maintenance (*predictive maintenance*).

The vision of ‚AProSys‘ is to ensure a sustainable, reliable, and future-proof energy supply that meets the requirements and challenges of the energy transition. By creating a smarter, more efficient, more resilient and adaptive energy infrastructure, ‚AProSys‘ forms the basis for a successful local energy transition and makes a decisive contribution to securing the standard of living and industrial productivity in Germany.

Research Approach

AProSys builds on the ‚FLEMING‘ project, in which cost-effective retrofit sensors for condition monitoring based on heat signatures in gas-insulated switchgear have already been developed. In addition to *FIR e. V. at RWTH Aachen University*, the research consortium is made up

¹ Flexible Monitoring and Control Systems for the Energy and Mobility Transition in the Power Distribution Grid Using Artificial Intelligence; funding reference 03EI6012D. <https://epub.fir.de/solrsearch/index/search/searchtype/collection/id/16366>



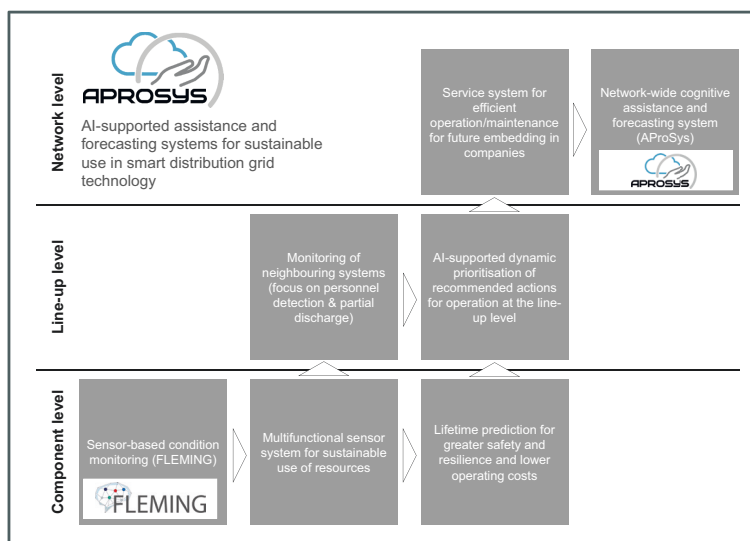
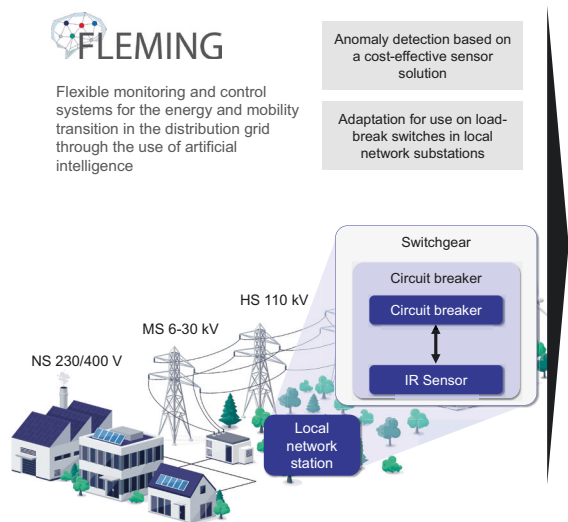


Image 2: Overview: The AProSys project approach

„AProSys“ baut auf dem Projekt „FLEMING“¹ auf, in dem bereits kostengünstige Retrofit-Sensoren zur Zustandsüberwachung auf Basis von Wärmesignaturen in gasisolierten Schaltanlagen entwickelt wurden. Das Forschungskonsortium setzt sich neben dem FIR e. V. an der RWTH Aachen aus den Partnern ABB AG Forschungszentrum Deutschland, Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie, Institut für Technische Mechanik des Karlsruher Instituts für Technologie, Software Innovation Campus Paderborn, Heimann Sensor GmbH und Westfalen Weser Netz GmbH zusammen.

Zur Erreichung der Forschungsziele werden innerhalb der Anforderungsaufnahme die Ansprüche von Stakeholdern und Nutzer:innen, wie z. B. der Verteilnetzbetreiber, erhoben. Dabei ist es relevant, Daten und Feedback insbesondere von Assetmanager:innen oder Werker:innen von Verteilnetzbetreibern mit unterschiedlichen Netztopologien einzuholen.

Innerhalb der Lebensdauermodellierung und der Entwicklung der Prognostik soll die Grundlage des digitalen Zwillings erarbeitet und eine zuverlässige Vorhersage des Anlagenzustands für Predictive Maintenance und für die Zustandsüberwachung ermöglicht werden. Für die Überwachung benachbarter Energietechnikanlagen werden Lösungen beispielsweise in den Bereichen Teilentladung und Personendetektion entwickelt und technisch validiert. Um ein sich optimierendes kognitives Assistenz- und Prognosesystem zu entwickeln, soll mittels entsprechender KI-Methoden ein digitales Wissensmanagement konzi-

of the following partners ABB AG Forschungszentrum Deutschland, Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie, Institut für Technische Mechanik des Karlsruher Instituts für Technologie, Software Innovation Campus Paderborn, Heimann Sensor GmbH, and Westfalen Weser Netz GmbH.

In order to achieve the research objectives, the requirements of stakeholders and users, such as distribution system operators, are collected as part of the requirements analysis. It is necessary to obtain data and feedback, especially from asset managers or workers from distribution system operators with different grid topologies.

Within the life cycle modeling and the development of prognostics, the basis of the digital twin is to be developed and a reliable prediction of the system status for predictive maintenance and condition monitoring is to be made possible. Solutions are being developed and technically validated for monitoring neighboring energy technology systems, for example in the areas of partial discharge and personnel detection. In order to develop a self-optimizing cognitive assistance and forecasting system, a digital knowledge management system is to be designed using appropriate AI methods and supplemented by a workforce management system. This is intended to enable route optimization between locations of workers and the predictive provision of the required materials. For this purpose, the qualifications and experience of the workers are integrated into the

piert und mittels eines Workforcemanagements ergänzt werden. Dies soll dazu dienen, eine Routenoptimierung zwischen Einsatzorten von Werker:innen und zur vorausschauenden Bereitstellung der benötigten Materialien zu ermöglichen. Hierfür werden Qualifikationen und Erfahrungen der Werker:innen in das Workforcemanagement integriert, was die spezifische Zuweisung von Arbeiten und somit die Routenoptimierung möglich macht.

Die entwickelten Ergebnisse werden sukzessive beim Verteilnetzbetreiber demonstriert und evaluiert. Interessierte Externe sind gern eingeladen, sich hier zu beteiligen.

kn · kd

workforce management, which enables the specific assignment of work and thus route optimization.

The results developed will be successively demonstrated and evaluated by the distribution grid operator. Interested external parties are welcome to participate in the project.

kn · kd

Literatur:

GRÄF, T.: Operational Aged Switchgear with the Age up to 50 Years – Investigations, Testing, Results – Considerations for Design and Operation of New Switchgear. In: Proceedings of the 21st International Symposium on High Voltage Engineering. Hrsg.: B. Németh. Lecture Notes in Electrical Engineering book series (LNEE); Vol. 598. Springer, Cham [u. a.] 2020, S. 417 – 428.



If you have any questions about the project or want to participate in it, feel free to contact us.

Project Title: AProSys – AI-driven assistance and prognosis systems for the sustainable deployment in the intelligent distribution grid

Funding/Promoters: German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action; Projektträger Jülich | Forschungszentrum Jülich GmbH

Funding no.: 03EI6090B

Website: aprosys.fir.de



Kajan Kandiah, M. Sc.
Project Manager
Research Unit Information Management
FIR e. V. at RWTH Aachen University
Phone: +49 241 47705-512
Email: Kajan.Kandiah@fir.rwth-aachen.de



Cansu Kanak, M.Sc.
Project Manager
Research Unit Information Management
FIR e. V. at RWTH Aachen University
Phone: +49 241 47705-503
Email: Cansu.Kanak@fir.rwth-aachen.de

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht (creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de).