

Künstliche Intelligenz in der Netzführung

Netzführung TEN, November 2024
Dr.-Ing. Michael Agsten

- öffentlich -

Kurzvorstellung
TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
und die Netzführung

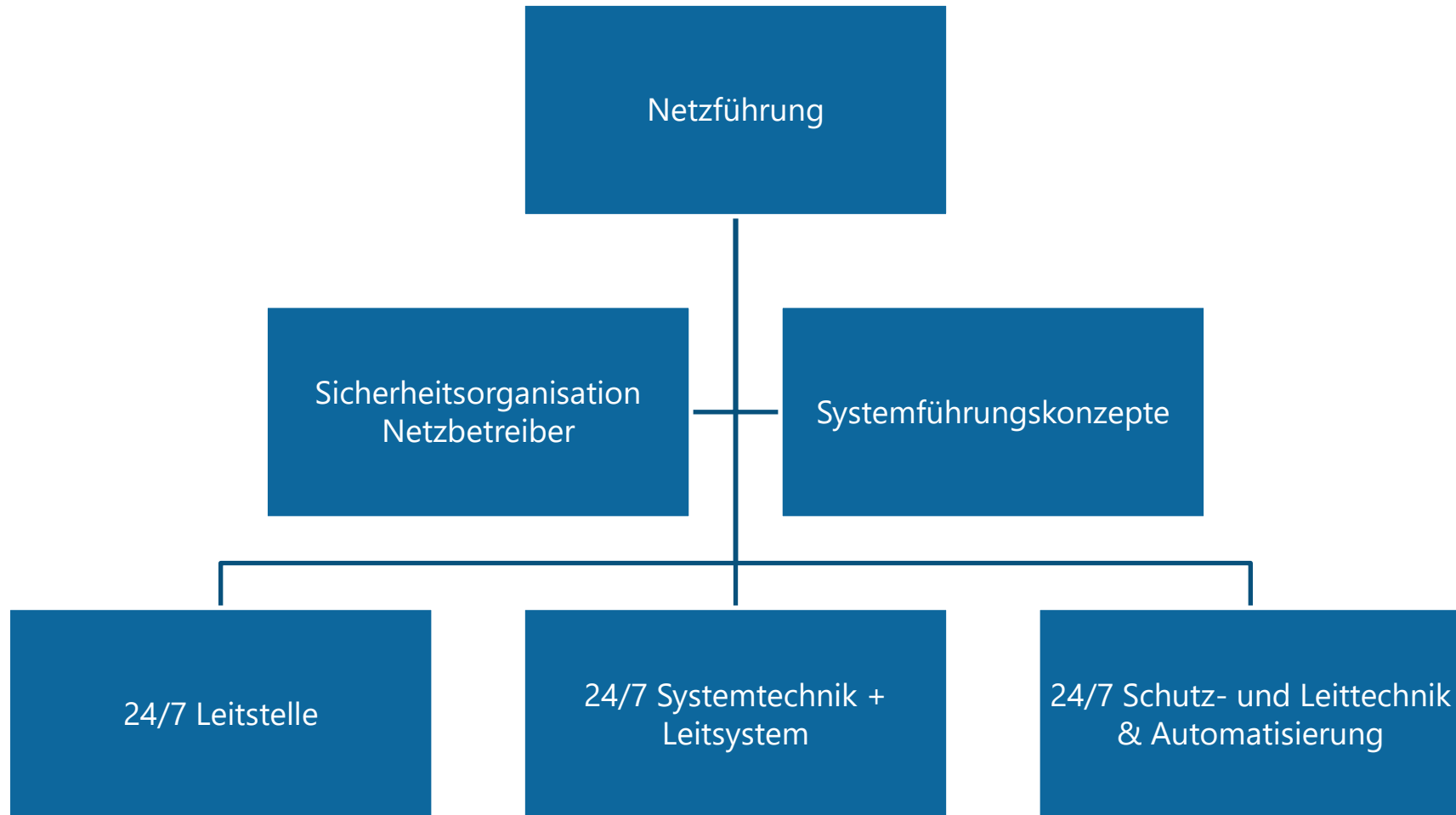
TEN Thüringer Energienetze – der regionale Netzbetreiber im Freistaat Thüringen



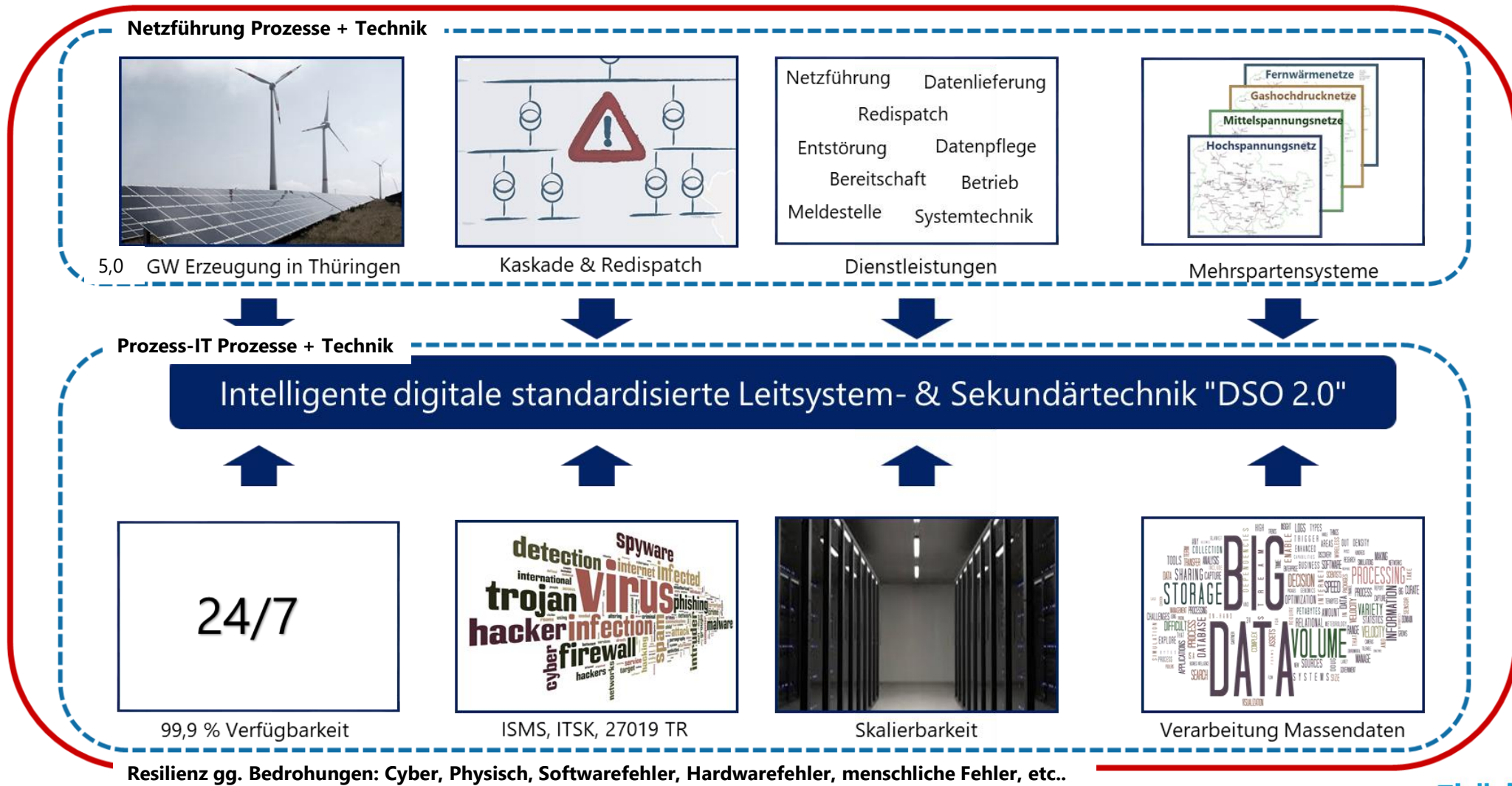
Kennzahlen 2023 (HGB)

Umsatzerlöse	982,2 Mio. €
Netzabsatz Strom	9.508,7 GWh
Netzabsatz Erdgas	7.503,6 GWh
Absatz Strom aus EEG & KWKG	560,6 GWh
EEG-Einspeisung	4.844,8 GWh
Investitionen	83,0 Mio. €
Mitarbeiter (31.12.2023)	817
Auszubildende (31.12.2023)	82

Aufgaben der Netzfürung der TEN



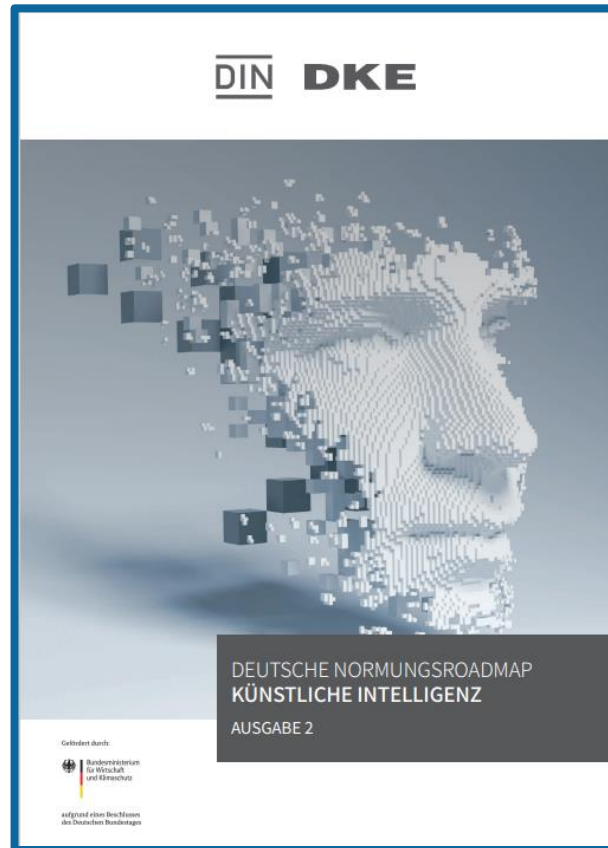
Das zentrale Werkzeug der Netzfürung der TEN ist die Prozess-IT



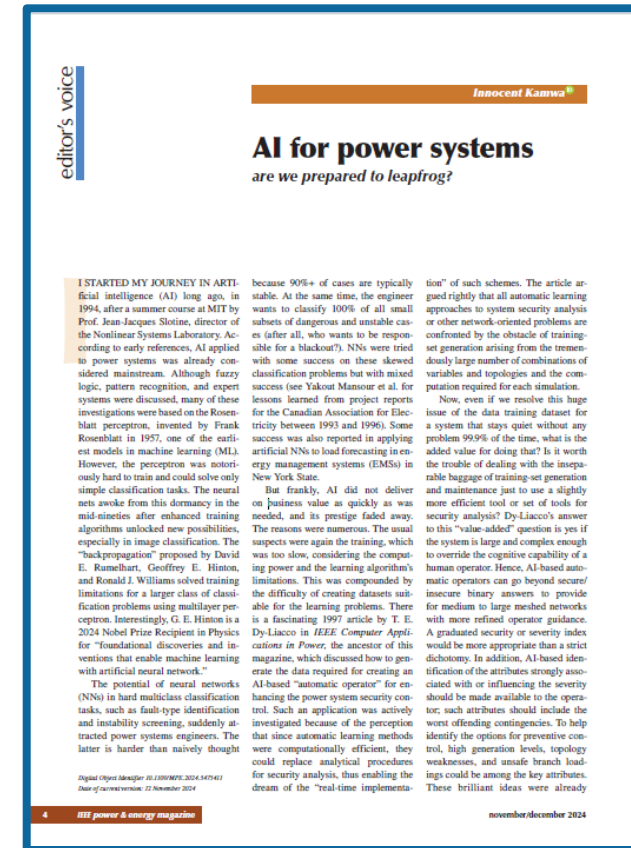
Methodik für den Vortrag
Einsatz von KI in der Netzführung / Systemführung

Die beiden wesentlichen Quellen aus dem Jahr 2024...

DKE Roadmap KI



IEEE Whitepaper AI



...und mein Helfer

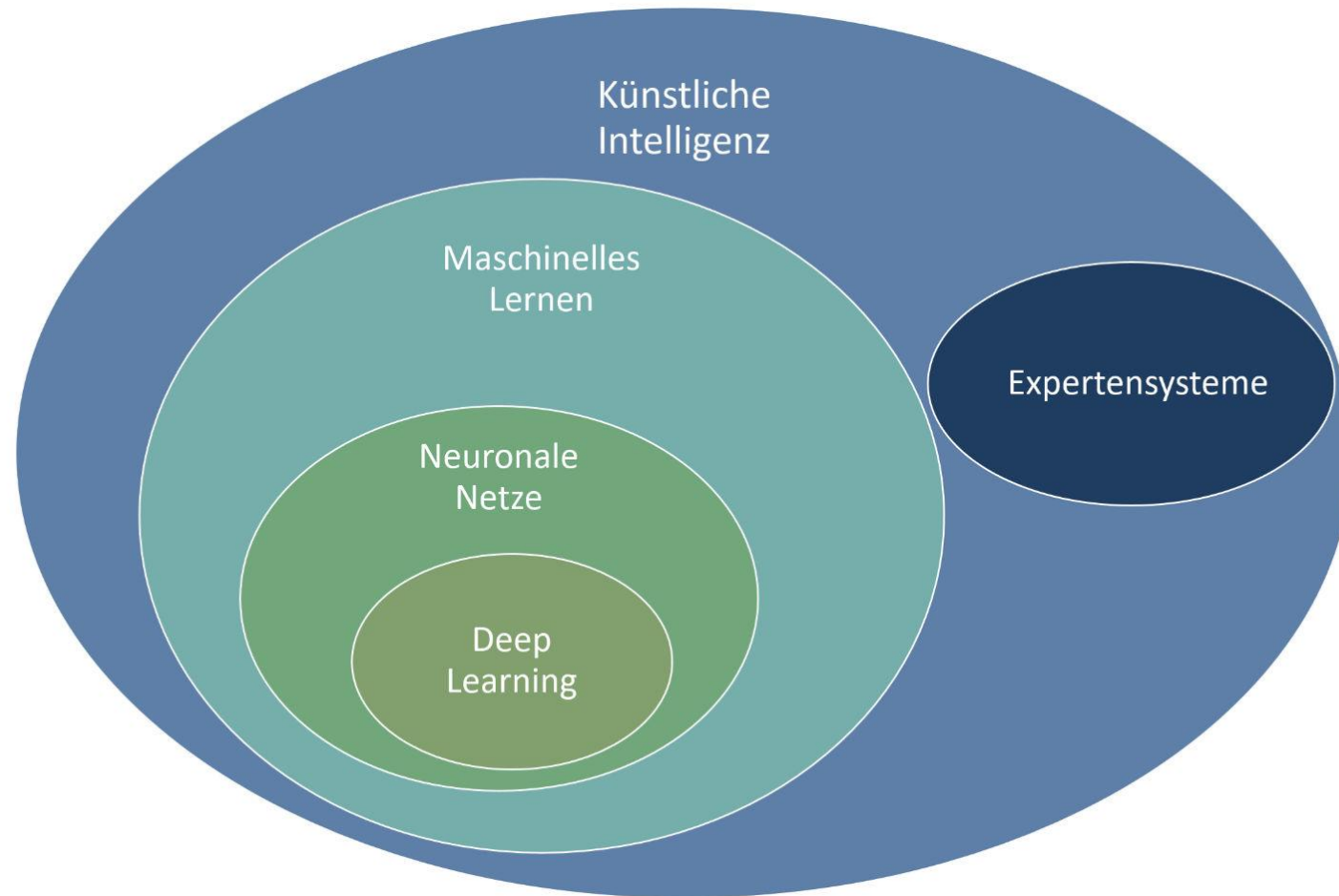


Christoph Brosinsky
TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
Fachgebietsleiter
Netzleittechnik

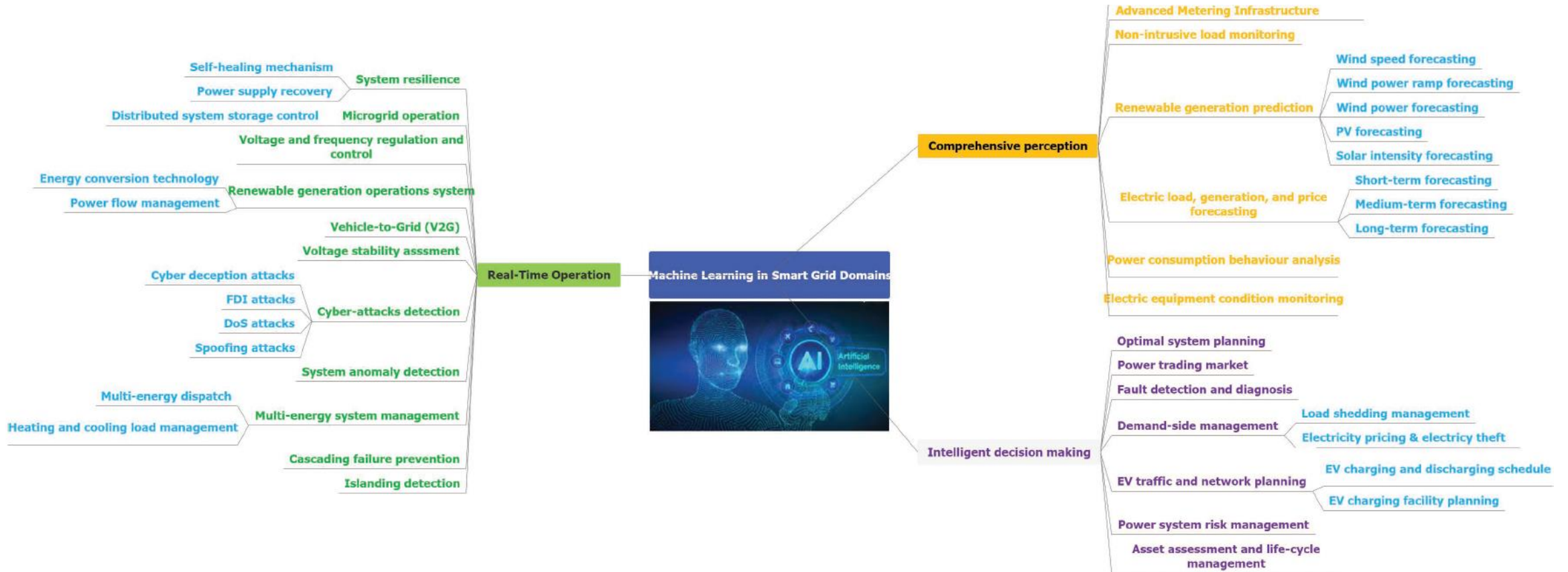
Telefon: 0361/652-2350

Email: Christoph.Brosinsky@thueringer-energienetze.com

...und mein Setting für die KI Definition



Anwendungsfälle für KI in Energiesystemen



Quelle: IEEE Whitepaper

meine Einschätzung

KI kommt zum Einsatz

- Nutzung der Stärken von KI
 - großen Datenmengen
 - Unsicherheit über die inneren Zusammenhänge von komplexen Systemen
 - Nachbildung sehr komplexen oder statistischen Verhaltens von Mensch, Natur und Technik
 - Mustererkennung
 - Sprache, Schrift, Dokumente
- in der Netzführung bedeutet dies, dass KI überall dort, wo Datenanalysen bzw. unklare Eingangsdaten existieren, sehr schnell wachsend eingesetzt wird
- bei Entscheidungs- und Steuerungsprozessen braucht es derzeit den Zwischenschritt Mensch
- „open loop“ noch einige Zeit Goldstandard
- mit „explainable KI“ Vertrauensentwicklung für „closed loop“

KI kommt nicht zum Einsatz

- Nutzung der Stärken von nachvollziehbarer Mathematik/Berechnungsverfahren
 - State Estimation
 - Leistungsflussrechnung- und Analysen
 - Topologie- & Schaltzustände
- Entscheidungsprozesse der Operatoren
- Schaltanweisungen & Schaltbefehle
- Workforce für die Entstörung
- alle weiteren Entscheidungsprozesse, die sicherheitskritisch sind und nicht autonom einem Automaten überlassen werden **können** oder **dürfen**
- vgl. hierzu die Anforderungen an autonomes Fahren im Straßenverkehr

Anforderungen an den Einsatz von KI für Netz- und Systemführungsaufgaben

Voraussetzungen für den Einsatz von KI in sensiblen Bereichen

DKE Normungsroadmap KI

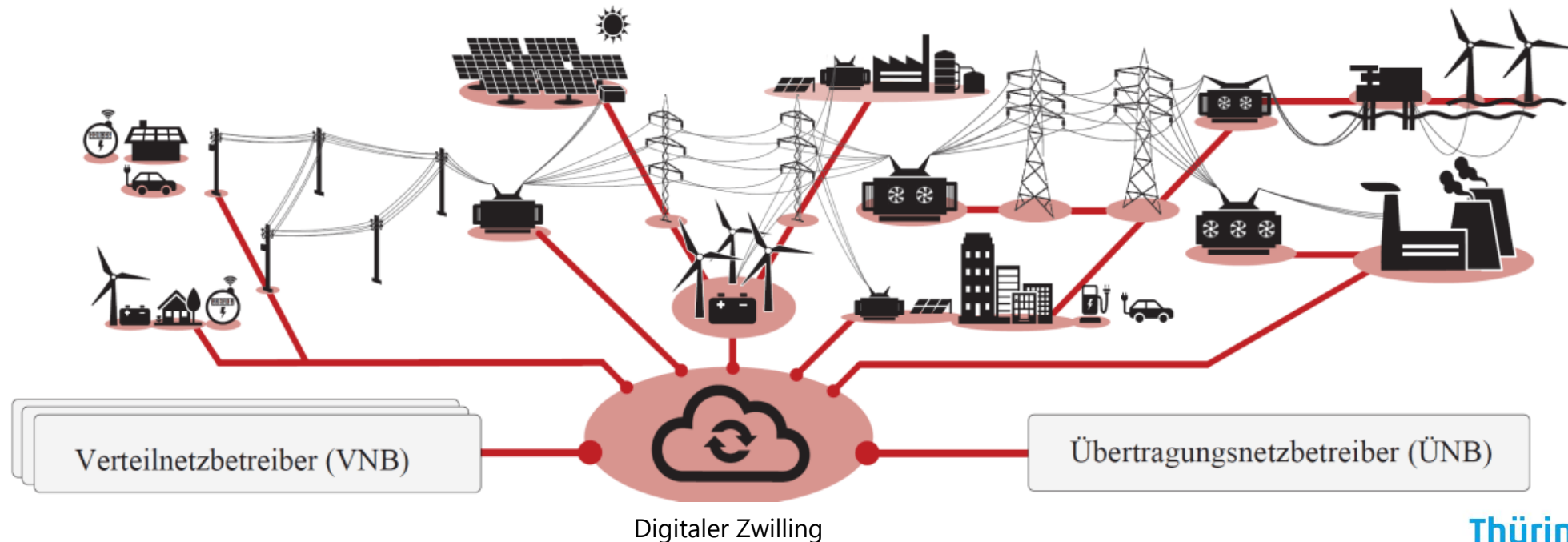
- **Vertrauenswürdigkeit** KI Systeme benötigen das Vertrauen der Menschen, Organisationen und Gesellschaft
- **Sicherheit und Robustheit** KI Systeme müssen vor äußeren Angriffen und Fehlfunktionen geschützt werden
- **Erklärbarkeit und Nachvollziehbarkeit** KI Systeme sollten Entscheidungen transparent und nachvollziehbar durchführen, um Akzeptanz und Vertrauen zu fördern
- **Datenqualität** Qualität der Daten und Datenstrukturen sind entscheidend für den Einsatz von KI Systemen
- **Ethik und Fairness** KI Systeme sollen ethischen Anforderungen genügen und frei von Diskriminierung sein
- **Regulatorische Anforderungen** Einhaltung der Anforderungen an KI gemäß EU AI Act der EU / speziell für Hochrisikobereiche
- **Normen und Standards** Einheitliche Normen und Standards notwendig, um Interoperabilität, Sicherheit und Qualität von KI Systemen zu gewährleisten
- **Prüf- und Zertifizierung** Verlässliche Methoden zur Bewertung von Qualität und Sicherheit notwendig

Scope Daten / Digitaler Zwilling
Ziel: KI-readiness der Datengrundlage erreichen

KI wird angewendet auf das moderne Energiesystem

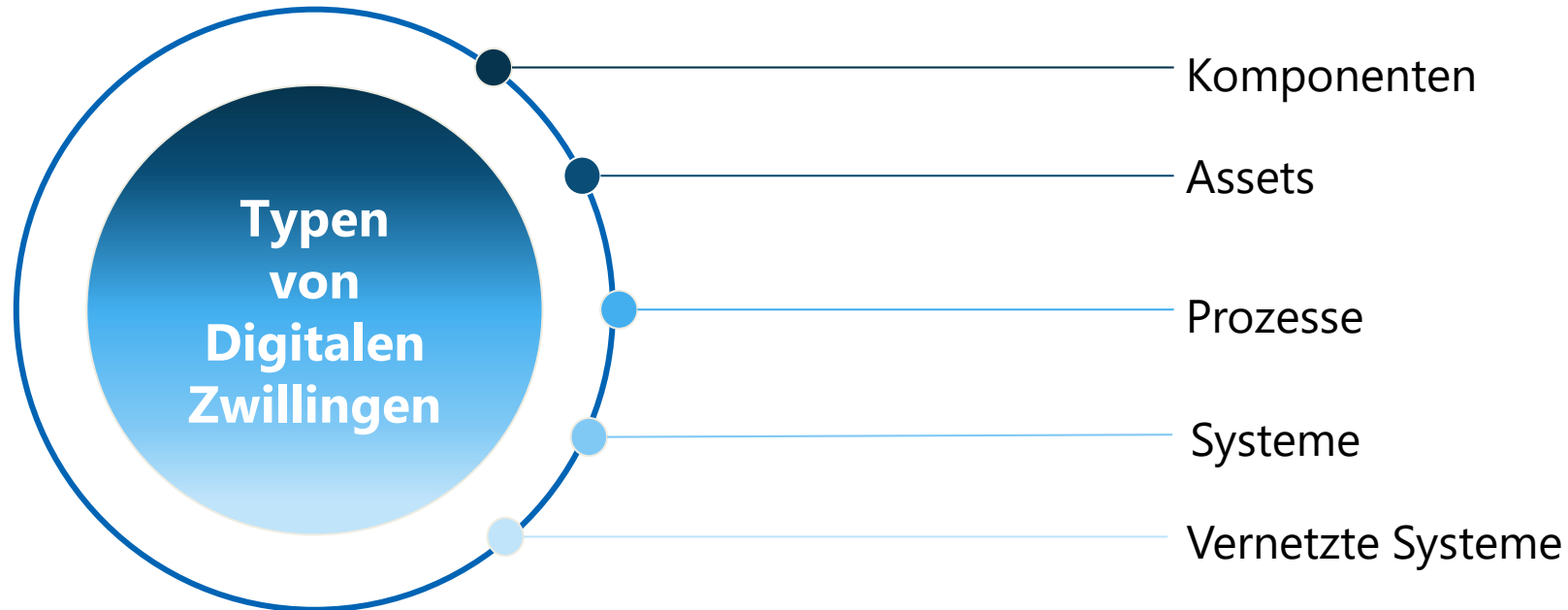
ein Cyberphysical System (CPS) mit zunehmender IT/OT Konvergenz

- Zusammenwachsen von Systemen der Betriebstechnologie (Operational Technology, OT) und der Informationstechnologie (Information Technology, IT)
 - Vorteile: Kosten-, Performance- und Produktivitätssteigerungen
 - Eine Unternehmensübergreifende Data Governance fördert die IT/OT-Konvergenz durch ein zentrales Technologie- und Datenmanagement



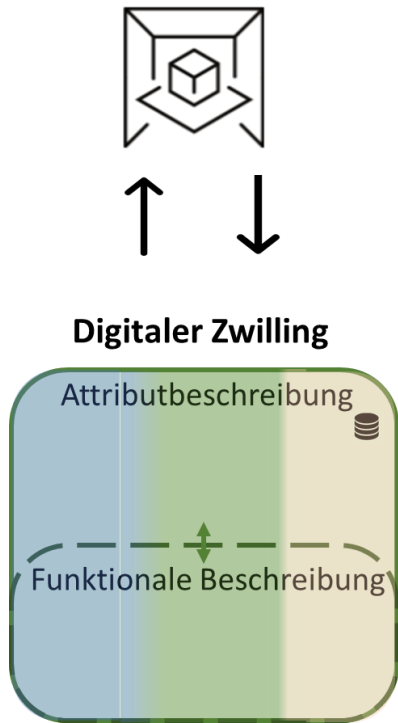
Definition des Digitalen Zwillings

Das Konzept des digitalen Zwillings vereint in sich mehrere Technologien und bildet somit eine neue Qualität der Modellierung ab



Quelle: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/digital-twin-towards-a-meaningful-framework>

Definition des Digitalen Zwillings



Allgemein:

- IT Architektur als
 - Single Source-of-Truth
 - Data Federation
- Life Cycle Fähigkeit
- Integrationsfähigkeit (offene Schnittstellen)
- Objektorientierung und Skalierbarkeit

Im Kontext Netzinformationssysteme:

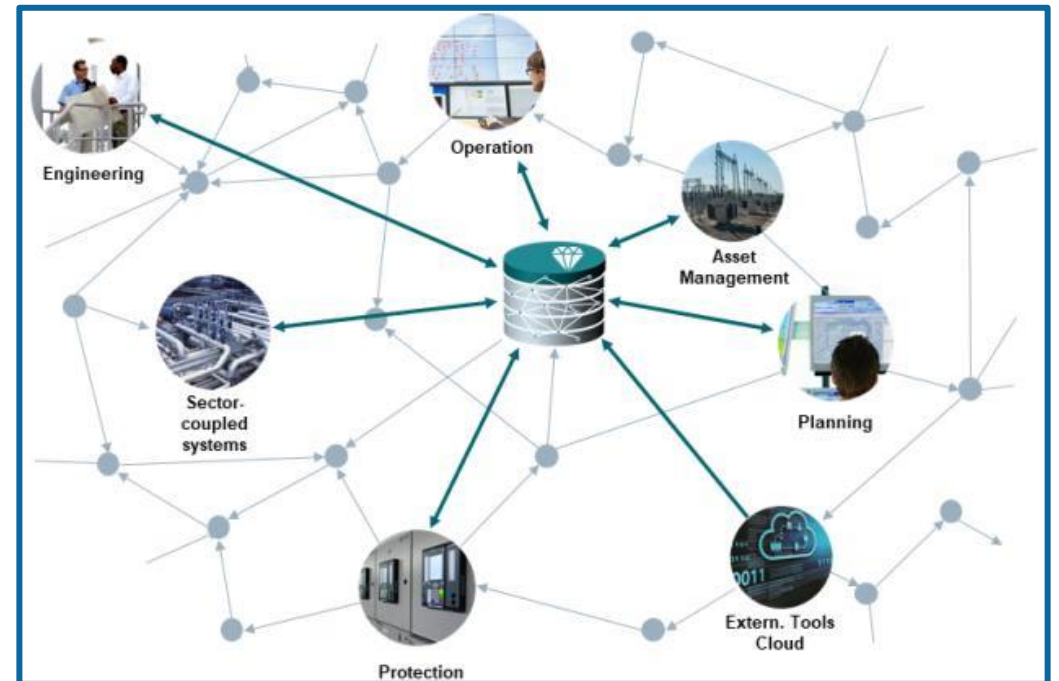
- Digitale Repräsentation der physischen Infrastruktur mit hoher Genauigkeit
- Umfasst geografische Informationen, technische Details, Wartungshistorien und andere relevante Daten

Quelle: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.: Der Digitale Zwilling in der Netz- und Elektrizitätswirtschaft, VDE Studie, Offenbach am Main, Mai 2023

Zielbild für TEN

Datenföderation und Single Source of Truth (SSOT)

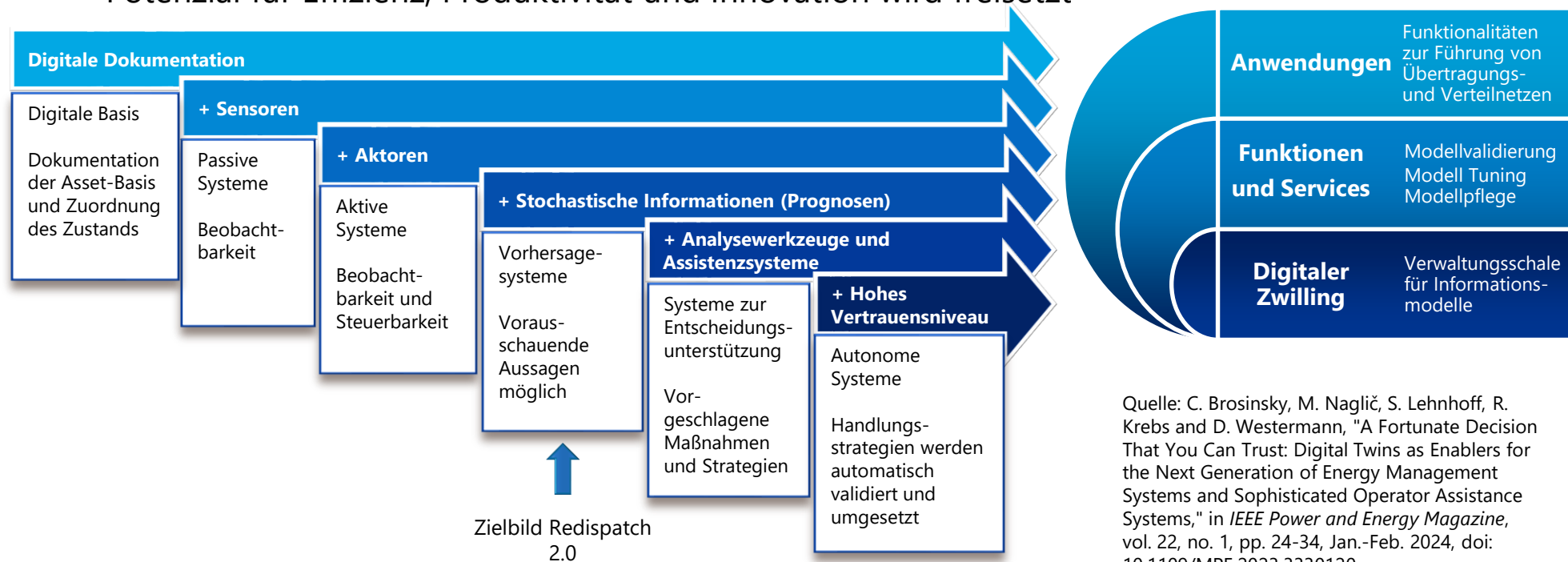
- Auflösen von verteilten Datenbanken (Datensilos) durch Vernetzung und Integration
- Vereinfachen von Datenpflege- und Austauschprozessen
- Automatisierte Daten- und Modellsynchronisation über mehrere Domänen
- Datenübertragung und Verteilung für eine integrierte Analyse
- Skalierbare Datenpflege in der Unternehmens IT
- Herstellerneutrale und standardbasierte Schnittstellen



Netzführungssysteme und IT/OT-Konvergenz

Die zunehmende Konvergenz von IT und OT revolutioniert Netzführungssysteme

- Traditionell isolierte Systeme werden vereint
- Potenzial für Effizienz, Produktivität und Innovation wird freigesetzt



Quelle: C. Brosinsky, M. Naglič, S. Lehnhoff, R. Krebs and D. Westermann, "A Fortunate Decision That You Can Trust: Digital Twins as Enablers for the Next Generation of Energy Management Systems and Sophisticated Operator Assistance Systems," in *IEEE Power and Energy Magazine*, vol. 22, no. 1, pp. 24-34, Jan.-Feb. 2024, doi: 10.1109/MPE.2023.3330120.

Transformationsbedarfe aus Sicht VNB

- **Netztechnik:**
 - Mess- und Steuertechnik sowie intelligente Betriebsmittel: Identifikation und Einsatz geeigneter Technologien zur Überwachung und Steuerung des Netzes.
 - Vernetzung: Entwicklung einer umfassenden Vernetzungsstrategie für diese Technologien.
- **Daten:**
 - Integration in ein Data Warehouse: Sicherstellung einer effizienten Überführung vielfältiger Datenquellen in ein zentrales Data Warehouse.
 - Datenqualität: Gewährleistung von Lückenlosigkeit, Redundanzfreiheit und hoher Qualität der Daten.
- **Software:**
 - Weiterentwicklung der IT-Landschaft: Anpassung und Modernisierung der bestehenden IT-Systeme
 - Automatisierungsgrade und Software-Funktionen: Festlegung der erforderlichen Automatisierungsstufen und Zuweisung spezifischer Funktionen zu den entsprechenden Softwarelösungen
- **Prozesse:**
 - Effiziente Umsetzung bestehender und neuer Prozesse: Optimierung der Implementierung bestehender Prozesse (wie Netzanschlussprozesse) und neuer Prozesse (wie Redispatch 2.0) innerhalb der zukünftigen IT-Strukturen.
- **Know-how:**
 - Neues Know-How für Mitarbeitende: Aufbau und Vermittlung des benötigten neuen Wissens an die Mitarbeiter
 - Anpassung der Rollenbeschreibungen: Überprüfung und Anpassung der aktuellen Rollenbeschreibungen an die zukünftigen Anforderungen.

Heutige Stand des Einsatz von
KI in der Netzfürung der TEN

Heutiger Einsatz von KI/ML in der Netzführung / Beispiele

Maschinelles Lernen

- Vorhersagen von Zeitreihen für Lasten und Erzeuger
- Mustererkennung in Systemen zur Angriffserkennung für Netzwerkverkehrsanalysen
- IDS/IPS Systeme in Firewalls
- in Entwicklung §14a Netzführungssystem

DeepLearning

- LLM Modell für Fachsprache Technik in der Netzführung

Mehrwert & Anwendungsfälle

Aktueller Anwendungsfall Umsetzung der Anforderungen aus §14a EnWG

- Auflösung Hemmnis für eine automatische Digitalisierung der Netzinformationen zur Bereitstellung eines rechenfähigen Netzmodells mit elektrischen Parametern ist der hohe manuelle Aufwand im Digitalisierungsprozess
- Verfügbare Daten müssen z.T. händisch in die Netzmodelle übertragen werden
- Digitale Systeme werden gekoppelt, die nicht miteinander kompatibel sind
- → **Notwendige Umsetzungsgeschwindigkeit so nicht erreichbar**

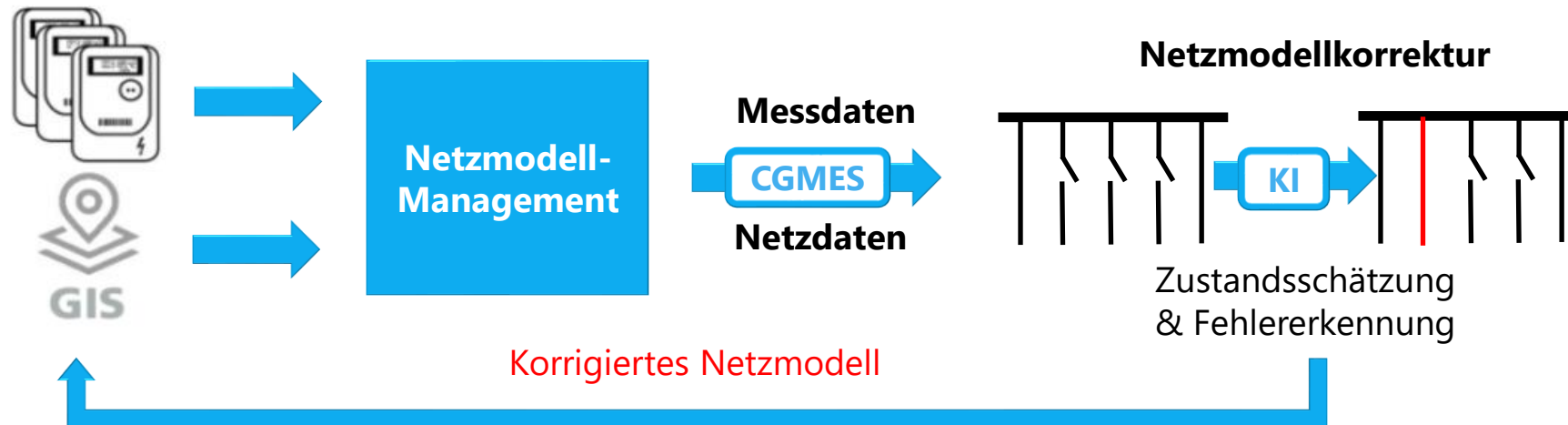


Abb: nach Dr. Bodo Rückauer,
Fraunhofer ISE



ETG Taskforce „Digitaler Zwilling“

Digitaler Zwilling (DZ)

Definition der VDE ETG Taskforce

- Virtuelle Repräsentanz eines existierenden oder zu erschaffenden realen Objekts
- Identifizierende Komponente, inkl. Beschreibung (Attribute sowie funktionaler Eigenschaften)
- Mit realem Objekt gekoppelt von der ersten Idee bis zum Recycling (lifecycle Fähigkeit)
- Kopplung mit dem realen Objekt mittels digitaler Kommunikationsinfrastruktur möglichst autonom
- Manuelle indirekte Kopplung ebenfalls möglich



ETG Task Force „KI in der Netzleittechnik“

Zielstellung

- Whitepaper (10-15 Seiten) als praktischer Leitfaden zur Einführung von KI Methoden in der Netzleittechnik
- Veröffentlichung geplant für Q1 2025

Fragestellungen

- Welche Herausforderungen, regulatorischer und technisch Natur, müssen bei der Einführung von KI Methoden bedacht werden?
- Welche Lektionen konnten bereits aus ersten Anwendungen gelernt werden? Wo stehen wir bei diesen Anwendungsfällen?
- Was können wir aus anderen Prozessen lernen um die Einführung neuer KI Methoden nachhaltig zu gestalten?

ETG Task Force „KI in der Netzleittechnik“

Methodik

- Gestartet mit einem online Kick-Off am 25. April mit über 50 Teilnehmern
- Anschließend einige Online-Meetings um Ideen zu sammeln und zu clustern => Struktur des Whitepapers
- Gruppenbildung anhand von Clustern für detaillierte Diskussionen
- Zusammenführung der Ergebnisse und Vortragsreihe in Meetings der gesamten Gruppe
- Erstes physisches Treffen am 6. November in Kassel am Fraunhofer IEE treffen
- Derzeit konsolidieren wir das gesammelte Material und arbeiten an der Schärfung unserer Kernaussagen