

Erprobung eines Predictive-Maintenance-Ansatzes für Öltransformatoren bei Verteilnetzbetreibern

1. Hintergrund

Leistungstransformatoren zählen zu den kapitalintensivsten und betriebskritischsten Betriebsmitteln in Stromverteilnetzen. Ihr Ausfall kann erhebliche Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit sowie hohe Instandsetzungs- und Ersatzkosten verursachen. Gleichzeitig erfolgt die Wartung heute häufig auf Basis fester Intervalle oder anhand einzelner Zustandsindikatoren.

Die Nutzung historischer Betriebs-, Mess- und Wartungsdaten sowie moderner daten- und KI-basierter Verfahren kann dazu beitragen, den Zustand von Transformatoren präziser zu bewerten, Alterungsprozesse frühzeitig zu erkennen und Wartungsmaßnahmen stärker zustandsorientiert auszurichten. Hierdurch können Betriebsmittel länger genutzt, ungeplante Ausfälle reduziert und Wartungsressourcen effizienter eingesetzt werden.

Die hier beschriebene Erprobung ist Teil des Branchenprozesses **„Daten und KI für die Stromnetze“**, den die dena im Rahmen des Future Energy Labs gemeinsam mit den Verbänden BDEW und Bitkom durchführt. Fachlich begleitet wird der Branchenprozess vom Beratungsunternehmen Consentec sowie dem IAEW an der RWTH Aachen. Die in diesem Dokument beschriebene Erprobung wird fachlich durch einen Netzbetreiber begleitet. Weitere Informationen zum Branchenprozess **„Daten und KI für die Stromnetze“** sind hier zu finden: <https://future-energy-lab.de/projects/daten-und-ki-fuer-die-stromnetze>

2. Ziel

Ziel dieser Erprobung ist es, daten- und KI-basierte Methoden zur Bewertung des Zustands von Öltransformatoren zu entwickeln und zu validieren. Die zu entwickelnden Methoden sollen verfügbare Betriebs-, Mess- und Zustandsdaten analysieren, daraus relevante Zustandsindikatoren ableiten und auf dieser Grundlage den Zustand des Transformators bewerten. Je nach gewähltem Lösungsansatz können die Methoden beispielsweise eine Zustandsklassifizierung, die Erkennung von Auffälligkeiten oder die Abschätzung des weiteren Zustandsverlaufs unterstützen. Sie sollen einen Beitrag zu Predictive-Maintenance-Konzepten leisten, indem sie eine datenbasierte Bewertung des Anlagenzustands ermöglichen und damit die Grundlage für zustandsorientierte Instandhaltungsentscheidungen schaffen. Ziel ist ausdrücklich nicht die Entwicklung von marktreifen Produkten, sondern die Erarbeitung und Demonstration innovativer Lösungsansätze sowie die Bewertung ihres Potenzials für den praktischen Einsatz.

Die Erprobung erfolgt in Abstimmung mit dem beteiligten Verteilnetzbetreiber. Dieser stellt die für die Erprobung erforderlichen Daten bereit, begleitet den fachlichen Austausch während der Erprobung und bewertet die erzielten Ergebnisse. Die konkrete methodische Ausgestaltung wird dabei nicht vorgegeben, sodass die Lösungsanbieter die aus ihrer Sicht geeignetsten Analyse-, Modellierungs- und

In Zusammenarbeit mit

KI-Verfahren anwenden können. Hierzu können die bereitgestellten Daten aufbereitet und soweit fachlich sinnvoll durch synthetisch erzeugte Daten ergänzt werden.

Neben der Entwicklung von geeigneten Methoden sollen insbesondere Erkenntnisse zur praktischen Umsetzbarkeit, zu den Datenanforderungen sowie zum Aufwand einer Implementierung gewonnen werden.

2.1 Challenge, Auswahlverfahren, Prämierung und Nutzungsrechte

Die Erprobung wird im Rahmen eines Challenge-Formats durchgeführt. Das heißt, dass parallel mehrere Lösungsanbieter ein Konzept für ihren Lösungsansatz entwickeln.

Interessierte Lösungsanbieter sind eingeladen, ihre fachlichen und methodischen Konzepte zur Bearbeitung des Anwendungsfalls an die Mailadresse netze@dena.de einzureichen.

Es bestehen keine formellen Anforderungen an die eingereichten Konzepte. Der Umfang sollte 3 Seiten, oder 10 Präsentationsfolien nicht übersteigen. Neben dem methodischen Konzept und einem Zeitplan sollte auch eine Kurzvorstellung des bearbeitenden Teams enthalten sein. Die Konzepte werden vom Projektteam (Consentec und IAEW), der dena und dem beteiligten Verteilnetzbetreiber anhand folgender definierter Bewertungskriterien beurteilt:

- Nachvollziehbarkeit der vorgeschlagenen Methodik (40 %)
- Erwartetes Potenzial des gewählten Ansatzes für die Lösung der Aufgabe (30 %)
- Nachvollziehbarkeit der Zeitplanung (30 %)

Die Konzepte mit den besten Bewertungen werden von uns ausgewählt und für eine online-Präsentation eingeladen (kurze Pitch-Runde). Im Anschluss werden bis zu vier Konzepte für die Umsetzung ausgewählt. Am Ende des Umsetzungszeitraums werden die Ergebnisse durch die dena bewertet. Die Prämie von insgesamt 15.000 Euro wird gestaffelt nach Platzierung aufgeteilt. Die Aufteilung der Prämie ist davon abhängig, ob drei oder vier Konzepte umgesetzt werden. Die Prämienverteilung für beide Fälle ist in Tabelle 1 und 2 dargestellt:

Mit der Teilnahme erklären sich die Teilnehmer der Challenge bereit, dass zur Umsetzung sowie weiteren Verwendung der Konzepte durch die dena ein separater Nutzungsvertrag geschlossen wird. Die Teilnehmenden erklären sich damit einverstanden, dass der dena die einfachen, zeitlich und örtlich unbeschränkten Nutzungsrechte an den Konzepten übertragen werden.

Tabelle 1: Prämienverteilung für den Fall, dass drei Konzepte umgesetzt werden

Platzierung	1. Platz	2. Platz	3. Platz
Prämie	7.500 €	4.500 €	3.000 €

Tabelle 2: Prämienverteilung für den Fall, dass vier Konzepte umgesetzt werden

Platzierung	1. Platz	2. Platz	3. Platz	4. Platz
Prämie	6.000 €	4.000 €	3.000 €	2.000 €

In Zusammenarbeit mit

2.2 Umsetzung und Ergebnisaufbereitung

Wird ein eingereichtes Konzept für die Umsetzung ausgewählt, erfolgt ein gemeinsamer Kick-off mit dem beteiligten Verteilnetzbetreiber. Anschließend entwickeln und erproben die ausgewählten Lösungsanbieter ihre Lösungsansätze auf Basis der bereitgestellten Daten.

Die Lösungsanbieter dokumentieren ihre jeweils gewählten Lösungsansätze sowie die wesentlichen Ergebnisse der Erprobung z. B. in einem kurzen Steckbrief (max. 5 Seiten) oder einer Präsentation. Die Dokumentation soll insbesondere die gewählten Lösungsansätze, die verwendeten Daten, die erzielten Ergebnisse sowie eine Einschätzung der Potenziale, Grenzen und Voraussetzungen für einen praktischen Einsatz enthalten.

Die im Rahmen der Challenge gewonnenen Erkenntnisse werden in den Branchenprozess „Daten und KI für die Stromnetze“ einfließen und anderen Verteilnetzbetreibern als Orientierung für die Einführung vergleichbarer Predictive-Maintenance-Anwendungen dienen. Der Steckbrief wird durch Consentec aufbereitet und durch die dena auf der Projektwebseite veröffentlicht.

3. Verfügbare Daten

Für die Erprobung können Mess- und Stammdaten des beteiligten Verteilnetzbetreibers sowie ergänzend öffentlich verfügbare Datensätze genutzt werden. Die erforderlichen Daten des beteiligten Verteilnetzbetreibers werden den ausgewählten Lösungsanbietern nach Auswahl der eingereichten Konzepte (siehe Abschnitt 2.1) und nach Abstimmung im gemeinsamen Kick-off zu Beginn der Erprobung zur Verfügung gestellt. Dabei wird gemeinsam festgelegt, welche der verfügbaren Daten für die jeweiligen Lösungsansätze benötigt und bereitgestellt werden können.

Öffentlich verfügbare Datensätze können bereits bei der Konzeptionierung der Lösungsansätze berücksichtigt werden. Dabei ist zu beachten, dass sich diese hinsichtlich ihrer verfügbaren Merkmale, der Eigenschaften der zugrunde liegenden Transformatoren und der Informationen über deren tatsächliche Zustände von den Daten des beteiligten Verteilnetzbetreibers unterscheiden können.

Daten des beteiligten Verteilnetzbetreibers

Der beteiligte Verteilnetzbetreiber verfügt über einen umfangreichen Bestand historischer Messdaten aus gelösten Gasanalysen sowie zugehörige Transformator-Stammdaten.

Der Datenbestand umfasst im Wesentlichen:

- **Gelöste Gasanalysen (DGA):** Rund 900 Messreihen aus dem Zeitraum von 1992 bis 2026 mit insgesamt etwa 12.000 Messpunkten. Dies entspricht durchschnittlich etwa 13 Messpunkten je Messreihe. Der überwiegende Teil der Messreihen stammt aus dem Zeitraum ab 2005. Die Messungen umfassen die Konzentrationen verschiedener im Transformatoröl gelöster Gase, darunter Methan, Ethan und Ethen.
- **Transformator-Stammdaten:** Zu den Transformatoren liegen ergänzende Stammdaten vor, beispielsweise zu Nennleistung, Nennspannung, Baujahr und Kühlungsart.

In Zusammenarbeit mit

- **Weitere historische Messdaten:** Zusätzlich sind Messreihen älterer Transformatoren vorhanden, die bislang nicht digitalisiert wurden. Je nach Projektbeginn können diese gegebenenfalls ebenfalls zur Verfügung gestellt werden.

Eine wesentliche Einschränkung besteht darin, dass der tatsächliche Zustand der Transformatoren nicht bekannt ist. Den Messreihen sind somit keine verifizierten Zustands- bzw. Fehlerklassen zugeordnet. Eine unmittelbare Überprüfung der Ergebnisse anhand bekannter tatsächlicher Fehlerzustände ist daher auf Grundlage dieser Daten nicht möglich. Auch ohne bekannte tatsächliche Fehlerzustände können die verfügbaren Messdaten genutzt werden, um Muster und Auffälligkeiten in den Gaskonzentrationen sowie deren zeitlicher Entwicklung zu erkennen. Ergänzend können etablierte Diagnoseverfahren zur fachlichen Einordnung der Ergebnisse verwendet werden.

Ergänzende öffentlich verfügbare Daten

Zur Entwicklung und Erprobung der Lösungsansätze können ergänzend öffentlich verfügbare Datensätze herangezogen werden, sofern die Übertragung der Erkenntnisse auf die Anwendung des beteiligten VNB sinnvoll erscheint. Dem Projektteam und der dena ist dabei der über IEEE DataPort^[1] verfügbare DGA-Datensatz, der unter anderem reale Messdaten sowie einen standardisierten IEC-Referenzdatensatz enthält bekannt. Dieser umfasst insgesamt 703 DGA-Messdatensätze mit Konzentrationen von fünf im Transformatoröl gelösten Gasen (H_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 und C_2H_2) sowie jeweils einer zugeordneten Zustands- bzw. Fehlerklasse. Dabei werden sieben Klassen unterschieden, die einen Normalzustand sowie unterschiedliche elektrische und thermische Fehlerzustände abbilden.

Die Daten sind in drei Teildatensätze untergliedert:

- **Trainingsdatensatz:** 584 Datensätze mit einer ausgeglichenen Verteilung der Fehlerklassen, die insbesondere für die Entwicklung und das Training von KI-Modellen geeignet sein sollen.
- **Testdatensatz:** 70 unabhängige Datensätze zur Überprüfung der Generalisierungsfähigkeit entwickelter Modelle.
- **Referenzdatensatz:** 49 Datensätze des IEC TC 10 zur vergleichenden Bewertung der entwickelten Verfahren.

Im Unterschied zu den realen Messdaten des beteiligten Verteilnetzbetreibers liegen für die IEEE-Daten bereits Zuordnungen zu Zustands- bzw. Fehlerklassen vor. Allerdings enthalten die beschriebenen IEEE-Datensätze keine zugehörigen Transformator-Stammdaten, beispielsweise zu Nennleistung, Nennspannung, Baujahr oder Kühlungsart. Inwieweit sich die den IEEE-Daten zugrunde liegenden Transformatoren hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften von denen des beteiligten Verteilnetzbetreibers unterscheiden, lässt sich daher anhand der verfügbaren Informationen nicht abschließend beurteilen.

Die IEEE-Daten können somit eine ergänzende Grundlage für die Entwicklung und Validierung daten- und KI-basierter Bewertungsverfahren anhand bekannter Fehlerklassen bilden. Dabei ist insbesondere

¹ <https://ieee-dataport.org/documents/dga-dataset>

kritisch zu prüfen, inwieweit sich die anhand dieser Daten entwickelten Modelle und gewonnenen Erkenntnisse auf den realen Transformatorenbestand des beteiligten Verteilnetzbetreibers übertragen lassen.

Mögliche Ansätze zur Datenauswertung und Bewertung

Die verfügbaren Messreihen und Transformator-Stammdaten bieten verschiedene Möglichkeiten, daten- und KI-basierte Verfahren zur Zustandsbewertung zu entwickeln und zu erproben. Insbesondere können die Analyse zeitlicher Veränderungen der Gaskonzentrationen, der Vergleich verschiedener Transformatoren und die Erkennung auffälliger Entwicklungen wertvolle Hinweise auf den Anlagenzustand liefern. Für die Bewertung der gewonnenen Ergebnisse kommt ihrer fachlichen Einordnung eine besondere Bedeutung zu.

Ein möglicher Ansatz kann in der Identifikation auffälliger Messwerte oder zeitlicher Entwicklungen durch Anomalieerkennungsverfahren bestehen. Hierfür könnten geeignete Ähnlichkeits- und Distanzmaße definiert werden, um sowohl die Gaskonzentrationen verschiedener Transformatoren als auch deren Veränderungen im Zeitverlauf miteinander in Beziehung zu setzen. Dabei könnten insbesondere die zeitlichen Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Messungen, die Veränderungsraten einzelner Gaskonzentrationen sowie die technischen Eigenschaften der Transformatoren berücksichtigt werden. Inwieweit die Transformatoren hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften vergleichbar sind und gegebenenfalls geeignete Vergleichsgruppen gebildet werden müssen, wäre im Rahmen der Erprobung zu untersuchen. Auf dieser Grundlage ließen sich beispielsweise Transformatoren identifizieren, deren Gaskonzentrationen oder zeitliche Entwicklungen deutlich von denen vergleichbarer Anlagen oder von ihrem eigenen bisherigen Messverlauf abweichen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine statistisch auffällige Messung oder zeitliche Entwicklung nicht zwangsläufig auf einen tatsächlichen Fehlerzustand des Transformators schließen lässt. Solche Auffälligkeiten könnten als Ausgangspunkt für eine gezieltere fachliche Untersuchung einzelner Transformatoren dienen und damit perspektivisch die Priorisierung weiterer Zustandsprüfungen unterstützen.

Eine Einordnung der Gaskonzentrationen wäre anhand etablierter Diagnoseverfahren und technischer Normen zur Interpretation gelöster Gase im Transformatoröl denkbar. Darüber hinaus könnten ergänzende klassifizierte Datensätze, beispielsweise die IEEE-Daten, genutzt werden, um KI-Modelle zur Zuordnung von Messwerten zu möglichen Fehlerklassen zu entwickeln und auf die Daten des beteiligten Verteilnetzbetreibers anzuwenden. Da die tatsächlichen Fehlerzustände der Transformatoren nicht bekannt sind und sich die zugrunde liegenden Datensätze unterscheiden können, müssen die Aussagekraft und Übertragbarkeit solcher Zuordnungen kritisch geprüft werden.

Die genannten Möglichkeiten dienen ausschließlich der Orientierung und stellen keine methodischen Vorgaben dar. Die Wahl und Ausgestaltung der Verfahren obliegen den Lösungsanbietern.

Ziel der Erprobung ist es, anhand der verfügbaren Mess- und Stammdaten des beteiligten Verteilnetzbetreibers nachvollziehbare Ansätze zur Bewertung des Transformatorzustands zu entwickeln und praktisch zu erproben. Dabei sollen die Lösungsanbieter insbesondere aufzeigen, welche Zustandsinformationen sich aus den Daten ableiten lassen und welchen möglichen Mehrwert die Ergebnisse für

In Zusammenarbeit mit

die zustandsorientierte Instandhaltung bieten. Dies kann beispielsweise die Erkennung und fachliche Einordnung auffälliger Messwerte oder zeitlicher Entwicklungen umfassen. Darüber hinaus sollen die Aussagekraft und Grenzen der entwickelten Verfahren, der Bedarf an zusätzlichen Daten sowie die Voraussetzungen für eine Übertragung auf weitere Verteilnetzbetreiber untersucht werden.

4. Zusammenarbeit

Die Erprobung wird in Zusammenarbeit zwischen den ausgewählten Lösungsanbietern, dem beteiligten Verteilnetzbetreiber sowie der dena und dem beteiligten Projektteam durchgeführt. Die Rollen sind wie folgt verteilt:

- **dena:** Gesamtverantwortung für die Erprobung, Bereitstellung der Prämien sowie Veröffentlichung und Einordnung der Ergebnisse im Branchenprozess
- **Consentec und IAEW:** Projektsteuerung, Terminkoordination und Aufbereitung der Ergebnisse
- **Verteilnetzbetreiber:** fachliche Federführung der Erprobung, Bereitstellung und Beschreibung des Datensatzes, fachliche Begleitung der Lösungsanbieter und Verifikation der Ergebnisse
- **Lösungsanbieter:** Entwicklung, Umsetzung und Dokumentation der Lösungsansätze

Den Projektbeteiligten werden – soweit möglich – fachliche Ansprechpartner zur Verfügung gestellt. Im Rahmen der Challenge sind gemeinsame Abstimmungstermine vorgesehen, um fachliche Fragestellungen zu diskutieren, den Projektfortschritt vorzustellen und Zwischenergebnisse gemeinsam einzuordnen.

Die konkrete Ausgestaltung der Zusammenarbeit erfolgt in Abstimmung mit dem beteiligten Verteilnetzbetreiber und orientiert sich an den Anforderungen der jeweiligen Lösungsansätze.

Für den Datenaustausch mit dem beteiligten Verteilnetzbetreiber ist vorab ein NDA zu unterzeichnen, in dem sich die Bewerber verpflichten die Daten vertraulich zu behandeln. Zudem darf keine Recheninfrastruktur genutzt werden, die außerhalb Deutschlands gehostet ist. Sie muss zudem die gängigen Sicherheitsstandards erfüllen und vor ihrer Verwendung mit dem Verteilnetzbetreiber abgestimmt werden.

Aus der Erprobung resultieren idealerweise folgende Ergebnisse:

- Entwicklung nachvollziehbarer daten- und KI-basierter Methoden zur zustandsorientierten Bewertung von Öltransformatoren
- Dokumentation der gewählten Lösungsansätze sowie der verwendeten Daten und Methoden
- Bewertung der erzielten Ergebnisse hinsichtlich ihrer fachlichen Qualität und praktischen Anwendbarkeit
- Ableitung von Erkenntnissen zur Übertragbarkeit auf weitere Verteilnetzbetreiber sowie zu den Voraussetzungen für eine spätere Implementierung

In Zusammenarbeit mit

5. Ablauf

Meilenstein	Zeitpunkt
Frist zum Einreichen eines Konzeptes durch Lösungsanbieter	Bis 09. November 2026
Prüfung der ausgewählten Konzepte, Pitch-Runden und Auswahl der Teilnehmenden	Bis Ende November 2026
Gemeinsamer Kick-off mit Lösungsanbietern und Netzbetreibern	Dezember 2026
Umsetzung der Konzepte durch Lösungsanbieter	Bis 30. April 2027
Ergebnispräsentation im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung des Branchenprozesses „Daten und KI für Stromnetze“	Juni 2027

Weitere Teilnahmebedingungen

Kosten

Die Teilnahme an der Erprobung ist für die Unternehmen kostenlos. Die dena übernimmt keine Kosten, die durch die Erprobung verursacht werden.

Mitwirkungspflichten der Unternehmen

Die Unternehmen verpflichten sich, im Fall der Auswahl für die Durchführung der Erprobung, die notwendigen Ressourcen bereitzustellen.

Insbesondere stimmen die Unternehmen zu,

1. an einem (online) Kick-off teilzunehmen
2. ihren jeweils gewählten Lösungsansätze sowie die wesentlichen Ergebnisse der Erprobung zu dokumentieren und der dena in Schriftform zu überreichen (z.B. in Form eines kurzen Steckbriefs (max. 5 Seiten) oder einer Präsentation)

Vertraulichkeit

Die dena versichert, dass alle Angaben vertraulich behandelt werden. Wenn die dena externe Dienstleister einbezieht und die Dokumente gegebenenfalls den externen Dienstleistern verfügbar gemacht werden, unterliegen diese ebenfalls der Geheimhaltungspflicht.

Öffentlichkeitsarbeit / Nutzungsrechte

Die von den Unternehmen zur Verfügung gestellten Materialien wie Fotos, Videos und Kurzbeschreibungen werden für die Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit dem Projekt „Datenbasierte Anwendungen und KI für Stromnetze“ verwendet. Hierzu gehört die Verwendung in Expertinnen- und Expertenworkshops, Publikationen (Flyer, Abschlussberichte, jährliche Zwischenberichte) und auf den Online-Kanälen (LinkedIn, Twitter, Facebook). Ein Anspruch auf Veröffentlichung oder Öffentlichkeitsarbeit der dena ist damit nicht verbunden.

In Zusammenarbeit mit

Die Unternehmen räumen der dena die einfachen, inhaltlich, zeitlich und örtlich unbeschränkten Nutzungsrechte (Recht zur öffentlichen Zugänglichmachung, Übersetzungsrecht, Recht zur Speicherung auf jedem verfügbaren Medium (Multimedia-Recht) sowie Datenbankrecht) an den zur Verfügung gestellten Materialien und an dem Firmenlogo zum Zwecke der Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit dem Future Energy Lab ein. Die dena hat das Recht, die Materialien ganz oder teilweise (Print, Online) zu vervielfältigen und unter Angabe des Namens zu veröffentlichen. Die dena hat das Recht, dieselben Nutzungsrechte dem BMW einzuräumen. Die Unternehmen haben die Arbeit Dritter gesondert zu kennzeichnen und der dena die Quelle mitzuteilen.

Die Unternehmen versichern hiermit, dass sie über die Nutzungsrechte an den Materialien und dem Firmenlogo frei verfügen können und dass keine Rechte Dritter, insbesondere Markenrechte, Urheberrechte, Persönlichkeitsrechte oder sonstige Leistungsschutzrechte einer Nutzung durch die dena entgegenstehen. Darüber hinaus versichern die Unternehmen, dass Dritte, die Urheberrechte an den Materialien und dem Firmenlogo besitzen, auf ihr Recht, als Urheber des Werkes gemäß § 13 Abs. 2 UrhG genannt zu werden, vollständig verzichtet haben.

Vorsorglich haben die Unternehmen die dena auf erstes Anfordern von allen Ansprüchen Dritter freizustellen, die diese aus etwaigen Rechten an den Abschlussunterlagen oder dem Firmenlogo ableiten. Dies schließt auch die Kosten einer angemessenen Rechtsverteidigung der dena gegenüber Dritten ein. Im Übrigen richtet sich die Haftung nach den gesetzlichen Bestimmungen.

Die Verwertungsrechte werden entschädigungslos eingeräumt.

Haftung

Die dena haftet dem Grunde nach für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit uneingeschränkt, für einfache Fahrlässigkeit jedoch nur bei Verletzung wesentlicher Pflichten, d.h. solcher Pflichten, deren Erfüllung die ordnungsgemäße Durchführung des Vertrages überhaupt erst ermöglicht und auf deren Einhaltung die Vertragspartei regelmäßig vertrauen darf (sog. Kardinalpflichten) und für Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit. Die Haftung der dena ist bei fahrlässiger Verletzung wesentlicher Vertragspflichten und bei grob fahrlässigem Verhalten einfacher Erfüllungsgehilfen (nicht leitende Angestellte) außerhalb des Bereichs wesentlicher Vertragspflichten und der Lebens-, Körper- und Gesundheitsschäden der Höhe nach auf den bei Vertragsschluss vorhersehbaren und vertragstypischen Schaden beschränkt. Die Bestimmungen des Produkthaftungsgesetzes bleiben unberührt.

Direktmarketing und Widerspruchsrecht

Die Angaben der sich bewerbenden Unternehmen werden von der dena für die Bearbeitung der Bewerbung verwendet.

Falls kein Erhalt von Informationen zu ähnlichen Waren oder Dienstleistungen von der dena gewünscht wird, kann dies jederzeit mit Wirkung für die Zukunft an folgende E-Mail-Adresse netze@dena.de oder an die dena Postadresse mitgeteilt werden.

Es gilt die Datenschutzerklärung des dena-Future Energy Labs: <https://future-energy-lab.de/daten-schutzerklaerung/>

In Zusammenarbeit mit

Kontakt

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Chausseestraße 128 a

10115 Berlin

Tel: +49 (0)30 66 777 - 0

E-Mail: netze@dena.de

Internet: www.future-energy-lab.de

In Zusammenarbeit mit

bdew **bitkom**

Energie. Wasser. Leben.