

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

GANGES – Gewährleistung von ANonymitäts-Garantien in Enterprise-Streaminganwendungen

Förderkennzeichen: 16KISA035 **Zuwendungsempfänger:** Ampeers Energy GmbH **Projektlaufzeit:** 15.12.2022 – 14.12.2025 **Berichtszeitraum:** 15.12.2022 – 14.12.2025 (Abschlussbericht)

Ansprechpartner: AMPEERS Energy GmbH, Lucas Recknagel / Carsten Röskes **Adresse:** Nymphenburger Straße 107a, 80636 München

Teil II: Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse

1.1 Anwendungsfallkatalog

Ein zentrales Ergebnis der Projektarbeit von Ampeers Energy war die Entwicklung eines umfassenden Anwendungsfallkatalogs mit sechs Hauptdomänen und insgesamt 16 spezifischen Anwendungsfällen:

Domäne 1: Elektromobilität – Bedarfsprognose

Produktfamilie: District Management **Nummer:** 1.x

Kontext und Motivation

Im Kontext des Energiemanagements erweist sich die Ladeinfrastruktur als besonders vielversprechend für die Bereitstellung von Flexibilitäten im Sinne von Lastverschiebungen. Die willentliche Einbeziehung dieser Flexibilitäten in das energiewirtschaftliche System eines Quartiers hat Auswirkungen auf:

- **Lastspitzenmanagement:** Die gezielte Abregelung der maximal verfügbaren Ladeleistung zu Zeiten eines hohen Strombedarfs senkt Lastspitzen und beeinflusst die Strombeschaffung (Leistungspreise für den Quartiersbetreiber).
- **Anlagenoptimierung:** Die Fahrpläne stromgekoppelter Anlagen (Stromspeicher, Power2Heat mit Wärmepumpe oder Heizstab) können mit der Ladeinfrastruktur abgestimmt und optimiert werden.

Um diese Mehrwerte zu nutzen, ist die möglichst exakte Prognose der Nachfrage und des Bedarfs der Ladeinfrastruktur entscheidend. Aktuell werden Vortagsprognosen angewendet; eine ausreichende Datenmenge könnte den Einsatz von Regressionsmodellen und neuronalen Netzen ermöglichen.

Anonymisierungsbedarfe

Nutzungsdaten sind im Normalfall einem konkreten Fahrzeug und damit konkreten Nutzenden zugeordnet. Es bestehen:

- **DSGVO-Verpflichtungen:** Die Weiterverarbeitung ohne Genehmigung der betroffenen Person ist nicht gestattet
- **NDA-Beschränkungen:** Non-Disclosure Agreements verhindern die projektübergreifende Verwendung

Datengüte-Anforderungen:

- Ladeverlauf (Plug-on/Plug-off Zeit, übertragene Energie) muss erhalten bleiben
- Meta-Informationen wünschenswert: Gebäudetyp (Residential/Commercial/Industrial), Eigenstrom ja/nein, ungefährender Standort, Urbanisierungsgrad

Beispiel-Query für anonymisierte Datenbank:

```
SELECT Ladeprofil FROM Database
WHERE PostalCode BETWEEN '81000' AND '81999'
AND BuildingType = 'Residential'
AND UrbanCategory = 'Suburb'
AND Capacity <= '100'
```

Unteranwendungsfälle

AF 1.1: Bedarfsprognose dynamisch Modbus

- **Datenfluss:** MQTT Broker → Kafka Stream
- **Schema Input:** Topic, Payload (Strings)
- **Schema Output:** Timestamp, UUID, Value
- **Übertragung:** Sekunden- bis Minutentakt

AF 1.2: Bedarfsprognose dynamisch OCPI

- **Datenfluss:** HTTP Request → System
- **Datenformat:** JSON gemäß OCPI-Protokoll (Open Chargepoint Interface)
- **Aktualisierung:** ca. alle 2-5 Minuten
- **Varianten:** Vollständiges Objekt oder Delta mit session_id-Mapping

AF 1.3: Bedarfsprognose statisch

- **Datenformat:** CSV, XLS
- **Verarbeitung:** Manueller Upload fertiger Lastprofile in die Datenbank

Herausforderung

Die Individualisierung der Elemente (Standort, Urbanisierungsgrad, Erzeugungsstruktur, Anzahl Ladepunkte) erschwert das Erreichen der k-Anonymität erheblich.

Domäne 2: Immobilien – Sanierungsfahrplan

Produktfamilie: Analyze / Prepare **Nummer:** 2.x

Kontext und Motivation

Die Domäne adressiert die gesamte AE-Produktlinie für Gebäudemodernisierung:

- **Carbon Dashboard:** Identifikation und Kommunikation von Verbräuchen, Emissionen und CO2-Kosten des Portfolios
- **Carbon Strategy:** Entwicklung eines Plans zur klimaneutralen Gestaltung des gesamten Portfolios
- **Quick Check / Renewable Concept:** Simulation technisch möglicher Konzepte für nachhaltige Gebäudeenergieversorgung inkl. CO2-Reduktionspotenzial, Investitions- und Betriebskosten, Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Anonymisierungsbedarfe

- **NDA-Anforderungen:** Keine Rückschlüsse auf Auftraggeber:in möglich (Daten können veröffentlicht oder Kunden präsentiert werden)
- **Keine DSGVO-Relevanz:** Es handelt sich um Gebäudedaten, nicht um personenbezogene Daten

Datengüte-Anforderungen:

- Ungefähre Größe und Lage des Quartiers muss erkenntlich bleiben
- Katalogisierung von Quartieren für Rückschlüsse aus unterschiedlichen Sanierungsstrategien

Unteranwendungsfälle

AF 2.1: Marketing/Sales

- **Zweck:** Präsentation vergleichbarer Projekte an potenzielle Neukunden
- **Inhalte:** Potenzielle Modernisierungsfahrpläne, konkrete Sanierungskonzepte
- **Technische Komponente:** Excel-Files → Backend

AF 2.2: Best-Fit Sanierungskonzept

- **Zweck:** Optimierung der Sanierungskonzepte basierend auf Erfahrungswerten
- **Beispielaussagen nach Anonymisierung:**
 - "Deine Gebäude 1-10 mit den Eigenschaften X, Y, Z eignen sich gut für Maßnahme A (z.B. Luft-Wärmepumpe)"
 - "Im Durchschnitt spart diese Maßnahme 20kg Emissionen pro Jahr pro m²"
 - "Die durchschnittliche Rendite liegt bei 100%"
- **Showstopper:** NDAs schreiben fest, welche Mitarbeiter:innen Daten zu bestimmten Projekten verwalten dürfen

AF 2.3: Benchmarking Status Quo

- **Zweck:** Vergleich des Immobilienbestands hinsichtlich CO2-Belastung und Verbrauch
- **Anwendung:** Carbon Dashboard Frontend
- **Herausforderung:** Benchmarking ist aussagekräftiger, je enger eine Gruppe gefasst ist
- **Showstopper:** Es darf nicht möglich sein, aus dem Benchmarking konkrete Informationen zu Gebäuden der Konkurrenz zu erhalten

AF 2.4: Validierung Eingabe

- **Zweck:** Verifizierung und Prüfung von Kundeneingaben im Excel-Sheet
- **Nutzen:** Erleichterung der Detektion fehlerhafter Eingaben, Senkung des manuellen Prüfaufwands
- **Showstopper:** NDAs verbieten die Weiterverarbeitung (z.B. Ermittlung des Medians des Jahresenergiebedarfs eines MFH)

AF 2.5: Externe zur Verfügungstellung

- **Zweck:** Bereitstellung von Projektinformationen an Externe (z.B. Netzbetreiber) für Prognosen
- **Sekundärnutzung:** Präsentation in Foyerbereichen
- **Showstopper:** NDAs verbieten die Weiterverarbeitung ohne Anonymisierung

Herausforderung

Eine geringe Anzahl an Quartieren in der Datenbank erleichtert die Rückführung, weshalb ein höheres Maß an Anonymisierung notwendig ist, was wiederum zu Informationsverlusten führt.

Domäne 3: Mieterstrom – Kennzahlen

Produktfamilie: Local Supply **Nummer:** 3.x

Kontext und Motivation

AE Local Supply unterstützt bei der einfachen, rechtskonformen und kosteneffizienten Abrechnung von Energieflüssen im Rahmen von Mieterstromprojekten. Dabei werden automatische Bilanzierung und Abrechnung der Energieverbräuche durchgeführt.

Wichtiger Hinweis: Es werden keine Lastgänge von Haushalten verarbeitet, sondern lediglich die Strommenge in Summe. Verbrauchsmengen liegen nur von Haushalten vor, die Mieterstrom beziehen.

Kritische KPIs

KPI	Beschreibung
Durchdringungsquote	Anteil der Bewohner:innen mit Mieterstrom
Wechselquote	Häufigkeit der Vertragswechsel
Vertragslaufzeiten	Angebotene und angenommene Laufzeiten
Projektgröße	Anzahl der Verbrauchsstellen
Autarkiegrad	Erreichbarer Grad mit vorherrschender Durchdringung

KPI	Beschreibung
Anlagenzusammensetzung	Komponenten der Gebäudeversorgung
Verbräuche	Strommengen der Bewohner:innen

Anonymisierungsbedarfe

Besondere Vorsicht erforderlich: Die Betrachtung auf Gebäudeebene bedarf konkreter Maßnahmen zur Anonymisierung.

Re-Identifikationsrisiko-Beispiel:

Mangelnde Anonymisierung führt dazu, dass ersichtlich ist, dass Gebäude X eine Durchdringungsquote von 100% aufweist. Durch die im Telefonbuch hinterlegte Adresse einer Person ist somit eindeutig festzustellen, dass Person Y Mieterstrom bezieht.

Datengüte-Anforderungen (kategorische Einteilungen):

Attribut	Kategorien
Durchdringungsquote	niedrig / moderat / hoch
Wechselquote	niedrig / moderat / hoch
Vertragslaufzeiten	<monatlich / <jährlich / >jährlich kündbar
Projektgröße	<10 / <50 / >50 Verbrauchsstellen
Autarkiegrad	<20% / <50% / >50%
Verbräuche	<100.000 kWh / <1 MWh / >1 MWh

Unteranwendungsfälle

AF 3.1: Politische Bereitstellung

- **Zweck:** Einschätzung des Grades politisch definierter Ziele des Mieterstroms
- **Nutzen:** Mögliche politische Nachjustierungen können vorteilhaft für das Geschäft sein
- **Technische Komponenten:** Wechsellisten, manueller Input

AF 3.2: Akquise

- **Zweck:** Gezielte Akquise von Neukunden mit passenden Objekten
- **Nutzen:** Überzeugung potenzieller Kund:innen zur Umsetzung von Mieterstromprojekten
- **Technische Komponenten:** Wechsellisten, manueller Input

Domäne 4: Monitoring Energiesystem

Produktfamilie: Analyse **Nummer:** 4.x

Kontext und Motivation

Das Ziel eines Monitorings ist ein zentraler Überblick über alle Anlagen im Betrieb. Neben Zeitreihendaten sollen Meldungen (Fehler, Warnungen, Empfehlungen) dabei helfen, schnell Prioritäten und fundierte Entscheidungen treffen zu können.

Mehrwerte:

- Erreichung von Kosten- und Klimazielen
- Gewährleistung der Zufriedenheit der Mieter:innen
- Erhöhung der Datenqualität durch automatisierte Datenerfassung
- Zeit- und Kostenersparnis bei Kunden

Anonymisierungsbedarfe

DSGVO-Konformität: Standortdaten und Energieverbrauchsmuster können Rückschlüsse auf individuelle Haushalte zulassen.

NDA-Beispiel:

Kunde A stellt AE eine Zeitreihe über den Stromverbrauch einer Wärmepumpe zur Verfügung. Gemäß NDA dürfen diese Daten weder intern weiterverwendet noch an Dritte weitergegeben werden. AE möchte jedoch diese Daten nutzen, um Kunde B Prognosen zu präsentieren, da das Gebäude von Kunde A dem von Kunde B ähnelt.

Rechtlicher Rahmen:

- **Messstellenbetriebsgesetz (§52 Abs. 3 MsbG):** Personenbezogene Daten aus intelligenten Messsystemen (iMSys) müssen anonymisiert oder pseudonymisiert werden

Datengüte-Anforderungen:

- Aggregierte Maximal- und Minimalwerte, Summen und andere KPIs müssen erhalten bleiben
- Keine Rückschlüsse auf Identität des Ursprungskunden zulässig

Unteranwendungsfälle

AF 4.1: Nutzungsprofil Heizanlage

- **Zweck:** Integration des Heizanlagen-Monitorings im Carbon Dashboard für die Wohnungswirtschaft
- **Datenquelle:** Green Fusion
- **Ziel:** Verständnis der Nutzer:innen, Erfüllung von Kundenbedürfnissen, schnelles Feedback

AF 4.2: Stromverbrauchsanalyse

- **Zweck:** Kontinuierliche Auswertung des Stromverbrauchs von Heizanlagen

- **KPIs:** Energieeffizienz, Spitzenlastzeiten, Laufzeiten der Anlagen
- **Nutzen:** Optimierung des Anlagenbetriebs, Ableitung von Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs (z.B. Verschiebung von Betriebszeiten)

Herausforderung

Das Streaming der Daten erfolgt ausschließlich seitens Green Fusion, was die Integrationsarchitektur beeinflusst.

Domäne 5: Plattform Streaming (Nutzungsanalyse AE Produkte)

Produktfamilie: AE Plattform **Nummer:** 5.x

Kontext und Motivation

Analyse und Auswertung von internen Bewegungsdaten innerhalb der AE-Produkte (PREPARE, ANALYZE). Ziel ist die Gewinnung von Einblicken zur Verbesserung der Produkte und Dienstleistungen.

Erfasste Daten:

- Anzahl der Nutzer:innen
- Verweildauer auf bestimmten Seiten
- Klickpfade und Interaktionsdaten

Datenquelle: Microsoft Clarity (Echtzeit-Visualisierung des Nutzerverhaltens)

Anonymisierungsbedarfe

DSGVO-Relevanz (auch B2B):

Die DSGVO unterscheidet nicht zwischen B2B und B2C. Datenschutzrechtliche Anforderungen gelten immer dann, wenn personenbezogene Daten verarbeitet werden – auch bei nur indirektem Bezug zu einer natürlichen Person. **Schon die IP-Adresse eines Nutzers ist als personenbezogenes Datum zu betrachten.**

Zu anonymisierende Attribute:

- IP-Adressen
- Benutzernamen
- User IDs
- Geographische Daten
- Spezifische Interaktionsmuster

Datengüte-Anforderungen:

- Verhaltensmuster müssen in der Datenreihe erkennbar sein
- Keine Rückschlüsse auf individuelle Personen zulässig
- Zuweisung zu Gruppen (nicht Individuen) für Auswertungen

Unteranwendungsfälle

AF 5.1: Nutzerverhalten

- **Zweck:** Untersuchung der Bewegungsdaten zur besseren Verständnis von Verhalten und Präferenzen
- **Analyse:** Verweildauer, Nutzung bestimmter Funktionen, Klickpfade
- **Nutzen:** Identifikation gut funktionierender Bereiche und Hindernisse für die Nutzererfahrung
- **Anonymisierungsansatz:** Aggregation auf Gruppenebene (Durchschnittswerte) oder Pseudonymisierung

AF 5.2: Personalisierung

- **Zweck:** Maßgeschneiderte Empfehlungen und Anpassung von Inhalten
- **Basis:** Individuelle Vorlieben und Verhalten der Nutzer:innen
- **Technische Komponente:** HTTP Request

AF 5.3: Bedarfsprognose (Plattform)

- **Zweck:** Frühzeitige Erkennung von Problemen auf der Plattform
- **Indikatoren:** Häufiger Seitenabbruch, Aktionsabbrüche
- **Nutzen:** Entwicklung präventiver Maßnahmen zur Erhöhung der Kundenbindung

Herausforderung

Die Anzahl an Nutzer:innen beeinflusst das erforderliche Anonymisierungsmaß: Je geringer die Anzahl, desto höher der notwendige Grad an Anonymisierung.

Domäne 6: Smart Grid Demand Response

Produktfamilie: Analyse **Nummer:** 6.x

Kontext und Motivation

Die Entwicklung von Smart Grids eröffnet neue Möglichkeiten zur intelligenten Steuerung des Energieverbrauchs und zur Optimierung der Integration erneuerbarer Energien. Verbraucher, Erzeuger und Speicherlösungen werden dynamisch vernetzt und automatisiert gesteuert.

Zentrale Komponenten:

- **Wärmepumpen:** Flexible Reaktion auf Schwankungen in Energieerzeugung und -verbrauch
- **Batteriespeicher:** Optimierung des Eigenverbrauchs durch Lade-/Entladezyklen

Mehrwerte:

- Mehr Effizienz und niedrigere Kosten
- Höhere Ausnutzung erneuerbarer Energien
- Glättung von Lastspitzen
- Gewährleistung der Netzstabilität

Anonymisierungsbedarfe

DSGVO und BDSG: Daten aus Haushalten können personenbezogene Daten enthalten (Stromverbrauchsmuster, Nutzung von Geräten).

NDA-Anforderungen: Bei Bereitstellung durch Dritte unter NDA dürfen Daten weder direkt noch indirekt für andere Zwecke verwendet werden ohne vollständige Anonymisierung.

Zu anonymisierende Attribute:

- Haushalt-ID
- Gerätetyp
- Standorte

Unteranwendungsfälle

AF 6.1: Nutzung Wärmepumpen und Speicher

- **Zweck:** Untersuchung der flexiblen Steuerung in Smart Grids
- **Analyse:** Reaktion auf schwankende Strompreise oder Netzanforderungen
- **Erkenntnisse:**
 - Wärmepumpen können mehr Wärme speichern bei Energieüberschuss
 - Leistungsreduktion bei Netzentlastungsbedarf
 - Optimale Lade-/Entladezyklen in Kombination mit Batteriespeichern
- **Ziel:** Kundenspezifische Lösungen ohne Rückschlüsse auf spezifische Gebäude

AF 6.2: Optimiertes Lastmanagement

- **Zweck:** Optimierung des Lastmanagements durch intelligente Steuerung
- **Maßnahmen:**
 - Vermeidung von Lastspitzen durch gezielte Steuerung
 - Optimierung des Eigenverbrauchs (selbst erzeugte Energie bei höchstem Bedarf)
 - Teilnahme an Demand-Response-Programmen
 - Nutzung flexibler Stromtarife
- **Nutzen:** Kosteneinsparung durch strategische Verbrauchssteuerung und effektivere Eigenstromnutzung

1.2 Bereitgestellte Demonstratoren und Datensätze

Energieverbrauchsdaten-Generator

Ampeers Energy entwickelte eine Node.js-Anwendung zur Generierung realistischer Energieverbrauchsdaten für Testzwecke:

Technische Spezifikationen:

- 25 simulierte Smart Meter
- Minutenauflösung über einen Monat (Dezember 2024)
- Realistische Tages- und Wochenverläufe

Implementierte Verbrauchsmuster:

- Morgenspitze (6-8 Uhr): 1,8-2,2x Basisverbrauch
- Mittagsvariation (12-14 Uhr): 1,2-1,5x bei 25% der Haushalte
- Abendspitze (17-23 Uhr): 2,0-2,5x Basisverbrauch
- Nachtstunden (23-6 Uhr): 0,3-0,6x Basisverbrauch
- Wochenenden: 1,2-1,5x Erhöhung

Feiertags-Handling:

- Heiligabend (24.12.): 1,3x Multiplikator
- 1. Weihnachtstag (25.12.): 1,4x Multiplikator
- 2. Weihnachtstag (26.12.): 1,2x Multiplikator
- Silvester (31.12.): 40% abwesend (0,3x) / 60% feiernd (2,0x)

Technologie-Stack:

- Kafka-Integration via @platformatic/kafka für Streaming
- Chart.js-basierte Visualisierungs-Dashboards
- JSON-Ausgabe, Kafka-Topics, Echtzeit-Web-Visualisierung

District Manager Datenexport

Aus einem anonymisierten District-Manager-Projekt wurde ein umfassender Realdatenexport bereitgestellt:

Datumumfang: 87 einzigartige Geräte-/Sensoratenpunkte über Gebäudesysteme hinweg.

Erfasste Anlagenkategorien:

- **Heizkessel (2):** Vorlauftemperatur, Brennstoffvolumen, Wärmeleistung, Betriebsstatus
- **BHKW (1):** Elektrische Leistung, Fehler-/Warnmeldungen, Vor-/Rücklauftemperaturen
- **Stromnetz (1):** Energie Ein/Aus, Leistung, Betriebsstatus
- **Stromzähler (5):** Energie- und Leistungsmessung
- **Wärmemengenzähler (2):** Wärmeleistung
- **Wärmepumpe (1):** Elektrische Leistung, Wärmeabgabe, Kompressorlaufzeit, Quellentemperaturen
- **Wärmespeicher (6 Schichten mit je 2 Temperatursensoren):** Schichttemperaturen

- **Heizstab (1):** Elektrische Leistung, Betriebsstatus
- **Photovoltaik (2):** Energieertrag, Leistung (begrenzt/unbegrenzt), Betriebsstatus
- **Rückkühler (1):** Fehlermeldungen, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Betriebsstatus

Datenformat:

```
{
  "key": "ConnectorBox/big/project/boiler01-flowTemperature",
  "value": {
    "value": <float>,
    "timestamp": <ms_timestamp>,
    "timestamp_rfc3339": "2024-09-01T00:00:00.424+00:00"
  }
}
```

Erfassungszeitraum: September 2024, alle einzigartigen Edge-generierten Events.

Diese Datensätze und Demonstratoren wurden den universitären Partnern für ihre Forschungsarbeiten übergeben und ermöglichten die Entwicklung und Validierung der Anonymisierungsverfahren unter realistischen Bedingungen.

1.3 Evaluation und Feedback

Ampeers Energy führte kontinuierliche Evaluationen der von den universitären Partnern entwickelten Verfahren durch:

Bewertete Verfahren:

- **PRINK:** Privacy-Engineering-Framework mit interaktivem k-Wert-Slider (Weiterentwicklung von CASTLE)
- **CASTLE Guard:** k-Anonymisierung für Streaming-Daten
- **Z-Anonymisierung:** Konzeptionell evaluiert, Integration als Gedankenexperiment durchgeführt
- **Differential Privacy:** RAPPOR und PrivStream-Ansätze

Evaluationskriterien:

- Verarbeitungs-Overhead
- Verbleibender Datennutzen
- Integrationskomplexität in bestehende Systeme
- DSGVO-Konformität
- NDA-Anforderungserfüllung

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die detaillierte Aufstellung der Kosten und Personalmonate ist dem separaten Verwendungsnachweis zu entnehmen. Die Personalressourcen wurden planmäßig eingesetzt, wobei die Verteilung über die Projektlaufzeit wie folgt aussah:

- **2023:** Schwerpunkt auf Anwendungsfallidentifikation und Anforderungserhebung
- **2024:** Fokus auf Demonstratorentwicklung und Datensatzbereitstellung
- **2025 (bis September):** Evaluation, Dokumentation und Wissenstransfer

Die Mittelverwendung erfolgte entsprechend dem genehmigten Finanzplan.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

3.1 Notwendigkeit der Industriebeteiligung

Die Beteiligung eines Industriepartners war für das Gesamtprojekt essentiell:

Praxisbezug: Ohne reale Anwendungsfälle und Datensätze hätten die universitären Partner keine praxisrelevanten Anonymisierungsverfahren entwickeln können. Die theoretisch entwickelten Algorithmen wurden erst durch die Konfrontation mit echten Unternehmensanforderungen validiert.

Anforderungserhebung: Die Identifikation von Datenschutz- und NDA-Anforderungen aus der Praxis konnte nur durch einen Akteur erfolgen, der tatsächlich mit entsprechenden Daten und Kunden arbeitet.

Feedback-Schleife: Die kontinuierliche Evaluation der Verfahren hinsichtlich Praxistauglichkeit ermöglichte zielgerichtete Weiterentwicklungen.

3.2 Angemessenheit der Arbeiten

Die durchgeführten Arbeiten waren angemessen für die Projektziele:

Anwendungsfallkatalog: Die systematische Erhebung von sechs Anwendungsdomänen mit insgesamt 16 Unteranwendungsfällen bildet eine fundierte Basis für zukünftige Anonymisierungsentwicklungen in der Energiewirtschaft.

Demonstratoren: Die bereitgestellten Datengeneratoren und Realdatenexporte ermöglichten den universitären Partnern realitätsnahe Tests ihrer Verfahren.

Evaluation: Die Bewertung der entwickelten Verfahren aus Industrieperspektive lieferte wertvolle Erkenntnisse für die wissenschaftliche Weiterentwicklung.

4. Voraussichtlicher Nutzen

4.1 Wissenschaftlicher Nutzen

Die Projektergebnisse tragen zur Weiterentwicklung der Anonymisierungsforschung bei:

Erweiterung des Anwendungsspektrums: Die dokumentierten Anwendungsfälle erweitern das bekannte Spektrum von Anonymisierungsanforderungen in der Energiewirtschaft und bieten Orientierung für zukünftige Forschungsprojekte.

Praxisvalidierung: Die Evaluation unter realen Bedingungen ermöglicht eine realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit entwickelter Verfahren.

Publikationen: Die universitären Partner haben auf Basis der Projektergebnisse wissenschaftliche Publikationen erstellt, darunter ein Paper für die CODASPY-Konferenz sowie Beiträge zur Nationalen IT-Sicherheitsforschungskonferenz 2025.

4.2 Wirtschaftlicher Nutzen

Die direkte wirtschaftliche Verwertung durch Ampeers Energy hat sich im Projektverlauf verändert:

Ursprüngliche Planung: Integration der Anonymisierungsverfahren in die Produkte AE District Manager und AE Local Supply war vorgesehen.

Veränderte Marktbedingungen: Während der Projektlaufzeit wurde der Produktbereich Quartiersmanagement (AE District Manager) aufgrund veränderter Marktbedingungen im Bereich Nachbarschaftsenergiemanagement eingestellt. Dies reduzierte das ursprünglich adressierte Marktpotenzial erheblich.

Resultierender Nutzen für Ampeers Energy:

- **Know-how-Transfer:** Die intensive Zusammenarbeit mit den universitären Partnern hat zu einem signifikanten Kompetenzaufbau im Bereich Datenanonymisierung geführt.
- **Forschungsnetzwerk:** Die etablierten Kontakte zu TU Berlin und TU Dresden ermöglichen zukünftige Kooperationen bei relevanten Fragestellungen.

4.3 Nutzen für das Forschungsnetzwerk

Die Projektergebnisse können von anderen Akteuren im Forschungsnetzwerk verwertet werden:

Demonstratoren: Die entwickelten Datengeneratoren und Realdatenexporte stehen für Folgeprojekte zur Verfügung.

Anwendungsfallkatalog: Die dokumentierten Anforderungen können als Referenz für andere Energieunternehmen dienen.

Folgeprojekt: Im Rahmen des BMBF-Forschungsnetzwerks wurde ein Folgeprojekt eingereicht, an dem Ampeers Energy als assoziierter Partner beteiligt ist.

5. Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens

5.1 Entwicklungen bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit wurden folgende relevante Entwicklungen beobachtet:

Regulatorische Entwicklungen:

- Die DSGVO-Auslegung bezüglich IP-Adressen und Energieverbrauchsdaten wurde durch Rechtsprechung weiter konkretisiert
- Das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) erhielt mit §52 Abs. 3 spezifische Anforderungen zur Anonymisierung von Smart-Meter-Daten

Technologische Entwicklungen:

- Apache Kafka hat sich als De-facto-Standard für Enterprise-Streaming-Architekturen etabliert
- Differential Privacy hat durch Implementierungen großer Technologieunternehmen an praktischer Relevanz gewonnen

5.2 Veröffentlichungen

Durch die universitären Partner wurden folgende Publikationen erstellt:

- Paper zur k-Anonymität für Smart-Meter-Datenströme (TU Berlin)
- CODASPY-Konferenzbeitrag zu PRINK
- Poster und Demonstrator für die Nationale IT-Sicherheitsforschungskonferenz 2025

Ampeers Energy hat keine eigenständigen Publikationen erstellt, jedoch durch Datenbeiträge und Evaluation zu den genannten Publikationen beigetragen.

München, September 2025

Ampeers Energy GmbH