

Umgang mit Anlagendaten, wenn die KI analysiert

Welchen Daten vertraut werden kann

Stellen Sie sich vor: Sie investieren in eine moderne Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher, erwarten präzise Daten über die Energieflüsse und erhalten von verschiedenen Systemen unterschiedliche Ergebnisse. Der Abrechnungszähler sagt dies, die App eines Monitoringsystems sagt das und die Monitoring-Daten des Webbrowsers an einigen Stellen wieder etwas anderes. Was zunächst wie ein technischer Albtraum klingt, wurde in diesem Fall zu einer inspirierenden Arbeit. Der Beitrag fasst den Inhalt mehrerer Vortragsveranstaltungen zum KI-Einsatz im Sachverständigenbüro zusammen.



Diesem Fachbeitrag geht ein vor Gericht verhandelter Streitfall voraus, bei dem sich der Betreiber einer PV-Anlage benachteiligt fühlte, weil er vermutete, dass der Energiefluss in der Installation seines Einfamilienhauses zu Lasten des Netzbezuges geht, obwohl der Ladestand des Speichers/der Batterie dies möglichst vermeiden sollte. Er beschrieb Unterschiede an drei Tagen im Februar und März 2024, die er beim Vergleich der Werte des Energiezählers, der App des Monitoring-

systems und der Monitoring-Daten in der Webbrowser-Ansicht ausmachte. Auf Basis dieser Unterschiede fertigte der Anlagenbetreiber eine Hochrechnung für die gesamte geförderte Nutzungsdauer von 20 Jahren an. Da hierbei die Grenze des Streitwertes von 5000 € überschritten wurde, ging die Zuständigkeit für das Verfahren an das entsprechende Landgericht.

Begutachtung der Installation im Haus

Um die Anlage zu begutachten, wurde in die Hausverteilung direkt nach dem Zähler ein Dreiphasen-Datenlogger eingebaut, der 20 Tage mit einer Abtastrate von 8000 Samples/Sekunde einen Datensatz mit etwa 20 elektrischen Größen je Außenleiter aufzeichnete

und somit das tatsächliche Lastprofil des Haushaltes.

Die exportierten Monitoring-Daten wurden innerhalb der Messperiode den Messdaten und den abgelesenen Werten des Abrechnungszählers gegenübergestellt. Dabei wurden systematische Abweichungen erkannt. Es stellte sich heraus, dass das Monitoring die Bezugsenergiemenge um gut 30 % gegenüber des Abrechnungszählers unterschätzt. Aufgrund der hohen Abtastrate des Dreiphasen-Datenloggers lassen sich Netzqualitätsauswertungen bis zur 40. Harmonischen vornehmen und für alle Außenleiter individuell der THD (Total Harmonic Distortion) bestimmen und aufzeichnen. Eine Gegenüberstellung mit dem zeitlichen Wirkleistungsverlauf hat Auffälligkeiten ergeben und gezeigt, dass bei einer Last unterhalb von 300–400 W (typisch in der Nacht) die Kurvenform des Stroms weit weg vom 50-Hz-Sinus war, was auf einen sehr starken Einfluss nichtlinearer Verbraucher hinweist. Die Quelle dieser Störaussendung konnte aus den Messdaten jedoch nicht ermittelt werden. Zudem wurde eine Asymmetrie bei der Regelung der drei Außenleiter bei der Rückspeisung aus der Batterie ins Hausnetz festgestellt.

Da beide Beobachtungen Einfluss auf die Qualität der tatsächlichen Wirkleistungserfassung bei 50 Hz und der Zählung der Bezugsenergiemenge haben können, sind die Auswirkungen in die Ursachenfindung mit einzuweisen.

Nicht alle Geräte, die die Netzqualität rudimentär prüfen, können Funktionsstörungen zeigen oder den Dienst verweigern. Auch die Effizienz, wie viel der insgesamt bereitgestellten Leistung tatsächlich in nützliche Arbeit umgewandelt wird, ist ein wichtiges Maß für die Beurteilung der Energieeffizienz der Batteriesysteme.

Daten auswerten unter Zuhilfenahme der KI

Die Auswertung der Daten erfolgte zunächst mittels Excel lokal auf einem Notebook. Da es in diesem Fall auf das Erkennen von unerwarteten Betriebszuständen und Anomalien ankam, wurden vier frei verfügbare KI-Werkzeuge genutzt, um aus den Daten die Betriebszustände abzuleiten, die Datenstruktur zu erkennen und Zugriffs-Skripte zu erstellen. Um die Vertraulichkeit der Monitoring- und Mess-Daten zu gewährleisten, musste verhindert werden, dass die hierfür verwendeten KI-Werkzeuge auf die gesamten Zeitreihendatensätze zugreifen. Nicht alle Datensätze dürfen extern (außerhalb der Kontrollmöglich-

Autor

Dipl.-Ing. Wilhelm Uhlenberg ist seit über 30 Jahren als Sachverständiger in den Bereichen IT (Automatisierung) und Photovoltaik tätig, Schwaförden.

keiten des Sachverständigen) interpretiert und ausgewertet werden.

Es ist zu bedenken, dass Zeitreihen zusammen mit Wetteraufzeichnungen einen Rückschluss auf den Entstehungsort zulassen. Deshalb habe ich zunächst Musterdateien geschaffen, die den Kern der Datenstruktur (die Feldbezeichner) im ersten Datensatz enthielten und anschließend die Datensätze einer typischen Stunde mit mittlerem Leistungsumsatz aus den Real-Datensätzen übertragen. Diesen „Muster-Ausschnitt“ der Realdaten nutzte ich, um damit die KI-Tools über den Prompt anzuweisen, Programm-Code zu erzeugen, der sich in einer Python-Laufzeitumgebung im eigenen Büro- bzw. Labor-Umfeld auf einem Linux-basierten Rechner (auch virtuelle Maschinen oder Docker-Container eignen sich) ausführen lassen sollte und dabei die Datenstruktur und Wertebereiche beachten. Dieser Programm-Code wird jeweils als Script (Python) bezeichnet. Das jeweilige Aufgaben-Script wird zur Ausführungszeit die aufgezeichneten Gesamtdaten aus mehreren CSV-Dateien (CSV; Comma Separated Values) einlesen, die Zeitreihen auf gemeinsame Zeitintervalle zusammenführen und die gewünschten Analysekriterien innerhalb der geladenen Datenmatrix, die der Mess- bzw. Erfassungsperiode entspricht, auswerten. Die Ergebnisse werden dann in Textform von dem Python-Script ausgegeben, der in einem Bericht weiterverarbeitet werden könnte.

Ganz entscheidend ist, ob den Ausgabe-Resultaten vertraut werden kann. Es ist nach meinen Erfahrungen aus allen Textläufen verschiedener Aufgaben-Skripte eine kritische Kontrolle mit konventionellen Mitteln notwendig. Die vier verschiedenen KI-Werkzeuge streuten in der Qualität des generierten Programm-Codes (der für die Resultatausgabe verantwortlich war), sodass eine blinde Übernahme der Auswerte-Ergebnisse keinesfalls zu empfehlen ist. Einige Skripte waren korrekt, einige teilweise korrekt, mehrere wiesen nicht nachvollziehbare und falsche Resultate aus. Bei einem KI-Tool war das erzeugte Script syntaktisch schon fehlerhaft, sodass eine Ausführung der Auswerteschleifen auf dem lokalen Rechner nicht stattfinden konnte. Es ist zu empfehlen, den Python-Code ebenfalls lesen und verstehen zu können und nicht nur die Energieflusszusammenhänge zu verstehen.

Die Korrektheit der Resultate kann nur dann gewährleistet werden, wenn parallel zur Script-Ausführung mit einem alternativen oder klassischen Verfahren (z. B. Excel) kontrolliert und abgeglichen wird. Eine Kontrolle kann Abweichungen zu den KI-Resultaten erken-

nen, allerdings bleibt dennoch eine gewisse Unsicherheit, ob die Ergebnisse aufgrund von Fehlern in der Herleitung beeinträchtigt sind. Beim Einsatz der KI-Tools lassen sich zudem oftmals Herleitungen, Zwischenschritte und Quellenauswahl nicht vollends nachvollziehen oder gar vorgeben.

Im Ergebnis bedeuten Kontrollschleifen also erst einmal mehr Arbeit, statt weniger Arbeit bei der Auswertung.

Auswertung der Daten

Bei der Auswertung der Daten konnte eine erhebliche Abweichung bei der Erfassung der Energiemengen des 3. Außenleiters (L3) festgestellt werden, wodurch die angezeigten und gespeicherten Bezugsmengen des Monitoringsystems zu gering ausfielen. Hingegen waren die Einspeisemengen im Monitoringportal geringfügig größer erfasst als am Abrechnungszähler. Beide Feststellungen können erklären, weshalb die dreiphasige Regelung der Rückspeisung der Energie vom Hybridwechselrichter aus der Batterie in den Haushalt nicht optimal verlief.

Die tatsächlich bislang abgerechneten Bezugsmengen lassen jedoch keinen Rückschluss auf einen monetären Schaden zu. Bisherig wurden jedes Jahr knapp 60 % des Haushaltsbedarfs über Sonnenenergie direkt oder indirekt abgedeckt. Der durchschnittliche Jahresbezug von 420 kWh beim aktuellen Nutzungsprofil entsprach 2024 einem Wert von etwa 150 €. Saisonale Schwankungen von ± 15 % sind bei den Energiemengen zu erwarten. Somit ist die Hochrechnung des Nutzers in sich nicht plausibel, da selbst die Vorgaben des Nutzers nur einen maximalen monetären Aufwand von etwa 3 000 € in 20 Jahren erwarten lassen, was allerdings keine Schadenssumme darstellt.

Zusammenfassung und Bewertung

Die systematischen Abweichungen zwischen dem Monitoringsystem und Abrechnungszähler über mehr als ein Jahr zeigen uns eines deutlich: Messen ist nicht gleich Erfassen und nicht gleich Integrieren. Jeder technische Fehler (hier der THD) erhöht die Unschärfe für ein behauptetes Symptom. Jedes System hat seine Berechtigung, aber auch seine Grenzen: Der Abrechnungszähler bleibt der rechtliche Maßstab – geeicht, andererseits träge und mit geringer Auflösung.

Bei der Auswertung der Daten und Zeitfolgen nützen KI-Tools nur sehr bedingt, weil Daten-

schutz und Vertraulichkeitsgesichtspunkte mitschwingen. Die generierten Resultate oder Antworten müssen sachkundig auf Richtigkeit geprüft werden, bevor darauf basierend Rückschlüsse gezogen werden dürfen. Zum Validieren der sogenannten Prompts – den klaren Anweisungen oder Fragen an die künstliche Intelligenz (KI) – sind Struktur, Rollenverständnis, Sorgfalt und Zusatzaufwand nötig. Zur Darstellung des Analyseprozesses fehlen aber oft die Zwischenschritte und Entscheidungsbäume, wodurch eine Nachvollziehbarkeit untergraben wird.

Fazit

Es ist einerseits schwer, Restzweifel mit Hilfe der KI auszuräumen, und andererseits sehr leicht, explosionsartig Zweifel am bewerteten Endergebnis zu generieren. Diese Gegenläufigkeit kann bei natürlicher Intelligenz zu nie endenden Ping-Pong-Dialogen führen und die Arbeitsmenge exponentiell erhöhen.

Ich nutze KI-Tools zur Eigenrecherche, zum Quellenabgleich und Wissenszuwachs sowie zur Erweiterung meiner selbst gefundenen Alternativen und Varianten. Manchmal für die „Laienübersetzungen“, wenn griffige Beispiele oder Analogien benötigt werden, um komplexe technische Zusammenhänge für elektrotechnische Laien nachvollziehbar zu machen. Das Generieren von Diagrammen und Schaubildern ist ebenfalls gut unterstützt.

Wer wie in diesem Fall Energieflüsse verstehen will und Energiemengen sinnvoll vergleichen möchte, muss Intervalle wählen, die die wetterbedingten und saisonalen Störgrößen dämpfen oder ausgleichen. Unterschiede festzustellen ist nur die halbe Miete. Die Auswirkungen müssen fachkundig interpretiert werden und als signifikant eingeordnet. Dann muss die Tragweite bewertet werden.

Erst dann kann ermittelt werden, ob wie hier in diesem Fall ein monetärer Schaden zu erwarten ist.

Für die Praxis bedeutet das: Vertrauen Sie nicht blind einem einzelnen System. Nutzen Sie die Stärken jedes Systems, verstehen Sie die Schwächen und erkennen Sie technische Fehler. Nutzen Sie Kontrollsysteme, die vor dem Einsatz kalibriert wurden. So entwickelt man aus dem Zahlen-Chaos ein belastbares Maßnahmenpaket. Die Optimierung des Energiesystems sollte die Leitschnur sein.

Am Ende zählt nicht, was ein System anzeigt, sondern wie wir den Zusammenhang verstehen und ob Unterschiede signifikant sind. Dazu müssen wir oftmals Lehrgeld zahlen, bis das Lernen zum Verstehen gelangt.