

Bild: OST

Automatisierungslösungen mit Grid2050 ins Stromnetz bringen

Tools für ein stabiles und widerstandsfähiges Energienetz

IN
KÜRZE



Benjamin Sawicki, Lukas Ortmann

Die Orts- und Verteilnetze stehen im Spannungsfeld von Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Elektrifizierung. Neben klassische Aufgaben wie Versorgungssicherheit, Netzqualität und wirtschaftlichem Betrieb treten systemisch neue Anforderungen: die Produktion im Niederspannungsnetz, Energiegemeinschaften, flexible Verbraucher, Elektromobilität, Wärmepumpen, variable Tarife, Steuerungsmöglichkeiten in Niederspannungsnetzen sowie IoT-Endpunkte. Der technische Möglichkeitsraum wächst; gleichzeitig entstehen aber auch

operative Risiken (Cybersecurity, Interoperabilität, Datenhoheit).

Die SATW-Erhebung, die gemeinsam mit dem NCCR Automation durchgeführt wurde, zeigt in der Branche zwei Kernmuster: Erstens bejahen VNB die Chancen der Digitalisierung für Prognosen, Lastmanagement, Aggregation und die Zielnetzplanung, um Kosten zu reduzieren. Zweitens verweisen sie auf Bedenken und strukturelle Hürden wie den hohen Investitionsdruck, personelle Engpässe, fehlende Erfahrung mit Datenmanagement und ICT-Projekten. Dazu kommen

unklare oder unsichere Rahmenbedingungen für Governance und Security. Vor allem kleinere Betriebe geraten organisatorisch unter Druck.

Grid2050 als Antwort auf strukturelle Lücke

Grid2050 ist eine Wissens- und Technologietransferplattform und als strategisches Projekt ein Kernelement des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Automation». Das Ziel: die Reduktion der Distanz zwischen methodischer Grundlagenforschung (Regelungstechnik, Optimierung, Maschinelles Lernen) und betrieblicher Praxis. Ausgangspunkt war eine Kontaktaufnahme mit 300 Verteilnetzbetreibern und einer Technologiesondierung mit über hundert Interviews mit Netzverantwortlichen, Geschäftsführern und Gemeindevertretern. Die meisten kleinen VNB sind zu stark im Tagesgeschäft eingebunden. Es gibt kaum Puffer für Experimente und somit auch kaum Erfahrung mit mehrjährigen Hochschulprojekten, insbesondere nicht auf Doktoratsstufe. Mittlere und grosse VNB äusserten Skepsis gegenüber akademischen Versuchen im Echtbetrieb und sahen Konflikte mit bestehenden Forschungsprojekten. Gerade für grosse Unternehmen mit eigenen Produkt- und Dienstleistungsangeboten sowie internen Ressourcen für Forschung und Entwicklung war unsere Verpflichtung, alle Ergebnisse unter den Open-Science-Standards zu publizieren, ein unüberwindbares Hindernis.

Die Diagnose: Es fehlt nicht an Themen, sondern an Formen der Zusammenarbeit. Forschungsvorhaben, die wie klassische Dienstleistungsprojekte geführt werden, scheitern oft an Transaktionskosten. Was gebraucht wird, ist eine Plattform, die drei Dinge leistet:

- Betrieb und Experiment trennen,
- Datenzugänge kuratieren,
- Ergebnisse offen und übertragbar machen.

Der Ansatz für den Wissens- und Technologietransfer ist dabei zentral: Die Rolle und Aufgabe besteht nicht nur in der «Vermittlung», sondern auch in der Gestaltung von Lernräumen. Dies umfasst Verträge, Daten- und Sicherheitskonzepte, technische Architektur, Community-Arbeit mit Stakeholdern, die didaktische Aufbereitung der Ergebnisse sowie die Möglichkeit, die Erkenntnisse in neue Produkte und Dienstleistungen – vielleicht auch in Start-ups – zu entwickeln.

Mut zur Offenheit als Governance

Das Wasser- und Elektrizitätswerk Walenstadt (WEW) – ein St. Galler Netzbetreiber mit rund 30 Mitarbeitenden – wurde nach zweijähriger Suche zum Versuchsnetz für Grid2050 festgelegt. Die Gemeinde hatte Forschungserfahrung aus dem BFE-mitfinanzierten Leuchtturmprojekt «Quartierstrom» (2018–2020). Dabei waren drei Aspekte ausschlaggebend:

Einbindung in die Geschäftsleitung: Die Zusammenarbeit fand von Beginn an unter der Verantwortung des Geschäftsleiters statt. Im 14-Tage-Turnus wurde dafür ein einstündiges Online-Meeting organisiert, um Fragen der Studierenden zu beantworten, Zwischenergebnisse zu diskutieren und die gegenseitige Arbeitsweise besser zu verstehen.

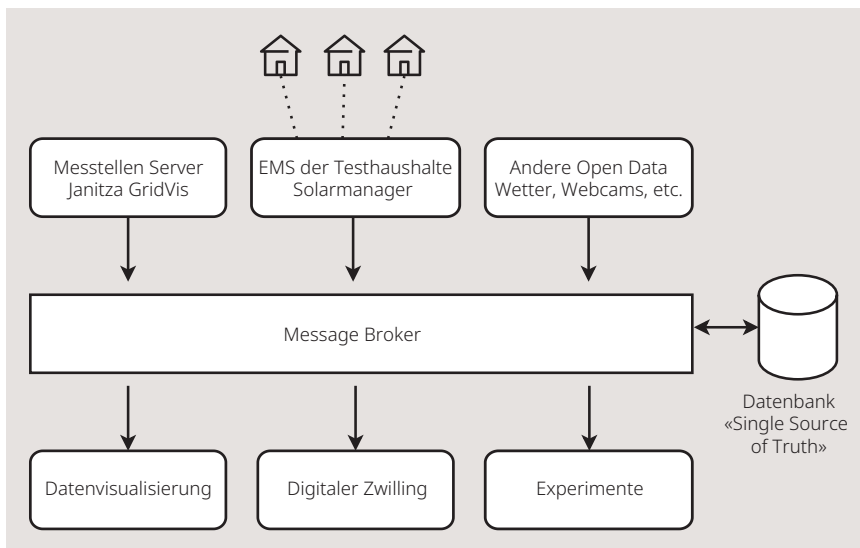
Governance und Strategie: Auch der Verwaltungsrat der öffentlich-rechtlichen Korporation Ortsgemeinde Walenstadt unterstützte das Projekt. Justus Bernold, der Präsident, sprach sich früh für die Open-Science-Orientierung aus. Die Experimente sollten Ergebnisse liefern, von denen möglichst die ganze Schweiz profitiert. Gleichzeitig bringt der Verwaltungsrat strategische Ideen ein, die im operativen Betrieb wenig Platz finden, aber nun von Forschenden aufgegriffen und bearbeitet werden können.

Operative Datenoffenheit: Bereits in den ersten Sitzungen gewährte die WEW (unter NDA) einen tiefen Einblick in ihre Betriebsstrukturen, sowohl in administrativen Bereichen wie Buchhaltungsinformationen, Beschaffungsstrategien und Kostenauf-



Installation des SolarManager.

Bild: Claudio Stucki



Struktur des Grid2050-Projekts.

Bild: Benjamin Sawicki

stellungen als auch in technischen Bereichen wie Zeitreihen aus Trafostationen und Wasserkraftwerken. All dies geschah mit der klaren Absicht, den Forschenden die realen Netzthemen so zu präsentieren, wie sie ein VNB heute selbst wahrnimmt. Für die Forschenden war es ein echter Aha-Moment zu erfahren, was ein VNB heute nicht misst, nicht weiss und auch nicht steuern kann.

Auch auf Seiten der teilnehmenden Hochschulen gab es Anpassungen. So sollte beispielsweise das Onboarding neuer Studierender mit möglichst wenig Aufwand verbunden sein. Die Einbindung in das NDA und die Beantwortung wiederkehrender Fragen sollen ohne WEW innerhalb der Forschungscommunity erledigt werden. Obwohl die meisten Forschenden Englisch sprechen, sind unsere Vorträge und Diskussionen mit WEW auf Schriftdeutsch und Englisch die Ausnahme. So werden Termine mit internationalen Studierenden vor- und nachbereitet, damit sie nicht ausgeschlossen sind, wenn sie der Diskussion selbst nicht folgen können. Das senkt die Transaktionskosten, erhöht den Modellrealismus und schafft die Grundlage für gegenseitiges Vertrauen. Nicht zuletzt zeigt es: Auch kleine Organisationen können Spitzenforschung ermöglichen – wenn Haltung, Governance und Zugangsregeln stimmen.

Lernen im sozialen Kontext

Am «Green Day 2024» in Walenstadt wurde das Forschungskonsortium Grid2050 der Öffentlichkeit vorgestellt. Das Konsortium hat die Vision, ein Verteilnetz der Zukunft zu erproben. Über 30 lokale Familien haben sich registriert, um mehr darüber zu erfahren, wie auch sie Teil des Projekts werden können. Viele von ihnen waren ursprünglich Mitglieder des Projekts «Quartierstrom» und haben positive Erfahrungen mit Forschung gemacht. Dies

zeigt, welche positiven Auswirkungen solche Forschungsprojekte auf die Offenheit für Innovationen und Energiethemen in einer Gemeinde haben können.

Der erste grosse Schritt, der von der ETH Zürich und der OST geleitet wurde, war der Aufbau einer Test-Community mit rund 20 Haushalten. Diese erhielten, gefördert vom Kanton St. Gallen, ein Energiemanagementsystem der Solarmanager AG, das von der Edion AG installiert wurde. Die Haushalte erklärten sich zudem bereit, ihre Daten den Forschenden zur Verfügung zu stellen. Das heisst, dass im Rahmen von Experimenten die Steuerungsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten erprobt werden können. Dabei wurden die Gebäude

ausgewählt, die möglichst viele steuerbare Systeme unterstützen, um einen heterogenen Pool für Versuche zu haben. Diese Infrastruktur, der Pool und der Zugang zu Bürgern steht auch anderen Forschenden zur Verfügung. So kam eine Forschungsgruppe von Sozialpsychologe Prof. Bamberg von der Hochschule Bielefeld, Deutschland, mit der Frage auf uns zu, ob es Möglichkeiten gibt, die Bevölkerung in Walenstadt in seine selbstfinanzierte Forschung zur Rolle von Bürgerbeteiligungen in der Energiewende einzubeziehen – und mittlerweile arbeitet eine seiner Mitarbeiterinnen im Austausch an der ZHAW an diesen Themen. Zusätzlich entstand ein internationales Konsortium zwischen Forschern der ETH Zürich, des Schwedischen KTH Stockholm und der Kanadischen University of British Columbia, die auch mit Hilfe der Daten aus Walenstadt die Schnittstelle zwischen VNB und ÜNB untersucht und neue automatisierte Mechanismen und wirtschaftliche Anreize zur Beschaffung komplexer Netzdienstleistungen von Verteilernetzbetreibern entwirft, wenn der Übertragungsnetzbetreiber keine direkte Kontrolle über dezentrale Ressourcen hat.

Experimentelle Datenplattform: vom Messpunkt zum Digitalen Zwilling

Die gesamte Forschungsinfrastruktur, die vor allem an der OST entwickelt und an der ETH Zürich betrieben wird, basiert auf Open-Source-Software.

Einerseits gibt es statische Daten wie Netzmodelle, die einmal aus proprietären Softwaresystemen exportiert und in offene Formate umgewandelt wurden. So lassen sie sich mit Open-Source-Werkzeugen herstellerunabhängig weiterverarbeiten, beispielsweise für Lastflussberechnungen mit Python, PandaPower oder einem der vielen Tools aus der «Linux Foundation Energy». Andererseits gibt es immer mehr Daten in Echtzeit.

résumé

Die technische Basis beginnt im Feld. Existierende SCADA-Systeme und Power-Quality-Messgeräte werden mit Unterstützung des Integrators so angebunden, dass Werte direkt ausgelesen werden können, beispielsweise über API – ohne mühsamen Weg über Export als CSV-Datei.

Erfasst werden nicht nur die Klassiker (Strom, Spannung, Phasenwinkel), sondern vollständige Oberschwingungsspektren. Am Beispiel Total Harmonic Distortion (THD): je Phase für Spannung und Strom jeweils die 25 Harmonischen als einzelne Zeitreihen – kombiniert mit mehreren Abtastraten (1, 5, 10, 15 und 60 Minuten). Pro Gerät entstehen so Hunderte parallele Streams. Diese Tiefe ist kein Selbstzweck, denn sie ermöglicht massgeschneiderte Datensätze für unterschiedliche Disziplinen (Regelungstechnik, Power Electronics, Operations Research, Risiko-/Asset-Management) – auch für zukünftige Projekte.

Die Teilnehmer der Test-Community haben dem Forschungskonsortium einerseits Informationen über die steuerbaren Geräte in ihren Haushalten (Wärmepumpenmodell, Elektroautohersteller, Unterlagen zur Solaranlage) geliefert und wurden

gleichzeitig im Ortsnetz einem Verteilstrang und einer Trafostation zugeordnet. Über die Solarmanager-App geben die Teilnehmenden ihre Daten frei, die parallel zum Netzbetrieb in Echtzeit ausgelesen und für Simulationen und Experimente gespeichert werden. Zusätzlich können über den Solarmanager die steuerbaren Geräte in den Häusern angesteuert werden, was eine Vielzahl von Experimenten und Tests ermöglicht.

Zur Datenspeicherung wurden verschiedene Datenbanksysteme verglichen und PostgreSQL mit TimescaleDB Plugin gewählt. Die Datenbank ist der zentrale Ort für alle Informationen, eine Single Source of Truth. Einerseits bietet sie die Performance einer NoSQL-Datenbank über optimierte Indexierung durch das Timescale-Plugin, kann aber einfach durch normale SQL-Queries abgefragt werden, was ein entscheidender Punkt für die Wartbarkeit und langfristige Betriebsstabilität in unseren kleinen, stark fluktuierenden Studententeams ist.

Ein auf RabbitMQ basierender Message-Broker entkoppelt Quellen und Senken: Messwerte laufen als Nachrichten in thematische Queues, die von

Intégrer des solutions d'automatisation dans le réseau électrique avec Grid2050

Des outils pour un réseau énergétique stable et résilient

Grid2050 est une plateforme de transfert de technologies et de savoir et, en tant que projet stratégique, il s'agit également d'un élément essentiel du pôle de recherche national «Automation». Ce projet vise à réduire la distance entre la recherche fondamentale méthodologique (technique de régulation, optimisation, apprentissage automatique) et la pratique opérationnelle. Concrètement, la plateforme doit séparer l'exploitation et l'expérimentation, gérer l'accès aux données, et rendre les résultats accessibles et transférables.

Son rôle ne consiste pas seulement à «transmettre», mais aussi à créer des espaces d'apprentissage. Cela comprend les contrats, les concepts en matière de données et de sécurité, l'architecture technique, le travail en commun avec les parties prenantes, la préparation didactique des résultats, ainsi que la possibilité de développer les connaissances acquises en de nouveaux produits et services.

Après deux ans de recherche, le réseau de la société Wasser- und Elektrizitätswerk Walenstadt (WEW) a été retenu pour faire office de réseau expé-

rimental pour Grid2050. Les participants (test-community) ont fourni au consortium de recherche des informations sur les appareils contrôlables au sein de leurs foyers (modèle de pompe à chaleur, voiture électrique, documents relatifs à l'installation PV) et ont été simultanément rattachés à une ligne de distribution et à un poste de transformation au sein du réseau local. Ils partagent leurs données (courant, tension, angle de phase, mais aussi spectres harmoniques complets) par le biais de l'application Solarmanager. Celles-ci sont lues en temps réel et enregistrées à des fins de simulation et d'expérimentation. Chaque appareil génère ainsi des centaines de flux parallèles. Ceci permet d'obtenir des ensembles de données sur mesure pour différentes disciplines (technique de régulation, électronique de puissance, recherche opérationnelle, gestion des risques et des actifs), y compris pour de futurs projets. De plus, l'application Solarmanager permet de piloter les appareils contrôlables dans les maisons, ce qui ouvre la voie à une multitude d'expériences et de tests.

autorisierten Konsumenten asynchron abgerufen werden. Neue Forschungsteams können sich als zusätzliche Senken registrieren, ohne dass Umbauten am Bestandssystem nötig sind. Wenn eine Datenpipeline zu langsam werden würde, könnten mehrere Senken die Daten parallel im Cluster abarbeiten und so die Performance des Systems verbessern.

Grundsätzlich wird digitale Kommunikation aus sicheren Zonen heraus initiiert (Pull-Prinzip), Angriffsflächen werden durch Firewalls und VPNs so minimiert, dass stets mehrere Schutzebenen greifen (Defense-in-Depth). Durch rollenbasierten Zugriff, Protokollierung und Pseudonymisierung entsteht ein Publikationspfad für Forschende nach dem Prinzip «open by default, geschützt wo nötig».

In einer abgeschotteten Sandbox an der ETH Zürich werden Felddaten mit Kontextdaten (Wetter, Markt, Open-Government-Data, Swissgrid-/ENTSO-E-Open-Data) verknüpft. So können neue Ideen und Algorithmen an Realitätsdaten validiert werden, ohne dass der Echtbetrieb beeinflusst wird. Die Werkzeuge der Forschenden sorgen durch Dokumentation, Versionierung und Peer Review für Nachvollziehbarkeit.

Die Architektur ist nicht «nur IT». Sie ist ein Organisationswerkzeug, das Lernen über die Grenzen der eigenen Organisation hinaus ermöglicht. Im besten Fall sieht der Ablauf wie folgt aus: Hypothese, Experiment, Review, Roll-out – mit klarer Trennung der Verantwortlichkeiten.

Call to Action

Die Hardware- und Softwareinfrastruktur sowie die Datenvielfalt des Grid2050-Projekts sind einzigartig. Sie bieten Forschenden, Verteilnetzbetreibern, Regulierungsbehörden, Unternehmen und Start-ups die Möglichkeit, ihre Herausforderungen gemeinsam mit den Forschenden des Projekts anzugehen. Interessierte können sich gerne bei den Autoren melden.

Link

> grid2050.ch

Autoren

Benjamin Sawicki koordiniert den Wissenstransfer im NCCR Automation.

> ETH Zürich, 8092 Zürich

> bsawicki@ethz.ch

Prof. Dr. Lukas Ortman ist Professor für Regelungstechnik an der OST.

> OST, 8640 Rapperswil

> lukas.ortmann@ost.ch

ANZEIGE

Nachhaltige Energieverteilung mit Mittelspannungs- schaltanlagen blue GIS

Der steigende Energiebedarf sowie dezentrale Einspeisungen stellen das Energienetz und deren Betreiber vor grosse Herausforderungen. Dabei rückt das Thema Nachhaltigkeit immer mehr in den Vordergrund. Siemens bietet mit dem blue GIS-Portfolio Produkte, die mit Clean Air sowie mit der bewährten Siemens-Vakuumschalttechnik arbeiten und weiterhin alle Vorteile einer modernen gasisolierten Schaltanlage vereinen, wie zum Beispiel Anlagenverfügbarkeit, Wartungsfreiheit, Personensicherheit, Kompaktheit und Umweltunabhängigkeit. Gleichzeitig gehen sie über geltende Standards hinaus und sind Wegweiser in eine ökologische Zukunft.

Mehr Infos:

www.siemens.ch/blue-gis



SIEMENS