

# dossier.

## Innovation für Energieversorger

**Open-Source-Software** | Kritische Infrastrukturen stehen vor einer Herausforderung: die Energiewende effizient mit konventionellen und proprietären Technologien zu meistern. Die Digitalisierung mit Open Source könnte dies beschleunigen.

## Innovation pour les énergéticiens

**Logiciels open source** | Les infrastructures critiques sont confrontées à un défi: comment maîtriser la transition énergétique avec des technologies conventionnelles et propriétaires? La digitalisation avec des logiciels open source pourrait accélérer ce processus.



SEBASTIAN LEHNHOFF

**B**etreiber von kritischen Infrastrukturen, insbesondere Energieversorger, stehen vor einer doppelten Herausforderung: Auf der einen Seite verlangt der Klimawandel eine rasche und umfassende Energiewende. Auf der anderen Seite hindern starre Marktstrukturen, konventionelle Technologien und die Abhängigkeit von wenigen Softwareherstellern die notwendige Innovationsgeschwindigkeit. Die Digitalisierung dieser Systeme wird zum entscheidenden Schlüssel, um Flexibilität, Transparenz und Effizienz zu gewährleisten.

Ein Lösungsansatz liegt im verstärkten Einsatz von Open-Source-Software (OSS). OSS kann nicht nur Innovationshindernisse aufbrechen, sondern auch den technologischen Fortschritt in der Energiebranche beschleunigen.

### Hemmnisse in der Softwareentwicklung

Die Energiewende erfordert die Koordination komplexer, dezentraler Systeme. Erneuerbare Energien wie Solar- und Windenergie speisen zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Mengen ins Netz ein. Gleichzeitig steigt durch Elektromobilität und Wärmepumpen der Strombedarf. Netzbetreiber benötigen daher Softwarelösungen, die Netzzustände in Echtzeit analysieren, Engpässe prognostizieren und Prozesse automatisieren.

Doch genau hier zeigt sich das Dilemma: Die für die Netzführung eingesetzte Software stammt meist von wenigen spezialisierten Herstellern und ist oft nicht auf die Anforderungen der dezentralen Energieversorgung vorbereitet. Diese Hersteller setzen neue regulatorische Anforderungen und technische Herausforderungen nur schleppend um.

### Innovationsgeschwindigkeit versus Umsetzungsgeschwindigkeit

Der Innovationsdruck in der Energiebranche ist enorm und steigend. Gesetzliche Vorgaben wie Redispatch 2.0, der Zuwachs erneuerbarer Energien und der wachsende Strombedarf verlangen nach kurzfristigen Anpassungen und Erweiterungen der IKT- und Software-Systeme zur Netzsteuerung. Proprietäre Softwarelösungen, die in der Branche vorherrschen, können diesen Bedarf jedoch oft nicht decken. Zudem können herstellerspezifische Lösungen ein Hemmnis bei Integration, Anpassung und Weiterentwicklung sein.

Konkret gibt es drei zentrale Herausforderungen: Erstens die langsamen Entwicklungszyklen – Hersteller benötigen oft Jahre, um neue Funktionen zu entwickeln und in ihre aktuellen Softwareprodukte zu integrieren. Zweitens der Vendor-Lock-in. Netzbetreiber sind stark von den Herstellern abhängig und können keine eigenständigen Software- und Systemanpassungen vornehmen. Drittens kommen Skalierungsprobleme hinzu, denn die wenigen Anbieter können den steigenden Bedarf an Software und damit verbundenen Dienstleistungen kapazitätsbedingt nicht bedienen.

**L**es exploitants d'infrastructures critiques, et en particulier les fournisseurs d'énergie, sont confrontés à un double défi: d'une part, le changement climatique exige une transition énergétique rapide et intégrale et, d'autre part, les structures de marché rigides, les technologies conventionnelles et la dépendance vis-à-vis de quelques éditeurs de logiciels entravent la vitesse d'innovation nécessaire. Or, la digitalisation de ces systèmes devient essentielle pour garantir la flexibilité, la transparence et l'efficacité.

Une solution consiste à recourir davantage aux logiciels open source (open source software, OSS). Ces derniers peuvent non seulement lever les obstacles à l'innovation, mais aussi accélérer les progrès technologiques dans le secteur de l'énergie.

### Entraves au développement des logiciels

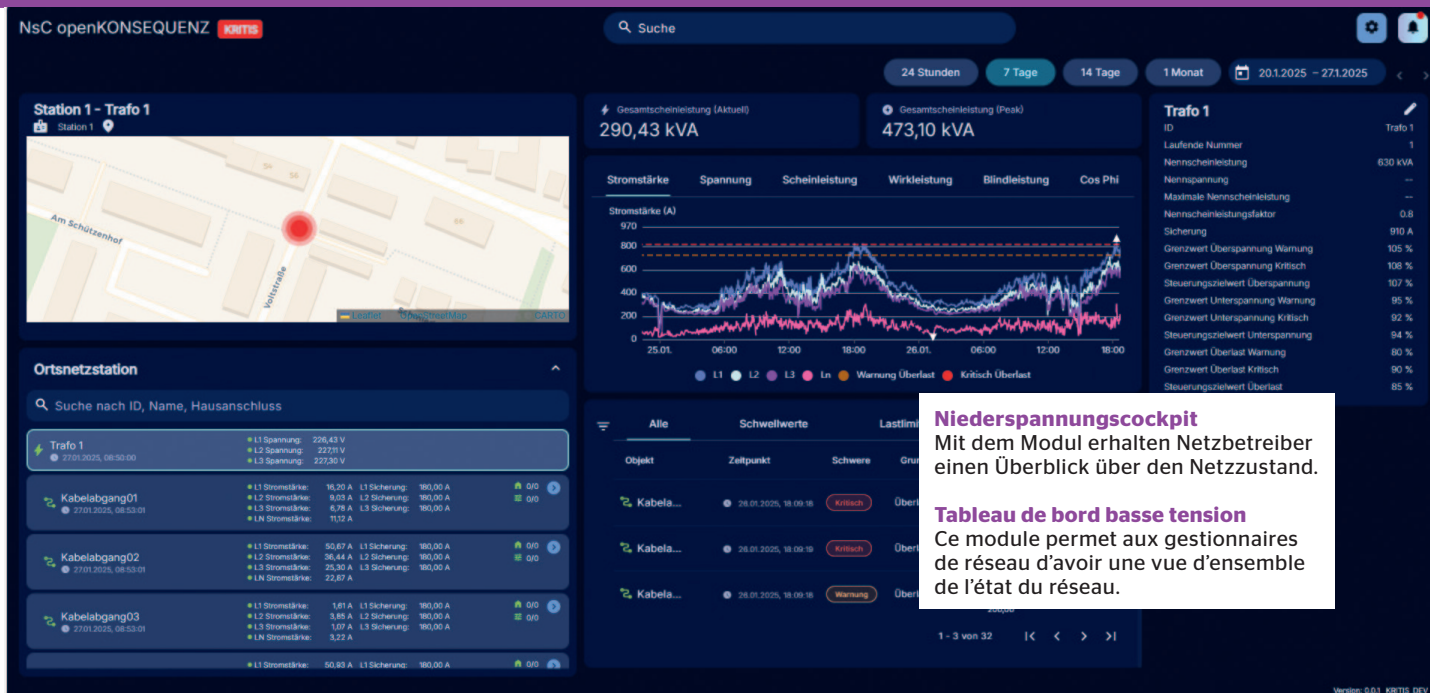
La transition énergétique nécessite la coordination de systèmes complexes et décentralisés. De plus, les énergies renouvelables telles que le photovoltaïque et l'éolien alimentent le réseau avec des quantités d'énergie variant continuellement, et la mobilité électrique et les pompes à chaleur augmentent la demande en électricité. Les gestionnaires de réseau ont donc besoin de solutions logicielles qui analysent l'état du réseau en temps réel, prévoient les goulets d'étranglement et automatisent les processus.

Et c'est justement là que le bât blesse: les logiciels utilisés pour la gestion du réseau proviennent généralement de quelques fabricants spécialisés et ne sont souvent pas adaptés aux exigences de l'approvisionnement décentralisé en énergie. Et ces fabricants ne mettent que lentement en œuvre les nouvelles exigences réglementaires et les nouveaux défis techniques.

### Vitesse d'innovation vs vitesse de mise en œuvre

Dans le secteur de l'énergie, la pression en matière d'innovation est énorme et ne cesse de croître. Les exigences légales telles que Redispatch 2.0 (un ensemble de règles mis en place dans le réseau électrique allemand pour garantir la stabilité du réseau), la croissance des énergies renouvelables et la demande croissante d'électricité exigent des ajustements et des extensions à court terme des systèmes TIC et des logiciels de contrôle du réseau. Or, les solutions logicielles propriétaires qui prédominent dans la branche ne peuvent souvent pas répondre à ces besoins. De plus, des solutions spécifiques à un fabricant peuvent constituer un obstacle pour l'intégration, l'adaptation et le développement.

Concrètement, trois défis majeurs ont été identifiés: premièrement, la lenteur des cycles de développement – les fabricants ont souvent besoin d'années pour développer de nouvelles fonctions et les intégrer dans leurs produits logiciels actuels. Deuxièmement, l'enfermement propriétaire (vendor lock-in): les gestionnaires de réseau sont fortement dépendants des fabricants et ne peuvent pas procéder eux-mêmes à des adaptations des logiciels et des systèmes. Troisièmement, des problèmes d'échelle



## Open-Source-Software als Schlüssel

OSS bietet hier eine Alternative, um die Digitalisierung der Systeme für kritische Infrastrukturen zu beschleunigen. In diesem Umfeld bietet Open Source folgende Vorteile:

- **Transparenz:** Betreiber können den Code selbst prüfen und anpassen. Dies reduziert Sicherheitsrisiken.
- **Kollaboration:** Netzbetreiber, Softwareentwickler und andere Stakeholder können gemeinsam an Lösungen arbeiten.
- **Flexibilität:** OSS lässt sich leichter an spezifische Anforderungen anpassen als proprietäre Software und auch mit proprietärer Software kombinieren.
- **Unabhängigkeit:** Netzbetreiber vermeiden die Abhängigkeit von wenigen Herstellern.

Die Grundidee: Der Quellcode ist offen zugänglich und kann von jedem genutzt, überprüft und weiterentwickelt werden.

Ein herausragendes Beispiel für die Umsetzung von Open-Source-Prinzipien in der Energiebranche ist die Genossenschaft OpenKonsequenz eG. Diese wurde von deutschen und niederländischen Verteilnetzbetreibern gegründet, um innovative OSS-basierte Lösungen speziell für Netzbetreiber zu entwickeln.

Die Genossenschaft entwickelt praxisorientierte OSS-Module, fördert Standards und Interoperabilität, sichert die Unabhängigkeit der Netzbetreiber und verbessert die Effizienz und Transparenz in der Energiewirtschaft. Sie vereint Experten aus der Energiewirtschaft, Softwareentwicklung und Forschung. Mitglieder sind Netzbetreiber, die ihre spezifischen Anforderungen einbringen, und Entwickler, die diese Anforderungen in Form von Open-Source-Modulen umsetzen.

## Transparenz für die Energiewende

Das Niederspannungsnetz ist der Bereich, in dem die meisten Endverbraucher direkt an das Stromnetz angeschlossen

viennent s'ajouter, car les quelques fournisseurs ne peuvent pas répondre à la demande croissante en matière de logiciels et de services associés en raison d'un manque de capacités.

## Les logiciels open source, la solution clé

Les logiciels open source offrent une alternative pour accélérer la digitalisation des systèmes des infrastructures critiques. Ils présentent dans ce domaine les avantages suivants:

- **Transparence:** les gestionnaires peuvent vérifier et adapter eux-mêmes le code. Cela réduit les risques en matière de sécurité.
- **Collaboration:** les gestionnaires de réseau, les développeurs de logiciels et les autres parties prenantes peuvent travailler conjointement à la recherche de solutions.
- **Flexibilité:** les logiciels open source peuvent être plus facilement adaptés à des exigences spécifiques que les logiciels propriétaires, et peuvent également être combinés avec ces derniers.
- **Indépendance:** les gestionnaires de réseau évitent de dépendre d'un petit nombre de fabricants.

L'idée de base: le code source est librement accessible et peut être utilisé, vérifié et perfectionné par n'importe qui.

La coopérative enregistrée OpenKonsequenz eG constitue un excellent exemple de mise en œuvre des principes de l'open source dans le secteur de l'énergie. Elle a été fondée par des gestionnaires de réseaux de distribution allemands et néerlandais afin de développer des solutions OSS innovantes spécialement pour les gestionnaires de réseau.

La coopérative développe des modules OSS orientés vers la pratique, promeut les normes et l'interopérabilité, garantit l'indépendance des gestionnaires de réseau, et améliore l'efficacité et la transparence dans le secteur de

sind. Hier zeigt sich der Wandel der Energieversorgung besonders deutlich, weil immer mehr Haushalte Solarstrom in das Netz einspeisen und gleichzeitig neue Verbraucher wie E-Ladesäulen und Wärmepumpen das Netz zusätzlich belasten. Erschwerend kommt die mangelnde Transparenz hinzu, denn viele Netzbetreiber haben bislang keinen umfassenden Einblick in die Netzzustände auf der Niederspannungsebene.

Diese Situation führt oft zu nicht rechtzeitig erkannten Netzengpässen und Ineffizienzen, beispielsweise durch einen zu spät erfolgten oder nicht bedarfsorientierten Netzausbau, die sich mit steigender Dezentralisierung verstärken.

### Die Lösung: Das Niederspannungscockpit

Das Niederspannungscockpit ist eines der Software-Entwicklungsprojekte von OpenKonsequenz. Es handelt sich um ein Softwaremodul, das Netzbetreibern einen umfassenden Überblick über die Zustände im Niederspannungsnetz gibt.

Das Cockpit schafft Transparenz, indem es Echtzeitdaten über Netzlasten, Engpässe und verfügbare Kapazitäten in Niederspannungsnetzen sammelt und sie auswertet. Die Software erkennt Grenzwertverletzungen rechtzeitig, alarmiert die Benutzer und kann Gegenmassnahmen entsprechend den regulatorischen Vorgaben einleiten. Sie fördert die Integration erneuerbarer Energien, indem sie einen beschleunigten Zubau dezentraler Erzeugungsanlagen ermöglicht.

Flexibilität und Skalierbarkeit sind dabei von zentraler Bedeutung: Als Open-Source-Lösung kann das Cockpit leicht an zukünftige Anforderungen angepasst und mit weiteren Modulen kombiniert werden.

Die Entwicklung des Niederspannungscockpits erfolgte in enger Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern, Softwareentwicklern und Forschungseinrichtungen. Der offene Entwicklungsprozess ermöglichte es, die Anforderungen der Praxis direkt in die Software einfließen zu lassen.

Ein besonderer Fokus lag auf der Sicherheit: Die Einhaltung von BSI-Standards sowie umfassende Tests und Audits garantieren, dass die Lösung den hohen Anforderungen von kritischen Infrastrukturen genügt.

Die Deutsche Bundesnetzagentur sieht keinen Hinderungsgrund beim Einsatz von OSS, solange ausreichend technische und organisatorische Massnahmen (TOM) zum sicheren und zuverlässigen Betrieb der Software durch den Betreiber ergriffen werden.

### Praxisbeispiele und Erfolge

Bei den Netzbetreibern EWE Netz GmbH und Netz Leipzig GmbH kommt das Niederspannungscockpit bereits als Prototyp zum Einsatz und zeigt Messdaten von ausgewählten Ortsnetzstationen an. Zudem wird die automatische Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen über Smart-Meter-Gateways im Laborbetrieb getestet. Die Netzbetreiber sind von den Visualisierungen und Funktionen des Niederspannungscockpits begeistert:

l'Énergie. Elle réunit des experts du secteur de l'énergie, du développement de logiciels et de la recherche. Les membres sont des gestionnaires de réseau qui font part de leurs exigences spécifiques, et des développeurs qui mettent en œuvre ces exigences sous forme de modules open source.

### De la transparence pour la transition énergétique

La plupart des consommateurs finaux sont directement raccordés au réseau basse tension. Et c'est aussi à ce niveau que les changements en matière d'approvisionnement énergétique sont les plus apparents: de plus en plus de ménages injectent du courant photovoltaïque dans le réseau, tandis que de nouveaux consommateurs, tels que les bornes de recharge pour véhicules électriques et les pompes à chaleur, en augmentent la charge. Le manque de transparence vient encore compliquer la situation, car de nombreux gestionnaires de réseau n'ont pas encore de vision globale de l'état du réseau au niveau de la basse tension.

Cette situation conduit souvent à des congestions du réseau et à des inefficacités qui ne sont pas détectées à temps – par exemple en raison d'un développement du réseau trop tardif ou non adapté aux besoins – et qui s'aggravent avec la décentralisation croissante.

### La solution: le tableau de bord basse tension

Le tableau de bord basse tension est l'un des projets de développement de logiciels d'OpenKonsequenz. Il s'agit d'un module logiciel qui offre aux gestionnaires de réseau un aperçu complet de l'état du réseau basse tension.

Ce tableau de bord crée de la transparence en collectant et en analysant des données en temps réel sur les charges du réseau, les goulets d'étranglement et les capacités disponibles dans les réseaux basse tension. Le logiciel détecte à temps les dépassements de valeurs limites, alerte les utilisateurs et peut prendre des contre-mesures conformément aux exigences réglementaires. Il favorise en outre l'intégration des énergies renouvelables en permettant une expansion accélérée des installations de production décentralisées.

La flexibilité et l'évolutivité constituent ici des caractéristiques essentielles: en tant que solution open source, le tableau de bord peut facilement être adapté aux exigences futures et combiné avec d'autres modules.

Le tableau de bord basse tension a été développé dans le cadre d'une étroite collaboration entre gestionnaires de réseau, développeurs de logiciels et instituts de recherche. Le processus de développement ouvert a permis d'intégrer directement les exigences issues de la pratique dans le logiciel. L'accent a été mis sur la sécurité: le respect des normes BSI (British Standards Institution) ainsi que des tests et audits complets garantissent que la solution répond aux exigences élevées des infrastructures critiques.

L'Agence fédérale allemande des réseaux ne voit quant à elle aucun obstacle à l'utilisation de l'OSS, tant que des mesures techniques et organisationnelles suffisantes (MTO) sont prises par le gestionnaire pour assurer un fonctionnement sûr et fiable du logiciel.



#### Team

Das Project Planning Committee der OpenKonsequenz. Die Non-Profit-Genossenschaft setzt sich für sichere, modulare und offene Software für Netzbetreiber ein.

#### Équipe

Le comité de planification de projet d'OpenKonsequenz. Cette coopérative à but non lucratif s'engage en faveur de logiciels sûrs, modulaires et ouverts pour les gestionnaires de réseau.

Betriebszustände des Verteilnetzes werden endlich transparent dargestellt und Engpässe werden unverzüglich erkannt und behoben. Gleichzeitig können Kosten und Ressourcen eingespart werden, da eine optimierte Netzplanung auf Basis dieser verbesserten Datengrundlage Investitionen in zusätzliche Infrastruktur reduziert oder zeitlich nach hinten verschiebt. Auch das Integrationspotenzial ist höher: Betreiber können zusätzliche Verbraucher und Erzeuger in das Netz integrieren, da ihre Anlagen durch die Überwachung geschützt sind.

Das Niederspannung Cockpit ist Teil eines grösseren OSS-Ökosystems, das von OpenKonsequenz vorangetrieben wird. Bereits existierende OSS-Module wie Betriebs-tagebuch, Bereitschaftsplanung, Störungsinformationstool oder Träger öffentlicher Belange werden schon von Netzbetreibern täglich genutzt. Weitere Module, etwa für die Netzleittechnik oder die Marktkommunikation, befinden sich in der Entwicklung. Ziel ist es, eine umfassende, modular aufgebaute Softwareplattform zu schaffen, die die Anforderungen der Energiewende an Netzbetreiber ganzheitlich adressiert.

#### Exemples pratiques et succès

Le tableau de bord basse tension est déjà utilisé sous forme de prototype chez les gestionnaires de réseau EWE Netz GmbH et Netz Leipzig GmbH, et y affiche les données de mesure des postes électriques sélectionnés. De plus, la gestion automatique des consommateurs contrôlables via des passerelles de compteurs intelligents est testée en laboratoire.

Les gestionnaires de réseau sont enthousiasmés par les visualisations et les fonctions du tableau de bord basse tension: les états de fonctionnement du réseau de distribution sont enfin représentés de manière transparente et les goulets d'étranglement sont immédiatement détectés et éliminés. Il est en outre possible de réaliser des économies autant en matière de coûts que de ressources, car une planification optimisée du réseau reposant sur cette base de données améliorée permet de réduire ou de reporter les investissements dans des infrastructures supplémentaires. Le potentiel d'intégration est également plus élevé: les gestionnaires peuvent intégrer des consommateurs et des producteurs supplémentaires

## Open-Source als Beschleuniger der Energiewende

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende. Open-Source-Software bietet hier eine echte Alternative zu proprietären Lösungen, indem sie Transparenz, Flexibilität und Innovationskraft fördert.

Mit Initiativen wie OpenKonsequenz zeigt die Branche, wie durch Zusammenarbeit und Offenheit zukunftsfähige Lösungen entstehen können. Das Niederspannungscockpit ist ein gutes Beispiel dafür, wie OSS dazu beitragen kann, die Herausforderungen der Energiewende zu meistern.

Der Erfolg von OpenKonsequenz und seiner Mitglieder beweist, dass Open-Source-Ansätze nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich tragfähig sind – und dass sie der Schlüssel sein können, um die Innovationsgeschwindigkeit in der Energiewirtschaft nachhaltig zu steigern.

### Link | Lien

→ [www.openkonsequenz.de](http://www.openkonsequenz.de)



### Autor | Auteur

Prof. Dr. **Sebastian Lehnhoff** ist Professor für Energieinformatik an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg | est professeur d'informatique énergétique à l'Université Carl von Ossietzky d'Oldenburg.  
→ OFFIS - Institut für Informatik, DE-26121 Oldenburg  
→ [sebastian.lehnhoff@offis.de](mailto:sebastian.lehnhoff@offis.de)

dans le réseau, car leurs installations sont protégées du fait de cette surveillance.

Le tableau de bord basse tension fait partie d'un écosystème OSS plus vaste développé par OpenKonsequenz. Les gestionnaires de réseau utilisent déjà au quotidien des modules OSS existants tels que ceux dénommés « journal d'exploitation », « planification de la disponibilité », « outil d'information sur les pannes » ou « organisme d'intérêt public ». D'autres modules, par exemple pour le contrôle-commande ou la communication commerciale, sont en cours de développement. L'objectif consiste à créer une plateforme logicielle complète et modulaire, qui réponde de manière globale aux exigences de la transition énergétique auxquelles les gestionnaires de réseau sont confrontés.

## L'open source pour accélérer la transition énergétique

La digitalisation du secteur de l'énergie est une condition essentielle à la réussite de la transition énergétique. Dans ce contexte, en favorisant la transparence, la flexibilité et la capacité d'innovation, les logiciels open source offrent une véritable alternative aux solutions propriétaires.

Avec des initiatives telles qu'OpenKonsequenz, le secteur montre comment la coopération et l'ouverture peuvent conduire à des solutions durables. Le tableau de bord basse tension constitue un bon exemple de la manière dont les logiciels open source peuvent contribuer à relever les défis de la transition énergétique.

Le succès d'OpenKonsequenz et de ses membres prouve que les approches open source sont viables non seulement sur le plan technique, mais aussi sur le plan économique, et qu'elles peuvent être la solution clé permettant d'accélérer de manière durable l'innovation dans le secteur énergétique.