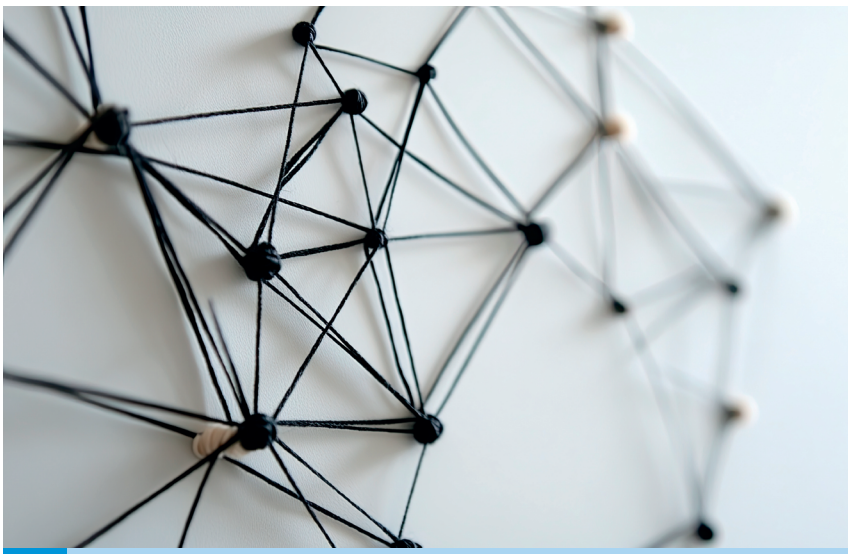
# Digital Thread: Ein Asset Lifecycle Management macht komplexe Energieinfrastruktur-Projekte beherrschbar

*Jens Rollenmüller*

***In der Regel erstrecken sich Infrastrukturprojekte im Energiesektor über viele Jahre. Dies birgt Risiken: Technische Standards, Marktbedingungen oder auch Lieferanten können sich während der Projektlaufzeit ändern. Ein Asset Lifecycle Management (ALM) bietet allen Beteiligten größtmögliche Transparenz über den gesamten Lebenszyklus, indem isolierte Dateninseln miteinander verknüpft werden. Das reduziert Planungsunsicherheiten, senkt Kosten und beschleunigt Prozesse. Und auch der Betrieb der Anlagen wird dank dieses Digital Threads unterstützt, wie das Beispiel eines Offshore-Windparks zeigt.***

Die Energieinfrastruktur ist heute geprägt von hochdynamischen Prozessen, die über Jahre hinweg agilen Anpassungen unterliegen. Der Ausbau erneuerbarer Energien, regulatorische Vorgaben, volatile Lastspitzen durch E-Mobilität und dezentrale Erzeugungsanlagen wie Balkonkraftwerke erhöhen die Komplexität auf ein Niveau, das traditionelle Methoden des Projektmanagements überfordert. ALM etabliert sich hier als Schlüsseltechnologie, um Planung, Bau und Betrieb von Energieinfrastrukturen in Echtzeit zu steuern und damit die Wettbewerbsfähigkeit von Netzbetreibern und Energieunternehmen langfristig zu sichern.



**Durch eine Datenvernetzung über den gesamten Asset-Lebenszyklus können die gewonnenen Erkenntnisse effizient wiederverwendet und Projektrisiken langfristig minimiert werden**

*Bild: Adobe Stock*

Die Herausforderungen sind vielfältig: Während regulatorische Vorgaben wie die EU-Netzausbaurichtlinie immer strenger werden, erfordern Marktveränderungen und die Integration dezentraler Erzeuger eine völlig neue Datenlogistik. Stromhändler oder TSOs (Transmission System Operator, Übertragungsnetzbetreiber) müssen heute nicht nur Großprojekte wie Offshore-Windparks koordinieren, sondern auch Millionen kleiner Einspeisepunkte synchronisieren – eine Aufgabe, für die Excel-Tabellen und manuelle Workflows schlicht ungeeignet sind. Die Folgen sind bekannt: Verzögerungen durch undokumentierte Änderungen, Mehrkosten durch redundante Prozesse und ein erhöhtes Risiko von Compliance-Verstößen.

ALM-Systeme adressieren diese Schwachstellen mit durchgängiger Transparenz und optimaler Informationsbereitstellung. Indem sie alle Projektphasen – von der Ausschreibung über die Bauphase bis zum Betrieb – digital abbilden und miteinander verbinden, schaffen sie Transparenz über alle Gewerke hinweg. Verträge, technische Spezifikationen und Lieferantenkommunikation werden nicht als statische Dokumente behandelt, sondern als dynamisch verknüpfte Datenelemente. Ändert sich beispielsweise die Konfiguration bestimmter Kabel an den Einspeisepunkten eines Windparks, kann das System automatisch alle abhängigen Komponenten anzeigen und Risiken aufdecken. Dies gilt von der Umspannwerksplanung bis zur Berechnung der Betriebsreserve.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist Aras, Spezialist für Product Lifecycle Management (PLM) und Digital Threads, eine strategische OEM-Partnerschaft mit dem Softwareunternehmen AVEVA zur Bereitstellung von ALM-Lösungen eingegangen. Die auf der Aras-Technologie basierenden Lösungen werden dabei in Zusammenarbeit mit AVEVA entwickelt und vertrieben. Im Rahmen dieser Kooperation wurde die PLM-Plattform Aras Innovator speziell angepasst und in einem ALM-Pilotprojekt für einen Offshore-Windpark erfolgreich eingesetzt. Das Ergebnis: ein verringertes finanzielles Risiko und eine deutlich verkürzte Time-to-Market – angesichts der EU-Ziele für den Ausbau der Windenergie ein entscheidender Faktor. Denn eine einzige, nicht synchronisierte Änderung der Netzarchitektur kann zu Mehrkosten in Millionenhöhe führen. Die ALM-Plattform bietet auch die technische Grundlage für die Integration von KI-gestützten Prognosewerkzeugen, um beispielsweise Engpässe in der Lieferkette frühzeitig zu erkennen und alternative Szenarien vorzuschlagen.

## Konkreter Nutzen für laufende Vorhaben

Auftraggeber und Projektbeteiligte können mit diesem ALM-System viele wiederkehrende Pain Points im Projektverlauf eliminieren und betriebswirtschaftliche Vorteile nutzen:

### Change Requests steuern, Abhängigkeiten erkennen

Änderungswünsche sind bei Großprojekten keine Ausnahme, sondern aufgrund der mehrjährigen Planungszeiträume systemimmanent. Das zentrale Problem: Technische Spezifikationen, die zum Zeitpunkt der Ausschreibung aktuell sind, können bis zur Realisierungsphase veraltet sein. Beispiel: Bestimmte Kabelisolierungen können aufgrund geänderter Herstellerstandards zum Projektstart nicht mehr geliefert werden. Solche Abweichungen führen nicht nur zu administrativen Reibungsverlusten, sondern potenzieren auch Risiken wie Lieferkettenunterbrechungen oder Kostensteigerungen.

Hier setzt das ALM als Steuerungsinstrument an: Durch die digitale Vernetzung aller Projektbeteiligten und die Abbildung der Anforderungen in Echtzeit ermöglicht das System eine proaktive Änderungskaskadenanalyse. Jeder Änderungswunsch wird sofort auf seine Abhängigkeiten überprüft – z.B., wie sich die Änderung eines Kabels auf die Netzarchitektur, Vertragsklauseln oder die Betriebsreserve auswirkt. Diese Transparenz verhindert, dass die Folgen einer Änderung erst spät im Projekt erkannt werden, wenn Anpassungen technisch aufwändig und teuer sind. Die Bearbeitungszeit von Änderungsanträgen wird drastisch reduziert, gleichzeitig können betroffene Komponenten markiert und Alternativvorschläge generiert werden. Das System bietet auch Möglichkeiten für angepasste Freigabeprozesse: Änderungen durchlaufen Prüfschritte von der technischen Machbarkeit über die Vertragskonformität bis hin zur Kostenbewertung, bevor sie umgesetzt werden. Dies schafft Planungssicherheit für alle Beteiligten.

### Einbinden von Sub-Auftraggebern

ALM-Systeme vereinfachen die Projektkoordination durch die kollaborative Steuerung aller Beteiligten in Echtzeit auf einer zentralen Plattform. Gerade bei Großprojekten mit Dutzenden von Subunternehmern – vom Kabellieferanten über den Genehmigungsexperten bis hin zum Fundamentbauer der Windkraftanlage – ermöglicht die digitale Integration eine nahtlose Synchronisation der Gewerke. Über browserbasierte Zugänge erhält jeder Lieferant rollenbasiert Zugriff auf relevante Daten, was selbst komplexe Vertragsverhandlungen mit global verteilten Partnern beschleunigt.

So kann beispielsweise ein Lieferant in Asien technische Spezifikationen direkt mit dem TSO in Deutschland abstimmen, während gleichzeitig ein Berater in Großbritannien Vertragsklauseln im selben Dokument kommentiert. Diese Zusammenarbeit überwindet nicht nur räumliche Distanzen, sondern reduziert auch Reibungsverluste: Diskussionen, Änderungswünsche und Freigaben erfolgen in einem standardisierten Workflow – von der ersten Version bis zur finalen Unterschrift. Für die Projektleiter bedeutet das: Statt wochenlanger E-Mail-Ketten oder umständlicher Sharepoint-Abfragen genügt ein Blick auf das ALM-Dashboard, um den aktuellen Verhandlungsstand aller Beteiligten zu erfassen. Und weil jedes Angebot und jede Vereinbarung digital nachvollziehbar ist, entfallen spätere Interpretationsspielräume. Letztlich ermöglicht ALM eine einheitliche und reibungslose Kommunikation von der Projektinitiierung bis zum Projektende, da auch einzelne abgeschlossene Teilprojekte jeweils separat abgezeichnet werden können. Durch die Reduzierung manueller Abstimmungen werden Verhandlungsphasen und Abnahmeprozesse deutlich verkürzt und gleichzeitig die Rechtssicherheit erhöht.

### Langfristige Wissenssicherung über Projektgenerationen hinweg

Der systematische Wissenstransfer erweist sich im komplexen TSO-Umfeld als besonders hilfreich, wenn mehrere große Infrastrukturprojekte parallel bearbeitet werden. Gerade bei mehrjährigen Projektlaufzeiten ist ein kontinuierlicher Erfahrungsaustausch zwischen den einzelnen Projektphasen sinnvoll. Ein durchgängiges ALM-Datenmodell mit Digital Thread schafft die notwendige Transparenz über Projektzyklen hinweg, sichert wichtige Entscheidungen dokumentarisch ab und liefert den Entscheidern den notwendigen Kontext für fundierte strategische Weichenstellungen.

### Kosten senken durch standardisierte Teile

Individuelle Lösungen in Großprojekten erweisen sich oft als Schwachstelle. Zwar erscheinen maßgeschneiderte Komponenten in der Planungsphase oft als optimal für die spezifischen Anforderungen, langfristig zeigen sich jedoch Defizite: Bei Wartungsarbeiten müssen Techniker spezielle Ersatzteile beschaffen, die möglicherweise nicht mehr produziert werden, und Netzerweiterungen werden durch inkompatible Schnittstellen erschwert. ALM-Systeme bieten die Plattform, um die notwendige Standardisierung einzuleiten, indem die technischen Anforderungen in Modulen für spätere Ausschreibungen genutzt werden können. Ein praktischer Hebel: Werden bestimmte Anlagen über mehrere Projekte hinweg standardisiert, ergeben sich Einkaufsvorteile, die sich beim Bau und späteren Betrieb kostensparend niederschlagen. Gleichzeitig reduziert sich der Engineering-Aufwand, da bestehende Spezifikationen angepasst werden können.

Die strategische Bedeutung geht über die unmittelbare Kostenersparnis hinaus: Standardisierte Komponenten und Schnittstellen ermöglichen einen modularen Netzausbau, wie er für die Integration dezentraler Erzeugungsanlagen erforderlich ist. Langfristig treibt dieser Ansatz die Erneuerung der Energieinfrastruktur voran. Ähnlich wie in der Automobilindustrie, wo Plattformstrategien die Entwicklungszyklen revolutioniert haben, bieten die durch ALM ermöglichten Standardisierungsprozesse branchenweite Synergien. Ein weiterer Vorteil liegt in der Erhöhung der Resilienz: Standardkomponenten mit breiter Lieferantenbasis minimieren das Risiko von Engpässen. Gleichzeitig beschleunigt die vereinfachte Verfügbarkeit von Ersatzteilen die Fehlerbehebung. Diese Transformation hin zu einer kooperativen Ökosystem-Strategie wird durch ALM als Technologie-Enabler ermöglicht.

## Neue Verträge schneller und zuverlässiger aufsetzen

Vertragsmanagement durch ALM-Systeme adressiert einen der größten Pain Points: die zunehmende Komplexität von Verträgen bei steigendem Kostendruck. Modulare Bausteine aus der Vorlagenbibliothek

ergänzen die manuelle Dokumentenerstellung. Wiederkehrende Klauseln – etwa zu Haftungsbeschränkungen oder Gewährleistungsfristen – werden als digitale Bausteine hinterlegt und können flexibel kombiniert werden. Diese Methode reduziert den Aufwand bei der Vertragserstellung erheblich, da bewährte Klauseln aus vorvalidierten Vorlagen übernommen werden können. Gleichzeitig erleichtert das System die Einhaltung des Vergabe- und EU-Beihilferechts.

Die entstehende dynamische Wissensdatenbank entwickelt sich zu einem strategischen Unternehmenswert, in dem jeder Vertrag nach Abschluss systematisch analysiert werden kann: Welche Klauseln haben zu Nachverhandlungen geführt? Wo kam es zu Lieferverzögerungen? Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in zukünftige Vertragsgestaltungen ein und optimieren diese kontinuierlich. Durch die systematische Skalierung der Projekterfahrungen bleibt das Wissen einzelner Projektmanager nicht mehr in Silos gebunden, sondern wird als strukturiertes Unternehmensgedächtnis für alle zugänglich und nutzbar.

## Compliance sicherstellen und Lieferanten informieren

EU-Richtlinien wie die Netzausbauverordnung oder die Erneuerbare-Energien-Richtlinie geben den Rahmen vor, lokale Umweltauflagen oder kommunale Bauvorschriften engen den Spielraum für neue Energieinfrastrukturprojekte weiter ein. Herkömmliche Compliance-Mechanismen oder manuelle Checklisten scheitern an dieser Komplexität. ALM-Systeme transformieren Compliance von einem Kontrollinstrument zu einem integrierten Steuerungselement, das regulatorische Anforderungen direkt in den Projektlebenszyklus einbettet: Jede Komponente, von der Trafostation bis zum Erdkabel, kann über ALM mit den relevanten Vorschriften abgeglichen werden. Technische Spezifikationen werden mit Normenkatalogen verknüpft, Lieferanten sehen in Echtzeit, welche Zertifikate ihre Komponenten erfüllen müssen. Dieser Ansatz bietet auch die für die Energiewende entscheidende regulatorische Agilität: Treten neue EU-Normen in Kraft, können ALM-gesteuerte Projekte diese durch Updates der Compliance-Regeln in kürzester Zeit integrieren.

## Baufortschritte transparent aufzeigen

Während der Bauphase können ALM-Systeme Fortschrittskontrollen, Mängelbeseitigungen und Abnahmeprotokolle in Echtzeit synchronisieren. Statt manueller Excel-Tabellen oder fragmentierter E-Mail-Kommunikation dokumentieren alle Beteiligten ihren Status direkt im zentralen System. Bei Fertigstellung einer Bauleistung wird ein Workflow angestoßen: von der Qualitätskontrolle bis zur Abnahme. Werden Mängel festgestellt, kann zusätzlich ein Eskalationspfad angestoßen werden, in dem Verantwortliche priorisierte Aufgaben erhalten und die Korrekturphase protokolliert wird. Die Fehlerbehebungszeit wird dadurch drastisch verkürzt. Im Gegensatz zur traditionellen Projektsteuerung liegen kritische Informationen nicht mehr in unstrukturierten SharePoint-Ordnern oder lokalen PDFs vor, sondern als versionierte, BIM-konforme Datensätze. Diese Transparenz verhindert kostspielige Fehler. Sie ermöglicht eine lückenlose Nachvollziehbarkeit für Auditoren. Projekte erreichen eine höhere Termintreue und reduzieren Nachbesserungskosten.

## Durchgängiger Datenfluss von Anfang bis Ende

ALM-Systeme entwickeln sich damit zum strategischen Gamechanger für TSOs und andere Stakeholder der Energiewirtschaft. Angesichts der Mammutaufgaben – vom Ausbau der Offshore-Windanbindungen bis zur Integration volatiler erneuerbarer Einspeisung – wird die Plattform zum Steuerungsinstrument der kritischen Infrastruktur.

Denn ALM-Systeme verknüpfen bisher isolierte Datenquellen (z.B. Vertragsdokumente, BIM-Modelle, IoT-Sensordaten und Wartungsprotokolle) zu einem Echtzeit-Datenstrom. Diese Integration bietet die perfekte Basis für einen durchgängigen Digital Thread, also eine lückenlose Datenvernetzung über den gesamten Asset-Lebenszyklus. Durch diese lückenlose Rückverfolgbarkeit aller Planungs- und Entscheidungsprozesse können die gewonnenen Erkenntnisse effizient wiederverwendet und Projektrisiken langfristig minimiert werden. Ändert sich beispielsweise die Spezifikation eines Umspannwerks, können alle abhängigen Prozesse angepasst werden, teilweise sogar automatisch: von der Materialdisposition über die Kostenkalkulation bis hin zur Konformitätsprüfung.

## Digital Twin zeigt Optimierungspotenzial auf

Der Digital Thread liefert auch die Datenbasis für einen möglichen digitalen Zwilling, der weit über eine reine 3D-Visualisierung hinausgeht. Er entschlüsselt komplexe Abhängigkeiten und Risikopotenziale, eröffnet neue Dimensionen der Mustererkennung und vernetzt Planungsdaten, Betriebssensoren, Leistungsdaten, Wetterdaten der Windenergieanlagen sowie Wartungshistorien zu einem dynamischen Gesamtmodell.

So entsteht ein präzises digitales Abbild der physischen Anlage. Dieses ermöglicht ihre Simulation, Steuerung und kontinuierliche Optimierung. Gleichzeitig können



**Abb. 1** **KI-Anwendungen erkennen subtile Anomalien in Anlagen wie beispielsweise Offshore-Windkraftanlagen bereits Wochen vor einem möglichen Ausfall – etwa durch die präzise Analyse von Temperaturveränderungen oder charakteristischen Geräuschmustern** *Bild: Adobe Stock*

KI-Anwendungen aus diesem Datenfundus kontinuierlich neue Erkenntnisse gewinnen und die Analysequalität verbessern. In der Praxis eröffnet diese Echtzeit-Verknüpfung von Betriebsdaten mit historischen Instandhaltungsinformationen und externen Einflussfaktoren wie Wetterprognosen entscheidende Chancen:

- **Predictive Maintenance:** KI-Anwendungen erkennen subtile Anomalien in Anlagen wie Umspannwerken oder Windkraftanlagen bereits Wochen vor einem möglichen Ausfall – etwa durch die präzise Analyse von Temperaturveränderungen oder charakteristischen Geräuschmustern.
- **Strategisches Innovationspotenzial:** Im digitalen Zwilling können Neuerungen und Erweiterungen virtuell simuliert, getestet und probeweise umgesetzt werden – ohne physische Eingriffe oder Risiken für das laufende System.
- **Erweiterte Simulation:** Vor der Einbindung eines neuen Windparks können Netzbetreiber die systemischen Auswirkungen auf die Netzstabilität und den Regelenergiebedarf in virtuellen Umgebungen bewerten und optimieren.

## Die Energiewende wird technisch und wirtschaftlich skalierbar

Flexible ALM-Systeme fungieren somit als digitale Drehscheibe für sämtliche Planungs- und Betriebsprozesse – und eignen sich daher sowohl für einzelne Anlagen als auch für umfassende Netzsimulationen. Im Gegensatz zu isolierten Softwarelösungen liegt ihr entscheidender Vorteil in der Echtzeitverknüpfung der physischen Infrastruktur (Transformatoren, Windkraftanlagen etc.) mit dynamischen externen Parametern: regulatorischen Vorgaben, fluktuierenden Strombedarfsmustern, Lieferantenvereinbarungen und wetterbedingten Schwankungen der erneuerbaren Einspeisung. Durch diese Vernetzung der Daten entsteht eine 360-Grad-Perspektive, die komplexe Abhängigkeiten nicht nur visualisiert, sondern mittels Predictive Analytics auch prognostizierbar macht.

Moderne Plattformen wie etwa der Aras Innovator nutzen diese Vernetzung, um Prozesse von der Risikofrüherkennung bis zum Vertragsmanagement zu automatisieren. Damit spiegeln sich Änderungen im System in Sekundenschnelle in Kostenmodellen, Wartungsplänen und automatisierten Compliance-Prüfungen wider – ein Quantensprung gegenüber manuellen Abstimmungsprozessen. Langfristig ermöglicht die Kombination aus ALM, Digital Twin und KI-gestützter Datenanalyse die Transformation vom Netzbetreiber zum Systemarchitekten.

Asset Lifecycle Management ist dabei weit mehr als ein IT-Tool – es bildet die operative Basis für eine resiliente Energieinfrastruktur. Erst diese ganzheitliche Datenlogik ermöglicht es den Akteuren der Energiewirtschaft, die doppelte Herausforderung zu meistern: einerseits den schnellen Ausbau erneuerbarer Kapazitäten, andererseits die Stabilität eines zunehmend dezentralen Netzes zu gewährleisten. Damit wird die Energiewende nicht nur technisch machbar, sondern auch wirtschaftlich skalierbar.

*J. Rollenmüller, Regional Vice President, Aras, Gröbenzell*
*www.aras.com*

**Intelligentes Laden ohne Smart Meter und dynamische Tarife**

Ein Pilotprojekt von TransnetBW, Audi und IE2S zeigt, dass Flexibilisierungspotenziale durch intelligentes Laden im Standardlastprofil erschlossen werden können, ohne die Verwendung von Smart Metern oder dynamischer Stromtarife.

Der Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW, der Automobilhersteller Audi und das Beratungsunternehmen Intelligent Energy System Services (IE2S) haben einen innovativen Ansatz entwickelt, um überschüssigen Strom aus erneuerbaren Energien bereits heute effizient zu nutzen und Besitzern von Elektrofahrzeugen auch ohne Smart Meter oder dynamische Stromtarife eine Erlösmöglichkeit für die Bereitstellung von Flexibilität zur Verfügung zu stellen.

Das Flexibilisierungspotenzial durch intelligentes Laden im Standardlastprofil (iSLP) wurde zunächst mit mehr als 800 digitalen Fahrzeugen ("digital Twins") in einer Testumgebung simuliert und dann unter realen Bedingungen erprobt. Durch das intelligente Laden konnten die Stromkosten für das Laden von Elektrofahrzeugen um 62 % gesenkt werden. Dies führte zu einer Reduktion der $CO_2$-Emissionen um 36 %.

Im Rahmen des Projekts wurden einerseits die ökonomischen und ökologischen Potenziale durch Simulationen mit digitalen Elektrofahrzeugen ermittelt. Andererseits wurde die technische Machbarkeit der entwickelten Lösung durch einen End-to-End-Test mit rund 20 realen Audi-Fahrzeugen erfolgreich nachgewiesen. Dabei sieht das Konzept vor, dass Abweichungen zwischen tatsächlichem Stromverbrauch und Standardlastprofil durch intelligentes Laden im Differenzbilanzkreis des lokalen Verteilnetzbetreibers bilanziert werden. Dieses alternative Bilanzierungskonzept wurde während des Feldtests von den Projektpartnern in Zusammenarbeit mit den örtlichen Netzbetreibern erfolgreich umgesetzt.

Weitere Informationen unter https://www.transnetbw.de/