

Technical Documentation and Digital Information Twins for New Facilities in the Critical Infrastructure

Hans Preuß and Jessica Nentwich

The commissioning of a critical infrastructure (CI) facility generates 10,000 to 15,000 documents. This technical documentation is an essential part of the delivery, because without it, building acceptance and commissioning are not possible. It also serves as an important building block for safe and legally compliant operation.

However, the interests of those involved clash during the project phase: General contractors strive for minimal documentation, while operators need a database that can be used in the long term. The challenges and digital solutions described in this article, particularly the digital information twin, for ensuring the efficient provision, use and maintenance of technical documentation for a new waste and energy management facility offer opportunities to meet these challenges.

For long-term success, it is important to create the documentation with foresight and in close cooperation between all project participants during the new construction phase. This is because technical documentation is the memory of a plant and forms the basis for technical decisions and operational safety. An efficient and secure database is created during the construction phase.

The decision to take the entire life cycle of the new plant into account in the strategy, including the selection of suitable tools and methods, pays off. The digital information twin is a crucial investment in the future. It enables operators to access a valid and accessible information base from commissioning and normal operation to critical situations and maintenance. The digital information twin is therefore a strategic necessity for the future-proof operation of CI facilities.

Technische Dokumentation und Digitale Informationszwillinge für KRITIS Neubauten

Hans Preuß und Jessica Nentwich

1.	Spannungsfeld zwischen kurzfristigen Zielen und langfristiger Verantwortung.....	451
2.	Anforderungen an die Technische Dokumentation	452
2.1.	Vollständigkeit.....	452
2.2.	Aktualität.....	452
2.3.	Richtlinienkonformität.....	455
2.4.	Organisierbarkeit	455
3.	Von der Theorie zur Praxis – Methoden und Tools	455
3.1.	Lieferumfang eines spezialisierten Dienstleisters	455
3.2.	Wahl einer geeigneten Software-Lösung.....	456
3.3.	Strukturierung nach bewährtem Standard.....	457
3.4.	Abgleich der R&Is mit dem As-built Stand	459
4.	Digitaler Informationszwilling	460
5.	Wirtschaftliche Betrachtung: Der ROI der Dokumentation.....	461
6.	Fazit	462

Wer bringt Ordnung in die 10.000 bis 15.000 Dokumente, die bis zur Inbetriebnahme von KRITIS Anlagen entstehen? Diese sind als Technische Dokumentation Hauptbestandteil der Lieferung. Was ist zu welchem Zeitpunkt erforderlich? Generalunternehmer haben das Ziel, das Projekt mit möglichst geringem Aufwand fachgerecht in kurzer Zeit umzusetzen. Daher würden sie die Technische Dokumentation nach dem Minimalprinzip erstellen. Betreiber haben die Aufgabe, den gesetzeskonformen Betrieb inhaltlich und auch methodisch sicherzustellen. Sowohl der tägliche Umgang mit der Dokumentation als auch Personalunabhängigkeit sind dabei essenzielle Aspekte.

Herausforderungen

Neben der Frage, wer sich für die Technische Dokumentation verantwortlich fühlt, ist folglich auch das wie zu definieren. Eine intensive Nutzung und die Pflege der Dokumentation muss dem Umgang mit Informationen der digital Natives, der künftigen Mitarbeiter, entsprechen, damit sie bestimmungsgemäß verwendet wird.

Neben den gesetzlich geforderten Unterlagen sind die Maschinenrichtlinie der EU sowie betriebsrelevante Dokumente nach VGB S831 *Lieferung der Technischen Dokumentation (Technische Anlagendaten, Dokumente) für Anlagen der Energieversorgung zu erfüllen.*

Anforderungen sind also: Die Technische Dokumentation muss

1. vollständig,
2. aktuell,
3. richtlinienkonform und
4. organisierbar sein.

Angesichts des Fokus der Projektbeteiligten ist daher zu klären, wer das Know-how, das beste Tool und die Zeit, die Übergabedokumentation zu erstellen, hat. Es ist nahe-liegend, alles aus einer Hand zu beziehen, um klare Verantwortlichkeit vom Vertrag bis zum Betrieb zu schaffen und Schnittstellenverluste zu vermeiden.

Umsetzung

Der AS-BUILT Status, Ausgangspunkt für eine vollständige und valide Technische Dokumentation, kann am besten gewährleistet werden, wenn ausgewählte Technische Dokumente fachlich durch Anlagenbegehungen geprüft werden.

Die digitale Ablage aller Dokumente in einer Software sollte nach Möglichkeit strukturiert nach einem Kennzeichensystem nach KKS/DCC erfolgen, damit sich das Betriebspersonal gut orientieren und schnell die richtigen Dokumente finden kann.

Zudem sollte die ausgewählte Software-Lösung das große Potential der in der Technischen Dokumentation enthaltenen Informationen heben können: Nur wer die Informationen aus Dokumenten und Daten optimal organisiert, möglichst vollständig vorliegen hat und diese auch nutzen kann, ist im langfristigen Betrieb in der Lage, den Anforderungen entsprechend effektiv und sicher abzubilden.



Bild 1: Weg zur validen Übergabe-Dokumentation

Dokumentation weitergedacht: Der Digitale Informationszwilling

Optimalerweise ist die Technische Dokumentation Hauptbestandteil des Digitalen Informationszwillings der Neubauanlage. Er ist eine digitale Abbildung der realen Anlage, inklusive aller verfahrensrelevanten und auch leittechnisch angebundenen

Komponenten, die alle Informationen aus der technischen Anlagendokumentation in einer webbasierten Plattform integriert. Der Digitale Informationszwilling ermöglicht es, die Anlage virtuell zu betrachten, zu analysieren und zu optimieren. Er ist somit ein sinnvoller ganzheitlicher Ansatz im Rahmen der Industrie 4.0 und bietet einen Mehrwert für alle Beteiligten, von den Betreibern über die Instandhalter bis hin zu den Planern und Ingenieuren.

Der Digitale Informationszwilling kann im Betrieb dank seines aus der intelligenten Nutzung vorhandener operabler, also nutzbarer, Daten hervorgehenden Beziehungswissens in vielfältiger Weise eingesetzt werden, z.B. für Arbeitspläne, Schichtbücher, Wartung und Instandhaltung, Störmeldungen und Freischaltlisten, usw. – die Anbindung an andere Systeme erweitert diese Liste.

Zusammenfassung

Die Informationen aus der Neubau-Dokumentation bilden die Basis für spätere technische und wirtschaftliche Entscheidungen (Optimierungsmaßnahmen usw.) sowie die Basis für Arbeits- und Prozesssicherheit. Die Technische Dokumentation und das zugehörige Datenmanagement im Digitalen Informationszwilling sind dafür der Ausgangspunkt. Es lohnt sich also, schon beim Neubau die Technische Dokumentation mit Weitsicht umsetzen zu lassen, um diese betriebsbegleitend effizient zu nutzen und gerade dann, wenn es stressig und teuer wird, auf eine valide Entscheidungsbasis zurückgreifen zu können.

1. Spannungsfeld zwischen kurzfristigen Zielen und langfristiger Verantwortung

Das Spannungsfeld zwischen Bauherren und Betreibern ist der Ursprung der Herausforderungen im Projektverlauf bezüglich der technischen Dokumentation für die Bauabnahme. Der Generalunternehmer verfolgt eine termingerechte und budgetkonforme Projektabwicklung. Aus dieser Perspektive wird die Dokumentation oft als Kostenfaktor und sekundäre Aufgabe betrachtet. Dies führt zu einem *Minimalprinzip* bei der Erstellung, das zwar kurzfristig Ressourcen schont, jedoch langfristig erhebliche Risiken für den Anlagenbetreiber birgt. Dieser Ansatz steht im direkten Gegensatz zu den Anforderungen des Betreibers, der die Anlage über Jahrzehnte hinweg sicher, effizient und gesetzeskonform betreiben müssen.

Die Aufgaben der Betreiber umfassen:

- **Gesetzeskonforme Betriebsführung:** Eine vollständige und aktuelle Technische Dokumentation ist für die Nachweisführung gegenüber Behörden und Auditoren unerlässlich. Fehlende oder veraltete Dokumente können zu rechtlichen Sanktionen, der Nichterteilung der Betriebserlaubnis oder bei Altanlagen zum Verlust selbiger führen. Dies beinhaltet die Einhaltung nationaler und internationaler Vorschriften, darunter die EU-Maschinenrichtlinie und branchenspezifische Standards wie VGB S831, die speziell die Lieferung der technischen Anlagendaten für Energieversorgungsanlagen regeln.

- **Personalunabhängigkeit und Zugänglichkeit:** Die in der Technischen Dokumentation gespeicherten Informationen sind das *Gedächtnis* der Anlage. Eine systematisch, nach einem Kennzeichensystem durchgängig organisierte, digitale und zentral verfügbare Dokumentation sichert dieses Wissen und macht es für alle beteiligten Mitarbeiter schnell zugänglich. Eine unvollständige Technische Dokumentation führt zu verlängerten Einarbeitungszeiten, ineffizienten Arbeitsprozessen und potenziellen Sicherheitsrisiken.
- **Anpassung an die Generation der Digital Natives:** Zukünftige Mitarbeiter sind mit digitalen, vernetzten Informationssystemen aufgewachsen. Ein stapelweise abgelegtes Papierarchiv oder unstrukturierte Datensilos werden von ihnen nicht intuitiv und daher sehr ineffizient genutzt. Die Technische Dokumentation muss dieser Erwartungshaltung gerecht werden, um Akzeptanz und eine effiziente Nutzung zu gewährleisten. Eine fehlende Akzeptanz der Dokumentation führt zu deren Vernachlässigung, wodurch sie schnell veraltet und so an Wert verliert.

2. Anforderungen an die Technische Dokumentation

Die Anforderungen an die Technische Dokumentation sind klar definiert: Sie muss vollständig, aktuell, richtlinienkonform und organisierbar sein.

2.1. Vollständigkeit

In einem Müllheizkraftwerk, das komplexe chemische Prozesse und mechanische Anlagen vereint, bedeutet Vollständigkeit, dass jedes Detail dokumentiert sein muss. Dies schließt nicht nur Schaltpläne und Wartungsanleitungen ein, sondern auch Kalibrierungsberichte für Sensoren, Materialzertifikate der Dampfrohrleitungen und Emissionsmessprotokolle. Fehlende Dokumente könnten später im Betrieb bei einer Störung die Fehlersuche erheblich verlängern oder im schlimmsten Fall eine unsachgemäße Reparatur verursachen, die die Sicherheit gefährdet.

2.2. Aktualität

Dass bei einem Neubau die Übergabedokumentation aktuell sein muss, ist selbstverständlich. Allerdings ist es nicht selbstverständlich, dass Planungsdokumente als aktuell angesehen werden können. Während der Realisierungsphase kommt es typischerweise zu Änderungen, die dann in den Plänen nicht nachgezogen werden. Und auch später unterliegen Anlagen in der Energieerzeugung ständigen Wartungen, Reparaturen und Optimierungen. Aktualität bedeutet hier, dass jede vorgenommene Änderung – sei es der Austausch einer Pumpe, die Modifikation einer Regelung oder die Installation neuer Software – umgehend in der Dokumentation nachvollziehbar ist. Daher ist es im Lebenszyklus einer KRITIS-Anlage von nach Fertigstellung, nach Umbauten und nach Revisionen erforderlich, im Nachgang einer AS-BUILT-Aufnahme zumindest die R&Is zu aktualisieren.

Digitale

Informationszwillinge

realisieren und

wirkungsvoll einsetzen

Mit uns sind Ihre Anlagen- und Prozessdaten:



digitalisiert



stetig
aktuell



am Prozess
nutzbar

Abfallverbrennungsanlagen – Deutschland –



2014 | 2015

ISBN: 978-3-944310-26-8

Seiten: 581

Preis: **45,00 EUR**

2016 | 2017

ISBN: 978-3-944310-38-1

Seiten: 407

Preis: **55,00 EUR**

Herausgeberin: Elisabeth Thomé-Kozmiensky

In der aktuellen Ausgabe 2016 | 2017 wird die Dokumentation deutscher Abfallverbrennungsanlagen fortgeschrieben.

Zusammen mit dem ersten Band liegen uns nun zwei Werke vor, die sich gut ergänzen. Für den Leser ergibt sich bei Durchsicht der Bücher ein guter Überblick über den aktuellen deutschen Anlagenpark mit umfassenden Angaben zu Technik und Umweltauswirkungen der thermischen Behandlungsanlagen.

Neue Anlagen sind hinzugekommen – insbesondere sind nun auch Ersatzbrennstoffkraftwerke dokumentiert – die übrigen Anlagendaten sind aktualisiert worden. Alle publizierten Informationen wurden von den Betreibern geprüft und freigegeben.

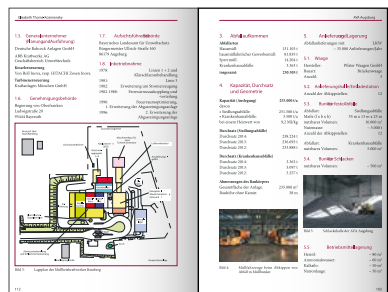
Im aktuellen Buch werden insgesamt 41 Anlagen dargestellt, davon:

- 33 Siedlungsabfallverbrennungsanlagen
- 7 Ersatzbrennstoffkraftwerke
- 1 Sonderabfallverbrennungsanlage.

Die Veröffentlichungen sind als Zwischenbericht zu verstehen, die Arbeiten werden weitergeführt.

Paketpreis

80,00 EUR
statt 100,00 EUR



Alle Bände sind erhältlich als Hardcover und E-Books.

Bestellen Sie direkt beim TK Verlag oder unter books.vivis.de

Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Dorfstraße 51
16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49 3391 4545 0
E-Mail: order@vivis.de

TK Verlag

2.3. Richtlinienkonformität

Müllheizkraftwerke und Energieerzeugungsanlagen im Allgemeinen sind hochgradig reguliert. Die Richtlinienkonformität bezieht sich auf eine Vielzahl von Gesetzen und Normen, wie die EU-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG), die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und spezielle branchenspezifische Vorgaben wie die VGB-Richtlinien (z.B. VGB S831 für die TD). Die Einhaltung dieser Vorgaben ist für die Betriebserlaubnis und die Nachweispflicht gegenüber Behörden unerlässlich.

2.4. Organisierbarkeit

Bei zehntausenden von Dokumenten ist die reine Existenz der Informationen nicht ausreichend. Organisierbarkeit bedeutet, dass die Technische Dokumentation so strukturiert ist, dass der Nutzer schnell findet, was er sucht. Die Verwendung von Kennzeichensystemen wie KKS oder DCC ermöglicht eine hierarchische Sortierung, die es dem Personal erlaubt, Dokumente nicht nur nach ihrer Art (z.B. Zeichnung, Handbuch), sondern auch nach ihrer Funktion oder dem Standort innerhalb der Anlage zu finden. Eine logische Struktur ist entscheidend, um in einer Notsituation sowie im täglichen Betrieb, in der schnelle Entscheidungen getroffen werden müssen, Zeit zu sparen. Das Erfüllen dieser Kriterien stellt oft einen Kompromiss zwischen Machbarkeit und Investition dar. Die Klärung der Verantwortlichkeiten steht im Fokus. Die Vergabe der Dokumentationsübernahme durch einen Spezialisten kann Schnittstellenverluste vermeiden und systematisch eine durchgängig hohe Qualität sichern.

Das ganzheitliche Management der technischen Dokumentation umfasst auch die Entwicklung von Liefer- und Vergabevorschriften und die Organisation des zielgerichteten Datenflusses in ein geeignetes System zwischen Losnehmern und dem Generalunternehmer. Bevor dieser die Übergabedokumentation dem Betreiber zur Verfügung stellt, ist noch die Einhaltung der Liefer- und Vergabevorschriften via DCC und quantitativer Prüfung abzuschließen.

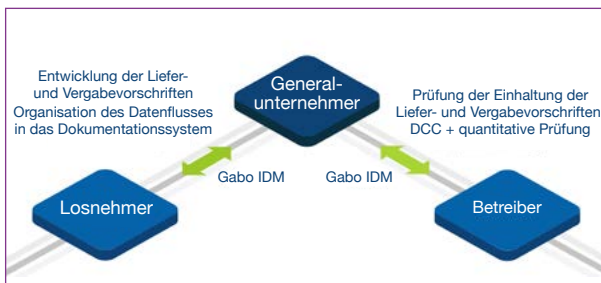


Bild 2:

Ganzheitliches Management der Technischen Dokumentation

3. Von der Theorie zur Praxis – Methoden und Tools

3.1. Lieferumfang eines spezialisierten Dienstleisters

- Eine geeignete Bereitstellungsplattform für das gesamte Projekt vermeidet doppelte Arbeit wegen unterschiedlicher Interpretation von Informationen.

- Übergabedokumentation ist zur Abnahme vollständig, rechtzeitig und claimfrei im Ziel-Dokumentationssystem.
- Ein aktueller, valider (gegenüber Liefer- und Vergabevorschriften) Datenbestand kann in BFS/ERP/DMS importiert werden.
- Übergabedokumentation kann direkt für den Betrieb verwendet werden, keine Überarbeitung notwendig.
- Die R&Is stimmen mit der gelieferten Anlage überein.
- Anlage ist nach AKZ beschildert inklusive QR-Code.

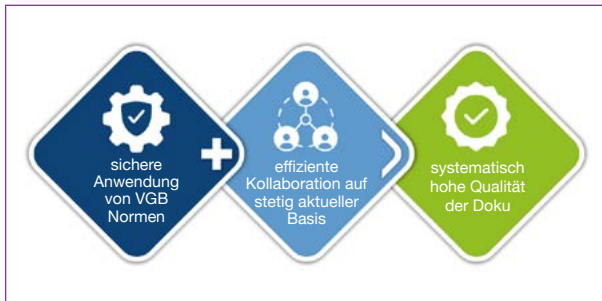


Bild 3:

Vorteile eines ganzheitlichen Managements der Übergabedokumentation

3.2. Wahl einer geeigneten Software-Lösung

Die Umsetzung oben beschriebener Anforderungen bedingt einen methodischen Ansatz, der über die einfache Ablage von Dokumenten hinausgeht. Die gewählte Software-Lösung muss das Potenzial der Technische Dokumentation heben können – schnell und einfach. Eine simple Stichwortsuche in tausenden Dokumenten ist ineffizient. Zudem ist aufgrund von immer komplexer werdenden IT-Landschaften eine möglichst vielseitige

und effiziente Nutzung des Datenschatzes innerhalb eines Systems anzustreben. Das bedeutet: Nicht nur die *Ablage* der Abnahmedokumentation ist Ziel, sondern vielmehr die Nutzung und Pflege der Technischen Dokumentation im gesamten Lebenszyklus der Anlage.

Basierend auf diesem Ziel kann der Gedanke weitergeführt werden: Welche Workflows stehen im Betrieb sowie bei Wartung und Instandhaltung im Zusammenhang mit Dokumentationsvorgängen und Nutzung der Technischen Dokumentation? Was sollte eine umfassende Lösung bieten, damit die Mitarbeiter von Betrieb und Instandhaltung mit demselben Tool arbeiten, das stets valide Informationen liefert?



Bild 4: Kreislauf der technischen Dokumentation



Bild 5: Von der Beschilderung zur zugehörigen Dokumentation direkt am Prozess

Eine intelligente Software-Plattform verknüpft Informationen aus Dokumenten und technischen Daten, um eine nutzbare Wissensbasis zu schaffen. Wesentlich sind die kontinuierliche Pflege und Aktualisierung der Dokumentation. Alle Änderungen an der technischen Ausstattung oder den Betriebsabläufen müssen zeitnah in die Dokumentation aufgenommen werden. Dies stellt sicher, dass die Technische Dokumentation auch in späteren Jahren als valide Quelle für Entscheidungsprozesse dient.

3.3. Strukturierung nach bewährtem Standard

Die digitale Ablage aller Dokumente ist der nächste logische Schritt. Eine bloße Sammlung von Dateien auf einem Server oder in einem Laufwerk ist jedoch nicht ausreichend. Entscheidend ist die Strukturierung der Daten. Ein Kennzeichensystem wie das Kraftwerks-Kennzeichensystem (KKS) oder das DCC (Document Classification Code) ermöglicht eine hierarchische Sortierung der Dokumente. KKS, beispielsweise, klassifiziert Anlagenteile nach funktionellen, geräteorientierten und geografischen Aspekten. Dies erleichtert dem Betriebspersonal die intuitive Suche nach relevanten Dokumenten, etwa nach Anlagennummer, Komponenten oder Funktionen. Diese Systematik ist die Grundvoraussetzung für eine effektive Nutzung der Technischen Dokumentation im Betriebsalltag.

Überwachung durch Informationsbedarfslisten (IBL) und Dokumentenbedarfslisten (DBM)

Ein wesentlicher Schritt zur Gewährleistung der Dokumentationsqualität ist die projektspezifische Abstimmung von Informationsbedarf (IBL) und Dokumentenbedarfsmatrix (DBM) auf Basis des VGB-Standards. Er bietet einen standardisierten Rahmen, um den Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten zu regeln und die Qualität der gelieferten Dokumentation sicherzustellen.

Die IBL ist ein Instrument zur frühzeitigen Festlegung des Informationsbedarfs. Für jede in der Anlage verwendete Komponente oder Systemeinheit, die durch ein Kraftwerks-Kennzeichensystem (KKS) oder ein ähnliches Anlagenkennzeichnungssystem (AKZ) eindeutig identifiziert wird, definiert die IBL detailliert, welche Informationen und welche Tiefe der Dokumentation erforderlich sind. Sie dient als umfassende Checkliste für alle relevanten Informationen, von den technischen Spezifikationen über Instandhaltungsanweisungen bis hin zu Prüfprotokollen.

The image shows a stack of four sheets of the Document Requirement Matrix (DBM). The sheets are labeled from top to bottom: 'Bedarfsmatrix L-Technik', 'Bedarfsmatrix E-Technik', 'Bedarfsmatrix Bautechnik', and 'Bedarfsmatrix Maschinentechnik'. Each sheet is a grid with columns for 'Abgabepflichtigkeit', 'Benennung des Dokuments', 'Anforderung', 'Zustimmung', and 'Zustimmung'. The rows list various technical components and their associated documentation requirements.

Bild 6: Dokumentenbedarfsmatrix

Auf Basis der vollständigen Liste aller KKS/ AKZ und des definierten IBL wird die DBM (Dokumentenbedarfsmatrix) erstellt. Die DBM übersetzt den abstrakten Informationsbedarf in einen konkreten Dokumentenbedarf. Sie ist eine Matrix, die jede Anlagenkomponente (KKS/AKZ) mit den spezifisch zu erstellenden Dokumenten verknüpft. So wird für jede Einheit klar ersichtlich, welche Zeichnungen, Datenblätter, Handbücher oder Zertifikate zu liefern sind. Diese Matrix dient als präzise Steuerungsgrundlage für die Projektdurchführung und die spätere Abnahme.

The screenshot shows the AVIS DBM software interface. On the left is a navigation menu with options like Dashboard, Cockpit, KKS, Dokumente, WKM, Störungen, Autotagging, Workforce, Pro.File, and Einstellungen. The main area is titled 'DBM' and contains a search bar 'nach KKS suchen'. Below the search bar, there are two columns: 'KKS/DCC' and 'Dokumente'. The 'KKS/DCC' column lists various components and their associated documents, such as '0LAC11AP001 - Speisewasserpumpe 1', 'MDC010;MQC010;MQC020', 'MDC010 - Benutzeranleitung', 'MQC010 - Konformitätserklärung (gemäß Rechtsnorm)', 'MQC020 - Konformitätserklärung (gemäß Vertrag)', 'MDA010;MDC070;MDC090;MPB010;MTB010', 'MDA010 - Produktdatenblatt', 'MDC070 - Montageanleitung', 'MDC090 - Wartungsanleitung', 'MPB010 - Objektliste mit Teileliste-Datenstruktur', 'MTB010 - Maßzeichnung', 'ABS030;ADZ010;ADZ020;AQA010;BDB040;EAA010', 'ABS030 - Alarmierungsplan', 'ADZ010 - Anweisung für ungestörten Betrieb', 'ADZ020 - Anweisung für gestörten Betrieb', 'AQA010 - QM-Handbuch', 'BDB040 - Anlagenbeschreibung', and 'EAA010 - Deckblatt eines Dokumentensatzes'. The 'Dokumente' column shows a list of documents with columns for 'ID', 'Name', and 'Dateiname'. The documents listed are: '418 Speisewasserpumpen SIHI Halberk HGV 10012' (Dateiname: 02273), '3796 Speisepumpe 1, 2+3. Datenblatt' (Dateiname: 04493), '3797 Speisepumpe Aufstellungsplan' (Dateiname: 04494), '5039 A.2.7 Speisewasserpumpen, Armaturenliste, Rohrleitung...' (Dateiname: 06016), and '7249 Teil1/BHB/Speisewasserbehälter' (Dateiname: 07909). At the bottom right, it says 'Zeilen pro Seite 500' and 'Zeilen gesamt: 5', 'Seite 1 von 1'.

Bild 7: Kennzeichenbezogene Darstellung des aktuellen Dokumentenstatus

Das Ergebnis dieser systematischen Herangehensweise ist weit mehr als nur eine Sammlung von Dateien. Es ist eine lückenlose, strukturierte und logisch verknüpfte Datenbasis. Diese bildet die unabdingbare Grundlage für einen funktionellen Digitalen Informationszwilling, der für alle Beteiligten – vom Projektteam bis zum Betriebspersonal – als zentrale, interaktive Arbeitsplattform dient. Er verwandelt isolierte Dokumente in ein intelligentes und dynamisches Wissensnetzwerk.

3.4. Abgleich der R&Is mit dem As-built Stand

Eine Schlüsselphase ist die Verifikation des As-built Status. Viele Dokumente, wie technische Zeichnungen oder Anlagenschemata, werden bereits in der Planungsphase erstellt und spiegeln oft nicht die finalen Änderungen während des Baus wider. Eine fachliche Prüfung vor Ort, idealerweise durch Anlagenbegehungen, ist unerlässlich, um die Übereinstimmung der Dokumentation mit der realen Anlage zu gewährleisten. Methoden wie Begehung oder Laserscanning zur Erfassung des exakten physischen Zustands in Kombination mit Redlining sind hierbei essenziell.

Wer ganzheitlich effizient denkt, lässt im Rahmen einer Begehung vor Ort auch direkt die verbauten Komponenten erfassen. Insbesondere der korrekte Bauteil-Typ ist wichtig zur Erstellung von gültigen Inventar- und Ersatzteillisten. Hat man eine vielseitige Software gewählt, kann das Ersatzteilmanagement direkt in dieser Lösung erfolgen und Bestellungen automatisiert via ERP-Schnittstelle ausgelöst werden.

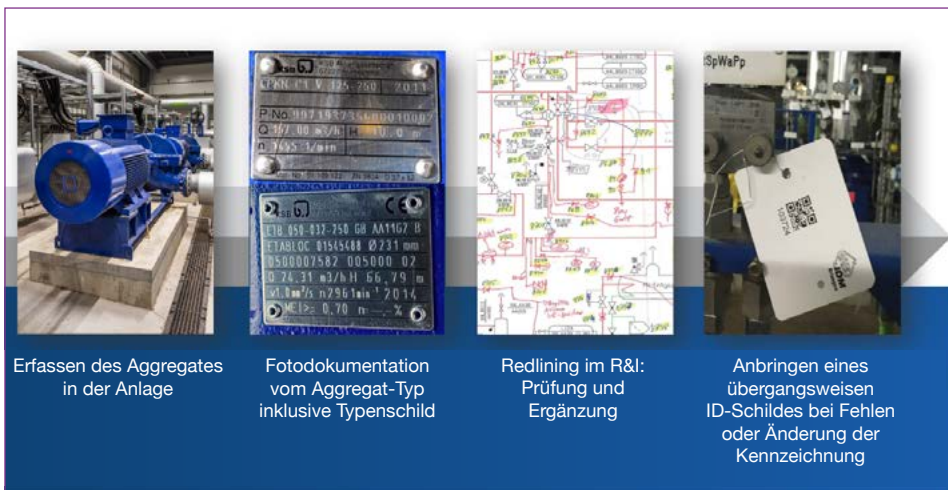


Bild 8: Schritte zur Kennzeichnung nach Anlagenkennzeichnungssystem (AKZ)

Am sinnvollsten ist es, auf Basis der aktualisierten R&Is und der Erfassung der verbauten Aggregate ein durchgängiges Kennzeichensystem nach etabliertem Standard (KKS/AKZ) zu realisieren. Diese sorgen nicht nur für Gewissheit beim Arbeiten vor Ort, sie bilden mittels QR-Codes auch die Brücke zur digitalen Technischen Dokumentation.



Bild 9:

Beispiel einer beschilderten Anlage

In einer modernen, speziell für Anwendungen in Kritischen Infrastruktur-Anlagen konzipierten Software-Lösung kann direkt am Prozess mit Mobilgeräten zudem beispielsweise ein Rundgang vor Ort dokumentiert und etwaige daraus resultierende Workflows angestoßen werden.

Damit ist es möglich, den QR-Code am Kennzeichnungs-Label zu scannen und direkt vor Ort Folgendes zu erledigen:

- Dokumentation einsehen,
- Mängelmeldung erstellen,
- Instandhaltungsauftrag erzeugen,
- Fotobeweis während eines Rundgangs dokumentieren,
- Anlage digital verwalten und
- schnelle Störungsbehebung auf Basis der gut auffindbaren, vollständigen und richtigen Daten.

4. Digitaler Informationszwilling

Die oben beschriebene zeitgemäße Arbeitsweise am Prozess ist dank Digitalem Informationszwilling möglich und sollte standardisiert genutzt werden. Der Digitale Informationszwilling ist keine statische Dokumentensammlung, sondern eine dynamische, digitale Abbildung der realen Anlage, inklusive aller verfahrensrelevanten und auch leittechnisch angebundenen Komponenten, die alle Informationen aus der Neubaudokumentation in einer webbasierten Plattform integriert.

Der Digitale Informationszwilling ermöglicht es, die Anlage

- virtuell zu betrachten,
- zu analysieren und
- zu optimieren.

Der Informationszwilling schafft in seiner Eigenschaft als Single-Source-of-Truth Beziehungswissen, indem er Daten, auch durch offene Schnittstellen, aus verschiedenen Quellen verknüpft – z.B. eine Komponente mit ihrem Datenblatt, der Wartungsanleitung und den letzten Störmeldungen. Dieser sinnvolle ganzheitliche Ansatz im Rahmen der Industrie 4.0 bietet einen Mehrwert für alle Beteiligten, von den Betreibern über die Instandhalter bis hin zu den Planern und Ingenieuren.

Die Vorteile eines Digitalen Informationszwillings sind zahlreich:

- **Zentrale Informationsquelle:** Alle relevanten Daten sind in einer webbasierten Plattform gebündelt, die für alle Projektbeteiligten zugänglich ist.

- **Interaktive Nutzung:** Betreiber, Instandhalter und Ingenieure können bereits in der Bauphase mit dem stetig angereicherten Datensatz arbeiten, Fehlerquellen identifizieren und auf valider Basis in ihren jeweiligen Disziplinen arbeiten.
- **Verknüpfung von Daten:** Die Integration von Betriebsdaten, Wartungsprotokollen und Betriebsanleitungen schafft eine umfassende, lebendige Wissensbasis, die Dreh- und Angelpunkt von monetär bedeutenden und sicherheitsrelevanten Entscheidungen sowie Aktivitäten sind.

Für die Instandhaltung können so Workflows definiert, einheitlich angewendet und rechtskonform dokumentiert werden. Beispiele sind:

- Instandhaltungsplanung,
- Freischaltungsplanung im R&I,
- Aufgaben- und Eskalationssystem,
- Scheinwesen und
- personalisierte Anzeigen.

5. Wirtschaftliche Betrachtung: Der ROI der Dokumentation

Oft wird die Investition in eine hochwertige Technische Dokumentation als vermeidbarer Kostenfaktor gesehen. Eine fundierte wirtschaftliche Betrachtung zeigt jedoch das Gegenteil: Eine vorausschauende Dokumentationsstrategie bietet einen signifikanten Return on Investment (ROI).

- **Reduzierung von Ausfallzeiten:** Schnelle und präzise Fehlerbehebung durch einen einfachen Zugriff auf relevante Informationen minimiert ungeplante Ausfallzeiten, deren Kosten in KRITIS-Anlagen pro Stunde mehrere Hunderttausend Euro betragen können.
- **Effizienzsteigerung:** Eine gut organisierte Technische Dokumentation reduziert die Suchzeiten für Mitarbeiter. Studien zeigen, dass Fachkräfte bis zu 20 % ihrer Arbeitszeit mit der Suche nach Informationen verbringen.
- **Verbesserte Sicherheit und Compliance:** Eine vollständige und aktuelle Dokumentation minimiert das Risiko von Sicherheitsvorfällen und gewährleistet die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften, wodurch hohe Strafen, die Verzögerung der Inbetriebnahme oder Betriebsstopps vermieden werden.
- **Effizientere Personalentwicklung:** Eine intuitive Informationsplattform beschleunigt die Einarbeitung neuer Mitarbeiter und sichert das Expertenwissen im Unternehmen.

Die Investition in eine digitale Technische Dokumentations-Plattform, die als Basis für einen Digitalen Informationszwillings dient, ist somit nicht nur eine Frage der Compliance, sondern eine strategische Entscheidung zur langfristigen Sicherung von effizient gestalteten, personenunabhängigen, funktionierenden Workflows.

6. Fazit

Die Inbetriebnahme einer kritischen Infrastrukturanlage (KRITIS) generiert 10.000 bis 15.000 Dokumente. Diese Technische Dokumentation bildet einen zwingend erforderlichen Teil der Lieferung, denn ohne sie sind Bauabnahme und Inbetriebnahme nicht möglich. Zudem dient sie als wichtiger Baustein für einen sicheren und gesetzeskonformen Betrieb.

In der Projektphase kollidieren jedoch die Interessen der Beteiligten: Generalunternehmer streben eine Minimaldokumentation an, während Betreiber eine langfristig nutzbare Datenbasis benötigen. Die in diesem Beitrag beschriebenen Herausforderungen und digitalen Lösungen, insbesondere der Digitale Informationszwilling, zur Sicherstellung einer effizienten Bereitstellung, Nutzung und Pflege der technischen Dokumentation einer Neubau-Anlage für die Abfall- und Energiewirtschaft bieten Möglichkeiten, sich den Herausforderungen zu stellen.

Für den langfristigen Erfolg ist es wichtig, die Dokumentation schon im Neubau mit Weitsicht und in enger Zusammenarbeit zwischen allen Projektbeteiligten zu erstellen. Denn: Die Technische Dokumentation ist das Gedächtnis einer Anlage und bildet die Grundlage für technische Entscheidungen und die Betriebssicherheit. Eine effiziente und sichere Datenbasis wird bereits in der Neubauphase geschaffen. Die Entscheidung, den gesamten Lebenszyklus der Neubau-Anlage bereits in der Strategie inklusive Auswahl geeigneter Tools und Methoden zu berücksichtigen, zahlt sich aus. Der Digitale Informationszwilling ist eine entscheidende Investition in die Zukunft. Sie ermöglicht es Betreibern, von der Inbetriebnahme über den Normalbetrieb bis hin zu kritischen Situationen und Instandhaltung auf eine valide und zugängliche Informationsbasis zuzugreifen. Der Digitale Informationszwilling ist somit eine strategische Notwendigkeit für den zukunftssicheren Betrieb von KRITIS-Anlagen.

Ansprechpartner

Hans Preuß
GABO IDM mbH
Geschäftsführer
Am Weichselgarten 9
91058 Erlangen, Deutschland
+49 9131 873 25
hk.preuss@gabo-idm.de





Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jessica Nentwich

GABO IDM mbH

Senior Marketing Manager

Am Weichselgarten 9

91058 Erlangen, Deutschland

+49 160 2755 361

J.Nentwich@gabo-idm.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Peter Quicker,
Alexander Gosten, Ella Stengler (Hrsg.):

Abfallwirtschaft und Energie, Band 3

ISBN 978-3-911006-65-1 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2026
Redaktion: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm
Erfassung und Layout: Julia Joschko, Melina Schreiber, Janin Burbott-Seidel,
Roland Richter, Lena Stucke

Druck: Beltz Grafische Betriebe, Bad Langensalza

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.