

Digitalization of Lockout-Management with the Help of an Information Twin – Safe Working After the Generational Change

Hans Karl Preuß

The digitalization of Activation Management with the help of an information twin is an innovative concept that can increase the safety and efficiency of the release process in process engineering and electrical engineering systems. This article explains how this concept works and what advantages it offers. The waste management and energy sectors are areas that can benefit from digitalization. By creating digital information twins that contain all the relevant data and documents for a system, these industries can improve their ability to take action in terms of maintenance and operation. An information twin is a virtual representation of a real plant that enables interactive visualization of processes in the power plant. The release process is essential for the safety of employees and the system, but also for compliance with legal regulations. However, the release system is often associated with certain challenges, such as:

- Knowledge about the system is often insufficiently documented or outdated. The documentation does not always correspond to the current state of the system (AS-BUILT status) and is hard to access or find.
- Knowledge about the system is often kept in the heads of employees who have many years of experience. However, these employees are often nearing retirement or have already left the company, which results in a loss of specialist knowledge.
- The original release process has not been transferred into the digital world directly without utilizing the possibilities of digitalization.

To overcome these challenges, the decision was made to digitalize release management with the help of an information twin. The AVIS.WEB IPS module, a software solution for the integrated maintenance planning and control system for power plants, is used for this. The digital information twin makes it possible to record, manage and visualize all relevant data and documents of a system in an information twin. Information twins offer the following advantages:

- It allows quick and easy access to all information about the system, such as P&I flow diagrams, circuit diagrams, operating instructions or test reports. This information is always kept up-to-date and can be called up at any time.
- It makes it possible to visualize the system interactively, allowing individual parts of the system to be selected and details displayed. This means you can see, for example, which parts of the facility are open or closed, which employees are in charge or what work is still to be done.
- It makes it possible to handle the approval process digitally, based on electronic forms. These forms can be completed, signed and sent directly through the information twin. For example, you can request, approve or withdraw a release. The digital process is quicker, more secure and more transparent than the paper-based process.

Digitalisierung des Freigabe-Managements mit Hilfe eines Informationszwillings – Sicheres Arbeiten nach dem Generationenwechsel

Hans Karl Preuß

1. Generationenwechsel und digitales Freigabemanagement.....
2. Digitale Zwillinge und technische Anlagendokumentation – Begriffsklärung.....
- 2.1. Wie der *Digitale Informationszwillings* Instandhaltungsaufgaben im Allgemeinen und das Freigabe-Management im Speziellen unterstützt.....
- 2.2. Das intelligente R&I-Fließbild.....
3. Freigabeverfahren allgemein.....
4. Digitalisierung des Freigabeverfahrens.....
- 4.1. Analyse bestehender Prozesse.....
- 4.2. Analyse der Formulare und deren Abhängigkeiten voneinander.....
- 4.3. Einbindung weiterer Systeme.....
5. Nutzung des digitalen Informationszwillings in der Instandhaltungsplanung.....
- 5.1. Digitaler Informationszwillings für Stör- und Mängelmeldung, Arbeitserlaubnis, Behälterbefahrschein, Sicherungsschein und Freischtaltung.....
- 5.2. Variable Datenstrukturen für digitales Formularwesen.....
- 5.2.1. Mängelmeldung.....
- 5.2.2. Erstellung Arbeitserlaubnis.....
6. Resümee.....

Die Digitalisierung des Freigabe-Managements mit Hilfe eines Informationszwillings ist ein innovatives Konzept, das die Sicherheit und Effizienz des Freigabeprozesses in verfahrenstechnischen und elektrotechnischen Anlagen erhöhen kann. In diesem Artikel wird erläutert, wie dieses Konzept funktioniert und welche Vorteile es bietet.

Die Abfallwirtschaft und die Energiebranche sind Bereiche, die von der Digitalisierung profitieren können. Durch die Erstellung von digitalen Informationszwillingen, die alle relevanten Daten und Dokumente einer Anlage enthalten, können diese Branchen ihre Handlungsfähigkeit in Instandhaltung und Betrieb verbessern. Ein Informationszwillings ist eine virtuelle Abbildung einer realen Anlage, der eine interaktive Visualisierung von Vorgängen im Kraftwerk ermöglicht.

Ein wichtiger Bestandteil der täglichen Arbeit in verfahrenstechnischen und elektrotechnischen Anlagen ist das Freigabewesen. Dieses regelt, wer wann welche Teile einer Anlage bedienen, warten oder reparieren darf. Das Freigabewesen ist essenziell, für die Sicherheit der Mitarbeiter und der Anlage, aber auch für die Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften. Allerdings ist das Freigabewesen oft mit Herausforderungen verbunden, wie zum Beispiel:

- Das Wissen über die Anlage ist häufig unzureichend dokumentiert oder veraltet. Die Unterlagen entsprechen nicht immer dem aktuellen Zustand der Anlage (AS-BUILT Stand) und sind schwer zugänglich oder auffindbar.
- Das Wissen über die Anlage ist oft in den Köpfen der Mitarbeiter gespeichert, die über langjährige Erfahrung verfügen. Diese Mitarbeiter stehen jedoch oft kurz vor dem Ruhestand oder sind bereits ausgeschieden, was zu einem Wissensverlust führt.
- Der ursprüngliche Prozess des Freigabewesens ist nicht eins zu eins in die digitale Welt überführt worden, ohne die Möglichkeiten der Digitalisierung auszunutzen. Das bedeutet, dass die Freigabe immer noch auf Papierformularen basiert, die manuell ausgefüllt, unterschrieben und weitergegeben werden müssen. Dieser Prozess ist zeitaufwändig, fehleranfällig und ineffizient.

Um diese Herausforderungen zu lösen, wurde entschieden das Freigabe-Management mit Hilfe eines Informationszwillings zu digitalisieren. Dabei wird das IPS-Modul von AVIS.WEB, eine Softwarelösung für das integrierte Instandhaltungsplanungs- und steuerungssystem von Anlagen, genutzt. Der digitale Informationszwilling ermöglicht es, alle relevanten Daten und Dokumente einer Anlage in einem Informationszwilling zu erfassen, zu verwalten und zu visualisieren. Der Informationszwilling bietet folgende Vorteile:

- Er ermöglicht einen schnellen und einfachen Zugriff auf alle Informationen über die Anlage, wie zum Beispiel R&I-Fließbilder, Schaltpläne, Betriebsanleitungen oder Prüfprotokolle. Diese Informationen sind immer auf dem neuesten Stand und können jederzeit abgerufen werden.
- Er ermöglicht eine interaktive Visualisierung der Anlage, die es erlaubt, einzelne Teile der Anlage anzuklicken und Details anzuzeigen. So kann man zum Beispiel sehen, welche Teile der Anlage freigegeben oder gesperrt sind, welche Mitarbeiter dafür zuständig sind oder welche Arbeiten anstehen.
- Er ermöglicht eine digitale Abwicklung des Freigabe-Prozesses, die auf elektronischen Formularen basiert. Diese Formulare können direkt im Informationszwilling ausgefüllt, signiert und versendet werden. So kann man zum Beispiel eine Freigabe anfordern, erteilen oder widerrufen. Der digitale Prozess ist schneller, sicherer und transparenter als der papierbasierte Prozess.

Die Digitalisierung des Freigabe-Managements mit Hilfe eines Informationszwillings ist also eine vielversprechende Möglichkeit, um die Sicherheit und Effizienz in verfahrenstechnischen und elektrotechnischen Anlagen zu steigern. Durch die Nutzung des IPS von AVIS.WEB kann man alle Vorteile des Informationszwillings ausschöpfen und das Freigabewesen in das digitale Zeitalter überführen.

1. Generationenwechsel und digitales Freigabemanagement

Die Digitalisierung des Freigabe-Managements ist ein wichtiger Schritt, um die Zukunftsfähigkeit der Anlagen zu sichern. Durch den Generationenwechsel und den bevorstehenden Ruhestand der Babyboomer-Generation droht ein Verlust von wertvollem Wissen und Erfahrung. Um dem entgegenzuwirken, müssen die Mitarbeiter in die digitalen Prozesse eingebunden und geschult werden. Außerdem kann die Digitalisierung helfen, den Fachkräftemangel zu mildern, indem sie die Arbeit effizienter und attraktiver gestaltet.

Know-how im Gedächtnis – der schnellste aber auch kostbarste Speicher

Know-how im Gedächtnis heißt, dass die Informationen nur von den Personen abgerufen werden können, die sie besitzen. Dies kann zu Problemen führen, wenn der Know-how Träger nicht verfügbar ist, zum Beispiel durch Krankheit, Urlaub oder Kündigung. Um das Wissen im Kopf zu nutzen, muss man daher sicherstellen, dass der Know-how Träger immer erreichbar ist und bereit ist, sein Wissen zu teilen.

Um Wissen im Kopf zu vermeiden, sollte man das Wissen der Mitarbeiter dokumentieren und für alle zugänglich machen. Dies kann zum Beispiel durch Wissensdatenbanken, Handbücher oder Schulungen geschehen. Am sinnvollsten im digitalen Informationszwilling. Dadurch wird das Wissen unabhängig von den Personen, die es besitzen, und kann jederzeit abgerufen werden. Dies erhöht die Effizienz und Qualität der Arbeit und vermeidet Wissensverluste.

Der Digitale Informationszwilling ist eine Lösung, die es den Betreibern von Anlagen ermöglicht, das Wissen ihrer erfahrenen Mitarbeiter zu erhalten und an die neuen Generationen weiterzugeben. Mit AVIS.WEB können die Nutzer alle relevanten Informationen über die Anlage online abrufen, bearbeiten und teilen. Das System bietet eine intuitive und interaktive Darstellung der Anlagenprozesse und hilft so, die Planung und Instandhaltung zu optimieren.

Der Digitale Informationszwilling stellt die Basis und die Plattform für die Digitalisierung des Freigabe-Managements dar.

2. Digitale Zwillinge und technische Anlagendokumentation – Begriffsklärung

Digitale Zwillinge und technische Anlagendokumentation sind zwei wichtige Konzepte in der Industrie 4.0. Ein digitaler Zwilling ist eine virtuelle Abbildung eines realen Objekts, Prozesses oder Systems, die dessen Zustand, Verhalten und Leistung in Echtzeit widerspiegelt. Eine technische Anlagendokumentation ist eine Sammlung von Informationen über eine technische Anlage, wie z.B. ihre Funktion, Struktur, Komponenten, Betriebsanweisungen und Wartungspläne. Die technische Anlagendokumentation dient als Grundlage für die Erstellung und Aktualisierung von digitalen Zwillingen, die wiederum zur Optimierung, Überwachung und Steuerung der technischen Anlage genutzt werden können.

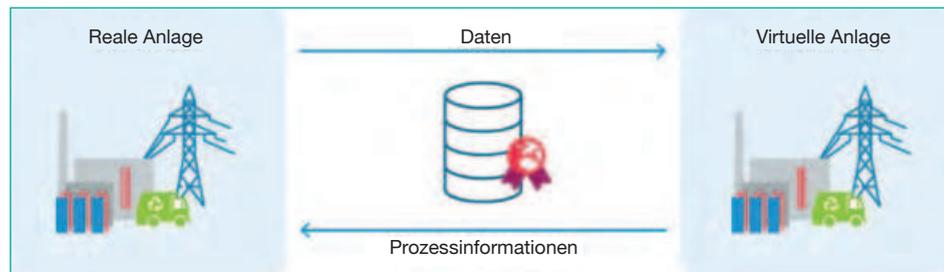


Bild 1: Digitales Zwillings-Konzept von Grieves und Vickers

2.1. Wie der *Digitale Informationszwilling* Instandhaltungsaufgaben im Allgemeinen und das Freigabe-Management im Speziellen unterstützt

Die technische Anlagendokumentation ist eine wichtige Quelle für die Betriebsführung und Instandhaltung einer Kraftwerksanlage, da sie viele relevante Informationen über die anfallenden Aufgaben enthält. Um diese Informationen effizient und sicher zu nutzen, bietet der *Digitale Informationszwilling* eine webbasierte Lösung an, die plattformunabhängig (z.B. in der privaten Cloud) zugänglich ist.

Die technische Anlagendokumentation ist ein wichtiger Bestandteil für den Betrieb und die Wartung von Kraftwerksanlagen. Sie enthält alle relevanten Informationen über die Anlagenkomponenten, ihre Funktionen, ihre Leistungsdaten, ihre Sicherheitsvorschriften und vieles mehr. Doch wie kann man diese Informationen effizient und übersichtlich zugänglich machen, ohne sich durch zahlreiche Dokumente zu wühlen?

Die Antwort lautet: mit einem *Digitalen Informationszwilling*. Dieser ist eine digitale Abbildung der realen Anlage, die alle Informationen aus der technischen Anlagen-dokumentation in einer webbasierten Plattform integriert. Der *Digitale Informationszwilling* ermöglicht es, die Anlage virtuell zu betrachten, zu analysieren und zu optimieren. Er bietet somit einen Mehrwert für alle Beteiligten, von den Betreibern über die Instandhalter bis hin zu den Planern und Ingenieuren.

Für viele Bereiche ist der *Digitale Informationszwilling*, in der Anlage wichtig, für die Digitalisierung des Freigabe-Managements unverzichtbar.

2.2. Das intelligente R&I-Fließbild

Ein HTML-basiertes intelligentes R&I-Fließbild ist eine interaktive Darstellung eines verfahrenstechnischen Prozesses, der mit einem Webbrowser angezeigt werden kann. Ein solches Fließbild enthält nicht nur die grafischen Elemente, die den Prozess beschreiben, sondern auch zusätzliche Informationen, die bei der Analyse, Optimierung oder Steuerung des Prozesses helfen können. Zum Beispiel können in einem intelligenten R&I-Fließbild verschiedene Informationen angezeigt werden.

Ein HTML-basiertes intelligentes R&I-Fließbild kann auch mit anderen Webanwendungen oder Diensten verknüpft werden, um eine bessere Integration und Kommunikation zu ermöglichen.

Ein HTML-basiertes intelligentes R&I-Fließbild bietet somit mehrere Vorteile gegenüber einem herkömmlichen statischen Fließbild, wie zum Beispiel eine höhere Flexibilität, Aktualität und Interaktivität.

Damit bildet es die Basis für die digitale Freischaltungsplanung.

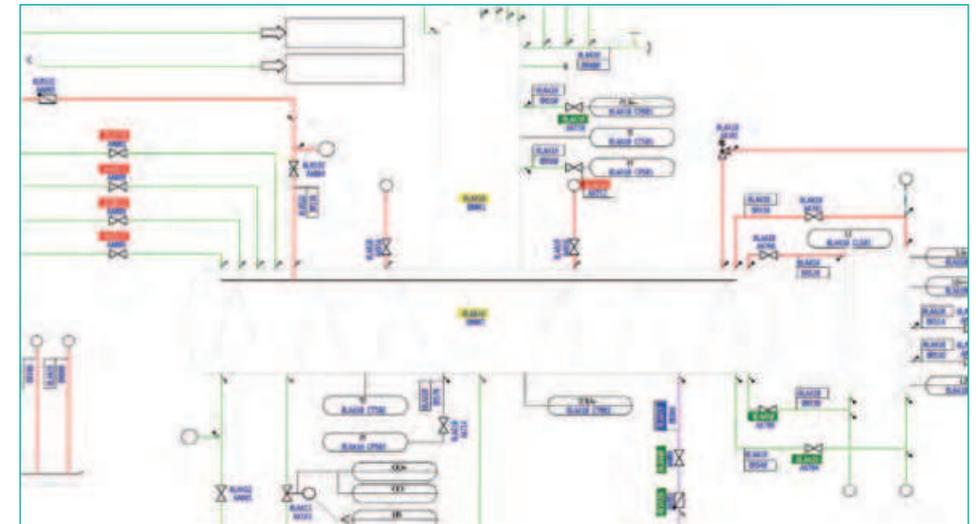


Bild 2: Intelligentes R&I-Fließbild



Bild 3: Vorgänge im Zusammenhang mit dem Anlagenspiegel

Legende zu Bild 3:

1. Anlagenspiegel: alle Anlagenkomponenten der Maschinen-, Elektro-, Leit- und Bautechnik.
2. Dokumentenmanagement: alle Dokumente der technischen Dokumentation die für Planung, Bau, Betrieb und Rückbau der Anlagen notwendig sind.

3. Produkte/Typ: alle Produkte, die als Anlagenkomponenten in die Anlage eingebaut werden.
4. Material- und Verschleißteile: alle Materialien und Verschleißteile die für den Betrieb der Anlage notwendig sind.
5. CAD- und CAE-Systeme wie AutoCAD oder E-Plan: CAD/CAE Systemschaltpläne
6. Störungsregistrierung: alle Störmeldungen die beim Betrieb der Anlage erzeugt werden.
7. Auftragswesen Instandhaltungsplanung: alle Arbeitsaufträge, die für den Betrieb, die Wartung und Instandhaltung notwendig sind.
8. WKP/WKM: alle wiederkehrenden Prüfungen die nach den technischen Regeln des Gesetzgebers oder des Herstellers notwendig sind.
9. Arbeitssicherheit/Freischaltung: alle Arbeitssicherungsmaßnahmen die bei Außer- oder Inbetriebnahmen von Komponenten, Systemen oder Teilsystemen notwendig sind.

3. Freigabeverfahren allgemein

Die Durchführung eines Freigabeverfahrens ist z.B. erforderlich bei:

- Arbeiten an Anlagen, in denen Medien unter Druck stehen oder heiße Medien führen, sofern eine Freisetzung dieser Medien während der Arbeiten nicht ausgeschlossen werden kann,
- Arbeiten an Anlagen, die Gefahrstoffe enthalten, sofern eine Freisetzung der Gefahrstoffe während der Arbeiten nicht ausgeschlossen werden kann,
- Arbeiten in Kesseln, Behältern und engen Räumen,
- Arbeiten in Anlagen mit einer gesundheitsgefährdenden Atmosphäre oder, in denen Sauerstoffmangel bestehen kann,
- Arbeiten an und in der Nähe von elektrischen Anlagen,
- Heißarbeiten,
- Kältarbeiten,
- Arbeiten in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen,
- Arbeiten an beweglichen Teilen und hohem Gefährdungspotenzial.
- Anlagen, die sich außer Betrieb befinden, sofern beteiligten Aggregate sich auf das Anfahren oder den späteren Betrieb auswirken können.

Freischaltung

Die Sicherheitsmaßnahme Freischaltung kommt dann zur Anwendung, wenn bei Arbeiten oder Befahrungen an oder in Systemen oder Anlagenteilen eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

Bei der Sicherheitsmaßnahme *Freischaltung* wird unterschieden zwischen

- elektrischer Freischaltung und
- mechanischer Freischaltung.

In der Auflistung der Freischaltmaßnahmen sind die Sicherheitsmaßnahmen immer einzeln aufzuführen. Z. B. bedeutet dieses bei der Freischaltung einer Pumpe die Auflistung der Freischaltungen der Armaturen auf der Saug- und Druckseite, der Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen, der elektrischen Spannungsversorgung usw.. Abgrenzungen von Zugangswegen und Arbeitsbereichen sind ebenfalls schriftlich zu dokumentieren.

Elektrische Freischaltung

Die Sicherheitsmaßnahme *Elektrische Freischaltung* ist immer dann notwendig, wenn an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln direkt gearbeitet werden muss, oder wenn von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln in der Nähe der Arbeitsstelle eine Gefährdung ausgeht oder wenn durch die elektrische Freischaltung die elektrische Antriebsenergie für Arbeiten an Anlagen und Betriebsmitteln abgeschaltet werden muss.

Freischaltung für Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln – 5 Sicherheitsregeln

Vor Beginn von elektrotechnischen Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln oder vor Beginn von sonstigen Arbeiten, wenn von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln in der Nähe der Arbeitsstelle eine Gefährdung ausgeht, sind die fünf Sicherheitsregeln gemäß DIN VDE 105-100 zum Herstellen und Sicherstellen des spannungsfreien Zustandes an der Arbeitsstelle für die Dauer der Arbeit durchzuführen:

1. Freischalten,
2. gegen Wiedereinschalten sichern,
3. Spannungsfreiheit feststellen,
4. Erden und Kurzschließen,
5. benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

Freischaltung zum Schutz gegen das Anlaufen von Anlagen und Betriebsmitteln

Zum Schutz gegen das Anlaufen von Anlagen und Betriebsmitteln sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

1. Freischalten,
2. gegen Wiedereinschalten sichern.

Mechanische Freischaltung – Absperrn oder Abtrennen einer Anlage, eines Anlageteils oder eines Betriebsmittels

Bei der mechanischen Freischaltung *Absperrn oder Abtrennen einer Anlage, eines Anlageteils oder eines Betriebsmittels* wird durch allseitiges Absperrn, Arretieren oder Abtrennen einer Anlage, eines Anlageteils oder eines Betriebsmittels von allen

- unter Druck stehenden Systemen,
- heißes oder kaltes Medium führenden Systemen,

sowie

- das Herbeiführen des drucklosen Zustandes,
- erforderlichenfalls das Abkühlen,
- Entleeren,
- Spülen,
- Inertisieren,
- Be- und Entlüften,
- Arretieren beweglicher Teile

mit den dafür vorgesehenen Einrichtungen ein gefahrloser Zustand herbeigeführt. Die Sicherung von mechanischen Freischaltungen gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten oder Betätigen hat mit Ketten und Schlössern zu erfolgen.

Die Sicherheitsmaßnahme *Mechanische Freischaltung, Absperrn oder Abtrennen einer Anlage, eines Anlageteils oder eines Betriebsmittels* umfasst insgesamt folgende Sicherheitsmaßnahmen:

1. Anlagenteil allseitig absperren
2. Absperrrichtungen gegen unbefugtes Betätigen sichern
3. Entleeren und Belüften der Anlagenteile
4. Sicherung der Belüftungs- und Entleerungsarmaturen gegen unbeabsichtigtes Betätigen
5. Entleerung und Drucklosigkeit oder Konzentration feststellen
6. Anlagensicherung durch Sperrung der Steuerung (z.B. Steuer-Schlüsselentnahme)

Werden Maschinen durch ein Medium (z.B. Druckluft) angetrieben, so sind folgende Sicherheitsmaßnahmen notwendig:

1. Absperrn des Antriebsmediums
2. gegen Wiedereintritt des Antriebsmediums sichern

Hinweis:

- a) Wenn bei Anlagenteilen, die zur Durchführung von Arbeiten drucklos sein müssen, die Drucklosigkeit bei Arbeitsbeginn nicht zuverlässig festgestellt werden kann, so ist durch unterwiesenes Fachpersonal mit geeigneten Maßnahmen wie vorsichtiges Lockern von Stopfbuchsen, Flanschschrauben, etc. die Drucklosigkeit und Entleerung festzustellen.

Hierbei ist vor Arbeitsbeginn eine Gefährdungsbeurteilung durch die direkte Führungskraft und eine Unterweisung des Mitarbeiters mittels Formular Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen.

- b) Es können aber auch über die o.g. Freischaltmaßnahmen hinaus z.B. zusätzlich folgende Sicherheitsmaßnahmen notwendig sein, die ebenfalls zu dokumentieren sind:

- Blindflansche,
- Doppelabsperrungen mit und ohne Zwischenentspannung,
- Steckscheiben.

Abgrenzung und Kennzeichnung von Zugangswegen und Arbeitsbereichen

Abgrenzungen von Zugangswegen und Arbeitsbereichen sind eine besondere Form der mechanischen Freischaltung.

Ergibt sich die Abgrenzung der Zugangswege sowie der Arbeitsbereiche gegen Bereiche mit Gefährdung nicht durch die Anlagengeometrie, so sind diese abzugrenzen. Zur Abgrenzung eignen sich u.a. Geländer, Gerüstkonstruktionen oder eingeschränkt Ketten.

Auf feste Abgrenzungen durch Geländer oder Gerüstkonstruktionen bei Absturzgefährdung kann verzichtet werden, wenn eine Kennzeichnung der Absturzstelle durch Ketten mit einem Abstand von > 2m zur Absturzstelle und durch zusätzliche Verbotsschilder erfolgt.

An den Abgrenzungen sind Beschilderungen wie *Leckage, Absturzgefährdung etc.* anzubringen, um den Grund der Absperrung zu erläutern.

4. Digitalisierung des Freigabeverfahrens

Müllverbrennungsanlagen sind komplexe technische Anlagen, die einen hohen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand erfordern. Dabei müssen zahlreiche Sicherheitsvorschriften und gesetzliche Auflagen eingehalten werden. Um die Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten, müssen störungsbedingte und planbare Instandhaltungstätigkeiten schnell und zuverlässig durchgeführt werden. Dafür sind betriebliche Freigaben und Arbeitserlaubnisse erforderlich, die in vielen Fällen noch papierbasiert abgewickelt werden.

Dieser traditionelle Ansatz bringt jedoch einige Nachteile mit sich, wie zum Beispiel:

- hoher Zeitaufwand für manuelle Planungen,
- viele papierbasierte Tätigkeiten,
- hohe Fehleranfälligkeit.

Um diese Herausforderungen zu meistern, bietet sich die Einführung eines digitalen Freigabeverfahrens an, das die Abwicklung der Freischaltungen in den Abteilungen des Betriebes und der Arbeitsvorbereitung vereinfacht und beschleunigt. Ein solches System kann mit entsprechenden Schnittstellen, wie z.B. zum SAP PM/QM System (SAPS/4HANA), zur Übernahme von Meldungen und Aufträgen und deren Bearbeitung verwendet werden.

Folgende Tätigkeiten sind hierbei wesentlich:

- Vorbereitung der Arbeitserlaubnisse und Freischaltpläne,
- mobile Bearbeitung und Signierung der Sicherheitsmaßnahmen und Freischaltscheine gemäß dem Prozess des Freigabeverfahrens,
- Abarbeitung von Checklisten.

Ein digitales Freigabeverfahren ermöglicht es, die Prozesse zu standardisieren, zu dokumentieren und zu überwachen. Dadurch können Fehler vermieden, Kosten gesenkt und die Arbeitssicherheit erhöht werden. Außerdem kann die Anlagenverfügbarkeit gesteigert werden, da die Instandhaltungstätigkeiten effizienter geplant und durchgeführt werden können.

Wie kann ein digitales Freigabeverfahren implementiert werden?

Um ein digitales Freigabeverfahren in einer Müllverbrennungsanlage einzuführen, wird eine geeignete Softwarelösung benötigt, die die bestehenden Prozesse abbilden und optimieren kann.

Dabei sollten folgende Aspekte beachtet werden:

- Die Software sollte eine einfache und intuitive Bedienung ermöglichen, sowohl für die Mitarbeiter in der Arbeitsvorbereitung als auch für die ausführenden Fachkräfte.
- Die Software sollte eine hohe Kompatibilität mit ERP-Systemen wie SAP PM/QM/WCM (SAP S/4HANA) aufweisen, um einen reibungslosen Datenaustausch zu gewährleisten, sofern sich diese Systeme im Einsatz befinden.
- Die Software sollte eine hohe Flexibilität bieten, um sich an die individuellen Anforderungen anzupassen.
- Die Software sollte eine hohe Sicherheit garantieren, um die sensiblen Daten zu schützen.

Das digitale Freigabeverfahren bietet folgende Vorteile:

- einfache Erstellung und Bearbeitung von Arbeitserlaubnissen und Freischaltplänen mit Hilfe von Vorlagen z.B. direkt aus dem R&I-Fließschema heraus,
- mobile Erfassung und Signierung der Sicherheitsmaßnahmen – Scheine und Freischaltscheine mit Hilfe von Tablets oder Smartphones,
- automatische Übernahme von Meldungen und Aufträgen aus SAP PM/QM/WCM System (SAP S/4HANA) sowie eine Rückmeldung des Bearbeitungsstatus,
- lückenlose Dokumentation und Archivierung aller Freischaltungen sowie eine Auswertung der Kennzahlen – gesetzeskonform im Dokumentenmanagementsystem (DMS),
- individuelle Anpassung an die Prozesse und Anlagen sowie eine Integration mit anderen Systemen,
- hohe Sicherheit durch Verschlüsselung, Authentifizierung und Berechtigungskonzepte.

Wissensplattform



Bislang sind bei uns etwa 2.000 digitale Fachbeiträge erschienen, die in ihrer Gesamtheit einen guten Überblick über technische, wirtschaftliche, rechtliche und politische Entwicklungen geben. Mit unserer Wissensplattform, die im Laufe des Jahres an den Start geht, haben Sie Zugriff auf unsere Veröffentlichungen. Sie können zwischen drei Arten von Lizenzen wählen:

Unser Angebot für Neugierige: Testlizenz für 0 EUR
 Uneingeschränkter Zugriff auf eine kleine Vorauswahl an Beiträgen. Mit jedem neuen Konferenzbuch erscheinen zwei weitere Artikel in Ihrem Portfolio.

Unser Angebot für Fokussierte: thematische Monats- oder Jahreslizenzen
 (Preise variieren je nach Thema und Dauer der Lizenz)
 Sie haben Zugriff auf alle Fachbeiträge zu einem Themengebiet.

Unser Angebot für Generalisten: unlimitierte Jahreslizenz für 220 EUR pro Jahr
 Sie haben Zugriff auf alle Fachbeiträge der Wissensplattform. Alle Neuveröffentlichungen des TK Verlags werden Ihnen zeitnah zur Verfügung gestellt.

books.vivis.de

Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Dorfstraße 51
16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49 3391-45 45-0
E-Mail: order@vivis.de

Teampartner gesucht - und GEFUNDEN!

Wünschen Sie sich jemanden, der

- hilft, rückfragefreies Arbeiten zu etablieren,
- alle Informationen inkl. ihren Beziehungen zueinander darstellt,
- dieses Wissen in Nutzen wandelt,
- immer und überall erreichbar ist?

Können auch Sie Ihren Job einfacher und erfolgreicher mit einem solchen Partner erfüllen?

Holen Sie den digitalen Zwilling Ihrer Anlage ins Team!

Er hilft bei

- Wartung & Instandhaltung,
- Arbeitssicherheitsmaßnahmen und
- visualisiert Prozesse.

„Ja, aber ...“ gibt es nicht, denn wir übernehmen die Erstellung Ihres digitalen Anlagen-Zwillings für Sie!



Erfahren Sie mehr:

Tel. 09131 / 873-50
vertrieb@gabo-idm.de
www.gabo-idm.de



4.1. Analyse bestehender Prozesse

Um die bestehenden Prozesse der Freischaltung im Müllheizkraftwerk zu analysieren, wurden seitens des Kraftwerks zunächst die verschiedenen Schritte und Akteure dokumentiert, die an der Freischaltung beteiligt sind. Die Freischaltung erfolgt in mehreren Phasen mit verschiedenen Formularen, die je nach Art und Umfang der Arbeiten variieren können.

Die Phasen sind:

- **Antrag auf Freischaltung:** Der Antragsteller, in der Regel ein Mitarbeiter stellt einen schriftlichen Antrag auf Freischaltung bei der zuständigen Stelle, in der Regel dem Schaltmeister oder dem Betriebsführer. Der Antrag enthält Angaben zu den Arbeitsstellen, den zu freischaltenden Anlagenteilen, dem Zeitraum und dem Zweck der Arbeiten.
- **Genehmigung der Freischaltung:** Der Genehmiger, in der Regel der Schaltmeister oder der Betriebsführer, prüft den Antrag auf Freischaltung und entscheidet über die Genehmigung oder Ablehnung. Der Genehmiger berücksichtigt dabei die betrieblichen Erfordernisse, die technischen Möglichkeiten und die Sicherheitsvorschriften. Der Genehmiger informiert den Antragsteller über seine Entscheidung und legt gegebenenfalls die Bedingungen für die Freischaltung fest.
- **Durchführung der Freischaltung (z.B. elektrische Freischaltung):** Der Ausführende, in der Regel eine Elektrofachkraft oder ein Schaltberechtigter, führt die Freischaltung gemäß dem genehmigten Antrag durch. Der Ausführende trennt die zu freischaltenden Anlagenteile von der Spannungsversorgung, schließt sie kurz und erdet sie, sperrt die Schaltelemente gegen Wiedereinschalten und bringt an den Arbeitsstellen Freischaltschilder an. Der Ausführende dokumentiert die durchgeführte Freischaltung und übergibt den Freischaltschein an den Antragsteller.
- **Rücknahme der Freischaltung:** Nach Abschluss der Arbeiten gibt der Antragsteller den Freischaltschein an den Ausführenden zurück und bestätigt, dass die Arbeitsstellen geräumt sind. Der Ausführende nimmt die Freischaltung zurück, indem er die Schaltelemente entsperrt, die Kurzschlüsse und Erdungen entfernt und die Spannung wiederherstellt. Der Ausführende dokumentiert die Rücknahme der Freischaltung und informiert den Genehmiger darüber.

Die Analyse der bestehenden Prozesse der Freischaltung im Kraftwerk soll dazu dienen, mögliche Schwachstellen, Risiken oder Verbesserungspotenziale zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Die Analyse kann sich auf verschiedene Aspekte beziehen, wie zum Beispiel:

- die Qualität und Aktualität der Dokumentation,
- die Einhaltung der gesetzlichen und betrieblichen Vorgaben,
- die Kommunikation und Koordination zwischen den Beteiligten,
- die Schulung und Qualifikation des Personals,
- die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der technischen Mittel.

4.2. Analyse der Formulare und deren Abhängigkeiten voneinander

Der Zweck der Freischalt-Formulare im Kraftwerk ist, die Sicherheit der Beteiligten bei Arbeiten an der Anlage zu gewährleisten. Sie enthalten Angaben zu den Schaltvorgängen, die durchgeführt werden müssen, um bestimmte Anlagenteile außer Betrieb, oder wieder in Betrieb zu nehmen. Die Freischalt-Formulare sind untereinander abhängig, da sie aufeinander aufbauen oder sich gegenseitig ausschließen können. Eine Analyse der Freischalt-Formulare im Kraftwerk ist daher wichtig, um mögliche Fehler oder Konflikte zu vermeiden und die optimale Reihenfolge der Formulare zu bestimmen.

4.3. Einbindung weiterer Systeme

Um ein effizientes und sicheres Freischaltungssystem zu implementieren, müssen einige Anforderungen erfüllt werden. Eine davon ist die Kompatibilität mit den vorhandenen Systemen, die für die Planung, Durchführung und Dokumentation der Instandhaltungsprozesse genutzt werden. Diese Systeme können sein:

- ERP-System (z.B. SAP S/4HANA): Dieses System ermöglicht die Verwaltung der technischen Anlagen, der Materialien, der Arbeitsaufträge und der Kosten. Es ist auch eine Quelle für die Stammdaten des digitalen Informationszwilling, die für das Freischaltungssystem benötigt werden, wie z.B. Anlagenstruktur, Gefahrenbereiche, Schaltpläne usw.
- mobile Instandhaltung (z.B. OXANDO): Dieses System ermöglicht den mobilen Zugriff auf die Arbeitsaufträge und die Freischaltungen. Es ermöglicht auch die Erfassung von Messwerten, Fotos, Unterschriften und anderen Daten, die für die Dokumentation der Instandhaltungsarbeiten relevant sind.
- digitales Dokumentenmanagement zur Ablage der erzeugten Dokumente (ELO, D3 develop, EASY): Dieses System ermöglicht die Archivierung und den Abruf der Dokumente, die im Rahmen der Instandhaltungsprozesse erstellt werden, wie z.B. Freischaltprotokolle, Prüfberichte, Arbeitsbescheinigungen usw.

Das Freischaltungssystem muss mit diesen Systemen integriert werden, um einen reibungslosen Informationsfluss und eine hohe Datenqualität zu gewährleisten. Dabei müssen sowohl technische als auch organisatorische Aspekte berücksichtigt werden, wie z.B. Schnittstellen, Berechtigungen, Workflows usw.

5. Nutzung des digitalen Informationszwilling in der Instandhaltungsplanung

Der häufigste Zweck des digitalen Zwillings ist die Nutzung aller vorhandenen Informationen zur Instandhaltungsoptimierung. Ein auf diesen Informationen basierender digitaler Schatten ermöglicht echte Instandhaltung 4.0 und anwendbare predictive maintenance. Der Digitale Zwillings ist Basis einer Instandhaltungsplanung und aller weiteren Vorgänge in Bezug auf die Anlage und die Aufgaben, die für deren Betrieb notwendig sind.

Beispiel-Workflow Störmeldung durch Schichtleiter:

1. Leiter M-Technik sichtet die Meldung und erstellt einen Arbeitsauftrag mit direkter Einsicht in die technische Dokumentation, Gefährdungsbeurteilung und Betriebsanweisung.
2. Schichtleiter erstellt die Arbeitserlaubnis, ggf. nach Freischaltung mit Freigabebeschein und gibt damit die Arbeiten mit Belegen in Papierform oder per digitaler Unterschrift frei, der Mitarbeiter zeichnet gegen.
3. Beim Abmelden der Arbeiten ebenfalls.
4. Nach Vollendung der Arbeiten meldet der Leiter M-Technik die Arbeiten als erledigt, mit dem Vermerk, welche Arbeiten durchgeführt wurden.
5. Diese Meldung wird automatisch zur Bauteil- und Komponenten-Historie hinzugefügt.

Digitaler Informationszwillings bei der Revisionsplanung

Zur Steigerung der Effizienz in der Revisionsplanung wird das Anlegen von Arbeitsaufträgen vereinfacht werden. Hierzu kann auf die Inhalte und Erfahrungswerte der letzten Revisionen zugegriffen werden. Zum Beispiel können hier auf Mustervorlagen zugegriffen, Arbeitserlaubnisse repliziert und Vorgänge digital erstellt, auf Gültigkeit geprüft und dann real abgearbeitet werden.

In der Revisionsübersicht sind alle abzuarbeiten Arbeiten inkl. Arbeitserlaubnis, Sicherungsschein usw. hinterlegt. Diese werden behandelt wie eine Arbeitserlaubnis. Hier können verschiedene Vorlagen Cluster gebildet werden.

5.1. Digitaler Informationszwillings für Stör- und Mängelmeldung, Arbeitserlaubnis, Behälterbefahrungsschein, Sicherungsschein und Freischaltung

Die Stör- und Mängel-Meldung bzw. deren Beseitigung erfolgte und erfolgt, in vielen Anlagen, teilweise immer noch verbal oder nur teildokumentiert.

Über lange Zeit wurde Wissen um diese Vorgänge von einem Mitarbeiter zum anderen weitergegeben oder *On-the-Job* bei der Inbetriebnahme vermittelt.

Bei der Erstellung eines digitalen Informationszwilling steht der Zweck der Anwendung nach Fertigstellung im Fokus. Somit ist es unerlässlich sich mit der Identifizierung des benötigten Wissens in den Prozessen des täglichen Betriebes zu befassen.

In diesem Fall geht es um die Informationen, die für das Freigabemanagement benötigt werden.

Zusätzlich dazu werden die erforderlichen Rollen der Mitarbeiter, die die gestellten Aufgaben später erfüllen können müssen, benötigt.

Die untere Abbildung zeigt die Prozesse und die Rollen die mit den dafür benötigten Daten und Dokumenten, sowie die Visualisierung eines R&Is zur Freischaltungsplanung.

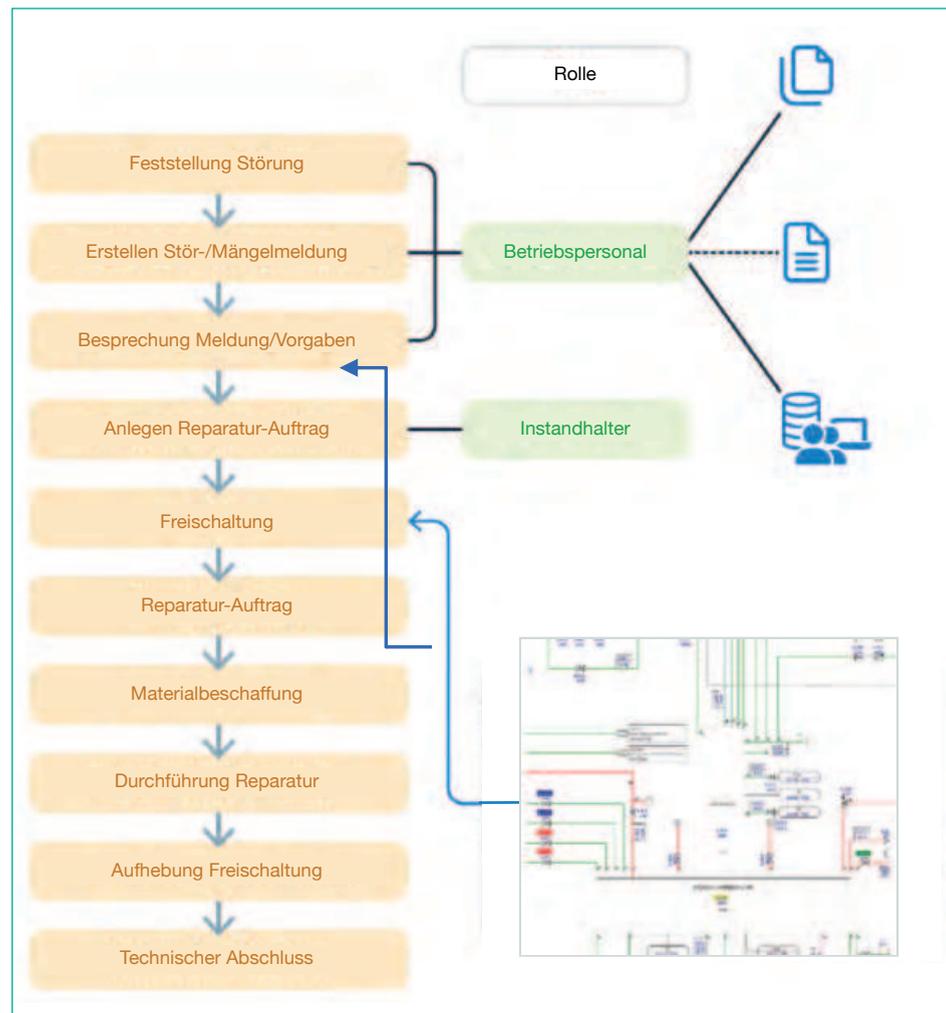


Bild 4: Zusammenhänge in der Instandhaltung – Visualisierung der Freischaltungsplanung im R&I-Fließbild

5.2. Variable Datenstrukturen für digitales Formularwesen

Ein Großteil dieses Artikels beschäftigt sich mit der Überführung analoger statischer Daten in den digitalen Zwilling. Das prozessbezogene Formularwesen stellt die digitale Entsprechung vormals analoger Arbeits- und Freigabescheine dar. Auch hier werden etablierte Prozesse inklusiver deren analoger Entsprechungen in die digitale Welt überführt.

Beispiele hierfür sind:

- Freischaltung und Freigabe-Management: Freigaben werden digital verarbeitet mit dem Verfahren abgeglichen in der Übersicht dargestellt und digital bearbeitet,
- Stör- und Mängelwesen: Mängel und Störungen werden nicht nur aufgenommen, sondern digital aufbereitet und sofort an alle zuständigen Bearbeiter im Unternehmen und ggf. auch an Auftraggeber oder Dienstleister weitergeleitet.

- Bei der Aufnahme von Mängeln und Störungen können neben Texten auch Fotos, Unterschriften, Spracheingaben und GPS-Koordinaten im digitalen Schein erfasst werden.
- Wer wann den Mangel / die Störung erfasst hat, ist jederzeit nachvollziehbar. Erfasste Mängel können in zu erledigende Aufgaben umgewandelt werden und unterliegen dann dem normalen Workflow. Mangelbeschreibungen können (auch) als PDF abgerufen und an Externe zu Bearbeitung weitergegeben werden.

5.2.1. Mängelmeldung

Die Mängelmeldung beschreibt einen Mangel an einem Bauteil oder System. Die Definition und der Einsatz sind, von Anlage zu Anlage, unterschiedlich aber in großen Teilen inhaltlich ähnlich. Deshalb ist bei der Wahl des Werkzeugs auf Flexibilität zu achten.

Es muss jederzeit mehrdimensional angepasst, um auf die Anforderungen der jeweiligen Anlage optimiert werden zu können.

Beispielhafter Ablauf:

Mängelmeldung (MM) fortlaufend (Nummerierung automatisiert vom System generiert und verwaltet)

1. Schichtleiter meldet einen Mangel anhand

- einer KKS (Katalog),
- eines Freitextfelds,
- Linie,
- Priorität,
- Zustand,
- Betriebseinschränkung

und wählt die betroffene Disposition, z.B. E-Technik oder M-Technik, aus (alle Felder sind dabei frei konfigurierbar).

2. Der Schichtleiter speichert die MM.

3. Die MM wird in der Systemdatenbank angezeigt, sodass nach E-Technik/M-Technik gefiltert und der entsprechende Gruppenleiter darauf eine Arbeitserlaubnis planen kann.

4. Systembenachrichtigung an den entsprechenden Gruppenleiter.

5.2.2. Erstellung Arbeitserlaubnis

Arbeitserlaubnis (AE) fortlaufend (Nummerierung automatisiert vom System generiert und verwaltet):

1. Arbeitserlaubnis in Planung (1.Step = Status: In Planung), Wird durch z. B. Gruppenleiter E-Technik oder M-Technik erstellt.

Der Gruppenleiter E-Technik filtert nach seiner Disposition und ihm werden alle vorhandenen MM angezeigt oder hat diesen Filter als *Default* eingestellt.

2. Er ruft die MM auf und kann direkt über einen Button *Arbeitserlaubnis erstellen* zum nächsten Punkt springen. Hier zeigt das System direkt die MM-Nr., KKS, KKS-Bezeichnung sowie Linie und Ort der vorherigen MM an.
3. Das System erstellt eine Arbeitserlaubnisnummer (AE).
4. Als nächstes wird vom Gruppenleiter E-Technik festgelegt welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um den Mangel zu beseitigen.
 - a. z.B. *Motor wechseln*.
 - b. Er kann sich direkt ein Bild im Digitalen Informationszwilling machen, vorherige Freischaltungen ansehen, um ggfs. ein R&I-Fließbild oder Betriebsanleitung zu lesen.
5. Darüber hinaus muss er festlegen, welche Gefahren bei den Arbeiten herrschen. Aktuelle Gefährdungsbeurteilungen und Betriebsanweisungen kann er zur Arbeitserlaubnis hinzufügen. Das kann jeweils eine, oder mehrere sein.
6. Um den o.g. Motor zu wechseln, muss dieser freigeschaltet werden.
7. Das bedeutet, der Gruppenleiter E-Technik muss in der Planung *Freischaltung/Schaltauftrag* erforderlich anklicken.
8. Das System hängt die Freischaltung/Schaltauftrag direkt bei der Arbeitserlaubnis in den Workflow.
9. Der Gruppenleiter E-Technik informiert den Pförtner über einen möglichen Dienstleister und die Schichtleiter per Mail über die auszuführenden Arbeiten anhand der AE-NR.
10. Erteilung Arbeitserlaubnis (2. Stepp = Status: In Bearbeitung)
Wird durch Schichtleiter erstellt.
 - a. Der Schichtleiter ruft beim Eintreffen des Dienstleisters die AE in der Datenbank auf kontrolliert die geplanten Arbeiten und ergänzt diese ggfs. da er den aktuellen Anlagenzustand beurteilen kann.
 - b. Ist der Schichtleiter mit den geplanten Maßnahmen einverstanden, wird er die geplante Freischaltung des Motors veranlassen. Hierbei muss das Protokoll *Freischaltung* mit Vermerk zur MM und AE genutzt werden. Erst wenn die Freischaltung durchgeführt, dokumentiert und in der Arbeitserlaubnis vermerkt wurde, kann er die Arbeiten für den Dienstleister ausdrucken und freigeben.

Die PDF beinhaltet die Arbeitserlaubnis, alle Betriebsanweisungen, Gefährdungsbeurteilungen und mitgeltende Freigaben.
11. Freigabe Arbeitserlaubnis (3. Stepp = Status: Freigabe)
Wird durch die Schichtleiter veranlasst:
 - a. Alle geplanten Maßnahmen werden umgesetzt. Der Motor wurde getauscht.
 - b. Der Dienstleister meldet die Arbeiten als abgeschlossen.
 - c. Als nächster Schritt erfolgt die Zuschaltung des Motors. Dies veranlasst wieder der Schichtleiter.
 - d. Daraufhin erfolgt ein Probelauf. Verläuft dieser positiv, kann der Dienstleister sich abmelden.
 - e. Der Schichtleiter erklärt die Anlage wieder für betriebsbereit.

12. Abschluss Arbeitserlaubnis (4. Stepp = Status: Abgeschlossen) Der Schichtleiter meldet die Arbeitserlaubnis als *abgeschlossen*. Die MM wird als *abgeschlossen* automatisch vom System übernommen.

Behälterbefahrschein – Befahrerlaubnisschein

Der Behälterbefahrschein ist notwendig um in Behältern und engen Räumen (sind allseits oder überwiegend von festen Wandungen umgebene Bereiche, in denen aufgrund ihrer räumlichen Enge, von zu geringem Luftaustausch oder der in ihnen befindlichen bzw. eingebrachten Stoffe, Gemische, Verunreinigungen oder Einrichtungen besondere Gefährdungen bestehen oder entstehen können, die über das üblicherweise an Arbeitsplätzen herrschende Gefahrenpotenzial deutlich hinausgehen) arbeiten zu können. Auch Bereiche, die nur teilweise von festen Wandungen umgeben sind, in denen sich aber aufgrund der örtlichen Gegebenheiten oder der Konstruktion Gefahrstoffe ansammeln können bzw. Sauerstoffmangel entstehen kann, sind enge Räume im Sinne dieser Regel. Auch beinhaltet den Behälterbefahrschein, den Sicherungsposten und bei Bedarf ein Rettungskonzept.

Sicherungsschein

Instandhaltungsarbeiten dürfen grundsätzlich erst dann beginnen, wenn man Gefährdungen durch gefahrbringende Bewegungen ausschließen kann.

Ein unbefugtes, irrtümliches und unerwartetes Ingangsetzen gefahrbringender Bewegung kann nur durch Ausschalten und Abschließen des Hauptschalters ausgeschlossen werden.

Dies bedeutet: Alle Beschäftigten müssen ein eigenes Schloss haben. Für dieses Schloss darf es nur einen passenden Schlüssel geben. Ein Ersatzschlüssel kann vorhanden sein, muss jedoch für andere Beschäftigte unzugänglich aufbewahrt werden (z.B. bei der zuständigen Produktionsleitung oder beim zuständigen Meister oder bei der Meisterin). Wenn das nicht gewährleistet ist, besteht die Möglichkeit, dass eine Person die Schlösser der Kollegen und Kolleginnen öffnet, die dann wiederum gefährdet sein können.

Störungsmeldung

Störungen werden nicht nur aufgenommen, sondern aufbereitet und sofort an alle zuständigen Bearbeiter im Unternehmen und ggf. auch an Auftraggeber oder Dienstleister weitergeleitet. Bei der Aufnahme von Mängeln und Störungen können neben Texten auch Fotos, Unterschriften, Spracheingaben und GPS-Koordinaten erfasst werden.

Wer wann die Störung erfasst hat, ist jederzeit nachvollziehbar. Erfasste Störungen können in zu erledigende Aufgaben umgewandelt werden und unterliegen dann dem normalen Workflow.

Freischaltung

Die Freischaltung bzw. das Freigabeverfahren ist der zentrale Punkt in diesem Artikel und in Kapitel 3. und 4. detailliert beschrieben. Diese Aufzählung bezieht sich auf die Vollständigkeit im Instandhaltungsprozess.

6. Resümee

Ein *Digitaler Informationszwilling* ist ein virtuelles Abbild einer realen Anlage, das alle relevanten Informationen über ihren Zustand, ihre Funktion und ihre Historie enthält. Mit einem solchen Werkzeug können Anlagenbetreiber und -instandhalter viele Vorteile erzielen, z.B.:

- Anlagenwissen bewahren und weitergeben, auch wenn erfahrene Mitarbeiter in den Ruhestand gehen oder das Unternehmen verlassen,
- Entstörungszeiten reduzieren, indem schnell und einfach die Ursachen von Störungen identifiziert und behoben werden können,
- Instandhaltungssystem effizient nutzen, indem die Datenqualität und -aktualität sichergestellt wird,
- Effizienz bei Arbeiten in der Anlage steigern, indem die Zugänglichkeit und Übersichtlichkeit der Anlagendokumentation verbessert wird,
- Vorgänge im Verfahrensfliessbild visualisieren, indem die Prozessdaten mit den Anlagenkomponenten verknüpft werden,
- Freischaltungsplanung anhand der Anlageninformationen optimieren,
- Änderungsdienst optimieren, indem die Auswirkungen von Änderungen auf die Anlage und deren Sicherheitsmaßnahmen, dokumentiert schnell und einfach werden können.

Die Realisierung eines *Digitalen Informationszwillings* erfordert jedoch eine sorgfältige Planung und Umsetzung, die auf den spezifischen Bedürfnissen und Gegebenheiten der Anlage basiert. Dabei ist es wichtig, dass diejenigen, die das Anlagenwissen besitzen, noch im Unternehmen sind und in den Prozess eingebunden werden. Außerdem ist es entscheidend, dass der Dokumentenbestand der Anlage dem aktuellen Stand entspricht und alle relevanten Informationen für ein sicheres und gesetzeskonformes Arbeiten enthält. Um diese Herausforderungen zu meistern, ist es ratsam, sich auf einen erfahrenen und kompetenten Projektpartner zu verlassen, der die nötige Softwarelösung anbietet und bei der Implementierung unterstützt.

Gerade für die Digitalisierung des Freigabe-Managements ist ein Informationszwilling für sicheres Arbeiten nach dem Generationenwechsel unabdingbar, da er die Lücken schließen kann, die durch den Wechsel entstehen.

Ansprechpartner



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

Energie aus Abfall



Herausgeber: Thomé-Kozmiensky (et. al)

Energie aus Abfall:

2006: Band 1	978-3-935317-24-5	20,00 EUR	2014: Band 11	978-3-944310-06-0	30,00 EUR
2007: Band 2	978-3-935317-26-9	20,00 EUR	2015: Band 12	978-3-944310-18-3	35,00 EUR
2007: Band 3	978-3-935317-30-6	20,00 EUR	2016: Band 13	978-3-944310-24-4	35,00 EUR
2008: Band 4	978-3-935317-32-0	20,00 EUR	2017: Band 14	978-3-944310-32-9	50,00 EUR
2008: Band 5	978-3-935317-34-4	20,00 EUR	2018: Band 15	978-3-944310-39-8	50,00 EUR
2009: Band 6	978-3-935317-39-9	25,00 EUR	2019: Band 16	978-3-944310-45-9	50,00 EUR
2010: Band 7	978-3-935317-46-7	25,00 EUR	2020: Band 17	978-3-944310-50-3	60,00 EUR
2011: Band 8	978-3-935317-60-3	25,00 EUR	2021: Band 18	elektr. Ausgabe	30,00 EUR
2012: Band 9	978-3-935317-78-8	25,00 EUR	2022: Band 19	978-3-944310-59-6	85,00 EUR
2013: Band 10	978-3-935317-92-4	25,00 EUR	2023: Band 20	978-3-944310-69-5	85,00 EUR

Paketpreis

550,00 EUR
 statt 735,00 EUR

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

Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

TK Verlag

Dorfstraße 51
 16816 Nietwerder-Neuruppin
 Tel. +49 3391-45 45-0
 E-Mail: order@vivis.de

