

CORE BRIEF

Strategie, Politik und Organisation der Instandhaltung von elektrischen Anlagen und Systemen in U-Bahnnetzen

Die Technologien im Bereich der elektrischen Anlagen und Einrichtungen in U-Bahnssystemen entwickeln sich laufend weiter. Diese Entwicklung hat direkte Auswirkungen auf die Instandhaltungsstrategien und -organisation. Deshalb zeigen die U-Bahnnetze in der ganzen Welt zunehmendes Interesse:

- *an neuen Strategien sowie an neuen Wegen in der Politik und Organisation der Instandhaltung;*
- *an der Zweckmäßigkeit neuer Politiken der Fremdvergabe (Outsourcing);*
- *an der Entwicklung der Wirtschaftlichkeit und insbesondere an den Lebenszykluskosten (LCC).*

Die Entwicklung der Instandhaltungsstrategien steht in direktem Zusammenhang mit der Politik der Anlagenerneuerung.

Die Rechtfertigung der Erneuerung einer Anlage oder eines Systems ergibt sich aus den nachstehenden Kriterien:

- **Gesetzliche Überalterung:** Diese Art der Überalterung tritt nach einer Änderung allgemeiner Rechtsgrundlagen ein, denen innerhalb einer bestimmten Frist zu entsprechen ist. Ein Beispiel hierfür wäre etwa die Gesetzgebung über das Verbot der Verwendung von Asbest.
- **Kommerzielle Überalterung:** Dieser Fall beinhaltet jegliche offensichtliche Diskrepanz zwischen der Art und Weise, in der eine Funktion tatsächlich durchgeführt wird, und den auf dem Markt verfügbaren oder gebräuchlichen Mitteln, um diese Funktion durchzuführen. Ein Beispiel hierfür wäre etwa ein Fahrzeug, dessen Erscheinungsbild nicht mehr zeitgemäß ist, oder auch ein Fahrscheinautomat, der keine Bankkarten oder auf Euro ausgestellte Schecks annehmen kann.
- **Funktionale Überalterung:** Eine funktionale Überalterung ist immer dann gegeben, wenn die vorhandenen Anlagen nicht dazu in der Lage sind, einer neuen, funktionalen Anforderung zu entsprechen, gleich welche Veränderungsmaßnahmen man an ihnen auch vornehmen mag. Ein Beispiel hierfür wären die neuen Funktionen, die der Betreiber im Hinblick auf eine deutliche Erhöhung oder Verringerung des Intervalls für ein Geschwindigkeitskontrollsystem verlangt.
- **Technische Überalterung:** Dieser Fall der Überalterung ist dann gegeben, wenn es nicht mehr möglich ist, die Ersatzteile oder die Fachkompetenzen zu finden, die erforderlich sind, um eine bestimmte Technik oder Anlage weiterhin einzusetzen.
- **Verfall:** Unter dem Begriff des ‚Verfalls‘ ist die auftretende Unfähigkeit einer Anlage zu verstehen, die Funktion zu erfüllen, die ihr zugeordnet ist, da sich die mittlere Zeitspanne zwischen zwei Ausfällen (auf Englisch: mean time between failure – MTBF) deutlich verkürzt oder die mittlere Reparaturzeit (auf Englisch: mean time to repair – MTTR) deutlich erhöht hat. Die Häufigkeit der Störungen der Anlage erreicht ein unakzeptables Maß.
- **Senkung der Lebenszykluskosten (oder LCC):** Die Anlage wird im Verhältnis zu dem, was der Markt bietet, insgesamt zu teuer.

Art der Überalterungen bei einer Erhebung in 19 U-Bahnunternehmen

Formen von Überalterung	%
Technische Ü.	43
Funktionale Ü.	28
Verfall	21
Senkung der LCC	5
Kommerzielle Ü.	2
Gesetzliche Ü.	1



Paris

Infolge der Erneuerung entwickelt sich die Organisation der Instandhaltung, und es kommen neue Strategien auf, die in differenzierter Weise angewandt werden.

Gleichwohl lassen sich neue Tendenzen beobachten:

• Die Instandhaltung ist zu einem gänzlich kundenorientierten Service geworden.

Üblicherweise wurde mit den Instandhaltungsindikatoren die Verfügbarkeit und technische Zuverlässigkeit der Einrichtungen gemessen. Immer häufiger kommen aber neue Indikatoren zum Einsatz, mit denen man die von den Fahrgästen wahrgenommene Qualität misst. In der Tat hat ein Ausfall während der Hauptverkehrszeit nicht dieselben Auswirkungen wie eine Betriebsstörung, die sich zur verkehrsschwachen Zeit ereignet. Die vertraglichen Anforderungen, die beispielsweise in den Verträgen zwischen Aufgabenträgern und Verkehrsbetrieben gestellt werden, sind eher auf eine Messung der Zahl der verspäteten Fahrgäste als auf die Messung der technischen Verfügbarkeit der Einrichtungen ausgerichtet.

• Die Spezifizierung der Instandhaltung bei der Konzeption tritt mit der Integrierten Logistischen Unterstützung immer häufiger auf.

Die *Organisation der Instandhaltung* wird durch die Instandhaltungstechnik so früh wie möglich spezifiziert und ist Gegenstand sogenannter *ILS-Spezifikationen* (Integrated Logistics Support - Integrierte Logistische Unterstützung). Der Lieferant ist verpflichtet, alle Daten zur Verfügung zu stellen, die für die Organisation der Instandhaltung und für die Bewertung der Lebenszykluskosten erforderlich sind.

Das Ziel besteht darin, das Unterstützungssystem durch die Integration mit der Programmsteuerung und mit den gesamten planmäßigen Erfordernissen und Zwängen, die mit dem Betrieb und der Instandhaltung verbunden sind, zu definieren.

• Die Instandhaltung während des Betriebs erfolgt in Parallelität zum Hauptkonstruktionsprojekt

Die Organisation muss so gestaltet werden, dass sie eine „Instandhaltung während des Betriebs“ der neuen Anlagen und Einrichtungen ermöglicht. Durch die Gewährleistung der Einsatzfähigkeit wird die Sicherheit, die Verfügbarkeit und der Fortbestand der Anlagen während ihres Lebenszyklus sichergestellt.

Das Gesamtprojekt für die Aufstellung oder Erneuerung eines Systems umfasst immer häufiger zwei Teile, die gleichzeitig entwickelt werden müssen:

- die Konzeption, der Bau, die Abnahme und die Inbetriebnahme des Hauptsystems,
- die Organisation oder Anpassung des Betriebs und der Instandhaltung.

Die Organisation unterscheidet zwischen der *Instandhaltung vor Ort* (1. Stufe) und der *Reparatur von Anlagen* (2. und 3. Stufe), die zu zerlegen und in Fachwerkstätten zu reparieren sind.

• Durch die Schaffung von zentralen Instandhaltungsstellen hat sich der Einsatz von Überwachungstechniken ausgeweitet.

Die meisten Netze verfügen über zentrale Instandhaltungsstellen zur Anlagenüberwachung. Normalerweise befindet sich diese in demselben Gebäude wie die Leitstelle. Wie bei automatischen U-Bahnen übertragen die Bordanlagen kontinuierlich oder punktuell Instandhaltungsinformationen an die Zentrale, so dass die Verfügbarkeit der ATO-ATP-ATC-Systeme¹ in Echtzeit beobachtet werden kann.

• Die neuen Technologien ermöglichen die Zusammenlegung von Aktivitäten nach Instandhaltungsniveau.

In der Vergangenheit, organisierten die U-Bahnbetriebe die Instandhaltung gewöhnlich nach Technologien oder nach Tätigkeitsbereichen. Spezielle Teams kümmerten sich um die Signalanlagen, die Geschwindigkeitskontrolle, die Leitstellen, die Anzeigen, die Kommunikation etc.

Bei den neuen Systemen sind die Anwendungen in ein und dieselbe Technologie integriert, und aus diesem Grund werden die Instandhaltungsteams jetzt eher nach dem Instandhaltungsniveau statt nach der Anwendung organisiert.

¹ ATO: Automatic Train Operation (automatischer Zugbetrieb); ATP: Automatic Train Protection (Geschwindigkeitsüberwachung); ATC: Automatic Train Control (ATO+ATP).

• **Die systematische präventive Instandhaltung mit festgelegten Zeitabständen wird bei den meisten Anlagen nach wie vor praktiziert.**

Allerdings wird diese Form der Instandhaltung mit der allgemeinen Verbreitung von Elektronik- und EDV-Systemen, die an die Stelle von elektromechanischen Anwendungen treten, immer seltener.

• **Mit der stärker werdenden Forderung nach Verfügbarkeit**

müssen Instandhaltungsteams immer länger „im Dienst“ sein, was ausgedehnte *Arbeitszeiten* bedeutet.

Manche Unter-Systeme wie etwa die Zugabfertigung, die automatische Zugsteuerung oder die Anzeige von Fahrgastinformationen galten als „Betriebshilfssysteme“. Heutzutage werden diese Systeme für den Grundbetrieb von U-Bahnen immer häufiger unentbehrlich. Aus diesem Grund sind die Instandhaltungscrews gefragt, längere Arbeitszeiten und längere Anwesenheit zu gewährleisten (dieses schließt auch „Bereitschaftsdienste“ am Wochenende ein).

• **Die Optimierung der Instandhaltung der Funktionssicherheit**

Verfahren zur Instandhaltung der Funktionssicherheit („*Reliability Centered Maintenance – RCM*“) finden inzwischen Anwendung. Tatsächlich werden diese Methoden wie die *vorhersehbare Instandhaltung* mehr für unter Verschleiß leidende elektromechanische Anlagen, als für elektronische Anlagen verwendet.

Ein strenges Sicherheitsmanagement und die wachsende Verbreitung der Qualitätsmanagementprinzipien sind zwei Fortschrittsfaktoren.

Betreiberunternehmen unterscheiden klar zwischen:

- Sicherheitsanlagen (Zugsteuerung- und Signalanlagen); und
- Anlagen, die nicht eigens der Sicherheit dienen (Telekommunikation, Anzeigen, Überwachung).

Bei dieser Unterscheidung muss man jedoch vorsichtig sein, denn bestimmte Anlagen sind zwar nicht speziell für Sicherheit zwecke konzipiert, werden aber für die Anwendung von Betriebs- oder Instandhaltungsverfahren benötigt, die ihrerseits zur allgemeinen Sicherheit beitragen. Zum Beispiel ist die Rundfunkkommunikation nicht sicherheitskritisch konzipiert, aber ihre Verfügbarkeit kann die Sicherheit verbessern.

Was die Sicherheitsanlagen angeht, so ergeben sich die *Instandhaltungsverfahren* zwangsläufig aus den Gefahren- und Risikoanalysen.

Häufig wird verlangt, dass das Personal mit entsprechenden *Befugnissen* ausgestattet ist, sowie über ein bestimmtes Ausbildungsniveau und Fachwissen verfügt.

Die Anlagen werden von einem *Änderungssteuerungssystem* individuell überwacht. Jeder Instandhaltungsvorgang unterliegt einer doppelten Kontrolle und muss rückverfolgbar sein.

Das *Qualitätsmanagement* wird immer häufiger auf die gesamte Instandhaltungsorganisation angewandt. Es berücksichtigt die spezifischen Besonderheiten der Sicherheitsanlagen. Es wird in zunehmendem Maße nach „*Verfahrensweise*“ organisiert, mit Fehlerberichten, und trägt somit zur Entwicklung kontinuierlicher Fortschritte bei.

Die *Zertifizierung* durch externe Einrichtungen wird immer häufiger verlangt.

Neue Instrumente zur wirtschaftlichen und technischen Optimierung.

Indikatoren zur Messung der *Arbeitswirksamkeit* der Instandhalter gibt es:

- auf der Ebene der Teams in 75 % der Unternehmen;
- auf der Ebene der einzelnen Techniker in nur 30 % der Unternehmen.



Hamburg



Madrid

Im Allgemeinen handelt es sich dabei um folgende *technische Indikatoren*:

- die Anzahl der Störungen und Ausfälle mit Unterscheidung jener, die sich auf den Zugbetrieb auswirken;
- die Eingriffsfrist und die Dauer der Störungsbeseitigung;
- die Dauer der Betriebsunterbrechung und die etwaigen Auswirkungen auf Zugverspätungen;
- die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, mittlere Zeitspanne zwischen zwei Ausfällen, das erneute Auftreten;
- den Umfang der präventiven Instandhaltung;
- die Kosten.

All diese Daten werden in *computergestützten Instandhaltungsmanagementsystemen* gespeichert und verarbeitet.

Die *Dokumentation* wird zunehmend digital und vom Arbeitsplatz aus abrufbar.

Die *Testsysteme* werden in Form von BITE (Built-In-Test-Equipment) in zunehmendem Maße in die Anlagen integriert.

Das *Erfahrungsfeedback* und die *statistische Analyse* werden immer häufiger praktiziert.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Die **Organisation der Instandhaltung** wird bei Erneuerungen verändert. Der Hauptgrund für eine Erneuerung ist die **technische Überalterung**.
2. Die Instandhaltung muss schon bei der Konzeption der Systeme entsprechend einer gleichzeitig verfolgten technischen Strategie spezifiziert und organisiert werden. Die U-Bahnunternehmen fangen an, neue **Methoden zur Spezifizierung und Optimierung der Instandhaltung** anzuwenden (ILS, „Sicherstellung der Einsatzfähigkeit“, RCM, Fernwartung etc.).
3. **Die Beziehung zur Industrie** muss für beide Seiten klar gestaltet sein.
4. Was die Sicherheitsanlagen angeht, so ergeben sich die entsprechenden **Instandhaltungsverfahren** zwangsläufig aus den Gefahren- und Risikoanalysen. Die Methoden des **Qualitätsmanagements** finden immer häufiger allgemeine Anwendung.
5. Die **Softwareanwendungen** unterliege spezifischen, zu berücksichtigenden Konzepten.
6. Der **Beruf des Instandhalters** erfordert spezifische Kompetenzen, die stetig aktualisiert werden müssen.
7. **Der Zweck der Instandhaltung** besteht in der Sicherheit der Fahrgäste, der Verfügbarkeit der Einrichtungen und der wirtschaftlichen Optimierung. Hierfür stehen zahlreiche Instrumente und Methoden zur Verfügung.

Diese Publikation wurde vom Unterausschuss Elektrische Anlagen und stationäre Sicherheitssysteme der U-Bahn-Sparte erstellt.