

# Lebenszyklusoptimierung von Bahnbaumaschinen

Die lebenszyklusorientierte Betrachtung technischer Anlagen zeigt, dass gezielte Weiterverwendung bestehender Maschinenkomponenten ein zentrales Instrument zur Reduktion von Ressourceneinsatz und Treibhausgasemissionen darstellt. Insbesondere Retrofit-Maßnahmen und Generalüberholungen ermöglichen eine substantielle Senkung des ökologischen Fußabdrucks, da energie- und materialintensive Neuproduktionen vermieden werden.



Ein prägnantes Beispiel liefert die Wiederverwendung von Maschinenrahmen bei Bahnbaumaschinen, deren Masse typischerweise zwischen 40 und 60 t liegt. Da die Herstellung von einer Tonne Stahl durchschnittlich etwa 2.400 kg CO<sub>2</sub> verursacht, können durch Weiterverwendung eines Rahmens rund 96 bis 144 t CO<sub>2</sub> pro Maschine vermieden werden. Dieser Effekt umfasst sowohl direkte Emissionen aus der Stahlproduktion als auch indirekte Emissionen (Scope 2 und 3), die entlang der vorgelagerten Lieferkette entstehen. Retrofit-Strategien leisten damit einen quantifizierbaren Beitrag zur Dekarbonisierung über den gesamten Lebenszyklus hinweg

und erhöhen gleichzeitig die Ressourceneffizienz des Systems.

## Retrofit, Systemmodernisierung und ressourceneffiziente Aufarbeitung

Retrofit ist ein wesentlicher Baustein für nachhaltige Verlängerung der Lebenszyklen von Maschinen. Neben dem Erhalt struktureller Kernkomponenten erlaubt es die Integration moderner, emissionsarmer Systemtechnologien. Beispiele hierfür sind CO<sub>2</sub>-reduzierte Motoren, Hybridlösungen (Diesel-Batterie-Systeme) für Arbeitssysteme oder digitale Assistenzsysteme, die den Energieverbrauch signifikant senken



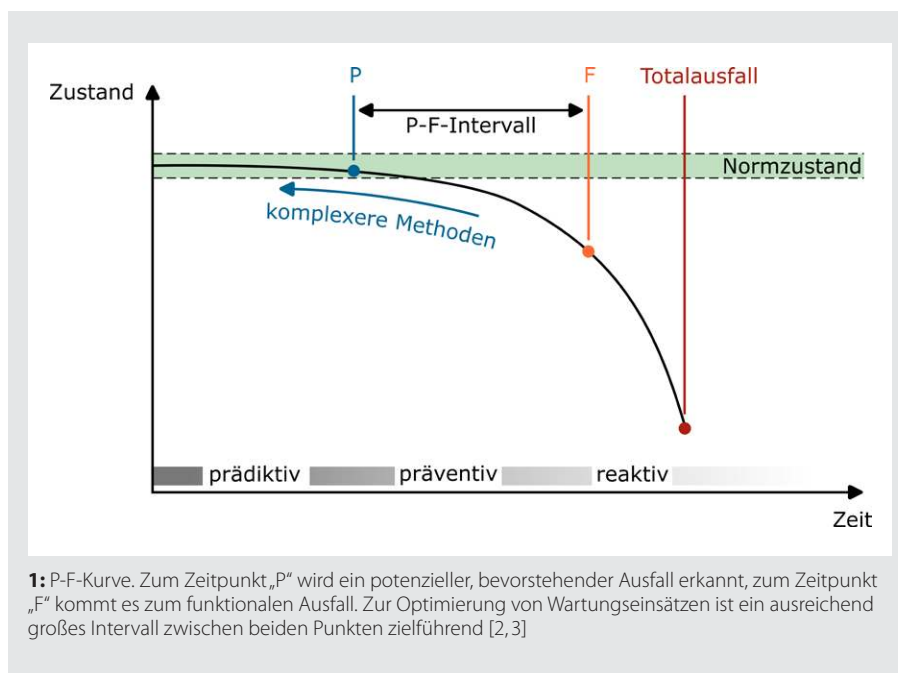
**Ing. Frank Hochegger**  
Director Life Cycle Services,  
Plasser & Theurer, AT-Linz  
frank.hochegger@  
plassertheurer.com



**Christoph Scharlmüller, B.Sc.**  
Service and Project Execution,  
Plasser & Theurer, AT-Linz,  
christoph.scharlmuller@  
plassertheurer.com

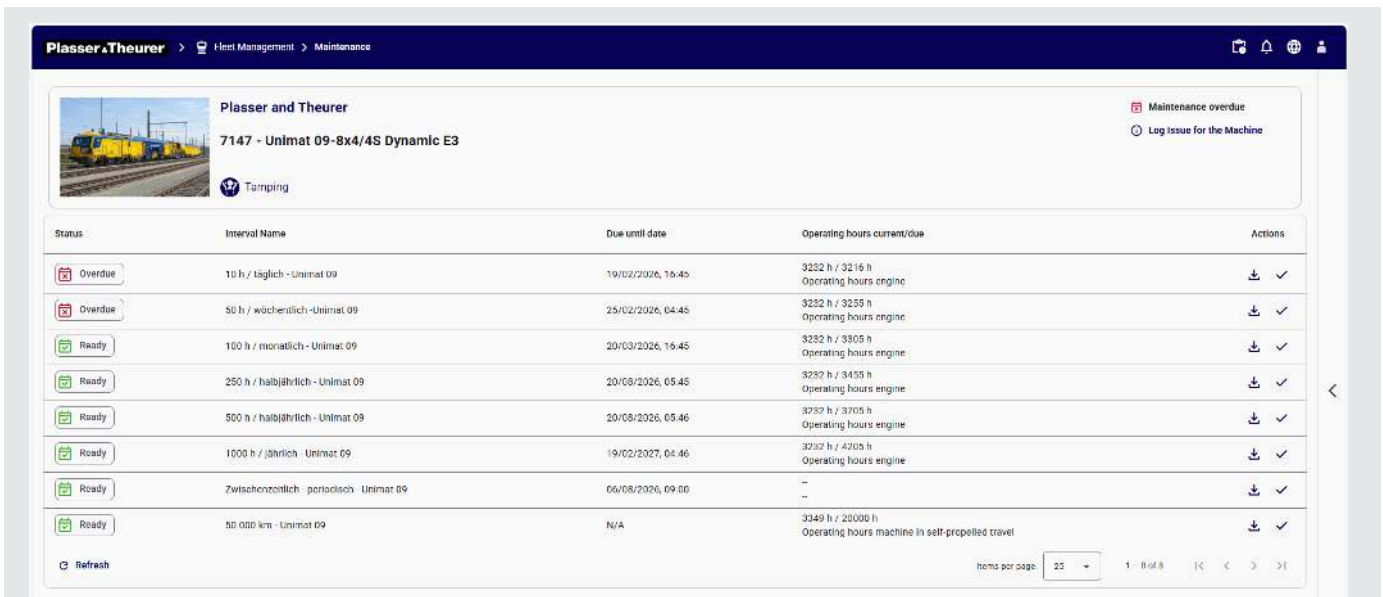


**Dipl.-Ing. Valentin Waltenberger**  
Market Support and Used Ma-  
chines, Plasser & Theurer, AT-Wien  
valentin.waltenberger@  
plassertheurer.com



und die Betriebsführung optimieren. In der Praxis resultiert dies in Maschinen, die technische Eigenschaften nahezu auf dem Niveau von Neuanlagen erreichen und gleichzeitig die Einsatzdauer auf 15 bis 20 Jahre verlängern können.

Zusätzliche ökologische Vorteile ergeben sich aus Öko-Retrofit-Ansätzen, die sowohl akustische Belastungen (z. B. durch elektrisch angetriebene Arbeitsaggregate) reduzieren, als auch die Ergonomie für das Bedienpersonal verbessern. Gezielter Einsatz umweltfreundlicher Betriebsstoffe und deren Wiederaufbereitung – im Life



2: Über das Machine Maintenance Module der Plasser Datamatic ist es möglich, wiederkehrende Instandhaltungsmaßnahmen zu planen, umfassend und nachvollziehbar zu dokumentieren und ungeplante Wartungseingriffe zu erfassen. So wird eine durchgehende Dokumentation sichergestellt

Cycle Service Competence Center in Linz allein 10.000 Liter Hydrauliköl in den Jahren 2024 und 2025 – reduziert Abfall und verringert Emissionen aus der Produktion von Neuölen.

Langzeitanalysen durchgeführter Retrofit-Projekte zeigen zudem Einsparungen von Betriebsenergie von bis zu 40 %. Bei Reduktion des Kraftstoffverbrauchs um 10 l/h und 1500 h jährlicher Laufzeit ergibt dies eine zusätzliche Einsparung von rund 40 t CO<sub>2</sub> pro Jahr im laufenden Betrieb.

Ein weiterer zentraler Erfolgsfaktor ist die systematische Aufarbeitung von Baugruppen wie Getrieben, Räumketten oder hydraulischen Komponenten. Durch konstruktive Anpassungen, die Überholbarkeit und Wiederverwendbarkeit ermöglichen, kann der Materialeinsatz signifikant reduziert werden – bei gleichzeitiger Wahrung hoher Standzeiten. Neue Fertigungskonzepte unterstützen diesen Ansatz und begünstigen eine deutliche Senkung von Energiebedarf und Rohstoffverbrauch.

**Remote Assistance und digitale Einsatzplanung als Hebel für CO<sub>2</sub>-Reduktion**

Digitale Technologien erweitern den Nachhaltigkeitseffekt über physisches Retrofit hinaus. Remote Assistance, also gesicherter Fernzugriff, und digital unterstützte Einsatzplanung bilden heute einen zentralen Bestandteil moderner Service-Organisationen. Über sichere Datenverbindungen bietet die Digitalisierungslösung Plasser

Datamatic Echtzeitinformationen zu Maschinenzuständen, Parametrierungen und Fehlercodes. Viele Störungen – insbesondere Softwarefehler oder Konfigurationsabweichungen – können damit remote behoben werden, wodurch Vor-Ort-Einsätze entfallen. Einsätze, die trotzdem notwendig bleiben, können mit besserer Vorbereitung durch fundiertere Kenntnis des System-Ist-Zustandes über die Ferne effizienter gestaltet werden: Die Interventionszeit direkt vor Ort wird reduziert, die passenden Ersatzteile wurden bereits mittransportiert und man konnte etwaige Zusatzinformationen bereits vor der Anreise beziehen. Es kam schon vor, dass sich für einen dringlichen Einsatz in Zentraleuropa zwei Techniker aus Österreich auf den Weg zur Maschine gemacht haben und durch Datenabfrage während der Anreise das Problem lokalisieren und sogar beheben konnten.

Diese Vorgehensweise senkt nicht nur Reisezeiten und Kosten, sondern reduziert auch unmittelbar CO<sub>2</sub>-Emissionen der Service-Flotte. Bei komplexeren oder wiederholt auftretenden Auffälligkeiten unterstützen Data-Science-Teams die Diagnose, wodurch Einsätze zielgerichteter vorbereitet werden. Hierbei ist es besonders wichtig, dass solche Teams direkten Zugang zu den Fachkräften des OEM (Original Equipment Manufacturer) besitzen, um das vorhandene Wissen und die Erfahrung der jeweiligen Experten der Fachabteilungen in die Datenauswertungen einfließen zu lassen. Mit diesem Analytics-as-a-Service-

Ansatz kann die Fachexpertise eines OEM den Endkunden in aufbereiteter Form zugänglich gemacht werden. [1]

Digitale Einsatzplanung über das Field Service-Planungssystem verbindet Telemetriedaten mit einer Ressourcen- und Kompetenzmatrix. Dadurch kann der jeweils am besten qualifizierte Service-Techniker disponiert werden, was die First-Time-Fix-Rate deutlich erhöht und unnötige Fahrten vermeidet. Ergänzend erlaubt eine kontinuierlich aufgebaute Wissensdatenbank die strukturelle Analyse wiederkehrender Störungen und unterstützt die Weiterentwicklung präventiver Wartungsstrategien.

Für komplexe Fehlerbilder sowie zur Unterstützung entlegener Regionen stehen Augmented-Reality-Lösungen (AR) zur Verfügung. Diese ermöglichen visuell unterstützte Ferndiagnosen sowie die Anleitung von Reparaturmaßnahmen und reduzieren so Reiseaufwände und Emissionen.

**Datengestützte Wartung als integraler Bestandteil des nachhaltigen Service-Ansatzes**

Moderne Instandhaltungskonzepte basieren zunehmend auf kontinuierlicher Erfassung und Analyse von Betriebsdaten. Datengestützte Wartung ermöglicht präzise Verschleißprognosen, wodurch Wartungsintervalle bedarfsgerecht angepasst und ungeplante Stillstände minimiert werden können. Dem zugrunde liegt die Optimierung des P-F-Intervalls, siehe Abbildung 1.



3: Aggregat zur dynamischen Gleisstabilisation vor Aufarbeitung nach vielen Einsatzjahren (links), überholtes Arbeitsaggregat (rechts)



4: Ein im Zuge der Aufarbeitung ausgebautes Pumpenverteiltriebe (links) und in überholtem Zustand wieder im Einsatz (rechts)

Hierbei wird durch frühzeitige Erkennung sichergestellt, dass ein wahrscheinlich werdender Ausfall durch entsprechende Intervention (Wartung, Ersatz, Aufarbeitung) vermieden wird. Je früher man einen potenziellen Ausfall erkennen möchte, desto komplexer und aufwendiger werden die Methoden, die zum Einsatz kommen. [2, 3]

Die Digitalisierungslösung Plasser Datamatic fungiert dabei unter anderem als zentrale Analyse- und Visualisierungsplattform, die Betriebszustände übersichtlich darstellt und weiters auch die Verschneidung mit Wartungsdaten zulässt. Durch die geschaffene breite Datenbasis können maßgeschneiderte Reports mit aussagekräftigen Visualisierungen entwickelt werden – erstellt durch die Data Scientists des OEM, gemeinsam mit den Fachabteilungen. Sie dienen als Basis für Entscheidungen, wann und in welcher Form Wartungsinterventionen erfolgen sollen.

Zusätzliche Subsysteme wie Öl- und Vibrationsanalysen liefern wertvolle Zustandsinformationen. Auswertung und Eingliederung in die Gesamtauswertungen pro Maschine oder pro Flotte erfolgen wie-

derum durch Data-Science-Teams innerhalb der Life-Cycle-Services-Organisation. Durch Integration in ECM-Prozesse können Wartungsstrategien kontinuierlich optimiert und regulatorisch harmonisiert werden. Flottenanalysen erlauben darüber hinaus den Abgleich zwischen berechneten und real auftretenden Verschleißmustern in einem Flottenkontext, wodurch die Prognosequalität weiter steigt.

**Nachhaltigkeit für Bedienpersonal**

Retrofits an Bestandsmaschinen von Plasser & Theurer verbinden ökologische Verantwortung mit spürbaren ergonomischen Verbesserungen für Bedien- und Servicepersonal.

Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt auf der Neugestaltung moderner Fahrerstände. Optimierte Sichtverhältnisse, verbesserte Klimatisierung und durchdachte Anordnung der Bedienelemente erleichtern die tägliche Arbeit und reduzieren Ermüdungserscheinungen bei langen Einsätzen. Der Bedienkomfort steigt, während körperliche Belastungen sinken.

Darüber hinaus tragen das gezielte Versetzen und Neuordnen bestehender Komponenten wesentlich zur Arbeitserleichterung bei. Wartungsrelevante Baugruppen werden besser zugänglich gemacht, Service-Wege verkürzt und Instandhaltungsarbeiten vereinfacht. Das reduziert Stillstandszeiten und schont gleichzeitig das Personal.

Auch technische Nachrüstungen verbessern das Arbeitsumfeld nachhaltig: Wassersprühanlagen senken Staubent-wicklung deutlich. Optimierte Abgassysteme reduzieren Emissionen und verbessern die Luftqualität im unmittelbaren Arbeitsbereich. Moderne Antriebskomponenten und konstruktive Verbesserungen führen zudem zur spürbaren Verringerung von Vibrationen und Lärm.

Damit zeigen Retrofits, dass Nachhaltigkeit mehr bedeutet als reine Ressourcenschonung. Sie verlängern die Lebensdauer bewährter Maschinen und schaffen gleichzeitig ergonomisch verbesserte Arbeitsbedingungen – ein klarer Mehrwert für Mensch, Umwelt und Betrieb.



5: Der gezielte Einsatz umweltfreundlicher Betriebsstoffe und deren Wiederaufbereitung reduziert Abfall und verringert Emissionen aus der Produktion von Neuölen

## Nachhaltige Lösungen im Service – Sicht des Marktes

Nachhaltige Retrofit-Lösungen gewinnen im Markt für Bahnbaumaschinen zunehmend an Bedeutung. Sie geben eine Antwort auf ökologische Anforderungen und schaffen gleichzeitig klare wirtschaftliche Vorteile für Betreiber und Investoren. Gerade in einem Umfeld, in dem Budgets begrenzt sind und der Modernisierungsdruck steigt, erweisen sich Retrofit-Projekte als strategisch und wirtschaftlich sinnvoll.

Aus finanzieller Sicht ermöglichen Retrofit-Lösungen bei deutlich geringerem Investitionsvolumen eine Senkung der Betriebskosten durch Steigerung der Servicebarkeit.

Zudem unterstützen Banken, öffentliche Förderstellen und EU-Programme verstärkt nachhaltige Investitionen. Maßnahmen wie CO<sub>2</sub>-Reduktion, Energieeffizienz oder ressourcenschonender Weiterbetrieb bestehender Anlagen führen häufig zu günstigeren Finanzierungsbedingungen, Bonifikationen oder steuerlichen Vorteilen. Unternehmen können damit ihre ökologische Gesamtbilanz verbessern und gleichzeitig Investitionsrisiken minimieren.

## Technologische Fortschritte der letzten 20 Jahre

Ein wesentlicher Grund für den Erfolg von Retrofit-Lösungen liegt im enormen technologischen Fortschritt der vergangenen zwei Jahrzehnte. Viele Systeme, die früher

als Stand der Technik galten, wurden erheblich weiterentwickelt und lassen sich heute effizient nachrüsten.

## Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit

Unternehmen, die frühzeitig auf nachhaltige Retrofit-Projekte setzen, stärken ihre Position im Markt deutlich. Sie können ihre Maschinenflotte effizient modernisieren, schneller auf Kundenanforderungen reagieren und gleichzeitig Betriebskosten senken. Durch Kombination von Technologie-Upgrade, geringeren Investitionsrisiken und höherer Nachhaltigkeit entsteht ein klarer Wettbewerbsvorteil, der sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Dimensionen umfasst.

Retrofit-Lösungen bieten außerdem die Möglichkeit, Maschinenbetreiber in jener Phase optimal zu unterstützen, in der neue Maschinen bereits bestellt, doch aufgrund der üblichen Lieferzeiten und Zulassungsprozesse noch nicht verfügbar sind. Indem der Hersteller bestehende Maschinen gezielt modernisiert, wird sichergestellt, dass Betreiber ihre Projekte ohne Einschränkungen fortführen können und gleichzeitig ein technisches Niveau erreichen, das den aktuellen Anforderungen des Marktes entspricht.

Diese Modernisierungspakete halten ältere Maschinen weiterhin zuverlässig, effizient und konform zu aktuellen Sicherheits- und Arbeitsstandards. Upgrades in Bereichen wie Automatisierung, Ergonomie, Beleuchtung, Klimatisierung oder

Assistenzsystemen steigern die Verfügbarkeit von Maschinenflotten und reduzieren das Risiko ungeplanter Stillstände deutlich. Dies trägt wesentlich dazu bei, der schnell wachsenden Nachfrage im Bahnbaubereich gerecht zu werden.

## Fazit

Retrofit, digitale Einsatzplanung, Remote Assistance und datenbasierte Wartung bilden zusammen ein leistungsfähiges und nachhaltig wirkendes Service-Ökosystem. Es reduziert Materialverbrauch, Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus, erhöht technische Verfügbarkeit und senkt Betriebskosten. Damit ist es ein zentraler Baustein für klimafreundliche und ressourceneffiziente Weiterentwicklung des modernen Bahnbaus. ●

## Literatur

- [1] Rothschedl C. J.: Predictive Maintenance und der Faktor Mensch – eine Kombination, die wirkt. ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 1+2/2026, S. 49-52.  
 [2] Hofmann, L.; Rothschedl C. J.; Mutzl, A.: Stufenweise zu nachhaltigem Mehrwert aus Maschinendaten. EI – Der Eisenbahningenieur 3/2024, S. 6-10.  
 [3] Stanley, N.; Heap, H.: Reliability-Centered Maintenance. Report Number, AD-A066579, United States Department of Defense, 1978, <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA066579>. Abgerufen am 25.02.2026.

## Summary

### Life-cycle optimisation of railway construction machinery

A life-cycle perspective on technical equipment shows that the targeted reuse of existing machine components is a key tool for reducing resource consumption and greenhouse gas emissions. Retrofit measures and general overhauls, in particular, enable a substantial reduction in the environmental footprint, as energy- and material-intensive new production is avoided. A striking example is the reuse of machine frames in railway construction machinery, which typically weigh between 40 and 60 tonnes. As the production of one tonne of steel generates an average of around 2,400 kg of CO<sub>2</sub>, the reuse of a frame can prevent around 96 to 144 tonnes of CO<sub>2</sub> per machine. This effect encompasses both direct emissions from steel production and indirect emissions (Scope 2 and 3) arising along the upstream supply chain. Retrofit strategies thus make a quantifiable contribution to decarbonisation across the entire life cycle, whilst simultaneously increasing the system's resource efficiency.