



**PSI**  
Technics



2 000500 999000

## AUTOMATISIERTE ZUGINSPEKTION

**INSPECT. ANALYZE. OPTIMIZE.**

**PSI Technics begleitet Ihren Zug in die Zukunft.**

Von der automatisierten Sichtprüfung,  
über die Datenanalyse  
bis hin zur Prozessoptimierung  
Ihrer Instandhaltung  
mittels Künstlicher Intelligenz

We keep  
**AI**  
We keep an eye on your train.  
on your train.




## Anschluss verpasst? Ihr Fahrplan in die Zukunft:



**CONSULTING**

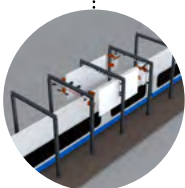
Technologie-  
beratung  
(Requirement  
Engineering)

inkl. QuickStart\*  
(mit Prototyp  
Sensorportal)




**COMPUTER  
VISION**

Stationäres  
Sensorportal



**ROBOTICS**

Mobile Sensoren  
(Roboter, Drohnen)



**AI**

Künstliche  
Intelligenz



**INTERFACES**

HMI



**CLOUD  
COMPUTING**

Infrastruktur  
Digitaler Zwilling



\*Vereinfachtes Sensorportal, welches bereits zum Start des Projektes digitale Zugdaten sammelt, um diese später im Laufe des Projektes für z. B. KI-Modelle zu berücksichtigen.



Die internationalen Bahnunternehmen schultern derzeit eine große Verantwortung: Die Verkehrswende wird nur mit mehr Schienenverkehr realisierbar sein. Dazu müssen die Bahnen ihre Infrastruktur stärken und viele Abläufe effektiver gestalten – unter anderem auch die Inspektionen von Personen- und Güterzügen.

Wir bieten unseren Kunden jahrelange Erfahrung in der Bahnindustrie und der Instandhaltung, kombiniert mit modernsten Lösungen, u.a. in den Bereichen derameratechnik, Künstliche Intelligenz und Analytics (Cloud), wie sie derzeit auf dem Markt noch nicht zu finden sind. Aufgrund der Erfahrungen im Bereich der Instandhaltung kennen wir die Bedürfnisse der Zugbetreiber und fokussieren uns dabei auf folgende Mehrwerte:

- >> Reduzierung der Wartungszeiten von Zügen um bis zu 50% durch die Entlastung von hochqualifiziertem Personal von monotonen Aufgaben
- >> Standardisierung der Fehlererkennung durch einheitliche Bewertungskriterien in Form von Computer-Algorithmen
- >> Vollautomatisierte visuelle Inspektion von schwierig erreichbaren Zugbereichen durch den Einsatz von mobilen Robotern (z. B. am Drehgestell)
- >> Verbesserte Dokumentation und erhöhte Rechtssicherheit durch eine elektronische „Patienten“-Akte für jeden Zug

Die intelligente Lösung für automatisierte Zuginspektionen nutzt künstliche Intelligenz und Robotik, um Zuginspektionen schneller und wirtschaftlicher zu machen.

In einem Segment, in dem es für viele Bahnunternehmen schwierig ist Nachwuchs zu finden, können wir mit digitalisierten Prozessen unterstützen: Wir machen die Bahnen damit zukunftsfähiger,



unabhängiger und erhöhen gleichzeitig die Attraktivität der Arbeitsplätze sowie die Entlastung der Mitarbeiter in der Inspektion.

Unsere Lösungen setzen auf jeden Ist-Zustand auf – ganz egal wie weit die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen fortgeschritten ist. Von einer ersten Beratung über Simulationen bis hin zum produktiven Betrieb können wir eine schrittweise Umsetzung anbieten und jedes Projekt auf die Besonderheiten in Ihrem Unternehmen zuschneiden. Alle Leistungen aus einer Hand, damit Sie wirtschaftlicher, effizienter und sicherer als bisher Ihre Zuginspektionen durchführen.

Ihr Karl-Heinz Förderer  
Geschäftsführer, PSI Technics GmbH



## Senken Sie die Kosten für die Wartung Ihrer Schienenfahrzeuge mithilfe der automatisierten Zuginspektion

### Eins ist sicher: Die Zukunft fährt Zug!

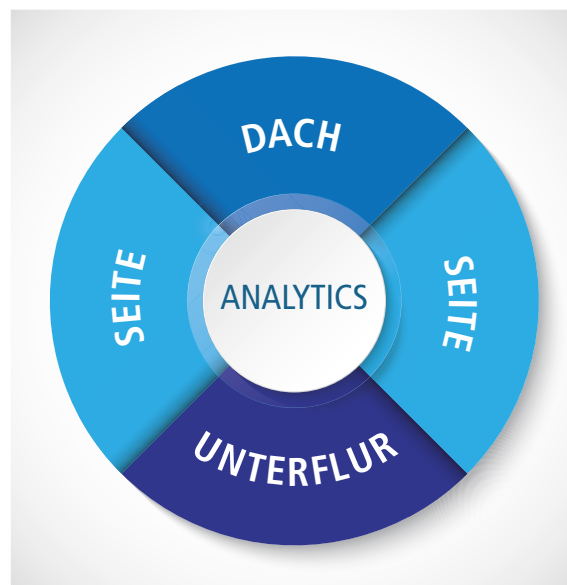
Ob städtisch, regional, Personentransport, Güter / Cargo oder im Fernverkehr: Züge, S- und U- oder Straßenbahnen sind das Herzstück einer klimafreundlichen Mobilität. An die Betreiber von Bahnunternehmen stellt die Verkehrswende höchste Anforderungen. Denn Leistungsfähigkeit, Sicherheit, und Pünktlichkeit werden immer anspruchsvoller. Nachhaltige Verbesserungen werden vor allem mit digitalen Konzepten erreicht.

### Vor diesem Hintergrund möchten wir Ihnen eine ganz neue Lösung für die zustandsorientierte Wartung von Zügen vorstellen.

Unsere Spezialitäten sind Automatisierungs- und Steuerungslösungen sowie bildverarbeitende Systeme für die Industrie. Für eine automatisierte Zuginspektion haben wir Sensorportale entwickelt, in denen bei Durchfahrt eines Zuges Schäden oder Verschleiß bzw. Anomalien am **Dach-, Seiten- und Unterfluraufbau** erkannt und dokumentiert werden. Mit unterschiedlichen bildgebenden Verfahren werden dabei Prüfungen möglich, die das menschliche Auge nicht leisten kann. Alle Be-

funde werden sorgfältig dokumentiert – das Ganze in Minutenschnelle. Auf der Basis künstlicher Intelligenz wird eine kontinuierliche zustandsorientierte Instandhaltung möglich: für mehr Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Wartungsprozess.

### DIE MODULE DER AUTOMATISIERTEN ZUGINSPEKTION



Die innovative automatisierte Zuginspektion setzt sich aus **vier Hauptmodulen** zusammen: Inspektion des Daches, der Seiten, der Unterflur und Analytics.

Das Analytics-Tool gewinnt Daten aus allen verwendeten Inspektionsmodulen und kann beispielsweise mittels Künstlicher Intelligenz (KI) präzise Informationen und Handlungsempfehlungen über das dynamische Verhalten des Fahrzeugs herausarbeiten, analysieren und präsentieren.



### Die Potentiale der automatisierten Zuginspektion:

- >> Reduzierung der Durchlaufzeiten (Belegung der Schiene in der Wartungshalle wird drastisch reduziert)
- >> Reduzierung der Zeit für die Begutachtung
- >> Reduzierung der hohen Fehlerquote bei der visuellen Prüfung durch den Menschen
- >> Detaillierte Dokumentation der Zustandsergebnisse zur Nachverfolgung
- >> Erkennen des Gefährdungspotenzials des Zuges



Güter- und Personenzüge müssen regelmäßig gewartet werden, um ein Höchstmaß an Sicherheit und Leistung zu garantieren.

Die derzeitige Praxis für vorbeugende Instandhaltungsinspektionen von Güter- und Personenzügen basiert weitgehend auf der manuellen / visuellen Inspektion. Diese wird von geschultem Personal entweder in einer Grube oder an einem streckenseitigen Ort, entweder in einem stationären oder langsam fahrenden Zustand durchgeführt. Sie ist aber nach wie vor von der individuellen Beurteilung abhängig. Zudem entzieht die stationäre Inspektion dem Wartungspersonal wichtige Informationen über das dynamische Verhalten des Fahrzeugs.



**Die Module werden in drei Ausführungen angeboten:**

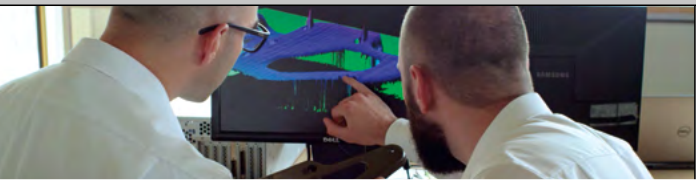
A	B	C
Vollautomatisierte Sichtprüfung mit bauteilbezogener Auswertung und erweiterter Datenauswertung mittels Analytics-Tool	Vollautomatisierte Sichtprüfung mit bauteilbezogener Auswertung	Stationäre Sichtprüfung und Datenauswertung durch den Anwender

Die automatisierte Zuginspektion durch Systeme, die auf maschineller Bildverarbeitung basieren, hat das Potenzial, diese Einschränkungen der menschlichen Inspektion zu überwinden.

Die Pünktlichkeit bzw. die Unpünktlichkeit von Schienenfahrzeugen lässt sich steuern, beispielsweise wenn ein Zug nicht rechtzeitig die Instandhaltung verlässt oder ein Gleis nicht rechtzeitig zur Verfügung steht.

**BEISPIEL DACH-INSPEKTION:**

OHNE automatisierte Zuginspektion	MIT automatisierter Zuginspektion
Das Schienenfahrzeug muss z. B. vor der optischen Kontrolle abgerüstet werden; das Gleis muss geerdet werden.	Bilder des Schienenfahrzeuges werden automatisch und berührunglos während der Durchfahrt aufgenommen.
Der untersuchende Mitarbeiter muss den Zug persönlich besichtigen und begutachten.	Die Analyse des Zuges erfolgt ebenfalls automatisch; der Mitarbeiter kann die Ergebnisse mittels Webinterface prüfen.
Die Schiene in der Wartungshalle ist für diesen Zeitraum belegt.	Bei I.O. kann der Triebzug im Betrieb verbleiben; ein Einfahren in die Wartungshalle ist nicht erforderlich.
Dauer der Inspektion: <b>1,5 Stunden</b>	Dauer der Inspektion: <b>10 Minuten</b>
<b>Belegung der Wartungshalle</b>	<b>Keine Belegung der Wartungshalle, da die automatisierte Inspektion vorgelagert werden kann</b>

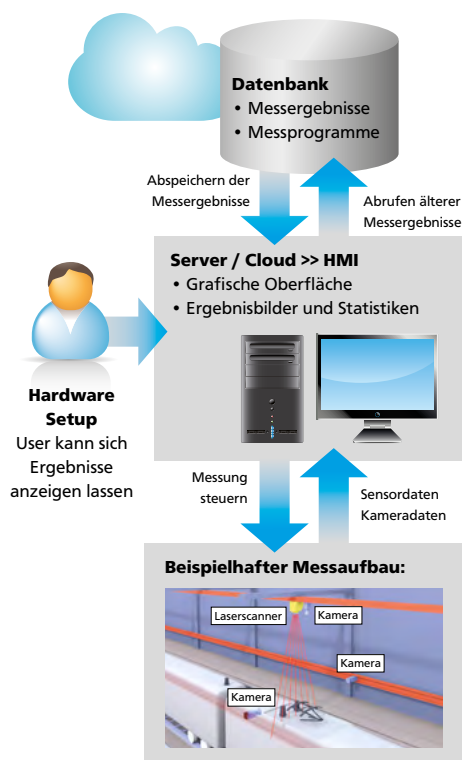


## Die Module der automatisierten Zuginspektion: Inspizieren – Analysieren – Optimieren

### Ablauf einer automatisierten Inspektion von Dach, Seiten und Unterflur:

Die Aufnahmen des Zuges erfolgen bei Durchfahrt des Schienenfahrzeugs. Jeder Zugtyp wird eingelernt und der Ablauf der Messung wird nach diesem entsprechend ausgeführt. Nach Auswerten der Aufnahmen durch die Diagnose-Software wird das Ergebnis bereitgestellt. Die Darstellung erfolgt in einem intuitiven Webinterface:

1. Anzeige der Ergebnisse der Analyse
2. Anzeige der Aufnahmen möglich
3. Ergänzung der Befunde mit Bemerkungen (bei Bedarf)
4. Berichterstellung / Dokumentation der Ergebnisse
5. Datenpaket wird als „Krankenakte“ zur weiteren Instandhaltung genutzt



### INSPIZIEREN

Die Inspektions-Module der automatisierten Zuginspektion bestimmen, welche Art von Beschädigungen am Schienenfahrzeug lokalisiert und gemeldet werden sollen. Übliche Verschmutzungen beeinträchtigen die Detektion nicht.

### Mögliche Beschädigungen können sein:

- Verschleiß wie Kerben, Abplatzungen, Abbröckelungen, Risse, Bruch einzelner Fasern und Litzen, Gebrauchsspuren, Scheuerungen, Kratzer, Schleifspuren, Korrosion
  - Einbrandstellen, Spuren von Überspannung
  - Strukturveränderungen, Verformungen
  - Verschiebungen / nicht korrekte Position / Fehlstellungen, loser Sitz von Schraubverbindungen, Nicht-Einhaltung von Winkeln / Winkeldifferenzen
  - Fehlen von Bauteilen, wirkungslose Verbindungselemente, Fehlteile / Falschteile, abstehende oder herunterhängende Teile, mangelhafte Montage
  - Sehr starke, die Funktion beeinträchtigende Verschmutzungen
  - Austreten von Flüssigkeiten / Undichtigkeiten
  - Nicht korrekte Verlegung von Kabeln
  - Defekte Isolierungen
  - Fehlende Beschriftungen oder Piktogramme
  - Falsche Farbgebung
- u. v. m.

Erfahren Sie mehr unter:  
[psi-technics.com/inspizieren](http://psi-technics.com/inspizieren)





## ANALYSIEREN

Die Menge an gesammelten und digital gespeicherten Informationen steigt rasant an. Viele dieser Informationen werden jedoch niemals ausgewertet, wodurch ein großes Potential verloren geht. Unter dem Begriff „Big Data“ werden Datenmengen zusammengefasst, die mit konventionellen Methoden der Datenverarbeitung nicht zu bewältigen sind. Den großen Herausforderungen im Umgang mit Big Data steht ein bisher ungeahntes Potential zur Optimierung von Prozessen gegenüber.

Das selbstlernende, intelligente Software-Modul Analytics bereitet solche Datenmengen auf und macht sie nutzbar, um den Instandhaltungsprozess von Zügen zu optimieren.

### Die Datenverwendung der automatisierten Zuginspektion:

- Datenanalyse zur Statistikerstellung
- Detaillierte Dokumentation der Zustandsergebnisse zur Nachverfolgung
- Zeitversetzte Analyse ist möglich
- Erkennen des Gefährdungspotenzials eines Zuges
- Erkennung von schleichendem Verschleiß
- Vernetzung von Zügen und Standorten mittels Cloud
- Zustandsorientierte Instandhaltung
- Einlernen weiterer Triebzüge einer Baureihe
- Auswertung der Daten zur Prozessoptimierung (Data Mining)
- Das Bildverarbeitungssystem trifft intelligente Entscheidungen (Künstliche Intelligenz)

Erfahren Sie mehr unter:  
[psi-technics.com/analysieren](http://psi-technics.com/analysieren)



## OPTIMIEREN

Mithilfe von **Künstlicher Intelligenz (KI)** lernt Ihr System selbstständig. Auf Basis einer großen Menge erfasster und ausgewerteter Bilddaten können moderne **Machine Learning** Algorithmen die Auswertung qualitätsbezogener Eigenschaften kontinuierlich verbessern. Die gewonnenen Daten können weiterverarbeitet und zielgerichtet ausgewertet werden.

Die Software „lernt“ Zusammenhänge immer besser zu interpretieren, je mehr Daten erfasst werden. Durch die automatische, intelligente Verknüpfung dieser Datensätze können für jeden Zug und jedes Bauteil, zusätzliche Informationen generiert werden, die in die Instandhaltungsplanung einfließen können (**Data Mining**). Das spart wertvolle Zeit und sorgt für eine exakt planbare Instandhaltung.

Die automatisierte Zuginspektion ermöglicht mittels Verwendung einer Cloud die zentrale Verarbeitung von Informationen und Daten mehrerer Instandhaltungsstandorte. Wartungsprozesse werden proaktiv optimiert, indem Verschleißteile frühzeitig erkannt und sicherheitsrelevante Komponenten kontinuierlich und lückenlos kontrolliert werden.



Erfahren Sie mehr unter:  
[psi-technics.com/optimieren](http://psi-technics.com/optimieren)





## Die Inspektion von Dach, Seiten und Unterflur: Wir nehmen Ihr Schienenfahrzeug genau unter die Lupe

### Der „Inspection Tunnel“\* vereint die 3 Leistungsbausteine der automatisierten Zuginspektion unter einem Dach: **Inspizieren – Analysieren – Optimieren**

Durch eine vorgelagerte Verschleißprüfung in einer bestehenden Infrastruktur oder in einem hierfür errichteten „Inspection Tunnel“ wird die Belegung der Schiene in der Wartungshalle maßgeblich reduziert. Züge, die keine Fehler aufweisen und nicht gewartet werden müssen, verbleiben im Betrieb und können direkt wieder eingesetzt werden. Ein Einfahren in die Wartungshalle ist nicht erforderlich. Resultierend daraus gestaltet sich

die zustandsorientierte Instandhaltung wirtschaftlicher und steigert die Verfügbarkeit und Pünktlichkeit von Schienenfahrzeugen – bei gleichbleibender Prozesssicherheit.

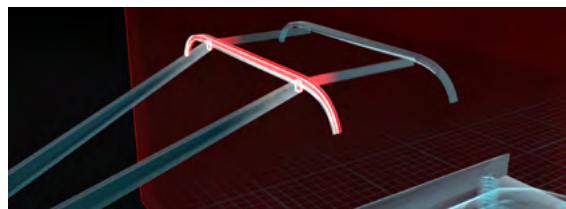
\* Der Aufbau eines optionalen Inspection Tunnels ist an keine architektonische Vorgabe gebunden und kann daher frei nach Ihren Bedürfnissen umgesetzt werden. Die Module der automatisierten Zuginspektion können alternativ in eine bereits bestehende Infrastruktur eingebunden werden.

### DACH-INSPEKTION

#### Prüfaufgaben:

- >> Messung der Schleifleisten und Wippen
- >> Kontrolle der Stromabnehmer und der Nachführeinrichtung
- >> Inspektion des Dachgartens
- >> Überprüfung der Windleitbleche
- >> Begutachtung der Dachoberfläche
- >> Überprüfung von Isolatoren
- >> Prüfung von Antennen
- >> Kabel- und Strombandinspektion
- >> Kontrolle von Klimahauben und sonstiger Abdeckungen
- >> Überprüfung von Schraubverbindungen
- >> Kontrolle der Spiralkabel an den Wagenübergängen
- >> Inspektion der Überspannungsleitung
- >> Prüfung der Trennschalter
- >> Inspektion der Hochspannungsdachleitung
- >> Begutachtung der Vakuumhauptschalter
- >> Kontrolle der Spannungswandler
- >> Überprüfung der Druckluft-Isolierschläuche
- >> Erkennen von Fremdkörpern

#### Prüfungsbeispiel: Inspektion der Schleifleisten



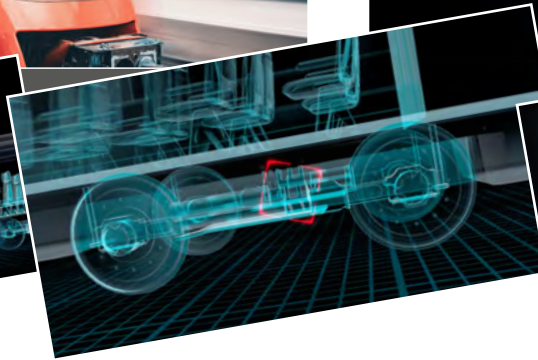
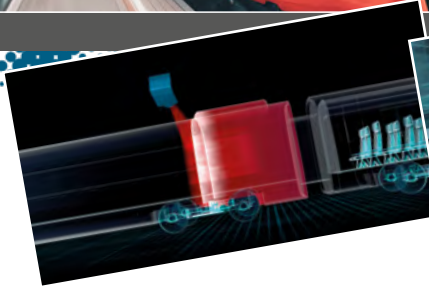
Unten links: Beschädigung einer Schleifleiste (herausgebrochenes Fragment)



Mitte rechts: Höhenkarte per Linienlaserscanner  
Unten rechts: Aus den Daten erzeugte 3D-Darstellung



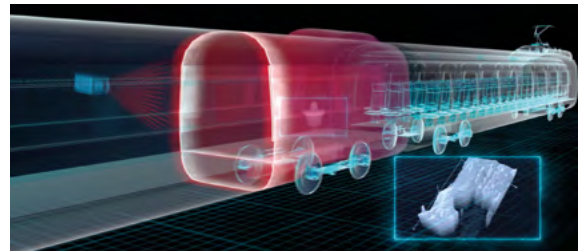




## SEITEN-INSPEKTION

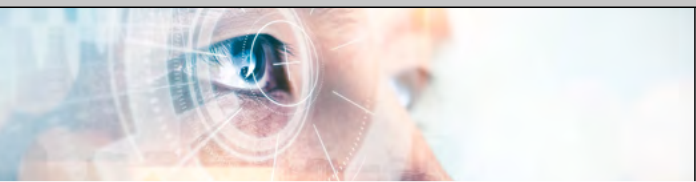
### Prüfaufgaben:

- >> Inspektion des Laufwerks
- >> Überprüfung der Flächen und Scheiben
- >> Identifizieren von Verschleiß oder Verformung
- >> Prüfen des äußeren Fahrzeugzustandes
- >> Erfassen von Raumüberschreitungen durch verschobene oder herabhängende Bauteile
- >> Erkennen von offenen, undichten Luken oder offenen, hängenden Wagentüren und von Beschädigungen an Türsystemen
- >> Sichtprüfung der Einstiegs- und Ladetüren sowie der Klapptritte
- >> Prüfung der Seitenfenster, Notausstiegsfenster
- >> Prüfung von Seitenschürzen, Lüftungsgitter
- >> Überprüfung der Antennen auf Vorhandensein und Beschädigungen
- >> Überprüfung des Schienenräumers auf Beschädigung und Verformung
- >> Sichtprüfung des Drehgestellrahmens
- >> Überprüfung von Verbindungen und Verschraubungen / Schraubverbindungen
- >> Erkennen von Beschädigungen in der Außenverkleidung oder dessen Anstrich / Lackierung
- >> Identifizieren von schräg angebrachten Piktogrammen oder Schildern
- >> Prüfung der Aufschriften und Vorhandensein von Graffiti bzw. starker Verschmutzung
- >> Erkennen von gebrochenen / fehlenden Achskastenabdeckungen und größere Schäden an der Radscheibe
- >> Erkennen von seitlich versetzten Federn / Stoßdämpfern und anderen radbezogenen Defekten (Hohlreifen, tiefer Spurkranz, dünner Spurkranz, Unterschied im Raddurchmesser derselben Achse usw.)



*Eine Kombination verschiedener Sensoren überprüft durchfahrende Züge unter anderem auf Lichtraumüberschreitungen, z. B. verschobene Bauteile oder lose Verbindungen und Verschraubungen aufgrund von Vibrationen.*

- >> Erkennen von verschlissenen oder fehlenden Bremsbelägen / Bremsklötzen, gebrochenen oder fehlenden Bremsbalken, Schlüssel und Zugstangen, fehlenden / beschädigten Handbremsrädern, gebrochenen, beschädigten oder fehlenden Federn und Aufhängungsfedern
- >> Überprüfung auf verformte / gewölbte Seitenwände, ungleichmäßige Beladung usw.



2 000500 999000

## UNTERFLUR-INSPEKTION

### Prüfaufgaben:

- >> Überprüfung der Räder (Radprofile, Radsatz, Radsatzlager, Radreifen)
- >> Inspektion des Laufwerks
- >> Prüfung der Bodenplatte auf Beschädigungen
- >> Prüfung auf visuell erkennbare strukturelle Integritätsdefekte wie Risse usw. des Untergestells
- >> Prüfung auf Beschädigung der Mittelschwelle oder andere unter dem Rahmen liegende Teile
- >> Sichtprüfung auf Beschädigung oder Bruch der Erdungslitzen
- >> Überprüfung der Antennen auf Vorhandensein und Beschädigungen
- >> Überprüfung von Schraubverbindungen
- >> Prüfung der Spurhalter und Schutzbleche
- >> Überprüfung der Wagenübergänge
- >> Kontrolle des Drehgestells (Bremsen / Bremsklotzträger mit Bremsklotz, Primärfeder, seitliche Abstützung für den Wagenkasten, Drehpanne, Rahmen, Achslager, Sekundärfeder, Sekundärdämpfer)
- >> Erkennen von Überpufferungen
- >> Erkennen gelöster Verbindungen an Kupplungen
- >> Prüfen der Federpakete, Luftfederung, Luftleitungen, Notlöseeinrichtung, Federspeicher, Gestänge, Luftfederventil, Übergänge, Spurkanznsicherung, Magnetschienenbremse, Schlingendämpfer, Zug- / Druckstangen, Gummielemente, Austreten von Flüssigkeiten (Öl, Fett, Pneumatik, Kraftstoff, Wasser)
- >> Kontrolle ölführender Bauteile (z. B. Hydraulikleitung / Schläuche, Lager, Getriebe, Radsatzlager)
- >> Überprüfung kühlmittelführender Bauteile (z. B. Antriebseinrichtung, Heizung / Klima)
- >> Prüfen kraftstoffführender Bauteile
- >> Kontrolle pneumatischer Bauteile (z. B. Bremsanlage, Pneumatikschläuche)



*In regelmäßigen Abständen werden Züge Routinekontrollen unterzogen. So kann beispielsweise erkannt werden, ob sich verschlissene Teile durch Reibung so sehr erhitzt haben, dass sie sich verformt haben oder sogar einen Brand hätten verursachen können.*

- >> Erkennen fehlender oder gebrochener Bolzen
- >> Erkennen fehlender Bremsausrüstungsteile
- >> Erkennen fehlender CBC-Bedienungsgriffe, beschädigter Ladevorrichtungen, gebrochener oder verbogener Bremsbalken, fehlendem / beschädigtem Bremsleitungsschlauch

### UMFANGREICHE BERATUNG

PSI Technics begleitet Ihr Projekt von der ersten Idee an bis zur endgültigen Umsetzung. Unser Fokus liegt auf einer intensiven Betreuung Ihres Projektes und einer engen Zusammenarbeit mit Ihnen.

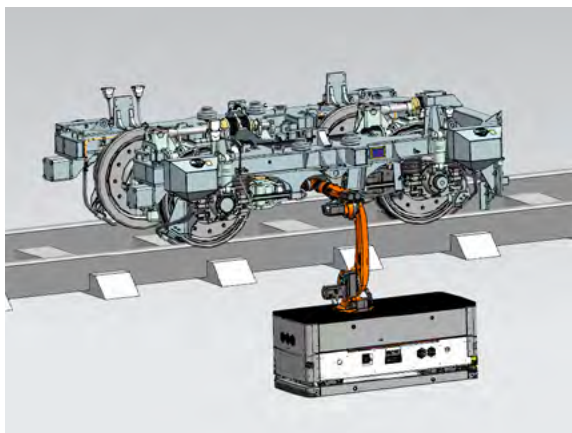
Gerne stehen wir Ihnen nach Ablauf des Projektes beratend und konzeptionell zur Verfügung, um die gewünschten Inspektionsmodule an Ihre Bedürfnisse und Anforderungen (per Lastenheft) anzupassen. Hierfür erstellen wir Ihnen gerne ein individuell ausgearbeitetes Angebot.



## MOBILE INSPEKTION PER ROBOTIK

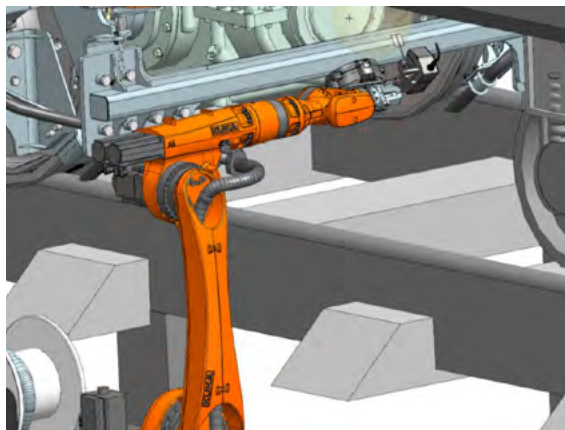
Der Inspektionsroboter hat die Aufgabe, Bilder und Daten zu erfassen, die mit dem stationären Sensor-Portal nicht erfasst werden können.

Hierbei handelt es sich um schwer einsehbare Positionen, die von dem Roboter mithilfe komplexer Bewegungsabläufe angefahren werden können. Die Inspektion der Bremsbeläge am Drehgestell ist hierfür ein anschauliches Beispiel.



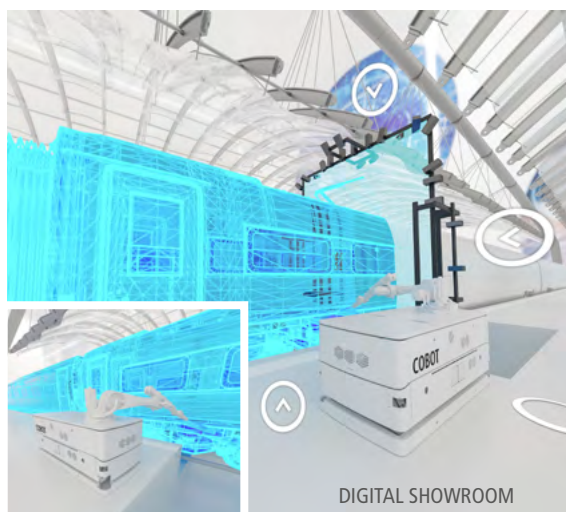
*Der Roboter bewegt sich selbstständig auf einem Automated Guided Vehicle (AGV) entlang des Zuges und nimmt an jedem Waggon die gewünschten Aufnahmen und Messungen vor.*

Typischerweise sind neben dem Roboter auch Service-Mitarbeiter am Zug tätig. Um eine sichere Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter sicherzustellen, überwacht das System permanent den Bewegungsraum des Roboters. Hierbei werden insbesondere die Normen und Richtlinien für die „kollaborative“ und „kooperative“ Robotik berücksichtigt. Neben den klassischen Scannern am Automated Guided Vehicle (AGV) sieht die Lösung auch eine Sicherheit-Scan-Funktion am End-Of-



Arm-Tooling vor, um den Bewegungsraum des Roboters auf Personen oder Störkonturen zu prüfen.

Das Sensor-System am End-Of-Arm-Tooling kann neben Vision-Sensoren flexibel mit anderen Sensoren ausgestattet werden, um die gewünschten Daten zu erfassen. Alle erfassten Daten werden an die zentrale Auswertungseinheit übergeben und dort mithilfe künstlicher Intelligenz analysiert.



*Mobile Robotik vertraut in großem Maße auf unterschiedlichste Sensoren – hier wird von Kamera, Laserscanner, Ultraschall und weiteren Technologien Gebrauch gemacht.*



## Zustandsorientierte, proaktive Instandhaltung und schlanke Prozesse Wir begleiten Ihren Zug in die Zukunft.

### Effizientere Wartung mit Analytics

Mit dem optionalen Software-Modul „Analytics“ kann die Qualität aller betrachteten Bauteile bewertet werden. Fehleranfällige Teile können durch Analytics erkannt und gezielt ersetzt werden. Dadurch lassen sich effizientere Wartungsintervalle erzielen, Instandhaltungszeiten und Ersatzteilkosten einsparen sowie die Ausfallsicherheit des Zuges erhöhen.

Der Umfang des Analytics-Tools richtet sich nach den verwendeten Modulen der automatisierten Zuginspektion. Das Tool erhält und verarbeitet Daten aller implementierter Module und kann beispielsweise für folgende Anwendungsfälle verwendet werden:

### Ausfallwahrscheinlichkeit einzelner Bauteile (Predictive Maintenance)

Durch das kontinuierliche Analysieren neuer Auswertungsdaten, baut das Analytics-Tool eine detaillierte Historie für alle Bauteile auf. Anhand dieser Historie lassen sich individuelle Veränderungen der einzelnen Bauteile effizient überwachen. Mit Unterstützung von zusätzlichen Daten, wie der gefahrenen Kilometeranzahl seit der letzten Auswertung, kann z. B. die Abnutzung analysiert und der fortschreitende Verschleiß prognostiziert werden. Durch diese Prognose lassen sich die noch verbleibenden Kilometer, bis zu einem möglichen Ausfall, ermitteln. Verschleißteile, wie die Schleifleisten, können besser überwacht und frühzeitig gegen Ausfälle abgesichert werden.

### Instandhaltungsintervalle optimieren

Für jedes Bauteil errechnet die Software statistisch einen Zeitraum, nach dem die ersten Fehler auftreten können. Anhand dieser Zeitraum-Prognosen kann das Instandhaltungsintervall optimiert werden. Die Genauigkeit der Instandhaltungsprognose steigt mit der Anzahl der erfassten Auswertungen und kann zusätzlich durch externe Daten (z. B. gefahrene Kilometer, Strecke) verbessert werden.

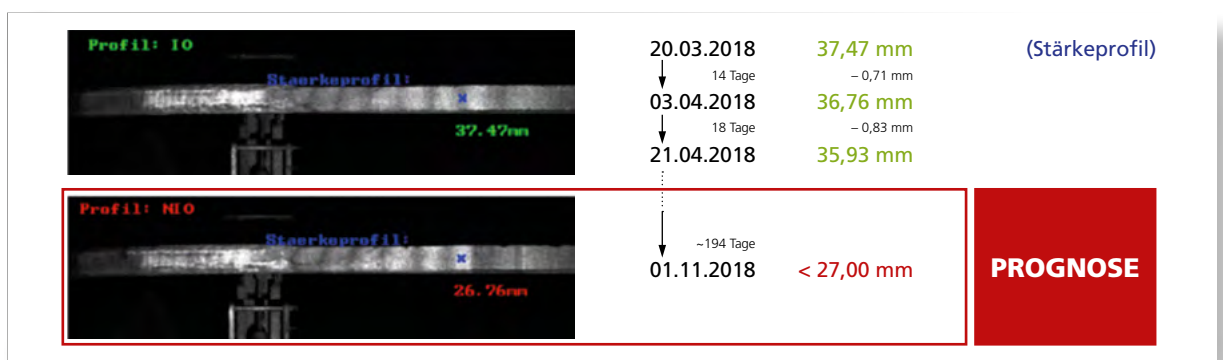
#### Ausfallwahrscheinlichkeit des Zuges bis zum nächsten Instandhaltungsintervall:

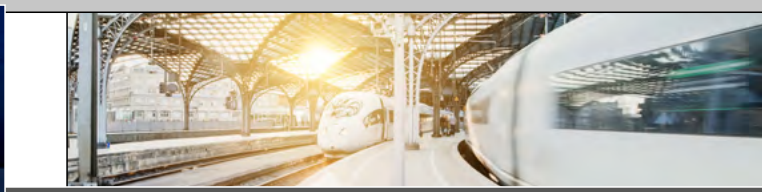
Bei bekannten Instandhaltungsintervallen und den vorhandenen Auswertungsdaten lassen sich Prognosen, beispielsweise anhand von Farbdigrammen, prozentualen Wahrscheinlichkeiten, Trendkurven, Korrelationstabellen etc., für einen Ausfall des gesamten Zuges stellen. Dabei erhöht die Priorisierung der Bauteile nach ihrer Wichtigkeit für den Betrieb des Zuges die Prognosegenauigkeit. Zugausfälle und damit verbundene Kosten können frühzeitig erkannt und vermieden werden.

#### Instandhaltungsintervalle optimieren – durch Evaluation der Bauteil-Qualität:

Mit dem Analytics-Tool kann die Qualität aller betrachteten Bauteile bewertet werden. Fehleranfällige Teile können durch das Analytics-Tool erkannt und gezielt ersetzt werden. Dadurch lassen sich effizientere Wartungsintervalle erzielen, Instandhaltungszeiten und Ersatzteilkosten einsparen sowie die Ausfallsicherheit des Zuges erhöhen.

### Ausfallprognose der Schleifleisten:





## Wir begleiten Sie durch den Prozess und stellen sicher, dass Ihre Bildverarbeitungsanlage konstant und zuverlässig läuft

### Qualitätsevaluation neuer Bauteile und Montageprüfung bestehender Bauteile

Neue Bauteile oder Montagearten und -positionen können über das Analytics-Tool protokolliert und ausgewertet werden. Veränderungen am Dach-/Seiten-/Unterfluraufbau jedes Zuges können erfasst und das individuelle Zugprofil mit den neuen Bauteiltypen aktualisiert werden. Daraus ergibt sich ein genauer Überblick über die exakte Verbreitung neuer Bauteile innerhalb der Flotte. Neue Bauteiltypen und Montagepositionen können daraufhin direkt mit den Vorherigen verglichen und qualitativ bewertet werden. Zudem lassen sich falsch verbaute Bauteile, die nicht für diese Baureihe vorgesehen sind, identifizieren. Gleichzeitig wird die korrekte Montage evaluiert und eventuelle Fehlinstallationen erkannt.

### Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Peripheriedaten

Neben den Datensätzen aus der automatisierten Zuginspektion können auch äußere Parameter in die Prognose einfließen. Interessant sind zusätzliche Parameter, die einen direkten Einfluss auf die Lebenserwartung der Bauteile haben. Mögliche Parameter sind zum Beispiel die Wetterverhältnisse, die gefahrene Strecke, die gefahrene Geschwindigkeit, der Austausch alter Bauteile durch neue und die geplanten Instandhaltungsintervalle pro Zug.

### Data Mining und Optimieren der Datenverwaltung durch die Cloud

Das Speichern der Zugdaten in einer Cloud erhöht die Verfügbarkeit und vor allem die Datensicherheit. Züge und ausgewertete Daten können jederzeit und an jedem Ort betrachtet werden. Eine zentrale Speicherung der Daten ermöglicht auch in Hinblick auf „Big Data“ eine optimierte Verwaltung der Daten, sodass beispielsweise die Nutzung und Auswertung der Daten aus mehreren Inspektionssystemen an verschiedenen Standorten möglich ist (Data Mining). Trends und Abhängigkeiten lassen sich so deutlich herausstellen.

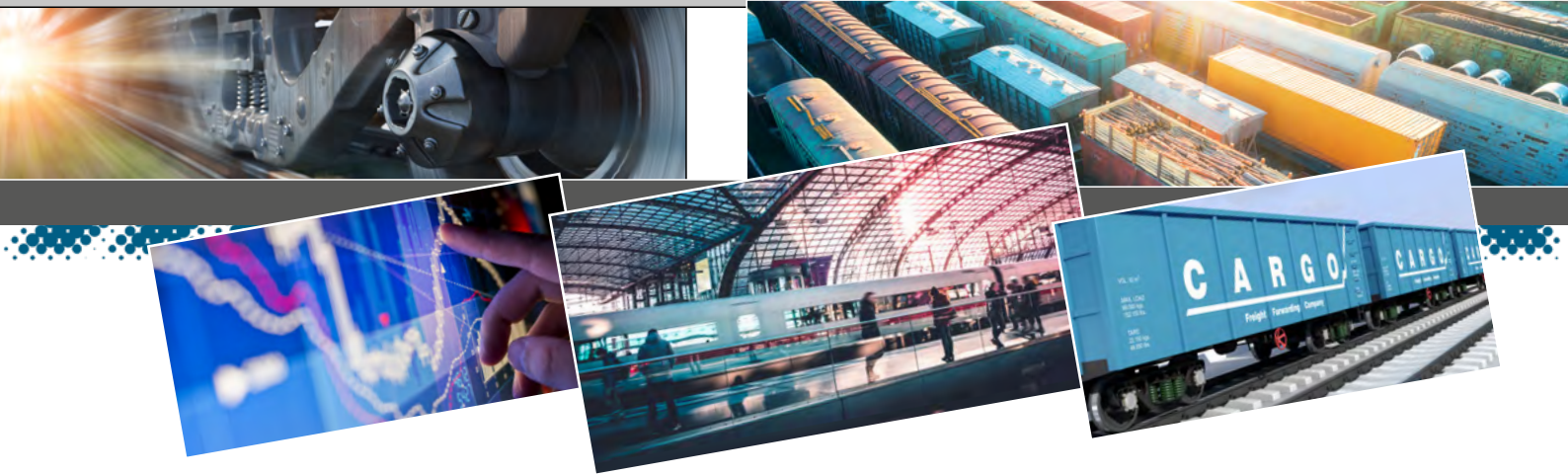
### Zusammenfassung:

Das System der automatisierten Zuginspektion wird schlüsselfertig geliefert. Es beinhaltet die gesamte Ausrüstung an der Seite der Strecke, Kabel, Elektrik, Robotik, Server-Computer, Website, Client-Computer, Software der streckenseitigen Ausrüstung und Software des zentralen Servers sowie jedes andere für das optimale Funktionieren des Systems erforderliche Element. Der Umfang umfasst Versorgung: Lieferung von Standortausrüstung, begleitendes Zubehör einschließlich HMI/MMI-Schnittstelle, Ersatzteile, Werkzeugzeugersatz, Strom- und Kommunikationskabel, Modem, sowie Kommunikationseinrichtungen.

### Das Analytics-Basismodul:

- Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeiten der begutachteten Komponenten
- Prozessoptimierung unter Verwendung der passenden IT-Strukturen (Hard- und Software)

Jeder Zugtyp wird eingelernt. Der Ablauf der Messung wird nach diesem entsprechend ausgeführt. Die Diagnose-Software prüft anhand eingelernter Templates automatisch auf Mängel an den Prüfteilen. Die Technik ist anwendbar auf beliebige Bauteile und Schienenfahrzeugtypen.



## Technischer Leistungsumfang

Um ein Prüfsystem, welches sich näher am Gleis oder zwischen den Schienen befindet, wo es für einen Menschen als unsicher angesehen wird, sich beim Passieren eines Zuges zu positionieren, wurde von uns ein auf maschineller Bildverarbeitung basierendes Inspektionssystem für die automatisierte Inspektion von Schienenfahrzeugen entwickelt.

### Die Spezifikationen für dieses System umfassen folgende Anforderungen:

- Sicherheitskritische Warnungen in Echtzeit nach Durchfahrt des Zuges (über sicherheitskritische Warnmeldungen wird vom Empfänger entschieden)
- Automatische Übertragung von Daten / Bildern, Alarmen, Berichten, leicht verständlicher Kurzbeschreibung / Fehlercodes
- Aufzeichnung des Datums und der Zeit der Zugdurchfahrt, der Geschwindigkeit des Zuges, der Anzahl und dem Abstand der durchfahrenen Achsen und der Gesamtzahl der Fahrzeuge / Lokomotiven / Wagen, Fahrzeugposition ab Zugbeginn, Bewegungsrichtung, Art des Schienenfahrzeugs
- Bereitstellung der erforderlichen Software für die Datenerfassung, Speicherung und Präsentation der von der streckenseitigen Ausrüstung gesendeten Berichte
- Modularer Aufbau
- Selbstdiagnosefunktionen
- Kompatibilität mit allen wichtigen Bahnnormen
- 24/7-Verfügbarkeit
- Systeme sind so installiert, dass sie eine Unterbrechung des Zugverkehrs weder erfordern noch verursachen
- Selbstlernendes System, Leistungsverbesserung durch Erfassung aller Arten von Mängeln und durch Nutzung einer eingebauten Standardbibliothek mit weltweit verwendeten Defekten, wie z. B. Drehgestelldefekten, Untergestelldefekten, Raddefekten und Defekten am Bremsgetriebe
- Integration mit einem RFID-Lesegerät zur automatischen Identifizierung von Fahrzeugen
- Keine Beeinträchtigung der Signalanlage, der Gleisstromkreise und anderer auf dem Rangierbahnhof oder an der Gleisseite installierter Bahngeräte
- Internetbasierte Bereitstellung der Zugberichte: Clients geeignet für die Nutzung von Desktops, Laptops, Netbooks und Smartphones, passwortbasierter Zugang für autorisiertes Personal (Daten und Berichte eingeben, bearbeiten, anzeigen, herunterladen), unterschiedliche Privilegien für verschiedene Benutzerebenen
- Ausstattung mit robuster, vernetzter Alert Management-Software inkl. grafischer Analyse- und Diagnosefunktionen
- Automatische Erkennung sich nähernder Züge und automatisches Einschalten relevanter Sensoren und Kameras, die Defekte während der Durchfahrt aufzeichnen
- Automatisches Abschalten von Sensoren und Kameras, um elektrische Energie zu sparen
- Automatisches Erkennen von Zugnummern / Rolling Stock Numbers oder anderer relevanter Kennzeichnungen
- Manuelle Schnittstelle (MMI / HMI)
- Bereitstellung der Konnektivität für die Übertragung von Daten, Wartung und Betrieb der Backend-Serversysteme
- Vollständige TCP/IP-Unterstützung zur reibungslosen Integration in alle bestehenden Eisenbahnnetze
- Integration in ein System von Drittanbietern möglich
- Funktionalität in beide Bewegungsrichtungen des Zuges
- Mobile Inspektion mithilfe von Robotik
- Allwettertauglichkeit (Umgebungstemperaturbereich von  $-20\text{ °C}$  bis  $60\text{ °C}$  und einer relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 100%)
- Schulung zur Bedienung, Fehlerbehebung, Wartung aller optischen, mechanischen, elektrischen, elektronischen Komponenten und der anwendbaren Software

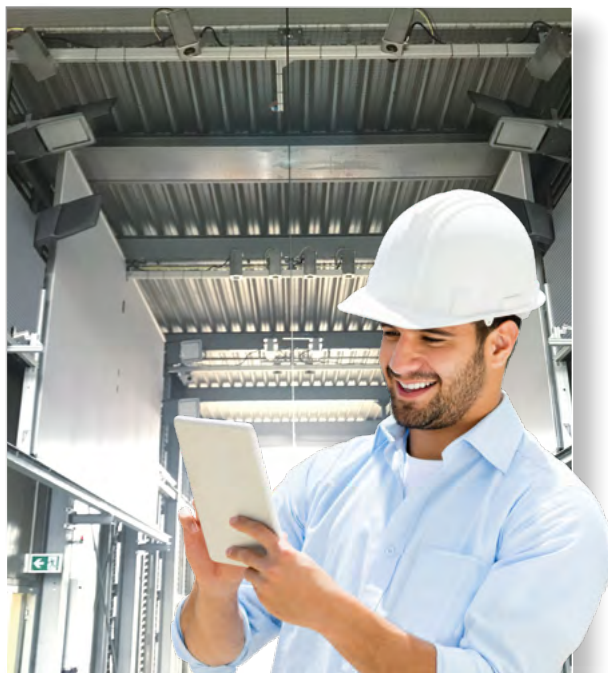


## Fazit: Verlässliche Kamerasysteme schaffen Betriebs- und Prozess-Sicherheit



### Die Vorteile der automatisierten Zuginspektion:

- >> Den Folgen des demografischen Wandels entgegenwirken
- >> Strategie gegen den Fachkräftemangel
- >> Entlastung der Mitarbeiter (z. B. durch Wegfall von Grubenarbeiten)
- >> Reduzierung des Arbeitsaufwandes für manuelle Prüfungen
- >> Objektivierung von Ergebnissen und Erhöhung der Sicherheit
- >> Steigerung der Kontinuität (prozessübergreifend)
- >> Reduzierung der Wartungshallenbelegung durch zustandsorientierte und proaktive Wartung
- >> Automatische Überwachung durch Analytics- und IoT-Lösungen (Predictive Maintenance)
- >> Erkennung und Prognose von schleichendem Verschleiß / Fehlern
- >> Vernetzung der Instandhaltungsdaten und -standorte (Data Mining)
- >> Machine Learning für fortlaufende Optimierung der Instandhaltungsqualität
- >> Schlanke Prozesse und effiziente Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette
- >> Steigerung der Betriebssicherheit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit



### UNSERE LEISTUNGEN

PSI Technics begleitet Ihre Bildverarbeitung von der ersten Idee an bis zur endgültigen Umsetzung. Unser Fokus liegt auf der engen Zusammenarbeit mit dem Kunden bis hin zu individuellen Lösungen.

Neben einer intensiven Beratung bewerten und analysieren wir das Vorhaben vor Ort, erarbeiten prototypisch die Möglichkeiten zur Integration der Kameralösung und nehmen das System sicher in Betrieb. Wir begleiten Sie durch den Prozess und stellen mit unserer Wartungsleistung sicher, dass Ihre Bildverarbeitungsanlage konstant und zuverlässig läuft.

Mit den Möglichkeiten der Bildverarbeitung sichern Sie die Qualität Ihrer Produkte und steigern die Zuverlässigkeit Ihrer Schienenfahrzeuge.



## AUTOMATISIERTE ZUGINSPEKTION

Wir sind sicher: Auch Ihr Unternehmen kann von der automatisierten Zuginspektion profitieren. Wie eine maßgeschneiderte Lösung aussehen könnte, darüber würden wir uns gerne mit Ihnen unterhalten. Vereinbaren Sie mit uns einen Termin für Ihr persönliches Beratungsgespräch.

Eins ist sicher: Die Zukunft fährt Zug. Wir sorgen dafür, dass Sie noch sicherer und störungsfreier fahren.



AUTOMATISIERTE  
ZUGINSPEKTION

We keep  
**We keep an eye on your train.**  
AI on your train.

Abonnieren Sie unseren **kostenfreien Newsletter** und erfahren Sie mehr über News & Trends in der Automatisierung.

**PSI Technics GmbH**  
support@psi-technics.com | www.psi-technics.com



Einfach Code scannen und  
Wissensvorsprung nutzen.