



PAD GmbH
Predictive Acoustical Detection GmbH

Mülheim an der Ruhr, November 2020

Predictive Acoustical Detection

Verhinderung von Schäden an allen beweglichen Teilen in jeder Art von Maschine oder Fahrzeug



Einführung

Präventive Erkennung alle rotierender Teile



Ölförderung

- Zerstörung der Lager von Elektromotoren für den Antrieb des Pumpenaggregats
- Zerstörung der Lager oder mechanische Beschädigung der Zahnräder von Getrieben
- Starker Abfall der Schmierstoffqualität oder mangelnde Schmierung



Eisenbahn

- Zerstörung von Lagern, Traktionsmotoren, Getrieben
- Mechanische Beschädigung von Zahnrädern in Getrieben
- Mangelnde Schmierung



Windkraftanlagen

- Zerstörung, mechanische Beschädigung der Baugruppen des Generators und des Getriebes
- Mechanische Beschädigung, Zerstörung der Wälzlager des Getriebes
- Dynamische Unwucht des Generatorrotors



Industrieller Bereich

- Lagerzerstörung von Haupt- und Nebenausrüstung
- Störung der Schmiermittelversorgung der Lagereinheiten von Turbinen und Generatoren
- Elektromagnetische Unwucht von Generatorrotoren

Predictive Acoustical Detection

Was ist PAD?

PAD ist eine zerstörungsfreie Überwachungstechnologie, die Schallemissionen im Nanobereich aufspürt und dann mit Hilfe künstlicher Intelligenz Schäden, normale Abnutzung und Verschleiß sowie den Schmierungsgrad beweglicher mechanischer Teile wie Getriebe, Pumpen, Turbinen, Achsen und Lager sehr genau bestimmt.

PAD ist aufgrund der Ultrahochfrequenz in der Lage, viel präziser zu messen als andere heute auf dem Markt erhältliche Vibrations-, Ultraschall- oder thermische Detektionsgeräte.

Vorteile:

Frühzeitige Erkennung von Komponenten und Baugruppen, die gewartet, repariert oder ersetzt werden müssen, bevor es zu einem Unfall oder einer Panne kommt. Die künstliche Intelligenz kann die Lebensdauer der beweglichen Teile prognostizieren.

Die Fähigkeit, die Wartung bedarfsorientiert zu planen, weit vor einer kritischen Beeinträchtigung. Die Technologie hat sich in den letzten 10 Jahren bewährt und ist für den öffentlichen Verkehr sowie für Turbinen in Elektrizitätswerken im Einsatz und ist dafür auch zertifiziert.

Die Technologie ist sowohl als mobiles Gerät zur periodischen Prüfung als auch stationäres Gerät zur permanenten Überwachung der Teile erhältlich. Informationen können an einen zentralen Leitstand oder an Bediener vor Ort gesendet werden.

Verwendung der PAD-Technologie

- Überwachung von Lagern, Getrieben, Achsen, Kurbelwellen, in Echtzeit, ständig im Betrieb oder periodisch
- Automatische Generierung von Echtzeit-Wartungsdatenbanken zur Analyse und Planung, die über beliebige Kommunikationskanäle übertragen werden
- Planung und Durchführung von Wartungsarbeiten im Voraus, aber nur bei Bedarf
- Erstellen von Prognosen der verbleibenden Nutzungsdauer von Ausrüstung

PAD-Genauigkeit

Analyse des vollständigen Zustands beweglicher Metallteile auf Nano-Ebene mit Prognose.

- Erkennung von Rissen, Vertiefungen, Oberflächenverschleiß und Gratbildung im M μ -Bereich
- Erkennung von Veränderungen in der Schmiermittelschicht im M μ -Bereich:
 - Mechanische Verunreinigungen in der Schmierung ab 0,9 %
 - Oberhalb der zulässigen Schmierfüllung, beginnend bei 1,5%
 - Unterhalb des Zulässigen Schmierfüllung, beginnend bei 5%

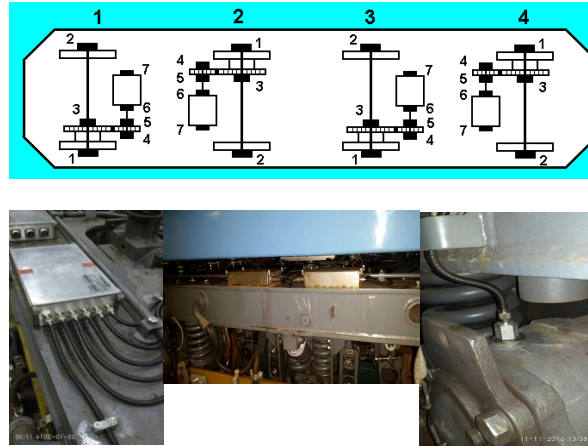
Predictive Acoustical Detection Produkte

Tragbares, einkanaliges Auslesegerät



Periodische Messung und Überwachung auf Verschleiß, Beschädigungen von Metallteilen, sowie Menge und Qualität der Schmierung

Portables, on board Mehrkanalsystem



Kontinuierliche Messung und Überwachung auf Verschleiß, Beschädigungen von Metallteilen, Schmiermittelmenge und - Qualität sowie Analyse des Zustandes der Eisenbahnschienen

Stationäres System



Messung und Überwachung von Radoberfläche, Wälzlager, Positionierung von Radsätzen sowie Spurgenauigkeit

Beispiele für PAD Nano-Akustik-Technologie

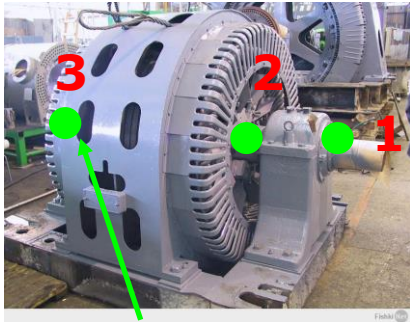
Turbinen, Pumpen und Generatoren

Datum: 15.04.2018

Generator № 3

MachinenNr - 6124

Kontrollpunkt - 3



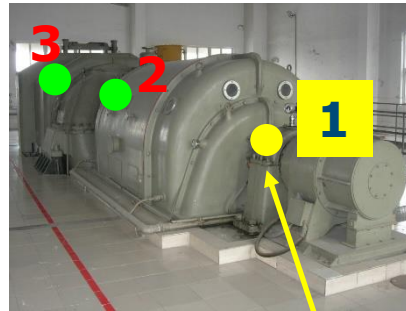
Alle kritischen Bereiche ok

Datum: 15.04.2018

Turbine № 1

MachinenNr - 6100

Kontrollpunkt 1



Warnung für Kontrollpunkt 1

Inspektion erforderlich bis

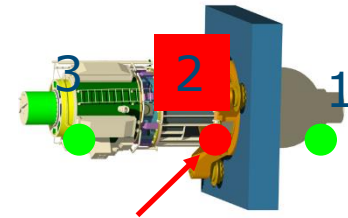
15.05.2018

Date: 15.04.2018

Hauptumwälzpumpe № 4

MachinenNr - 5090

Kontrollpunkt 2



Alarm für Kontrollpunkt 2

Betrieb stoppen und
inspizieren /
Wahrscheinlicher Austausch

Predictive Acoustical Detection

On-Board PAD-System für die Metro

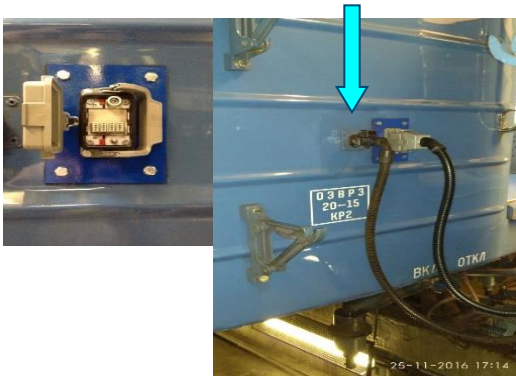
Kontrollbildschirm für den Fahrer



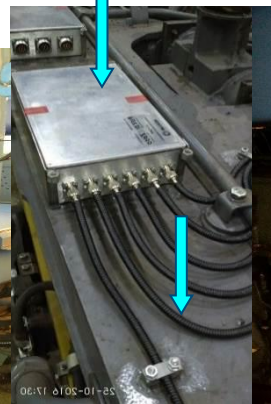
verschiedene Kontrollpunkte an der Wagenachse und am Rahmen



Kontrollpunkt zwischen Wagons



Haupteinheit mit 6 Steuerkabeln

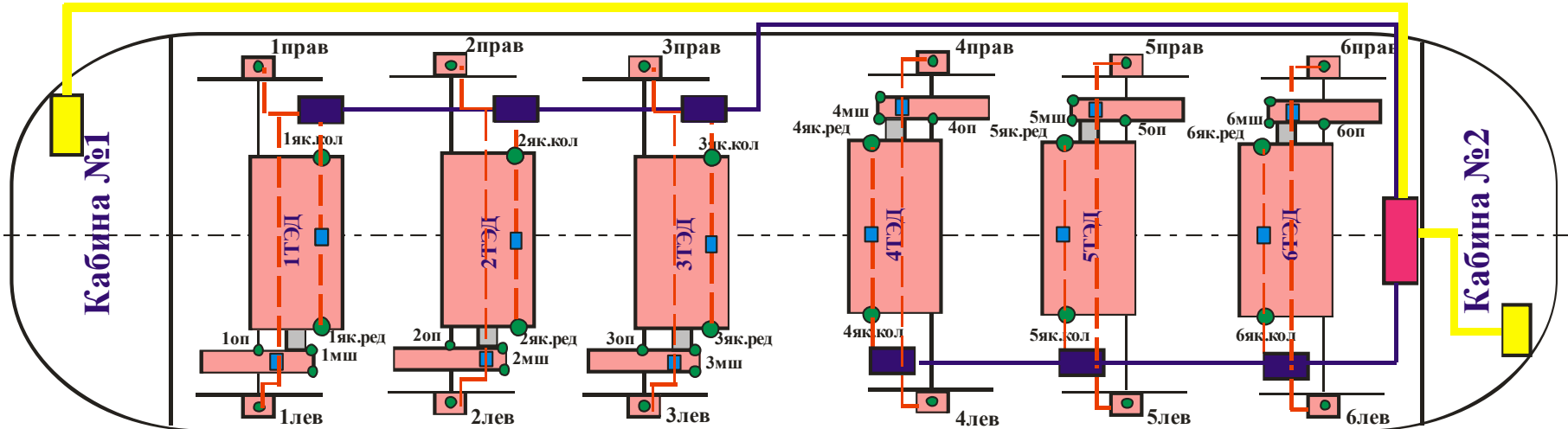


Kontrollpunkt am Wagenrahmen



Predictive Acoustical Detection

Kontrollpunkt-Schema für ein Lokomotivsystem



- On-Board-System mit akustischer Emissionserkennung und Temperatursensor
- Schnittstellen-Verbindungen
- Kommunikationsnetz
- Erfassungseinheit
- Zentrale Analyse- und Datenbank-Einheit
- Farbmonitore

Predictive Acoustical Detection

Kontrollberichte in Echtzeit



Бортовая система диагностики КП (версия 1.1 06.07.07).

Typischer Steuerungsbildschirm

Проверка системы Запуск полного измерения Выход

Загрузить Сохранить КП 1 (1) КП 1 (2) КП 2 (3) КП 2 (4) Печать отчета

№	Дата	Время	об/мин	Ддоп	КП 1 (1)	КП 1 (2)	КП 2 (3)	КП 2 (4)
1	28.10.07	11:16	119	928	136 (86%)	414 (56%)	430 (54%)	37 (97%)
2	28.10.07	11:16	543	1629	306 (82%)	99 (94%)	141 (92%)	248 (85%)
3	28.10.07	11:16	89	733	322 (57%)	2 (100%)	189 (75%)	86 (89%)
4	28.10.07	11:16	173	1115	491 (56%)	343 (70%)	361 (59%)	414 (63%)
5	28.10.07	11:16	927	348	39 (89%)	343 (2%)	493 (0%)	208 (41%)
6	28.10.07	11:16	431	476	160 (67%)	35 (93%)	56 (89%)	129 (73%)

Аварийный уровень (%): 30 Предупреждение (%): 65 Расчитать Демо

COM1 RS232 delay: 1 RF: выключено

Kein Problem

Kritischer Bereich

Braucht Aufmerksamkeit

Kontrollbildschirm für den Lokomotivführer

СОСТАВ #13998 >> 67 км/ч **i 11**

15 11 10 12 24 17 65 11

37 44 32 40 78 43 98 28

СОСТАВ > Вагон #3 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ **i 11**

>> 75 км/ч

D ave 76 **D max 99** **i alert** **o Fh6**

СОСТАВ > Вагон #3 > Тележка #1 **i 11**

1	11%	1	95%
2	67%	2	88%
3	91%	3	76%
4	45%	4	51%
5	65%	5	97%
6	90%	6	99%

СОСТАВ > Вагон #3 > Тележка #1 > КП #1 **i 11**

1	11%
2	67%
3	91%
4	45%
5	65%
6	90%

Kontrollbildschirm für die U-Bahn-Zentrale



6.11.2016 | 16:27:20 **i 0**
Состав № 0001

1 2 3 4 5 6 7

Выполнение синхронизации с составом № 0001 (2585-2587)

МЕТКАТОМ ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПКО-М

6.11.2016 | 16:27:20 **i 0**
Состав № 0001

1 2 3 4 5 6 7

Синхронизация с составом № 0001 (2585-2587) выполнена.

МЕТКАТОМ ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПКО-М

6.11.2016 | 16:27:20 **i 0**
Состав № 0001

1 2 3 4 5 6 7

Устойчивая работа.
Продолжайте эксплуатацию.

МЕТКАТОМ ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПКО-М

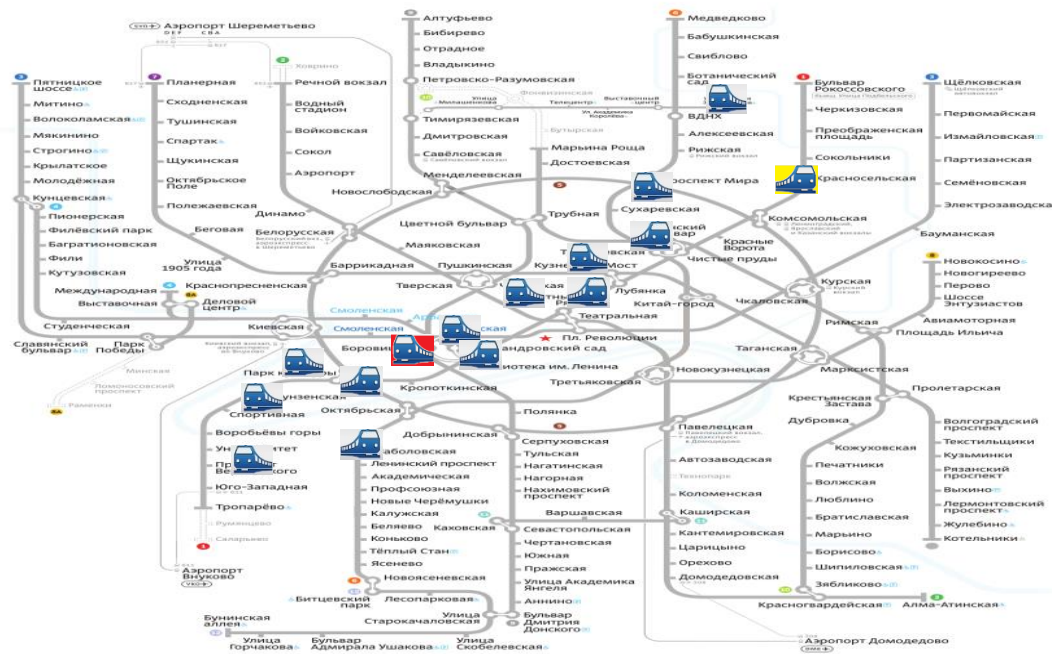
Beispiel eines Echtzeit-Berichtssystems für die Metro

PAD-Erkennungs-Kontrollsystem

User Name: **Muster**

Überblick über das Netzwerk

- Linie
- Wagen
- Berichte
- Analyse
- Datenbank
- Zustand der Strecke
- Technische Unterstützung



Typ	Datum	Zeit	Liniennummer	Zugnummer	Wagennummer	Code	Problem	Korrekturvorschlag	Anweisung
Kritisch	15.01.15	21:20	1	69	2376	A 52	Wälzlagerzerstörung	Austausch	Wälzlagerri ng № AT 2845
Warnung	15.01.15	19:21	1	88	1957	K 30	Schmiermittel verunreinigt	Schmiermittel ersetzen	Entnehmen und ersetzen

Nano Acoustic Emission

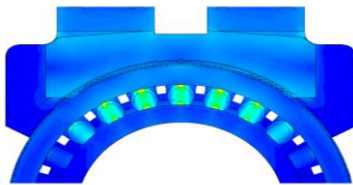
Was ist der Unterschied zwischen der Nano-Akustikemissionstechnologie und anderen Detektionstechnologien?

Die Nano-Akustik-Emissionstechnologie ermöglicht im Gegensatz zur traditionellen Diagnostik (Vibrationsdiagnostik in verschiedenen Ausführungen) das Abtasten der Oberfläche von Reibpaaren (Zahnräder usw.) im Mikronbereich. Durch den Einsatz von Techniken der künstlichen Intelligenz auf der Grundlage der erhaltenen Informationen wird die Entstehung von Mikrobeschädigungen in einem frühen Stadium erkannt, was eine vorbeugende Wartung ermöglicht.

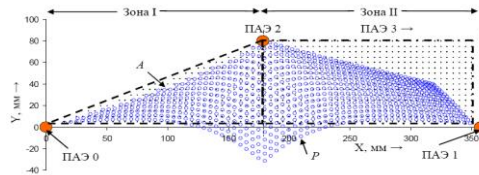
Ein integrierter Ansatz zur Vorhersage und Erkennung von Fehlern

PAD erfasst und analysiert akustische Emissionen mit ultrabreiter Frequenz (10 Hz bis 300 kHz). Der breite Bereich ermöglicht die Erkennung von Variationen im M μ -Bereich

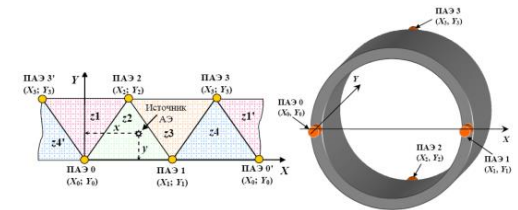
Schritt 1: Strukturanalyse von mechanische Komponenten und Schmierstoffe



Schritt 2- Erfassung der zu Akustikemissionen zur Analyse der Struktur des Materials



Schritt 3- Künstliche Intelligenz zur Bestimmung der Bewegung und Versetzungen von Metallpartikeln



Predictive Acoustical Detection

Vergleich von Diagnosesystemen

	Akustische Emission	Vibration	Thermisch	Akustisch
Vorteile	<ul style="list-style-type: none">- Erkennung von Defekten in frühen Stadien der Entwicklung- Kontinuierliche Echtzeitüberwachung- Individuelle Steuerung der Restnutzungsdauer der Baugruppen im Betrieb- Komplexe Diagnose der Baugruppe als ganzes;- Reduzierung von Ausfallzeiten- Senkung der Reparaturkosten	<ul style="list-style-type: none">- Kontinuierliche Echtzeitüberwachung- Möglichkeit der Trendvoraussage zum technischen Zustand	<ul style="list-style-type: none">- Sehr einfache Systemkontrolle- Kostengünstige Diagnosemethode	<ul style="list-style-type: none">- Kontinuierliche Echtzeitüberwachung- Kostengünstige Diagnosemethode
Nachteile	<ul style="list-style-type: none">- Komplexität der Diagnosesysteme und Software	<ul style="list-style-type: none">- Identifizierung von Schäden der mittleren Entwicklungsstuf- Geringe Empfindlichkeit gegenüber schmierdefekten	<ul style="list-style-type: none">- Identifizierung ausschließlich vorangeschrittener Schäden- Keine vorausschauende Aussage zu Restnutzungsdauer	<ul style="list-style-type: none">- Identifizierung nur weit vortgeschrittener Schäden- Schwache Empfindlichkeit

Predictive Acoustical Detection

Ergebnisse der Implementierung diagnostischer Systeme

ARP-11

Einführung - 2007

Geräteanzahl - 160

Defekte - 2750

Wirtschaftlichkeit -
75.000 €/J

On Board Diagnosesystem

Einführung - 2018

Geräteanzahl - 6

Defekte - 85

Wirtschaftlichkeit -
250.000 €/J

PAUK-11

Einführung - 2019

Geräteanzahl - 17

Defekte - 4442

Wirtschaftlichkeit -
850.000 €/J