



## Das Messsystem acramos®

Mit dem Messsystem acramos®<sup>1</sup> (acoustic railway monitoring system) können die Geräuschemissionen von Schienenfahrzeugen des Regelbetriebs automatisch und fahrzeugselektiv gemessen werden ([www.acramos.at](http://www.acramos.at)). Gemeinsam mit dem Vorbeifahrtpegel wird das Achsmuster des Zuges erfasst. Somit kann der gemessene Vorbeifahrtpegel den einzelnen Achsen zugeordnet werden (achsgenaue Zuordnung der Emissionspegel). Zusätzlich wird eine Richtungserkennung durchgeführt sowie die Geschwindigkeit pro Achse ( $V_{\min}$ ,  $V_{\max}$  und  $V_{\text{mittel}}$ ) während einer Zugvorbeifahrt ermittelt. Das System analysiert die gemessenen Daten, berechnet die wichtigsten akustischen Parameter automatisch und speichert die Daten anschließend in einer Datenbank ab, damit weitere Analysen und statistische Auswertungen durchgeführt werden können.

Durch die ins System integrierte Wetterstation können jene Zugvorbeifahrt Daten, bei denen optimale Messbedingungen vorherrschten, gefiltert werden. Wahlweise können die Daten, welche aufgrund von Regen, starkem Wind oder dergleichen nicht normgerecht sind, automatisch verworfen werden.

Das Messsystem wurden im Zuge eines vom österreichischen BMVIT<sup>2</sup> geförderten Forschungsprojektes<sup>3</sup> entwickelt und ist seit 2005 am Streckennetz der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) in Deutsch Wagram nahe Wien und seit 2008 in Breitenstein am Semmering im Dauereinsatz.

---

<sup>1</sup> patentrechtlich geschütztes Messverfahren von acramos® DE102007044796 vom 19.09.2007

<sup>2</sup> Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>3</sup> Innovatives System Bahn: Projekt SIN „Safety Instability Noise“ (2004-2005)



**Abbildung 1: Dauermessstelle Deutsch Wagram (acramos®) am Streckennetz der ÖBB**

Für das Ermitteln von Monitoringdaten über kürzere Zeitabstände ist acramos®-mobil das optimale Messsystem. Die flexible Einsatzmöglichkeit und der Vorteil, innerhalb kürzester Zeit eine Monitoringmessstelle implementieren und betreiben zu können, sind die wesentlichen Unterschiede zur acramos® Dauermessstelle.



**Abbildung 2: mobiles acramos®-Messsystem**

## acramos® Funktionen

Der Zugriff auf das Messsystem acramos® erfolgt mittels Remoteverbindung. Dadurch können Ergebnisse schon Sekunden nach der Messfahrt eingesehen bzw. via e-mail verschickt werden. Des Weiteren erlaubt dieses Feature, den momentanen Betriebszustand des Messsystems rund um die Uhr zu überprüfen.

Das System acramos® liefert für jede Zugvorbeifahrt die folgenden Daten, welche in einer MS-Access-Datenbank abgespeichert werden und für weitere Analysen zur Verfügung stehen:

- Fahrtrichtung und Geschwindigkeit(sverlauf) des Zuges
- Achsmuster des Zuges (= Abstände zwischen den einzelnen Achsen)
- automatische Kategorisierung der Züge anhand des Achsmusters
- A-bewerteter Vorbeifahrtpegel  $L_{p,A,eq,T}$  des Zuges
- Meteorologiedaten bei Zugvorbeifahrt
- Messwertablage in Datenbank: Statistische Auswertungen, A-bewertete Vorbeifahrtpegel über Geschwindigkeit je Zugkategorie
- Terzpegelspektren des Zuges (Luftschall)
- **Optional:** A-bewertete Pegelstatistik  $L_{p,A,01}$ ,  $L_{p,A,10}$ ,  $L_{p,A,90}$ ,  $L_{p,A,95}$  des Zuges
- **Optional:** A-bewerteter Vorbeifahrtpegel  $L_{p,A,eq,WG}$  der einzelnen Wagen im Zug
- **Optional:** A-bewerteter Vorbeifahrtpegel  $L_{p,A,eq,AX}$  jeder einzelnen Achse im Zug
- Aufzeichnung des Zeitsignals der Vorbeifahrt. Damit steht die „Originalsituation“ auch für nachträgliche Analysen zur Verfügung

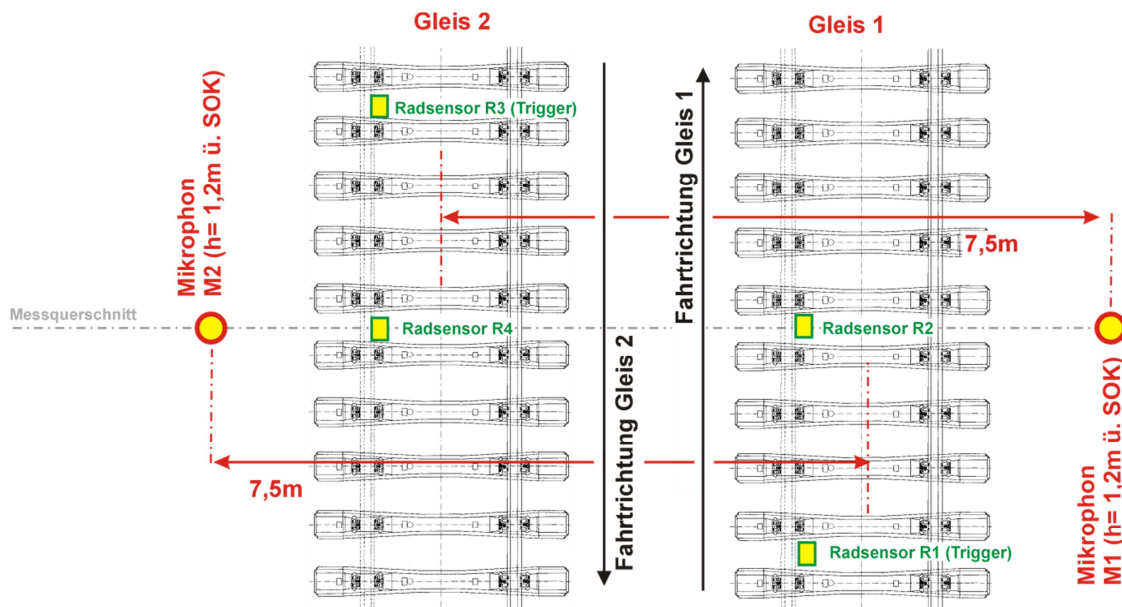
## Aufbau

Das 8-Kanal acramos® Messsystem besteht aus einer zentralen Mess- und Steuereinheit, welche in einem Schaltschrank untergebracht ist. Sie beinhaltet einen Industrierechner mit 8-Kanal A/D Wandlerkarten, eine USV, die Auswertemodule der Radsensoren, sowie ein Modul zur Fernabschaltung und für den Remotezugriff.

Zusätzlich zum Schaltschrank ist für die leichtere Bedienung vor Ort ein Arbeitsplatz mit Monitor, Tastatur und Maus eingerichtet, mittels welchem auf das Messsystem für die Kalibration der Mikrophone sowie für Wartungsarbeiten vor Ort zugegriffen werden kann. Dieser Zugriff kann aber auch über eine Remoteverbindung mittels TeamViewer erfolgen.

Der Aufbau im Messquerschnitt ist schematisch in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die Radsensoren R1 und R3 sind jeweils in Fahrtrichtung vor dem eigentlichen Messquerschnitt installiert. Die Radsensoren R2 und R4 liegen genau im Messquerschnitt auf Höhe der Mikrophoneinheiten.



**Abbildung 3: Beispiel für Sensoranordnung der acramos® Messstelle**

Im Gleis sind induktive Radsensoren der Fa. Frauscher Typ RSR122 verbaut, mit welchen bereits an den Dauermessstellen in Österreich und bei den mobilen acramos® Messungen gute Erfahrung gemacht wurde. Die Sensoren werden mittels RG58 Kabel mit BNC Anschluss an das Messsystem angeschlossen.

Soweit zusätzliche Aussagen über die Schwingungen im Gleis erforderlich werden, können Beschleunigungsaufnehmer mittels Magneten am Schienenkopf bzw. Schienensteg befestigt, und ins System integriert werden. Mithilfe von Beschleunigungsaufnehmern kann unter anderem die Gleisabklingrate rechnerisch ermittelt werden.

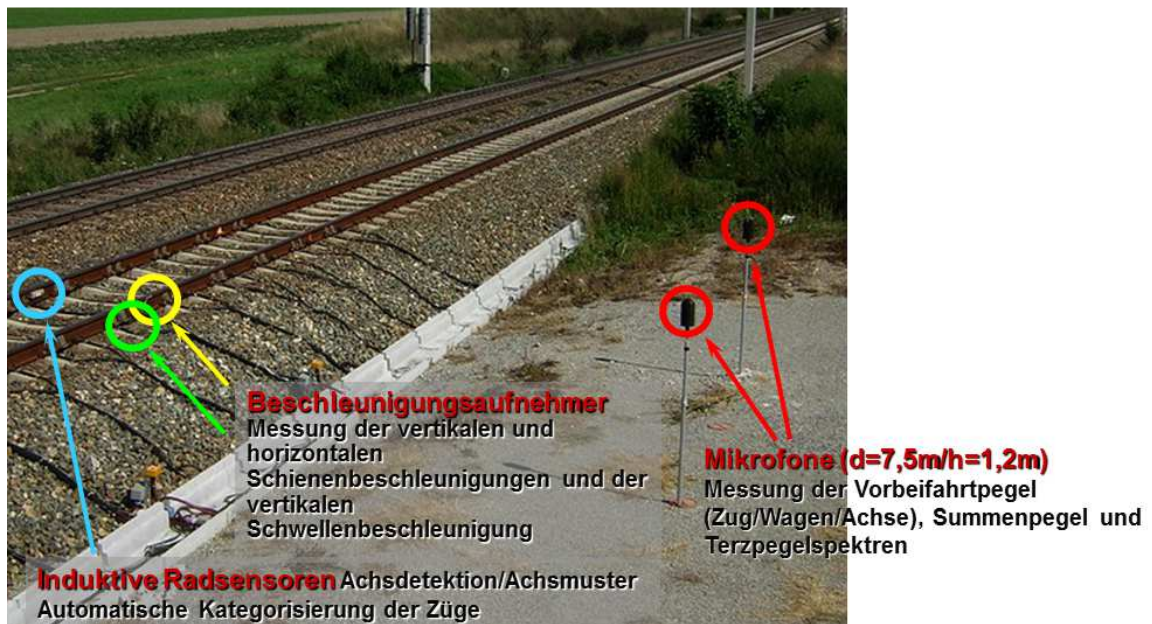


Abbildung 4: Sensoren an der acramos® Messstelle in Deutsch Wagram

Die Einbindung einer Wetterstation (VIASALA WXT520) sowie einem Sensor zur Messung der Schientemperatur kann erforderlichenfalls nachgerüstet werden. Das System kann diese Daten für jeden Zug kurz nach der Vorbeifahrt erheben und zusätzlich in die Datenbank speichern. Über die Schientemperatur können u.a. Rückschlüsse auf das Verhalten von Zwischenlagen und damit auf die temperaturabhängige Veränderung der Gleisabklingrate getroffen werden.

## Funktionsweise

Durch die im Messgleis installierten Radsensoren wird das Messsystem gestartet und die Geschwindigkeit jeder einzelnen Achse (Abbremsen und/oder Beschleunigen) sowie das Achsmuster und damit die Kategorie des Zuges erfasst. Alle Messkanäle werden simultan aufgezeichnet und mit Hilfe des Achssignals den einzelnen Achsen bzw. Wagen zugeordnet.

Sobald die erste Achse eines Zuges den Messquerschnitt erreicht, wird ein Impuls ausgelöst und die Messdaten werden gespeichert. Durch einen internen Ringspeicher werden auch Messdaten, welche z.B. 5 Sekunden vor Erreichen des Messquerschnitts erfasst wurden, mit abgespeichert. Je nach Einstellung wird die Messung nach einer vorher definierten Nachlaufzeit (z.B. 10 Sekunden nach der letzten Achsdetektion) beendet. Die erfassten Daten werden anschließend automatisch analysiert, die wichtigsten Parameter in Form von ASCII-Dateien abgelegt und in eine Datenbank übertragen.

Bei Zugskreuzungen (gleichzeitige Vorbeifahrt an Gleis 1 und 2) werden beide Fahrten separat analysiert und jeweils als Zugskreuzung markiert.

Zusätzlich zu den akustischen Parametern können für jeden Zug auch die Rohdaten, z.B. der Schalldruckpegelverlauf der gesamten Vorbeifahrt, mit einer Samplingrate von 32kHz abgespeichert werden. Damit stehen diese Rohdaten für weitere Analysen zur Verfügung. Eine Umwandlung in wave-Dateien ist jederzeit möglich.

Über den Hauptbildschirm der Software am Messsystem können die letzten Aufzeichnungen sowie die aktuellen Messwerte des Systems angezeigt werden, um rasch einen Überblick über den aktuellen Status der Station zu erlangen.

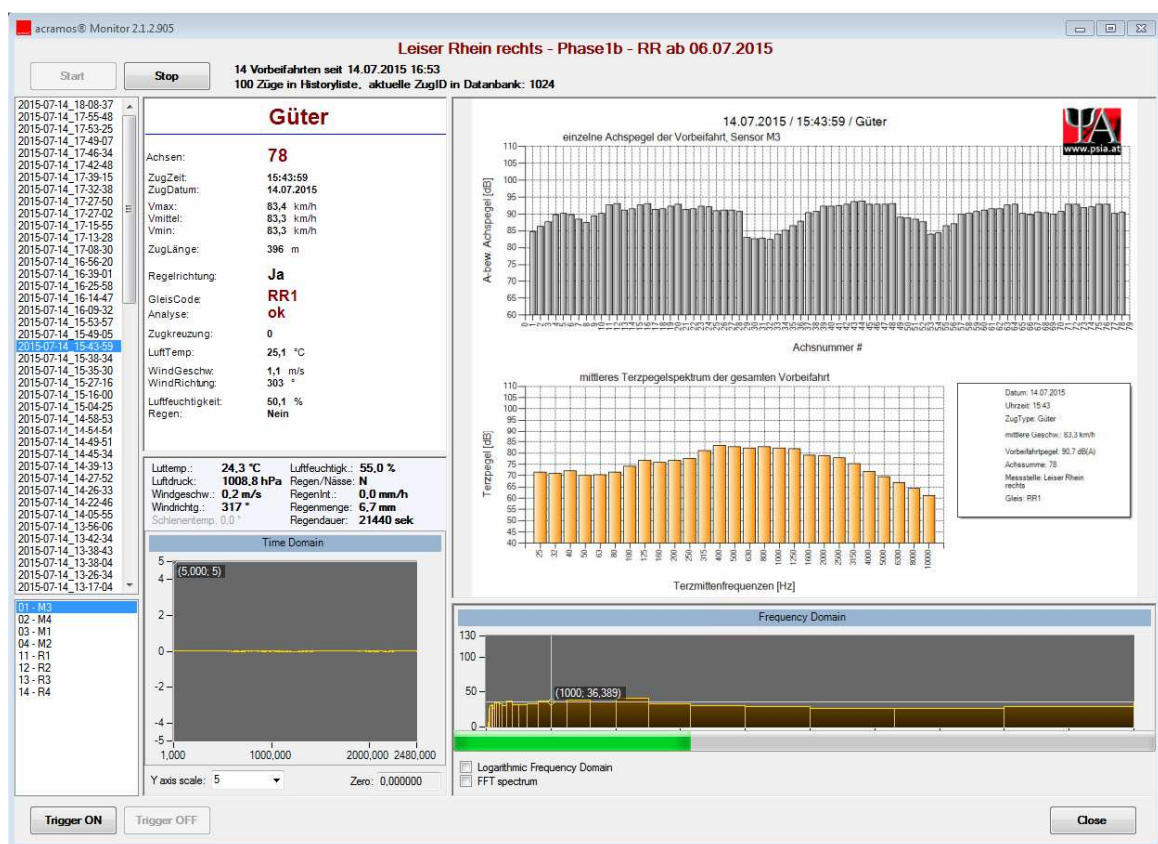


Abbildung 5: Hauptbildschirm acramos®

Die Kalibrierung der Sensoren erfolgt über ein separates Einstellungsfenster. Hier können die jeweiligen Kalibrierwerte und Frequenzen eingegeben werden. Nach dem Start der Kalibration wird der entsprechende Umrechnungsfaktor mV/EU automatisch solange verändert, bis der eingetragene Kalibrierwert erreicht wird. Jeder übernommene Wert wird mit Zeitstempel hinterlegt und für jeden Sensor separat in einem Log-File hinterlegt.

## Datenanalyse

Die Software acramos® analysiert vollautomatisch die Rohdaten nach jeder Zugsvorbeifahrt. Mithilfe der Achssignale werden die jeweiligen Zeitbereiche definiert über welche der Pegel gemittelt werden soll, dies geschieht einerseits über die Gesamtlänge des Zuges und andererseits über einen festgelegten Bereich um die einzelnen Achsen.

Über den Zeitbereich der gesamten Vorbeifahrt werden mit einer Auflösung von 1/10 Sekunde Einzelspektren mittels FFT und entsprechenden Filtern berechnet und anschließend energetisch gemittelt. Je nach Anforderung ist es auch möglich, ein entsprechendes Terzwasserfalldiagramm für die Einzelfahrt zu erstellen.

Für jede Vorbeifahrt werden folgende Parameter berechnet und automatisiert in eine Access-Datenbank gespeichert:

Zugdaten	Achsdaten
Messort	Nummer der Achse im Zug
ZugType	Zeitpunkt der Achse im Querschnitt Q1
Datum	Distanz zur vorherigen Achse in Meter Q1
Uhrzeit	Zeitpunkt der Achse im Querschnitt Q2
Fahrtrichtung	Distanz zur vorherigen Achse in Meter Q2
Gleis	Achsgeschwindigkeit
Zuglänge	LpA,eq,Ax M1
Anzahl der Achsen	LpA,eq,Ax M2
ApL	
Vmittel	<b>Kanalbezogen</b>
Vmin	Terzspektrum von 50Hz bis 10kHz
Vmax	Pegelstatistik L01, L05, ...,L90, L95
Fehlerstatus	
LpA,eq,Tp M1	
LpA,eq,Tp M2	

Über eine forlaufende Nummer, die ZugID, können die Werte der Datenbank dem jeweiligen Zug zugeordnet werden. Die Analysen der Messwerte können entweder direkt in der Datenbank über die jeweiligen Abfragen erfolgen oder über Export im ASCII Format bzw. als Import in ein Excel Datenblatt.

## Ausgewählte Referenzen für den Einsatz von acramos®

- Lärmmessung von Radformfehlern im Mittelrheintal, Eisenbahn-Bundesamt, laufend
- BEGEL - Bewertung des akustischen Einflusses von Gleisbögen für die Erstellung von Lärmkarten, finanziert im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2012 (VIF2012), ÖBB, laufend
- PASS - Psychoakustische Analyse von schienenverkehrsinduzierten Schallimmissionen, finanziert im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2012 (VIF2012), ÖBB, 2015
- Praxisversuch nSSW Phonobloc 530 Njiverce/Slowenien, KIRCHDORFER Fertigteilvertriebs GmbH, 2014
- Messung und Beurteilung der akustischen Wirkung des Schienenstegdämpfers (SSD) VICON AMSA 60 VS, Schrey und Veit GmbH, 2014
- Praxisversuch STRAILastic\_A\_inox, Messstelle Deutsch Wagram, KRAIBURG Elastik GmbH, 2013
- Schallabstrahlung bei Hochgeschwindigkeit, Innovationsmessfahrten ÖBB, NBS Tullnerfeld-MQ22, ÖBB Infrastruktur AG Stab F&E, 2012-2013
- Projekt WORMS Sound, Messung und Beurteilung der akustischen Wirkung von Konditionierungsmitteln - Bogenmessstelle Breitenstein, ÖBB-Infrastruktur AG, 2012-2013
- Untersuchung der akustischen Wirkung von Schienenstegdämpfern; Messstelle Deutsch Wagram, Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH, STRAIL Bahnübergangssysteme & STRAILastic, 2012
- Untersuchung der akustischen Wirkung von Calmoon Rail Absorber Elementen; Löff, Deutschland, SEKISUI Chemical CO., LTD, 2011
- Praxisversuch Calmoon Rail Absorber, Gau Algesheim, Deutschland, SEKISUI Chemical CO., LTD, 2011
- Überprüfung der akustischen Wirkung von Holzbeton Aufsatzelementen an der Bahnstrecke Hallein - Oberalm, Betonwerke Rieder GmbH, 2010
- Sekundärer Luftschall hervorgerufen durch Athener Metro (Umbau auf RHEDDA 2000), EMA Acoustics Consultancy Company, 2010
- Überprüfung von ionischen Flüssigkeiten als Schienenkonditionierungsmittel, FFG, 2010
- Automatische Detektion akustisch auffälliger Einzelachsen von Schienenfahrzeugen des Regelbetriebs, ZIT Zentrum für Innovation & Technologie, 2010
- Messtechnische Überprüfung von sekundären Luftschallimmissionen unterirdischer Bahnanlagen am Beispiel Weichenhalle Hadersdorf, ÖBB Infrastruktur AG (Projektleitung Lainzer Tunnel - PLLT), 2009
- Lärmsanierung Hainburgbrücke Objekt 19 & 24, ÖBB Infrastruktur Bau AG, 2009
- Schalltechnische Sanierung der Konzertkurve, Praxistest, ÖBB Infrastruktur Bau AG (Projektleitung West), 2007 (Phase I), 2008 (Phase II) & 2009 (Phase III)
- Akustische Wirksamkeit der rn-protect Prototypwand, ASA-protect Entwicklungsges.m.b.H, 2009 in Melk, 2008 in Deutsch Wagram
- Untersuchung einer Fahrbahn mit Holz- bzw. Betonschwellen, ÖBB Bau AG (F&E), 2008
- Automatische Detektion von Zugvorbeifahrten (Bahnlärmmonitoring) an der Bogenmessstelle in Breitenstein, seit 2008
- Automatische Detektion von Zugvorbeifahrten (Bahnlärmmonitoring) an der Messstelle Deutsch Wagram, seit 2005