



acoust IQ

App-basierte Mehrkanalmessung

Akustische Messungen im Schienenverkehr sind oft komplex, zeitintensiv und technisch aufwendig. Wie sich mehrere Wagenbereiche dennoch gleichzeitig kabellos und normgerecht erfassen lassen, zeigt dieser Use Case und eröffnet völlig neue Spielräume in Effizienz und Flexibilität.

Die Situation

Akustische Messungen im Schienenverkehr umfassen eine Vielzahl von Szenarien: von Innenraum- und Vorbeifahrtmessungen bis hin zu Analysen von Gleiseigenschaften oder Störgeräuschen. Besonders anspruchsvoll sind Aufgaben, bei denen mehrere Messpunkte gleichzeitig erfasst werden müssen, etwa zur Bewertung von Schalldämmmaßnahmen oder des Komforts in verschiedenen Wagenbereichen. In der Praxis erfolgt dies meist über verkabelte Mehrkanalsysteme oder zeitlich versetzte Einzelmessungen. Beide Ansätze sind technisch zuverlässig, jedoch aufwendig, unflexibel und in mobilen Umgebungen wie einem fahrenden Zug nur eingeschränkt praktikabel. Der organisatorische Aufwand übersteigt häufig den eigentlichen Messvorgang: Fachpersonal muss anreisen, Aufbauten müssen vorbereitet und an wechselnde Betriebsbedingungen angepasst werden und kurzfristige Änderungen im Fahrbetrieb erschweren die Planbarkeit zusätzlich. Auch die Datenorganisation zeigt Grenzen: Messwerte

und Metainformationen werden oft getrennt erfasst, lokal gespeichert und später zeitaufwendig zusammengeführt. Vor diesem Hintergrund entstand die Frage, ob eine vollständig kabellose und dennoch präzise synchronisierte Mehrkanalmessung im fahrenden Zug möglich

ist, sodass normgerechte Kenngrößen und spektrale Auswertungen für unterschiedliche Wagenbereiche gleichzeitig erhoben und sicher miteinander verglichen werden können. Diese Herausforderung bildet die Ausgangslage des vorliegenden Use Cases.

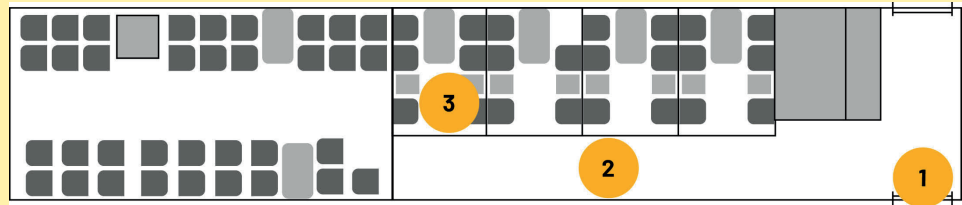
Die Lösung

Um eine vollständig kabellose und synchronisierte Mehrkanalmessung im fahrenden Zug zu ermöglichen, kam ein Lösungsansatz zum Einsatz, der präzise

Messtechnik mit modernen digitalen Werkzeugen verbindet. Ziel war es, mehrere Messpunkte gleichzeitig zu erfassen und daraus normgerechte Kenngrößen sowie spektrale Auswertungen abzuleiten, ohne den Aufwand eines klassischen verkabelten Mehrkanalsystems. Die Lösung stützt sich auf drei Elemente: mobile, hochprä-

Die Lösung stützt sich auf drei Elemente: eine intuitiv bedienbare Messapplikation, eine Cloud-Infrastruktur und mobile, hochpräzise Hardware

Positionierung der Messaufbauten

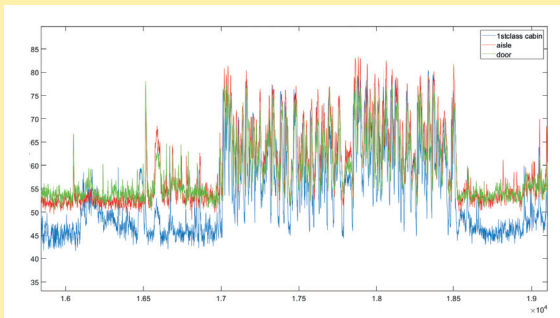


zise Hardware, eine intuitiv bedienbare Messapplikation und - bei einer mehrkanaligen Messung - eine Cloud-Infrastruktur für die Steuerung sowie Speicherung und Weiterverarbeitung der Daten. Im acoust IQ Messsystem bündeln sich diese Komponenten zu einer modularen Plattform. Kern des Systems ist die speziell entwickelte acoust IQ-App installiert auf einem iPhone oder iPad mit USB-C-Anschluss und ein Klasse-1-Mikrofon mit digitalem Vorverstärker von Microtech Gefell. Das Messprojekt wurde in der PAK cloud eingerichtet und war somit automatisch für alle drei Geräte zugänglich. Zudem konnten die Aufnahmen über die Cloud zentral gestartet und während der Fahrt begleitet werden. Start- und Stopppunkte ließen sich präzise setzen, Ereignisse über Marker kennzeichnen. Die Anwendung stellte Pegel-Zeit-Verläufe, Schmalband- und Terzbandspektren sowie Einzahlwerte wie L_{Aeq} , L_{AFmax} oder L_{Cpeak} unmittelbar dar. Gleichzeitig erfasste die App Metadaten wie GPS-Positionen, Zeitstempel, Fotos und Notizen.

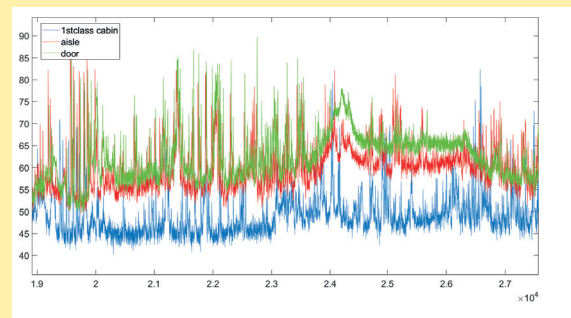
Die Rohdaten aller drei Messpunkte wurden während der Messung automatisiert live in die Cloud übertragen, wo sie projektübergreifend verfügbar waren und direkt im Browser analysiert werden konnten. Dies ermöglichte Datensätze in ein ATFX-Format zu exportieren und die

Daten in einer ASAM ODS-konformen Struktur zu organisieren. Anschließend wurden die Daten in MATLAB weiterverarbeitet. Damit ließ sich der gesamte Datensatz effizient und ohne Medienbrüche über alle Messpositionen hinweg auswerten. Die drei Messpunkte befanden sich an unterschiedlichen Positionen im Wagen: (1) im Einstiegsbereich nahe der Tür (2) im Mittelgang des 1. Klasse Abteilbereichs und (3) in einem geschlossenen Abteil der 1. Klasse. Jeder Messpunkt bestand aus der acoust IQ-App installiert auf einem iPhone und dem angeschlossenen Klasse-1-Mikrofon. Die Apps arbeiteten auf den Geräten, welche über eine Akkulaufzeit von mehreren Stunden verfügten, als autonome Messstationen. Die Synchronität ergab sich über die präzisen internen Zeitstempel der Geräte, sodass eine Genauigkeit von ca. 0,01 Sekunden erreicht werden kann, ganz ohne physische Verbindung zwischen den Messpunkten. Während der Fahrt erfasste jedes Gerät den Schalldruck mit einer Abtastrate von 48 kHz. Die identischen Zeitmarken ermöglichten einen Vergleich der akustischen Ereignisse: Türwarnsignale, Ein- und Aussteigevorgänge, Durchsagen oder typische Fahrgeräusche. Die Rohdaten lagen sowohl lokal auf den Geräten vor als auch in der Cloud, wohin sie asynchron hochgeladen wurden.

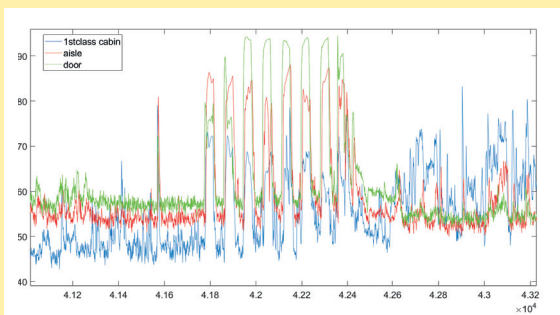
Durchsage



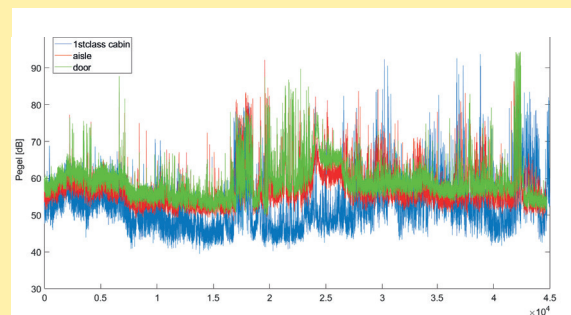
Einsteigen von Fahrgästen



Türwarnsignal bei schließender Türe



Pegel-Zeit-Verlauf (A- und Fast-Bewertet)



Der vorliegende Use Case zeigt, dass sich mit acoust IQ eine kabellose, synchrone und normgerechte Mehrkanalmessung unter realen Betriebsbedingungen zuverlässig realisieren lässt. Die Kombination aus mobiler Hardware, App-basierter Messsteuerung und cloudgestützter Aus-

wertung senkt den organisatorischen und technischen Aufwand erheblich und ermöglicht gleichzeitig präzise, reproduzierbare und direkt vergleichbare Messungen an mehreren Wagenpositionen.

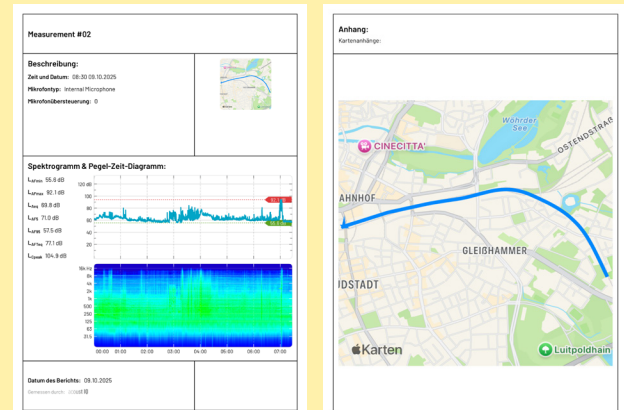
Der Outcome

Der Use Case zeigt, dass sich mit acoust IQ eine vollständig kabellose und präzise synchronisierte Mehrkanalmessung im fahrenden Zug technisch zuverlässig umsetzen lässt. Die drei eingesetzten Messknoten erfassten zeitgleich alle relevanten akustischen Größen, sodass Ereignisse wie Türwarnsignale, Ein- und Aussteigevorgänge oder Durchsagen positionsgenau miteinander verglichen werden konnten. Die zeitlichen Abweichungen zwischen den Messpunkten lagen unter 0,01 Sekunden und damit in einem Bereich, der eine normgerechte Auswertung ohne Einschränkungen ermöglicht. Die Qualität der erhobenen Daten erlaubte sowohl die Auswertung von Pegel-Zeit-Verläufen als auch die Berechnung aller gängigen Einzahlwerte und spektralen Darstellungen. Unterschiede zwischen den Wagenbereichen – beispielsweise erhöhte Maximalpegel im Einstiegsbereich, veränderte Signal-to-Noise-Verhältnisse oder die unterschiedliche Wahrnehmbarkeit von Durchsagen – ließen sich eindeutig identifizieren und nachvollziehbar dokumentieren. Damit bestätigt der Use Case die Eignung von acoust IQ für Komfortbewertungen, die Analyse von Türwarnsignalen nach DIN EN 17285 oder die Untersuchung betrieblicher Geräuscheignisse entlang einer Fahrtstrecke. Neben der Datenqualität zeigt der Use Cases vor allem den praktischen Mehrwert des Systems. Der komplette Messaufbau kam ohne Verkabelung aus, was die Vorbereitungszeit drastisch reduzierte und die Positionierung der Messpunkte deutlich flexibler machte. Die Geräte ließen sich innerhalb weniger Minuten konfigurieren und starten – ohne zusätzliche Hardware, ohne aufwendige Logistik und ohne die typischen Einschränkungen klassischer Mehrkanalsysteme in mobilen Umgebungen. Dass alle Messknoten autonom liefen, eröffnete die Möglichkeit, Messpunkte frei im Wagen zu verteilen oder bei zukünftigen Anwendungen auch über größere Distanzen hinweg anzulegen. Auch organisatorisch zeigte sich ein klarer Vorteil: Da die App Messdaten, Metadaten und Bilder unmittelbar verknüpft erfasste, entfiel das spätere Zusam-

menführen unterschiedlicher Dateien oder Medien. Die Cloud-Verarbeitung ermöglichte den sofortigen Zugriff auf alle Datensätze, unabhängig vom Standort der Beteiligten. Die automatisierten Reports führten die Ergebnisse der drei Messpunkte strukturiert zusammen und lieferten unmittelbar auswertbare Unterlagen, die ohne weitere Nachbearbeitung in Prüfprozesse übernommen werden konnten.

Insgesamt verdeutlicht der Outcome, dass acoust IQ

Report Türposition erstellt mit dem Report Generator direkt in der acoust IQ App.



nicht nur die technische Machbarkeit einer kabellosen, synchronen Mehrkanalmessung demonstriert, sondern auch den gesamten Messprozess deutlich effizienter gestaltet. Der Zeitaufwand sinkt, der Bedarf an Spezialpersonal vor Ort wird reduziert, und die digitale Durchgängigkeit minimiert Fehlerquellen. Gleichzeitig steigt die Flexibilität, da Messpunkte unkompliziert angepasst oder erweitert werden können. Für Ingenieurbüros, Hersteller, Zulieferer, Betreiber und Prüforganisationen bedeutet dies: Schallmessungen im Schienenverkehr lassen sich schneller, leichter und dennoch normgetreu durchführen – bei reproduzierbaren Ergebnissen und einer erheblich vereinfachten Dokumentation.

acoust IQ

by MÜLLER-BBM

Entdecken Sie acoust IQ – die innovative Lösung, die hochwertige akustische Messungen einfacher, präziser und effizienter macht. Mit einer einzigartigen Kombination aus iOS-App, Cloud-Integration, Webanwendung und Klasse-1-Mikrofon hebt acoust IQ Akustikmessungen auf ein neues Niveau. acoust IQ ist mehr als ein Messgerät – es ist eine umfassende Plattform, die konventionelle Methoden erweitert, vereinfacht und neue Maßstäbe in der Akustikmessung setzt.

acoust IQ® ist eine eingetragene Marke der Müller-BBM Innovation Lab GmbH. Alle anderen Marken gehören ihren jeweiligen Eigentümern. Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Abbildungen können vom finalen Produkt abweichen.



Michael Mosch

Head of Development

+49 152 28291041

michael.mosch@acoustiq.de