



Das Nordportal zum Gotthard Basis-tunnel – die ideale Teststrecke, um Druckunterschiede bei einer Tunnel-durchfahrt zu messen.

Auf die Schnelle

Das Wesentliche in 20 Sek.

- Druckunterschied bei der Tunneleinfahrt stellt für Zugkonstrukteure Herausforderungen dar
- Gotthard-Tunnel als ideale Teststrecke zum Messen der Druckschwankungen
- Datenlogger zeichnet Messwerte auf und macht so Optimierungen der Dichtigkeit am Zug sichtbar

Mächtig Druck im Gotthard

Datenlogger erfassen Druckunterschiede bei Tunneldurchfahrten

Der Gotthard-Basistunnel ist mit seinen 57 Kilometern der längste Eisenbahntunnel der Welt und spart seit Eröffnung bei der Durchquerung der Alpen vor allem eins: viel Zeit. Durch seine Länge ist der Tunnel aber auch für Entwickler von Zügen interessant. Wo, wenn nicht hier, lässt sich das Verhalten der Züge bei einer Tunneldurchfahrt optimal untersuchen. Mit im Gepäck – intelligente Messtechnik.

Autor: Wieland Brückner

Viele fahren gerne Zug und genießen das angenehme Reisen. Damit dies so komfortabel wie möglich ist, wird im Hintergrund ständig daran gearbeitet, es noch entspannter zu machen. Eine besondere Herausforderung dabei sind Tunneldurchfahrten: Hier merken Reisende schnell, ob sie in einem modernen und gut durchdachten Zug sitzen – oder nicht. Denn das bekannte Phänomen bei der Tunnelein- und -ausfahrt, das unangenehme Knacken in den Ohren, spüren Fahrgäste bei modernen Zügen immer weniger.

Warum knackt es im Ohr?

Das Problem sind schlagartige Druckänderungen von mehreren Hundert Pascal, die den ‚Druckhaushalt‘ in den Ohren durcheinanderbringen. In der Regel empfinden Zugpassagiere diese Druckunterschiede als unangenehm. Zur Physik: Fährt der Zug in einen Tunnel ein, schiebt er zunächst jede Menge Luft vor sich her. Sobald diese dann schlagartig zwischen Zug

und Tunnelwänden entweicht, entstehen starke Druckwellen, denen der Innendruck des Zuges nahezu ungemindert folgt, wenn es keine Schutzmechanismen gibt.

Die Höhe der äußeren Druckänderungen ist dabei abhängig von mehreren Parametern:

- Verhältnis Zugquerschnitt zu Tunnelquerschnitt
- Bei zweigleisigem Tunneln Verhältnis Zugquerschnitt zu Querschnitt des Gegenzuges
- Geschwindigkeit des Zuges/der Züge
- Länge des Zuges/der Züge
- Rauigkeit der Tunnelwände
- Tunnellänge

Versuche zum Druckverhalten im Zug

Die meisten dieser äußeren Faktoren kann ein Zughersteller nicht beeinflussen, daher entwickeln sie an der Dichtigkeit der Züge ständig weiter, denn: Je undichter ein Zug ist, desto mehr folgt der Druck im Zug den äußeren Druckschwankungen. Damit ist der

Druckkomfort im Zug direkt abhängig von folgenden Kriterien:

- Höhe der äußeren Druckschwankungen
- Anzahl und Größe der Undichtigkeiten im Wagenkasten (Leckage)
- Im Wagenkasten eingeschlossenes Luftvolumen

Einer dieser Hersteller ist die Firma Stadler, die seit über 75 Jahren Züge baut. Als Unternehmen mit Hauptsitz in der Schweiz liegt es auf der Hand, dass Testfahrten durch den Gotthard stattfinden. Stadler erprobt bei Fahrversuchen auch das Druckverhalten ihrer Züge. Dabei ist die Fahrt durch den Gotthard ein wichtiger Testabschnitt, denn der lange Tunnel ist für hohe Geschwindigkeiten freigegeben. Damit ist der Gotthard-Basistunnel die ideale Teststrecke, um das Druckverhalten der Stadler-Züge zu prüfen.

Intelligente Messtechnik macht Optimierung messbar

Insbesondere für ihren Hochgeschwindigkeitszug Smile, aufgrund seines Einsatzortes auch Gotthardzug genannt, setzt Stadler auf eine intelligente Steuerung der Lüftungsklappen der Klimaanlage: Durch gezieltes Schließen der Klappen bei Druckimpulsen wird die Zugdichtigkeit kurzzeitig erhöht. Um den richtigen Zeitpunkt der Ansteuerung der Klappen zu finden, misst Stadler bei den Testzügen den Innen- und Außendruck am Anfang und Ende des Zuges. Für das sichere Erfassen der Messdaten setzt der Zugbauer Datenerfassungssysteme der Firma Delphin ein. Der Hersteller von Datenloggern bietet mit Profisignal Go auch eine leistungsfähige Auswertesoftware an.

Für die Testfahrten sitzt jeweils am Zuganfang und am Zugende ein Expert Logger System mit angeschlossenen Drucksensoren. Die Skalierung auf Pascal



Alle Bilder: Stadler Rail

erfolgt bereits im Gerät, sodass kein nachträgliches Umrechnen mehr nötig ist. Bei der Messung ist es besonders wichtig, dass beide Expert Logger zeitlich miteinander synchron laufen. Dafür sorgt das Precision Timing Protocol (PTP), das alle Systeme von Delphin unterstützen.

Versuchsaufbau inklusive Live-Auswertung auf dem Laptop

Gewonnene Daten werden im internen Datenspeicher gespeichert und stehen während sowie nach der Testfahrt für die Auswertung zur Verfügung. Für die konzentrierte Datenerfassung steht außerdem eine getriggerte Speicherung zur Verfügung, die ab einem festgelegten Druck die Messung startet. Auch Pre- und Posttrigger-Zeiten sind einstellbar. Mit der Software Profisignal Go lassen sich die Daten der Drucksensoren zudem einfach und übersichtlich darstellen.

Zur weiteren Auswertung können Anwender die Messdaten ins ASCII- oder csv-Format exportieren. Die Konfiguration des Expert Loggers ist dank intuitiver Bedienung auch für unerfahrene Anwender schnell erledigt und kann für wechselnde Messaufgaben zudem gespeichert und zurück in die Delphin-Hardware geladen werden. Für Änderungen im Prüfaufbau ist Stadler ebenfalls vorbereitet, denn die Geräte sind pro Kanal individuell konfigurierbar und bieten zudem eine ausreichende Kanalreserve. Mithilfe der intelligenten Messtechnik von Delphin kann so auch in Zukunft weiter am Komfort der Züge gearbeitet werden. (ml)



Die Sensoren für den Außendruck sitzen im Inneren des Zuges und sind über einen Pneumatikschlauch an eine Öffnung (roter Kreis) in der Zugaussenwand angeschlossen.

Autor

Wieland Brückner
Sales Manager, Delphin Technology

all-electronics.de
infoDIREKT

760iee0320