

## Analyse Einfluss der Bogenfahrt auf die Lärmemission – Phase 1 Schlussbericht, 16. November 2023

Autor(en)	Hafner Michael (I-NAT-FW-TAFB-SFB)
Status	freigegeben
Version	1.2
Letzte Änderung	16. November 2023
Letzte Änderung durch	Hafner Michael (I-NAT-FW-TAFB-SFB)
Urheberrecht	Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.
Ablage	<a href="https://sbb.sharepoint.com/sites/noise-vibration/Freigegebene%20Dokumente/BGLE-LBCF%20Ressortforschung/2023%20SBB%20Bogenl%C3%A4rm/Phase%201/Bericht/Schlussbericht_Phase_1_v1.1.docx">https://sbb.sharepoint.com/sites/noise-vibration/Freigegebene Dokumente/BGLE-LBCF 2/Ressortforschung/2023 SBB Bogenlärm/Phase 1/Bericht/Schlussbericht_Phase_1_v1.1.docx</a>

## Inhaltsverzeichnis

1.	Übergeordnetes Projektziel	2
2.	Stand der Arbeit	2
2.1.	WP 3, Ortsschau	3
2.2.	WP 4, Messkonzeption	3
3.	Differenzen zum Termin- und Budgetplan	4
4.	Ausblick und Diskussion	4
5.	Anhang	4

### 1. Übergeordnetes Projektziel

Im sonRAIL-Modell wird für eine Bogenfahrt eine fahrzeugabhängige äquivalente Schienenrauheit hinzugefügt, welche vorhandenen Zusatzlärm anrechnen soll. Dieser Modellteil ist wenig validiert und berücksichtigt einzig den Bogenradius. Da dieser Zusatzlärm im Modell nicht unbedeutend ist, soll das Verständnis für die Ursachen und Zusammenhänge von Geschwindigkeit, Bogenradius, Überhöhung und Steering-Index anhand der Analyse von konkreten Bögen und Bogenfahrten verbessert werden. Mit Hilfe dieser Analysen soll entweder der sonRAIL-Modellteil validiert oder allenfalls ergänzt werden. Das Projekt wurde in folgende Phasen aufgeteilt:

- Phase 1, Explorationsphase und Messkonzeption
- Phase 2, Messanalyse und Modellentwicklung
- Phase 3, Modellvalidierung und Implementierung
- Phase 4, Massnahmenentwicklung und Tests
- Phase 5, Massnahmenumsetzung

Der vorliegende Schlussbericht fasst die Erkenntnisse der Phase 1 zusammen.

### 2. Stand der Arbeit

Die Phase 1 des Projekts umfasst die Exploration konkreter Bogensituationen inkl. der Messkonzeption als Basis für die Phase 2.

Die Phase 1 wurde im Mai 2023 freigegeben. Die Arbeiten wurden im Juni bei der SBB mit dem WP 1 gestartet. Im Juli 2023 konnten auf Basis der digitalen Datenanalyse interessante Bogensituationen aus netzweiter Sicht bestimmt werden. Mit Hilfe dieser Informationen wurden 15 Bögen für eine vertiefte Betrachtung und Ortsschau ausgewählt und dokumentiert (WP 2). In einem Zwischenbericht (17. August 2023) wurde das BAFU über den Stand der Arbeiten informiert. Es wurden keine relevanten Abweichungen zum Projektauftrag festgestellt.

Nach der Zwischenbesprechung wurden Ende August eine Ortsschau der möglichen Bögen durchgeführt (WP 3) und auf dieser Basis ein Messkonzept entwickelt (WP 4) und mit der Empa abgesprochen.

Betreffend WP 1 und WP 2 wird auf den Zwischenbericht und die Präsentation vom 17. August 2023 verwiesen [1]. Die Ergebnisse von WP 3 und WP 4 werden folgend zusammengefasst.

## 2.1. WP 3, Ortsschau

Um den Messaufwand im Rahmen zu halten und der Streuung unterschiedlicher Fahrzeugindividuen entgegenzuwirken, sind Bögen, welche mit identischen Fahrzeugen durchfahren werden zu bevorzugen. Dies bedingt eine zeitliche und örtliche Nähe der unterschiedlichen Messquerschnitte. Aus diesem Grund erscheint die vertiefte Analyse von mehreren Querschnitten an derselben Strecke am zielführendsten. Die Analyse der möglichen Bögen zeigt, dass im Raum Baselland und Fricktal zwei Cluster realisierbar sind. Mit einer Ortsschau wurde die Messbarkeit geprüft. Die Erkenntnisse aus der Ortsschau sind in der entsprechenden Dokumentation enthalten [2]. Es konnten sechs Bögen als geeignet bestimmt werden (Böckten, Pratteln, Villnachern, Zeihen, Frick, Möhlin). Die ursprünglich beabsichtigte Wahl von je einem Bogen im Bereich eines Radius von 400-500 m, 500-600 m, 600-700 m und 700-800 m wurde zugunsten einer örtlichen Clusterung fallengelassen. Auch wären die Randbedingungen eines diversen Verkehrsmix und einer guten Messzugänglichkeit kaum mehr zu erfüllen, wenn diese Einschränkung des Radius gemacht wird. Die örtliche Analyse vieler Bögen zeigt, dass Lärmschutzwände, Böschungen und Einschnitte oder naher Strassenverkehr sinnvolle Lärmmessungen erschweren. Die nun ausgewählten Bögen haben Radien im Bereich von 400-600 m, sowie einen Radius von 1500 m.

## 2.2. WP 4, Messkonzeption

Die vermuteten Ursachen und Mechanismen für die Entstehung eines erhöhten Bogenlärms sind komplex und messtechnisch nur aufwändig zu bestimmen. Aus diesem Grund wird ein iteratives Messkonzept vorgeschlagen. Die Details sind im Bericht zur Messkonzeption [3] dokumentiert. Eine wichtige Messgrundlage für das Verständnis des Bogenlärms kann eine separate Messung beider Schienen betreffend Abklingrate (TDR) unter Belastung sein (CEN\_TR 16891\_2016). Eine solche Messung in Bögen ist bisher nicht standardisiert. Der Nutzen einer Messung der lateralen Position der einzelnen Räder ist noch unklar und müsste in einem Vorversuch geprüft werden. Aus obigen Gründen wird deshalb eine Messkampagne vorgeschlagen, welche einerseits Vorleistungen erfordert und andererseits eine Etappierung in Vorversuch, Streckenmessung 1, 2 und 3 vorsieht. Folgende Kenntnisse sollen in mehreren Schritten dadurch gewonnen werden:

Vorleistung:

- Vereinfachte kombinierte Messung von Schienenrauheit, Radrauheit, TDR und Geschwindigkeit unter Belastung.
- Sensitivitätsanalyse der Messhöhen relativ zu Schienenoberkante (horizontal) oder zu einer schiefen Ebene.

Vorversuch:

- Kenntnis der Streuung der Emissionspegel innerhalb eines Bogens und Emissionsvergleich mit BAV-Messung (Monitoring-Station).
- Erprobung einer einfachen Messung der lateralen Radposition (evtl. nur Farbversuch).
- Kenntnis des Einflusses unterschiedlicher Witterungsbedingungen (Temperatur, Nässe) auf den Bogenlärm.
- Erkenntnisse für die Bestimmung einer sinnvollen Messdauer für die folgenden Streckenmessungen.

#### Streckenmessung 1:

- Kenntnis der Differenz von zwei Referenzgeraden (Pratteln und BAV-Monitoring Itingen)
- Emissionsvergleich Gerade zu zwei Bögen.
- Vergleich des Bogenlärms von zwei Bögen mit identischen Fahrzeugen.

#### Streckenmessung 2:

- Emissionsvergleich Gerade zu zwei Bögen.
- Vergleich des Bogenlärms von zwei Bögen mit identischen Fahrzeugen.

#### Streckenmessung 3:

- Zwei Emissionsvergleiche Gerade zu Bogen.
- Vergleich des Bogenlärms von zwei Bögen mit identischen Fahrzeugen.
- Plausibilisierung der Grenze für Bogenlärm bei Radius  $< 1000$  m
- Optional: Vergleich des Lärms von zwei Geraden mit identischen Fahrzeugen.

### 3. Differenzen zum Termin- und Budgetplan

Für das WP 1-4 waren sechs Monate Bearbeitungszeit und 175 Arbeitsstunden eingeplant. Die Phase 1 des Projekts wird innerhalb der Termin- als auch der Budgetplanung abgeschlossen. Per Stichtag 16. November 2023 werden voraussichtlich 155 Arbeitsstunden angefallen sein.

### 4. Ausblick und Diskussion

Bevor die Phase 2 des Projekts Messanalyse und Modellentwicklung beantragt werden kann, sind Vorleistungen notwendig. Insbesondere müssen standardisierte Messungen entwickelt und erprobt werden. Wir gehen davon aus, dass wir dies inhouse mit Hilfe des Fahrbahnlabs und ergänzen der Messungen erarbeiten können. Wir schlagen vor, dass diese Arbeiten über den Planervertrag mit dem BAV abgewickelt wird, welcher Leistungen im Bereich der Unterstützung für Ressortforschung explizit vorsieht. Sobald der in der Messkonzeption [3] definierte Messvorgang erprobt und weiter konkretisiert ist, kann mit Hilfe eines Messbüros eine Offerte für die Phase 2 erarbeitet werden. Wir gehen davon aus, dass dies bis Mitte 2024 möglich sein sollte.

Auf der akustischen Seite ist das Messkonzept nicht komplex. Pro Messquerschnitt werden zwei Mikrofone eingesetzt. Um das Schwingungsverhalten (TDR) und die Rauheit zu bestimmen, ist jedoch zusätzlich pro Schiene mindestens ein Beschleunigungsaufnehmer anzubringen. Dies macht die Messung zwar aufwändiger, ist jedoch u.E. unabdingbar, wenn man aus den Messungen neben einer Modellvalidierung auch einen Nutzen für eine Modellverbesserung oder eine akustische Optimierung der Bogenfahrt generieren will.

Die Vorleistungen und der Vorversuch werden aber helfen, die Messkomplexität für die effektiven Streckenmessungen zu reduzieren. Aus heutiger Sicht wird die Umsetzung der formulierten Messkonzeption mit einem verhältnismässigen Aufwand möglich sein. Nach Abschluss der Phase 1 erscheint die Vorbereitung und anschliessende Beantragung der Phase 2 nach wie vor erstrebenswert.

### 5. Anhang

- [1] Analyse des Einflusses der Bogenfahrt auf die Lärmemissionen – Phase 1 – Erster Zwischenbericht, 17. August 2023, SBB AG
- [2] Dokumentation ausgewählter Bögen
- [3] Messkonzeption