



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Umwelt BAFU**  
Abteilung Lärmbekämpfung

**Bundesamt für Umwelt BAFU**



Materials Science & Technology

# sonTRAM Emission: Webtool des BAFU und der Empa

Version 1.1.2, 09.12.2015

---

## Inhalt

1	Übersicht .....	3
2	Definitionen / Voraussetzungen .....	3
2.1	Definitionen.....	3
2.2	Voraussetzungen.....	3
3	Anmeldung .....	4
4	Fahrzeug-Emissionen .....	6
4.1	Gespeicherte Fahrzeug-Einstellungen.....	7
4.2	Eingabeparameter.....	8
4.2.1	Schienenrauheiten .....	8
4.2.2	Baureihe/Oberbautyp .....	8
4.2.3	Länge .....	8
4.2.4	Anzahl Achsen .....	9
4.2.5	Geschwindigkeit .....	9
4.3	Baureihen-Details.....	9
4.4	Resultate (Diagramm) .....	9
4.5	Resultate tabellarisch.....	11
	Resultate in Zwischenablage kopieren.....	11
5	Strecken-Emissionen .....	12
5.1	Listenberechnungen/Templates für Listenberechnungen.....	12
5.2	Gespeicherte Berechnungseinstellungen .....	13
5.3	Streckenparameter .....	13
5.4	Metadaten.....	13
5.5	Ergebnisse / Übersicht .....	14
5.6	Tramkomposition .....	15
6	Verwalten .....	16
6.1	Vorlagen Verwalten.....	16
6.2	Templates Herunterladen .....	16
7	Unsicherheitsangabe zum sonTRAM-Webtool .....	17

# 1 Übersicht

Das sonTRAM Webtool des BAFU und der Empa ist eine Web Applikation, mit der Emissionen von einzelnen Tram-Fahrzeugen und ganzen Streckenabschnitten berechnet werden können.

Die Applikation ist gehostet unter der Adresse: <https://sontram.empa.ch/>. Zur Nutzung der Berechnungsfunktionen ist ein Login auf der Seite notwendig. Dieses kann über einen Link auf der Webseite beantragt werden.

## 2 Definitionen / Voraussetzungen

### 2.1 Definitionen

Leq	Mittelungspegel in dB(A)
LpAeq,T	A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel in 7.5 Metern Distanz zur Gleismitte während der Vorbeifahrtzeit T. LpAeq,T (0m), ..., LpAeq,T (4m), entsprechen den Pegelanteilen der jeweiligen Höhen und LpAeq,T (roll) dem Rollgeräuschanteil und LpAeq,T (tot) dem Gesamtgeräusch.
LwA	Der LwA entspricht auf der Seite Fahrzeug dem A-bewerteten mittleren Schalleistungspegel des Fahrzeuges. Auf der Seite Strecke entspricht der LwA dem A-bewerteten mittleren Schalleistungspegel eines Streckenabschnittes von 1 m Länge für die Zeiträume Tag bzw. Nacht gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung. LwA (0m), ..., LwA (4m) entsprechen den Pegelanteilen der jeweiligen Höhen und LwA (roll) dem Rollgeräuschanteil und LwA (tot) dem Gesamtgeräusch.
Lr	Emissionspegel Lr für die Zeiträume Tag und Nacht gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung, Anhang 3 bzw. 4.
K1-Korrekturen	Pegelkorrektur K1 für die Zeiträume Tag und Nacht gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung, Anhang 3 bzw. 4.
Unsicherheiten	Durch eine farbliche Abstufung wird die potentielle Unsicherheit eines Ergebniswertes angegeben. Details sind im Kapitel 7 definiert.
Tramkomposition	Eine Tramkomposition ist ein Tram bestehend aus einem bis mehreren Tramwagen.

### 2.2 Voraussetzungen

Zur Nutzung der Webapplikation werden ein Internetzugang sowie ein Browser benötigt.

Das sonTRAM Webtool wurde für folgende Browser getestet:

- Internet Explorer 10.0.6
- Google Chrome 27.0.1453.116
- Mozilla Firefox 22.0

JavaScript muss bei allen Browsern aktiviert sein. Bei Google Chrome und Mozilla Firefox muss zusätzlich der Adobe Flash Player installiert und aktiviert sein.

Zur Weiterverarbeitung von Berechnungsergebnissen wird Microsoft Excel empfohlen.

### 3 Anmeldung

Wenn im Browser die Adresse <https://sontram.empa.ch/> eingegeben wird, öffnet sich folgendes Fenster:

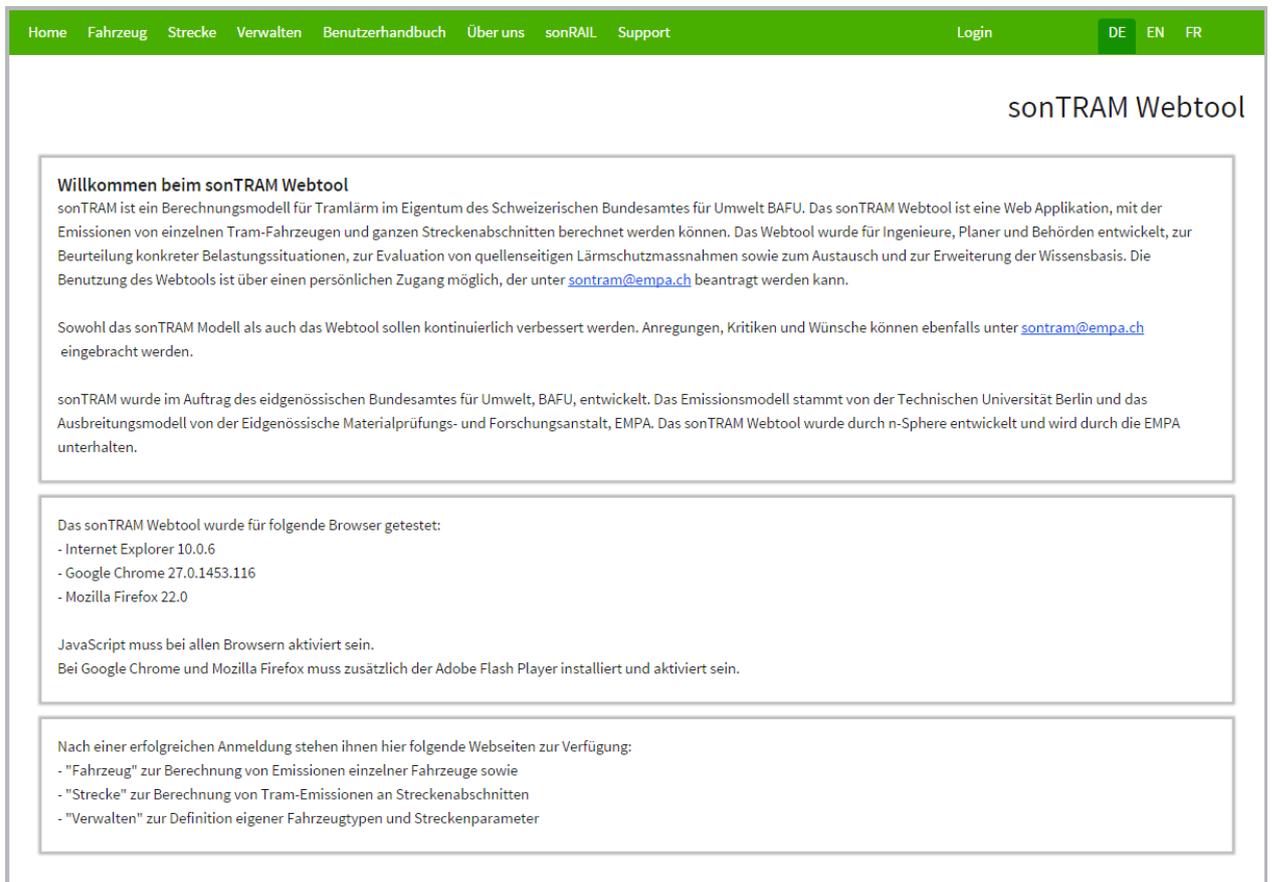


Abbildung 1: Startbildschirm sonTRAM Webtool

Durch einen Klick auf Login oder einer der geschützten Bereiche Fahrzeug, Strecke oder Verwalten in der Menüleiste, erscheint der Anmeldedialog:

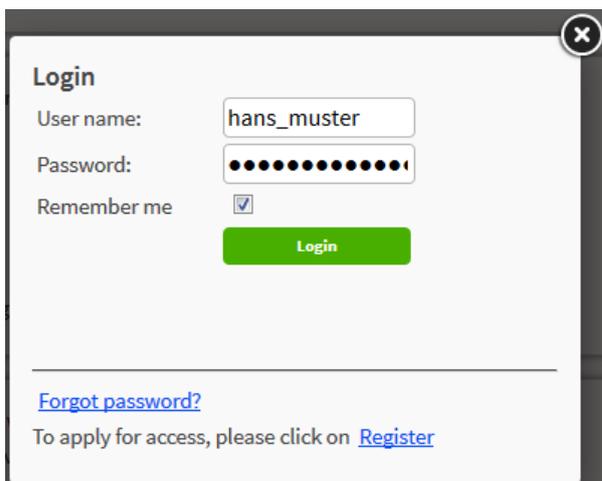


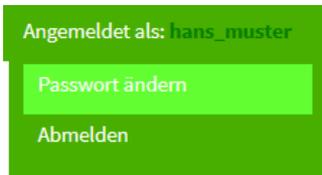
Abbildung 2: Anmeldung sonTRAM Webtool

In den Eingabefeldern „Benutzer“ und „Passwort“ geben Sie die bereitgestellten Login-Daten ein. Sollten Sie Ihr Passwort vergessen haben, können Sie dieses über den Link „Passwort vergessen“ zurücksetzen. Falls Sie noch kein Login erhalten haben, können Sie über den Link „Anmeldung“ eine Mail mit Ihrem Standard-Mailprogramm an den Verwalter der Webtools senden.

Nach erfolgreichem Login, stehen Ihnen alle Funktionen des Webtools zur Verfügung.

Nach erfolgter Anmeldung wird im Menü Ihr Benutzername angezeigt.

Wenn Sie die Maus über den Benutzernamen bewegen erscheinen zwei neue Einträge, einer zum Ändern des eigenen Passwortes und einer, um sich vom Webtool abzumelden.



**Abbildung 3: Passwort ändern/abmelden**

## 4 Fahrzeug-Emissionen

Auf dem Reiter „Fahrzeug“ können nach einem erfolgreichen Login Emissionsberechnungen für einzelne Fahrzeuge durchgeführt werden.

Die Seite sieht wie folgt aus:

**Gespeicherte Berechnungseinstellungen**

--- Bitte wählen --- ↑ ↺

**Fahrzeug- und Streckenparameter**

Schienenrauheit: Default (Tram) PDF

Baureihe / Oberbautyp: Basel, BLT Tango (Asphalt, 8% Bergfahrt) PDF

Fahrzeuglänge (m): 45      Anzahl Achsen: 10

Geschwindigkeit (km/h): 35

**Einstellungen**

Schalldruckpegel LpA als Terzbandspektren im seitlichen Abstand von 7.5m zur Gleismitte

Schallleistung LwA als Terzbandspektren

**Resultate als Diagramm**

Schalldruckpegel LpA als Terzbandspektren im seitlichen Abstand von 7.5m zur Gleismitte

Terzpegel in dB(A)

Terzmittenfrequenzen [Hz]

**Resultate Tabellarisch**

Frequenz	Schalldruckpegel LpA als Terzbandspektren im seitlichen Abstand von 7.5m zur Gleismitte						Gesamtpegel
	Spektren der 5 Quellenhöhen					Rollgeräusch	
	LpA,eq (0 m)	LpA,eq (0.5m)	LpA,eq (2m)	LpA,eq (3m)	LpA,eq (4m)		
100	49.4	0.0	0.0	0.0	0.0	49.4	49.4
125	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	51.4
160	50.7	0.0	0.0	0.0	0.0	50.7	50.7
200	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	51.4
250	55.2	0.0	0.0	0.0	0.0	55.2	55.2
315	58.8	0.0	0.0	0.0	0.0	58.8	58.8
400	62.9	0.0	0.0	0.0	0.0	62.9	62.9
500	61.9	0.0	0.0	0.0	0.0	61.9	61.9
630	64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	64.4	64.4
800	67.8	0.0	0.0	0.0	0.0	67.8	67.8
1000	68.6	0.0	0.0	0.0	0.0	68.6	68.6
1250	65.8	0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	65.8
1600	64.1	0.0	0.0	0.0	0.0	64.1	64.1
2000	63.5	0.0	0.0	0.0	0.0	63.5	63.5
2500	61.1	0.0	0.0	0.0	0.0	61.1	61.1
3150	59.2	0.0	0.0	0.0	0.0	59.2	59.2
4000	65.5	0.0	0.0	0.0	0.0	65.5	65.5
5000	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	53.8
6300	51.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	51.0
8000	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	48.5	48.5
<b>LpA,eq</b>	<b>75.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>75.5</b>	<b>75.5</b>
% an Gesamtpegel	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0

Alle Schallemissionen sind in der Einheit dB(A) angegeben  
 Farbcodierung Unsicherheiten: Gering Mittel Hoch  undefiniert

Resultate in Zwischenablage kopieren

Link to Wikipedia:  
sonTRAM Webtool Version: 1.1.2.34500

Abbildung 4: Überblick Seite "Fahrzeug"

Die Seite ist so strukturiert, dass im oberen Bereich eigene Fahrzeugberechnungen verwaltet werden können. Unterhalb davon können die Streckenparameter und Fahrzeugeigenschaften gewählt werden. Im Bereich Akustische Grösse kann gewählt werden, ob die Resultate als Schallleistung oder als Schalldruckpegel dargestellt werden sollen und direkt unterhalb werden die Ergebnisse der Berechnung in Form eines Diagramms und als Tabelle visualisiert. Zusätzlich wird unten links eine Beschreibung der gewählten Baureihe dargestellt.

Die Berechnung startet automatisch, sobald sämtliche erforderlichen Parameter angegeben wurden. Eingabeparameter und Ergebnisse werden in den folgenden Unterkapiteln 4.2, 4.4 und 4.5 beschrieben.

#### 4.1 Gespeicherte Fahrzeug-Einstellungen

In diesem Bereich befinden sich Funktionen zur Verwaltung eigener Fahrzeugberechnungen. Je nachdem, ob eine gespeicherte Berechnung ausgewählt ist oder nicht, stehen mehr oder weniger Funktionen zur Verfügung.



Abbildung 5: Fahrzeug-Einstellungen verwalten

In der Auswahlliste links stehen eigene gespeicherte Fahrzeug-Einstellungen zur Verfügung, die für andere Benutzer nicht sichtbar sind. Über die Schaltflächen rechts davon können neue Einstellungen erstellt, runter- oder hochgeladen werden und gelöscht werden.

-  Diese Schaltfläche ermöglicht den Download von Einstellungen und Resultaten im Format Excel.
-  Über diese Schaltfläche können als Excel gespeicherte Einstellungen hochgeladen werden. Als Name der Einstellungen wird der Name der Excel-Datei verwendet.
-  Zum Überschreiben der aktuell geöffneten Einstellungen verwenden Sie diese Schaltfläche.
-  Diese Schaltfläche dient dem Speichern der aktuellen Einstellungen unter einem neuen Namen. Durch einen Klick erscheint folgender Dialog.  

 Abbrechen

Nach dem Eingeben eines Namens bestätigen Sie bitte Ihre Angaben erneut mit , oder brechen Sie das Speichern über die Schaltfläche „Abbrechen“ ab.
-  Über diese Schaltfläche können Sie gespeicherte Einstellungen löschen.

## 4.2 Eingabeparameter

Direkt unterhalb der vordefinierten Einstellungen werden die Eingabeparameter für die Berechnung definiert. Je nach Parametertyp erfolgt die Eingabe über eine Auswahlliste oder eine Textbox. Falls es sich um einen optionalen Parameter handelt ist diesem Parameter ein Kontrollkästchen vorangestellt. Der Parameter fließt nur bei aktiviertem Kontrollkästchen in die Berechnung ein.

*Wenn in einem Textfeld ein Wert eingegeben wird, der nicht interpretiert werden kann, so wird das Feld rot hinterlegt und es kann keine Berechnung gestartet werden.*

Zu einigen Parametern liegt eine detaillierte Beschreibung vor. Diese wird durch Klick auf den -Button hinter dem Parameter in einem neuen Tab des Browsers geöffnet.

Zwecks besserer Übersichtlichkeit sind die Eingabeparameter in Strecken- und Fahrzeugparameter unterteilt. Die einzelnen Parameter werden im Folgenden beschrieben.

*Auf eine Auflistung der einzelnen Werte wird hier verzichtet, da diese geändert und/oder ergänzt werden können -und. Die Beschreibungen zu den vordefinierten Werten kann über den -Button rechtes der jeweiligen Parameter aufgerufen werden.*

Um die grosse Parametervielfalt bei sonTRAM etwas einzuschränken wurden a priori Annahmen zu den Rad- und Schienenrauheiten sowie dem Kontaktfiter getroffen.

Details zu den zugrundeliegenden Messungen können dem Bericht „Forschungsprojekt Tramlärm 2013“ entnommen werden, Informationen zur Übersetzung der Messdaten in den sonRAIL Quelle-Formalismus sind im Bericht „Tramlärm: Formulierung als sonRAIL-Emission“ zu finden.

Beide Berichte können unter folgender Adresse bezogen werden:

<http://www.bafu.admin.ch/laerm/10312/10313/10314/10316/index.html?lang=de>

### 4.2.1 Schienenrauheiten

Das Rollgeräusch wird durch die Rauheiten der Laufflächen von Rädern und Schienen verursacht. Unter Rauheit im akustischen Sinne wird die Oberflächenwelligkeit in einem Bereich zwischen 0.1 cm und 63 cm Wellenlänge verstanden.

### 4.2.2 Baureihe/Oberbautyp

Unter der Annahme, dass bei modernen Tramfahrzeugen die akustischen Emissionen in der Regel durch das Rollgeräusch dominiert werden, wurden exemplarisch die Vorbeifahrts-Ereignisenergiemessungen an vier Tramtypen bei unterschiedlichem Untergrund in den sonRAIL Quellenmodell-Formalismus übersetzt. Hierbei wurden typische Rad- und Schienenrauheitsspektren und ein analytisch beschreibbares Kontaktfiter zu Grunde gelegt.

Durch Anpassung der Oberbautransferfunktion wurde schliesslich spektral beste Übereinstimmung mit den Messdaten erzielt. Es zeigte sich, dass damit die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Tramemissionen zufriedenstellend nachgebildet werden kann.

### 4.2.3 Länge

Die (Fahrzeug-)Länge ist ein Pflicht-Eingabeparameter und wird anhand der Baureihe mit einem Standardwert gesetzt. Dieser Standardwert kann manuell durch Eingabe in dem Textfeld angepasst werden.

*Achtung: Bei einem Wechsel der Baureihe werden manuelle Anpassungen durch den Standardwert der neuen Baureihe überschrieben*

#### 4.2.4 Anzahl Achsen

Die Anzahl Achsen ist wie die Länge ein Pflicht-Eingabeparameter und wird ebenfalls anhand der Baureihe mit einem Standardwert gesetzt. Dieser Standardwert kann manuell durch Eingabe in dem Textfeld angepasst werden.

*Achtung: Bei einem Wechsel der Baureihe werden manuelle Anpassungen durch den Standardwert der neuen Baureihe überschrieben*

#### 4.2.5 Geschwindigkeit

Dieser Pflichtparameter gibt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs an, mit der sich das Fahrzeug bewegt. Es ist zu beachten, dass die Unsicherheiten in der Berechnung bei geringen Geschwindigkeiten (< 30 km/h) deutlich zunehmen.

### 4.3 Baureihen-Details

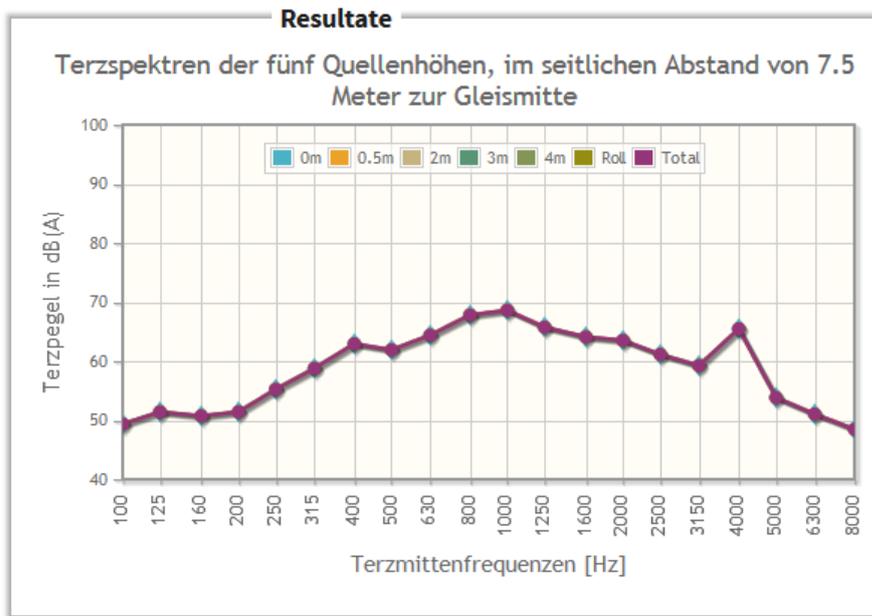


**Abbildung 6: Baureihe-Details**

Sofern definiert, werden hier die Baureihen-Details inkl. Link auf eine Wikipedia Seite mit weitergehenden Informationen zur aktuell gewählten Baureihe eingeblendet. Wenn auf den Link geklickt wird, öffnet sich die entsprechende Hilfeseite in einem neuen Reiter des Browsers.

#### 4.4 Resultate (Diagramm)

Nachdem eine Berechnung erfolgt ist, werden die Ergebnisse wie in folgender Abbildung gezeigt visualisiert.



**Abbildung 7: Diagramm Resultate**

Die beiden Skalen des Diagramms sind fix definiert. Im Diagramm werden 7 Linien angezeigt. Diese repräsentieren die Terzpegel nach Terzfrequenzen für 5 Quellenhöhen sowie die Roll- und die Totalemissionen. Bei den aktuell definierten Tramfahrzeugen wurde die Gesamtemission der Höhe 0 Meter zugeordnet. So entspricht die Emission auf 0 Metern gleichzeitig dem Rollgeräusch und der Gesamtemission. Für die Höhen 0.5, 2, 3 und 4 Meter sind derzeit keine Quellen definiert.

In Abhängigkeit der unter Akustische Grösse gewählten Einstellungen werden die Emissionen als Schalldruckpegel in 7.5 Metern Distanz zur Gleismitte, oder als Schalleistungspegel dargestellt.

#### 4.5 Resultate tabellarisch

Rechts des Diagramms werden die Resultate in tabellarischer Form aufgelistet.

Resultate Tabellarisch							
Frequenz	Terzspektren im seitlichen Abstand von 7.5m zur Gleismitte						
	Spektren der 5 Quellenhöhen					Rollgeräusch	Gesamtpegel
	LpA_0m	LpA_0.5m	LpA_2m	LpA_3m	LpA_4m	LpA_roll	LpA_tot
100	49.4	0.0	0.0	0.0	0.0	49.4	49.4
125	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	51.4
160	50.7	0.0	0.0	0.0	0.0	50.7	50.7
200	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	51.4
250	55.2	0.0	0.0	0.0	0.0	55.2	55.2
315	58.8	0.0	0.0	0.0	0.0	58.8	58.8
400	62.9	0.0	0.0	0.0	0.0	62.9	62.9
500	61.9	0.0	0.0	0.0	0.0	61.9	61.9
630	64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	64.4	64.4
800	67.8	0.0	0.0	0.0	0.0	67.8	67.8
1000	68.6	0.0	0.0	0.0	0.0	68.6	68.6
1250	65.8	0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	65.8
1600	64.1	0.0	0.0	0.0	0.0	64.1	64.1
2000	63.5	0.0	0.0	0.0	0.0	63.5	63.5
2500	61.1	0.0	0.0	0.0	0.0	61.1	61.1
3150	59.2	0.0	0.0	0.0	0.0	59.2	59.2
4000	65.5	0.0	0.0	0.0	0.0	65.5	65.5
5000	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	53.8
6300	51.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	51.0
8000	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	48.5	48.5
<b>L_pA,eq</b>	<b>75.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>75.5</b>	<b>75.5</b>
% an Gesamtpegel	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0

Alle Schallemissionen sind in der Einheit dB(A) angegeben  
 Farbcodierung Unsicherheiten: Gering Mittel Hoch undefiniert

Resultate in Zwischenablage kopieren

Abbildung 8: Tabellarische Resultate Fahrzeug

In der Tabelle ist zu beachten, dass anhand der Farbe des Wertes abgelesen werden kann, mit welcher Unsicherheit der Wert behaftet ist (Zu Unsicherheiten siehe Kapitel 7).

#### Resultate in Zwischenablage kopieren

Unterhalb der Tabelle mit den Resultaten befindet sich eine Schaltfläche „Resultate in Zwischenablage kopieren“. Über einen Klick auf die Schaltfläche werden die Eingaben und Ergebnisse der aktuellen Seite in die Zwischenablage übernommen, von der Sie in andere Applikation, wie beispielsweise eine Microsoft Excel Tabelle, kopiert werden können.

## 5 Strecken-Emissionen

Auf der Seite Strecken können die Lärm-Emissionen für Tramstrecken berechnet werden. Dazu werden die Tramkompositionen definiert, welche den Streckenabschnitt befahren.

**Listenberechnungen**

Excel Datei

Gezippte FileGDB

**Templates für Listenberechnungen**

Excel Datei

Gezippte FileGDB

**Gespeicherte Berechnungseinstellungen**

--- Bitte wählen ---

**Streckenparameter**

Schienenrauheit: Default (Tram)

**Metadata**

Projekt:

Strecke:

Gemeinde:

Kilometer:

Datum:

Bearbeiter:

Bemerkung:

**Resultate/Übersicht**

Berechnen	# Trams	Leq,e (7.5m)	K1-Korrekturen Bahn	Lr,e (1m) Bahn	Lr,e (7.5m) Bahn	LwA,e
Tag	115	54	-5	58.2	49	64.8
Nacht	33	51.7	-8.8	52.1	42.9	62.5

Die Korrekturen K1 gelten für Tramlinien, die auf einem eigenen Trasseee verlaufen.  
 Alle Schallemissionen sind in der Einheit dB(A) angegeben  
 Farbcodierung Unsicherheiten: Gering Mittel Hoch  undefiniert

Resultate in Zwischenablage kopieren
Tabellarische Resultate einblenden

**Tramkompositionen**

Typ der neuen Tramkomposition: Basel, BVB Combino (Asphalt, horizontal)

	Tramtyp	Länge (m)	Komposition	# Trams Tag	# Trams Nacht	Geschw. (km/h)	Leq,e Tag (7.5m)	Leq,e Nacht (7.5m)	LpA,eq tot (7.5m)
<input checked="" type="checkbox"/>	Basel, BLT Tango (Asphalt, horizontal)	45	Basel, BLT Tango (Asphalt, horizontal)	82	25	35	52.8	50.7	73.6
<input checked="" type="checkbox"/>	Basel, BVB Combino (Asphalt, horizontal)	43	Basel, BVB Combino (Asphalt, horizontal)	33	8	35	48	44.9	72.9

Alle Schallemissionen sind in der Einheit dB(A) angegeben

Abbildung 9: Überblick Seite "Strecke"

### 5.1 Listenberechnungen/Templates für Listenberechnungen

Mittels der Listenberechnungsfunktionalität können die Emissionen verschiedener Strecken in einem Durchgang berechnet werden. Zur Definition der Streckeneigenschaften und Verkehrszahlen stehen Templates zur Verfügung. Wahlweise können die Daten in einer Excel-Datei oder mittels Esri ArcGIS in einer FileGDB definiert werden. Die dazu benötigten Templates können über die Schaltflächen im Bereich „Templates für Listenberechnung“ heruntergeladen werden. Über die Schaltflächen im Bereich „Listenberechnung“ können befüllte Excel-Dateien und gezippte FileGDB's hochgeladen werden. Nach dem Hochladen werden die Berechnungen automatisch gestartet und nach Beendigung der Berechnungen eine E-Mail mit einem Link zum Download der Resultate versendet.

## 5.2 Gespeicherte Berechnungseinstellungen

In diesem Bereich befinden sich Funktionen zur Verwaltung eigener Streckenberechnungen. Je nachdem, ob eine gespeicherte Berechnung ausgewählt ist oder nicht, stehen mehr oder weniger Funktionen zur Verfügung.



**Abbildung 10: Strecken-Einstellungen verwalten**

In der Auswahlliste links stehen eigene gespeicherte Strecken-Einstellungen zur Verfügung, die für andere Benutzer nicht sichtbar sind. Über die Schaltflächen rechts davon können neue Einstellung erstellt, runter- oder hochgeladen werden und gelöscht werden.

-  Diese Schaltfläche ermöglicht den Download von Einstellungen und Resultaten im Format Excel.
-  Über diese Schaltfläche können als Excel gespeicherte Einstellungen hochgeladen werden. Als Name der Einstellungen wird der Name der Excel-Datei verwendet.
-  Zum Überschreiben der aktuell geöffneten Einstellungen verwenden Sie diese Schaltfläche.
-  Diese Schaltfläche dient dem Speichern der aktuellen Einstellungen unter einem neuen Namen. Durch einen Klick erscheint folgender Dialog:
 

 Abbrechen

Nach dem Eingeben eines Namens bestätigen Sie bitte Ihre Angaben erneut mit , oder brechen Sie das Speichern über die Schaltfläche „Abbrechen“ ab.
-  Über diese Schaltfläche können Sie gespeicherte Einstellungen löschen.

## 5.3 Streckenparameter

Als Streckenparameter ist die folgende Eingabe zu definieren

- Schienenrauheiten

Kurvenradien und Brückentypen werden derzeit bei sonTRAM im Gegensatz zu sonRAIL nicht unterstützt und Oberbautypen werden gemeinsam mit den Baureihen definiert.

## 5.4 Metadaten

Die Metadaten können optional ausgefüllt werden. Da Sie beim Kopieren in die Zwischenablage übernommen werden, unterstützen Sie den Anwender bei der Dokumentation seiner Arbeiten mit dem sonTRAM Webtool.

## 5.5 Ergebnisse / Übersicht

Die Tabelle zeigt das Gesamtergebnis der Emissionsberechnung für den Streckenabschnitt. Dabei werden die Streckenparameter sowie die aktiven Tramkompositionen in der Berechnung berücksichtigt.

**Resultate/Übersicht**

Berechnen	# Trams	Leq,e (7.5m)	K1-Korrekturen Bahn	Lr,e (1m) Bahn	Lr,e (7.5m) Bahn	LwA,e
Tag	115	54	-5	58.2	49	64.8
Nacht	33	51.7	-8.8	52.1	42.9	62.5

Die Korrekturen K1 gelten für Tramlinien, die auf einem eigenen Trasse verlaufen.  
 Alle Schallemissionen sind in der Einheit dB(A) angegeben  
 Farbcodierung Unsicherheiten: Gering Mittel Hoch undefiniert

**Abbildung 11: Resultate der Streckenberechnung**

Die Berechnung der Emissionswerte wird durch Klick auf die Schaltfläche „Berechnen“ gestartet. Dadurch werden sowohl die Gesamtemissionen, als auch die Emissionen der Tramkompositionen berechnet.

In der Tabelle mit den Gesamtergebnissen werden folgende Informationen unterteilt nach Tag und Nacht gezeigt:

- # Trams: Die Anzahl der Tramkompositionen, die in dem Zeitintervall den Streckenabschnitt passieren
- Leq, e (7.5m): Mittelungspegel in 7.5 m Distanz zur Fahrbahnmitte (dB[A]).
- K1-Korrekturen: Pegelkorrektur K1 für die Zeiträume Tag und Nacht gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung, Anhang 4
- Lr,e (1m): Emissionspegel Lr,e für die Zeiträume Tag und Nacht gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung, Anhang 4 in 1m Distanz zur Fahrbahnmitte.
- Lr,e (7.5m): Emissionspegel Lr,e für die Zeiträume Tag und Nacht gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung, Anhang 4 in 7.5 m Distanz zur Fahrbahnmitte.

*Tag Beschreibt den Zeitraum von 06:00 –22:00, Nacht den Zeitraum vom 22:00 – 06:00*

Über die Schaltfläche „Resultate in Zwischenablage“ kopieren, können die Resultate kopiert und beispielsweise in eine Excel-Tabelle eingefügt werden (siehe 0. 0Resultate in Zwischenablage kopieren).

## 5.6 Tramkomposition

Der Bereich Tramkompositionen wird in der Benutzeroberfläche in folgender Tabelle gezeigt.

Tramkompositionen									
Typ der neuen Tramkomposition: Basel, BVB Combino (Asphalt, horizontal) <span style="float: right;">+</span>									
	Tramtyp	Länge (m)	Komposition	# Trams Tag	# Trams Nacht	Geschw. (km/h)	Leq,e Tag (7.5m)	Leq,e Nacht (7.5m)	LpA,eq tot (7.5m)
<input checked="" type="checkbox"/>  	Basel, BLT Tango (Asphalt, horizontal)	45	Basel, BLT Tango (Asphalt, horizontal)	82	25	35	52.8	50.7	73.6
<input checked="" type="checkbox"/>  	Basel, BVB Combino (Asphalt, horizontal)	43	Basel, BVB Combino (Asphalt, horizontal)	33	8	35	48	44.9	72.9

Alle Schallemissionen sind in der Einheit dB(A) angegeben

Abbildung 12: Tabelle Tramkompositionen

Eine neue Tramkomposition kann mit Hilfe der Schaltfläche  oberhalb der Tabelle ergänzt werden. Die Geschwindigkeiten und Anzahl Trams während dem Tag und in der Nacht können in der Tabelle editiert werden.

Die Tabelle hat folgende Spalten:

- Aktivierung: Durch Deaktivierung des Kontrollkästchens kann die Tramkomposition von der Berechnung ausgeschlossen werden.
- Steuerung:   
  - o Über die Checkbox  definieren Sie, ob die Tramkomposition bei der Berechnung berücksichtigt werden soll
  - o Mit der Schaltfläche „Klon“  wird ein Duplikat der Tramkomposition erstellt
  - o Mit  wird die Tramkomposition entfernt
- Tramtyp: Der Tramtyp der Komposition wird beim Erstellen der Komposition definiert. Er kann nachträglich nicht geändert werden.
- Länge: Die Länge der Komposition ergibt sich aus der Addition der Längen aller Tramwagen der Komposition.
- Komposition: Dieses Feld enthält den Namen der Komposition. Als Name wird standardmässig der Tramtyp verwendet.
- # Trams Tag: Die Anzahl der Trams, die den Streckenabschnitt am Tag passieren.
- # Trams Nacht: Die Anzahl der Trams, die den Streckenabschnitt in der Nacht passieren.
- Geschwindigkeit: Die Geschwindigkeit in km/h, mit der die Tramkomposition den Streckenabschnitt passiert.

Spalten mit Lärmwerten. Diese werden bei einem Klick auf „Berechnen“ befüllt. Durch die Farbcodierung der Werte wird die Unsicherheit der Werte klassifiziert

- Leq,e Tag (7.5m): Der Mittelungspegel der Tramkomposition für den Tag
- Leq,e Nacht (7.5m): Der Mittelungspegel der Tramkomposition für die Nacht
- L<sub>pA</sub>\_tot (7.5m): A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel während der Vorbeifahrtzeit T

*Alle Änderungen mit Ausnahme von Namensanpassungen setzen die berechneten Ergebnisse zurück. Um die Emissionen für die aktuelle Konfiguration zu berechnen, muss erneut auf „Berechnen“ unter „Resultate/Übersicht“ geklickt werden.*

## 6 Verwalten

Auf dem Reiter „Verwalten“ können nach einem erfolgreichen Login eigene Schienenrauheiten und Baureihen/Oberbautypen verwaltet werden.

Die Seite sieht wie folgt aus:



Abbildung 13: Überblick Seite "Verwalten"

Im linken Bereich der Seite finden Sie die Funktionen zum Download bestehender Definitionen und zum Verwalten der eigenen Vorlagen. Im rechten Teil der Seite finden Sie die Excel-Templates zur Definition neuer Vorlagen.

### 6.1 Vorlagen Verwalten

-  Diese Schaltfläche ermöglicht den Download von Einstellungen im Format Excel. Diese Einstellungen können als Vorlage zur Erstellung weiterer
-  Über diese Schaltfläche können als Excel gespeicherte Einstellungen hochgeladen werden. Namen und Anzeigenamen der Einstellungen müssen eindeutig sein.
-  Über diese Schaltfläche können Sie eigene gespeicherte Einstellungen löschen.

### 6.2 Templates Herunterladen

Alternativ zum Download von bestehenden Schienenrauheiten, und Baureihen/Oberbautypen und können über die Schaltflächen  auch leere Excel-Templates zur Erstellung neuer Vorlagen heruntergeladen werden.

## 7 Unsicherheitsangabe zum sonTRAM-Webtool

1. Jeder Teilquelle in der Emissionsdatenbank wird eine der vier nachfolgenden Kategorien zur Einschätzung der Datenqualität zugeordnet (die Beschreibung kann und soll noch verbessert werden):
  - a) Genaue Messung
  - b) Genaue Berechnung (z.B. mit TWINS)
  - c) Messung mit unvollständigen und ergänzten Daten bzw. teilweise unbekanntem Einflussgrößen
  - d) Prognoserechnung
2. Die vier Kategorien sind mit einer Einschätzung der Unsicherheit der Emissionsdaten verknüpft. Folgende Werte werden im Sinne einer Standardabweichung vorgeschlagen:
  - a) Genaue Messung: 0.5 dB(A)
  - b) Genaue Berechnung: 1.0 dB(A)
  - c) Messung reduzierter Qualität: 2.0 dB(A)
  - d) Prognoserechnung: 3.0 dB(A)

Die Genauigkeitsangabe für Kategorie a) entspricht den Vorgaben für die Emissionsdaten, wie sie im sonRAIL-Projekt formuliert worden waren. Die übrigen Angaben sind Schätzungen.

3. Die obigen Schätzungen der Aussageunsicherheit gehen von gewissen Annahmen aus. Die Benutzer sollen deshalb auf folgende Einschränkungen hingewiesen werden: „Die Genauigkeitsangabe bildet nur die Unsicherheit der Emissionsdaten in Kombination mit dem sonTRAM-Emissionsmodell bei Fahrt auf offener Strecke ab. Fehler und Ungenauigkeiten bei der Modellierung, beispielsweise bei einer unbekanntem Schienenrauheit, werden nicht abgebildet. Zusätzlich ist bei Weichen, Brücken und Kurven mit einer grösseren Unsicherheit zu rechnen.“
4. Unter Verwendung der gleichen Formel wird die Unsicherheit ganzer Trams und in einem weiteren Schritt ganzer Streckenabschnitte bestimmt.
5. Die resultierenden Standardabweichungen sind im Webtool nicht als Zahlen ausgewiesen, sondern farblich codiert:
  - a)  $s \leq 1$  dB(A) Blau
  - b)  $1 < s \leq 2$  dB(A) Orange
  - c)  $2 < s$  Violet