



1. Introduction

Le nouveau modèle de calcul des émissions du bruit routier sonROAD18 [1,2], combiné au modèle de calcul de la propagation selon la norme ISO 9613-2 [3], remplacera probablement dès le 1^{er} juillet 2023 les modèles existants de calcul du bruit routier StL-86+ [4] et sonRoad [5].

En complément à la description du modèle, l'OFEV a déjà publié des explications détaillées sur l'application de sonROAD18, sur le traitement des données d'entrée ainsi que sur les paramètres de calcul de la propagation :

- Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18. Traitement des données d'entrée et calcul de la propagation. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement no 2127, 2021 [6] Désigné ci-après par « Connaissance de l'environnement OFEV ».
- sonROAD18 : foire aux questions (FAQ). Office fédéral de l'environnement, Berne, Version 1.0, 22.02.2022 [7] Désigné ci-après par « FAQ OFEV ».

Une application correcte du nouveau modèle de calcul du bruit routier, en particulier la combinaison du modèle d'émissions et d'immissions et du logiciel de calcul utilisé, est devenue plus complexe. Les deux publications de l'OFEV posent les bases d'une application aussi uniforme que possible de sonROAD18 dans toute la Suisse, en combinaison avec la norme ISO 9613-2, dans le but notamment de permettre une meilleure comparaison des résultats des calculs.

L'aide à l'exécution est disponible en plusieurs langues. En cas de divergences entre les différentes versions linguistiques, seule la version allemande fait foi. Les autres versions linguistiques sont des traductions de la version allemande.

2. Importance et but de l'aide à l'exécution

La présente aide à l'exécution complète ponctuellement les publications mentionnées en introduction et contient des recommandations d'application pour les réglages à effectuer dans les logiciels de calcul. L'aide à l'exécution s'adresse en premier lieu aux autorités d'exécution et aux bureaux

d'ingénieurs actifs dans le domaine de l'acoustique. Son objectif est une large harmonisation de l'exécution. Les autorités d'exécution et les bureaux d'ingénieurs qui tiennent compte de cette aide à l'exécution peuvent partir du principe que leur pratique est conforme au droit fédéral.

3. Questions et réponses

1. Les autorités d'exécution continueront-elles à fournir des niveaux d'émission issus des cadastres du bruit comme données d'entrée pour le calcul de la propagation ?

Les autorités d'exécution peuvent fournir des niveaux d'émission et/ou des données de base pour le calcul des émissions. En règle générale, les données d'entrée détaillées conformes aux modèles de géodonnées minimaux 142.1 [8] et 144.1 [9] peuvent être obtenues auprès des autorités d'exécution. Il s'agit des données de base suivantes : Axes de transport avec données de trafic par catégories SWISS10+ (alternatives : TJM, Nt1/Nt2, Nn1/Nn2), par direction de circulation et éventuellement aussi par voie de circulation, vitesses signalées, type de route selon la norme VSS 40 040b [10], pente, indications sur le revêtement, température de l'air (cf. FAQ OFEV questions n° 9 à 11, p. 2s.).

2. Les calculs selon sonROAD18/ISO 9613-2 peuvent-ils également être effectués à la main, sans logiciel de calcul ?

Le calcul de la propagation n'est plus réalisable manuellement, car il doit être effectué en prenant en compte le calcul spectral et l'angle d'élévation. Les émissions et les immissions peuvent être calculées à l'aide de logiciels de calcul du bruit appropriés.

3. Quel est le domaine d'application de l'outil web sonROAD18 de l'Empa ?

L'outil web sonROAD18¹ peut être utilisé pour le calcul des émissions. Il convient de préciser que les émissions spectrales ainsi déterminées ne peuvent pas être directement reprises dans un logiciel de calcul, car le calcul ultérieur de la propagation en

fonction de l'angle d'élévation nécessite des données sur la composition du trafic. Cet outil est destiné aux autorités d'exécution, aux acousticiens, aux ingénieurs et aux particuliers, entre autres à des fins de vérification de la plausibilité. Il n'est pas adapté à l'élaboration d'expertises dans le cadre de l'assainissement du bruit routier ou d'attestations du respect des exigences de protection contre le bruit dans le contexte d'une procédure de permis de construire.

4. Existe-t-il des recommandations concernant les paramètres de calcul de la propagation ?

Il convient de tenir compte des directives du document Connaissance de l'environnement OFEV (chap. 3, p. 21s.) et de la FAQ OFEV (questions n° 28 et n° 29, p. 9s.). En outre, les recommandations d'application suivantes sont formulées :

Prise en compte des réflexions multiples

En complément aux paramètres décrits dans le document Connaissances de l'environnement OFEV (chap. 3.2 p. 22), seule la 1^{ère} réflexion est à prendre en compte pour les calculs de cadastres. Pour les expertises acoustiques élaborées dans le cadre de procédures de construction et de planification, il convient en règle générale de tenir compte des réflexions allant jusqu'au 3^{ème} ordre. Pour les projets d'assainissement du bruit routier, il convient d'évaluer en fonction de la situation si, en raison de la densité des constructions, il est nécessaire de prendre en compte, en plus de la 1^{ère} réflexion, les réflexions allant jusqu'au 3^{ème} ordre pour des raisons de précision des prévisions et si cela est praticable en termes de temps de calcul. L'étude « Vergleich Reflexionsordnung ISO 9613-2, Analysen zum Einfluss auf die Genauigkeit und die Rechenzeit » (en allemand) et ses annexes peuvent servir de base pour l'évaluation.

¹ <https://sonroad18.empa.ch/>

Prise en compte de l'effet d'atténuation du bruit du tracé végétalisé des tramways dans une situation de trafic mixte

L'effet d'atténuation du bruit d'un tracé végétalisé n'est pas pris en compte dans le calcul des émissions, mais est modélisé par le facteur de sol G selon la norme ISO 9613-2 dans le cadre du calcul de la propagation, G étant égal à 1 (pour un sol poreux) pour le tracé végétalisé. Pour que le calcul puisse être effectué selon sonROAD18/ISO 9613-2, il est cependant nécessaire que le tronçon de tramway soit considéré comme un tracé mixte (cf. Liste de contrôle Environnement pour les installations ferroviaires, éd. OFT et OFEV, 2022) et que le bruit doive donc être évalué en tant que bruit du trafic routier.

5. Existe-t-il des recommandations d'application concernant les paramètres des logiciels de calcul du bruit ?

Les possibilités de réglage dans les logiciels commerciaux de calcul du bruit sont multiples. Ces réglages doivent donc être définis avec soin et en connaissance de leurs effets et des directives y relatives. Le cas échéant, d'éventuelles ambiguïtés sont à clarifier avec les développeurs des logiciels.

L'annexe 1 de la présente aide à l'exécution contient les recommandations de réglage pour les logiciels de calcul du bruit les plus courants. Les développeurs de logiciels confirment la conformité avec les calculs test selon [2], chap. 7 en cas d'utilisation de ces réglages. D'autres développeurs de logiciels peuvent également publier leurs recommandations de réglage en annexe à la présente aide à l'exécution.

6. Une étude de plausibilité doit-elle être présentée dans le cadre d'une expertise de bruit ?

L'expert doit toujours procéder à un contrôle de plausibilité. Il appartient à l'autorité d'exécution de décider si le contrôle de plausibilité des résultats des calculs doit figurer dans l'expertise de bruit. L'autorité d'exécution procédera à une comparai-

son des résultats avec le cadastre du bruit (si disponible) et demandera à l'expert de justifier d'éventuels écarts significatifs. Il est essentiel de consigner les bases de calcul et les réglages appliqués, ainsi que le logiciel utilisé (y compris le cas échéant la version du convertisseur SWISS10 utilisée) dans l'expertise acoustique (cf. également FAQ OFEV, questions n° 10 et n° 11, p.3).

7. Comment les niveaux d'émissions et d'immissions doivent-ils être indiqués à l'avenir (arrondi) ?

Contrairement aux directives du manuel du bruit routier [11] et de la FAQ OFEV (question n° 6, p. 2), nous recommandons d'indiquer les niveaux d'immissions avec une décimale et de les arrondir conformément à l'aide à l'exécution du Cercle Bruit « Arrondi dans le cadre de la présentation des résultats de l'évaluation du bruit » [12]. Le manuel du bruit routier [11] est en cours de révision et une adaptation de la règle d'arrondi à une décimale est probable par analogie avec l'aide à l'exécution de l'OFEV « Détermination et évaluation du bruit de l'industrie et de l'artisanat » [13]. Par rapport à la règle d'arrondi du manuel du bruit routier [11], celle de l'aide à l'exécution du Cercle Bruit [12] est plus favorable aux personnes exposées au bruit.

8. Des corrections de niveau dans le calcul des émissions et des immissions peuvent-elles être effectuées à proximité des carrefours et des giratoires ?

Les corrections des émissions selon l'aide à l'exécution 3.13 du Cercle Bruit « Détermination du bruit à proximité des carrefours et des giratoires » ne sont plus applicables dans le contexte de sonROAD18. Les majorations des immissions pour l'effet de gêne peuvent être prises en compte si nécessaire sur la base du manuel du bruit routier [11] (cf. également FAQ OFEV question n° 32, p. 11). Cette majoration pour l'effet de gêne n'est pas prévue à l'annexe 3 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit et est juridiquement contestée.

9. Jusqu'à quand les autorités accepteront-elles des expertises acoustiques avec des calculs du bruit routier effectués avec le modèle StL-86+ ?

En principe, il est recommandé d'utiliser dès que possible sonROAD18 en combinaison avec la norme ISO 9613-2 pour les calculs du bruit routier. Selon toutes prévisions, il ne sera plus possible d'effectuer des mises à l'enquête publique ou de publier des documents basés sur des préavis établis sur la base de calculs du bruit selon StL-86+ [4] à partir du 1^{er} juillet 2023 (cf. FAQ OFEV, question n° 3, p. 1).

10. Le calcul de la propagation selon la norme ISO 9613-2 permet-il une prise en compte plus différenciée de la conception des bâtiments dans l'optique de « construire en zones bruyantes » ?

Les logiciels de calcul commerciaux continuent de calculer uniquement les « niveaux en champ libre » (cf. FAQ OFEV question no 30, p. 10). Pour déterminer l'effet des éléments constructifs d'un bâtiment (p. ex. balcons et loggias, saillies), il convient de continuer d'utiliser les outils de calcul courants et de suivre les directives (p. ex. page web bauen-im-laerm.ch). L'annexe C (informatif) de la norme « DIN EN ISO 12354-3, Acoustique du bâtiment - Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments - Partie 3 : Isolement aux bruits aériens venus de l'extérieur, 2017 » contient également des informations utiles à ce sujet.

11. Une mesure normalisée du bruit routier fait-elle toujours office d'attestation du respect des valeurs limites d'exposition ?

Les mesures et les calculs du bruit font toujours office de méthodes de détermination équivalentes conformément à l'article 38, alinéa 1 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit [14]. D'autres indications sur les mesures de bruit et la normalisation figurent dans la FAQ OFEV (questions n° 31 et n° 33, p. 10s.). L'Empa a en outre rédigé un document sur la normalisation des mesures du bruit routier avec sonROAD18 (annexe 2).

12. sonROAD18 détermine-t-il correctement l'effet combiné des mesures à la source que sont la limitation de la vitesse à 30 km/h et les revêtements phonoabsorbants ?

Selon le rapport Connaissance de l'environnement OFEV, le modèle sonROAD18 n'est pas validé de manière définitive pour les situations présentant un revêtement phonoabsorbant et des vitesses basses ($v < 50$ km/h). La précision des prévisions n'est par conséquent pas encore définitivement établie pour cette combinaison de mesures. Pour des mesures combinées, l'OFEV recommandera probablement également la combinaison de sonROAD18 et ISO 9613-2 à partir du 1^{er} juillet 2023 pour les évaluations ayant une incidence sur le respect des valeurs limites. D'autres modèles existants pour ces cas d'application, comme par exemple le modèle VSS pour une vitesse de 30 km/h [15], peuvent être utilisés pour des estimations approximatives.

13. Quelles sont les corrections du revêtement applicables pour les revêtements conventionnels et phonoabsorbants en l'absence de mesures spectrales de la qualité acoustique du revêtement ?

Dans son rapport Connaissance de l'environnement, l'OFEV précise qu'en l'absence de mesures spectrales de la qualité du revêtement, il convient de recourir aux valeurs caractéristiques des revêtements publiées dans le « Manuel du bruit routier - Aide à l'exécution pour l'assainissement, Anhang 1b: Belagskennwerte – Anwendungshilfe für die Belagsakustik (en allemand) ». L'annexe 1b a été mise à jour le 10 mars 2022 et contient désormais également des valeurs caractéristiques pour les revêtements phonoabsorbants SDA. Dans le nouveau modèle de calcul du bruit sonROAD18, les valeurs caractéristiques du revêtement selon l'annexe 1b correspondent aux valeurs spectrales de qualité du revêtement KB50 pour une vitesse de 50 km/h, resp. KB80 pour une vitesse de 80 km/h. Les valeurs KB50 peuvent également être utilisées pour des vitesses inférieures à 50 km/h (cf. tableau 8 Connaissance de l'environnement OFEV). D'autres indications sur la qualité du revêtement figurent dans la FAQ OFEV (questions n° 14 à 17 p. 6s.). Si la pose d'un revêtement phonoabsorbant est prévue ou si un tel revêtement est déjà posé et qu'il n'existe pas de valeurs caractéristiques pour ce revêtement à l'annexe 1b, l'autorité d'exécution détermine la valeur KB à appliquer.

4. Bibliographie

- [1] Heutschi K., Locher B., 2018: sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm, Empa, 09.07.2018 (en allemand) : www.bafu.admin.ch/sonROAD18
- [2] Heutschi K., 2020: sonROAD18-Berechnungsmodell für Strassenlärm – Weiterentwicklungen und Ergänzungen, Empa, 30.11.2020 (en allemand) : www.bafu.admin.ch/sonROAD18
- [3] International Standard ISO 9613-2 : Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul. 15.12.1996
- [4] Modèle de calcul de bruit du trafic routier pour ordinateur, 1ère partie : Manuel d'utilisation du logiciel StL-86, Série Cahier de l'environnement no 60, Office fédéral de l'environnement, 1987
- [5] Heutschi K., 2004 : SonROAD – Modèle de calcul du trafic routier. Série Cahier de l'environnement no 366. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne.
- [6] OFEV (éd.) 2021 : Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18. Traitement des données d'entrée et calcul de la propagation. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement no 2127 : www.bafu.admin.ch/uw-2127-f
- [7] OFEV (éd.) 2022 : sonROAD18 : foire aux questions (FAQ). Office fédéral de l'environnement, Berne : bafu.admin.ch/sonROAD18
- [8] Cadastre de bruit pour les routes nationales, Identificateur 142.1, Géodonnées de base relevant du droit de l'environnement, Documentation relative au modèle, Version 2.0, 2022 : www.bafu.admin.ch/modeles-geodonnees
- [9] Cadastre de bruit pour les routes principales et les autres routes, Identificateur 144.1, Géodonnées de base relevant du droit de l'environnement, Documentation relative au modèle, Version 2.0, 2022 : www.bafu.admin.ch/modeles-geodonnees
- [10] Norme VSS 40 040b Projet, bases : Types de routes, Association suisse des professionnels de la route et des transports, 31.03.2019
- [11] Köppli M., 2021: Vergleich Reflexionsordnung ISO 9613-2 – Analysen zum Einfluss auf die Genauigkeit und die Rechenzeit, n-Sphere AG, 05.11.2021 (en allemand)
- [12] Schgüanin G., Ziegler T. 2006 : Manuel du bruit routier. Aide à l'exécution pour l'assainissement. État : décembre 2006. L'environnement pratique no 0637. Office fédéral de l'environnement, Berne : www.bafu.admin.ch/uv-0637-f
- [13] Cercle Bruit Aide à l'exécution 1.10, Arrondi dans le cadre de la présentation des résultats de l'évaluation du bruit, 6 décembre 2021
- [14] OFEV (éd.) 2016 : Détermination et évaluation du bruit de l'industrie et de l'artisanat. Aide à l'exécution pour les installations industrielles et artisanales. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique no 1636 : www.bafu.admin.ch/uv-1636-f
- [15] Ordonnance sur la protection contre le bruit OPB, RS 814.41 du 15 décembre 1986, État le 1er juillet 2021
- [16] Bases d'évaluation de l'effet d'une vitesse de 30 km/h sur le bruit, Projet de recherche VSS 2012/214, Février 2017

Les quatre développeurs de logiciels interrogés confirment la conformité avec les calculs test selon [2], chap. 7, en cas d'utilisation des paramètres selon les recommandations ci-dessous.

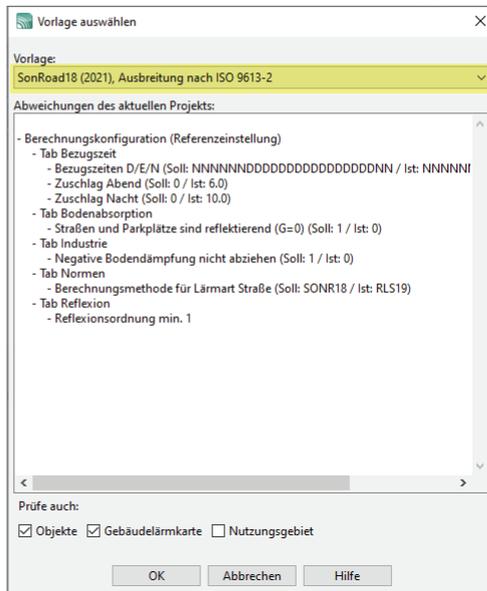
En principe, l'expert est responsable du paramétrage correct du calcul en fonction du projet et de la situation. L'autorité d'exécution peut émettre des directives spécifiques.

1. Datakustik GmbH, CadnaA Version 2022 MR2 32- und 64 Bit

Durch Wahl der Vorlage «sonROAD18» in der Berechnungskonfiguration werden alle Rechenparameter auf die Angaben gemäss [6] gesetzt. Werden diese Parameter nachträglich verändert, so erfolgt vor dem Starten einer Berechnung eine entsprechende Warnung.



Öffnen der Vorlagenauswahl



Vorlage auswählen

Durch Wahl der Vorlage «sonROAD18 (2021), Ausbreitung nach ISO 9613-2» werden die Ausbreitungsparameter auf die gelb markierten Werte gesetzt:

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Fluglärm Bplan
 Normen Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Vorlage: **SonRoad18 (2021), Ausbreitung nach ISO 9613-2**  Konfiguration öffnen...
 Konfiguration speichern...

Normen / Richtlinien:

Industrie: ISO 9613
 Straße: **SonROAD18**
 Schiene: Schall 03 (2014)
 Fluglärm: AzB 08

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration Normen

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Fluglärm Bplan
 Normen Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Default-Bodenabsorption G:

Verwende Puffer-Karte für Bodenabsorptionsberechnung
 Automatisch

Auflösung (m):

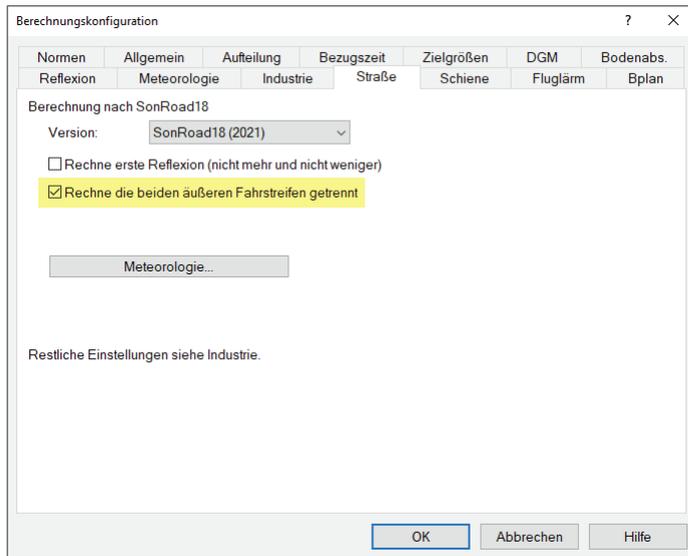
Straßen und Parkplätze sind reflektierend (G==0)
 Gebäude sind reflektierend (G==0)
 Schienen sind absorbierend (G==1)

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration Bodenabsorption

«Default-Bodenabsorption G» zwischen 0 und 1, falls unbekannt wird empfohlen:

- G = 0 für städtisches Gebiet
- G = 1 für ländliches Gebiet



Berechnungskonfiguration Strasse

Gemäss [6] Abschnitt 3.3 ist keine Meteokorrektur notwendig.

Zusätzlich wird durch die Vorlagenwahl das Folgende gesetzt resp. überprüft:

- Fassadenabsorption von Gebäuden auf 1 dB Reflexionsverlust gesetzt
- Objekt «Bebauung» deaktiviert
- Überprüfung, dass die Reflexionsordnung mindestens 1 ist.

2. G+P Ingenieure AG, SLIP 20

Damit Lärmberechnungen mit SLIP 20 (Version 8c) den Vorgaben des BAFU entsprechen, müssen die folgenden Berechnungseinstellungen gewählt werden.

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

Mit den folgenden Optionen können Sie die Eigenschaften für die Immissionsberechnung definieren (Genauigkeit vs. Geschwindigkeit, Reflexionsgrad, etc.). Bitte beachten Sie: (a) Nur ausgewählte Elemente (Quellen, Hindernisse, Topografiefinien, Empfänger) werden für die Immissionsberechnungen berücksichtigt. (b) Die Berechnungsergebnisse werden für jede Auswahl automatisch in der Projektdatenbank abgespeichert und können jederzeit wieder geladen werden ("Auswahl laden"). Klicken Sie hier für Hilfe.

↻

1. Auswahl-spezifische Einstellungen (gespeichert in der aktuellen Projektauswahl; wenn alle Projekte geschlossen sind, sind dies die Standardwerte)

Grobe Betrachtung der Geometrie (schnellere Berechnung; in der Regel, Fehler <~0.5 dB; siehe Hilfetext)

Grobberechnung von tiefen Pegeln (schnellere Berechnung) ...

Überschätzen bei sensitive Empfängerpunkte (z.B., berücksichtigen der geometrische Ungenauigkeiten; langsamere Berechnung) ...

Max. Distanz Quelle-Empfänger (empfohlen: 3000 .. 5000)
4000

Reflexionen ...

Terrain-interpolation
auto: use a DTM interpolation only when point-topography elements are selected [default; faster calculation]

Quellentypspezifische Einstellungen:

- Strasse (StL-86, SonRoad18) ...
- Schiene (SEMIBEL) ...
- Punkt- und Flächenquelle (ISO-9613) ...

Teilimmissionen speichern (für jeden Empfänger, nicht nur die Gesamtmission, sondern auch der Beitrag jeder einzelnen Quelle speichern) ...

2. Globale Optionen (werden für alle Projekte und Auswahlen verwendet)

Resultate jedesmal nach der Berechnung automatisch darstellen ...

Jedesmal vor der Berechnung diese Dialogbox anzeigen (nicht nur bei gedrückter [Ct+I])

Rechenleistung ...

OK Abbrechen

Einstellungen > Berechnungsoptionen

Reflexionen aktivieren: Es soll mindestens eine Reflexion berechnet werden. In städtischen, dicht bebauten Gebieten (Strassenschluchten) empfiehlt das BAFU, auch Reflexionen höherer Ordnung zu berechnen, um die Mehrfachreflexionen an Gebädefassaden zu berücksichtigen.

Berechnungsoptionen

Diese Einstellungen werden zur Berechnung des Straßenlärms verwendet. Das Straßenberechnungsmodell kann auf der Ebene der Quellelemente angegeben werden (siehe Emissionsparameter).

↻

Steigung der Strassen berücksichtigen (automatische Korrektur der Strassenemissionswerte)

Berechnungsmodell-spezifische Einstellungen:

- SonRoad18:
ISO-9613-Einstellungen (diese Norm wird zur Berechnung der Ausbreitung in SonRoad18 verwendet) ...

OK Abbrechen

Einstellungen > Berechnungsoptionen > Quellenspezifische Einstellungen - Strasse

Die Steigung der Strassen wird in der Regel immer bei der Modellberechnung berücksichtigt.

Bemerkung:

Mit sonROAD18 ist es nicht mehr zulässig, die Steigungskorrekturen als Einzahlwert direkt bei den Emissionswerten zu ergänzen (gängige Praxis mit StL-86+).

Berechnungsoptionen

Diese Einstellungen werden für den ISO-9613-Standard verwendet.

Methode zur Berechnung der Bodeneffekte
 force spectral method (for spectral sources) (assumes, e.g., an approx. flat ground)

Seitenbeugung (Diffraktion an vertikalen Kanten)
 weit entfernte Strassen und Schienen ausgenommen (Dist. > 1 km)

Lufttemperatur und -feuchtigkeit

Temperatur Tag [°C]	Temperatur Nacht [°C]
10	10

Feuchtigkeit Tag [%]	Feuchtigkeit Nacht [%]
70	70

Meteorological correction 'Cmet' -- this is a long-term average attenuation that takes into account that favourable propagation does not always apply (Cmet increases with distance (propagation-length), approaching the value C0 (see below) at large distances)

use following C0 values
 [no corr.: 0 (or empty); max.: ~5; usual: <=2]: C0 day: C0 night:

use C0 values estimated from wind statistics (Bavarian method)
 - values of C0 for propagation downwind/calm, crosswind and upwind, respectively: Km=0dB, Kq=1.5dB, Kg=10dB
 - wind statistics

OK Abbrechen

Einstellungen > Berechnungsoptionen > Quellspezifische Einstellungen - Strasse > ISO-9613-Einstellungen

Die Berechnungseinstellungen sind folgendermassen zu wählen:

- Bodeneffekt: «force spectral method» (Die Option «auto» ist eine adaptive Alternative, die in einigen Situationen eine Verbesserung darstellt, sie ermöglicht es, die für jeden Berechnungsschritt zu verwendende Methode automatisch neu zu bestimmen, die aber nicht den aktuellen Vorgaben des BAFU entspricht).
- Seitenbeugung: «weit entfernte Strassen und Schienen ausgenommen (Dist. > 1 km)»
- Standardbedingungen sonROAD18: 10° Lufttemperatur, 70% Luftfeuchtigkeit (Ausnahme: falls jedoch die jahresdurchschnittliche Temperatur mehr als 5°C von dieser Temperatur abweicht, so ist eine Temperaturkorrektur erforderlich).
- Cmet: Es ist derzeit nicht erforderlich diese Option zu aktivieren (impliziert förderliche Ausbreitung).

Quellen

Q: \Strasse \ "Strasse" - Emissionen

Es können verschiedene Emissionszustände festgelegt werden. Beim Abspeichern einer Auswahl von Typ "Variante zur Immissionsberechnung" muss der Emissionszustand festgelegt werden. Als "default" wird der Emissionszustand 0 gebraucht. Drücken Sie [F1] für weitere Informationen.

Zustand 0

Modell
SonRoad18 [Temperaturen Tag/Nacht: 10°/10°]

Eingabeoptionen
Verkehr: DTV, v
Ein Wert pro Element

N-Verteilung (der Fahrzeugklassen) Korrekturen an v (je nach Fahrzeugklasse) Verkehrsrichtung (für Steigungskorr.)
as in a road-lane of type 'SS, 50 km/h' [Swi10Krv21] all at below-specified v(s) but with vehicle-limitations [+,-] bidirectional (50%+, 50%-)

Belag [siehe auch unten die zusätzlichen Korrekturen K_pav1,2]
KB+0 @50km/h -- für SonRoad18, grobe Schätzung gemäss [SRd18w21] -- für STL86+, dies identisch mit 'STL86+ ref. pav.'

Emissionen (basierend auf Verkehrsdaten und div. Korrekturen) Werte t/n [dBA]
DTV v K1 K_pav1K_pav2K_other Lp Im
5000 50 74.3 / 62.0 (*)

ANMERKUNGEN:
- K_pav1 ist eine Gesamtgerausch-Belagskorrektur für "normal-lärmige" Fahrzeuge (LSV-Kat. 1); K_pav2 ist für "besonders-lärmige" Fahrzeuge (LSV-Kat. 2). Diese Korrekturen sind ****zusätzlich**** zu dem, was Ihre Auswahl unter "Belag" impliziert.
- DTV: The DTV you specify is fully assigned to the present road-element (the chosen N-distribution can only affect the ****proportion**** of vehicles).
- N-Verteilung: Nt: 0.0589*DTV [N2t: 8.5%]; Nn: 0.0072*DTV [N2n: 17.1%]. DTVn: 5.72%. The statistics for the selected code originally correspond to a lane (or lane-group) with a DTV that is approximately DTV_wholeRoad/2.
- SWISS 10-Klassen werden den LSV-Klassen wie folgt zugeordnet: Kat. 3-7 addieren zu N1; alle anderen Kat. addieren zu N2.
- Additional corrections: at propagation-calculation time, geometry-dependent corrections might be added (e.g. model-specified directivity).
(*) Dieser Wert beinhaltet Reflexionen auf dem Belag. Falls vom Modell unterstützt, beinhaltet dies eine Korr. für die in den Berechnungseinstellungen angegebenen Temperaturen (10°/10°). Dieser Wert beinhaltet KEINE Steigungskorrektur [this correction is automatically added at propagation-calculation time].

Einstellungen bei der Quelle

Die Einstellungen sind folgendermassen zu wählen

- Modell: «sonROAD18»
- Eingabeoptionen: Je nach Datengrundlage oder Vorgabe von Auftraggeber wählen
- N-Verteilung: Falls der SWISS10-Konverter verwendet wird, muss hier zwingend der richtige Strassentyp eingestellt werden. (Die Faktoren des SWISS10-Konverters sind so angepasst, dass immer die gesamte Verkehrsmenge dem entsprechenden Strassensegment zugeordnet wird ≠ BAFU Webtool.)
- Korrekturen an v: «all at below-specified v(s) but with vehicles-limitations». Damit wird sichergestellt, dass auf der Autobahn LKW und Cars nicht mit 120km/h gerechnet werden.
- Verkehrsrichtung: In der Regel immer «bidirectional» verwenden. Wenn die Quellen richtungsgetreunt erfasst werden, muss zwingend die Eingaberichtung des Polygonzuges beachtet werden.
- Belag: Falls keine CPX-Spektren vorhanden sind, immer die KB-Werte für sonROAD18 verwenden. Beläge mit dem Vermerk «nicht empfohlen» sollten nicht verwendet werden. Es ist auch möglich, die spektrale Belagskorrektur direkt einzugeben.

Bodeneffekt

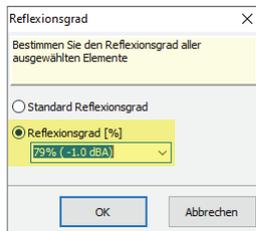
Wenn in SLIP20 der Bodentyp nicht spezifiziert wird (mittels Polygon-Elementen des Typs «Bodentyp»), geht das Programm immer von den folgenden Annahmen aus:

- Die Strassenoberfläche ist schallhart. Die Fläche wird definiert aus dem Polygon der Strasse und der Strassenbreite.
- Bei Waldflächen wird ein poröser Boden angenommen.
- Alle übrigen Flächen haben standardmässig den Bodentyp Gras.

Daher werden für Berechnungen mit SonRoad18 Bodentyp-Elemente nötig, um schallharte Bodenoberflächen zu spezifizieren (ausser für Strassenoberflächen).

Gebäude

Sämtliche Gebäude müssen als reflektierend eingegeben werden. Es ist nicht ausreichend, die Reflexionen bei den Berechnungseinstellungen zu aktivieren!



Reflexionsgrad

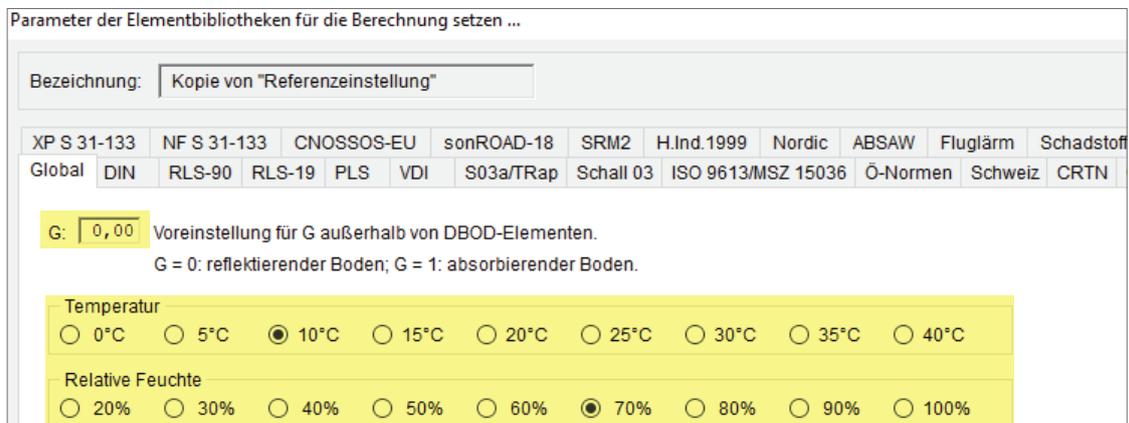
Gemäss den Vorgaben des BAFU ist ein Reflexionsgrad von 79% (Verlust von 1 dBA) einzustellen.

3. Wölfel GmbH, IMMI 30 vom November 2022

interne Versionsnummer [527]

Berechnungseinstellungen

Im Menü «Berechnung» werden die Einstellungen zur Berechnung vorgenommen.



Referenzeinstellung > Elementbibliotheken > Global

- Bodendämpfung G zwischen 0 und 1
- Auswahl von Temperatur und relativer Feuchte: 10°C und 70%

Parameter für das Rechenmodell

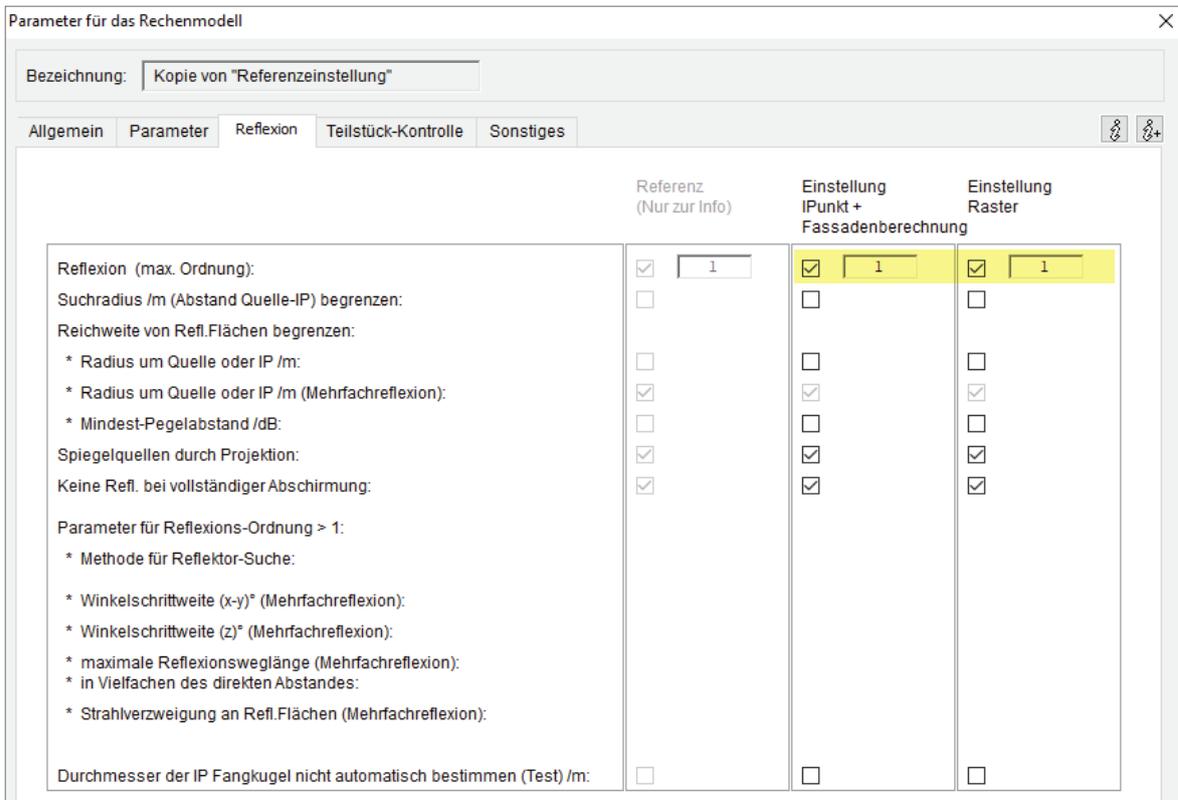
Bezeichnung:

Allgemein | **Parameter** | Reflexion | Teilstück-Kontrolle | Sonstiges

	Referenz (Nur zur Info)	Einstellung IPunkt + Fassadenberechnung	Einstellung Raster
Reichweite von Quellen begrenzen:			
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Mindest-Pegelabstand /dB:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projektion von Linienquellen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Projektion von Flächenquellen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Beschränkung der Projektion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mindestlänge für Teilstücke /m:	<input type="text" value="1,0"/>	<input type="text" value="1,0"/>	<input type="text" value="1,0"/>
Variable Min.-Länge für Teilstücke: * in Prozent des Abstandes IP-Quelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zus. Faktor für Abstandskriterium:		<input type="text" value="1,0"/>	<input type="text" value="1,0"/>
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Einfügungsdämpfung begrenzen:			
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:			
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:			
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613			
* Seitlicher Umweg:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Referenzeinstellung > Rechenmodell > Parameter

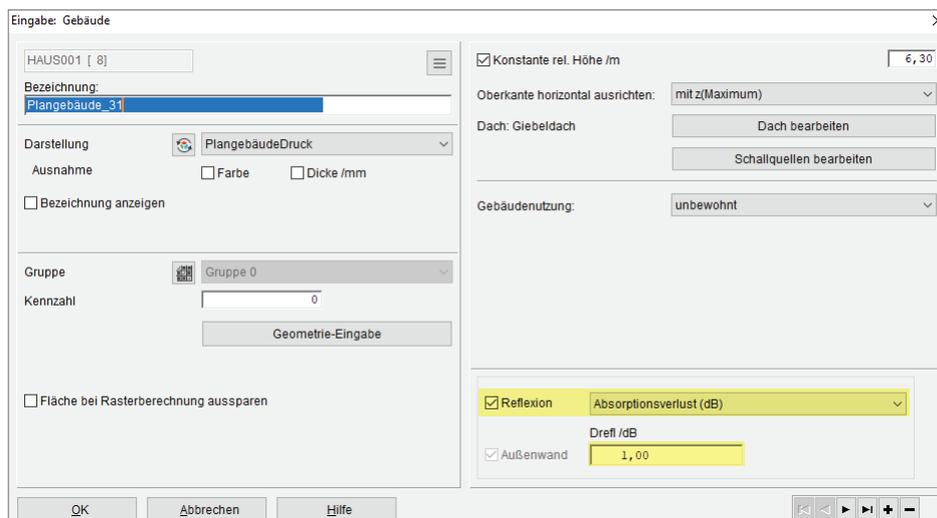
– Referenzeinstellungen können übernommen werden



Referenzeinstellung > Rechenmodell > Reflexion

– Reflexionordnung: mind. 1, ggf. höher

Einstellungen am Gebäude



Gebäude

– Reflexion aktivieren und Absorptionsverlust von 1 dB auswählen

Weitere Hinweise

- Meteorologische Korrektur greift auf Voreinstellung der ISO9613-2 zurück: Mitwindwetterlage
- Bei Verwendung der Elementbibliothek sonRoad18 als Strassenquelle sind alle Vorgaben gemäss Verteilerschlüssel, Nutzung der swiss10 bzw. swiss10+ Kategorien, Verteilung der Verkehrszahlen auf Tag und Nacht, Berücksichtigung der Steigung, Strassenbelagskorrektur, Fahrtrichtung entsprechend sonRoad18 umgesetzt.

Mit diesen Einstellungen wird auch die Konformität der Testaufgaben erfüllt und bestätigt

Je nach Projekt kann von diesen Einstellungen abgewichen werden

4. SoundPLAN GmbH, SoundPLANnoise 8.2

SoundPLAN erfüllt unter Verwendung der Programmvoreinstellungen die Anforderungen von sonROAD18/ISO9613-2.

Kurt Heutschi, 16.03.2022

Normalisierung von Strassenlärmessungen mit sonROAD18

Ausgangslage

In der Praxis besteht das Bedürfnis, Strassenlärmessungen auf andere Verkehrsverhältnisse umzurechnen. Im StL-86+ Formalismus gestaltet sich diese in der Folge als Normalisierung bezeichnete Operation sehr einfach, da letztlich die Steigungskorrektur und die Belagseigenschaft in der Regel als pauschale Korrekturen dem Endergebnis zugerechnet werden. Demgegenüber kann in sonROAD18 diese Normalisierung nicht ohne Wissen um den Belageinfluss durchgeführt werden, wie an einem fiktiven Beispiel gezeigt werden soll:

Fall 1: «lauter» Belag, der mit einem KB50 = +1 charakterisiert werden kann:

Messsituation: Die Leq-Messung hat tagsüber bei 20° Lufttemperatur einen Leq von 68.1 dB(A) ergeben. Dabei wurden bei einer effektiven Geschwindigkeit von 45 km/h 900 Personenwagen und 100 LKW pro Stunde gezählt. Die Strecke ist eben und der Elevationswinkel kann als 0° angenommen werden.

Zielsituation: Für eine Überprüfung der Einhaltung des nächtlichen Grenzwerts soll die Messung auf folgende Situation umgerechnet, d. h. normalisiert werden: Lufttemperatur 10°, effektive Geschwindigkeit 50 km/h, 200 Personenwagen und 5 LKW pro Stunde.

Normalisierung: die Berechnung der Messsituation und die Berechnung der Zielsituation mit sonROAD18 ergibt eine Pegeldifferenz $\Delta L_{\text{Ziel-Mess}}$ von **-7.1 dB(A)**.

Fall 2: «leiser» Belag, der mit einem KB50 = -4 charakterisiert werden kann:

Messsituation: Die Leq-Messung hat tagsüber bei 20° Lufttemperatur einen Leq von 64.7 dB(A) ergeben bei im Übrigen identischen Bedingungen wie im obigen Fall 1.

Zielsituation: Für eine Überprüfung der Einhaltung des nächtlichen Grenzwerts soll die Messung auf die oben im Fall 1 beschriebene Situation umgerechnet, d. h. normalisiert werden.

Normalisierung: die Berechnung der Messsituation und die Berechnung der Zielsituation mit sonROAD18 ergibt eine Pegeldifferenz $\Delta L_{\text{Ziel-Mess}}$ von **-7.8 dB(A)**.

Obwohl im Fall 1 und im Fall 2 die verkehrstechnischen Verhältnisse identisch sind, unterscheiden sich die Normalisierungspegelkorrekturen (-7.1 bzw. -7.8) um 0.7 dB(A). Der Grund liegt darin, dass das belagsabhängige Rollgeräusch bei LKWs im Vergleich zu PWs einen kleineren Anteil am Gesamtgeräusch hat und folglich auf dem «lauten» Belag die Veränderung des LKW-Anteils weniger stark durchschlägt als auf dem «leisen» Belag.

Vorgehen bei der Normalisierung

Wie obiges Beispiel zeigt, kann eine Normalisierung nicht ohne Kenntnis der Belageigenschaften erfolgen.

Im besten Fall ist direkt der in sonROAD18 einzusetzende spektrale Belageinfluss bekannt. Alternativ kann bei Vorliegen einer CPX-Messung mittels des CPX Umrechnungsmodells (CPX-Schnittstelle) der sonROAD18 Belageinfluss bestimmt werden. Falls nur der KB-Wert bekannt oder zumindest abschätzbar ist, kann auch durch Zuhilfenahme der entsprechenden Standard-Belagskorrektur auf den sonROAD18 Belageinfluss geschlossen werden. Mit diesem Belageinfluss wird anschliessend der Mittelungspegel $Leq_{\text{Rechnung, Messsituation}}$ in 1 m Abstand für die Messsituation und anschliessend der $Leq_{\text{Rechnung, Zielsituation}}$ in 1 m Abstand für die Zielsituation berechnet. Mit dem gemessenen Mittelungspegel Leq_{Messung} ergibt sich dann der auf die Zielsituation normalisierte Mittelungspegel $Leq_{\text{Zielsituation}} = Leq_{\text{Messung}} + (Leq_{\text{Rechnung, Zielsituation}} - Leq_{\text{Rechnung, Messsituation}})$.

Ohne Wissen zu den Belageigenschaften kann keine eigentliche Normalisierung vorgenommen werden. Eine Messung kann aber dazu verwendet werden, die unbekanntens Belageigenschaften zu bestimmen. Dabei muss angenommen werden, dass die Ausbreitung durch das Ausbreitungsmodell korrekt nachgebildet wird und eine allfällige Abweichung zwischen Messung und Berechnung ausschliesslich der Belagswirkung geschuldet ist. In diesem Fall kann beispielsweise durch Anpassen jener KB-Wert identifiziert werden, der beste Übereinstimmung Messung/Rechnung ergibt.

Der oben beschriebene Entscheidungsbaum zur Charakterisierung der Belageigenschaften ist in untenstehendem Diagramm zusammengefasst.

