

Schornsteinhöhe nach TA Luft

BESMIN

Programmbeschreibung zu Version 1.0

Stand 2021-10-07

Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
Ingenieurbüro Janicke, Überlingen

Allgemeine Hinweise

Die sachgerechte Anwendung des Programms erfordert Fachkenntnisse im Bereich der TA Luft. Programm und Daten werden unter der GNU Public Licence kostenlos zur Verfügung gestellt. Es wird keine Gewähr für deren Richtigkeit oder Eignung für einen bestimmten Zweck übernommen. Das ganze Risiko bei der Verwendung liegt beim Anwender.

Das Programm wird auf den Internet-Seiten des Umweltbundesamtes zur Verfügung gestellt. Hier erscheinen bei Bedarf auch Aktualisierungen und Hinweise zu Problemen. Fragen im Zusammenhang mit dem Programm können an die Email-Adresse `info@austal.de` gerichtet werden.

1 Das Programm

Die TA Luft (2021) schreibt in Nummer 5.5.2.2 ein Verfahren zur Berechnung der Schornsteinhöhe vor. Mit dem Programm BESMIN (Bestimmung der minimalen Schornsteinhöhe) kann diese Berechnung durchgeführt werden.

Die Ausführungen der Nummer 5.5 für sich alleine ermöglichen bereits eine programmtechnische Umsetzung des vorgeschriebenen Rechenverfahrens. Mit BESMIN wird vom Umweltbundesamt eine öffentliche Referenzlösung zur Verfügung gestellt. Sie kann sowohl für praktische Anwendungen eingesetzt werden als auch für eine Überprüfung anderer Programme, denen die Eigenschaft zugesprochen wird, das Rechenverfahren nach Nr. 5.5 der TA Luft umzusetzen.

Das Copyright für das Programm BESMIN liegt beim Umweltbundesamt, 06813 Dessau-Roßlau, und beim Ingenieurbüro Janicke, 88662 Überlingen. Das Programm wird inklusive Quelltext kostenlos zur Verfügung gestellt. Programm und Quelltext unterliegen der GNU Public Licence (GPL). Quelltexte und GPL sind in der JAR-Datei (Archivdatei) enthalten.

Die Berechnung der Schornsteinhöhe basiert auf einer Bibliothek von Einzelfahnen, die gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Abschnitt 14 berechnet worden sind. Aus Effizienzgründen greift BESMIN nicht direkt auf die Einzelfahnen, sondern auf eine Auswertung zurück, in der für jede Fahne die skalierte Maximalkonzentration vermerkt ist. Der Ordner mit den Tabellen der Maximalkonzentrationen hat den Namen `maxima`. Er wird zur Ausführung der Berechnung benötigt. Das Programm prüft, ob der Inhalt dem Original entspricht, es dürfen daher keine Änderung in den Dateien vorgenommen werden.

Das Programm BESMIN ist ein JAVA-Programm und benötigt ein *Java Runtime Environment* (JRE) einschließlich JavaFX. Ausgetestet wurde das Programm unter JAVA Version 1.8. Zu BESMIN wird für Windows 64-Bit und Linux 64-Bit ein lokales JRE 1.8 mitgeliefert (Unterordner `jre`). Das Programm hat den Namen `Besmin.jar` und befindet sich im Unterordner `jar`. Das JAVA-Programm erwartet in dem Ordner, in dem es sich befindet,

auch den Ordner maxima.

Im Ordner oberhalb von jar wird für Windows 64-Bit das Programm Besmin.exe und für Linux 64-Bit das Programm Besmin mitgeliefert, das Besmin.jar mit dem mitgelieferten lokalen JRE startet. Es führt folgenden Befehl aus:

```
pre\bin\javaw -jar jar\Besmin.jar
```

Mit einem im System installierten JRE kann der Aufruf auch als

```
java -jar jar\Besmin.jar
```

oder für den interaktiven Modus einfach durch einen Doppelklick auf Besmin.jar erfolgen.

BESMIN benötigt für die Berechnung das Überhöhungsmodell PLURIS, das im *Bericht zur Umweltphysik* Nr. 10 (2019) festgelegt ist. Es ist in dem JAVA-Programm IBJpluris.jar implementiert, das im Unterordner jar erwartet wird.

Die aktuellen Programm-Versionen sind BESMIN 1.0.1 und IBJpluris 3.1.6.

Hinweis: Das ausgelieferte Programm Besmin.jar hat die CRC32-Prüfsumme 1AAB3D0B. Das ausgelieferte Programm IBJpluris.jar hat die Prüfsumme 09CE6C42.

2 Arbeitsweise

Das Programm BESMIN bestimmt die Bauhöhe eines einzelnen Schornsteins so, dass für jede Wettersituation der Maximalwert der bodennahen Konzentration die durch den S-Wert vorgegebene Konzentration (Zahlenwert in mg/m^3) gerade nicht überschreitet. Dabei wird auf die Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen zurückgegriffen, die für jede der in Betracht zu ziehenden Wettersituationen und ein Spektrum von effektiven Quellhöhen für eine passive Punktquelle in ebenem Gelände und ohne Gebäudeeinfluss durchgeführt worden sind.

Die Berechnung erfolgt in zwei Schritten:

1. Es wird für jede Wettersituation die effektive Quellhöhe berechnet, die erreicht werden muss, damit bei dem vorgegebenen Emissionsmassenstrom die bodennahe Konzentration den S-Wert nicht überschreitet.
2. Es wird für jede Wettersituation die Bauhöhe bestimmt, bei welcher sich zusammen mit der Abgasfahnenüberhöhung (berechnet mit IBJpluris) die erforderliche effektive Quellhöhe ergibt.

Der höchste Wert der für alle Wettersituationen bestimmten Bauhöhen ist die gesuchte Schornsteinhöhe.

2.1 Arbeitsablauf

Der Arbeitsablauf ist folgendermaßen:

1. Aus der Auswahlliste den gewünschte Stoff auswählen (der zugehörige S-Wert wird automatisch eingesetzt) oder den Stoff *Unbekannt* auswählen und im Eingabefeld einen S-Wert eingeben.
2. Die Emissionsparameter Emissionsmassenstrom, Innendurchmesser des Schornsteins, Austrittsgeschwindigkeit, Austrittstemperatur und Wasserbeladung in die entsprechenden Felder eintragen.

Das Programm lässt folgende Wertebereiche zu:

Kurzname	Parameter	Maßeinheit	Wertebereich
sv	S-Wert	mg/m ³	> 0
eq	Emissionsmassenstrom	kg/h	> 0
dq	Innendurchmesser	m	[0, 200]
tq	Austrittstemperatur	°C	[10, 600]
vq	Austrittsgeschwindigkeit	m/s	[0, 50]
zq	Wasserbeladung	kg/(kg tr)	[0, 2]

Die Parameter dq, tq, vq und zq werden nur zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung benötigt. Ist der Innendurchmesser dq oder die Austrittsgeschwindigkeit vq gleich 0, dann wird ohne Überhöhung gerechnet, Bauhöhe und effektive Quellhöhe sind in diesem Fall identisch.

3. Rechnung starten.

Beim Abarbeiten der einzelnen Wettersituationen werden im Reiter *Zwischenergebnisse* die jeweils berechnete effektive Quellhöhe und die resultierende Bauhöhe aufgelistet. Sind alle Wettersituationen abgearbeitet, dann wird die Zeile mit der höchsten Bauhöhe durch einen Stern gekennzeichnet und der Wert wird übernommen.

Das Ergebnis wird zusammen mit den Eingabeparametern in die Ergebnisliste im Reiter *Durchgeführte Berechnungen* übernommen. Sind mehrere Rechnungen durchgeführt, dann kann man durch Anklicken einer Zeile in der Ergebnisliste die zugehörigen Eingabedaten wieder in die Eingabefelder einsetzen, wobei auch die zugehörigen Zwischenergebnisse restauriert werden.

Ist die berechnete Bauhöhe größer als der in der TA Luft vermerkte Maximalwert 250 m, wird zur Kennzeichnung dieses Umstands der Wert 999,9 m ausgewiesen.

Die Ergebnisse können durch Drücken der Taste *Rechenergebnisse speichern* als Text-Datei gespeichert werden. Die Speicherung erfolgt im Ordner log, der sich auf derselben Ebene

wie der Ordner `jar` befindet und bei Bedarf neu angelegt wird. Der Name der Datei lautet `besmin(n).log`, wobei n eine Zahl zur Unterscheidung verschiedener Ergebnisdateien ist und immer um 1 weitergezählt wird.

2.2 Batch-Betrieb

Das Programm BESMIN kann auch ohne grafische Benutzer-Oberfläche verwendet werden. In diesem Fall sind alle Quellparameter und der S-Wert als Aufrufparameter zu übergeben. Jeder Aufrufparameter hat die Form `--Kurzname=Wert`.

Die zu verwendenden Kurznamen sind in der Tabelle oben aufgeführt. Es müssen alle Parameter vorgegeben werden, die Reihenfolge ist beliebig. Nach dem Aufruf

```
Besmin --sv=Wert --eq=Wert ...
```

oder

```
jre\bin\java -jar jar\Besmin.jar --sv=Wert --eq=Wert ...
```

bringt das Programm eine Fortschrittsanzeige, bei der für jeden Aufruf von IBJpluris ein Punkt ausgegeben wird. Zum Schluss werden die Zwischenergebnisse aufgelistet und die berechnete Schornsteinbauhöhe ausgegeben. Die Zwischenergebnisse enthalten für jede Stabilitätsklasse k_l und jede Windgeschwindigkeit u_a die erforderliche effektive Quellschöpfungshöhe h_e , die statistische Unsicherheit der zu ihrer Berechnung verwendeten Konzentrationswerte (in Klammern) und die erforderliche Bauhöhe h_b .

3 Technische Details

Weitere technische Details können dem *Bericht zur Umweltphysik Nr. 9* (Auflage 1) entnommen werden.¹ Im Gegensatz zu den Ausführungen in Auflage 1 erlaubt die aktuelle Version von BESMIN Bauhöhen bis hinunter zu 6 m entsprechend der Festlegung der TA Luft (2021).

Für Testzwecke kann im Batch-Betrieb mit der Zusatzoption `--log-pluris` die Protokolldatei von IBJpluris für die erste durchgeführte Überhöhungsrechnung ausgegeben werden, mit der Zusatzoption `--skip-stacktip-downwash` der *stacktip downwash* in der Überhöhungsrechnung unterdrückt und mit der Zusatzoption `--break-factor=Wert` ein anderer Abbruchfaktor für die Überhöhungsrechnung festgelegt werden.

`Besmin.jar` und `IBJpluris.jar` greifen zur Verarbeitung von DMN-Dateien auf das Pro-

¹Der Bericht wird in der Deutschen Nationalbibliothek (www.dnb.de) als PDF-Datei bereitgestellt ([urn:nbn:de:101:1-201709132627](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-201709132627)), ebenso auf den Seiten des Ing.-Büros Janicke (www.janicke.de).

grammpaket IBJdmn.jar im Unterordner lib zurück.
