



4H-FRAP Grafische Eingabe - Dynamikmodul

Seite bearbeitet August 2023

• Kontakt • Programmübersicht • Bestelltext **weiterführende Detailinformationen**

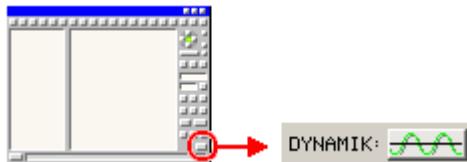
- Allgemeine Erläuterungen  • Systemeigenschaften  • Bearbeitungshilfen 
- System erzeugen/ modellieren  • Belastung / Imperfektionen  • **Dynamikmodul** 
- Nachweise u. Bemessungen 

Infos auf dieser Seite[... als pdf !\[\]\(faf942dc3e59ce8eb64b4ac481eca7e0_img.jpg\)](#)

- Allgemeines  • Stabmassen  • harmonische Analyse 
- Knotenmassen  • Rechenlaufsteuerung  • Etagenantwortspektrum 

Allgemeines

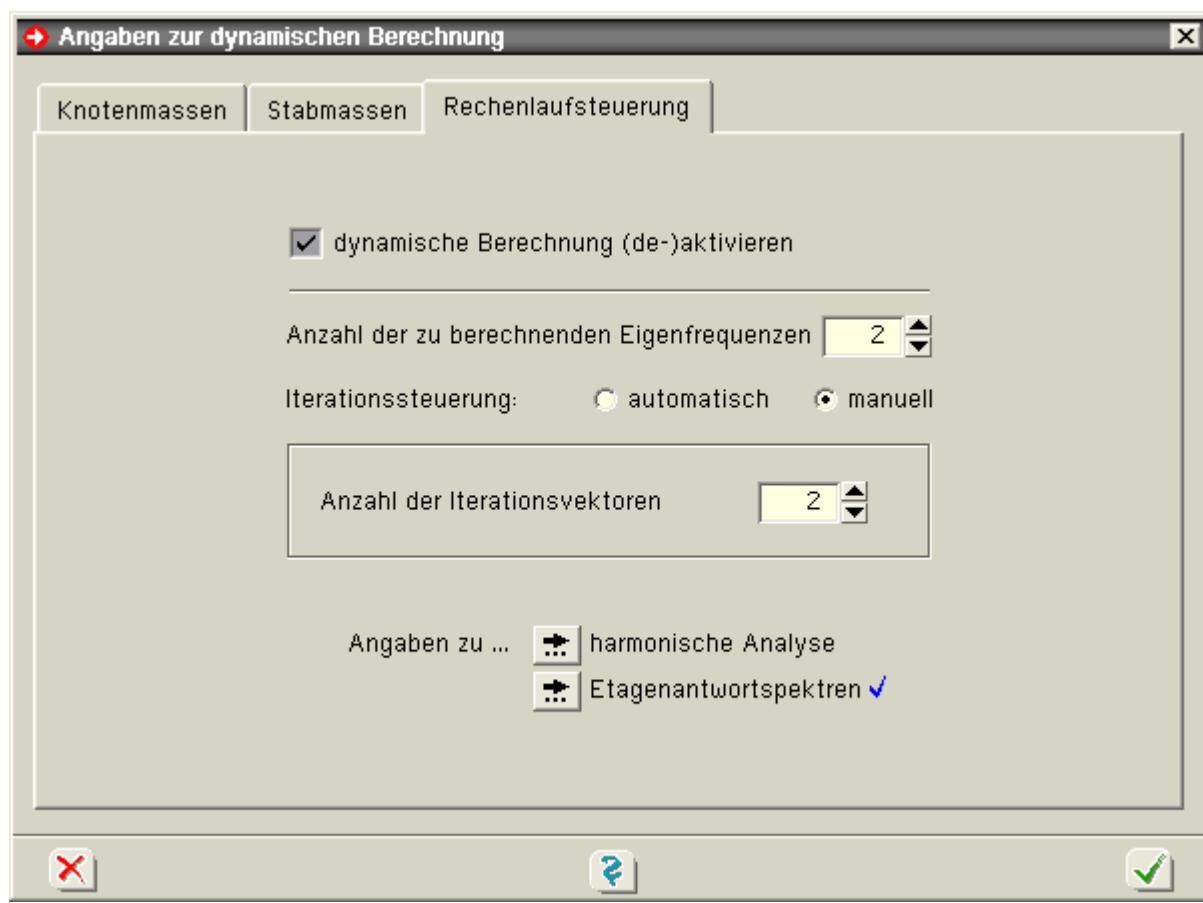
Eine dynamische Berechnung besteht aus zwei Teilschritten.



1. Berechnung der Eigenfrequenzen und Eigenformen
2. Berechnung der dynamischen Antwort bei
 - harmonischer Anregung (Unwucht etc.) oder
 - Fußpunktanregung (Erdbeben)

Zur Berechnung der Eigenfrequenzen und Eigenformen ist die aus Einzelmassen und/oder kontinuierlicher Massenverteilung bestehende Massenbelegung vorzugeben.

Das zentrale, in drei Register geteilte Eigenschaftsblatt zur Definition der Eingabedaten zur dynamischen Berechnung wird durch den oben dargestellten Button aufgerufen.



Knotenmassen

Die im Register *Knotenmassen* den Knoten zugeordneten Einzelmassen (M_x , M_y , M_z) sind in t (Tonnen), die Drehmassen (P_x , P_y , P_z) in tm einzugeben.

Wird eine Masse in Richtung eines bestimmten Freiheitsgrades zu Null gesetzt, hat er keinen Anteil an der Schwingungsform. Hierdurch können z.B. ebene Schwingungen erzwungen werden.

Stabmassen

Im Register *Stabmassen* kann den hier tabellarisch anzugebenden Stäben die Dichte ρ in t/m³ sowie eine über die Stablänge konstant wirkende Massenbelegung g in t/m zugeordnet werden.

Da i.d.R. alle am Tragsystem beteiligten Stäbe massebehaftet sind, kann die ρ -Spalte automatisch vorbelegt werden.

Die Massen von Knoten und Stäben können auch objektorientiert ähnlich wie Lastbilder bearbeitet werden. Hierzu muss in die Massenfolie umgeschaltet werden.

Rechenlaufsteuerung

Im Register *Rechenlaufsteuerung* muss die dynamische Berechnung zunächst aktiviert und die Anzahl der zu berechnenden Eigenfrequenzen festgelegt werden.

Da i.A. nicht alle Eigenfrequenzen des Systems interessieren - nur die niedrigste Eigenfrequenz ist für die Berechnung von Bedeutung - muss die Anzahl der zu berechnenden Eigenfrequenzen vorgegeben werden.

Es wird empfohlen, die Angaben zur Iteration auf Standardeinstellung (automatisch) zu belassen.

Nur bei unbefriedigendem Konvergenzverhalten sollten die Vorgaben manuell eingestellt werden: Die Anzahl der Iterationsvektoren dient hierbei zur Konvergenzbeschleunigung des Verfahrens und sollte i.A. doppelt so groß oder aber um 8 größer sein, als die Anzahl der zu berechnenden Eigenfrequenzen.

Hierach kann Angaben zur harmonischen Analyse bzw. zum Etagenantwortspektrum gemacht werden.

harmonische Analyse

Bei harmonischer Erregung können die einzelnen Eigenformen mit einem modalen Dämpfungsgrad belegt werden.

Auf das System können in mehreren Knoten Kraftgrößen (kN und kNm) mit demselben zeitabhängigen Verhalten entspr. des Erregungstyps einwirken.

Neben der klassischen harmonischen Erregung, bei der die Erregerfrequenz f in Hz anzugeben ist, kann durch Auswahl des Erregungstyps auch eine Block- bzw. dreiecksförmige Anfangserregung ausgewählt werden. In beiden Fällen ist die Lasteinwirkungsdauer t_1 anzugeben.

HARMONISCHE ANALYSE

harmonische Erregung (de-/aktivieren)

MODALER DÄMPFUNGSGRAD		ERREGUNGSTYP		ERREGERFREQUENZ	
Eigenform	Wert in %			f:	25.000000 Hz
1	3.000			ERREGUNGSZEITRAUM	
2	0.000			t ₁ :	1.000000 s

Knoten	KRAFTAMPLITUDEN			MOMENTENAMPLITUDEN		
	Pr [kN]	Ps [kN]	Pt [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	Mt [kNm]
15	0.000	0.000	15.000	0.000	0.000	0.000

Etagenantwortspektrum

Als Erregerspektrum kann das Einheitsspektrum nach DIN 4149:1992-12, die Bemessungsspektren nach DIN 4149:2005-04 oder benutzerdefinierte Spektren gewählt werden. Letztere können als Funktionen der

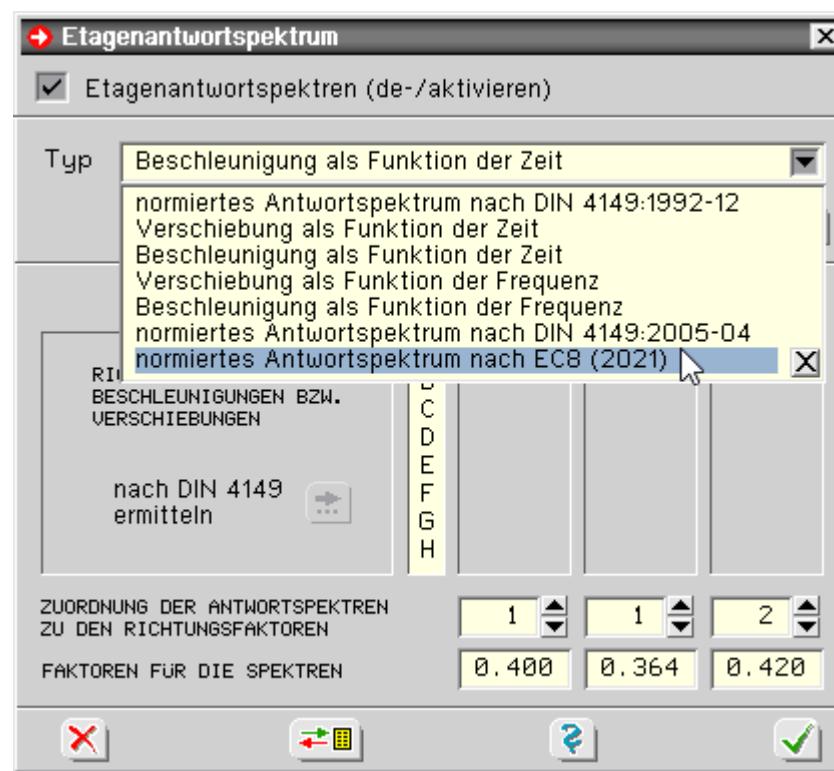
$$\text{Verschiebung} = f(\text{Zeit})$$

$$\text{Verschiebung} = f(\text{Frequenz})$$

$$\text{Beschleunigung} = f(\text{Zeit})$$

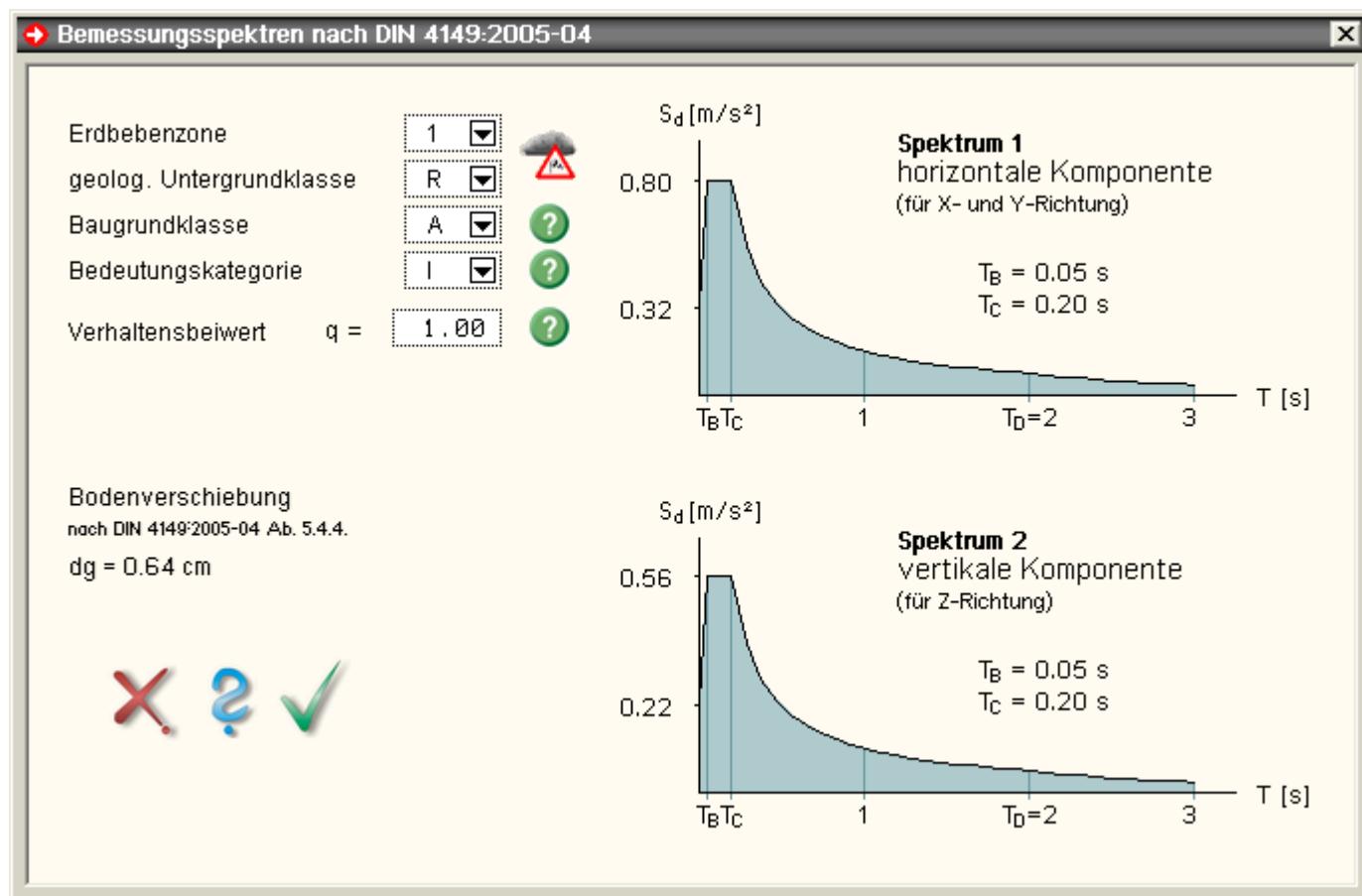
$$\text{Beschleunigung} = f(\text{Frequenz})$$

definiert werden.



Beim Einheitsspektrum nach DIN 4149:1992-12 lassen sich die Maßstabsfaktoren c_{al} für das normierte Einheitsspektrum vom Programm ermitteln.

Die Bemessungsspektren nach DIN 4149:2005-04 benötigen als Vorgaben die Erdbebenzone, die geologische Untergrundklasse, die Baugrundklasse, die Bedeutungskategorie und den Verhaltensbeiwert.



Soll nicht nach DIN 4149 gerechnet werden, müssen die Antwortspektren definiert werden.

In der Tabelle *Komponenten der resultierenden Beschleunigungen* können unterschiedliche Beschleunigungsrichtungen zur Berechnung vorgegeben werden.

Bei der Untersuchung benutzerdefinierter Spektren kann den einzelnen Richtungen weiterhin ein spezielles

(definiertes) Spektrum zugeordnet werden.

Die Inhalte des Eigenschaftsblatts können in einer Bibliothek abgespeichert werden. In umgekehrter Richtung können früher abgespeicherte Inhalte in das Eigenschaftsblatt eingeladen werden.

automatische Ermittlung der spektralen Antwortbeschleunigung $S_{aP,R}$

Der maßgebliche anzugebende Wert zur Festlegung des Erdbeben-Bemessungsspektrums lautet $S_{aP,R}$.

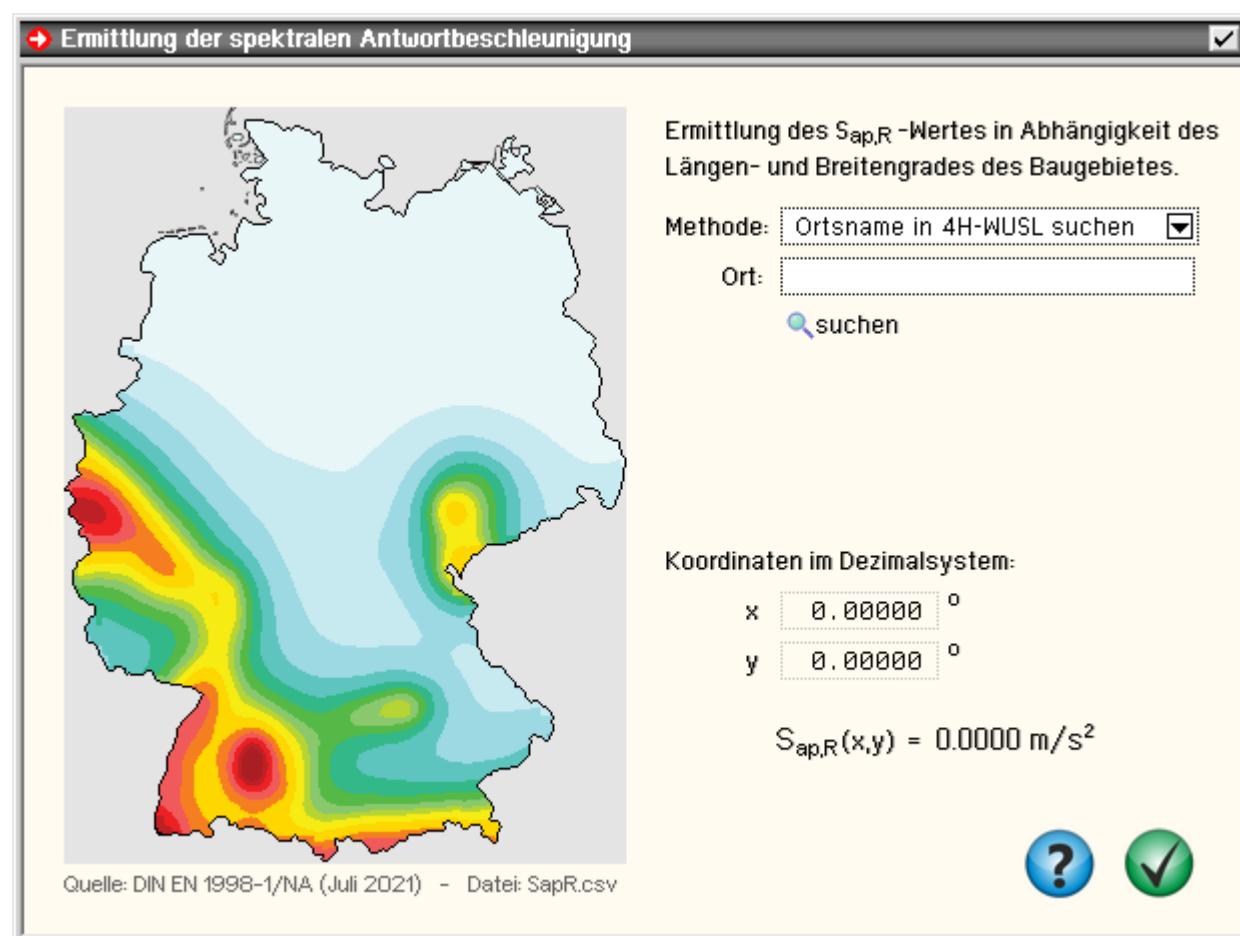
Er stellt den Plateau-Wert des Bemessungsspektrums für die geologische Untergrundklasse R, die Baugrundklasse A und die Bedeutungskategorie II dar.

In DIN EN 1998-1/NA:2021-07, Anhang NA.I, wird auf eine zur Norm gehörende Datei *SapR.csv* mit normativem Charakter verwiesen, die Stützstellen für den $S_{aP,R}$ -Wert innerhalb Deutschlands enthält.

Zwischen diesen Stützstellen darf der $S_{aP,R}$ -Wert linear interpoliert werden.

Mit dem vorliegenden Eigenschaftsblatt bietet 4H-HORA ein Werkzeug an, mit dem der Wert nach Vorgabe des Bauwerksstandorts automatisch ermittelt werden kann.

Im Register *System + Grundeinstellungen* auf der Seite *Erdbebenlasten* wird nach Wahl der Alternative **automatisch** durch Klicken der Schaltfläche **ermitteln** das zum Werkzeug gehörende Eigenschaftsblatt aufgerufen.



Hierin werden vier Methoden zur Ermittlung des normengerechten $S_{aP,R}$ -Werts angeboten.

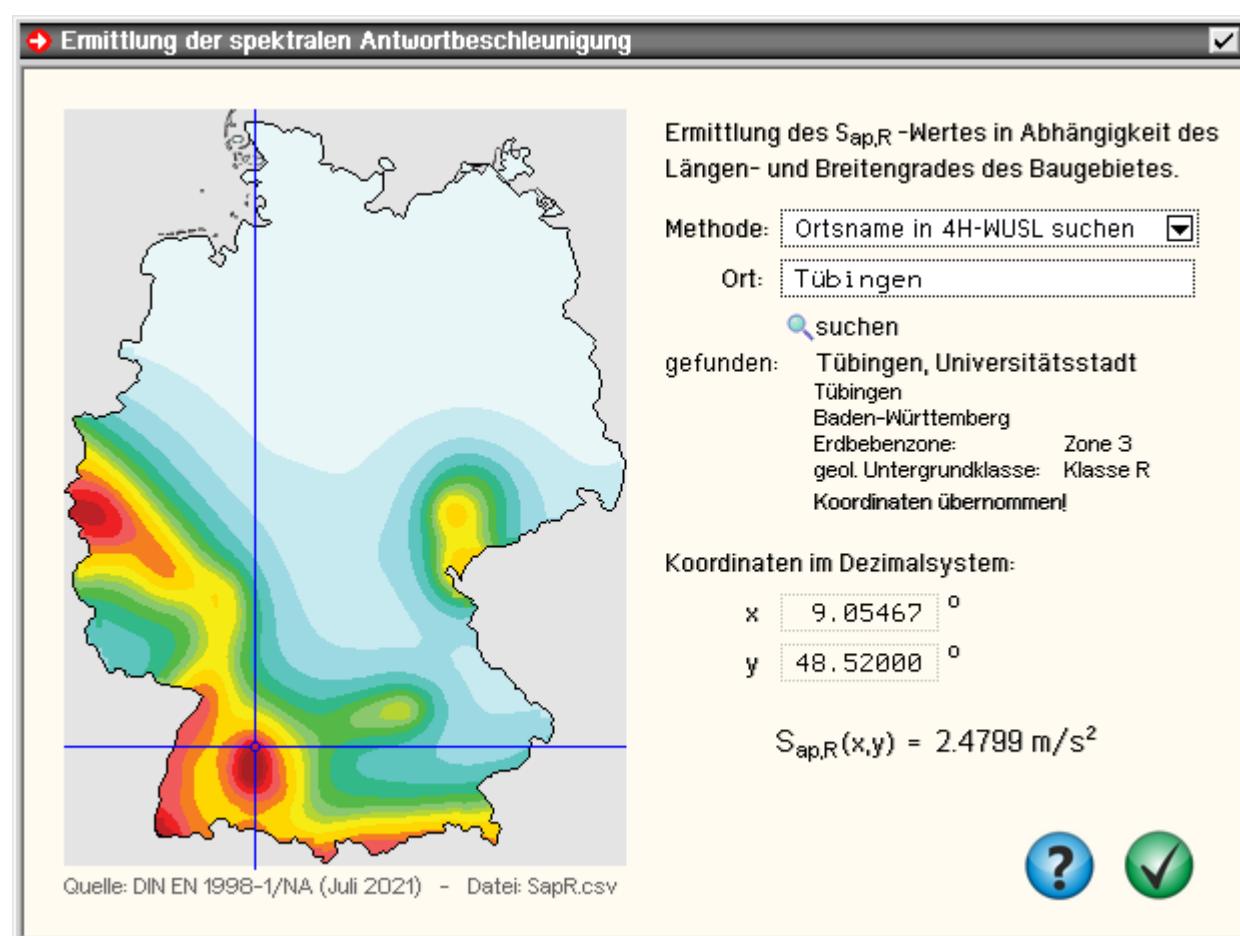
Methode 1: Ortsname in 4H-WUSL suchen

Diese Methode funktioniert relativ schnell, setzt aber voraus, dass **4H-WUSL** korrekt installiert ist.

Geben Sie den Ort des Baugebiets im Eingabefeld ein und klicken auf die **suchen**-Schaltfläche.

Das Programm sucht nun den Ort in der **4H-WUSL**-Datenbasis, ermittelt die Koordinaten des Orts, rechnet diese in Dezimaldarstellung um und ermittelt mit diesen Koordinaten durch lineare Interpolation der in der Datei *SapR.csv* zur Verfügung gestellten Stützstellen den korrekten $S_{aP,R}$ -Wert.

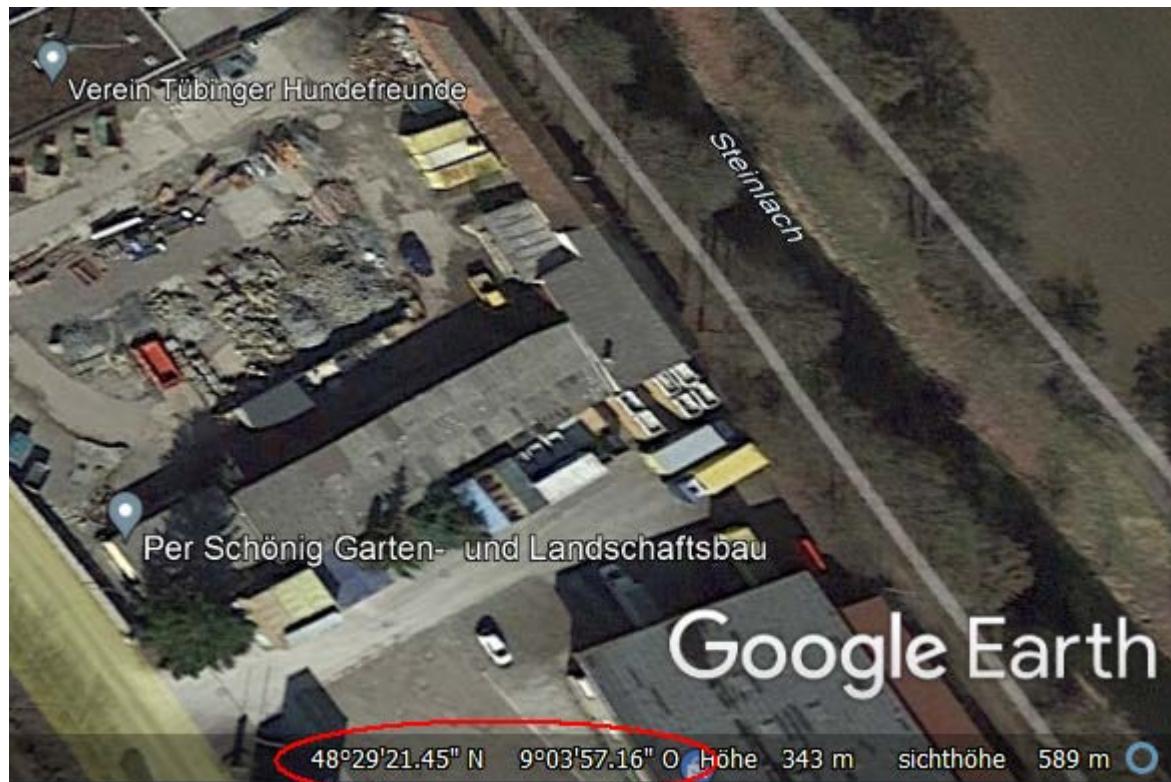
Das Eigenschaftsblatt zeigt nun die gefundenen Koordinaten, den ermittelten $S_{aP,R}$ -Wert und in der dargestellten Deutschlandkarte die Lage des gefundenen Orts mit Hilfe eines Fadenkreuzes an.



Methode 2: Google-Earth-Koordinaten

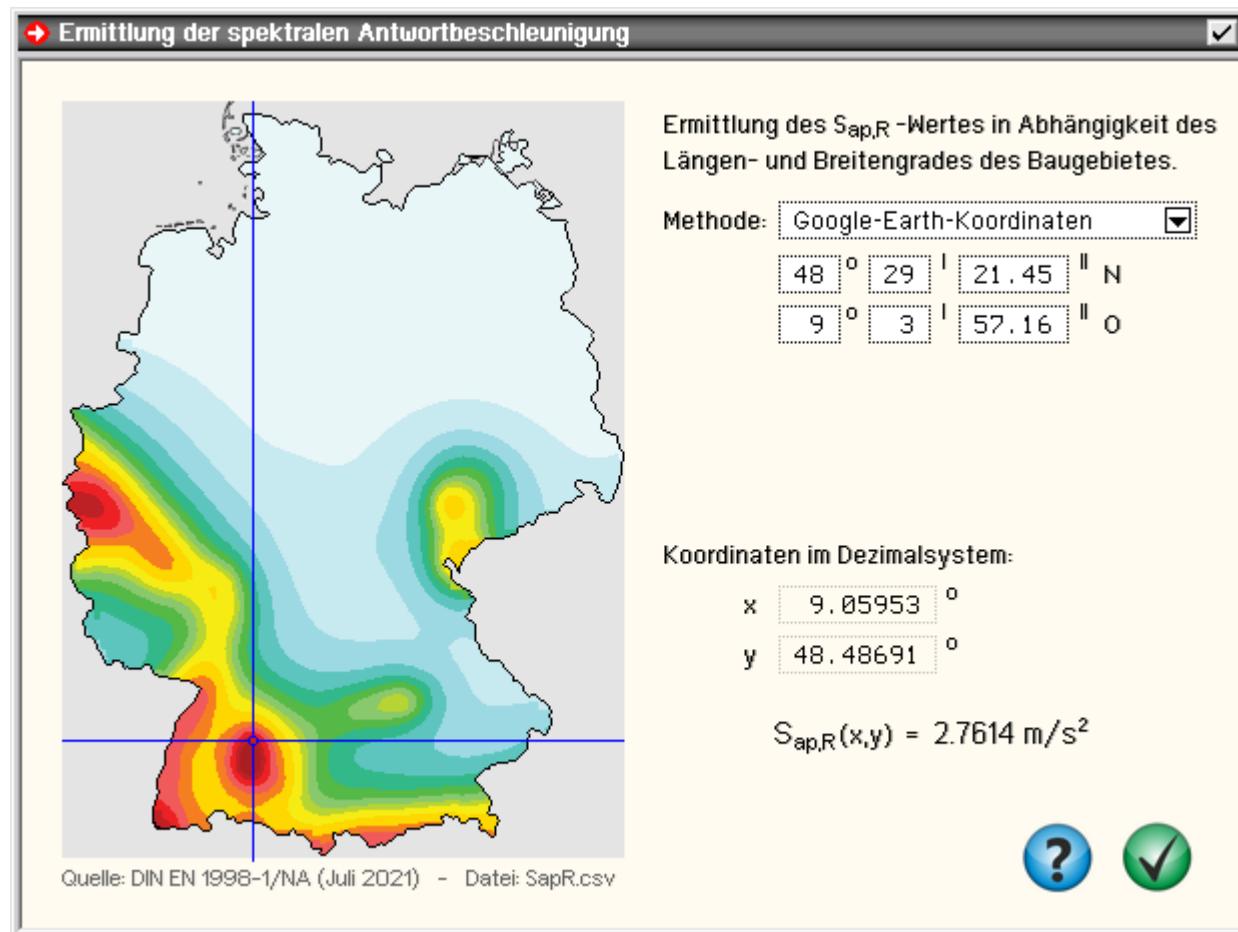
Diese Methode ist die genaueste Methode, da hiermit die Koordinaten des Baugrundstücks sehr präzise erfasst werden können.

Starten Sie Google-Earth, zoomen Sie sich direkt in das Baugrundstück hinein und platzieren den Mauszeiger über dem Grundstück.



Lesen Sie nun in der Fußzeile (siehe Markierung im o. a. Snapshot) die Koordinaten ab und übertragen

Sie sie in die Eingabefelder des 4H-HORA-Eigenschaftsblatts.



Obwohl das angezoomte Baugrundstück ebenfalls in Tübingen liegt, wird ein deutlich höherer $S_{aP,R}$ -Wert ausgewiesen als bei der vorangegangenen Methode. Dies liegt daran, dass sich das Grundstück ca. 2 km südlich vom Tübinger Zentrum befindet und in Tübingen der Gradient der $S_{aP,R}$ -Funktion relativ groß ist.

Methode 3: Direkteingabe (Koordinaten)

Diese Methode bietet sich an, wenn die Koordinaten des Baugrundstücks im Dezimalsystem bereits bekannt sind. Nach Eingabe der Koordinaten wird ihnen unmittelbar der zugehörige $S_{aP,R}$ -Wert angezeigt.

Methode 4: Direkteingabe (Ergebnis)

Diese Methode bietet sich an, wenn von baubehördlicher Stelle ein $S_{aP,R}$ -Wert verbindlich vorgegeben wurde.



Aufruf des zugehörigen Hilfetexts



Schließen des Eigenschaftsblatts und Übergabe des $S_{aP,R}$ -Wert an die aufrufende Seite

zur Hauptseite 4H-FRAP

