

THEMEN DIESER AUSGABE

- Pfahlgründung Pfahl+ | Mantelreibung
- Schwingungsnachweis in HTB+
- Stabwerk RSX: Panels | FEM-Methode
- Praxis: Verbinden im BIM-Connector FBC+
- FRILO-Campus | Termine, Schulungen, Webinare!



Pfahlgründung Pfahl+

Die Berechnung der negativen Mantelreibung

Grundlagen

Mantelreibung entlang des Pfahlschaftes entsteht, wenn sich zwischen Pfahl und den angrenzenden Bodenschichten Differenzsetzungen ergeben. Im Normalfall erfährt der Pfahl aufgrund der hohen eingebrachten Belastung am Pfahlkopf deutlich größere Setzungen als die umgebenden Bodenschichten. Die aufgrund dieser Differenzsetzung hervorgerufene Reibung wird auch als positive Mantelreibung bezeichnet und stellt einen Pfahlwiderstand dar.

Wenn die Verhältnisse umgekehrt sind und der Boden entlang des Pfahlschaftes größere Setzung erfährt als der Pfahl selbst, spricht man von negativer Mantelreibung, welche nach dem Teilsicherheitskonzept als ständige Einwirkung zu betrachten ist und daher zu einer zusätzlichen Beanspruchungskomponente führt. Diese Relativverschiebung wird i.d.R. durch Setzungen einer Weichschicht hervorgerufen, die z.B. auf zusätzliche Auflasten, Konsolidationsvorgänge oder Grundwasserspiegelschwankungen zurückgeführt werden kann. Dabei hängt sich das Eigenge-

wicht der sich setzenden Bodenschichten sowie der darüber liegenden Schichten an dem Pfahl über Mantelreibung auf.

Der Pfahl setzt sich dabei so lange, bis die Einwirkungen aus negativer Mantelreibung zusammen mit den Einwirkungen auf den Pfahl infolge Bauwerkslasten mit den Pfahlwiderständen aus Pfahlspitzendruck und positiver Mantelreibung im Gleichgewicht stehen.

Die Grenze zwischen rechnerisch negativer und rechnerisch positiver Mantelreibung wird als neutraler Punkt bezeichnet. Gedanklich wirkt die Mantelreibung bis zum Erreichen des neutralen Punktes als Einwirkung und ab diesem Punkt als Widerstand. Im neutralen Punkt sind die Pfahlsetzungen und die Setzungen des umgebenden Bodens gleich groß.

Die Einflusstiefe der negativen Mantelreibung ist dabei wesentlich von den Beanspruchungen aus den Bauwerkslasten abhängig. Große Bauwerkslasten F_b führen zu größeren Pfahlsetzungen und damit infolge der Relativverschiebung zwischen Boden und Pfahl früher zur Aktivierung der positiven Mantelreibung, als dies bei kleinen Bauwerkslasten F_a der Fall ist.

Dieser Zusammenhang wird in [Bild 4.1](#) der EA-Pfähle [Verlag Ernst & Sohn] dargestellt. Hier wird die Änderung der axialen Pfahlbeanspruchung dargestellt. Die Lage des neutralen Punktes ist am Knickpunkt in der Pfahlbeanspruchungskurve zu erkennen. Die Beanspruchungen nehmen infolge der negativen Mantelreibung bis zum Knickpunkt zu und ab diesem Punkt infolge der positiven Mantelreibung ab. Demnach liegt die größte axiale Beanspruchung des Pfahls auch immer im neutralen Punkt vor. Die im Fußpunkt restliche verbleibende Pfahlbeanspruchung wird letztlich über Spitzendruck abgetragen.

Grundsätzlich wird bei einer Pfahlberechnung zwischen dem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) unterschieden. Das Lastniveau im SLS ist dabei deutlich niedriger, da die zulässigen Setzungen infolge Bauwerksverträglichkeit stark begrenzt und daher deutlich geringer sind als die maximalen Grenzsetzungen im ULS. Da die Lage des neutralen Punktes setzungsabhängig ist, bedeutet dies im Umkehrschluss, dass es für jeden Pfahl einen neutralen Punkt und eine negative Mantelreibung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit gibt ($\tau_{n,k,SLS}$) und je einen Wert im Grenzzustand der Tragfähigkeit ($\tau_{n,k,ULS}$).

Bei der initialen Berechnung eines Pfahlsystems müssen die Pfahlsetzungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit s_{ULS} und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit s_{SLS} zunächst abgeschätzt werden. Nach dem ersten erfolgten Rechenlauf stehen die tatsächlich rechnerisch vorhandenen Pfahlsetzungen aus der Auswertung von Widerstands-Setzungs-Linien zur Verfügung und können ggfs. in der Eingabe nochmals konkretisiert werden

Verbundenes Setzungsprogramm SBR+

Für die automatische und schnelle Berechnung der negativen Mantelreibung steht in Pfahl+ eine Programmverbindung zum [FRILO Programm SBR+](#) (Setzungs-berechnung) zur Verfügung. Nachdem der maßgebende Tiefenbereich der setzungserzeugenden Bodenschichten definiert wurde, kann für die Berechnung der Bodensetzungen s_n SBR+ gestartet werden. Anschließend werden alle relevanten Modellinformationen zu den Bodenschichten, Belastungen und geometrischen Kenngrößen an das Programm SBR+ übergeben. Für den definierten Tiefenbereich wird die Gesamtsetzung im Endzustand – bestehend aus den Komponenten Sofortsetzung, Konsolidationssetzung und Kriechsetzung (nach 10 Jahren) – berechnet. Nach erfolgter Berechnung der Gesamtsetzung s_n in

SBR+ wird dieser Wert als maßgebende Bodensetzung $s_{n,k}$ an Pfahl+ zurückgegeben.

Charakteristische Einwirkung aus Mantelreibung

Bei der negativen Mantelreibung $\tau_{n,k}$ handelt es sich um eine Spannung [kN/m²]. Die zugehörige Mantelreibungskraft F_n [kN] resultiert aus der Multiplikation von $\tau_{n,k}$ mit der Pfahlmantelfläche $A_{s,j}$. Gegebenenfalls erfolgt diese Spannungs- bzw. Kraftberechnung auch abschnittsweise, da es sich bei $\tau_{n,k}$ um eine Bodeneigenschaft handelt, welche in geschichtetem Baugrund natürlichen Schwankungen unterliegt.

Für eine realistische Berechnung der Mantelreibung $\tau_{n,k}$ sind folgende Angaben für den Pfahl und seine Umgebung unerlässlich:

1. Die Pfahlsetzungen über die Tiefe
2. Die Setzungen der Bodenschichten entlang des Pfahlschaftes über die Tiefe
3. Die aus 1. und 2. resultierenden Relativverschiebungen zwischen Pfahl und Boden
4. Alternativ auch eine Mobilisierungsfunktion der Negativen Mantelreibung $\tau_{n,k}$ über die Tiefe beispielsweise aus einer Probebelastung oder aus weiterführenden Setzungsuntersuchungen

In Pfahl+ sind für die Berechnung bzw. Festlegung der charakteristischen negativen Mantelreibung $\tau_{n,k}$ drei verschiedene Ansätze implementiert:

Mit totalen Spannungen

$$\tau_{n,k} = a \cdot c_{u,k}$$

Dabei ist:

- a ein Faktor zur Festlegung der Größe der negativen Mantelreibung für bindige Böden
- $c_{u,k}$ der charakteristische Wert der Scherfestigkeit des undrainierten Bodens

Die Größenordnung des Faktors a liegt je nach Bodenart und Pfahltyp zwischen 0,15 und 1,60, wobei häufig näherungsweise $a = 1,0$ gesetzt wird und diese Beziehung generell für bindige Böden empfohlen wird.

Mit effektiven Spannungen

$$\tau_{n,k} = K_0 \cdot \tan \varphi'_k \cdot \sigma'_v = \beta \cdot \sigma'_v$$

Dabei ist:

- σ'_v die effektive Vertikalspannung
- K_0 der Erdruehdrukbeiwert
- φ'_k charakteristischer Wert des Reibungswinkels
- β Faktor zur Festlegung der Größe der neg. Mantelreibung für nichtbindige & bindige Böden

Nach den Angaben in der Literatur liegt die Größenordnung des Faktors β je nach Bodenart zwischen 0,1 und 1,0. Häufig wird für nichtbindige Böden $\beta = 0,25$ bis 0,30 verwendet.

▪ **Durch direkte Vorgabe**

$\tau_{n,k}$ = Benutzervorgabe z.B. abgeleitet aus Versuchen oder Probelastungen

Für die Bestimmung der Tiefenlage des neutralen Punktes im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und somit der negativen Mantelreibung $\tau_{n,k,SLS}$ bzw. der charakteristischen Einwirkung aus negativer Mantelreibung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit $F_{n,SLS}$ wird laut EA-Pfähle empfohlen die Verformungen des den Pfahl umgebenden Bodens i.d.R. für den Endzustand, d.h. unter Berücksichtigung von Konsolidations- und Kriechsetzungen s_n mit charakteristischen Lasten zu bestimmen. Dies ist bei der automatischen Setzungsberechnung bei der Übergabe des Bodenmodells an das Programm Setzungsberechnung SBR+ als Standard bereits voreingestellt. Die zugehörige Pfahlsetzung s_{SLS} wird im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit i.d.R. immer durch die Setzungsverträglichkeit des aufgehenden Tragwerks bestimmt und ist daher oft vorgegeben und maßgebend.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird laut EA-Pfähle zur Ermittlung des neutralen Punktes und somit der Größe der charakteristischen Einwirkung infolge negativer Mantelreibung $F_{n,ULS}$ empfohlen, die Grenzsetzung des Pfahles im Grenzzustand der Tragfähigkeit $s_{ULS} = s_{ult}$ heranzuziehen (Abb. 1).

Die Ableitung der neutralen Punkte im jeweiligen Grenzzustand erfolgt durch Gleichsetzen der Setzungen bzw. Verformungen:

- Lage des neutralen Punktes im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SLS (NP_{SLS})

$$s_n = s_{SLS}$$

- Lage des neutralen Punktes im Grenzzustand der Tragfähigkeit ULS (NP_{ULS})

$$s_n = s_{ULS} = s_{ult}$$

Berechnung der maßgebenden Mantelreibung und Nachweisführung

Die Einwirkungen aus negativer Mantelreibung werden dem ständigen Lastfall und der ständigen Bemessungssituation zugeordnet.

Folgende Fälle werden beim Ansatz der negativen Mantelreibung unterschieden:

1. Äußere Pfahltragfähigkeit (geotechnische Nachweise)

a. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Die charakteristische Einwirkung $F_{n,k,SLS}$ und die Lage des neutralen Punktes ergeben sich aus dem Vergleich der Pfahlsetzung s_{SLS} mit den Setzungen der Weichschicht s_n . Der Bemessungswert der Beanspruchungen lautet:

$$F_d = F_k = F_{G,k} + F_{n,k,SLS} + F_{Q,rep}$$

b. Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

Die charakteristische Einwirkung $F_{n,k,ULS}$ und die Lage des neutralen Punktes ergeben sich aus dem Vergleich der Pfahlsetzung $s_{ULS} = s_{ult}$ mit den Setzungen der Weichschicht s_n . Die Lage des neutralen Punktes liegt dabei i.d.R. höher als im Grenzzustand SLS, da die fiktive Pfahlsetzung $s_{ULS} = s_{ult}$ größer ist als s_{SLS} (siehe Bild 4.1, EA-Pfähle). Der Bemessungswert der Beanspruchungen lautet:

$$F_d = (F_{G,k} + F_{n,k,ULS}) \cdot \gamma_G + F_{Q,rep} \cdot \gamma_Q$$

2. Innere Pfahltragfähigkeit (Materialnachweis)

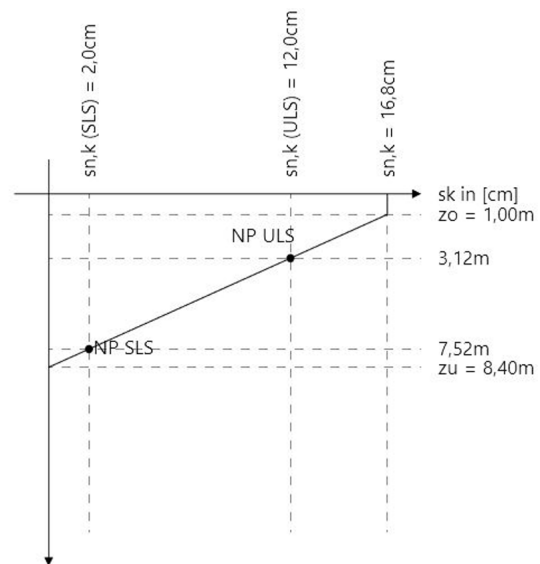
a. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Der Nachweis wird in Pfahl+ nicht geführt. Ggfs. könnte hier ein Rissbreitennachweis geführt werden.

b. Grenzzustand der Tragfähigkeit (STR)

Der Nachweis wird i.d.R. mit den Einwirkungen aus der negativen Mantelreibung im Gebrauchszustand, d.h. im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit $F_{n,k,SLS}$ bei einer Pfahlsetzung s_{SLS} nach Fall 1.a. geführt:

$$F_d = (F_{G,k} + F_{n,k,SLS}) \cdot \gamma_G + F_{Q,rep} \cdot \gamma_Q$$



z in [m] **Abb. 1: Berechnung der neutralen Punkte in Pfahl+**

Programmerweiterungen

- Der Schwingungsnachweis im HTB+
- RSX-Panels: Stablasten aus Flächenlasten generieren - FEM-Methode

Holzträger aus Brettsperrholz HTB+ Die Bedeutung des Schwingungsnachweises und dessen Umsetzung

Durch die Einführung des Holzprogrammes HTB+ für plattenartig beanspruchte Brettsperrholzträger im Release 2021-2 hat FRILO auf die immer größer werdende Nachfrage nach dem ökologischen Baustoff Holz reagiert. Im üblichen Wohnungsbau, aber auch im Industriebau, werden immer häufiger Decken aus Brettsperrholz eingesetzt. Dabei ist neben der aufwändigen Spannungsberechnung unter Berücksichtigung der Rollschubnachgiebigkeit, dem komplexeren Abbrandverhalten und den Begrenzungen der Durchbiegung auch das Schwingungsverhalten zu berücksichtigen.

Im Rahmen der statischen Betrachtung von Schwingungen sind Bewegungen der Decke gemeint, die unter einer fühlbaren Auf- und Abbewegung in einem Frequenzbereich von 0 Hz bis 40 Hz liegen. Diese Schwingungen haben einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf das Wohlbefinden von Menschen. Neben der Dauer einer Schwingung sind die bereits

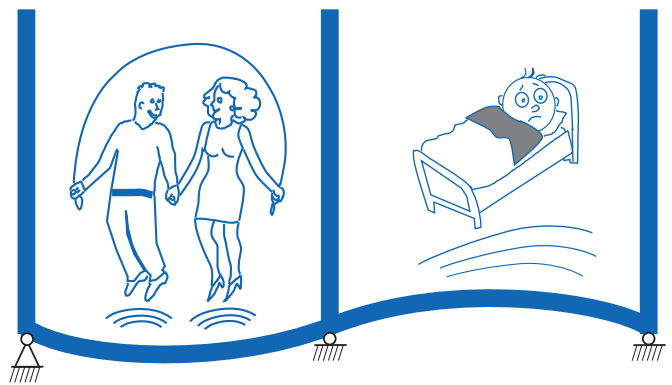


Abb. 1: Variante „Ungut“ - Schwingungen bei Holzdecken

angesprochene Frequenz sowie die Amplitude einer Schwingung zu berücksichtigen.

Bereits in den 1980er Jahren wurde die Problematik durch personen-induzierte Schwingungen bei Decken untersucht und wird bis heute erforscht. Die Grundlage für die in der letzten deutschen Holzbaunorm DIN 1052:2004 eingearbeiteten Schwingungsnachweise bilden die Arbeiten von [Kreuzinger/Mohr, 1999]. Neben diesen Nachweisen erarbeiteten [Winter/Hamm/

Richter, 2010] eine umfassende wissenschaftliche Veröffentlichung, die zusätzlich den Frequenzbereich bei Eigenfrequenzen kleiner als 8 Hertz genauer beleuchtet. Im Eurocode DIN EN 1995-1-1 werden im Kapitel 7.3.3 allgemeine Hinweise und Anleitungen für den Schwingungsnachweis zusammengefasst. Neben Querverweisen auf die „alte“ DIN 1052:2004 wird auch auf die Arbeiten von [Winter/Hamm/Richter, 2010] verwiesen. Daher besteht auch heute noch bei vielen Anwendern eine große Unsicherheit im Umgang mit dem Thema „Schwingungen“. Zusätzlich ist die Anwendung dieser Normtexte in einer Handrechnung sehr aufwändig.

Wie geht FRILO mit dem Thema „Schwingungen“ im neuen Holzbauprogramm HTB+ um?

Im neuen Programm zur Berechnung von Brettsperholzträgern HTB+ stehen Ihnen zwei Konzepte zur Nachweisführung von Schwingungen zur Verfügung. Neben der Nachweisstruktur der DIN EN 1995-1-1:2010 / NA:2013 kann wahlweise auch der Nachweis nach [Winter/Hamm/Richter, 2010] geführt werden. Die Grundlage bei beiden Abläufen bildet dabei die Ermittlung der Eigenfrequenz sowie der Durchbiegung. An dieser Stelle bietet Ihnen FRILO nun eine grundlegende Neuerung an: Bisher wurden (wie in der Literatur oft zu finden) die Eigenfrequenz sowie die Durchbiegung für den Schwingungsnachweis für jedes Feld einzeln ermittelt. Effekte von Mehrfeldträgern wurden dabei über einen Faktor berücksichtigt. Komplexe Laststellungen und komplizierte statische Systeme konnten somit nur vereinfacht abgebildet werden. Mit Hilfe des hausinternen Stabwerks werden die Frequenzen und die Durchbiegungen nun am realen statischen System ermittelt. Dies ermöglicht es FRILO, realistischere und exaktere Frequenzen und Durchbiegungen für den Schwingungsnachweis zu ermitteln.

Schwingungsnachweis			
Schwingungen			
Nachweis führen			<input checked="" type="checkbox"/>
Nachweis führen nach Hamm			<input type="checkbox"/>
Geometrie und Steifigkeit			
Breite des Deckenfeldes	[m]		10,00
modaler Dämpfungsgrad Ksi		0,01 einf. Beplankung	
Ksi			0,01
Zusatzsteifigkeiten aus Deckenaufbau	EI,I	[MNm ²]	0,0000
Deckensteifigkeit senkrecht zum Balken	EI,q	[MNm ² /m]	0,0000
Belastungsvorgaben			
Alle Lasten des Systems übernehmen			<input checked="" type="checkbox"/>
Zusatznachweise			
Zusatznachweise nicht ausgeben			<input type="checkbox"/>
Begrenzung der Beschleunigung		Wohlbefinden (0,1 m/s ²)	

Abb. 2: Parameter-Dialog in HTB+

Wie wird der Schwingungsnachweis im Programm HTB+ geführt?

FRILO bietet Ihnen zwei grundlegende Nachweisabläufe für den Schwingungsnachweis. Auf der Grundlage der DIN EN 1995-1-1:2010 / NA:2013 wird ein Schwingungsnachweis nach dem in (Abb. 3) dargestellten Ablaufschema geführt.

Zuerst wird die vom Stabwerk ermittelte Eigenfrequenz überprüft. Liegt diese in einem Bereich größer gleich 8 Hertz, werden die in der Norm EN 1995-1-1 beschriebenen Nachweise geführt. Die dem Steifigkeitskriterium zu Grunde liegende Durchbiegung wird dabei wieder vom Stabwerk am realen System ermittelt. Das Geschwindigkeitskriterium II beschreibt die Begrenzung der Schwinggeschwindigkeit infolge eines Einheitsimpulses. Dabei ist zu beachten, dass dieser Nachweis im Programm HTB+ für plattenartig beanspruchte Träger geführt wird. Sind alle Nachweise erfüllt, gilt auch der Schwingungsnachweis als erfüllt.

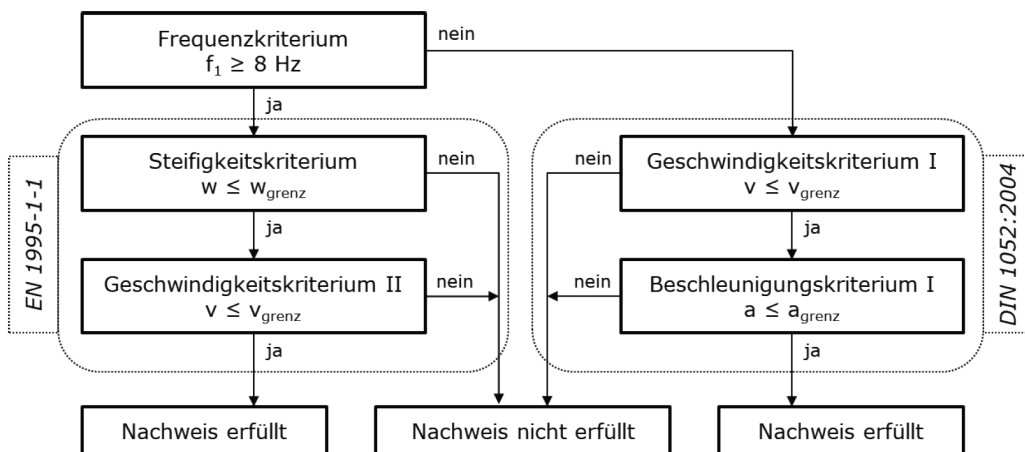


Abb. 3: Schwingungsnachweis nach DIN EN 1995-1-1:2010 / NA 2013

Liegt die Eigenfrequenz in einem Bereich kleiner 8 Hertz, werden die Untersuchungen gemäß der Erläuterungen zu DIN 1052:2004 durchgeführt, auf die im deutschen nationalen Anhang zum Eurocode verwiesen wird. Der Nachweis für das Geschwindigkeitskriterium I, welches die Begrenzung der Schwinggeschwindigkeit infolge Tritt beschreibt, wird dabei wieder für plattenartig beanspruchte Träger geführt. Zusätzlich wird noch eine Begrenzung der Beschleunigung (Beschleunigungskriterium I) überprüft. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass Untersuchungen nach dieser Methode für einen Frequenzbereich kleiner 8 Hertz äußerst schwierig einzuhalten sind und den Anwender oftmals vor Probleme stellen. In vielen Fällen empfiehlt es sich daher, das statische System bzw. die Lasten so zu optimieren, dass eine Eigenfrequenz größer gleich 8 Hertz erreicht wird.

Neben diesem Nachweisverfahren nach DIN EN 1995-1-1 bietet FRILO Ihnen auch den Nachweis nach den Veröffentlichungen von [Winter/Hamm/Richter, 2010]. Das dazugehörige Ablaufschema ist in Abb. 4 dargestellt.

Einen grundlegenden Unterschied in der Nachweisführung bildet dabei die Einführung von sogenannten Deckenklassen, wie sie auch in Österreich im nationalen Anhang zu ÖNORM EN 1995-1-1:2019 bereits festgelegt sind. Diese beschreiben die Anforderungen an eine Decke hinsichtlich Schwingungen und definieren Grenzwerte für die Eigenfrequenz, die Durchbiegung und die Beschleunigung. Analog zum Nachweis nach DIN EN 1995-1-1 wird zuerst die Eigenfrequenz hinsichtlich eines Grenzkriteriums überprüft. Liegt diese über dem Frequenzkriterium, wird mittels eines Mindestfrequenzkriteriums die untere Begrenzung der

Eigenfrequenz nachgewiesen. Daraufhin wird die Beschleunigung der Decke je nach Deckenklasse mittels eines Grenzwertes überprüft. Sind diese Nachweise erfüllt, wird abschließend die über das Stabwerk am realen System ermittelte Durchbiegung mit Hilfe eines Steifigkeitskriteriums nachgewiesen. Sind alle Nachweise erbracht, gilt der Schwingungsnachweis als erfüllt. Auch bei diesem Ablaufschema wird im Falle des Brettsperrholzträgers HTB+ das System als plattenförmig beanspruchter Träger angesehen.

Mit der Implementierung des Schwingungsnachweises in den Brettsperrholzträger HTB+ hat FRILO nicht nur einen wichtigen Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit integriert, sondern mit den Optimierungen der Eigenfrequenz- und Durchbiegungsermittlung auch einen wichtigen Schritt in die Zukunft getan. Mit Hilfe des hausinternen Stabwerks können auch komplexe statische Systeme mit unterschiedlichsten Lastsystemen realitätsnah abgebildet werden. Insbesondere die Ermittlung einer exakten Eigenfrequenz ist für einen wirtschaftlichen Schwingungsnachweis essenziell. Dies gelingt FRILO mit der Implementierung des optimierten Schwingungsnachweises in das zukunftsorientierte Programm HTB+.

Literatur

[Kreuzinger/Mohr, 1999]:

Kreuzinger, Heinrich; Mohr, Bernhard: Gebrauchstauglichkeit von Wohnungsdecken aus Holz; Abschlussbericht Januar 1999. TU München

[Winter/Hamm/Richter, 2010]:

Winter, S.; Hamm, P.; Richter, A.: Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken. Schlussbericht Juli 2010. TU München

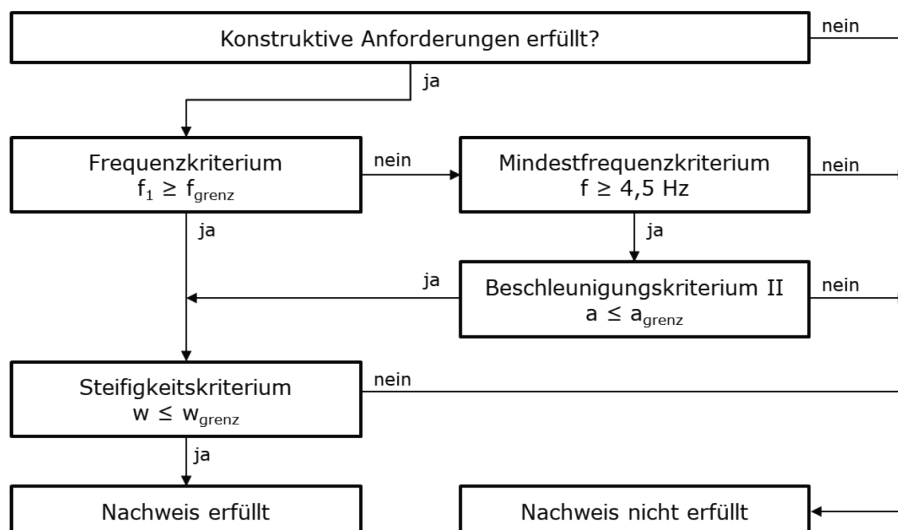


Abb. 4: Schwingungsnachweis nach Winter/Hamm/Richter.

Stabwerk RSX, Option RSX-P

Panels:
Stablasten aus Flächenlasten generieren - FEM-Methode

Mit dem Release 2022-1 wurde die Panel-Funktionalität erweitert und die bisherige Lastgenerierung per Flächen-Linien-Methode (FLM) wurde durch die Finite Elemente Methode (FEM) ersetzt.

- FLM: Die gesamte Flächenlast wurde auf die Stablänge der lastabtragenden Stäbe verteilt.
- FEM: Das Panel wird für jede Flächenlast mit einem FEM-Netz idealisiert. Die lastabtragenden Stäbe werden als Linienlager angesetzt und die „fiktive Platte“ ist schub- und drillweich definiert.

Hinweis: Die bisherige FLM-Methode ist weiterhin optional verfügbar.

Tipp 1: Im Optionen-Dialog finden sich Auswahlmöglichkeiten für Lastverteilung und Gelenke.

Tipp 2: Ausführliche Informationen zur Lastgenerierung für Flächenlasten finden Sie im Zusatzdokument zum RSX-Manual [RSX-Lastverteilung.pdf](#).



Der Begriff Panels

Als Panels werden Flächen bezeichnet, die durch umhüllende Stäbe oder Knoten definiert/begrenzt werden. Über die Panels können dann Flächenlasten definiert werden.

Panels erstellen

Panels können ganz einfach durch Auswahl von Knoten oder Stäben, die die Panelkontur begrenzen, definiert werden. Auch eine Konstruktion durch Anklicken der Eckpunkte ist möglich.

Lastgenerierung auf Bauwerkskontur

Eine automatische Lastgenerierung für „Wind und Schnee“ erfolgt mit Hilfe der Panels und der Gebäudestruktur. Dabei erkennt RSX die Gebäudekontur bei regelmäßig aufgebauten Systemen wie Flachdach, Pultdach oder Satteldach.

Einführungsvideo

Für eine Einführung in das Thema Panels empfehlen wir unser Webinar zum Thema „Generierung von Wind- und Schneelasten im Stabwerk RSX“, das Sie sich auf unserem [Youtube-Kanal](#) ansehen können.

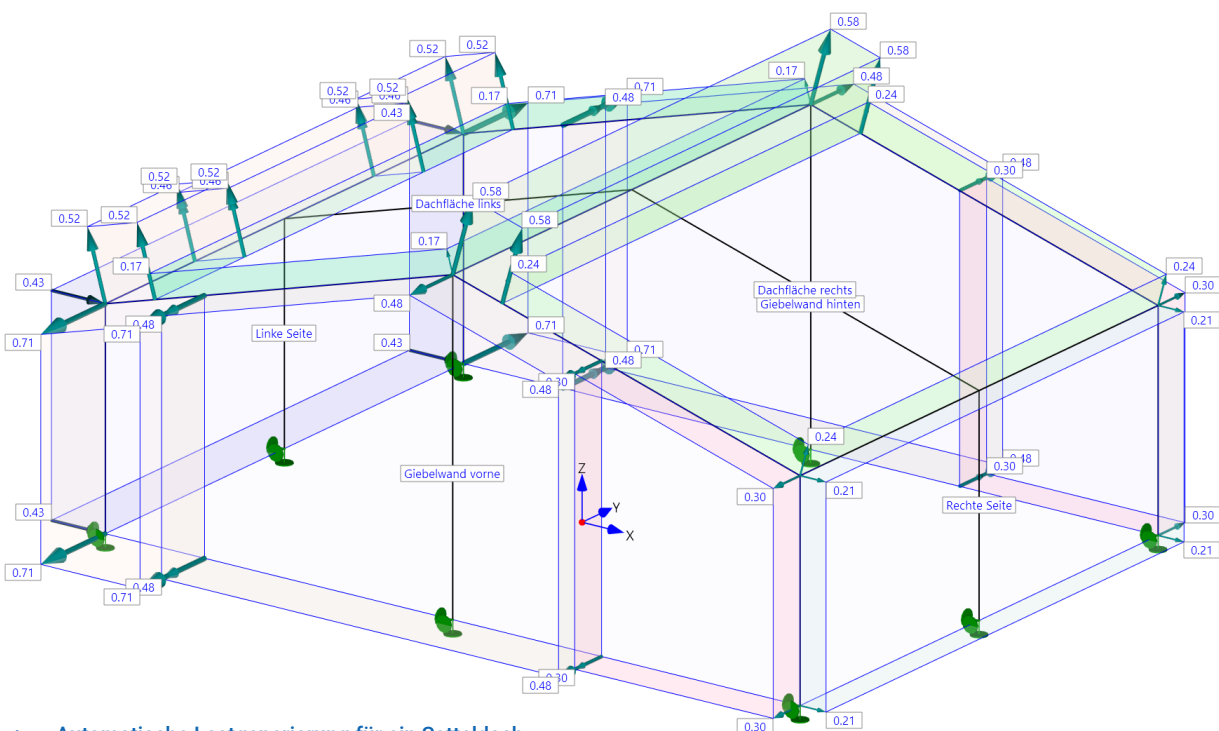


Abb. : Automatische Lastgenerierung für ein Satteldach



Tipps und Tricks für Anwender

- BIM-Connector® - Verbinden & Grenzfaktor

Praxis im BIM-Connector®

Verbinden von Bauteilen

Nach der Ableitung des Physischen Modells zum Berechnungsmodell, sind die Bauteile untereinander noch nicht miteinander verbunden. Das liegt daran, dass die Bauteile auf ihre Bauteilflächen/-achsen reduziert werden und dadurch immer die halbe Bauteilstärke verloren geht. Um zwischen den Bauteilen eine Verbindung herzustellen, eignet sich die Funktion „Verbinden automatisch“ in der Gruppe „Modellbearbeitung“.

Die Funktion „Verbinden“

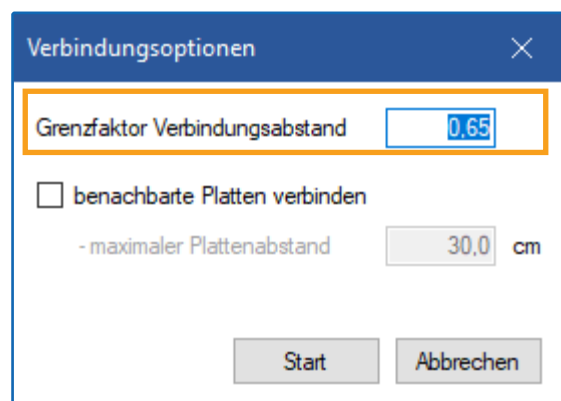
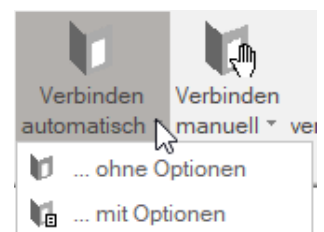
Bei der Verbinden-Funktion werden die Bauteile nicht verschoben, sondern bis zu einer gemeinsamen Schnittlinie/Schnittpunkt verlängert bzw. gekürzt.

Hinweis:

Die Funktion „Verbinden“ erzielt bei einem klar strukturierten, von nicht lastabtragenden und irrelevanten Elementen bereinigten Gebäude bessere Ergebnisse. Daher haben diese Vorarbeiten, die auch in unseren Workflow-Papers beschrieben sind, einen wichtigen Stellenwert im Arbeitsablauf.

Über die Funktion „Verbinden automatisch ... mit Optionen“

kann ein Grenzfaktor für die zu verbindenden Bauteile eingestellt werden. Standardmäßig liegt der voreingestellte Grenzfaktor beim automatischen Verbinden bei einem Wert von 0,65. Für die meisten Fälle passt dieser Verbindungsfaktor recht gut. In manchen Fällen liegen Bauteile jedoch zu weit auseinander, weshalb diese nicht automatisch miteinander verbunden werden. Für diesen Fall kann der Grenzfaktor entsprechend angepasst werden.



Der Grenzfaktor

Bei dem Wert von 0,65 handelt es sich um einen Erfahrungswert, welcher sich aus den Faktoren 0,5 und 1,3 zusammensetzt. Es wird die Hälfte der Bauteilstärke (=0,5) und weitere 30% (=1,3) angenommen. Dadurch ergibt sich ein Wert von $0,5 \times 1,3 = 0,65$.

Hinweis:

Ein zu hoher Wert des Grenzfaktors kann bei vielen zu verbindenden Bauteilen zu dem ungewollten Effekt führen, dass nicht zusammengehörende Elemente verbunden werden. Deshalb sollte ein erhöhter Grenzfaktor nie auf das gesamte Modell angewandt werden, sondern eher nur auf Teilbereiche.

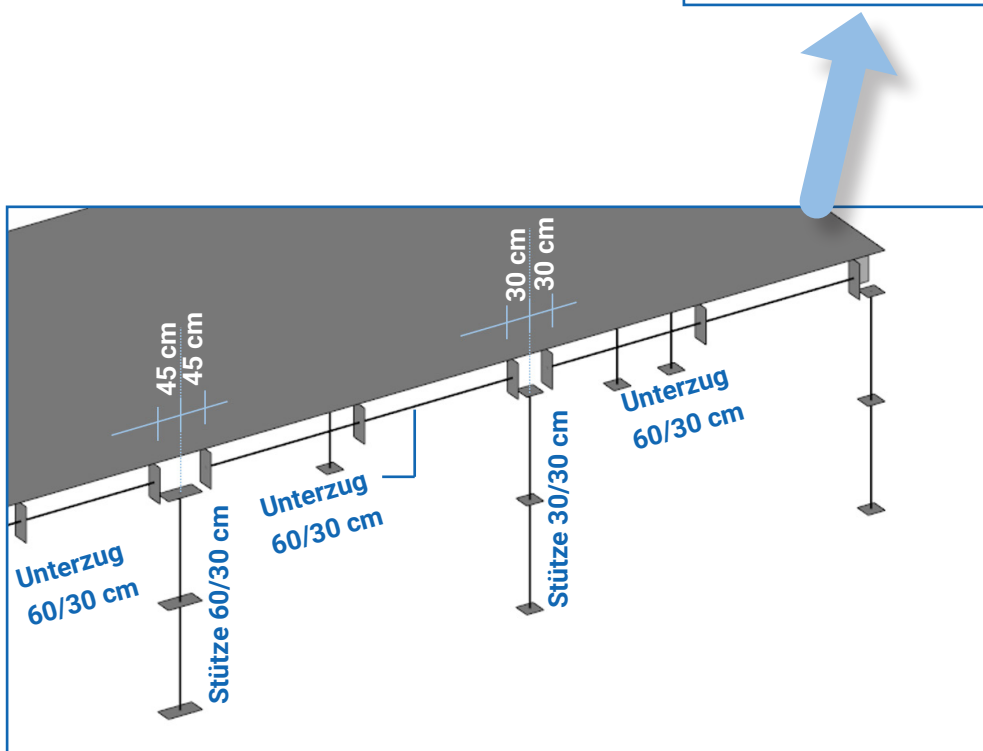
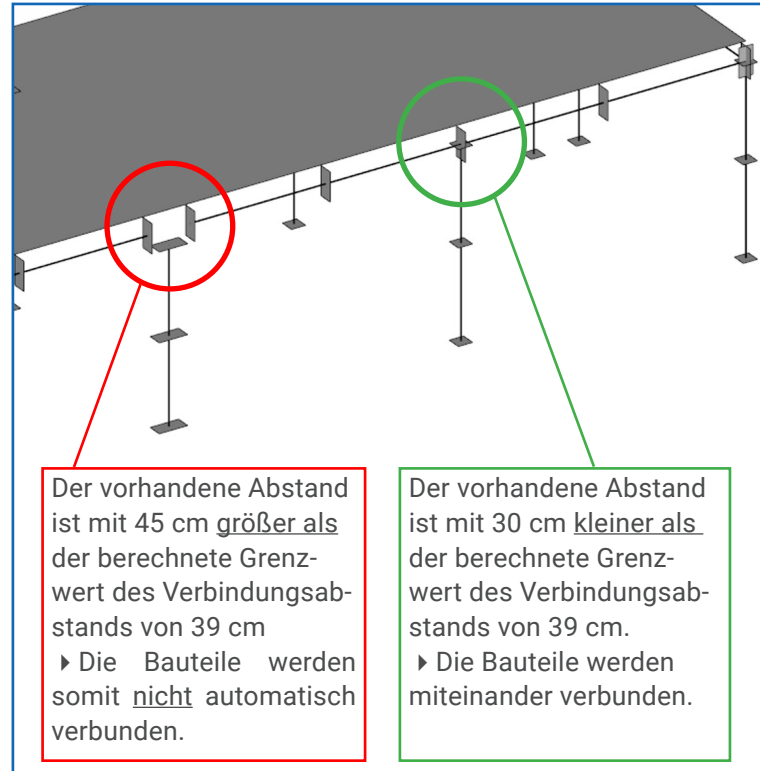
Durch diesen Grenzfaktor kann der Verbindungsabstand beeinflusst werden. Der Grenzwert des Verbindungsabstands ergibt sich aus einer Multiplikation des Grenzfaktors und der maximalen Bauteildicke der zu verbindenden Bauteile.

Bei Flächenelementen ist die maximale Bauteildicke die Bauteilstärke (Dicke der Decke/ Dicke der Wand), bei stabförmigen Bauteilen die maximale Querschnittsabmessung.

Anwendungsbeispiele zum Grenzfaktor

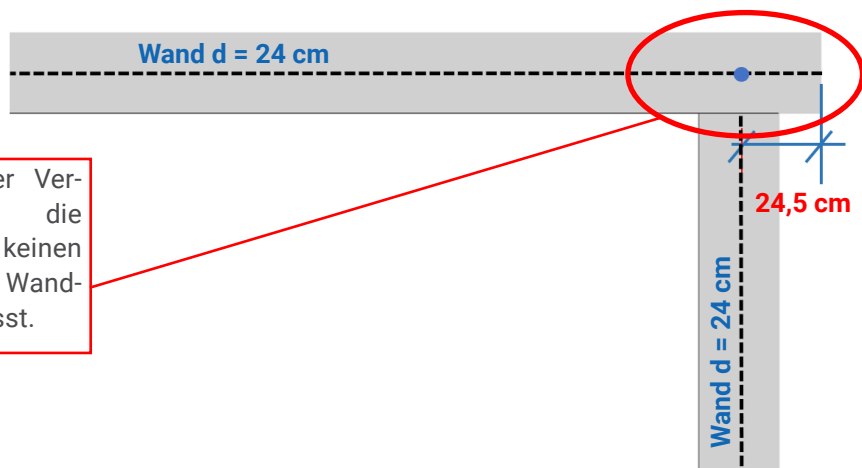
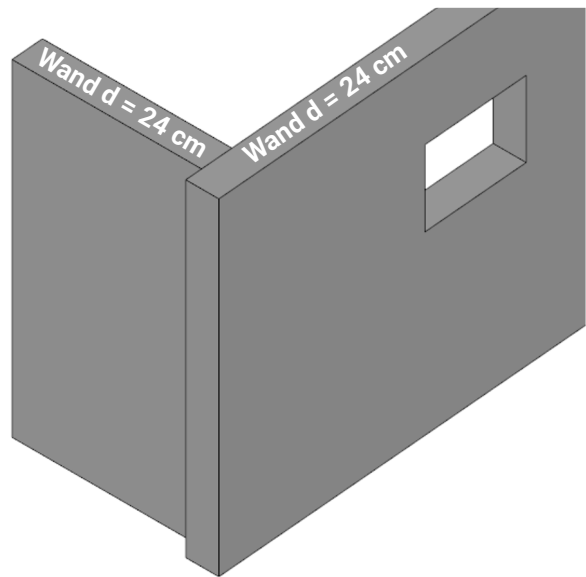
Beispiel: Stabförmige Bauteile (Linienbauteile)

- Voreingestellter Grenzfaktor: 0,65
- Für Linienbauteile gilt: die maximale Bauteildicke ist in diesem Fall die maximale Querschnittsabmessung
- Bei einer maximalen Bauteildicke von 60 cm ergibt sich so ein Grenzwert für den Verbindungsabstand: $60 \text{ cm} \times 0,65 = \underline{39 \text{ cm}}$

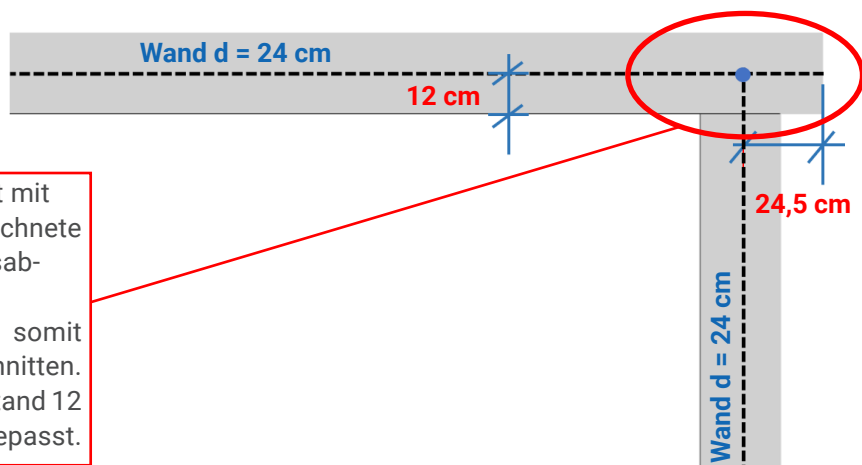


Beispiel: Wand-Wand-Verbindung

- Voreingestellter Grenzfaktor: 0,65
- Für Flächenbauteile gilt: die maximale Bauteildicke ist in diesem Fall die maximale Bauteilstärke (Dicke der Decke / Dicke der Wand)
- Bei einer maximalen Bauteildicke von 24 cm ergibt sich so ein Grenzwert für den Verbindungsabstand: $24 \text{ cm} \times 0,65 = \underline{15,6 \text{ cm}}$



Ohne Bearbeitung mit der Verbindungsfunktion haben die Schwerlinien der Wände keinen Schnittpunkt und auch der Wandüberstand ist nicht angepasst.



Der vorhandene Abstand ist mit 24,5 cm größer als der berechnete Grenzwert des Verbindungsabstands von 15,6 cm
 ▶ Der Wandüberstand wird somit nicht automatisch abgeschnitten.
 ▶ Die Wandachsen mit Abstand 12 cm sind nun immerhin angepasst.



Credits: buchachon/123RF

Abb.: Beim Arbeiten mit dem FRILO BIM-Connector® lassen sich mit einem klar strukturierten, von nicht lastabtragenden und irrelevanten Elementen bereinigten Gebäude bessere Ergebnisse erzielen – auch eine Absprache der Beteiligten bezüglich einer sauberen Übergabedatei (Architekturmodell, IFC- / SAF-Datei) ist sinnvoll.

Annahme: Grenzfaktor = 1,1
 Der berechnete Grenzwert des Verbindungsabstands ist:
 $24\text{ cm} \times 1,1 = 26,4\text{ cm}$
 Der vorhandene Abstand ist mit 24,5 cm kleiner als der Grenzwert des Verbindungsabstands.
 ▶ Der Wandüberstand wird automatisch angepasst.

Verbindungsoptionen [X]

Grenzfaktor Verbindungsabstand

benachbarte Platten verbinden

- maximaler Plattenabstand cm



FRILO-Campus

Direkt zum FRILO-Campus: www.campus.frilo.eu

WEBINARE

15.12.2021	14:00 - 15:00 Uhr	Einführung in die neue Lösung Pfahl+
20.12.2021	17:00 - 18:00 Uhr	Aufbau-Webinar für Studenten
19.01.2022	17:00 - 18:00 Uhr	Studenten-Webinar mit Komplexbeispiel

ONLINE-TRAININGS

14.12.2021	10:30 - 11:15 Uhr	RSX - Stahlbemessung in Beispielen
16.12.2021	10:30 - 11:15 Uhr	RSX – Holzbemessung in Beispielen
21.12.2021	10:30 - 11:15 Uhr	GEO + PLT: Neue Funktionalitäten

MESSEN UND VERANSTALTUNGEN

15.02.2022	3 Tage	digitalBAU Köln
------------	--------	-----------------

SCHULUNGEN

Wir bieten aufgrund der Pandemie aktuell keine Präsenzs Schulungen an.

Impressum

Verantwortlich für den Inhalt
FRILO Software GmbH
Stuttgarter Straße 40
70469 Stuttgart

Tel: +49 711 81002-0
Fax: +49 711 81002-30
Internet: www.frilo.eu
E-Mail: info@frilo.eu

