

Anwenderdokumentation

SPGK

Programmname	SPGK 1.03
Deskriptoren	Grat- oder Kehlsparren mit möglichem unsymmetrischem Anschluss (Höhen, Winkel) von Haupt- und Nebendach Lastermittlung; Tragfähigkeitsnachweis auf Biegung und Schub; Stabilitätsnachweise bzw. Biegedrillknick- und Knickbemessung; Nachweis für den Brandschutz
Copyright	Riedel SfB GmbH Bogenstraße 40, 90559 Burgthann Tel.: 03643/ 414543, Fax: 03643/ 414546 http://www.riedel-statik.de
Programmautor	Riedel SfB GmbH Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Wolfgang Schaser Tel.: 040/ 83987541, support@riedel-statik.de
Programmiersprachen	C / C++
Stand	Juni 2009

Inhaltsverzeichnis

0	Update-Informationen	3
0.1	Update-Informationen bisheriger Programmversionen	3
0.2	Geplante Erweiterungen	3
1	Aufgabe	4
2	Verfahren	4
2.1	Ermittlung der Geometrie des Grat- oder Kehlsparrens	4
2.2	Dachflächenbezogene Umrechnung der Einwirkungen	4
2.3	Holzkennwerte	6
2.4	Sicherheitskonzept im Grenzzustand der Tragfähigkeit	6
2.5	Schnittgrößenermittlung	6
2.6	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	6
2.7	Brandschutz	7
2.8	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	7
3	Definitionen	7
4	Anwendungsgrenzen	8
5	Besonderheiten	8
5.1	Schneeabfanggitter	8
5.2	Modifikationsfaktor k_{mod}	8
6	Handhabung des Programmes	9
6.1	Dimensionen	9
6.2	Prinzip der Eingabe der Geometrie	9
6.3	Systemeingaben	9
6.4	Bemessungslauf	17
7	Ausgaben	18
7.1	Steuerzahl	18
7.2	Grafik	18
7.3	Zuordnung von Lastordinaten für Windkräfte	18
7.4	Skizze für Draufsicht	18
7.5	Geometrische Kennwerte und Materialfestigkeiten	18
7.6	Ausgabe und Abspeicherung der Auflagerkräfte	18
7.7	Einwirkungskombinationen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit	19
7.8	Nachweise in den Grenzzuständen	20
	Literatur	20
	Anhang 1: Auflagerkräfte im Holzbau	20
	Anhang 2: Zahlenbeispiel	20

0 Update-Informationen

0.1 Update-Informationen bisheriger Programmversionen

Aktuelle Update-Information veröffentlichen wir regelmäßig auf unseren Internetseiten unter <http://www.riedel-statik.de/aktuell.html>.

0.2 Geplante Erweiterungen

Folgende Erweiterungen / Umstellungen sind zukünftig geplant:

- Umsetzung der Steuerzahl für eine gekürzte pdf-Programmausgabe
- Zuordnung manueller Lasteingaben zu anderen Lastkategorien
- Lasten aus der Kategorie 'L' sollen per Funktionstaste Lastfaktoren aus dem Programm Last übernehmen können
- Überarbeitung der pdf-Programmausgabe zu einem einheitlichen mit anderen Programmen abgestimmten Layout
- Überarbeitung des Brandschutznachweises (Lastannahmen, steifigkeitsabhängiges Verfahren)

1 Aufgabe

Grundlage: Das Programm errechnet innere Schnittgrößen und Spannungen eines mehrfeldrigen Grat- oder Kehlsparrens aus Holz auf Grundlage der Belastungseingaben nach DIN 1055-100 (Stand 2001), DIN 1055-4 (Stand 2005) und DIN 1055-5 (Stand 2005). Anschließend erfolgt die Bemessung entsprechend der Nachweise der Holzbaunorm DIN 1052 (Stand 2008) sowie der Brandschutznorm DIN 4102-22 (Stand 2002).

Geometrie: Die Geometrie des Grat- oder Kehlsparrens erfolgt durch die voneinander getrennte Eingabe des Haupt- und des Nebendaches. Aus diesen Eingaben berechnet das Programm die Überschneidungen bzw. die Geometrie des Grat- oder Kehlsparrens. Insgesamt können bis zu maximal 8 unterschiedlich dimensionierte Felder zuzüglich 2 Kragarmen bestimmt werden. Je Knoten werden Auflager als horizontal oder vertikal unverschieblich oder durch Festlegung eines Winkels der Auflagerrichtung angesetzt.

Lastermittlung: Für die Lastermittlung gemäß den vom Programm ermittelten Einwirkungskombinationen nach DIN 1055-100 werden eingegebene Lasten in Wind (DIN 1055-4), Schnee (DIN 1055-5), Dachlasten, Bauzustand und vom Anwender definierte Einwirkungen (Gleich-, Punkt-, Strecken- und Trapezlasten) unterteilt. Es erfolgt eine durch das Programm automatisierte Erfassung der Wind- und Schneelasten. Vom Anwender selbst definierte Lasten werden durch Einwirkungsdauer und Kategorie (ständig oder veränderlich) bestimmt. Jede einzelne Einwirkung gilt zwar als unabhängig, wird jedoch in Verbindung mit den anderen Einwirkungen kombiniert.

Nachweise: Nach der Schnittgrößenermittlung werden die Nachweise der Tragfähigkeit auf Biegung und Schub geführt. Auf Wunsch können die Stabilitätsnachweise, der Biegedrillknicknachweis, die Knickbemessung sowie der Nachweis des Brandschutzes nach DIN 4102 geführt werden.

Bemessungslauf: Bei Bedarf kann das Programm beauftragt werden, durch den Bemessungslauf die günstigsten Querschnitte für die einzelnen Sparrenfelder vorzuschlagen. Mit Hilfe des Bemessungslaufes, welcher die Auslastung bezüglich der entsprechenden einzuhaltenden Nachweise angibt, hat der Anwender auch die Möglichkeit komfortabel die Vorschläge des Programmes nach seinem Anliegen zu optimieren.

2 Verfahren

2.1 Ermittlung der Geometrie des Grat- oder Kehlsparrens

Während der Eingabe wird anhand der Schnittgeraden aus den Ebenen des Haupt- und Nebendaches die Lage des Grat- oder Kehlsparrens bestimmt. Treffen sich zwei Pfettenlagen von Haupt- und Nebendach in einem Punkt, so werden die beiden Pfetten zu einer zusammengefasst. Dabei gilt, dass sich zwei Pfettenlagen an einem Punkt treffen, wenn der Abstand der Pfetten zueinander eine Toleranzgrenze von bis zu 10cm nicht überschreitet.

2.2 Dachflächenbezogene Umrechnung der Einwirkungen

Lasten der Kategorien 'L' und 'M' (siehe Kapitel 6.3.13) werden unverändert auf den Grat- oder Kehlsparren gesetzt.

Wind-, Schnee- und Dachlasten hingegen werden programmintern von Linienlasten in genau eine Trapezlast je Feld des Grat- oder Kehlsparrens umgerechnet. Die Berechnung dafür erfolgt nach folgendem Schema:

1. Berechnung der Größen r_j (für jedes Feld j des Hauptdaches) und r_k (für jedes Feld k des Nebendaches):

$$r_j = \frac{\Delta x_j \cdot \Delta y_j}{2 \cdot \sqrt{(\Delta x_j)^2 + (\Delta y_j)^2}} \quad r_k = \frac{\Delta x_k \cdot \Delta y_k}{2 \cdot \sqrt{(\Delta x_k)^2 + (\Delta y_k)^2}}$$

mit Δx_j , Δy_j , Δx_k und Δy_k als grundrissbezogene Projektionslängen der Felder k und j

2. Berechnung der Ordinaten E_j und E_k der aus den Linienlasten resultierenden Dreieckslasten an jedem Auflagerpunkt:

$$E_{j,Randpunkt1} = 0$$

$$E_{j,Randpunkt2} = r_j \cdot E_j$$

$$E_{k,Randpunkt1} = 0$$

$$E_{k,Randpunkt2} = r_k \cdot E_k$$

mit E_j als dachflächenbezogene Einwirkung auf das Hauptdach und E_k als dachflächenbezogene Einwirkung auf das Nebendach. *Randpunkt1* und *Randpunkt2* stellen die jeweiligen Feldenden des Haupt- oder Nebendaches dar und werden je nach Art für den Gratsparren oder für den Kehlsparren belegt.

3. Überlagerung der berechneten Dreieckslasten an den Randpunkten der Felder i des Grat- oder Kehlsparrens zu Trapezlasten auf dem Grat- oder Kehlsparren mit den Ordinaten $E_{i,Randpunkt1,GK}$ und $E_{i,Randpunkt2,GK}$:

$$E_{i,Randpunkt1,GK} = E_{k,n} + E_{j,m}$$

$$E_{i,Randpunkt2,GK} = E_{k,n} + E_{j,m}$$

m und n geben die Ordinaten der Einwirkung aus den Dreieckslasten des Haupt- und Nebendaches an der Stelle an, an der das Haupt- bzw. Nebendach den Grat- oder Kehlsparren schneidet.

4. Umrechnung der grundrissbezogenen Einwirkungen auf dachflächenbezogene Einwirkungen:

$$E_{dachflaechenbezogen} = E_{grundrissbezogen} / \cos \gamma$$

mit γ als Winkel des Grat- oder Kehlsparrens

2.3 Holzkennwerte

- Charakteristische Festigkeitskennwerte werden [5] entnommen.
- Die Einflüsse von spezifischen unterschiedlichen Holzfeuchten finden in den Designbeiwerten der Materialkennwerte Beachtung. Der Baustoff Holz gleicht sein Feuchtigkeitsgehalt mit dem Umgebungsklima aus. Es ändern sich hierbei in Abhängigkeit zum Fasersättigungsgrad das Volumen, die mechanischen Eigenschaften und das Kriechverhalten.
- Die Festigkeit unter Dauerlast beträgt nur etwa 60% der Kurzzeitfestigkeit. Der Einfluss der Lasteinwirkungsdauer findet vereinfacht in den 5 Klassen der KLED aus [5] Beachtung. Die Zuordnung dieser Klassen zu den Lasten wird in den jeweiligen Einwirkungskombinationen geregelt.

2.4 Sicherheitskonzept im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Grundlage für die Ermittlung von Widerständen und Einwirkungen bildet [5], Abschnitt 5. Änderungen aus [1] wurden in das Programm integriert. Für die Einwirkungen der Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit werden, resultierend aus [5], Abschnitt 5.3(1) und [5], Abschnitt 7.1.3(1) sowie der Möglichkeit ausschließlich ständig wirkender Lasten (siehe [5], Abschnitt 5.4(1)), folgende Lastfallkombinationen betrachtet:

- LFK 1: ausschließlich ständige Lasten
- LFK 2: ständige Lasten zzgl. vorherrschender Verkehrslast mit zugehöriger Einwirkungsdauer der vorherrschenden Verkehrslast
- LFK 3: ständige Lasten zzgl. aller Verkehrslasten mit der jeweils kürzesten Einwirkungsdauer aller Verkehrslasten

2.5 Schnittgrößenermittlung

Die Schnittgrößen werden nach dem Weggrößenverfahren (Deformationsmethode) unter Berücksichtigung der Verformungen längs zur Stabachse ermittelt. Überlagerungen von Schnittgrößen erfolgen linear elastisch.

2.6 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Es werden folgende Nachweise geführt:

- Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Biegung und Druck / Zug nach [5], Abschnitt 10.2.7 und 10.2.8
- Nachweis für Schub aus Querkraft nach [5], Abschnitt 10.2.9(5)
- Nachweis der Knicksicherheit nach [5], Abschnitt 10.3.1(1)
- Nachweis der Kippsicherheit nach [5], Abschnitt 10.3.2(2) und Anhang E.3

Weil davon ausgegangen wird, dass sich der Stab nicht in der Normalachse verdreht, wird auf einen Nachweis der Torsionsspannungen verzichtet.

2.7 Brandschutz

2.7.1 Brandschutz nach DIN 4102

Die Einwirkungen E_a für den Brandschutznachweis werden nach [3]-22 ermittelt: $E_a = 0.65 \cdot E_d$ mit E_d als Einwirkungen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit. Der Sicherheit des Brandschutzes wird durch [3], Teil 4 (Methode der konstanten Steifigkeiten) nachgewiesen.

Dabei erfolgt die Bemessung von unbedeckten Holzbauteilen unter Ansatz von Querschnittswerten, die unter Berücksichtigung der Branddauer berechnet werden (Restquerschnitte). Gleichzeitig wird der Einfluss der Temperatur auf die Materialkennwerte (Festigkeiten, E-Modul) berücksichtigt.

Bei dem verwendeten Verfahren werden die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte aus der 'kalten' Bemessung verwendet. Der Verlust an Steifigkeit und Festigkeit unter Brandbeanspruchung wird durch Ansatz einer erhöhten Abbrandtiefe berücksichtigt.

Die Abbrandtiefen $d_{(t_f)}$ und der ideale Restquerschnitt, welcher aus dem angesetzten Abzug t_0 resultiert, sind in Abbildung 1 dargestellt.

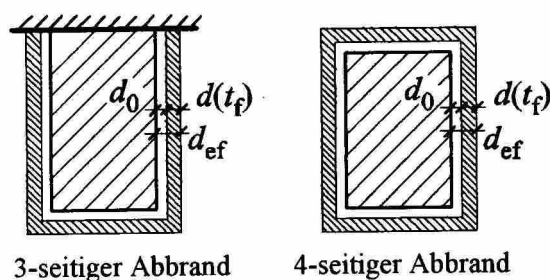


Abbildung 1: Abbrandtiefen und ideeller Restquerschnitt

2.7.2 Brandschutz mit geringer beflammbarer Fläche

Obwohl gemäß Normvorschriften der Anteil der beflammbaren Fläche nicht kleiner als 75% angenommen werden darf, wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, eine entsprechend kleinere beflammbare Fläche für die Berechnung einzugeben. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verantwortung dafür ausschließlich beim Anwender liegt.

2.8 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

[5], Abschnitt 9.2(1) besagt: *Grenzwerte der Verformungen sind entsprechend der vorgesehenen Nutzung des Tragwerkes zu vereinbaren, soweit sie nicht in anderen Normen geregelt sind.* Vom Programm werden sowohl die Empfehlungen von [2] als auch von [5], Abschnitt 9.2(4) als Grenzwerte zugrunde gelegt.

3 Definitionen

Vorzeichendefinitionen (siehe Abbildung 2):

- 'Vertikal' bedeutet entlang z-Richtung definiert (positive Richtung nach unten)
- 'Horizontal' bedeutet entlang der x-Richtung definiert (positive Richtung nach rechts)

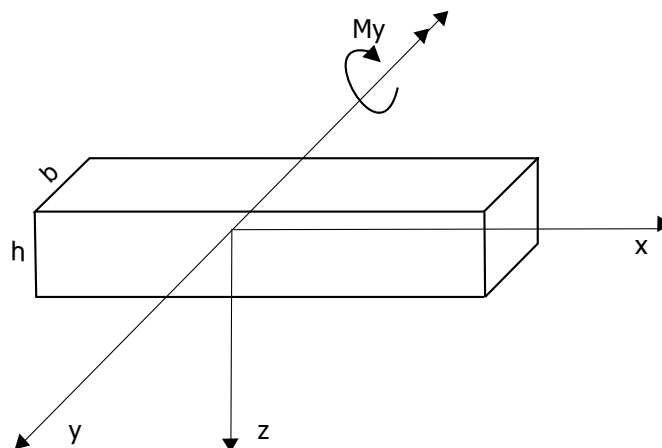


Abbildung 2: Koordinatensystem und Richtung positiver Lasteinwirkungen

4 Anwendungsgrenzen

Die Eingaben aus Haupt- und Nebendach müssen derart gestaltet sein, dass folgende Bedingung eingehalten ist:

- Anzahl der Felder des Grat- oder Kehlsparrens: 1 bis 8 zzgl. 0 bis 2 Kragarme

5 Besonderheiten

5.1 Schneeabfanggitter

Für die Sondernachweise nach [7] wird die Lage eines möglichen Schneeabfanggitters vom Programm bestimmt und die Last somit auf die statisch ungünstigste Position gestellt.

5.2 Modifikationsfaktor k_{mod}

Der Modifikationsfaktor k_{mod} ist stets an die Einwirkungen gebunden. Holzfeuchte und Einwirkungsdauer werden gemäß Abschnitt 2.3 berücksichtigt.

6 Handhabung des Programmes

Für die Handhabung des Programmes stehen grundsätzlich folgende Hilfestellungen zur Verfügung:

- grafische Unterstützung durch eine Systemskizze mittels Druck der Taste 'F3'
- erläuternder Text mittels Druck der Taste 'F1'

Ausführlichere Informationen für SPGK im speziellen sind in diesem Kapitel beschrieben.

6.1 Dimensionen

Sofern keine genaueren Angaben erfolgen, werden folgende Einheiten zugrunde gelegt:

<u>Größe</u>	<u>Einheit</u>
Längen	<i>m</i>
Kräfte	<i>kN</i>
Abmessungen	<i>cm</i>
Winkel	<i>Grad</i>

6.2 Prinzip der Eingabe der Geometrie

Der Grob Ablauf der Eingabe des Systems geschieht infolgender Reihenfolge:

1. Eingabe Geometrie des Hauptdaches
2. Eingabe Geometrie des Nebendaches
3. Eingaben zur Geometrie des daraus resultierenden Gesamtsystems

6.3 Systemeingaben

6.3.1 Steuerzahl

Die Steuerzahl steuert die Ausgaben und den Programmablauf. Jede Ziffer steuert eine Programmfunktion. Es kann jeweils eine 1 (durchführen) oder eine 0 (weglassen) eingegeben werden.

1. Z: Ausgabe aller Schnittgrößen und Deformationen in den Zehntelpunkten der spezifischen Stablängen
2. A: Ausgabe der Auflageranteile auf folgende Lastanteile bezogen:
 - Wind
 - Schnee
 - Bauzustand
 - Dachlasten
 - manuell eingegebene Lasten
3. L: Ausgabe aller Schnittgrößen und Deformationen auf o. g. Lastanteile bezogen
4. D: Ausgabe einzelner Knotendeformationen und Knotenverdrehungen
5. B: vollständige Bemessung (falls hier 0 steht, werden nur die charakteristischen Auflagerkräfte ausgegeben)

6.3.2 Feldanzahl Hauptdach

Hier ist die Anzahl der echten Felder des Hauptdaches (ohne Kragarme) einzugeben. Mögliche Eingaben: 1 bis 7.

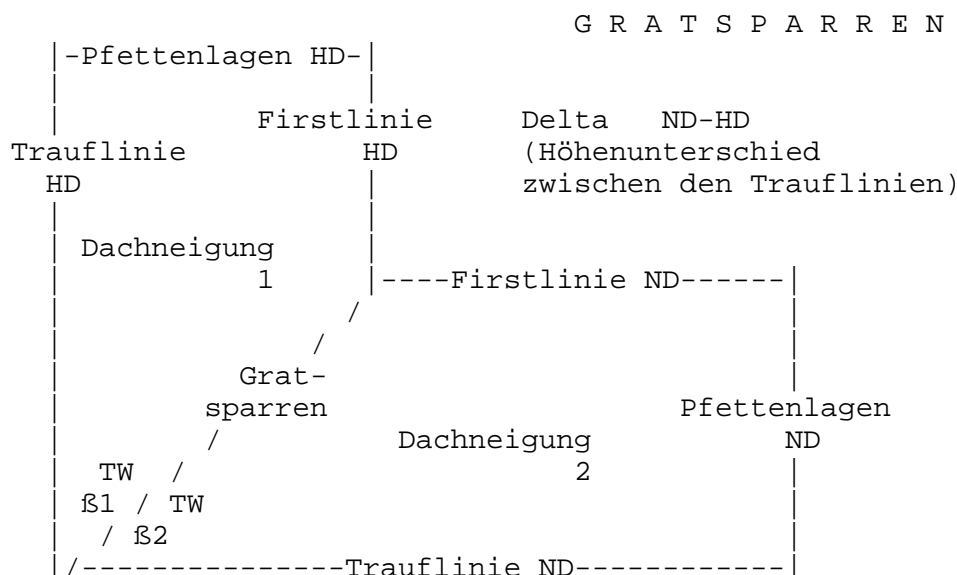
6.3.3 Dachneigung Hauptdach

Eingabe des Winkels (zwischen 0 und 75 Grad) zur Horizontalen anhand einer der folgenden Optionen:

1. A: Eingabe des Winkels in Altgrad
2. H: Eingabe des Steigungsverhältnisses H/L

6.3.4 Winkel zwischen Trauflinie des Hauptdaches und dem Grat- oder Kehlsparren

Es wird der Projektionswinkel β_1 der Draufsicht zwischen der Trauflinie und dem Grat- oder Kehlsparren eingegeben. Der Wert liegt bei einem Gratsparren (β_1 in Abbildung 4) zwischen 0 und 90 Grad, bei einem Kehlsparren (β_1 in Abbildung 4) zwischen 90 und 180 Grad.



6.3.5 Stützweiten Hauptdach

Hier sind die Längen der Stützweiten einzugeben. Für nicht vorhandene Kragarme ist die Stützweite 0 einzugeben. Die Eingaben können wie folgt getätigt werden:

1. G: Grundrissbezogene Eingaben (Stützweiten sind die Projektionen auf die Horizontale)
2. D: Dachflächenbezogene Eingaben (Stützweiten sind die wahren Stablängen)

6.3.6 Höhenunterschied zwischen den Trauflinien

Eingabe eines Wertes für den Unterschied zwischen den Trauflinien von Haupt- und Nebendach: Ein positiver Wert bedeutet, dass die Trauflinie des Nebendachs über der des Hauptdaches liegt, ein negativer Wert bedeutet, die Trauflinie des Nebendaches liegt unter der des Hauptdaches.

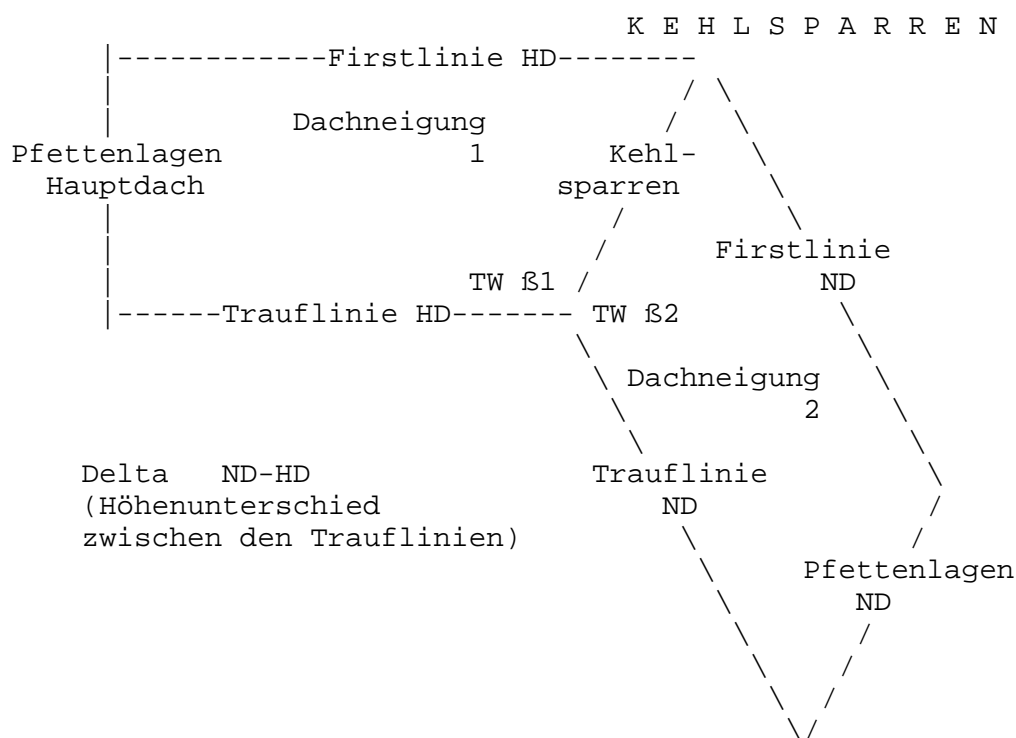


Abbildung 4: Kehlsparrnen

6.3.7 Übernahme der Geometrie des Hauptdaches für das Nebendach

Auswahl zwischen:

1. J: Folgende Geometriedaten für das Nebendach werden von denen des Hauptdaches übernommen:
 - (a) Dachneigung
 - (b) Felder und Stützweiten
 - (c) für den Winkel zwischen der Trauflinie des Nebendaches und dem Grat- und Kehlsparrnen gilt die Anmerkung zur Übernahme mittels '*' aus Abschnitt 6.3.9
2. N: Die Geometrie des Nebendaches kann, wie in den folgenden Abschnitten beschrieben, bestimmt werden.

6.3.8 Feldanzahl, Dachneigung, Stützweiten des Nebendaches

Die Eingaben erfolgen gemäß Abschnitt 6.3.2, 6.3.3 und 6.3.5. Zusätzlich besteht jeweils die Möglichkeit, mittels der Eingabe von '*' die Werte des Hauptdaches zu übernehmen.

6.3.9 Winkel zwischen Trauflinie des Nebendaches und dem Grat- oder Kehlsparrnen

Es kann eine Eingabe für β_2 sinngemäß Abschnitt 6.3.4 erfolgen. Alternativ kann mittels der Eingabe von '*' folgender Standardfall eingegeben werden: Der Winkel zwischen der Trauflinie des Nebendaches und dem Grat- oder Kehlsparrnen wird so berechnet, dass der Winkel zwischen Trauflinie Nebendach und Trauflinie Hauptdach 90 Grad beträgt.

6.3.10 Querschnittstypen

Der Querschnitt des Grat- oder Kehlsparren ist eine laufende Nummer, die auf eine später einzugebende Querschnittsbeschreibung verweist. Für jedes Feld und jeden Kragarm kann ein separater Querschnitt eingegeben werden. Die Eingabe kann feldweise oder für alle Felder gleich erfolgen:

1. *: Der gesamte Sparren hat den gleichen Querschnitt
2. F: Je Feld kann der Querschnitt variieren

6.3.11 Auflagerrichtung

Jedes Auflager kann eigenständig definiert werden. Zu beachten ist, dass bei feldweise unterschiedlich gerichteten Auflagern die statische Bestimmtheit gegeben ist. Fehleingaben werden vom Programm verhindert. Die Auflager werden wie folgt eingegeben:

1. *: Alle Auflager sind starr (x- und y-Richtung gehalten)
2. F: Auflagerrichtung kann knotenweise variieren: Eingaben der Winkel (in Altgrad) eines gerichteten Auflagers zur Horizontalen:
 - * für vertikal unverschiebliches Auflager
 - oder z. B. 90 für vertikales Auflager
 - oder z. B. 0 für Horizontalaufleger
 - oder z. B. Dachneigung +/- 90 für ein senkrecht zur Stabachse wirkendes Auflager

6.3.12 Querschnittsabmessungen

Die Querschnittsabmessungen (in cm) können zunächst offen gelassen werden, indem für eine oder beide Abmessungen ein '*' eingegeben wird. Sie können dann in einem Bemessungslauf (s. Abschnitt 6.4) festgelegt werden. Das Programm trägt dann die im Bemessungslauf ermittelten gewählten Abmessungen in das Eingabeprotokoll ein.

6.3.13 Lasteingaben

Jede Last erhält einen beliebigen 16 Zeichen langen Text. Wird in diesem ein '*' eingegeben, enden die Lasteingaben. Folgend werden je nach Eingabe verschiedene Lastkategorien unterschieden:

1. W **Windlast** nach DIN 1055-4
 - (a) Eingabe der Windzone
 - (b) Eingabe 'J', wenn Küstenbereich vorliegt, d. h. ein Bereich mit einem 5km breiten Streifen landseits
 - (c) Eingabe der Höhe bis Oberkante First; der nach [6] maximal zulässige Wert ist 25m
 - (d) Gesamtabmessungen d/b des Bauwerks mit d als Grundrissseite für die parallel zur Windrichtung der Nachweis geführt wird und b als die Grundrissseite für die rechtwinklig zur Windrichtung der Nachweis geführt wird.
Hinweis: Im Bereich von Dachüberständen darf nach [6] der Wert vom Unterseitendruck der anschließenden Wandfläche auf den Oberseitendruck der anschließenden Dachfläche angerechnet werden. Die Ermittlung der Windlasten aus Unterwind erfolgt automatisch vom Programm.

2. S **Schneelast** nach DIN 1054-5

- (a) Eingabe der Schneelastzone (1, 1a, 2, 2a oder 3)
 - (b) Eingabe Geländehöhe über NN
 - (c) Eingabe ob Schneeüberhang Traufe
 - (d) Eingabe ob Schneeabfang
3. **B Bauzustandslast:** Eingabe der Einzellast (z. B. Mannlast 1,5 kN); Standort ist in Feldmitte(n) und an den Rändern evtl. gegebener Kragarme

4. **M Manuelle Last**

- (a) Eingabe der Lastart
 - i. **S** : ständige Einwirkung
 - ii. **V** : veränderliche Einwirkung
- (b) Eingabe der Einwirkungsdauer
 - i. ***** : ständig
 - ii. **l** : lang
 - iii. **m** : mittel
 - iv. **k** : kurz
 - v. **s** : sehr kurz
- (c) Feldzuordnung:
Eingabe der Feldnummern, für die die folgende Lasteingabe gilt. Negative Nummer heißt 'bis'. Für Abschluss ist '*' einzugeben.
- (d) Festlegung der Last- und Abszissenrichtung

Eingabe	Bedeutung	Beispiel
VL		Eigengewicht
HL		Horizontalkräfte
VH		Schnee
HV		Horizontalkräfte
HH		Horizontalkräfte
QL		Wind
LL		Reibungskräfte

Abbildung 5: mögliche Eingaben für die Lastrichtung

Die Richtungsfestlegung für Last und Abszisse kann entweder auf die globalen Richtungen H (horizontal) und V (vertikal, nach unten zeigend) oder auf die lokalen (stabbezogenen) Achsen L (längs zur Stabachse) und Q (quer zur Stabachse, nach unten zeigend) definiert werden.

Siehe Abbildungen 5 und 6.

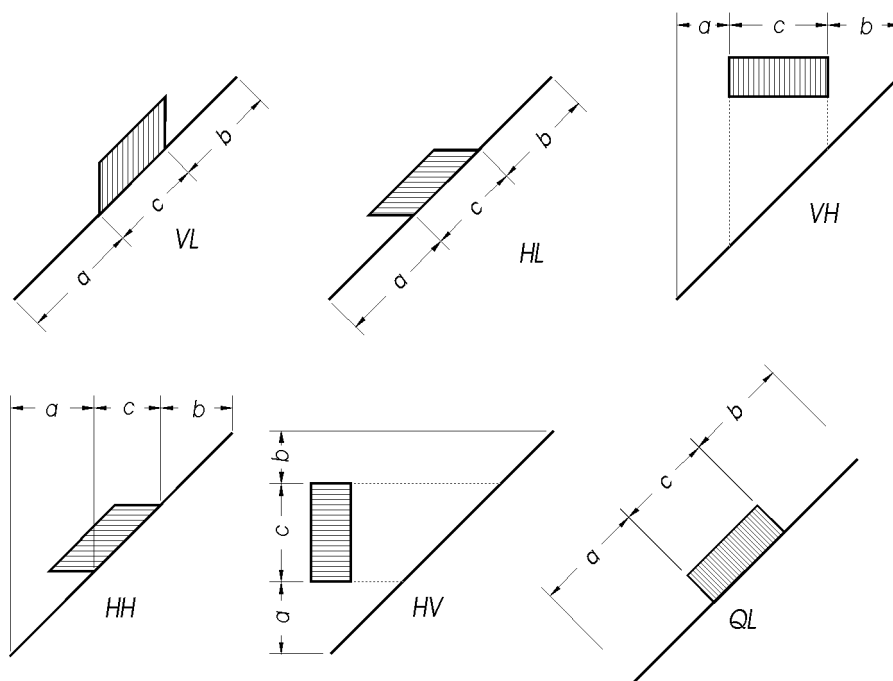


Abbildung 6: Beispiele einer Streckenlast für die möglichen Lastrichtungen


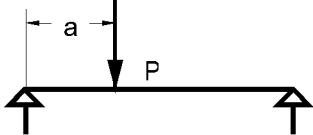
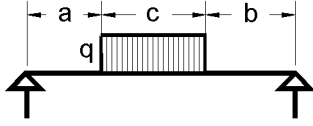
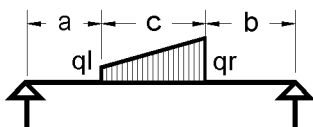
Lastart	Lastbild	Eingaben
1		q
2		P, a
3		q, a, b oder: q, a, *, c
4		ql, a, b, qr, oder: ql, a, *, c, qr

Abbildung 7: Eingabe für Lastart und zugehörige Längeneingaben

(e) Eingabe der Last

Vorzeichen: Lasten, die in Richtung der festgelegten Achse wirken, sind positiv.

Die Eingabe der Lastart mit den zugehörigen Längeneingaben ist gemäß Abbildung 7 zu handhaben und die Abszissenrichtung für die Längeneingaben Abbildung 6 zu entnehmen.

Für die Lastordinaten kann durch die Eingabe der Lastbezeichnung der Wert aus der Lastaufstellung übernommen werden. Die Last kann aber auch direkt als Zahl eingegeben werden.

5. **L Manuelle Last mit Kombinationsfaktoren** (evtl. aus dem Programm LAST, s. Anwenderdokumentation *LAST*). Als Last kann eine aus einer Einwirkungskombination zusammengefasste Last eingegeben werden. Die Kombination ist durch folgende zwei Faktoren bestimmt:

- **maxFaktor**: aus Programm Last mit F1 oder aus freier Eingabe
- **minFaktor**: aus Programm Last mit F1 oder aus freier Eingabe

Hinweis: Die F1-Funktion des Programms LAST ist in vorliegender WinDED-Version noch nicht enthalten.

Die Festlegung der Last- und Abszissenrichtung erfolgt analog 4d, die Eingabe der Last analog 4e.

6. **D Dachlasten / Auflasten als Flächenlast**. Dachlasten werden analog Punkt 4 eingegeben. Einzig die Eingabe der Lastart ist anders - sie beschränkt sich auf Lastart 1. Zu beachten ist Kapitel 2.2

6.3.14 Materialeingaben und Festigkeitsklasse

Mögliche Eingaben für Material:

1. **L** : Laubholz,
Eingabe der Festigkeitsklasse
2. **N** : Nadelholz,
Eingabe der Festigkeitsklasse
3. **B** : Brettschichtholz, zusätzlich Abfragen:

- (a) Hochkantbiegung
- (b) Flachkantbiegung

Bei einer Eingabe von 'J' für 'Ja' werden die Werte der Festigkeiten bei einer Lamellenbeanspruchung gemäß [5] erhöht.

4. ***** : manuelle Eingabe der Festigkeiten:

- (a) Eingabe der Materialkennwerte nach [5] in N/mm^2 : $f_m, f_{t,0}, f_{t,90}, f_{c,0}, f_{c,90}, f_v$. Diese charakteristischen Kennwerte sind als 5%-Quantilwerte der Grundgesamtheit definiert, bezogen auf eine Einwirkungsdauer von 300s bei einer Temperatur von 20 Grad und einer relativen Luftfeuchte von 65%.
- (b) Eingabe der Steifigkeitem nach DIN 1052 in N/mm^2 : E_0, E_{90}, G_{mean} . Diese charakteristischen Kennwerte sind als 5%-Quantilwerte (benötigt für den Grenzzustand der Tragfähigkeit) oder als Mittelwert (benötigt für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) unter den Bedingungen nach 4a definiert.

- (c) Eingabe der Dichte ρ in kg/m^3 Die charakteristischen Werte der Rohdichte sind als 5%-Quantilwerte bei einer Temperatur von 20 Grad und einer relativen Luftfeuchte von 65% definiert.
- (d) Materialkennwerte zum Brandschutz:
 - i. Abbrandrate β in mm/min
 - ii. Beiwert zur Ermittlung des 20%-Quantilwertes (anstelle der 5%-Quantilwerte)

6.3.15 Eingabe zur Nutzungsklasse

Eingabe einer Nutzungsklasse zwischen 1 und 3:

1. 1: ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, welche einer Temperatur von 20 Grad und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur einige Wochen pro Jahr den maximalen Wert von 65% annimmt
2. 2: ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, welche einer Temperatur von 20 Grad und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur einige Wochen pro Jahr den maximalen Wert von 85% annimmt
3. 3: erfasst Klimabedingungen mit höheren Holzfeuchten, als in der Nutzungsklasse 2 angegeben

6.3.16 Eingabe für den Nachweis gegen Knicken

Für die Berechnung des Knickens wird vom Programm ein Wert für den prozentuellen Anteil der Knicklänge bezogen auf die spezifische Feldlänge verlangt. Bei einer Eingabe von '*' wird auf den Nachweis der Knicksicherheit verzichtet.

6.3.17 Eingaben für den Nachweis gegen Biegedrillknicken

Für den maximalen Abstand der seitlichen Halterung kann zwischen folgenden Eingaben gewählt werden:

1. 0: Auf den Nachweis des Biegedrillknickens wird verzichtet (Annahme, dass der Druckgurt an keiner Stelle seitlich ausweichen kann)
2. *: Berechnung der wirksamen Kipplänge l_{erf} nach DIN 1052 - Anhang E.3
3. Zahlenwert: Die Bestimmung der wirksamen Kipplänge l_{erf} erfolgt durch einen vom Anwender vordefinierten Zahlenwert

6.3.18 Eingaben für den Brandschutz

Soll kein Nachweis für den Brandfall erfolgen, ist für die Feuerwiderstandsklasse ein '*' auszuwählen. Andernfalls muss zu der Feuerwiderstandsklasse der Anteil des beflammbaren Kontakts, bezogen auf den Gesamtumfang, angegeben werden.

6.3.19 Eingabe der Klauen-Einschnittstiefe

Die einzugebende *Klauen-Einschnittstiefe* bestimmt den Einschnitt des Querschnittes über den Auflagerpunkten. Dieser Wert nimmt Einfluss auf die Querschnittswerte und die Widerstände. Im Brandfall gilt die Kerbe als offenliegend.

6.3.20 Eingabe zur Gebrauchstauglichkeit

Berücksichtigung der negativen Durchbiegung:

Bei Kragarmen kann die Berücksichtigung der negativen Durchbiegung zu unerwünschten Erscheinungen führen, indem die negative Durchbiegung betragsmäßig dadurch kleiner wird, weil ein schwächerer Querschnitt gewählt wurde. Das ist mit den Vorschriften sicher nicht beabsichtigt gewesen. Diese Erscheinung kann auch im Bemessungslauf zu einem Versagen der Iteration führen, sodass ein unsinnig hoher Querschnitt für den Kragarm vorgeschlagen wird. Durch Eingabe von 'N' wird die Berücksichtigung der negativen Durchbiegung unterdrückt, durch Eingabe von 'J' werden negative Durchbiegungen berücksichtigt.

6.4 Bemessungslauf

Der Bemessungslauf (Aufruf mittels *Rechnen* → *Bemessungslauf*) kann bei entsprechender Eingabe nach Abschnitt 6.3.12 beauftragt werden, die günstigsten (d. h. maximal ausgelasteten Querschnitte) selbständig zu ermitteln. Zulässige Eingabewerte sind:

- 'J' für Ja, d. h. der vom Programm gewählte Querschnitt wird bestätigt
- 'N' für Nein, d. h. der vom Programm gewählte Querschnitt wird nicht bestätigt
- '**' für einen vom Programm zu ermittelnden optimalen Querschnittswert
- Eingabe eines festen Wertes - so kann beispielsweise der Wert der Breite b festgelegt werden, während die Höhe h durch Eingabe eines '*' vom Programm ermittelt wird

7 Ausgaben

7.1 Steuerzahl

Je nach Steuerzahl (s. Abschnitt 6.3.1) können die nachfolgend beschriebenen Ausgaben erfolgen oder vom Programm unterdrückt werden.

7.2 Grafik

Es wird eine Grafik des ermittelten Gesamtsystems mit allen vom Anwender eingegebenen Lasten ausgegeben.

7.3 Zuordnung von Lastordinaten für Windkräfte

Die programmintern ermittelten und auf den Grat- und Kehlsparren umgerechneten Ordinaten für Windkräfte (LUV, LEE, LUV+LEE) werden für jeden einzelnen Stab des Grat- oder Kehlsparrens ausgegeben.

7.4 Skizze für Draufsicht

Es wird eine sehr einfache, nicht maßstabsgetreue Skizze für eine Draufsicht des Grat- oder Kehlsparrens ausgegeben.

7.5 Geometrische Kennwerte und Materialfestigkeiten

Entsprechend der Eingabe oder der Ermittlung aus dem Bemessungslauf werden die gewählten oder ermittelten Querschnitte, die Werte der Materialfestigkeiten sowie die für die weitere Bemessung relevanten Querschnittskennwerte ausgegeben. Falls der Nachweis des Brandschutzes geführt wird, werden die Querschnittskennwerte für den Brandfall separat berechnet und ausgegeben.

7.6 Ausgabe und Abspeicherung der Auflagerkräfte

7.6.1 Allgemeines Prinzip von Abspeicherung und Ausgabe

Die Auflagerkräfte werden entsprechend den Vorzeichendefinitionen aus Abschnitt 3 definiert. Sie werden grundsätzlich als **Einzelkräfte in kN** ausgegeben und haben eine Bezeichnung von drei oder vier Buchstaben:

- **erster Buchstabe:** Ort / Bezeichnung des Auflagers von A...I
- **mittlere(r) Buchstabe(n)** Art der Auflagerkraft nach den Abschnitten 7.6.2 und 7.6.3
- **letzter Buchstabe:** Richtung des Auflagers mit einer Auswahl zwischen H (horizontal), V (vertikal), Q (vertikal zum Sparren) und L (längs zum Sparren)

Die Auflagerkräfte werden mit den ausgegebenen Bezeichnungen abgespeichert und können mit dieser Bezeichnung von den Folgepositionen übernommen werden.

Die Buchstaben für die Lastweiterleitung sind zur jeweiligen Auflagerkraft durch die Programmausgabe kenntlich gemacht. Mittels des Programmmoduls *AUFL* aus WinDED kann eine vereinfachte Übernahme, z. B. durch vom Anwender eigenständig angegebene Lastbezeichnungen der Auflagerkräfte, erfolgen.

Zu beachten ist Abschnitt 5.2.

Ein kompletter Überblick aller möglicher Lastbezeichnungen aus SPGK und den weiteren Programmen des Holzbaus ist im Anhang in Abbildung 8 gegeben.

7.6.2 Anteile der abgespeicherten Auflagerkräfte

Die charakteristischen Auflagerkräfte werden zunächst entsprechend Ihrer Anteile bezüglich folgender Kategorien dargestellt:

- Lasten aus Wind nach [6], siehe auch Abschnitt 7.2:
 - Winddruck (LUV), eine entsprechende Auflagerbezeichnung kann z. B. AW1V lauten
 - Windsog (LEE), eine entsprechende Auflagerbezeichnung kann z. B. AW2V lauten
- Lasten aus Schnee nach [7], eine entsprechende Auflagerbezeichnung kann z. B. ASV lauten
- manuelle, selbst definierte Lasten
- Dachlasten
- Lasten aus dem Bauzustand

Lasten der Kategorie 'L' (siehe Kapitel 6.3.13) werden nicht als Auflagerkräfte ausgegeben oder weitergeleitet.

7.6.3 Zusätzliche Auflagerkräfte aus Wind

Für den Lastfall Wind werden zusätzlich folgende charakteristische Auflagerkräfte ausgegeben:

- Winddruck Hauptdach (z. B. AW3H)
- Winddruck Nebendach (z. B. AW4H)
- Windsog Nebendach (z. B. AW5H)
- Windsog Hauptdach (z. B. AW6H)

7.7 Einwirkungskombinationen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

Je Lastfallkombination nach Abschnitt 2.4 werden die Extremwerte für die notwendigen Nachweise ausgegeben:

- für die Nachweise der Tragfähigkeit
- für den Nachweis der Knicksicherheit, sofern dieser für das Programm beauftragt wurde
- für den Nachweis des Brandschutzes, sofern dieser für das Programm beauftragt wurde

Auch hierbei ist Abschnitt 5.2 zu beachten.

7.8 Nachweise in den Grenzzuständen

Folgende Nachweise werden, sofern das Programm damit beauftragt wurde, geführt:

- Nachweise der Tragfähigkeit
- Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (Verformungen)
- Nachweise gegen Biegedrillknicken
- Nachweis der Knicksicherheit
- Nachweis der Tragfähigkeit im Brandfall
- Nachweise gegen Biegedrillknicken im Brandfall
- Nachweis der Knicksicherheit im Brandfall

Literatur

- [1] Muster - Liste der Technischen Baubestimmungen - Fassung Februar 2008. Internet: <http://www.dibt.de/de/Data/MLTB-02-2008.pdf>. (aufgerufen am 10.06.2008).
- [2] Technische Mitteilung 06 / 002 vom April 2009. Bundesvereinigung der Prüfengeieure für Bautechnik e.V. Internet: <http://www.bvpi-technische-mitteilungen.dpue.de>. (aufgerufen am 10.06.2008).
- [3] DIN 4102: Brandschutzverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Stand 2002).
- [4] DIN 1055-100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Stand März 2001.
- [5] DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken- Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau, Stand Dezember 2008.
- [6] DIN 1055 Teil 4: Windlasten, Stand März 2005.
- [7] DIN 1055 Teil 5: Schnee- und Eislasten, Stand Juli 2005.

Anhang 1: Auflagerkräfte im Holzbau

Anhang 2: Zahlenbeispiel

Tabelle1

Index 1	Programme	Beschreibung (Ort der Auflagerkraft)				
A	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA / PFET	Ort Auflagerpunkt A				
...	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA / PFET	...				
I	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA / PFET	Ort Auflagerpunkt I				
Index 2		Beschreibung (Herkunft der Auflagerkraft)				
W	SPAR / SPGK / SPA2 / PFET	veränderliche Einwirkungen aus Wind				
S	SPAR / SPGK / SPA2 / PFET	veränderliche Einwirkungen aus Schnee				
M	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA / PFET	manuell eingegebene Einwirkungen				
B	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA / PFET	Einwirkungen aus Bauzustandslasten				
G	PFET / HOBA (andere sind geplant)	ständige Einwirkungen aus Eigengewicht				
D	SPGK / PFET	ständige Einwirkungen aus Dachaufbauten (Dach)				
A	HOBA	ständige Einwirkungen aus Deckenaufbauten (Decken)				
N	HOBA	veränderliche Einwirkungen aus lotrechten Nutzlasten				
L	PFET	Einwirkungen aus eingegebenen Lasten LY/ LZ (charakteristische Last ohne Faktoren)				
Index 3a (3 Buchstaben)		Gesamter Index besteht aus 3 Buchstaben / Beschreibung (Richtung der Auflagerkraft)				
H	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA	Horizontaler Anteil				
V	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA	Vertikaler Anteil				
Index 3b (4 Buchstaben)		Gesamter Index besteht aus 4 Buchstaben / Beschreibung (Herkunft der Auflagerkraft)				
1	SPAR / SPGK / SPA2	Gesamt Winddruck (LUV)				
2	SPAR / SPGK / SPA2	Gesamt Windsog (LEE)				
3	SPGK	Winddruck Hauptdach (LUV)				
4	SPGK	Windsog Nebendach (LEE)				
5	SPGK	Winddruck Hauptdach (LUV)				
6	SPGK	Windsog Nebendach (LEE)				
H	SPGK	Auflageranteile aus dem Hauptdach				
N	SPGK	Auflageranteile aus dem Nebendach				
Q	PFET	normal zur Achse – 4- Index- (Querkraft, vertikaler Anteil)				
L	PFET	längs zur Achse – 4- Index- (Normalkraft, horizontaler Anteil)				
		Einwirkung				
		Schnitt in Graphik				
		Windanströmrichtung				
		Rand / Feldbereich				
		Dachzonenbereich				
		Druck-LUV Sog-LEE				
A		0-0	0 Grad	Rand	F-H	Sog (LEE)
B						Druck (LUV)
C		1-1	0 Grad	Feld	G-H	Sog (LEE)
D						Druck (LUV)
E		2-2	0 Grad	Feld	F-H	Sog (LEE)
F						Druck (LUV)
G		3-3	0 Grad	Rand	I-J	Sog (LEE)
H						Druck (LUV)
I		4-4	0 Grad	Feld	I-J	Sog (LEE)
J						Druck (LUV)
K	SPA2	5-5	90 Grad	Rand	F-G	Sog (LEE)
L						Druck (LUV)
M		6-6	90 Grad	Feld	F-G	Sog (LEE)
N						Druck (LUV)
O		7-7	90 Grad	Feld	H	Sog (LEE)
P						Druck (LUV)
Q		8-8	90 Grad	Feld	I	Sog (LEE)
R						Druck (LUV)
S		9-9	90 Grad	Rand	I	Sog (LEE)
T						Druck (LUV)
U						Druck (LUV)
						Unterwind
Index 4 (4 Buchstaben)		Gesamter Index besteht aus 4 Buchstaben / Beschreibung (Richtung der Auflagerkraft)				
H	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA	Horizontaler Anteil				
V	SPAR / SPGK / SPA2 / HOBA	Vertikaler Anteil				
Y	PFET	aus Einwirkungen, die um die Y Achse ein Moment erzeugen (Bsp: MY,GY,LY,SY,WY)				
Z	PFET	aus Einwirkungen, die um die Z-Achse ein Moment erzeugen (Bsp: WZ, MZ ,LZ)				

Pos SPGK Gratsparren - Anwenderdoku - Beispiel

EINGABEN:

Dimensionen: Längen in m, Kräfte in kN und kN/m², Querschnitte in cm

Lastaufstellung D

E I G E N G E W I C H T - G / K S P A R R E N

Eigengewicht Sparren (Feld G/K Sparren) = 0.18 kN/m²DF
 gf = 0.18 kN/m²DF

Eigengewicht Sparren (Kragarm G/K Sparren) = 0.14 kN/m²DF
 gk = 0.14 kN/m²DF

E I G E N G E W I C H T - D A C H A U F B A U
 (am Haupt und Nebendach)

Eigengewicht Sparren Feld (Feld HD und ND inkl. Krg) = 0.15 kN/m²DF
 Falzziegel einschl. Lattung und Wärmedämmung = 0.55 kN/m²DF
 Dachausbau = 0.25 kN/m²DF
 Dämmung (zusätzlich innen) = 0.10 kN/m²DF
 Verkleidung innen = 0.05 kN/m²DF
 d = 1.10 kN/m²DF

*

Gratsparren Steuerzahl: ZALDB 1101
 SYSTEMEINGABEN / GEOMETRIE

HAUPTDACH Feldzahl = 2 Dachneigung: Alpha_1 = 45.0 Grad
 Winkel Traufe zu Gratsparren: Beta_1 = 35.0 Grad

___0___1___2___3___
 A B C

Stützw. G 0.75 2.70 1.92 0.00
 NEBENDACH h Traufen HD-ND = 0.00m, Übernahme Geometrie aus HD?: N

Feldzahl = * Dachneigung: Alpha_2 = 35.0 Grad
 Winkel Traufe zu Gratsparren: Beta_2 = *

___0___1___2___3___
 A B C

Stützw. G 1.05 3.85 2.75 0.00
 SYSTEM GRATSPARREN
 Höhenwinkel = 30.33°, Überschneidung HD zu ND (G): von 0.00m bis 9.16m

___0___1___2___3___
 A B C

Stützw. G 1.26 4.58 3.26 0.00
 Stützw. D 1.46 5.31 3.78 0.00
 QS-Typ feldweise 1 2 2
 A.-Ri. feldweise * 90.0 90.0

Q-Typ b (cm) d (cm)

RIEDEL Software für Bauingenieure GmbH

www.riedel-statik.de

1	10.0	20.0
2	10.0	22.0

Eigenlast Grat Sparren

LASTEINGABEN

ständige Lasten	Manuel	Einw.:	Ständig	Einw.dauer:	*(Ständig)	
F F F F F	LR/AR La		ql(F)	a b	c	qr
0 *	VL 1		gk			

ständige Lasten	Manuel	Einw.:	Ständig	Einw.dauer:	*(Ständig)	
F F F F F	LR/AR La		ql(F)	a b	c	qr
1 -2 *	VL 1		gf			

Dachlasten HD und ND

ständige Lasten	DLast	Einw.:	Ständig	Einw.dauer:	*(Ständig)	
F F F F F	LR/AR La		ql(F)	a b	c	qr
0 -2 *	VL 1		d			

Windlasten Windlast Windzone: 2 Küste? N h= 12.00
Abmessg.: b/d=12.00/10.00

Schneelast Schneelast Schneelastzone: 2 Geländehöhe= 300.0
Berücksichtigung Schneeüberhang Traufe?: J Schneeabfang?: N

*

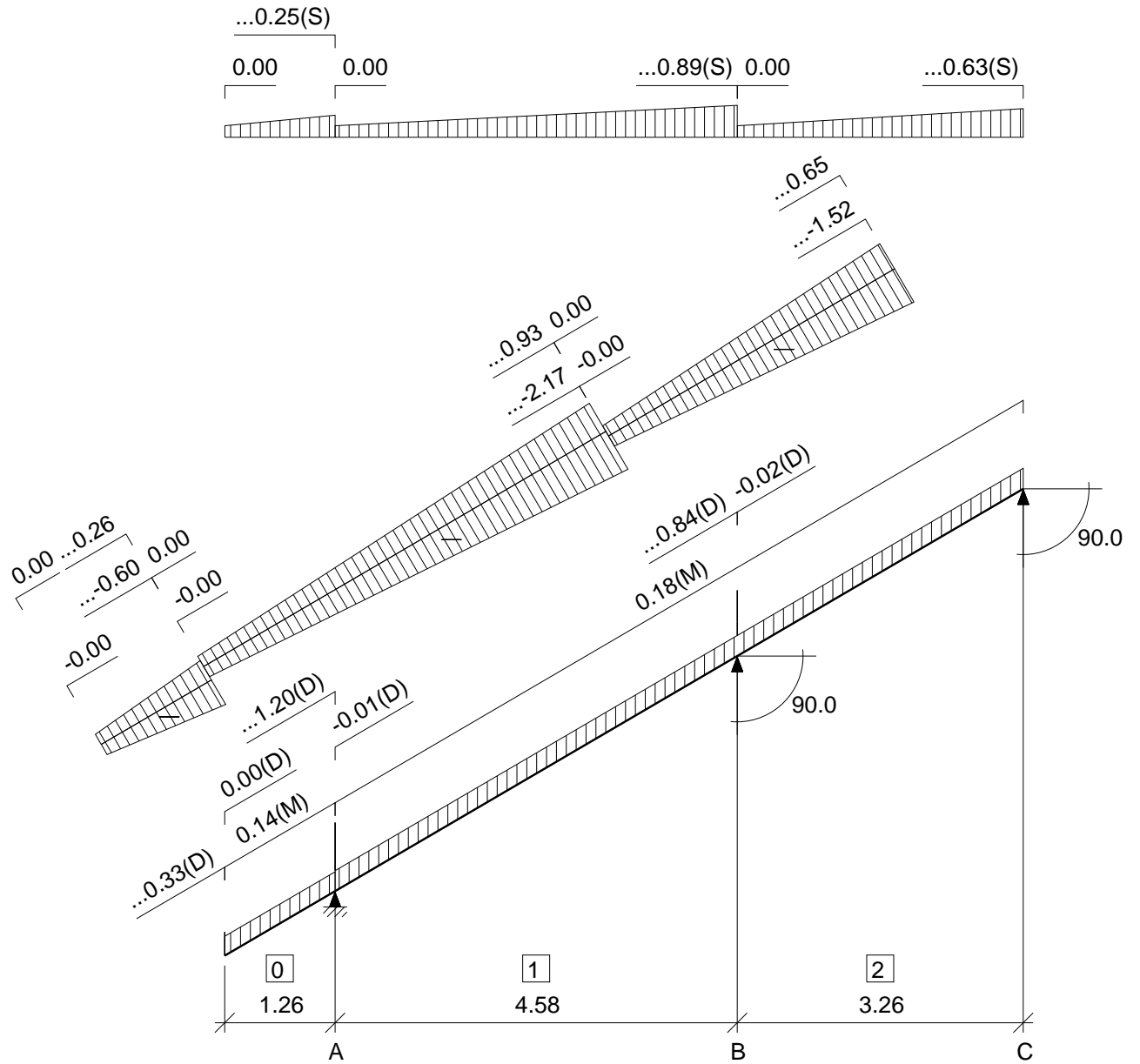
Material: Nadelholz Fest.klasse: C 24

NKL: 1 Anteil der Knicklänge bezogen auf spezif. Feldlänge: *

max. Abstand seitliche Halterung = 0.00

Feuerwiderstandsklasse: * beflammbare Fläche: 100Prozent

Klauen-Einschnitttiefe: 0.0 cm Negative Durchbiegungen berücks? N



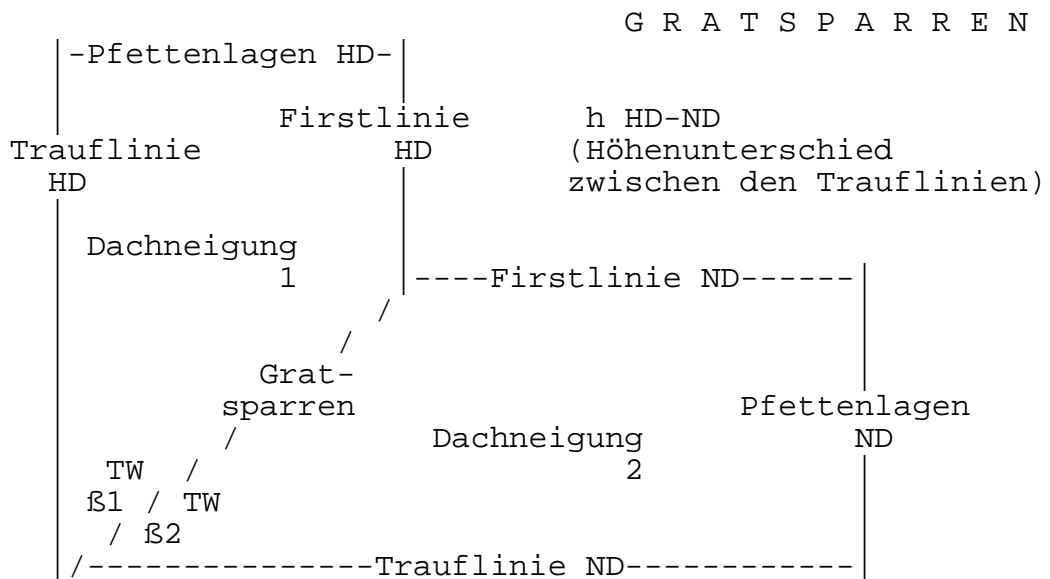
Pos SPGK: System M.1:75 (Belastung charakteristisch, $\alpha = 30.3^\circ$)

AUSGABEN:

Zuordnung der Lastordinaten (Wind) aus der Systemgraphik:

Stab	Wind aus	links[KN/m ²]	rechts[KN/m ²]
0	LUV Hauptdach	0.00	0.14
0	LUV Nebendach	0.00	0.11
0	Summe LUV - HD + ND	0.00	0.26
0	LEE Hauptdach	0.00	-0.34
0	LEE Nebendach	0.00	-0.26
0	Summe LEE - HD + ND	0.00	-0.60
1	LUV Hauptdach	0.00	0.52
1	LUV Nebendach	0.00	0.41
1	Summe LUV - HD + ND	0.00	0.93
1	LEE Hauptdach	0.00	-1.22
1	LEE Nebendach	0.00	-0.95
1	Summe LEE - HD + ND	0.00	-2.17
2	LUV Hauptdach	0.00	0.37
2	LUV Nebendach	0.00	0.28
2	Summe LUV - HD + ND	0.00	0.65
2	LEE Hauptdach	0.00	-0.86
2	LEE Nebendach	0.00	-0.66
2	Summe LEE - HD + ND	0.00	-1.52

Skizze der Draufsicht (schematisch - nicht maßstabsgerecht):



Querschnittswahl:

Stab	Q-Typ	bx[cm]	dy[cm]	Eigengewicht g[KN/m]
0	1	10.0	20.0	0.07
1	2	10.0	22.0	0.08
2	2	10.0	22.0	0.08

Der Lastfall Eigengewicht (G) wird vom Programm nicht automatisch berücksichtigt.

Designwerte der Materialfestigkeiten: *)

	Bezeichnung	Wert	Einheit
fmd	(Biegung)	18.46	N / mm ²
ft0d	(Zug)	10.77	N / mm ²
fc0d	(Druck)	16.15	N / mm ²
fvd	(Schub)	1.54	N / mm ²
Eo	(E Modul==)	11000.00	N / mm ²
E90	(E Modul)	370.00	N / mm ²
Gm	(Schub-Modul)	690.00	N / mm ²
qk	(Rohdichte)	350.00	kg / m ³

Geometrische Kennwerte:

Stabnr.	Länge dx[m]	Länge dz[m]	Länge rl[m]
0	1.26	0.74	1.46
1	4.58	2.68	5.31
2	3.26	1.91	3.78
Summe	9.10	5.32	10.54

Stabnr.	Wy [cm ³]	Wyred [cm ³]	A [cm ²]	Ared[cm ²]
0	666.67	666.67	200.00	200.00
1	806.67	806.67	220.00	220.00
2	806.67	806.67	220.00	220.00

Auflagerkräfte (charakteristische Werte - lastfallspezifisch): ***)

Einwirkungen aus Wind (Luv):

Auflager	Vertikal[KN] zur Z Achse	Horizontal[KN] zur X Achse	Index (Lastübernahme)
A	-0.11	-1.70	AW1V / AW1H
B	0.80	0.02	BW1V / BW1H
C	0.50	-0.05	CW1V / CW1H

Einwirkungen aus Wind (Lee):

Auflager	Vertikal[KN] zur Z Achse	Horizontal[KN] zur X Achse	Index (Lastübernahme)
A	0.25	3.97	AW2V / AW2H
B	-1.87	-0.06	BW2V / BW2H
C	-1.17	0.12	CW2V / CW2H

Einwirkungen aus Schnee:

Auflager	Vertikal[KN] zur Z Achse	Horizontal[KN] zur X Achse	Index (Lastübernahme)
A	0.75	0.00	ASV / ASH
B	0.54	-0.00	BSV / BSH
C	0.40	0.00	CSV / CSH

Einwirkungen aus den manuell eingegebenen Lasten:

Auflager	Vertikal[KN] zur Z Achse	Horizontal[KN] zur X Achse	Index (Lastübernahme)
A	0.61	0.00	AMV / AMH
B	1.00	-0.00	BMV / BMH
C	0.22	0.00	CMV / CMH

Einwirkungen aus eingegebenen Dachlasten (G/K-Dach):

Auflager	Vertikal[KN] zur Z Achse	Horizontal[KN] zur X Achse	Index (Lastübernahme)
A	2.04	0.00	ADV / ADH
B	6.64	-0.00	BDV / BDH
C	1.27	-0.00	CDV / CDH

Einwirkungskombinationen (Extremwerte - Tragfähigkeitsnachweise): *)

Schnittgrößen - Designwerte (incl. kmod):

Stabnr.	M_max[KNm]	M_min[KNm]	Q_max[KN]	Q_min[KN]
0	0.43	-1.13	0.37	-1.26
1	4.89	-7.22	4.13	-11.48
2	2.01	-7.82	4.86	-3.66

Lastfallkombination - Momente:

Stabnr.	M+ LFK[-]	kmod[-]	M- LFK[-]	kmod[-]
0	3	0.90	3	0.90
1	3	0.90	3	0.90
2	3	0.90	3	0.90

Lastfallkombination - Querkräfte

Stabnr.	Q+ LFK[-]	kmod[-]	Q- LFK[-]	kmod[-]
0	3	0.90	2	0.90
1	2	0.90	3	0.90
2	3	0.90	3	0.90

Auslastungen (Tragfähigkeitsnachweis): *)

Stabnr.	Biegung[%]	Schub[%]
0	10.13	6.13
1	51.34	50.88
2	53.35	21.56

Tragfähigkeitsnachweis ist gegeben!

Auslastungen (Gebrauchstauglichkeitsnachweis):

Stabnr.	f_vorh.[cm]	f_zul.[cm]	Auslastung [%]	
			GZG NW(VPI 06/002)	Schwingungs NW
0	0.63	0.73	86.71	
0	0.24	0.60	0.40	
1	2.45	2.65	92.30	
1	1.01	0.60	1.69	
2	0.94	1.89	49.58	
2	0.30	0.60	0.49	

GZG bzw. Schwingungs NW ist gegeben!

Zusätzliche Auflagerkräfte: *)

Einwirkungen aus Wind-Luv (Hauptdach und Nebendach):

Aufl.	Hauptdach			Nebendach		
	V[KN]	H[KN]	Index	V[KN]	H[KN]	Index
	Z	X		Z	X	
A	-0.06	-0.96	AW3V/AW3H	-0.09	-1.48	AW5V/AW5H
B	0.45	0.01	BW3V/BW3H	0.70	0.02	BW5V/BW5H
C	0.28	-0.03	CW3V/CW3H	0.44	-0.04	CW5V/CW5H

Einwirkungen aus Wind-Lee (Hauptdach und Nebendach):

Aufl.	Hauptdach			Nebendach		
	V[KN]	H[KN]	Index	V[KN]	H[KN]	Index
	Z	X		Z	X	
A	0.00	0.00	AW4V/AW4H	0.11	1.73	AW6V/AW6H
B	0.00	0.00	BW4V/BW4H	-0.82	-0.02	BW6V/BW6H
C	0.00	0.00	CW4V/CW4H	-0.51	0.05	CW6V/CW6H

Einwirkungen aus Dach-auf-lasten (Hauptdach und Nebendach):

Aufl.	Hauptdach			Nebendach		
	V[KN]	H[KN]	Index	V[KN]	H[KN]	Index
A	0.14	2.24	ADHV/ADHH	0.14	2.24	ADNV/ADNH
B	-1.06	-0.03	BDHV/BDHH	-1.06	-0.03	BDNV/BDNH
C	-0.66	0.07	CDHV/CDHH	-0.66	0.07	CDNV/CDNH

Anmerkungen :

*)

Der Modifikationsfaktor k_{mod} ist stets an die Einwirkungen gebunden. (Berücksichtigung der Holzfeuchte und der Einwirkungsdauer)

LFK-Nr.1: ständ. ohne Verkehrslasten mit stä. Einwdauer

LFK-Nr.2: ständ. + vorh. Verkehrslast mit zugeh. Einwdauer

LFK-Nr.3: ständ. + alle Verkehrslasten mit kürzester Einwdauer

***)

Vorzeichendefinitionen:

- Vertikal ist entlang z-Richtung definiert (Positive Richtung nach oben)
- Horizontal ist entlang der x-Richtung definiert (Positive Richtung nach rechts)