

► März 2009

mikado *plus*

Themenmagazin für Zimmermeister

Normung

Holzbaubemessung nach EC 5 und DIN 1052

Grundlagen und Grundsätze

Unterschiede und Neuerungen

Ausführliche Beispiele

EDV-Programm DC-Statik

Vorwort

Anwenderfreundlich, praxisnah und zukunftsfähig



▲ Dieter Kuhlenkamp
Sekretär der
Technischen Kommission der
Europäischen Vereinigung
des Holzbaus (E.V.H.)
Secretary of the technical
commission in the
European Federation of Timber
Construction

*„Die europäischen
Zimmerer-
und Holzbauverbände
haben die
Entwicklung des EDV-
Bemessungs-
programms mitinitiiert
und gefördert.“*

Ziele der Einführung neuer Normen, wie dem Eurocode 5 (EC 5) und der DIN 1052:2008, sind europaweite Harmonisierung, Optimierung der Materialausnutzung und Sicherstellung der Qualität der Gebäude.

Aktuelle Forschungsergebnisse ermöglichen es, bestehende Konstruktionen genauer zu untersuchen und damit wirtschaftlicher auszuführen. Es ist notwendig, dass dieser Stand der Technik Einzug in das Normenwesen findet. Weiterhin ist es durch die Normung möglich, neue Materialien und Bauverfahren zu berücksichtigen.

Massiv- und Stahlbau machen den größten Teil der europäischen Bautätigkeit aus. In diesen Bereichen gibt es neben einer entsprechenden Anzahl kleiner und mittlerer auch eine Reihe sehr großer Unternehmen und Ingenieurbüros. Es stehen also sowohl wirtschaftliche als auch fachliche Kapazitäten in großer Zahl zur Verfügung. Entsprechend bedienen und bedienen Softwareunternehmen diesen Markt bevorzugt mit Bemessungssoftware.

Die wesentlich kleinere Holzbaubranche ist von kleineren bis mittleren Unternehmen geprägt. Es ist nur wenig spezialisierte Ingenieurleistung verfügbar. Wenn es auch verschiedene Ansätze für Softwarelösungen gibt, so wurden doch Defizite erkannt, die aus den beschränkten wirtschaftlichen Kapazitäten resultieren. Die europäischen Zimmerer- und Holzbauverbände haben hier Handlungsbedarf gesehen. Der europäische Dachverband, die Europäische Vereinigung des Holzbaus (E.V.H.), hat daher die Entwicklung des EDV-Bemessungsprogramms „DC - Statik“ mitinitiiert und gefördert. Für die Umsetzung ergab sich eine kompetente Partnerschaft mit dem Holzbausoftwarehaus Dietrich's AG sowie dem Ingenieurbüro von Prof. Dr.-Ing. François Colling in Mering bei Augsburg.

Damit konnten die Interessen der Mitglieder der EVH während der Entwicklungsphase eingebracht und umgesetzt werden. In regelmäßigen Abständen ist die Zielsetzung mit unseren Partnern besprochen und abgeglichen worden. Sowohl die Dietrich's AG als auch das Ingenieurbüro Prof. Colling haben die Praxisbelange in hervorragender Weise umgesetzt.

Es ist ein Bemessungsprogramm entstanden, das anwenderfreundlich, praxisnah und zukunftsfähig ist. Ein Bemessungsprogramm, das in Ingenieurbüros gleichermaßen wie in Holzbaubetrieben bei der Bemessung von Holzkonstruktionen Anwendung finden sollte.

Allgemeines

Die „neue“ DIN 1052 und der EUROCODE 5

- Es ist höchste Zeit, sich mit den neuen Normenwerken zu beschäftigen: Die Koexistenzphase mit der „alten“ DIN 1052 läuft voraussichtlich bis zum 30. Juni 2009, der Eurocode 5 löst die „neue“ DIN 1052 nächstes Jahr ab.

Die so genannte „neue“ Holzbaunorm DIN 1052:2004-08 ist gar nicht mehr so neu: Seit über vier Jahren darf man damit rechnen. Die Koexistenzphase mit der „alten“ DIN 1052:1988-04 wurde voraussichtlich zum letzten Mal bis zum 30. Juni 2009 verlängert. Ab dann gilt die „neue“ DIN 1052. Doch damit nicht genug. Der neue EUROCODE 5 (DIN EN 1995-1-1:2008-09) wurde kürzlich verabschiedet und veröffentlicht, der zugehörige Nationale Anhang wird zurzeit fertiggestellt. Derzeit ist anvisiert, dass der EUROCODE 5 (kurz: EC 5) die „neue“ DIN 1052 im Jahr 2010 ablösen soll. Die Nationalen Normen müssen dann zurückgezogen werden.

Die erste Fassung der „neuen“ Norm DIN 1052:2004-08 erschien im August 2004. Zwischenzeitlich wurden einige Änderungen erforderlich, die im Rahmen des „A1-Papiers“ (DIN 1052/A1:2004-08) festgelegt wurden. Die sind in den Normtext eingearbeitet, sodass eine „konsolidierte“ und somit lesbare Fassung der Norm als DIN 1052:2008-12 veröffentlicht ist.

Das Konzept der zulässigen Spannungen gilt als veraltet. Nicht nur die Europäischen Bemessungsnormen (EUROCODEs) basieren auf einem neuen Sicherheitskonzept, sondern auch die deutschen Bemessungsnormen für Stahlbau und Stahlbetonbau.

Der Holzbau lief Gefahr, in eine Außenseiterrolle zu geraten (von der Verwirrung bei den Anwendern ganz zu schweigen). Eine Anpassung an die anderen Baustoffe und die EUROCODEs und damit auch eine Vereinheitlichung der Bemessung war daher unvermeidbar und überfällig.

Die „neue“ DIN 1052 ist aktuell und vollständig

In die „neue“ DIN 1052 haben neueste Forschungsergebnisse Eingang gefunden, sodass die neue Holzbaunorm den aktuellen Stand der Technik umfassend beschreibt.

In der „alten“ DIN 1052 waren eine Vielzahl von Themen nicht geregelt, sodass man sich nicht selten mit Artikeln aus Fachzeitschriften behelf, um Hinweise auf eine mögliche Bemessung zu erhalten. Danach war zu hoffen, dass der Prüflingenieur diese Fachartikel auch akzeptierte.

Die „neue“ DIN 1052 ist innovativ

In der „neuen“ DIN 1052 sind neue Baustoffe verankert, wie z.B. OSB-Platten, Gipskartonplatten oder Brettsperthölzer.

Darüber hinaus wurden Regelungen aufgenommen, die dazu beitragen können, neue Einsatzbereiche zu erschließen. Als Beispiele hierzu seien Querzugverstärkungen oder Vollgewindeschrauben genannt.

Die „neue“ DIN 1052 ist realitätsnaher

Manchen Nachweisen liegen jetzt neue Rechenmodelle zugrunde, die das Tragverhalten von Bauteilen und Verbindungen realistischer beschreiben, als das bisher der Fall war.

Als Beispiel hierzu sei eine Nagelverbindung aufgeführt: nach „alter“ Norm trägt ein Nagel immer gleich viel, egal welche Stahlgüte für den Nagel verwendet oder in welches Holz er eingeschlagen wird. In

Die „neue“ DIN 1052 ist besser als die „alte“.

Die „neue“ DIN 1052 ist aktuell und vollständig, innovativ und realitätsnah, aber auch rechenaufwendig.

der „neuen“ DIN 1052 ist ein mechanisches Modell verankert, das diese Unlogik beseitigt: die Tragfähigkeit eines stiftförmigen Verbindungsmittels ist jetzt abhängig von der Stahlgüte des Stiftes und der Rohdichte des Holzes. Dass das zu Lasten der Einfachheit geht, leuchtet ein.

Die „neue“ DIN 1052 ist rechenaufwendiger

Die Bemessung nach „neuer“ DIN 1052 ist ohne Zweifel deutlich rechenintensiver als nach „alter“ Norm. Das ist aber nur zum Teil durch die angesprochenen realistischen Rechenmodelle bedingt, denn einen nicht unwesentlichen Anteil daran hat auch die Lastseite mit der Berechnung der maßgebenden Einwirkungen. Diese ist aber für alle Baustoffe gleich. Es ist abzu-sehen, dass mit den neuen Bemessungs-normen eine Bemessung „per Hand“ die Aus-nahme darstellen wird.

Die „neue“ DIN 1052 bringt nichts?

Anwender beklagen immer wieder, dass die „neue“ Norm keinen wirtschaftlichen Vorteil bringe. Für den zimmermannsmä-ßigen Holzbau ändert sich in der Tat nicht viel. Für den Bereich des Ingenieurholz-baus sieht es allerdings günstiger aus: er kann von vielen der neuen Regelungen profitieren.

Vorbereitung auf den EC 5

Ein Nutzen, dem viel zu wenig Beach-tung geschenkt wird, liegt darin, dass mit den intensiven Arbeiten zur „neuen“ DIN 1052 wichtige Grundlagen dafür geschaf-fen wurden, dass der Holzbau in Deutsch-land vom EC 5 nicht einfach „überrollt“ wird. So konnten zum einen die Inhalte des EC 5 beeinflusst werden, zum ande-ren konnten Bemessungsregeln festgelegt werden, die über die des EC 5 hinausgehen. Ohne die „neue“ DIN 1052 hätte es keinen „akzeptablen“ EC 5 gegeben.

Mit DIN EN 1995-1-1:2008-09 wurde die vorerst letzte Fassung des (EC 5) veröffent-licht. Sie basiert auf dem EC aus dem Jahre 2004 mit den zwischenzeitlich vorgenom-menen Änderungen (EC 5/A1:2008).

Ein erklärtes Ziel der Europäischen Uni-on (EU) besteht darin, einen freien Per-sonen- und Warenverkehr innerhalb der Mitgliedsstaaten zu ermöglichen. Das Ziel wird behindert, solange in den Mitglieds-staaten (Bau-)Produkte unterschiedlich ge-regelt und – wenn auch nur indirekt – un-terschiedlich bemessen werden.

Zahlreiche Normungsausschüsse er-arbeiten eine Vielzahl von Europäischen Produktnormen, die gewährleisten sol-len, dass (Bau-)Produkte künftig einheit-lich geregelt werden. Gleichzeitig werden die sog. EUROCODEs erarbeitet, mit denen eine einheitliche Bemessung in allen Mit-gliedsstaaten erreicht werden soll. Folgen-de EUROCODEs gibt es:

- EC 0: Grundlagen
- EC 1: Einwirkungen
- EC 2: Betonbau
- EC 3: Stahlbau
- EC 4: Verbundbau
- EC 5: Holzbau
- EC 6: Mauerwerksbau
- EC 7: Grundbau
- EC 8: Erdbeben
- EC 9: Aluminiumbau

Sind alle ECs abgeschlossen und ein-geführt, besteht für die Mitgliedsstaaten die Verpflichtung, die nationalen Nor-men zurückzuziehen. Vom Europäischen Normungskomitee (CEN) ist als spätes-tes Zurückziehungsdatum der nationalen Bemessungsnormen der 31. März 2010 vor-gesehen. Ab dann darf nur noch nach den ECs bemessen werden.

EC 5 ist eine „Rumpfnorm“

Der EC 5 stellt ein Grundgerüst mit einer gewissen Anzahl an behandelten Themen dar. Im Vergleich zur „neuen“ DIN 1052 gibt der EC 5 u.a. für die folgenden Be-reiche keine Bemessungsregeln an:

- Flächentragwerke (z.B. Brettsper Holz)
- unverstärkte Durchbrüche
- Querzugverstärkungen bei Quer-anschlüssen, Ausklinkungen, Durch-brüchen und gekrümmten Trägern
- einseitig beanspruchte Zugstäbe
- vereinfachte Bemessungsregeln für stiftförmige Verbindungsmittel
- Fehlflächen ΔA von Dübeln besonde-rer Bauart

Erklärtes Ziel der Europäischen Union (EU) ist es, einen freien Personen- und Warenverkehr innerhalb der Mitgliedsstaaten zu ermöglichen.

Ohne „neue“ DIN 1052 gibt es keinen akzeptablen EUROCODE 5.

- ▶ Hirnholzanschlüsse mit Dübeln besonderer Bauart
 - ▶ Blockverklebungen
 - ▶ geklebte Verbindungen, wie z.B. Schraubenpressklebung, eingeklebte Stahlstäbe, geklebte Tafелеlemente oder Universalkeilzinkenverbindungen
 - ▶ zimmermannsmäßige Verbindungen, z.B. Versätze, Zapfen- und Holznagelverbindungen
 - ▶ Beispiele für Knicklängenbeiwerte und Kippbeiwerte
- Der EC 5 ist kein gleichwertiger Ersatz für unsere „neue“ DIN 1052.

Nationaler Anhang (NA)

Den Mitgliedsstaaten der EU wird zugestanden, wichtige sicherheitsrelevante Parameter selbst festzulegen. Das wird in den sog. „Nationalen Anhängen (NA)“ erfolgen.

Als Beispiele für diese nationalen Parameter seien die Material-Sicherheitsbeiwerte γ_M , Grenzwerte für Durchbiegungen oder die Einteilung von Einwirkungen in Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED) oder von Bauteilen in Nutzungsklassen (NKL) genannt.

Da – wie bereits beschrieben – der EC 5 nur eine „Rumpfnorm“ darstellt und dort im Vergleich zur „neuen“ DIN 1052 einige wichtige Bereiche nicht geregelt sind, ist es den Mitgliedsstaaten erlaubt, in ihren NA ergänzende Regelungen aufzunehmen. Die Betonung liegt hierbei auf „ergänzend“, denn diese Regelungen dürfen den Regelungen des EC 5 nicht widersprechen.

Erst mit den ergänzenden Regelungen des deutschen NA stellt der EC 5 einen gleichwertigen Ersatz für die „neue“ DIN 1052 dar.

Keine einheitliche Bemessung

Die Inhalte der NA liegen im Zuständigkeitsbereich der Mitgliedsstaaten. Somit ist es nicht verwunderlich, dass die NA z.T. sehr unterschiedlich ausfallen. In Österreich sind z.B. im derzeitigen NA keinerlei Angaben zu den oben aufgeführten Bemessungs-„Lücken“ zu finden. Somit stellt sich die Frage, wie dort künftig z.B. Querkzugverstärkungen bemessen werden sollen.

Noch schwieriger wird es, wenn zwei Länder ergänzende Regelungen in ihren Nationalen Anhängen festlegen, die sich unterscheiden oder gar widersprechen.

Wer im Ausland bauen will, benötigt also auch nach Einführung der ECs in jedem Fall die Regelwerke (NA) dieser Länder. Eine wirklich einheitliche Bemessung in Europa hat man damit leider immer noch nicht erreicht.

Ziel für die zukünftige Überarbeitung der ECs muss daher sein, ein vollständiges Regelwerk zu erstellen, das keine Notwendigkeiten für ergänzende Regelungen mehr übrig lässt. Die „neue“ DIN 1052 wäre hierfür eine geeignete Vorlage.

DIN 1052 vs. EC 5 + NA

Beide Normenwerke basieren auf dem Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte. Das gilt für die Berechnung der Einwirkungen und für die Nachweisführung mit Bemessungswerten. Die Bemessung ist daher prinzipiell gleich. Die verwendeten Begriffe sind weitgehend ähnlich, aber leider nicht immer gleich. Viele Regelungen sind gleich oder zumindest ähnlich, es gibt aber immer wieder (kleine) Abweichungen „im Detail“, die einen übersichtlichen Vergleich bzw. eine einfache Gegenüberstellung unmöglich machen.

Nachfolgend werden einige wesentliche Neuerungen, die durch die neuen Regelwerke auf uns zukommen, prinzipiell und am Beispiel der „neuen“ DIN 1052 aufgeführt. Das ist deshalb sinnvoll, weil dieses Regelwerk früher in Kraft tritt.

Neuerungen der „neuen“ DIN 1052

Das neue Sicherheitskonzept der DIN 1052 wurde vom System der zulässigen Spannungen auf das der sog. „Teilsicherheitsbeiwerte“ umgestellt. Das ermöglicht eine durchgängige und baustoffübergreifende Bemessung.

Lastseite:

Der Bemessungswert der Beanspruchung wird baustoffunabhängig mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_G und γ_Q sowie den Kombinationswerten Ψ_0 mit folgender Formel berechnet:

Nationale Anhänge (NA) schließen Bemessungslücken des EC 5.

Das Sicherheitskonzept basiert auf den Teilsicherheitsbeiwerten. Es ermöglicht eine durchgängige und baustoffübergreifende Bemessung.

Klassen der Lasteinwirkungsdauer KLED (Auswahl)

Einwirkung	KLED
Eigenlasten nach DIN 1055-1	ständig
Lotrechte Nutzlasten für Decken nach DIN 1055-3	
A Wohn- und Aufenthaltsräume, Spitzböden B Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	mittel
Schneelast und Eislast nach DIN 1055-5	
Standort Höhe ≤ 1000 m ü. NN	kurz
Standort Höhe ≥ 1000 m ü. NN	mittel
Windlasten nach DIN 1055-4	kurz

Beispiel: Gebäude H > 1000 m ü. NN

Einwirkung		KLED
Eigengewicht	g_d	ständig
Eigengewicht + Schnee	$g_d + s_d$	mittel
Eigengewicht + Wind	$g_d + w_d$	kurz
Eigengewicht + Schnee + Wind	$g_d + s_d + w_d$	kurz

Zuordnung Sortierklassen – Festigkeitsklassen

„alt“	S10	S13	BS11	BS14	BS16	BS18
„neu“	C24	C30	GL24	GL28	GL32	GL36

Charakteristische Werte für die Bemessung in [N/mm²]

	C24
Biegefestigkeit $f_{m,k}$	24,0
Schubfestigkeit $f_{v,k}$	2,0
Druckfestigkeit ⊥ Faser $f_{c,90,k}$	2,5
Elastizitätsmodul $E_{0,mean}$	11.000

Nutzungsklassen NKL

NKL	Gleichgewichtsfeuchte u_{gl} [%]	Einsatzbereich (Beispiele)
1	10 ± 5	beheizte Innenräume
2	15 ± 5	überdachte, offene Tragwerke
3	18 ± 6	frei der Witterung ausgesetzte Bauteile

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} \cdot \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Da das Tragverhalten von Holz von der Dauer der Lasteinwirkung beeinflusst wird, werden die Einwirkungen in sog. „Klassen der Lasteinwirkung“ (KLED) eingeteilt. In der linken Tabelle sind einige angegeben.

Bei Zusammenwirken mehrerer Lasten geht es um die Dauer, während diese Lasten gemeinsam wirken. Daher wird die kürzeste KLED angesetzt.

Materialseite:

Die DIN 1052 definiert Festigkeitsklassen. In der Tabelle „Zuordnung der Sortierklassen – Festigkeitsklassen“ ist die Zuordnung der „alten“ Klassen zu den „neuen“ Festigkeitsklassen zusammengefasst.

Die Tabelle „Charakteristische Werte für die Bemessung“ zeigt einige charakteristische Werte für Vollholz C24 für die Bemessung.

Auch das Umgebungsklima, in dem das Holz eingesetzt wird, beeinflusst das Tragverhalten von Holz. Zur Berücksichtigung dieses Einflusses werden sog. „Nutzungsklassen“ (NKL) definiert.

Der kombinierte Einfluss der Lasteinwirkungsdauer (KLED) und des Umgebungsklimas (NKL) wird über einen k_{mod} -Wert berücksichtigt, mit dem die Festigkeitswerte zu multiplizieren (modifizieren) sind.

Als weiterer Bestandteil der globalen Sicherheit ist der Material Sicherheitsbeiwert γ_M definiert. Für Bauprodukte aus Holz und Holzwerkstoffen ist dieser wie folgt definiert: $\gamma_M = 1,3$

Der Bemessungswert einer Festigkeitseigenschaft f_d wird dann auf der Grundlage der charakteristischen Festigkeit f_k wie folgt berechnet:

$$f_d = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_k$$

Nachweise der Tragfähigkeit:

Holzbauspezifisch ist dabei die Tatsache, dass die Lastseite über die KLED und damit über den k_{mod} -Wert mit der Widerstandsseite verknüpft wird: die Tragfähigkeit von Holzbauteilen ist abhängig von den Einwirkungen.

So kann z.B. eine Lastkombination maßgebend werden, die nicht die höchste Beanspruchung liefert, bei der aber wegen

der längeren Lasteinwirkungsdauer mit geringeren Festigkeiten gerechnet werden muss.

Daher sind alle Lastkombinationen zu überprüfen. Das bedeutet zunächst einen erhöhten Rechenaufwand. Mit etwas Erfahrung wird sich dieser aber reduzieren lassen.

Die automatische Ermittlung der maßgebenden Lastkombination stellt ein „Muss“ für Bemessungs-Software dar.

Nachweisführung:

Eigentlich hat sich bei der Nachweisführung nicht viel geändert: Nach wie vor muss eine auftretende Beanspruchung kleiner sein als ein zugehöriger Grenzwert:

„Früher“:

$$\text{vorh. } \sigma \leq \text{zul. } \sigma$$

„Jetzt“:

Bemessungswert der Spannung

\leq *Bemessungswert der Festigkeit*

Der größte Rechenaufwand liegt dabei in der Ermittlung der maßgebenden Lastkombinationen.

Bei den „üblichen“ Spannungsnachweisen hat es keine großen Neuerungen gegeben. Die Nachweise bei Zug-, Druck-, Schub- und Biegespannungen sowie Knicken und Kippen sind nach bekanntem „Muster“ zu führen.

Neuerungen und Besonderheiten:

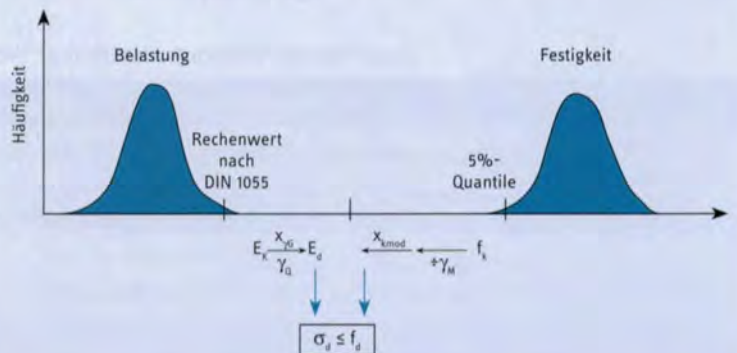
Exzentrischer Zug: Bei einseitig beanspruchten Bauteilen ist das auftretende Biegemoment M_e über eine pauschale Abminderung der Zugfestigkeit durch Multiplikation mit dem Beiwert $k_{t,e}$ zu berücksichtigen (siehe Beispiel exzentrischer Zug). Dieser Beiwert beträgt $k_{t,e} = 0,67$ bei ausziehfesten Verbindungsmitteln, bei denen die Verkrümmung verhindert wird, und $k_{t,e} = 0,4$ bei nicht ausziehfesten Verbindungsmitteln, bei denen die Verkrümmung nicht verhindert wird.

Schiefe Biegung (Doppelbiegung): Bei zweiachsiger Biegung tritt die größte Biegespannung nur an einem Eckpunkt des Querschnittes auf (siehe Zeichnung schiefe Biegung). Da es unwahrscheinlich ist, dass der festigkeitsbestimmende Ast gerade an dieser Ecke auftritt, müssen nicht beide Spannungsanteile voll aufaddiert werden.

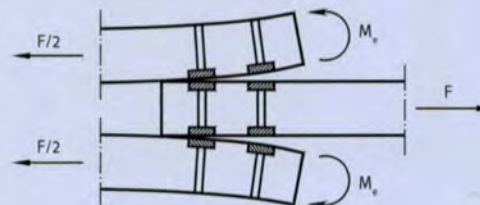
Tabelle k_{mod} -Werte

KLED	NKL 1	NKL 2	NKL 3
ständig		0,6	0,5
lang		0,7	0,55
mittel		0,8	0,65
kurz		0,9	0,7

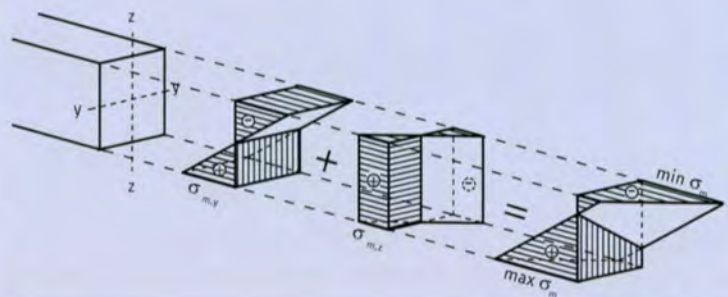
Schematische Darstellung des Vorgehens bei der Bemessung bei Nachweisen der Tragfähigkeit



Beispiel für exzentrischen Zug



Schiefe Biegung (Doppelbiegung)



Folgende Nachweise sind zu führen:

$$\frac{M_{y,d}/W_{y,n}}{f_{m,y,d}} + k_{red} \cdot \frac{M_{z,d}/W_{z,n}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

und

$$k_{red} \cdot \frac{M_{y,d}/W_{y,n}}{f_{m,y,d}} + \frac{M_{z,d}/W_{z,n}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

mit

k_{red} = Reduktionsbeiwert
= 0,7 bei Rechteckquerschnitten
mit $h/b \leq 4$

Konstruktive Querkzugverstärkung: Werden bei gekrümmten Trägern und Satteldachträgern die Querkzugspannungen zu mehr als 60 % ausgenutzt, ist eine konstruktive Querkzugverstärkung anzuordnen, die für 1/4 der auftretenden Querkzugkräfte

zu dimensionieren ist. Diese konstruktive Querkzugverstärkung soll die Aufnahme von zusätzlichen, klimabedingten Querkzugspannungen sicherstellen.

Nachweise der Gebrauchstauglichkeit: Nach „neuer“ DIN 1052 sind insgesamt drei verschiedene Durchbiegungsnachweise zu führen. Kriechen ist dabei immer zu berücksichtigen.

Bei Wohnungsdecken wird zusätzlich noch ein Schwingungsnachweis empfohlen. Ist ein Schwingungsnachweis zu führen, so wird er in aller Regel querschnittsbestimmend.

Stiftförmige Verbindungsmittel: Der Bemessung von stiftförmigen Verbindungsmitteln liegt ein neues Rechenmodell (sog. Johansen-Theorie) zugrunde. Damit ist es möglich, die unterschiedlichen auftretenden Versagensarten (z.B. Lochleibungsversagen im Holz oder Fließmomente im Stift) rechnerisch zu beschreiben.

Auf der Grundlage dieses Rechenmodells wird die Tragfähigkeit eines stiftförmigen Verbindungsmittels in Abhängigkeit von der Rohdichte des Holzes und der Stahlgüte des Verbindungsmittels bestimmt.

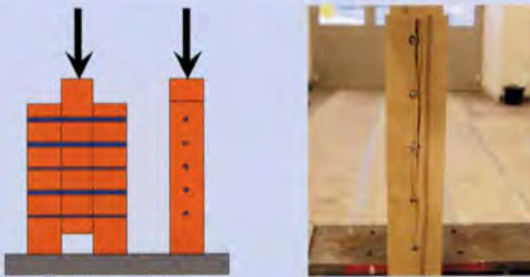
Spaltgefahr bei hintereinander liegenden Verbindungsmitteln: Bei mehreren in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmitteln besteht die Gefahr eines Aufspaltens der Verbindung, bevor die eigentliche Tragfähigkeit der Verbindungsmittel erreicht ist.

Das vorzeitige Versagen einer Verbindung zeigt ein Beispiel einer Verbindung mit fünf hintereinander liegenden Stabdübeln: Hier tritt bei einer Last, die der 3,6-fachen Tragfähigkeit eines Stabdübels entspricht, ein Aufspalten des Holzes auf, sodass die Tragfähigkeit der Verbindungsmittel (5-fache Last) nicht voll ausgenutzt werden kann.

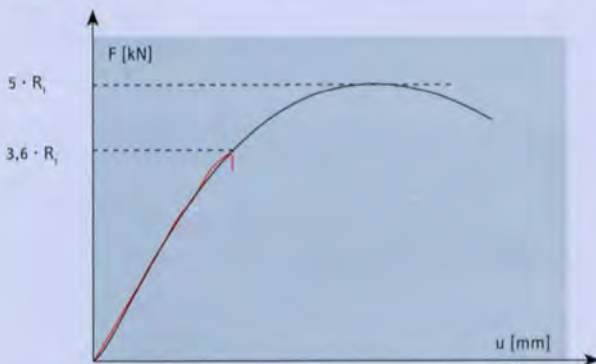
Die Spaltgefahr wird in DIN 1052 über eine wirksame Anzahl von Verbindungsmitteln erfasst. Im obigen Beispiel beträgt bei fünf hintereinander liegenden Stabdübeln die wirksame Anzahl nur $n_{ef} = 3,6$.

Die wirksame Anzahl von Verbindungsmitteln ist dabei von folgenden Faktoren abhängig:

Aufspalten des Holzes bei in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungsmitteln



Last-Verformungs-Diagramm einer Verbindung mit vorzeitigem Aufspalten des Holzes



- Abstand der Verbindungsmittel in Faser-
richtung: Bei größeren Abständen sinkt
die Spaltgefahr, sodass mit einem grö-
ßeren n_{ef} gerechnet werden kann.
- Durchmesser der Stifte: Größere Stift-
durchmesser erhöhen die Spaltgefahr.
Kann das Aufspalten des Holzes verhin-
dert werden, z.B. durch eingedrehte Voll-
gewindeschrauben, so darf die volle Trag-
fähigkeit der Verbindungsmittel angesetzt
werden. Die Wirksamkeit dieser Vollgewin-
deschrauben ist jedoch nachzuweisen. DIN
1052 macht hierzu Angaben.

Dübel besonderer Bauart: DIN 1052 defi-
niert folgende Dübeltypen:

Dübeltypen nach DIN 1052		
Dübeltyp	zweiseitiger Dübel	einseitiger Dübel
Appel	A1	B1
Bulldog	C1	C2
Geka	C10	C11

Bei Bulldog- und Geka-Dübeln darf der
Bolzen rechnerisch mit angesetzt werden.
Das führt dazu, dass die Tragfähigkeit die-
ser Dübel in der gleichen Größenordnung
liegt wie die von Appel-Dübeln.

Einhängeeffekt: Bei Sondernägeln, Schrau-
ben, Passbolzen und Bolzen darf ein „Ein-
hängeeffekt“ berücksichtigt werden, der
dazu führt, dass die Tragfähigkeit auf Ab-
sichern R_k um einen Beitrag ΔR_k erhöht
werden darf:

$$R_k + \Delta R_k$$

Diese zusätzlich anrechenbare Tragfä-
higkeit ΔR_k kann dabei je nach Verbin-
dungsmittel bis zu 100 % betragen.

Vollgewindeschrauben: Die Verwendung
von Vollgewindeschrauben mit allgemei-
ner bauaufsichtlichen Zulassung wird in
DIN 1052 ausdrücklich erlaubt

- als Querzug- und Querdruckverstär-
kungen und
- in Verbindungen, bei denen die axialen
Schraubenbeanspruchungen nach dem
gewohnten Fachwerkprinzip berechnet
werden können. ■

Prof. Dr.-Ing. François
Colling:

„Es ist höchste Zeit, sich in
das neue
Bemessungskonzept
einzuarbeiten.“

► Weiterführende Fachliteratur

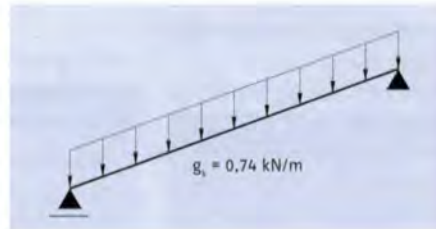
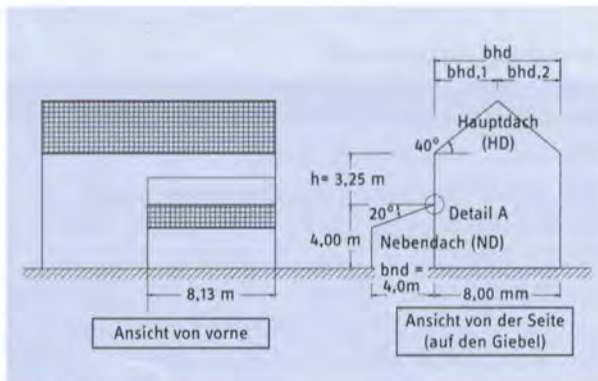
Wertvolle Hilfe für die Einarbeitung in die neuen Normen:

- DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwer-
ken - Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den
Hochbau (Ausgabe 2008)
- Kommentar zur DIN 1052: 2004. DGfH Innovations- und Service GmbH,
München
- Colling, F. 2008: Holzbau - Grundlagen, Bemessungshilfen.
2. Auflage, Vieweg Verlag, Wiesbaden.
- Colling, F. 2008: Holzbau - Beispiele. 2. Auflage, Vieweg Verlag,
Wiesbaden.
- Schneider, K.J.: Bautabellen. 18. Auflage. Düsseldorf: Werner-Verlag
- Einführung in die Bemessung nach DIN 1052:2004. INFORMATIONSDIENST
HOLZ, Reihe 2, Teil 1, Folge 10
- Verbindungen nach DIN 1052:2004. INFORMATIONSDIENST HOLZ,
holzbau handbuch Reihe 2, Teil 2, Folge 3, 2009
- Vollgewindeschrauben - Einsatzmöglichkeiten und Bemessung.
INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch Reihe 2, Teil 2,
Folge 4. 2008
- Wendehorst/Muth: Bautechnische Zahlentafeln. Aktuelle Auflage.
Teubner-Verlag, Stuttgart
- Steck, G.; Nebgen, N. 2007: Holzbau kompakt, nach DIN 1052 neu.
Bauwerk Verlag
- Becker, K.; Blass, H.J. 2006: Ingenieurholzbau nach DIN 1052.
Ernst & Sohn
- DIN 1052 - Praxishandbuch Holzbau. 2004. BDZ/DIN/Beuth/WEKA
- Scheer, C.; Peter, M.; Stöhr, S. 2004: Holzbau-Taschenbuch:
Bemessungsbeispiele nach DIN 1052 Ausgabe 2004. Ernst & Sohn
- Steck, G. 2005: 100 Holzbau-Beispiele nach DIN 1052:2004.
Werner Verlag
- Werner, G.; Zimmer, K.:2004: Holzbau 1 - Grundlagen nach DIN 1052
(neu 2004) und Eurocode 5. Springer Verlag
- Werner, G.; Zimmer, K.:2005: Holzbau 2 - Dach- und Hallentragwerke
nach DIN 1052 (neu 2004) und Eurocode 5. Springer Verlag

Bemessung

Anbau an ein bestehendes Gebäude

► Das folgende Beispiel zeigt die Bemessung eines Anbaus an ein bestehendes Gebäude nach der „neuen“ DIN 1052. Die erforderlichen Nachweise für die Sparren werden „per Hand“ geführt.



Schneelast

Regelschneelast:

Schnee auf dem Boden:

$$s_k = 0,25 + 1,91 \cdot \left(\frac{725 + 140}{760} \right)^2 = 2,724 \text{ kN/m}^2$$

Schnee auf dem Dach:

$$\alpha = 20^\circ < 30^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$$

$$\rightarrow s_{k,ND} = 0,8 \cdot 2,724 = 2,179 \text{ kN/m}^2$$

Schneeverwehungen und Abrutschen von Schnee:

Beträgt die Dachneigung der höher gelegenen Dachfläche > 15°, so besteht die Gefahr eines Abrutschens des Schnees von der höher gelegenen Dachfläche auf die tiefer gelegene Dachfläche.

Besteht zwischen benachbarten Dachflächen ein Höhensprung von $h > 0,5 \text{ m}$, besteht auch weiterhin die Gefahr eines Anwehens von Schnee auf der tiefer gelegenen Dachfläche.

Beides führt zu Schneeanhäufungen auf der tiefer gelegenen Dachfläche, die zu berücksichtigen sind.

Abrutschender Schnee:

Die zusätzliche Schneelast wird mit 50% der resultierenden Schneelast auf der anschließenden Dachseite des höher gelegenen Daches angesetzt, wobei hierfür ein Formbeiwert von $\mu_1 = 0,8$ anzusetzen ist, unabhängig von der tatsächlichen Dachneigung des Hauptdaches:

$$S_k = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot s_k \cdot b_{HD,1} \text{ in kN/m Trauflänge}$$

Gebäudestandort:
Höhe ü. NN = 725 m
Schneelastzone 2
Windlastzone 2

Gesucht:
Nachweise für Sparren Anbau (ND).

Gegeben:
Material: KVH, $b/h = 12/24 \text{ cm}$, C24
Sparrenabstand $a = 0,764 \text{ m}$
Berechnete Stützweite = 3,88 m

Einwirkungen

Eigengewicht

► Dacheindeckung: Betondachsteine (<10 Stck./m ²) inkl. Lattung	0,50 kN/m ²
► Dämmung 20 cm MF	0,20 kN/m ²
► Bekleidung 12,5 mm GKB-Platte	0,113 kN/m ²
Summe	0,813 kN/m²

Eigengewicht Sparren: 0,12 kN/m
→ $g_k = 0,813 \cdot 0,764 + 0,12 = 0,74 \text{ kN/m}$

Diese Zusatzlast S_k darf dreieckförmig über eine Länge l_s verteilt werden:



mit $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,25 = 6,5 \text{ m}$

Hierbei gilt: $S_k = 0,5 \cdot \mu_s \cdot S_k \cdot l_s$

Durch Gleichsetzen der beiden Gleichungen für S_k lässt sich der Formbeiwert μ_s ermitteln:

$$\mu_s = 0,8 \cdot \frac{b_{HD,1}}{l_s} = 0,8 \cdot \frac{4,0}{6,5} = 0,492[-]$$

Schneeverwehung:

Die Schneeverwehungen im Bereich des Höhensprunges dürfen ebenfalls dreieckförmig über eine Länge l_s verteilt angenommen werden:



Der Formbeiwert μ_w kann dabei wie folgt berechnet werden:

$$\mu_w = \frac{b_{HD} + b_{ND}}{2 \cdot h} = \frac{8,0 + 4,0}{2 \cdot 3,25} = 1,846[-]$$

Für die resultierende Schneelast infolge Abrutschen und Verwehen von Schnee gelten folgende Grenzwerte:

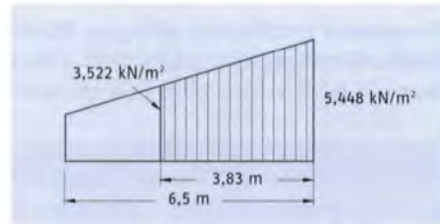
$$0,8 \leq \mu_s + \mu_w \leq 2,0$$

$$\mu_s + \mu_w = 0,492 + 1,846 = 2,34 \rightarrow 2,0$$

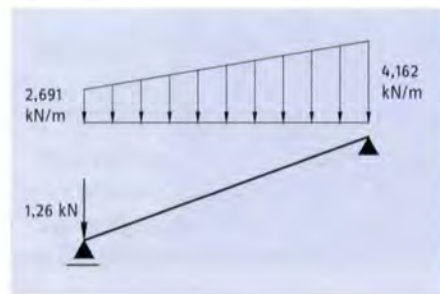
Somit ist folgende Zusatzlast anzusetzen:



Da aber die Breite (Länge) des Anbaus bzw. die Stützweite des Sparrens mit 3,83 m kürzer ist als die zugrunde gelegte Länge l_s von 6,5 m, braucht auf dem Nebendach auch nur der zugehörige Anteil angesetzt werden:



Unter Berücksichtigung des Sparrenabstandes von $a = 0,764 \text{ m}$ ist für den Sparren mit folgender Schneelast zu rechnen:



Schneeüberhang:

An der Traufe werden auskragende Teile durch Schneeüberhang zusätzlich belastet. Diese Belastung ist als zusätzliche Linienlast S_e an der Traufe anzusetzen:

$$S_e = 0,4 \cdot \frac{S_k^2}{3,0} = 0,4 \cdot \frac{3,522^2}{3,0} = 1,645 \text{ kN/m}$$

Bei einem Sparrenabstand von 0,764 m entspricht das einer Einzellast von 1,26 kN (siehe obige Skizze).

Im vorliegenden Beispiel ist dieser Schneeüberhang ohne Bedeutung für die Bemessung des Sparrens, da kein Kragarm angenommen wurde. Er hat aber Auswirkungen auf die größte Auflagerkraft des Sparrens.

Windlast

Für das betrachtete Bauwerk beträgt der anzusetzende Geschwindigkeitsdruck q :
 $q = 0,65 \text{ kN/m}^2$

Bezüglich der Nachweise ist zu unterscheiden, ob die Bauteile des Haupttragwerks (z.B. die Sparren) bemessen werden oder die Verankerungskräfte.

Für die Nachweise des Haupttragwerks dürfen die Druckbeiwerte $c_{pe,10}$ verwendet werden, unabhängig von der tatsächlichen Lasteinzugsfläche des Bauteiles.

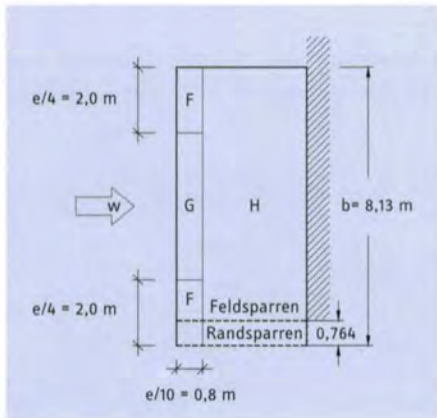
Für die Nachweise der Verankerungen sind höhere Druckbeiwerte c_{pe} in Abhängigkeit von der Lasteinzugsfläche des Bauteiles anzusetzen.

Wind von vorn:

Bei den nachfolgenden Lastberechnungen wird das Vorhandensein des Hauptgebäudes auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Durch den Höhenversatz werden sich geringere Windbelastungen einstellen. Hierfür gibt es in DIN 1055-4 aber keine Regelungen.

Die Bereiche mit unterschiedlichen Druckbeiwerten zeigt folgende Skizze:



$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(8,13; 2 \cdot 4) = 8,0 \text{ m}$$

Nachfolgende Tabelle zeigt die für den äußeren Randsparren anzusetzenden Druckbeiwerte.

Die Lastezugsfläche eines Randsparrens beträgt (für die Berechnung von c_{pe}):

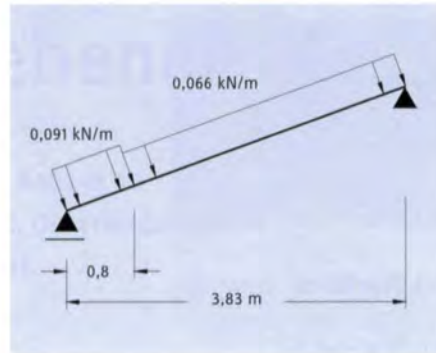
$$A_{RSp} = 3,83 / \cos 20^\circ \cdot 0,764 / 2 = 1,56 \text{ m}^2$$

Druckbeiwerte für Randsparren		
Bereich	NW Sparren $c_{pe,10}$	NW Verankerung $c_{pe,1.56}^{1)}$
F	- 0,767	- 1,627
	+ 0,367	
G	- 0,700	- 1,346
	+ 0,367	
H	- 0,267	- 0,267
	+ 0,267	

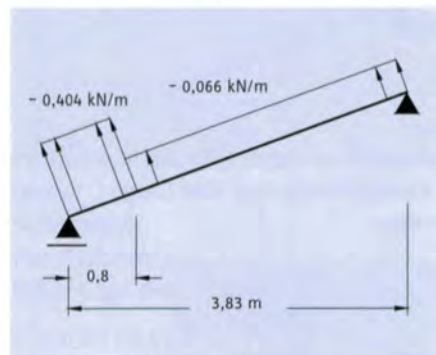
¹⁾ $c_{pe,3.11} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \lg(1,56)$

Hieraus ergeben sich unter Berücksichtigung der Lastezugsbreite von 0,764/2 m die nachfolgenden Belastungen.

Für den Nachweis des Randsparrens:



Für den Nachweis der Verankerung:



Die für den ersten Feldsparren anzusetzenden Druckbeiwerte zeigt die folgende Tabelle.

Die Lastezugsfläche eines Feldsparrens beträgt (für die Berechnung von c_{pe}):

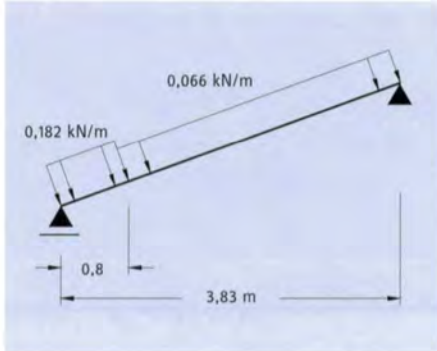
$$A_{FSp} = 3,83 / \cos 20^\circ \cdot 0,764 = 3,11 \text{ m}^2$$

Druckbeiwerte für Feldsparren		
Bereich	NW Sparren $c_{pe,10}$	NW Verankerung $c_{pe,3.11}^{1)}$
F	- 0,767	- 1,308
	+ 0,367	
G	- 0,700	- 1,106
	+ 0,367	
H	- 0,267	- 0,267
	+ 0,267	

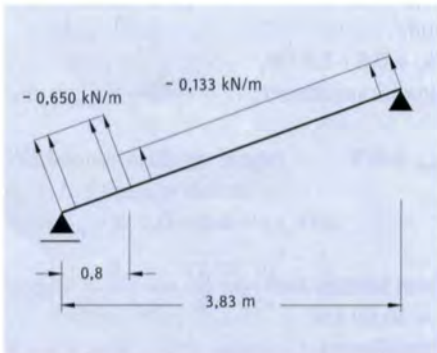
¹⁾ $c_{pe,3.11} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \lg(3,11)$

Hieraus ergeben sich unter Berücksichtigung der Lastezugsbreite von 0,764 m die nachfolgenden Belastungen.

Für den Nachweis des Feldsparrens:



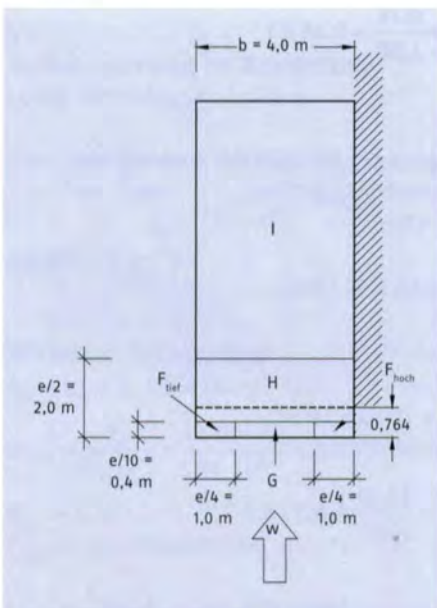
Für den Nachweis der Verankerung:



Wind von der Seite (auf Giebel):

Auch beim Wind von der Seite wird das Vorhandensein des Hauptgebäudes auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Die Bereiche mit unterschiedlichen Druckbeiwerten zeigt folgende Skizze:



$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(4; 2 \cdot 4) = 4,0 \text{ m}$$

Da bei dieser Windbeanspruchung nur Windsog auftritt, der bei der „normalen“ Sparrenbelastung entlastend wirkt, werden nachfolgend nur die Lasten für die Nachweise der Verankerung angegeben.

Die für den äußeren Randsparren anzusetzenden Druckbeiwerte sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

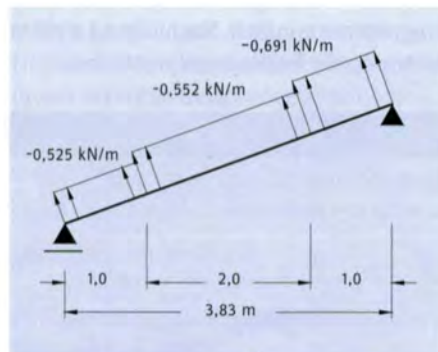
Druckbeiwerte für Randsparren

Bereich	NW Verankerung $c_{pe,1.56}$ ¹⁾
F_{tief}	- 2,116
G	- 2,224
F_{hoch}	- 2,784
H	- 1,162

¹⁾ $c_{pe,1.56} = c_{pe,1} + (c_{pe,36} - c_{pe,1}) \cdot \lg(1,56)$

Die Lasteinzugsbreite entspricht in etwa $e/10$, sodass die Druckbeiwerte c_{pe} unverändert angesetzt werden.

Hieraus ergeben sich die nachfolgenden Belastungen für den Nachweis der Verankerung:



Die für den ersten Feldsparren anzusetzenden Druckbeiwerte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Druckbeiwerte für Feldsparren

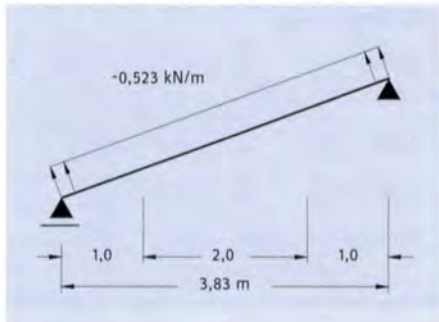
Bereich	NW Verankerung $c_{pe,3.11}$ ¹⁾
F_{tief}	- 1,889
G	- 2,054
F_{hoch}	- 2,604
H	- 1,053

¹⁾ $c_{pe,3.11} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \lg(3,11)$

Die Lasteinzugsbreite des Feldsparrens beginnt in etwa am Übergang der Bereiche $F_{\text{tiefl}}/G/F_{\text{hoch}}$ zu H. Daher werden für den Feldsparren nur die Druckbeiwerte für den Bereich H angesetzt.

Wäre das nicht der Fall, so müssten die Belastungen aus den verschiedenen Bereichen anteilig über die jeweilige Lasteinzugsbreite angerechnet werden.

Somit ergeben sich die nachfolgenden Belastungen für den Nachweis der Verankerung:



Auflagerkräfte, Schnittgrößen, Durchbiegungen

Die Auflagerkräfte und Schnittgrößen wurden mithilfe eines Stabwerksprogrammes ermittelt. Nachfolgend werden nur die Werte für den ersten Feldsparren angegeben.

Auflagerkräfte				
Auflagerkräfte (A,B), Schnittgrößen (V, N, M) und Durchbiegungen w für die Nachweise des Sparrens				
		g_k	s_k	w_d
A	[kN]	1,51	7,35	0,33
B_V	[kN]	1,51	7,03	0,22
B_H	[kN]	-	-	0,20
V_A	[kN]	1,42	5,72	0,31
$V_{A,\text{red}}^{1)}$	[kN]	1,26	5,18	0,27
V_B	[kN]	- 1,42	- 6,61	- 0,28
$V_{B,\text{red}}^{1)}$	[kN]	- 1,26	- 5,78	- 0,25
N_A	[kN]	- 0,52	- 2,08	- 0,11
N_B	[kN]	0,52	2,40	- 0,11
max M	[kNm]	1,44	6,28	0,285
w	[mm]	2,0	8,6	0,4

¹⁾ reduzierte Querkraft im Abstand h von Auflager-Vorderkante

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte für die Nachweise der Verankerungen (Windsog)

		Wind	
		von vorn	auf Giebel
A_V	[kN]	- 0,71	- 1,13
B_V	[kN]	- 0,22	- 0,87
B_H	[kN]	0,34	0,73

Nachweise für Feldsparren

Für die Spannungsnachweise wird folgende Lastkombination maßgebend:

$$1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot s_k + 0,6 \cdot 1,5 \cdot w_k$$

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

$$\left. \begin{array}{l} \text{KLED} = \text{kurz} \\ \text{NKL} = 1 \end{array} \right\} k_{\text{mod}} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Schubspannung am oberen Auflager B:

$$\max V_d = V_{B,\text{red},d} = 10,60 \text{ kN}$$

Netto-Querschnittshöhe:

$$h_n = 240 - 30 = 210 \text{ mm}$$

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b \cdot h_n} = 0,76 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} = 1,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis: } \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,76}{1,38} = 0,55 \leq 1$$

Biegespannung

Angesichts der geringen Normalkraft wird nur ein Biegespannungsnachweis geführt.

$$\max M_d = 11,62 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{b \cdot h^2 / 6} = 12,10 \text{ N/mm}^2$$

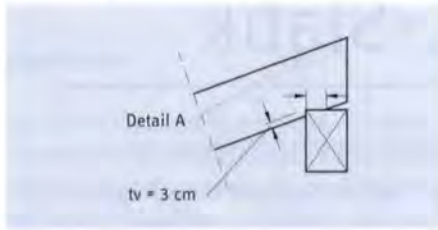
$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{m,k} = 16,62 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis: } \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{12,10}{16,62} = 0,73 \leq 1$$

Auflagerpressung

Nachweis am Punkt B (Kerbe):



$$\max F_d = B_{V,d} = 12,78 \text{ kN}$$

Auflagerpressung im Sparren:

Druck unter einem Winkel $\alpha = 70^\circ$ zur Faser.

$$\text{NW: } \frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{k_{c,\alpha} \cdot f_{c,\alpha,d}} \leq 1$$

$$\text{mit } \sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_d}{b_{\text{Sp}} \cdot \ell_{\text{ef}}}$$

Wirksame Auflagerlänge:

$$\ell_A = t_V / \sin 20 = 8,8 \text{ cm}$$

$$\ell_{\text{ef}} = \ell_A + 2 \cdot 3,0 \cdot \sin \alpha = 14,4 \text{ cm}$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{B_d}{b_{\text{Sp}} \cdot \ell_{\text{ef}}} = \frac{12,78 \cdot 10^3}{100 \cdot 144} = 0,89 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,\alpha} = 1 + (k_{c,90} - 1) \cdot \sin \alpha = 1,470$$

mit $k_{c,90} = 1,5$ für VH C 24

$$f_{c,\alpha,k} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{c,\alpha,k} = 1,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{NW: } \frac{0,89}{1,47 \cdot 1,92} = 0,32 \leq 1$$

Auflagerpressung im Randbalken:

Druck rechtwinklig zur Faser.

$$\text{NW: } \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1$$

$$\text{mit } \sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_d}{\ell_A \cdot \ell_{\text{ef}}}$$

Wirksame Auflagerlänge:

$$\ell_{\text{ef}} = b_{\text{Sp}} + 2 \cdot 3,0 = 16 \text{ cm}$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_d}{\ell_A \cdot \ell_{\text{ef}}} = \frac{12,78 \cdot 10^3}{88 \cdot 160} = 0,91 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,90} = 1,50$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \text{ N/mm}^2 \text{ (C24)}$$

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{c,90,k} = 1,73 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{NW: } \frac{0,91}{1,5 \cdot 1,73} = 0,35 \leq 1$$

Durchbiegungen:

Die Durchbiegungsnachweise werden mit den Durchbiegungen infolge der charakteristischen Einwirkungen geführt.

Nachweise gegen Schäden an eingebauten Bauteilen (charakteristische Bemessungssituation):

NW 1a: Elastische Durchbiegung

$$w_{s,\text{inst}} + \Psi_0 \cdot w_{w,\text{inst}} \leq \ell / 300$$

$$8,6 + 0,6 \cdot 0,4 = 8,8 \leq 13,6 \text{ mm}$$

NW 1b: Enddurchbiegung

$$\text{NKL 1} \rightarrow k_{\text{def}} = 0,6$$

$$\sum w_{\text{el},0} + \sum w_{\text{kriech}} \leq \ell / 200$$

$$\sum w_{\text{el},0} = w_s + \Psi_{0,w} \cdot w_w$$

$$= 8,6 + 0,6 \cdot 0,4 = 8,8 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \sum w_{\text{kriech}} &= (w_g + \Psi_{2,s} \cdot w_s + \Psi_{2,w} \cdot w_w) \cdot k_{\text{def}} \\ &= (2,0 + 0 \cdot 8,6 + 0 \cdot 0,4) \cdot 0,6 \\ &= 1,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$8,8 + 1,2 = 10,0 \leq 20,4 \text{ mm}$$

Nachweis des optischen Erscheinungsbildes (quasi-ständige Bemessungssituation):

$$(w_g + \Psi_{2,s} \cdot w_s + \Psi_{2,w} \cdot w_w) \cdot (1 + k_{\text{def}}) \leq \ell / 200$$

$$(2,0 + 0 \cdot 8,6 + 0 \cdot 0,4) \cdot (1 + 0,6)$$

$$= 3,2 \text{ mm} \leq 20,4 \text{ mm}$$

✓ Verankerungskräfte

Für den Nachweis der Lagesicherheit wird folgende Lastkombination maßgebend:

$$0,9 \cdot g_k + 1,5 \cdot w_{s,k}$$

Für die Auflagerkräfte A und B_v ergeben sich unter Windsogeinwirkung folgende Werte:

Wind von vorne:

$$A_d = + 0,29 \text{ kN (nicht abhebend)}$$

$$B_{v,d} = + 1,03 \text{ kN (nicht abhebend)}$$

$$B_{H,d} = 0,51 \text{ kN}$$

Wind auf Giebel:

$$A_d = - 0,34 \text{ kN (abhebend)}$$

$$B_{v,d} = + 0,05 \text{ kN (nicht abhebend)}$$

$$B_{H,d} = 1,10 \text{ kN}$$

Das bedeutet, dass der Sparren am unteren Auflager gegen eine abhebende Kraft von 0,34 kN zu sichern ist. ■

Bemessung

Beispiel mit Software DC-Statik

► Die folgenden Seiten zeigen die Eingabe für eine Bemessung in DC-Statik. Die Berechnung erfolgt an dem im vorhergehenden Kapitel manuell bemessenen Beispiel.



▲ Lastzonen eingeben

Eingabe der bekannten Daten im konstruktiven System, automatische Ableitung des statischen Systems.

Gebäudestandort

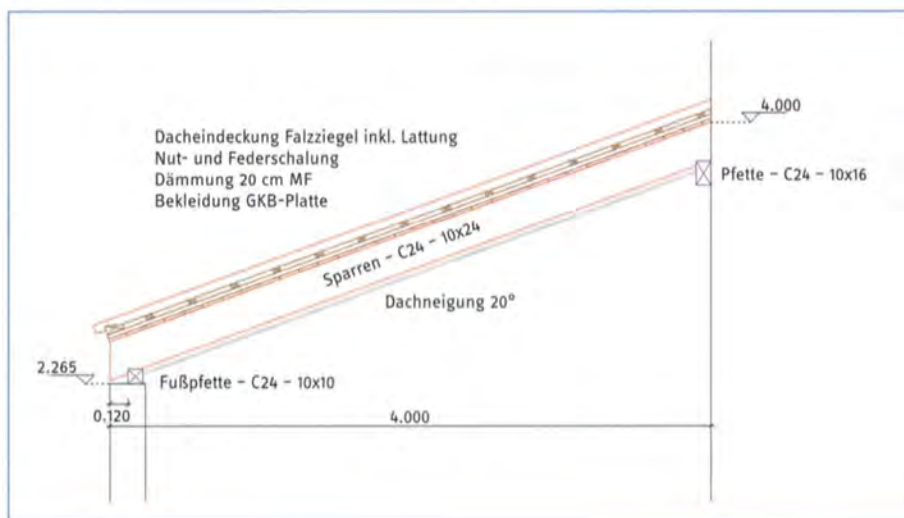
Durch Eingabe von Schneelastzone, Höhe über NN und Windlastzone werden unter Berücksichtigung der Gebäudegeometrie die entsprechenden Lasten ermittelt. Eine entsprechende Auswahl von Gemeinden erleichtert die Eingabe der Lastzonen.

Bauteileingabe und Gebäudegeometrie

Vorgabe aus der Planung ist ein entsprechender Schnitt durch das Gebäude. Die angestrebte Konstruktion und Gebäudegeometrie sind hier vorgegeben.

Das zu bemessende Bauteil wird mit den dazu nötigen Gebäudebereichen eingegeben. Dabei können die geometrischen Werte direkt aus den Vorgaben übernommen werden. Der Sparren ist auf zwei Pfetten aufgelagert. Das statische System wird automatisch ermittelt und kann direkt angezeigt werden.

Für die umgebende Gebäudegeometrie (Dachverlauf) genügt die schematische Beschreibung der äußeren Hülle. Die ist nötig für die automatische Ermittlung von Wind- und Schneelasten. Insbesondere für Schneelasten sind in diesem Fall

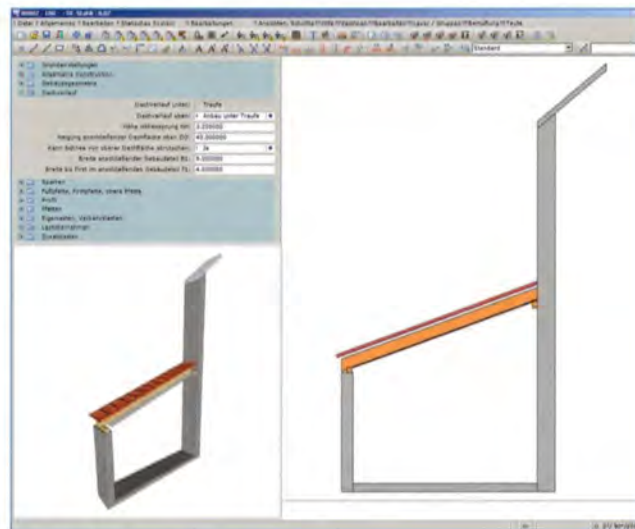


► Planausschnitt mit typischer Darstellung der zu bemessenden Konstruktion

der Höhengsprung und die höher liegende Dachfläche wichtig (angewehter und abrutschender Schnee).

Eigenlasten

Zur Ermittlung der Eigenlasten der Dachfläche wird ein entsprechender Aufbau ausgewählt oder eingegeben. In der Regel liegen bereits passende Aufbauten vor und können direkt übernommen werden. Andernfalls werden noch Anpassungen gemacht, z.B. die Dicke einer Lage geändert. Aus diesem Aufbau der Dachfläche und der Einflussbreite wird automatisch die Eigenlast als Streckenlast ermittelt.

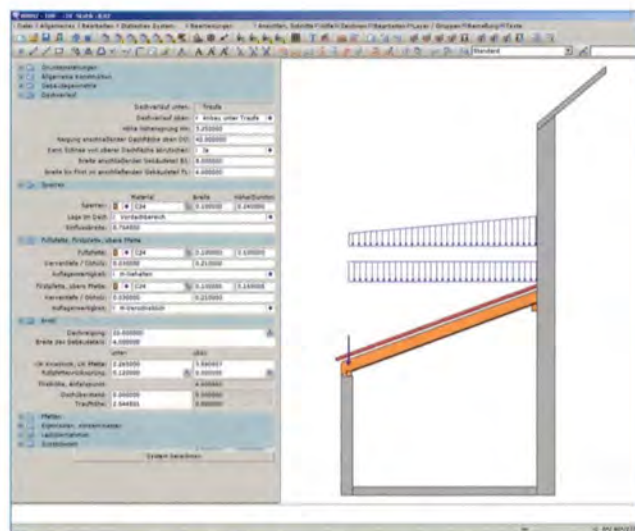


▲ Gebäudegeometrie

Schnee- und Windlastermittlung

Bild „Schneelast“ (rechts) zeigt die automatisch ermittelten Schneelasten. Das sind die gleichförmige Schneelast (Gleichstreckenlast), Schneelast aus angewehtem und abrutschendem Schnee (Trapezlast) und die Einzellast aus „Schneeüberhang an der Traufe“.

Entsprechend werden die Windlasten für die möglichen Anströmrichtungen ermittelt. Zudem treten bei gleicher Anströmrichtung Wechsel zwischen Winddruck und Windsog auf. Somit müssen für die Bemessung des Bauteiles und der Verankerung für die gleiche Anströmrichtung zwei Lastsituationen erzeugt werden.



▲ Automatische Ermittlung der Schneelast auf Grundlage der Gebäudegeometrie

Bemessung

Durch Auslösen der Funktion wird eine Bemessung durchgeführt. Dabei werden alle Lastkombinationen berechnet, um die maximale Belastung des Querschnittes und der Verankerungen (auf Abheben) zu ermitteln. Die gewonnene Ausnutzung des Querschnittes und einiger Alternativquerschnitte wird angezeigt. Der vorgegebene Querschnitt ist in diesem Falle ausreichend und wird beibehalten (Querschnitt 10 x 24, Ausnutzung 72,3 %).

Ausnutzung und Auswahl der Querschnitte

Sparren:		0,080	0,100	0,120
0,200	140,1	112,1	93,4	
0,220	107,5	86,0	71,7	
0,240	90,3	>72,3<	60,2	
0,260	77,0	61,6	51,3	
0,280	66,4	53,1	44,3	

Rot: Ausnutzung größer 100%
 Grün: Ausnutzung 50% bis 100%
 Gelb: Ausnutzung unter 50%

Auswahl eines anderen Querschnitts durch Klicken in das Feld mit der Ausnutzung.

OK Abbruch

▲ Ausnutzung und Auswahl der Querschnitte

Ausgabe Nachweisdokument

Abschließend werden die Dokumentation der Eingaben, die Berechnungen und die Ergebnisse ausgegeben (siehe nächste Seite).

Auszug aus dem entsprechenden Nachweisdokument

4 Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1 Charakteristische Auflagerkräfte [kN/m]

	g	s	w
A _{H,max}	-	-	-
A _{V,min}	-	-	- 1,48
A _{H,min}	-	-	-
A _{V,max}	1,98	9,62	0,43
B _{H,max}	0	0	0,96
B _{V,min}	-	-	- 1,14
B _{H,min}	-	-	0,26
B _{V,max}	1,98	9,2	0,29

4.2 Nachweise im Detail

4.2.1 Sparren

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0,52$

maßgebende LK: g + s + w

$$\eta = \frac{F_{t,0,d} / A_n + M_{y,d} / W_y}{f_{t,0,d} + f_{m,y,d}}$$

$\eta = 0,72 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

M _{y,d} [kNm]	N _d [kN]	f _{m,y,d} [N/mm ²]	f _{t,0,d} [N/mm ²]
11,52	0,13	16,62	9,69

Schubspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + s + w

$$\eta = \frac{V_{z,d} / A}{f_{v,d}}$$

$\eta = 0,55 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

V _{z,red,d} [kN]	f _{v,d} [N/mm ²]
-10,51	1,38

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0,52$

maßgebende LK: g + s + w

$$\eta = \frac{F_{t,0,d} / A_n + M_{y,d} / W_y + k_{red} \cdot M_{z,d} / W_z}{f_{t,0,d} + f_{m,y,d} \cdot k_{my} + f_{m,z,d}}$$

$\eta = 0,72 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

M _{y,d} [kNm]	N _d [kN]	f _{m,y,d} [N/mm ²]	f _{t,0,d} [N/mm ²]	k _{m,y}
11,52	0,13	16,62	9,69	1

Elastische Durchbiegung

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0,5$

maßgebende LK: s + w

w/zul. w

$\eta = 0,65 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

zul. w [mm]	w [mm]
13,59	8,81

Enddurchbiegung

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0,5$

maßgebende LK: g + s + w

w/zul. w

$\eta = 0,49 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

zul. w [mm]	w [mm]
20,38	9,92

Optische Beeinträchtigung

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0,5$

maßgebende LK: g

w/zul. w

$\eta = 0,15 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

zul. w [mm]	w [mm]
20,38	2,97

DC-Statik

Die Statik zum Anfassen

► Mit DC-Statik sind Holzbauer für EC 5 und DIN 1052 gerüstet. Die Software unterstützt bei der Umsetzung baulicher Vorgaben in statische Systeme, bei der Lastermittlung und normgerechter Berechnung.

Die Einführung des EC 5 und entsprechender nationaler Normen hat einen erheblichen Mehraufwand in der statischen Bemessung zur Folge. Das war die Motivation für die Entwicklung eines Programms, mit dem Zimmereien und Holzbaubetriebe den neuen Anforderungen gerecht werden können. Neben der normgerechten Berechnung muss die Software den Anwender bei der Umsetzung der baulichen Vorgaben in die statischen Systeme und bei der Ermittlung der Lasten unterstützen.

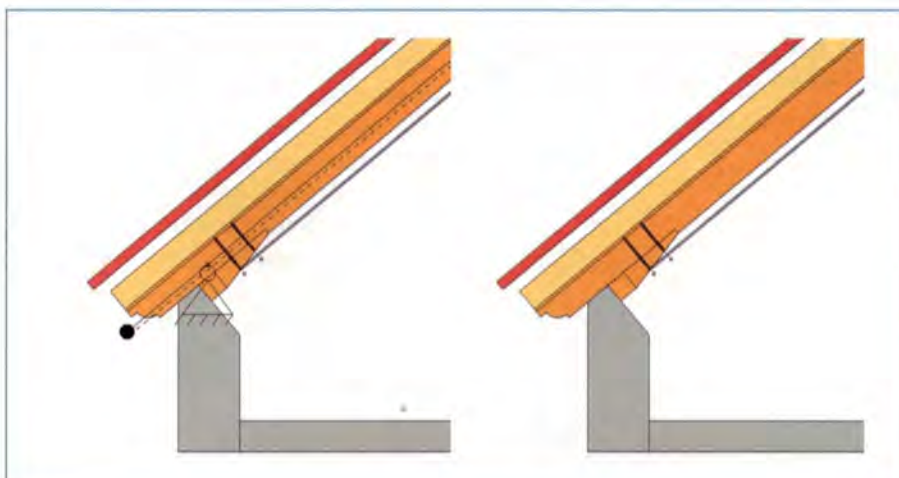
Arbeiten im konstruktiven und statischen System

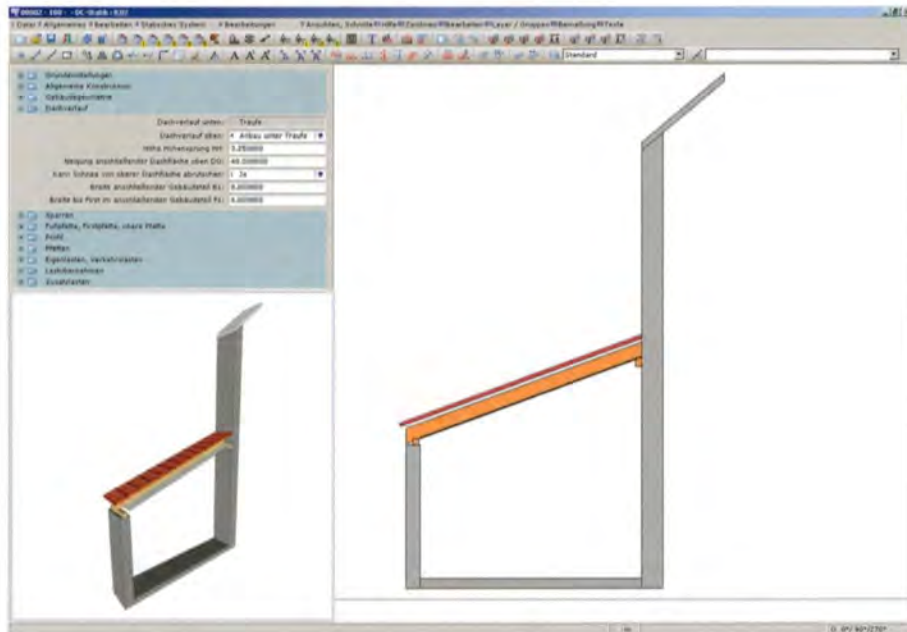
Bevor die statische Bemessung beginnt, liegen Pläne für die bauliche Situation vor. Die grundsätzlichen Abmessungen des Gebäudes und der Konstruktion sind festgelegt, das „konstruktive System“ ist beschrieben und bemaßt. Von diesem versucht man

bislang nun das statische System für die Bemessung abzuleiten. In DC-Statik verwendet man jedoch direkt die Daten des konstruktiven Systems und die Software leitet daraus automatisch das statische System ab. Konkret bedeutet das, dass man nicht überlegt, wo das Auflager eines Sparrens auf einer Pfette liegt (z.B. Mitte, Kerwenmitte oder Vorderkante), sondern man positioniert die Pfette wie gewohnt z.B. über Obholz und Oberkante. Das Auflager für den Sparren wird nun an der entsprechenden Stelle automatisch erzeugt.

Das ermittelte statische System kann jederzeit zur Kontrolle angezeigt werden. Führt die Bemessung z.B. zu geänderten Querschnitten, dann können umgekehrt am konstruktive System die Konsequenzen der Änderungen kontrolliert werden: Kann sich nun z.B. die Traufhöhe ändern? Oder muss die Fußpfette abgesenkt werden? Wo es sinnvoll ist, z.B. bei Stabwerken, kann

Der Holzbauer gibt die bekannten Daten im konstruktiven System ein und die Software leitet das statische System automatisch ab.





► Gebäudegeometrie

Eine Lastübernahme ist nur über eine intelligente Verknüpfung sinnvoll.

die Eingabe auch direkt über das statische System erfolgen und die Konstruktion wird zur Kontrolle angezeigt.

Ganzes Dach oder Einzelbauteil, Lastübernahme

Muss man nun für die Bemessung gleich das ganze Dach eingeben? Führt die Bemessung dann zu anderen Querschnitten oder Abständen, so kann das ja auch erhebliche Änderungen bewirken. DC-Statik erlaubt eine vollständige Betrachtung über die Bemessung von Einzelbauteilen durch

einfache Beschreibung der Einbausituation des Bauteils, automatische Erkennung der relevanten Lage für die Bemessung und durch intelligente Lastübernahme.

Insbesondere bei den Lastannahmen für Sparren ist die Einbausituation im gesamten Gebäude wichtig. Sie lässt sich sehr einfach über die vorbereiteten Dialoge beschreiben.

Für die grundlegenden Bereiche (z.B. Lage des Sparrens im Vordachbereich am Ortsgang oder im Gebäude) werden automatisch die ungünstigsten Lastannahmen ermittelt. Es müssen nicht mehrere Sparren eingegeben werden, um z.B. den Vordachbereich abzudecken.

Die Lastübernahme von einem Bauteil auf das nächste wird durch eine intelligente Verknüpfung erreicht. Durch eine einzige Verknüpfung werden intern automatisch alle Lastkomponenten entsprechend der Lastart aufgeteilt und weitergegeben. Das ist über die Eingabe von Einzellasten kaum möglich, da entweder die Aufteilung zu grob oder die Eingabe von jeweils mehr als zehn Einzelkomponenten zu aufwendig ist. Ändert sich dann auch noch das übertragende Bauteil, müssen alle Werte korrigiert werden.

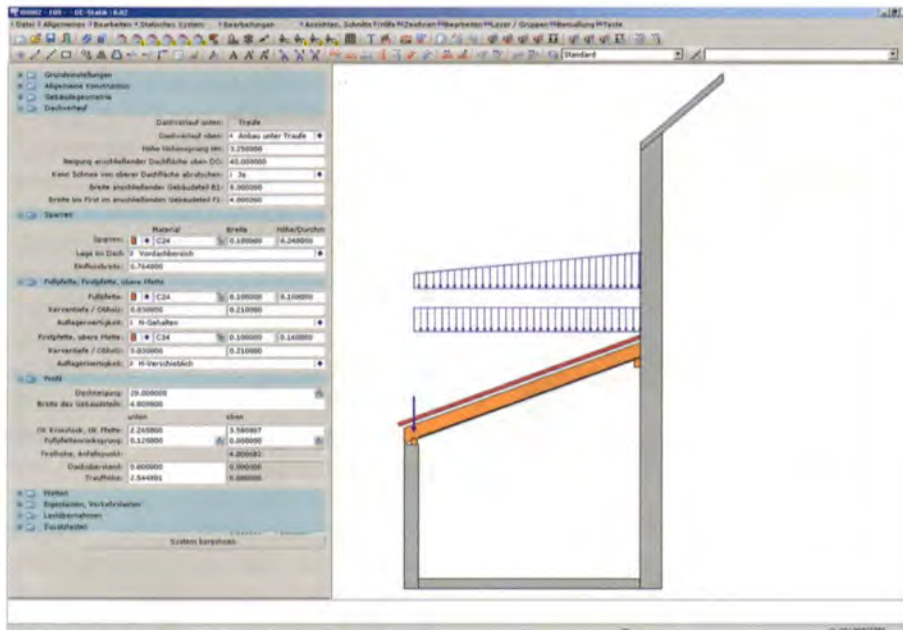
Die Lastübernahme kann als Einzel- oder Streckenlast erfolgen, wodurch

► Stabsysteme, Positionsarten

An vorbereiteten Stabsystemen (Positionsarten) stehen zur Verfügung:

- Durchlaufträger
- einseitiger Sparren
- Pfetten-, Sparren- und Kehl balkendach
- geneigte Pfette
- Stütze
- 2D-Stabwerk

Für die Bauteile können Rechteckquerschnitte in den gängigen, normgerechten Nadelholzgütern eingesetzt werden. Die entsprechenden Materialkennwerte werden in der Datenbank mitgeliefert.



◀ Schneelast

insbesondere die Sparren-Pfettensituation sehr einfach abgebildet wird.

Schließlich signalisiert das System bei Änderung eines Bauteiles, welche Bauteile nun neu berechnet werden müssen, da sie direkt oder indirekt (also über dritte Bauteile) Lasten vom geänderten Bauteil übernommen haben.

Lastannahmen und Lastkombinationen

Komfortabel, dass die Software nach Eingabe des Bauteiles die aufwendigen Berechnungen übernimmt, aber wie setzt sich

die Belastung des Bauteiles zusammen? Grundlage der Bemessung ist die richtige Lastannahme: Am anschaulichsten sind die Eigenlasten aus Dachflächen- und Deckenaufbauten. Auch hier hilft DC-Statik durch umfangreiche Eigenlasten von Materialien, die im integrierten Katalog zur Verfügung gestellt werden. Besonders komfortabel ist dabei die Möglichkeit, vollständige Dachflächen- und Deckenaufbauten zu hinterlegen. In einer anderen Position können sie direkt wiederverwendet oder durch einfache Änderung, z.B. der Dicke, angepasst werden. Die daraus resultierende

Bei vielen Standardsituationen liegt der größte Eingabeaufwand bei den Lastannahmen. Hier bietet DC-Statik besondere Unterstützung, denn die maßgebende Lastkombination wird automatisch ermittelt.

Impressum

Verlag:
WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Römerstraße 4 | 86438 Kissing
Telefon +49 82 33.23-0
www.weka.de | www.mikado-online.de
Diese Anschrift gilt auch für folgende Personen und Gesellschaften, sofern nicht anders lautend:

Herausgeber:
WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Gesellschafter der WEKA MEDIA GmbH & Co. KG sind als Kommanditistin:
WEKA MEDIA Business Information GmbH & Co. KG
und als Komplementärin:
WEKA MEDIA Beteiligungs-GmbH

Geschäftsführer:
Dr. Heinz Weinheimer
Mirko Meurer
Werner Pehland

Chefredakteur:
Dipl.-Betriebsw. (FH) Christoph M. Dauner (cm) (verantwortl.)
Christoph.Dauner@weka.de

Redakteurin dieser Ausgabe:
Dipl.-Ing. (FH) Claudia Vielweib (cv)

Aboverwaltung:
Fon +49 82 33.23 40 40
service.handwerk@weka.de

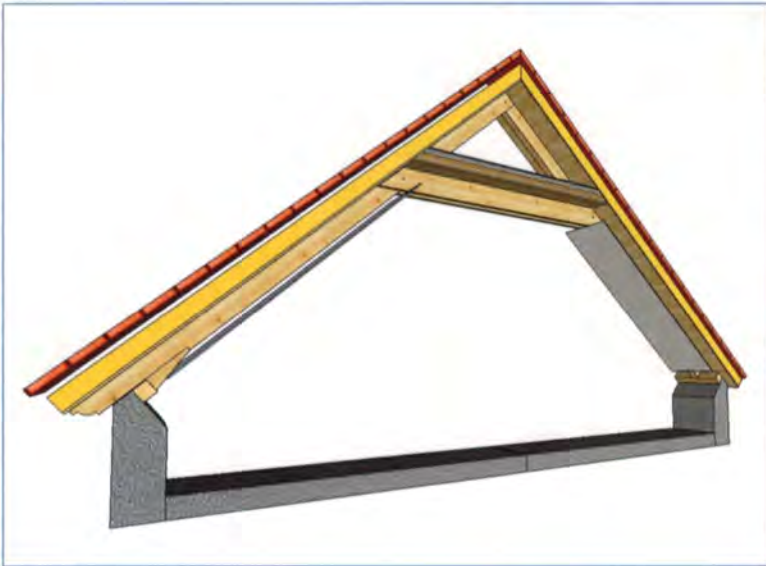
Produktion:
Helmut Göhl (verantwortl.) | Thomas Dürrwanger

Konzeptionslayout, Grafik und Satz:
Popp Media Service
Herrenbachstraße 17 | 86161 Augsburg
Manfred Popp | Andreas Kollmann

Lithografie:
high end dtp-service
Herrenbachstraße 19 | 86161 Augsburg

Druck:
Firmengruppe APPL | sellier druck GmbH
Angerstraße 54 | 85354 Freising

WEKA ist bemüht, ihre Produkte jeweils nach neuesten Erkenntnissen zu erstellen. Die inhaltliche Richtigkeit und Fehlerfreiheit wird ausdrücklich nicht zugesichert. Bei Nichtlieferung durch höhere Gewalt, Streik oder Aussperung besteht kein Anspruch auf Ersatz. Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das Veröffentlichungs- und Verbreitungsrecht des Verlags über. Für unaufgefordert eingesandte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Namentlich ausgewiesene Beiträge liegen in der Verantwortung des Autors. Die Quartalschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jeglicher Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Verlags und mit Quellenangabe gestattet. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlags strafbar.



▲ Grafische Kontrolle in der texturierten Darstellung

Die Hilfsgeometrie inklusive Bemaßung und Texten ist das universelle Mittel zur Ermittlung unbekannter Werte und Kommentierung der Statikposition.

Flächenlast wird automatisch ermittelt und über die Einflussbreite für das Bauteil in eine Streckenlast umgesetzt.

Schneelasten sind abhängig von der Schneelastzone und der Höhe über Normalnull. Entsprechend der daraus resultierenden Regelschneelast ergibt sich die grundsätzliche Belastung recht einfach. Doch wann sind Schneeanwehungen zu berücksichtigen? Wie verteilt sich der Schnee, der von einer darüber liegenden Dachfläche herabstürzt? Durch eingängige Abfragen erfasst das Programm die Situation des

Sparrens, sodass die entsprechenden Werte automatisch ermittelt werden können.

Während der Schnee mit seinem Gewicht immer in vertikaler Richtung wirkt, kommt der Wind aus verschiedenen Richtungen. Je nach Situation bewirkt er dabei einen Druck auf den Sparren oder versucht, ihn aus der Verankerung zu heben. Die resultierende Wirkrichtung kann entlang des Sparrens wechseln. Bei bestimmten Dachneigungen kann trotz gleicher Windrichtung der Wind mal drückend und mal abhebend wirken. Das System ermittelt die zur Bemessung nötigen Windsituationen automatisch.

Schließlich müssen alle Lasten in entsprechenden Lastkombinationen berücksichtigt werden. Die Lasteinwirkungsdauer beeinflusst auch die Festigkeit. Dadurch ist auch hier der Rechenaufwand gegenüber früheren Berechnungen deutlich gestiegen. DC-Statik ermittelt automatisch die maßgebende Lastkombination.

Grafische Kontrolle

Am Bildschirm werden konstruktives System, statisches System und die Lastannahmen dargestellt. Dabei können die dargestellten Elemente ausgewählt und beliebig kombiniert werden. So wird z.B. die Ableitung des statischen Systems vom konstruktiven System durch gleichzeitige Anzeige der beiden Systeme nachvollziehbar. Messfunktionen für Längen, Abstände und Winkel erlauben zusätzliche Kontrolle.

Das konstruktive System kann in einem 3D-Drahtmodell oder in einer texturierten Darstellung (OpenGL) angezeigt werden. Das erlaubt weitere Kontrollen. Abgelegte Bilder dienen zur Dokumentation und Präsentation.

Hilfsgeometrie, Kommentierung

Die Hilfsgeometrie ergänzt die Arbeit in der Grafik. Das sind typische Zeichenelemente wie Punkte, Linien, Kreise und Kreisbögen, aber auch Bemaßungen, Schraffuren und Texte.

Bei der Eingabe des Systems wird die Hilfsgeometrie zum Ermitteln von unbekannt geometrischen Werten eingesetzt. Bei der Eingabe von freien Stabwerken hat

Ausnutzung und Auswahl der Querschnitte			
	0,040	0,080	0,100
Sparren links:			
0,140	113,4	85,2	68,3
0,160	74,6	56,2	45,0
0,180	51,4	>38,7<	31,0
0,200	36,6	27,6	22,1
0,220	26,8	20,2	16,2
Sparren rechts:			
	0,040	0,080	0,100
0,140	315,0	226,2	189,9
0,160	211,9	159,9	127,3
0,180	149,6	>112,1<	89,7
0,200	109,7	82,2	65,7
0,220	82,9	62,1	49,7
Kehlränge:			
	0,040	0,080	0,080
0,200	640,6	286,7	181,3
0,220	439,5	197,1	134,0
0,240	312,0	>148,3<	102,2
0,260	227,9	105,6	79,8
0,280	170,7	85,7	64,2

Rot: Ausnutzung größer 100%
 Grün: Ausnutzung 50% bis 100%
 Gelb: Ausnutzung unter 50%
 Auswahl eines anderen Querschnitts durch Klicken in das Feld mit der Ausnutzung.

OK Abbruch

► Bemessung

sich die Hilfsgeometrie bewährt. Bekannte Punkte und Linien (z.B. Achsen oder Bauteilkanten) werden direkt in der Grafik eingegeben. Durch die umfangreichen CAD-Funktionen, z.B. Versetzen, Kopieren oder Spiegeln werden die weiteren benötigten Linien und Punkte ermittelt. Die benötigten Knoten für das Stabwerk werden einfach abgegriffen, aufwendiges Berechnen der Koordinaten entfällt.

Die Hilfsgeometrie erlaubt eine umfangreiche Kommentierung der Statikposition. Über die Zeichenelemente können Teile der Konstruktion und Details ergänzt werden. Zusätzliche Bemaßungen heben wichtige Abmessungen hervor. Über eingefügte Texte erfolgen die Kommentierungen direkt in der Grafik.

Bemessung, Ergebnisse, Nachweise

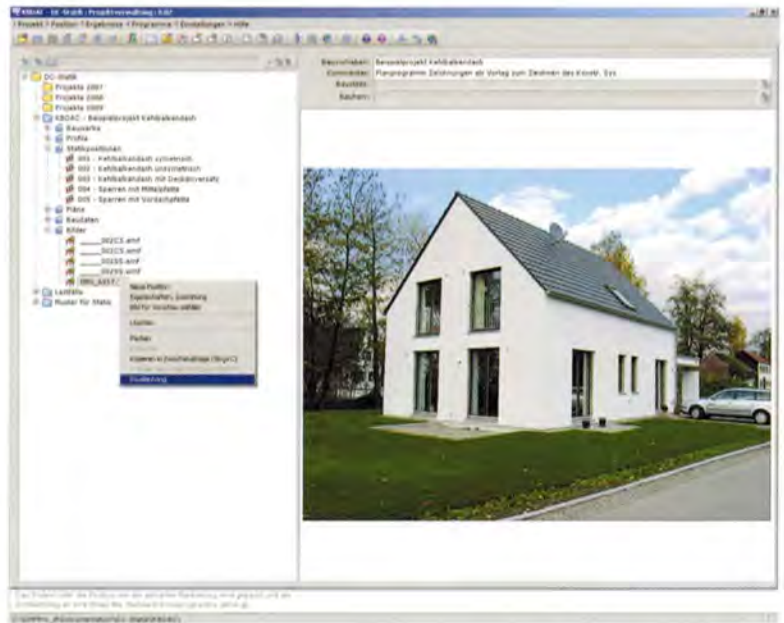
Wichtigstes Resultat einer Bemessung ist ein ausreichend dimensioniertes Bauteil oder Verbindung. Eine Übersicht zeigt, wie stark der eingesetzte Querschnitt ausgenutzt ist. Alternative Querschnitte und deren Ausnutzung werden angezeigt, sodass durch einfaches Anklicken eine Alternative ausgewählt werden kann. Am Ende des Dialoges wird das System mit der neuen Vorgabe automatisch durchgerechnet.

Zur Kontrolle werden die Schnittkraftverläufe gesamt (Hüllkurve) oder getrennt nach den Lastarten angezeigt. Das geschieht wahlweise zusammen mit dem konstruktiven oder statischen System.

Zur Dokumentation müssen entsprechende Nachweisdokumente erzeugt werden. Das Programm generiert die Dokumente auf Knopfdruck. Die Ausführlichkeit der Inhalte wird über vier Stufen festgelegt. Die Dokumentvorlage kann der Anwender selbst hinsichtlich Schriftarten, Kopf- und Fußzeilen oder Firmenlogo gestalten.

Projektverwaltung

Die Arbeit mit der EDV verlangt die Organisation der Daten, damit sie zugeordnet, archiviert und wieder gefunden werden können. Die Zusammenarbeit mit Planern und kooperierenden Firmen verlangt den Austausch von Dateien. Diese alltäglichen Aufgaben wickelt die Projektverwaltung ab.



► Projektverwaltung

Typische Daten eines Projektes sind Bauherren- und Architektenadresse sowie statisch relevante Daten wie Windlast- und Schneelastzonen. Die werden beim Anlegen eines Projektes einmal erfasst und müssen nicht wieder bei jeder einzelnen Position eingegeben werden. Zum Projekt gehören auch Positionspläne, Detailzeichnungen, Fotos und Dokumente. Das sind selbst erstellte Dateien oder Daten vom Planer oder Bauherren. Die Projektverwaltung hält die Daten übersichtlich zusammen, strukturiert und archiviert. Das Projekt kann ganz oder in Teilen an andere Projektbeteiligte versendet werden.

- Prof. Dr.-Ing. François Colling, Augsburg
- Dipl.-Ing. (FH) Peter Philipps, Neuburg
- Dipl.-Ing. (FH) Henrik Boll, Augsburg
- Dipl.-Ing. (FH) Andreas Scheu, Augsburg

Die umfangreiche Projektverwaltung ermöglicht eine saubere Organisation, Archivierung und den effektiven Datenaustausch mit den Projektbeteiligten.

► Verbindungen

Nachweise werden für folgende Verbindungen erstellt:

- Gerbergelenk (integriert in Durchlaufträger)
- Knotenbleche mit Stabdübel
- Passbolzen, Nägel, Dübel besonderer Bauart
- Stirnversatz
- Zapfen

The logo consists of a solid blue square with the word "WEKA" written in white, uppercase, sans-serif font inside it.

WEKA

mikadoplus ist das vierteljährliche
Themenmagazin exklusiv für ***mikado***-Abonnenten.

Sie erreichen den Abo-Service unter

Telefon +49 82 33.23 40 40

Fax +49 82 33.23 72 30

E-Mail service.bau@weka.de