

22. Bautechnisches Seminar NRW in Ratingen



Nagelplattenkonstruktionen

Bemessung, Konstruktion und Bauausführung
nach DIN EN 1995-1-1:2013-08
mit aktueller Software



06.11.2013

22. Bautechnisches Seminar NRW in Ratingen

Dipl.-Ing. Matthias Gerold

www.harrer-ing.de

1

22. Bautechnisches Seminar NRW in Ratingen



Anlass



Einsturz Lebensmittelmarkt Falkensee



Themen bei Teil-Einstürzen:

- Robustheit (fehlende Systemreserven)
- Ausführungsqualität (Qualifikation)
- Qualität der bautechnischen Prüfung und Überwachung

www.harrer-ing.de

2

Anlass



Beispiele:

Nicht fachgerechte Herstellung: Lage der Nagelplatten; Fuge Obergurtstoß



www.harrer-ing.de

3

Anlass



Nicht
fachgerechte
Herstellung:
Spalte / Fuge



Kein planmäßiger Druckkontakt
Traufknoten Nagelplatten-Hauptbinder

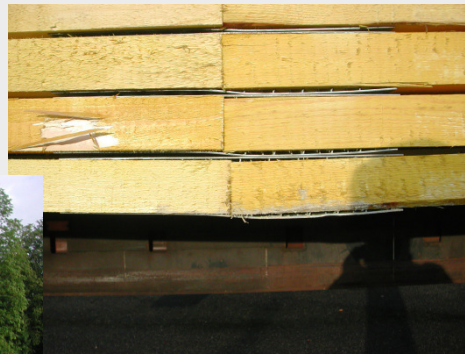
www.harrer-ing.de

4

Anlass



Nicht sachgerechter Transport:
fehlender Unterbau



www.harrer-ing.de

5

Anlass



Nagelplatten-Hauptbinder mit starker
Vorverformung im Grundriss
(wg. nicht sachgerechter Montage -
d.h. ohne Traverse);

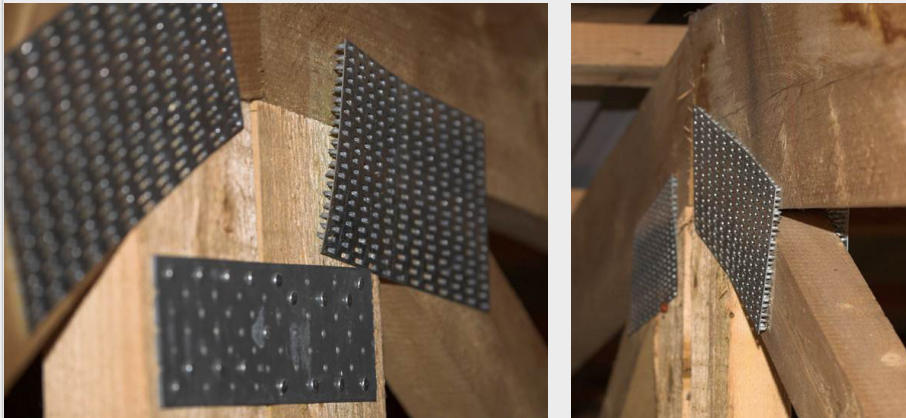
im First durchgebrochenen Druckgurt
aufgrund schlechter Holzqualitäten
sowie Holzfeuchten zwischen 40% und 80%

www.harrer-ing.de

6

Anlass

Nicht sach- und fachgerechte Bauausführung: Eindrückung Nagelplatten



www.harrer-ing.de

7

Anlass

U.U. mangelhafte Planung + nicht sach- und fachgerechte Bauausführung:
Fehlende Lastweiterleitung bzw. fehlende Querabstützungen



www.harrer-ing.de

8

Anlass



Mangelhafte Planung sowie nicht sach- und fachgerechte Bauausführung:
 Lüftung ist wichtig! Aber nicht so, damit es bequemer ist



www.harrer-ing.de

9

Anlass



Eine regelmäßige Schlussbegehung der Konstruktionen vor Inbetriebnahme und nach Abschluss des Ausbaus scheint angeraten.



www.harrer-ing.de

10

22. Bautechnisches Seminar NRW in Ratingen



Themen

- 1 **Bemessung** von Holzbauten aus Nagelplattenbindern
nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 (EC 5)
und zugehöriger DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
- 2 **Entwurf / Konstruktion / Prüfung** von Nagelplattenkonstruktionen
- 3 **Bauausführung** von Nagelplattenkonstruktionen
- 4 **Ausblick**

www.harrer-ing.de

11

Inhaltsangabe



Gliederung

- 1 **Bemessung** von Holzbauten aus Nagelplattenbindern
nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 (EC 5)
mit DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 - 1.1 Hauptkapitel im EC 5
 - 1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052:2010-12
 - Abweichungen im Detail
 - Zusatzkapitel Nationaler Anhang (NA)
 - Was fehlt ?
 - 1.3 Robustheit
 - 1.4 Bemessungssoftware
 - 1.5 Bearbeitungsstand der 3. Eurocode-Generation Holzbaunormen;
PRB / PIN – quo vadis ?

www.harrer-ing.de

12

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.1 Hauptkapitel im EC 5 – Zusatzkapitel Nationaler Anhang (NA)



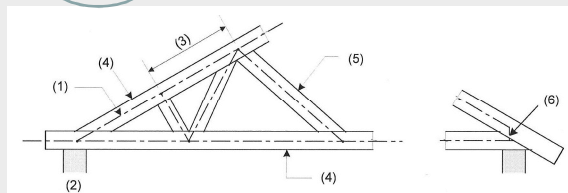
Hauptkapitel im EC 5

Regelungen zu Nagelplatten in DIN EN 1995-1-1:2010-12

5. Grundlagen der Berechnung

5.4 Zusammengesetzte Tragwerke

5.4.2 Rahmentragwerke



Legende

- (1) Systemlinie
- (2) Auflager
- (3) Feld
- (4) Gurte
- (5) Füllstab
- (6) Fiktives Balkenelement

Bild 5.1 - Beispiele für Modellelemente bei einer Rahmenberechnung

Anforderungen siehe (2)P bis (9)

www.harrer-ing.de

13

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.1 Hauptkapitel im EC 5 – Zusatzkapitel Nationaler Anhang (NA)



5.4.3 Vereinfachte Berechnung für Fachwerke in Nagelplattenbauweise

- (1) Eine vereinfachte Berechnung von vollständig aus Dreiecken aufgebauten Fachwerken sollte die folgenden Bedingungen berücksichtigen:

- ...
- Die Auflagerbreite a_3 liegt innerhalb der Länge a_1 , und der Abstand a_2 in Bild 5.2 ist größer als $a_1/3$ oder 100mm, der größere Wert ist maßgebend.
- ...

- (2) Die Normalkräfte in Stäben sind i.d.R. unter der Annahme zu berechnen, dass jeder Knoten gelenkig ist.

- (3) Die Biegemomente in Einfeldstäben sollten unter der Annahme gelenkiger Lagerung ermittelt werden.

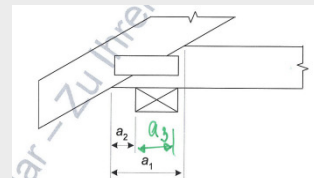


Bild 5.2 - Auflagergeometrie

www.harrer-ing.de

14

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.1 Hauptkapitel im EC 5 – Zusatzkapitel Nationaler Anhang (NA)



8 Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln

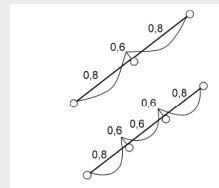
8.8 Verbindungen mit Nagelplatten

9 Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke

9.2 Zusammengesetzte Tragwerke

9.2.1 Fachwerke

Bild 9.3 – Momentenlinien und wirksame Knicklängen



9.2.2 Fachwerke mit Nagelplattenverbindungen

Verweis auf EN 14250 Holzbauwerke – Produktanforderung an vorgefertigte

Fachwerkträger mit Nagelplatten

Ferner gelten: EN 14545 Holzbauwerke – Nicht stiftförmige Verbindungsmittel - Anforderungen

EN 14592 Holzbauwerke – Stiftförmige Verbindungsmittel - Anforderungen

DIN 20000-6 Stiftförmige und Nicht Stiftförmige Verbindungsmittel

www.harrer-ing.de

15

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.1 Hauptkapitel im EC 5 – Zusatzkapitel Nationaler Anhang (NA)



10 Ausführung und Überwachung

10.9 Besondere Regeln für Nagelplattenbinder

Anforderungen an die Herstellung von Nagelplattenbindern enthält EN 14250.

Die Binder sollten vor Befestigung der endgültigen Aussteifung auf Geradheit (*Ebenheit*) und lotrechte Ausrichtung überprüft werden.

Bei der Binderherstellung sollten die Stäbe keine Verdrehungen und Krümmungen aufweisen, die die Grenzwerte nach EN 14250 übersteigen. ...

Die größte Krümmungsamplitude, die nach der Montage eines jeden Binders auftreten kann, sollte begrenzt werden. ...

Die größte Lotabweichung nach der Montage eines Binders von der echten (*ideal*) lotrechten Ausrichtung sollte begrenzt werden. ...

www.harrer-ing.de

16

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail



Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail



www.harrer-ing.de

17

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail

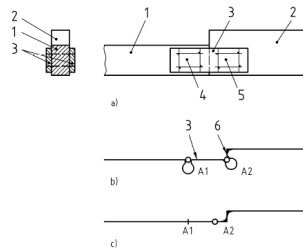


5.4.2 RAHMEN-tragwerk contra FACHWERK (Stabtragwerk)

DIN 1052 8.8 Stabtragwerke

8.8.1 Allgemeines

- (1) Bei der Ermittlung der Stabkräfte und Momente und bei der Bestimmung der Beanspruchung der Verbindungen sind die Verformungen der Stäbe und der Verbindungen, der Einfluss von Auflagerausmitten sowie die Steifigkeit der Unterkonstruktion zu berücksichtigen.
- (8) Bei indirekten Verbindungen sind die Anschlusspunkte, die zu einem Verbindungselement gehören, im statischen Modell durch Stäbe zu verbinden.
- (9) Die Drehsteifigkeit der Anschlüsse an ein Verbindungselement ist so zu berücksichtigen, dass das Tragwerk nicht kinematisch wird. Hierzu sollten entweder
- die Drehsteifigkeiten aller Anschlüsse berücksichtigt werden (Bild 14 b) oder
 - eine hinreichende Anzahl oder alle Stäbe drehstarr an das Verbindungselement angeschlossen werden oder
 - die Anschlusspunkte aller Stäbe drehstarr angenommen und an einen gemeinsamen Gelenkpunkt auf dem Verbindungselement angeschlossen werden (Bild 14 c).



www.harrer-ing.de

18

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail

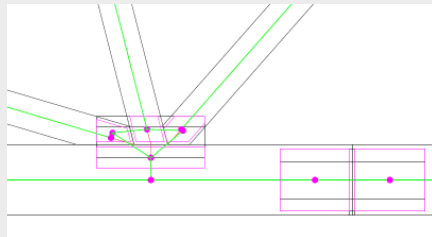


Berücksichtigung von Knotensteifigkeiten

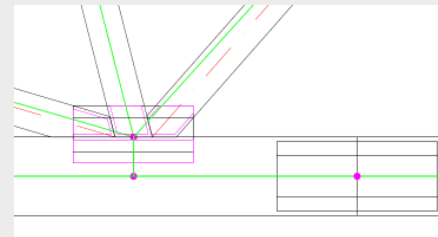
RAHMEN-tragwerk contra FACHWERK

ab 2011: Rahmentragwerk
mit nachgiebigen Knoten

bis 2010: Fachwerksysteme
mit gelenkigen Verbindungen



9 Knoten



3 Knoten

mit jeweils 3 Wegfedern und 1 Momentenfeder

www.harrer-ing.de

19

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.1 Hauptkapitel im EC 5 – Zusatzkapitel Nationaler Anhang (NA)



Folien aus Anwendungserprobung

Kapitel EC5 / NA	Titel	DIN EN 1995-1-1:2008-09 Berichtigung 1:2010-04	DIN EN 1995-1-1/NA:2009-04 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-06 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-07	DIN 1052:2008
6.1.6	Biegung	Für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz beträgt der Abminderungswert k_{m1} für Rechteckquerschnitte i.d.R. (generell) 0,7; für andere Querschnitte und Holzwerkstoffe 1,0 $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m1} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_{m1} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	Bemerkung: d.h. auch bei hohen Querschnitten darf nach EC abgemindert werden Anmerkung: Für schlanke Bauteile ($h/b > 4$) wird BDK-Nachweis maßgebend; dieser unterscheidet sich zur DIN 1052 (siehe 6.3), damit lässt sich Unterschied der k_{m1} bzw. k_{m2} -Werte erklären	Für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz beträgt der Abminderungswert für Rechteckquerschnitte mit $h/b \leq 4$ $k_{red} = 0,7$ (Stichwort Eckspannung) sonst 1,0; für andere Querschnitte und Holzwerkstoffe 1,0

Bei NP-Konstruktionen
i.d.R. nicht maßgebend
siehe NA:2013-08

www.harrer-ing.de

20

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail



Kapitel EC5 / NA	Titel	DIN EN 1995-1-1:2008-09 Berichtigung 1:2010-04	DIN EN 1995-1-1/NA:2009-04 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-06 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-07	DIN 1052:2008
6.1.7	Schub	Risse sind bei biegebeanspruchten Bauteilen zu berücksichtigen, Ansatz der wirksamen Bauteilbreite $b_{eff} = k_{eff} \cdot b$ mit $k_{eff} = 0,67$ für BSH und VH	für BSH gilt $k_{eff} = 2,5 / f_{yk}$ mit f_{yk} in [N/mm ²] (vgl. Abschnitt 3.3) für NH gilt $k_{eff} = 2,0 / f_{yk}$ mit f_{yk} in [N/mm ²] (vgl. Abschnitt 3.2)	Berücksichtigung von Rissen: keine Regelung

Anmerkungen:

- Nach EC 5 Berücksichtigung von Rissen querschnittseitig im Nachweis über die wirksame Bauteilbreite
Nach DIN 1052 Berücksichtigung von Rissen auf der Widerstandsseite bei der Ermittlung der Schubfestigkeitskennwerte
- Festigkeitskennwerte sind für die Bemessung nach EC 5 den jeweiligen Produktnormen zu entnehmen (z. B. DIN EN 338 für NH oder DIN EN 1194 für BSH),
Schubfestigkeiten steigen mit zunehmender Festigkeitsklasse an
Nach DIN 1052 waren die Schubfestigkeiten konstant über alle Festigkeitsklassen der jeweiligen Holzarten

www.harrer-ing.de

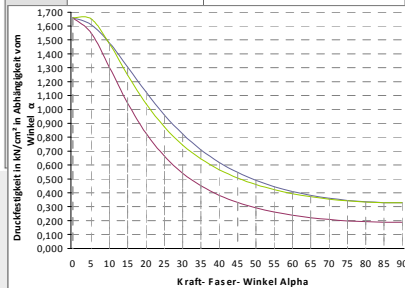
21

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail



Kapitel EC5 / NA	Titel	DIN EN 1995-1-1:2008-09 Berichtigung 1:2010-04	DIN EN 1995-1-1/NA:2009-04 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-06 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-07	DIN 1052:2008
6.2	Nachweise für Querschnitte unter Spannungs-kombinationen			
6.2.2	Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung	$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$ $f_{c,90,d} = \frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,0,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha$ (6.16) nach Hankinson; keine Berücksichtigung des Schubanteiles	Vergleich der Druckfestigkeiten: Ohne Korrekturbeiwert $k_{c,90}$ liegen die Werte für $f_{c,90,d}$ nach DIN 1052 deutlich unter denen nach EC 5; mit $k_{c,90}$ gleichen sich die Werte an $\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$ $k_{c,90} = 1 + (k_{c,90} - 1) \cdot \sin \alpha$ $f_{c,90,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin \alpha \cos \alpha\right)^2 + \cos^2 \alpha}}$ (52) nach Mechanik; Berücksichtigung des Schubanteiles und damit abgeminderte Spannung; Schubanteil darf für NH und BSH um 40% erhöht werden (Risse werden überdrückt); anschließend Multiplikation mit Korrekturbeiwert $k_{c,90}$	



=> geringfügiger Unterschied
nicht sicherheitsrelevant

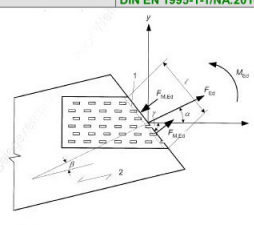
www.harrer-ing.de

22

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail



Kapitel EC5 / NA	Titel	DIN EN 1995-1-1:2008-09 Berichtigung 1:2010-04	DIN EN 1995-1-1/NA:2009-04 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-06 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-07	DIN 1052:2008
8.8	Verbindungen mit Nagelplatten	 Legende (1) Begrenzung der wirksamen Anschlussfläche (2) Faserichtung des Holzes Bild 8.11 — Geometrie einer Nagelplattenverbindung, beansprucht durch eine Kraft F_{Ed} und ein Moment M_{Ed}		
8.8.5	Tragfähigkeitsnachweise	Nachweisformat für den Nachweis der Nageltragfähigkeit: $\left(\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,n,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{M,d}}{f_{a,n,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (8.52)$ Gilt der Exponent 2 auch dann noch, wenn $\tau_{F,d}$ oder $\tau_{M,d}$ gleich 0 sind? $\left(\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,n,d}} \right)^2 \leq 1 \text{ oder } \frac{\tau_{F,d}}{f_{a,n,d}} \leq 1?$ Oder ist bereits im englischen Original über den gesamten Term eine große Wurzel zu ziehen?	Anmerkung: der quadrierte Term erweckt den Anschein eines geringeren Ausnutzungsgrades; bei einer späteren Umnutzung oder Umgestaltung der Bauteile könnte hieraus der Tragschluss entstehen, dass noch ausreichende Reserven vorhanden sind und z.B. eine Lasterhöhung ohne genauere Neuberechnungen als unproblematisch erachtet werden könnte	Nachweisformat für den Nachweis der Nageltragfähigkeit: folgende Bedingungen müssen erfüllt sein $\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,n,d}} \leq 1 \quad (242)$ $\frac{\tau_{M,d}}{2 \cdot f_{a,n,0,0,d}} \leq 1 \quad (243)$ $\frac{\tau_{F,d} + \tau_{M,d}}{1,5 \cdot f_{a,n,0,d}} \leq 1 \quad (244)$ Gleichungen stammen aus einer älteren Version des Eurocodes.

www.harrer-ing.de

wurde im Corrigendum nicht übernommen; wichtig bei Bestandsbauten

23

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Abweichungen im Detail



Kapitel EC5 / NA	Titel	DIN EN 1995-1-1:2008-09 Berichtigung 1:2010-04	DIN EN 1995-1-1/NA:2009-04 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-06 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-07	DIN 1052:2008
8.8.5	Tragfähigkeitsnachweise	Nachweisformat für den Nachweis der Plattentragfähigkeit: $\left(\frac{F_{t,d}}{F_{t,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v,d}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1 \quad (8.55)$ vgl. Nageltragfähigkeit	Anmerkung: Siehe Nageltragfähigkeit Forderung / Ergänzung: Zusätzlich folgende Bedingungen für den Nachweis der Nageltragfähigkeit übernehmen: $\frac{F_{t,d}}{F_{t,Rd}} \leq 1 \text{ und } \frac{F_{v,d}}{F_{v,Rd}} \leq 1$	Nachweisformat für den Nachweis der Plattentragfähigkeit sinngemäß gleich wie im EC, Schreibweise unterschiedlich; im Beispiel in den Erläuterungen zur DIN 1052:2004 wird der Nachweis der Plattentragfähigkeit für $F_{y,Ed}$ gleich 0 mit $\frac{F_{t,d}}{F_{t,Rd}} \leq 1$ geführt
8.9	Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln			
8.10	Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen			
NA.8.11	Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln in Hirnholzflächen		Regelungen DIN 1052 übernommen neues Kapitel: dafür entfällt Kapitel NA.8.9.1	

www.harrer-ing.de

24

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Zusatzkapitel NA



Änderungen EC 5 gegenüber DIN 1052 □ Zusatzkapitel NA

NCI Zu 8.8 „Verbindungen mit Nagelplatten“

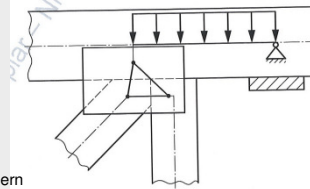
NCI Zu 8.8.1 „Allgemeines“

(NA.3) Bei der Anwendung von Nagelplatten sind die Regelungen der DIN 2000-4 sowie der DIN 2000-6 zu beachten (betr. abZ).

(NA.4) Angaben zur Mindestanschlusskraft einer Verbindung (d.h. für zwei Nagelplatten) sind in Abs. 9.2.1 (8) enthalten. ...

(NA.5) Angaben zu Transport- und Montagezuständen sind in Abs. NCI zu 10.6 enthalten.

(NA.6) Bei Auflagerung von Nagelplattenbindern am Obergurt, wie in Bild NA.15 exemplarisch dargestellt, darf die Querkraft nicht ... abgemindert werden.



NA.15 – Auflagerung von Nagelplattenbindern ohne auflagernahe Einzellast am Obergurt

www.harrer-ing.de

25

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

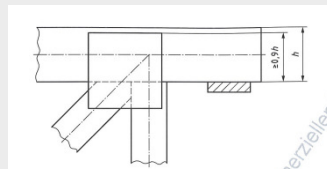
1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Zusatzkapitel NA



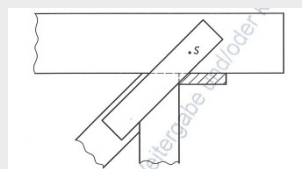
NCI Zu 8.8 „Verbindungen mit Nagelplatten“

NCI Zu 8.8.1 „Allgemeines“

(NA.7) Bei Auflagerungen am Obergurt, bei denen der Auflagerpunkt im Systemknoten angenommen wird, ist durch konstruktive Maßnahmen eine Rissbildung im Obergurt zu verhindern. Die Nagelplatte ist dabei so zu legen, dass sie entweder 90% der Höhe des Obergurtes abdeckt (siehe Bild NA.16), oder dass der Schwerpunkt der Anschlussfläche über dem Auflager liegt (siehe Bild NA.17).



NA.16 – Nagelplatte am Obergurt mit 0,9h



NA.17 – Nagelplatte mit Schwerpunkt der Anschlussfläche über dem Auflager

www.harrer-ing.de

26

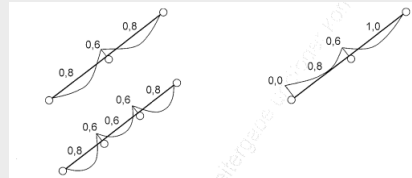
1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Zusatzkapitel NA

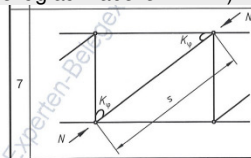


NCI Zu 9.2.1 „Fachwerke“

Die in Bild 9.3 angegebenen Knicklängen dürfen nach [NA.5] und [NA.6] nur angewandt werden, wenn folgende drei Bedingungen erfüllt sind:



- Ausführung von Druckstößen mindestens mit der Biegesteifigkeit des Stabes oder Nachweis des Biegemoments nach Theorie II. Ordnung.
- Vorhandene Stabendmomente dürfen nicht zu einer Vergrößerung der Knicklängen führen.
- Ausreichende Einspannung der betrachteten Stäbe über Nagelplatten an anschließende Füllstäbe (Bezug auf Tabelle NA. 24).



bei gelenkiger Lagerung ($K_\phi = 0$): $\beta = 1,0$
bei nachgiebiger Einspannung ($K_\phi \gg 0$): $\beta = 0,8$

www.harrer-ing.de

27

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Zusatzkapitel NA



Korrosionsschutz nach DIN SPEC 1052-100:2013-08

Tabelle 1 — Beispiele für Mindestanforderungen an die Baustoffe oder den Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln für mäßige, starke oder sehr starke Korrosionsbelastungen

Baustoffe, Verbindungsmittel	Korrosionsschutz in Anlehnung an DIN EN ISO 2081 bzw. mittlere Zinkschichtdicke in μm		
	unabhängig von der Umgebungsluftfeuchtigkeit		
	Nutzungs-kategorie 1	Nutzungs-kategorie 2	Nutzungs-kategorie 3
1. Nägel und Schrauben $d \leq 4 \text{ mm}$	keine ^a	Fe/Zn 12 ^b	55
2. Nägel ($d > 4 \text{ mm}$, Schrauben $d > 4 \text{ mm}$, Dübel, Bolzen, Schrauben, Muttern, Stahlbölen)	keine ^a	keine ^a	55
3. Klammern	geeigneter nichtrostender Stahl ^c	geeigneter nichtrostender Stahl ^c	geeigneter nichtrostender Stahl ^c
4. Nagelplatten und Stahlbleche ^d mit einer Dicke bis zu 3 mm	geeigneter nichtrostender Stahl ^c	geeigneter nichtrostender Stahl ^c oder Korrosionsschutz nach DIN 55934	geeigneter nichtrostender Stahl ^c oder Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 15646-2
5. Stahlbleche mit einer Dicke zwischen 3 mm und 5 mm	30 ^e	geeigneter nichtrostender Stahl ^c oder Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 15646-2	geeigneter nichtrostender Stahl ^c oder Korrosionsschutz nach DIN EN 1090-2
6. Stahlbleche mit einer Dicke über 5 mm	Korrosionsschutz nach DIN EN 1090-2	Korrosionsschutz nach DIN EN 1090-2	Korrosionsschutz nach DIN EN 1090-2

^a Nach DIN EN ISO 15646-2.
^b Bei Feuerverzinkungen ist in der Regel Fe/Zn 12 durch Z775 nach DIN EN 10346 zu ersetzen.
^c Bei einseitiger Dübelführung aus Stahlblech muss eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 55 μm aufgebracht werden.
^d Bei Stahlblechverbindungen mit außen liegenden Bechen müssen Nägel und Schrauben eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 7 μm aufweisen.
^e Bei Verbindungen, die in einem für die Tragfähigkeit relevanten Bereich von Holz oder Holzwerkstoffen vollständig umschlossen sind (z.B. Stahlbölen, Vorwandverschraubungen), ist eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 10 μm ausreichend.
^f Z.B. stiftförmige Stahle für die entsprechenden Korrosionswiderstandsklassen nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-03.3-4.
^g Stahlfaserbetonblech darf auch mit Blech mit Zink-Aluminium-Überzügen gleicher Schichtdicke verwendet werden.
^h Stahlbleche mit einer Dicke bis zu 3 mm dürfen auch mit geschütteten, unverzinkten Karten eingesetzt werden.
ⁱ Die übliche Mindestschichtdicke beim Feuerverzinken beträgt 55 μm .

www.harrer-ing.de

28

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Was fehlt?



Änderungen EC 5 gegenüber DIN 1052: Was fehlt?

(i.W. aus Anwendungserprobung / Pilotprojekt)

- erforderliche Robustheit von Tragwerken;
zumindest Verweis auf DIN EN 1990:2012-12
analog zur DIN 1055-100:2001-03, Abs. 4.1

Schwind- und Quellmaß

- Als Anhaltswerte für die Gleichgewichtsfeuchten der Holzbaustoffe wurde die Tabelle NA.6 in das deutsche NA aufgenommen;
die Bandbreite der zu erwartenden Ausgleichsfeuchten im Holz ist meist größer
als nach DIN 1052:1988 z.B. in geschlossenen Räumen $u = 12 \pm 3 \%$. Auch sind nach
DIN EN 1995-1-1 höhere Holzfeuchten zulässig als nach „VOB Teil C“
(permanente Aufweichung !!)

www.harrer-ing.de

29

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.2 Änderungen im EC 5 gegenüber DIN 1052: Was fehlt?



Grundlegende Anforderungen

- Angabe von Grenzwerten (Bandbreite) von Holzfeuchteänderungen,
damit mit keinen Schäden in der Konstruktion zu rechnen ist; z.B. $\max \Delta u = 6 \%$

Bautechnische Unterlagen

- was gehört dazu ? etc. → TM 06-017; siehe später

www.harrer-ing.de

30

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.3 Robustheit



Robustheit

Robustheit und Redundanz können nicht gleichgesetzt werden können. Die Redundanz ist wie Segregation eine der Möglichkeiten um Robustheit zu erreichen, jedoch nicht die Einzige.

Keine grundsätzlichen Änderungen der EUROCODEs gegenüber der früheren technischen Baubestimmung DIN 1055-100:2001-03, d.h. die grundsätzlichen Anforderungen an die Robustheit bestehen fort.

siehe Ausführungen Technische Mitteilung (TM) 06-017 : Grundlegende Anforderungen

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.3 Robustheit



Früher: DIN 1055-100:2001-03 (Auszug)

4. Anforderungen

4.1 Grundlegende Anforderungen

(1) Ein Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass die ... möglichen Einwirkungen ... keines der nachstehenden Ereignisse zur Folge haben:

- Einsturz des gesamten Bauwerks oder eines Teils,
- größere Verformung in unzulässigem Umfang,
- Beschädigung anderer Bauteile oder Einrichtungen und Ausstattungen ...
- Beschädigungen durch ein Ereignis in einem zur ursprünglichen Ursache unverhältnismäßig großen Ausmaß.

(2) Ein Tragwerk muss so bemessen werden, dass seine Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit während der vorgesehenen Nutzungsdauer den in Absatz (1) vorgegebenen Bedingungen genügen.

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.3 Robustheit



Jetzt: DIN EN 1990:2012-12 (Auszug)

2. Anforderungen

2.1 Grundlegende Anforderungen

(5)P Die mögliche Schädigung ist durch die angemessene Wahl einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen zu begrenzen oder zu vermeiden:

- ...
- Wahl eines Tragsystems und seiner baulichen Durchbildung derart, dass mit dem schädigungsbedingten Ausfall eines einzelnen Bauteils oder eines begrenzten Teils des Tragwerks oder mit sonstigen in Kauf genommenen Schäden kein Totalversagen des Gesamttragwerks auftritt;
- wenn möglich, Vermeidung von Tragsystemen, die ohne Vorankündigung total versagen können;
- ...

www.harrer-ing.de

33

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.3 Robustheit



D.h. die DIN EN 1990:2010-12, 2.1 (5)P bietet **alternative und kumulative Möglichkeiten** an, um die mögliche **Schädigung** aus außergewöhnlichen Ereignissen oder Gefährdungen **zu begrenzen oder zu vermeiden**. Bei der Anwendung der Möglichkeiten ist die Situation des Einzelfalls zu berücksichtigen.

siehe auch

DIN EN 1991-1-7:2010-12, 3.1 bis 3.3 „Außergewöhnliche Bemessungssituationen“

Diese Abschnitte enthalten verschiedene Strategien

zum einen für identifizierte außergewöhnliche Einwirkungen und

zum anderen zur Begrenzung lokalen Versagens bei nicht spezifizierten Ursachen.

Der Nationale Anhang enthält für den zweiten Fall in NDP zu 3.3(2), Anmerkung 3 zur Wahl der Strategie keine abschließenden Vorgaben.

Die Situation des Einzelfalls ist zu berücksichtigen.

Die Strategien sind also abhängig von der Situation des Einzelfalls alternativ oder kumulativ.

www.harrer-ing.de

34

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.3 Robustheit



Weiter heißt es in DIN EN 1990:2010-12, 2.1 „Grundlegende Anforderungen“

(4)P Ein Tragwerk ist so auszubilden und auszuführen, dass durch Ereignisse wie

- Explosionen,
- Anprall oder
- menschliches Versagen

keine Schadensfolgen entstehen, die in keinem Verhältnis zur Schadensursache stehen.

ANMERKUNG 1 Die vorgenannten Ereignisse und Gefährdungen sind für jedes Projekt mit dem Bauherrn und der zuständigen Behörde festzulegen.

ANMERKUNG 2 Weitere Informationen enthält EN 1991-1-7.

D.h. die unvollständigen beispielhafte Aufzählungen schließen
explizit menschliches Versagen und
implizit Gefährdungen
mit ein.

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.3 Robustheit



DIN EN 1990:2010-12, 1.5.2.9 Definition „Gefährdung“

Im Zusammenhang mit EN 1990 bis EN 1999 ein außergewöhnliches und schwer wiegendes Ereignis, z.B. eine ungewöhnliche Einwirkung oder ein Umwelteinfluss, ungenügende Festigkeit oder Tragwiderstand oder übermäßige Abweichung von den vorgesehenen Abmessungen.

DIN EN 1990:2010-12, 1.5.2.5 Definition „außergewöhnliche Bemessungssituation“

Eine Bemessungssituation, die außergewöhnliche Bedingungen für das Tragwerk einbezieht; z.B. Brand, Explosion, Anprall oder örtliches Versagen.

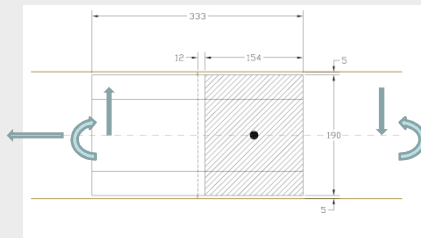
D.h. es handelt sich um unvollständige beispielhafte Aufzählungen
wie z.B. örtliches Versagen oder Brand.

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.4 Bemessungs-Software



Beispiel: Ermittlung der Knotensteifigkeiten für **eine** Platte gemäß abZ



$$A_{eff} = 154 \cdot 190 = 2926 \text{ mm}^2$$

$$I_p = I_1 + I_2 = \frac{154 \cdot 190^3 + 154^3 \cdot 190}{12} = 1,46 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$c_x = c_y = A_{eff} \cdot K_{ser} = 2926 \cdot 5,1 = 14,9 \cdot 10^3 \text{ N / mm}$$

$$c_D = K_{ser} \cdot I_p = 5,1 \cdot 1,46 \cdot 10^8 = 7,44 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

Gebrauchstauglichkeit

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung von Nagelplattenverbindungen

3.1 Allgemeines

3.1.1 Für den Entwurf und die Bemessung von Nagelplattenverbindungen mit den Nagelplatten HI-Plate M 14 gilt die Norm DIN 1052, soweit in dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nichts anderes bestimmt ist.

3.1.2 Die im Folgenden angegebenen charakteristischen Tragfähigkeitswerte sowie Rechenwerte für den Verschiebungsmodul gelten für jeweils eine Nagelplatte.

3.1.3 Der Verschiebungsmodul K_{ser} für eine Nagelplatte M 14 beträgt für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis:

$K_{ser} = 5,1 \text{ N/mm}^2 \text{ mm}^2$ wirksame Platten- bzw. Anschlussfläche.

Der Rechenwert des Verschiebungsmoduls K_D für den Tragfähigkeitsnachweis ist zu 2/3 des Rechenwertes des Verschiebungsmoduls für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis anzunehmen.

3.2 Bemessung nach DIN 1052

3.2.1 Beanspruchung in Nagelplattenebene

3.2.1.1 Allgemeines

Die wirksame Anschlussfläche A_{eff} einer Nagelplatte ist die gesamte Kontaktfläche zwischen Nagelplatte und Holz, reduziert um einen 5 mm breiten Streifen zu den faserparallelen Holzrändern und um Streifen zu den Stabenden in Faserrichtung der Holzteile (Hohlholz) von einer Breite, die der sechsfachen Nennbreite der Nagelplatte entspricht.

www.harrer-ing.de

39

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.4 Bemessungs-Software

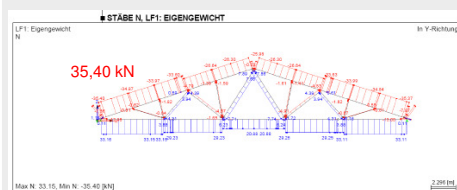
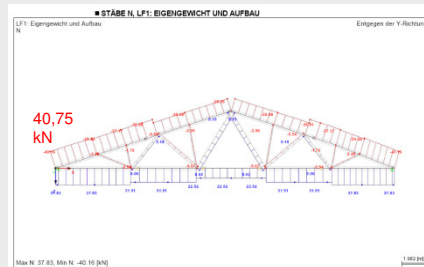


Auswirkungen der Berechnungsmethoden

RAHMEN-TRAGWERK

- Momente in den Knotenpunkten und den Füllstäben
- Geringere Normalkräfte
- Höhere statische Unbestimmtheit der Systeme

=> **geringere Holzquerschnitte möglich**



www.harrer-ing.de

40

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.4 Bemessungs-Software

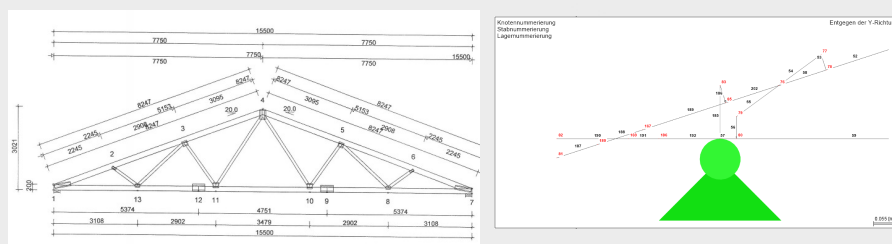


Anzahl der Stäbe in EDV = (ca.) für Hauptbinder Lebensmittelmarkt

1990: Anzahl der Stäbe ca. 24 St. zwischen Knotenpunkten (ca. 10 Gelenke)

2000: Anzahl der Stäbe ca. 70 St. einschl. fiktiver Stäbe

2010: Anzahl der Stäbe ca. 210 St. insbes. durch Erhöhung Freiheitsgrade



www.harrer-ing.de

41

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.4 Bemessungs-Software



RAHMENTragwerk contra FACHWERK

DIN EN 1995-1-1 8.8.2 Vereinfachte Berechnung von Fachwerken

(1) Bei fachwerkartigen Bauteilen, die ausschließlich aus Dreiecken aufgebaut sind, darf eine vereinfachte Berechnung als Fachwerksystem durchgeführt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- ein Teil der Auflagerfläche liegt unterhalb des Auflagerknotenpunktes;
- die Höhe des Fachwerkträgers in Feldmitte ist größer als 15 % seiner Spannweite und größer als das 7fache der größten Gurthöhe;
- der kleinste Winkel einer Verbindung zwischen Ober- und Untergurt beträgt mindestens 15°.

(2) Die Beanspruchungen sind an einem Stabwerksmodell mit gelenkigen Anschlüssen in den Knotenpunkten zu ermitteln. Bei durchlaufenden Gurten sind deren Biegemomente unter Berücksichtigung der Durchlaufwirkung zu ermitteln.

(3) Im statischen Modell müssen die Systemlinien mit den Achsen der Gurtstäbe übereinstimmen. Die Systemlinien der Füllstäbe müssen innerhalb der Ansichtsfächen der Stäbe liegen.

(7) Bei indirekten Verbindungen ist mindestens ein Stab drehsteif an das Verbindungselement anzuschließen. Das anzuschließende Moment ergibt sich aus dem Gleichgewicht der Momente am Verbindungselement, wobei die Kräfte der angeschlossenen Stäbe als im jeweiligen Anschlusspunkt wirkend anzunehmen sind (Bild 15 b).

*Anmerkung: Macht keiner, da unwirtschaftlich;
als Vergleichsrechnung oft untauglich*

www.harrer-ing.de

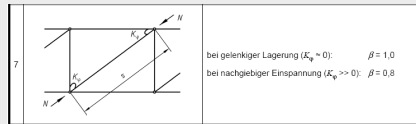
42

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

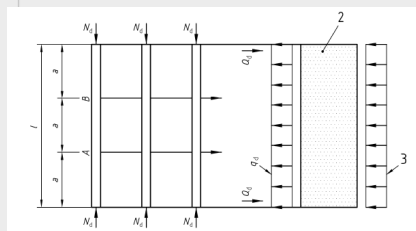
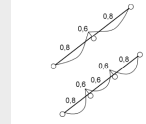
1.4 Bemessungs-Software



Zunehmend weniger Reserven



Reduzierte Knicklängen



Verringerte Seitenlasten:

$$q_d = k_f \times (n \times N_d) / (30 \times l) \quad \text{DIN EN 1995-1-1:2010} \\ 9.2.5.3 \text{ und Tab. NA.20}$$

$$q_d = (1 - k_c) \times (n \times N_d) / (30 \times l) \quad \text{DIN 1052:2008}$$

$$q = (n \times N) / (30 \times l) \quad \text{DIN 1052:1988}$$

www.harrer-ing.de

43

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.4 Bemessungs-Software



DIN EN 1995-1-1:2010-12
EN 1995-1-1:2004 + AC:2008 + A1:2008 (D)

3.1.4 Druckstäbe mit nachgiebigen und geknickten Verbindungen

(V.P. Beim Festigkeitsnachweis sind Verformungen infolge von Nachgiebigkeiten der Verbindungen durch Schieb- und Biegezug in Zwickelverbindungen, Einschieben und Durchdringen sowie infolge von Normalspannungen in Gitterstäben zu berücksichtigen.

ANMERKUNG: Ein Verfahren zur Berechnung der Tragfähigkeit von 1- und 2-seitigen Druckstäben, geschnittenen Druckstäben und angestrichelten Druckstäben ergibt sich aus der Tabelle 3.1.4.

3.2 Zusammengefasste Tragwerke

3.2.1 Fachwerke

(1) Für Fachwerke, die vollständig in den Knotenpunkten belastet werden, ist in der Regel die Summe der Verformungen der kombinierten Biege- und Normalspannungen nach den Gleichungen (6.19) und (6.20) auf 0,5 zu begrenzen.

(2) Für Druckstäbe sollte beim Knotenbruch in Fachwerken im allgemeinen die wirksame Knicklänge als der Abstand zwischen zwei benachbarten Knotenpunkten der Knickelemente zugrunde gelegt werden.

(3) Bei Ausnutzung aus Dreiecken aufgetragenen Fachwerkträgern sollte die wirksame Knicklänge von Druckstäben die Länge der Systeme angenommen werden (siehe Bild 5.1), wenn es sich um:

- Einseitige ohne Endspannung;
- Über zwei oder mehr Feder durchlaufene Stäbe ohne Querschnitt

handelt.

(4) Wenn bei einem vollständig aus Dreiecken aufgetragenen Fachwerkträger in Tragzustandbauweise nach Abschnitt 5.4.3 ein vereinfachtes Nachweisverfahren gewählt wird, dürfen die folgenden wirksamen Knicklängen angenommen werden (siehe Bild 5.3):

- bei durchlaufenden Stäben mit nur wesentlichen Endmomenten und Biegebeanspruchungen aus Querschnitt, die mindestens 40 % der Druckspannungen ausmachen;

- in einem Endfeld: das 0,5-fache der Länge der Systemlinie;
- in einem inneren Feld: das 0,5-fache der Länge der Systemlinie;
- im Knoten: das 0,5-fache der größten Länge der Länge der anschließenden Systemlinie;

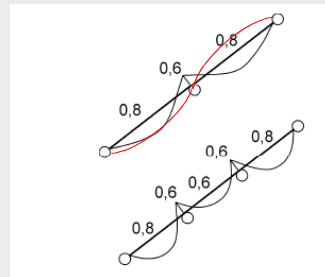
- bei durchlaufenden Stäben mit wesentlichen Endmomenten und Biegebeanspruchungen aus Querschnitt, die mindestens 40 % der Druckspannungen ausmachen:

- in einem Endfeld mit Endmoment 0,5 (z. B. kein Ausknickelement);
- im inneren Feld: das 1,0-fache der Länge der Systemlinie;
- übrige Felder und Knoten: wie oben für Stäbe mit nur unwesentlichen Endmomenten beschrieben;
- in allen anderen Fällen das 1,0-fache der Länge der Systemlinie.

Bei der Bemessung von Bauteilen mit Druckbeanspruchung und Verbindungen sollten die berechneten Druckkräfte um 10 % erhöht werden.

(5) Wenn für Fachwerke, die nur in den Knotenpunkten belastet werden, ein vereinfachtes Bemessungsverfahren angewendet wird, sind in der Regel die Ausnutzungsgrade der Zug- und Drucktragflächen und der Tragtragflächen der Verbindungen auf 70 % zu begrenzen.

(6P) Das Ausnutzen der Fachwerkstäbe aus der Bruchebene ist zu überprüfen.



Knicklängen
passen nicht zu
Verformungsansätzen;

durch NCI zu 9.2.1 entschärft

www.harrer-ing.de

44

1 Bemessung von NP-Konstruktionen

1.5 Bearbeitungsstand der 3. Eurocode-Generation Holzbaunormen



Bearbeitungsstand der 3. Eurocode-Generation Holzbaunormen

- hat begonnen
- bis 2019 in 4 Phasen;
Veröffentlichung 2020;
DIN EN 1990 als Code der Codewriter bereits früher
- Schwerpunkte: Holz-Beton-Verbundbauweise und Brand
- PRB: Industrie hat kein Interesse; daher keine Mitarbeit
(obwohl es einiges zu tun gäbe)