

Entwicklung und Prüfung eines Stützenfußes

Development and testing of a post foot

Développement et tests d'un assemblage en pied

Manfred Augustin
holz.bau forschungs gmbh
AT-Graz



Entwicklung und Prüfung eines Stützenfußes

1. Einleitung

Stützenfüße – in Deutschland auch als Pfostenträger bezeichnet – dienen der Lastabtragung von vorwiegend durch Normalkräfte beanspruchten stabförmigen, aber auch flächenförmigen Bauteilen (z. B. aus Brettsperrholz). Neben dieser Beanspruchungsart wird an Stützenfüße aber auch die Anforderung gestellt Zugkräfte (z. B. aus Windsog) sowie, auf Grund der üblichen Bauweise, auch geringere Beanspruchungen durch Querkräfte bzw. Momente in den Untergrund (Fundamente bzw. Untergeschoße) weiterzuleiten.

Neben der Lastübertragung sorgen Stützenfüße auch dafür, dass der besonders feuchte-sensible Hirnholzbereich der Holzbauteile vom Untergrund abgehoben wird und so den Holzschutz in diesem Bereich verbessert. Im Allgemeinen müssen diese dabei auf Grund der direkten Bewitterung im Anschlussbereich der Nutzungsklasse 3 nach EN 1995-1-1 zugeordnet werden. Der in den einschlägigen Normen geforderte Abstand von der Oberkante des Untergrundes bis zur Unterkante des Holzbauteiles von 300 mm kann jedoch nur in den seltensten Fällen umgesetzt werden. Neben der Feuchtebeanspruchung des anzuschließenden Holzes ist auch die Korrosionsbeanspruchung der den Stützenfuß bildenden Stahlbauteile ein nicht zu vernachlässigendes Thema. Nicht zuletzt kann der Stützenfußanschluss zumeist direkt eingesehen werden, sodass auch ästhetische Anforderungen bestehen (siehe auch [1]).

(Standardisierte) Stützenfüße werden am Markt in sehr unterschiedlichen Ausführungsvarianten und kaum überblickbarer, breiter Vielfalt angeboten. Prinzipiell können dabei folgende Bauarten unterschieden werden:

- Stützenfüße, die **keine Höhenverstellbarkeit bzw. keinen Toleranzausgleich** erlauben. Dabei können Bauarten differenziert werden, deren zuunterst liegende Konstruktionsteile
 - direkt in die das Fundament einbetoniert werden und
 - solche, bei denen die Verbindung des (einteiligen) Stützenfußes über Betondübel (Spreizdübel, Schlagbolzen u. ä.) sowie
 - die Anbindung an den Untergrund über spezielle (Stahlblech-) Pfähle (untergeordnete Zwecke) erfolgt.
- Stützenfüße, bei denen die **Möglichkeit zur Anpassung an Toleranzen bzw. eine Höhenverstellbarkeit** – im Allgemeinen über Gewindestangen – gegeben ist. Den Erfordernissen der Baupraxis entsprechend besteht vielfach auch der Wunsch die Höhenverstellbarkeit auch unter Last zu ermöglichen sowie die Bestandteile des Stützenfußes getrennt montieren zu können, diese auf der Baustelle mittels geeigneter Komponenten zu koppeln und schließlich den Toleranzausgleich über die Höhenverstellbarkeit zu ermöglichen.

Wie erwähnt sollen Stützenfüße auch Querkräfte bzw. Momentenbeanspruchungen übertragen können. Dies kann durch Anbindung der Stahlbauteile an die Holzteile

- über Schrauben (geringe Beanspruchbarkeit),
- über in den Holzbauteil eingelassene Stahlhülsen bzw. Gewinderohre (höhere Beanspruchbarkeit in Querrichtung; allerdings verbunden mit der erhöhten Gefahr des Queraufreißens der Stütze),
- durch seitlich hochgezogene Stahllaschen (höchste Beanspruchbarkeit) umgesetzt werden.

Die zugfeste Verbindung des Stützenfußes erfolgt neben Voll- und Teilgewindeschrauben, vielfach über Stabdübel und/oder Stahlbolzen mit Beilagscheibe und Mutter. Bei einigen Typen ist auch eine Breitenanpassung an den Holzquerschnitt über verschiebbare Bleche möglich.

Den nachfolgenden Abbildungen 1 und 2 können – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – einige am Markt erhältliche Bauarten zu Stützenfüßen bzw. Pfostenträgern entnommen werden. In speziellen Fällen sind zur Übertragung größerer Kräfte bzw. entsprechender Einspannmomenten u. U. auch eigene ingenieurmässig bemessene Stützenfußausbildungen zu konstruieren, diese stellen jedenfalls eine Grenze zu den in der Folge angesprochenen handelsüblichen und standardisierten Konstruktionen dar (Abbildung 3).



Abbildung 1: Beispiele für Stützenfüße ohne Toleranzausgleich bzw. Höhenverstellbarkeit (Links (Quelle: N.N) und Mitte (Quelle: Fa. Pitzl): mit einzubetonierendem Stahlstab bzw. -rohr; Rechts: einteiliger Stützenfuß, Quelle: Simpson Strong Tie



Abbildung 2: Stützenfüße mit Toleranzausgleich bzw. Höhenverstellbarkeit (Links: Quelle: Fa. SHIGA; Mitte: Ausführung mit Dorn; Quelle Fa. Pitzl; Rechts: Quelle Fa. Harrer)



Abbildung 3: Beispiele für ingenieurmässig konstruierte Stützenfußausbildungen (Quelle: WIEHAG)

2. Entwicklung von Stützenfüßen

Die Fa. Vinzenz Harrer GmbH. ist im Herbst des Jahres 2012 an die holz.bau forschungs gmbh mit dem Auftrag herangetreten sog. SHERPA Power Base Stützenfüße mit folgenden Randbedingungen zu entwickeln:

- getrennte Montagemöglichkeit der Komponenten
- Höhenverstellbereiche von 140 bis 200 mm (Typ L) und 200 bis 300 mm (Typ XL)
- Bemessungswert der Tragfähigkeit rund 100 kN
- Kleinstabmessung der anzuschließenden Holzbauteile: 120/120 mm
- Anschluss der Holzbauteile mit SHERPA Spezialschrauben (VG-Schrauben mit \varnothing 8 mm mit den Längen von 160 mm und 180 mm
- Anbindung an den Untergrund über Betondübel mit \varnothing 12 mm

In einem ersten Schritt wurden zwei, auf demselben Prinzip basierende Typen (Typ SHERPA Power Base L und XL) aus Stahl der Festigkeitsklasse S235 konstruiert. Diese bestehen aus einer 12 mm dicken quadratischen Grundplatte (140 x 140 mm) mit vier Bohrungen (\varnothing 15 mm) zur Befestigung am Untergrund, in deren Mitte eine Gewindestange M30 aufgeschweißt ist. Über diese kann ein Hohlrohr (Außen- \varnothing 36 mm) mit innenliegendem Gewinde so verschoben bzw. verdreht werden bis eine Anpassung an die, je nach Typ des Stützenfußes variierende bzw. einstellbare Höhe (für SHERPA Power Base L von 140 bis 200 mm und für SHERPA Power Base XL von 200 bis 300 mm) erfolgt ist. Dessen oberes Ende weist einen hutförmigen Flansch mit einer innen liegenden, konischen Bohrung auf, in welche die, mit einem passenden konischen Gegenstück (mit Außengewinde) versehene, obere Verschraubungsplatte passt. Letztere weist einen Durchmesser von 96 mm und nimmt drei, unter einem räumlichen Winkel von 25° zur Achse des Stützenfußes bzw. der Faserrichtung der Holzstütze laufende Bohrungen auf, sodass dieser Teil mit Vollgewindeschrauben \varnothing 8 mm | $l = 160$ mm bzw. $l = 180$ mm mit der Holzstütze verschraubt werden kann. Somit kann sowohl die obere Verschraubungsplatte an die Holzstütze, als auch die untere Grundplatte samt Gewindestange und Hohlrohr getrennt montiert werden. Auch ist damit eine nachträgliche Demontage der Stütze möglich. Die Koppelung zwischen den beiden Basiskomponenten erfolgt über eine speziell ausgebildete, zur Klemmung des hutförmigen Flanschteiles geeignete Überwurfmutter mit einem Feingewinde M50. Die detaillierten Abmessungen sowie die bildliche Darstellung sind in der Abbildung 3 (Typ SHERPA L) bzw. 4 (Typ SHERPA XL) angeführt.

3. Prüfungen

Zur Erwirkung einer Europäischen Technischen Bewertung (ETB) wurde mit der zulassenden Stelle (OIB) vereinbart die nachfolgend geschilderten Prüfungen durchzuführen. Vorab muss dazu festgestellt werden, dass dafür keine normativ festgelegte Prüfkongfiguration vorliegt. Grundsätzliche Randbedingungen zur Prüfung bzw. deren Vorbereitung wurden daher den Vorgaben zu ETAG 015 der EOTA [2] entnommen. Die Prüfungen selbst wurden in Anlehnung an EN 26891:1991 durchgeführt. Je Typ und Beanspruchung wurden jeweils rund 10 Prüfkörper untersucht, wobei die Prüfungen auf Querkraft mit/ohne Normalkraft und Zug mit den VG-Schrauben \varnothing 8 mm jeweils mit Längen von $l = 160$ mm und $l = 180$ mm erfolgten. Für die Holzbauteile wurde Vollholz der Festigkeitsklasse C24 gemäß EN 338 herangezogen, welches vorgängig auf eine Holzfeuchte von $u = 12\%$ konditioniert wurde. Die Prüfungen an den Stützenfüßen wurden ohne Abdeckhülse durchgeführt.

3.1. Prüfmaschine

Alle Prüfungen wurden mit der (Spindel-) Universalprüfmaschine „Lignum U_ 275“ durchgeführt, die eine stufenlos steuerbare weg- und/oder kraftgesteuerte Aufbringung von Kräften bis 275 kN erlaubt. Die Messdatenerfassung erfolgte mit Hilfe eines „Quantum“-Messwertverstärkers der Fa. Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH. Für die Beanspruchungsarten (BA) 2 bis 4 wurde zu Kontrollzwecken neben der aufgebracht Kraft und dem Traversenweg der Prüfmaschine jeweils die vertikale Relativverschiebung rechts und links der Holzstütze zwischen der Auflagerbank der Prüfmaschine und deren Achse mit Hilfe von zwei induktiven Weggebern des Typs WA20 der Fa. Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH aufgezeichnet. Die Messungen der Beanspruchungsart (BA) 1 (zentrischer Druck) erfolgte ohne induktive Weggeber, bei den Messung der Beanspruchungsart 5 (zentrischer Zug) kamen drei der oben genannten Wegaufnehmer zum Einsatz. Skizzen und Bilder der Prüfkongfigurationen, sowie Bilder zur Anordnung der Weggeber können den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.

3.2. Beanspruchung mit zentrischem Druck (BA 1)

Bei der Beanspruchungsart 1 (zentrischer Druck) wurden die Stützenfüße mittels vier M12-Schrauben auf einem 30 mm dicken Stahlblech angeschraubt, welches seinerseits über vier M16-Schrauben mit der Auflagerbank der Prüfmaschine verbunden war. Über die Bohrungen des Stahlbleches waren die Stützenfüße so situiert, dass über dem Prüfzylinder mit Kalottenlager eine (ideal) zentrische Druckbeanspruchung (Stahl-Stahl-Prüfkongfiguration) aufgebracht werden konnte. Eine Skizze sowie ein Bild der Prüfkongfiguration kann der Abbildung 6 entnommen werden.

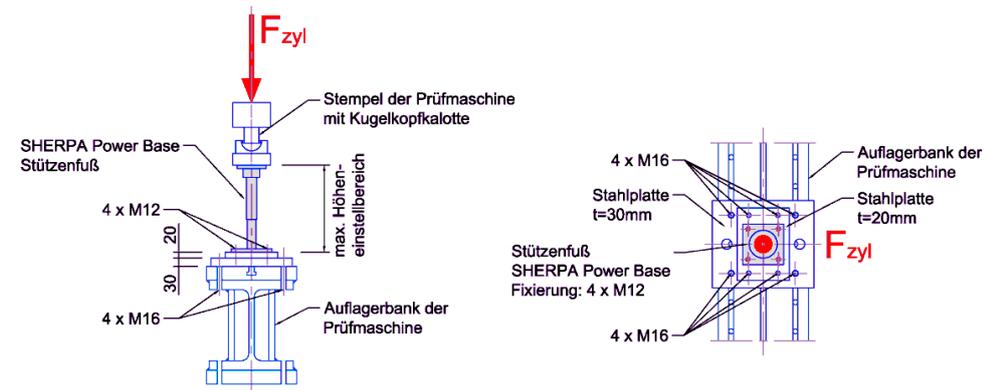


Abbildung 6: Skizze zur verwendeten Prüfkongfiguration und Bild - Beanspruchungsart 1

3.3. Beanspruchung mit einer Querkraft (ohne Normalkraft) (BA 2)

Die Prüfkongfiguration für die Beanspruchungsart 2 (Beanspruchung mit einer Querkraft ohne Normalkraft) sieht eine statisch bestimmte Lagerung der, mit dem Stützenfuß verschraubten Holzstütze vor. Dabei wird die aufgebracht Kraft von der Prüfmaschine in die

Holzstütze eingeleitet, welche zum einen drehgelenkig auf der Auflagerfinne der Prüfmaschine aufgelagert ist und an deren anderen Stirnholzende der Stützenfuß angeschraubt ist. Dieser wiederum ist mit vier M12-Schrauben auf einem 20 mm starken Zwischenblech befestigt, welches über vier M16-Schrauben auf einem, in vertikaler Richtung, rollengelagerten 30 mm dicken Stahlblech verschraubt ist. Die Stahlrolle wurde über darunterliegende Stahlbleche so auf der Auflagerbank gelagert, dass die Längsachse der, mit dem Stützenfuß versehenen, Holzstütze exakt in der Horizontalen zu liegen kam. Die Ausrichtung der Stützenfüße vor den Prüfungen erfolgte so, dass auf der zugbeanspruchten Seite jeweils eine Schraube in tiefster Position zu liegen kam und somit die ungünstigste Position des Stützenfußes bei dieser Beanspruchungsart untersucht wurde. Der Abstand zwischen der Systemlinie der Krafteinleitung und der Achse der Auflagerfinne betrug bei allen Prüfungen 1.500 mm, während jener zwischen der unteren Kante der Basisplatte des Stützenfußes und der Krafteinleitung unabhängig vom Stützenfußtyp 600 mm maß. Somit betrug der Abstand zwischen der Systemachse des Prüfmaschinenzylinders und der Achse des Rollenlagers in allen Fällen $600 + 20 + 30/2 = 635$ mm. Die verwendete Prüfkonfiguration der Beanspruchungsart 2 ist in Abbildung 7 dargestellt.

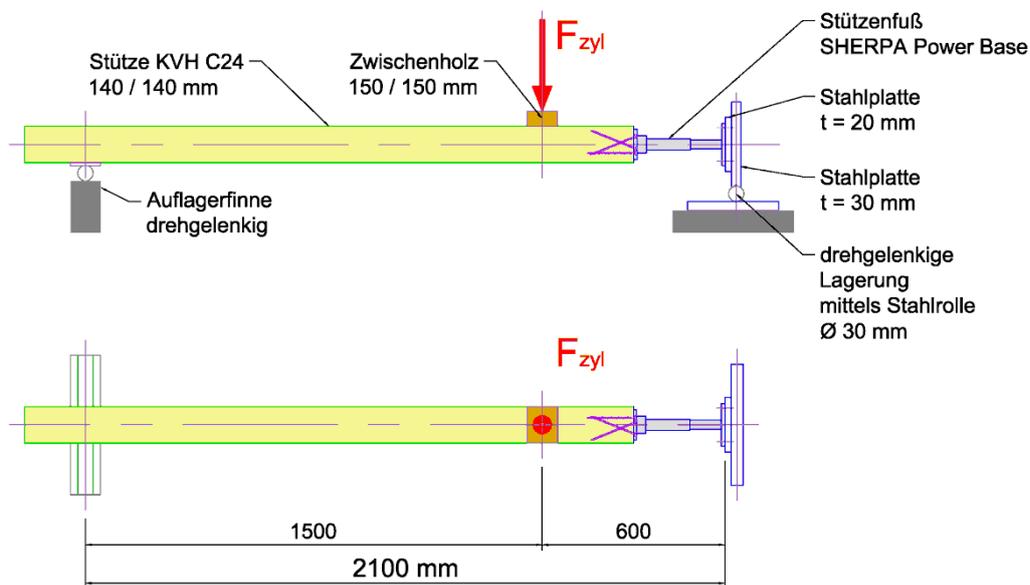


Abbildung 7: Skizze zur verwendeten Prüfkonfiguration und Bild – Beanspruchungsart 2

3.4. Beanspruchung mit einer Querkraft und einer Normalkraft (zwei unterschiedliche Normalkraftniveaus) (BA 3 und BA 4)

Für die Beanspruchungsart 3 und 4 wurde mit Hilfe von zwei, am hinteren Ende rechts und links der Holzstütze angeordneten Hydraulikzylindern der Fa. Enerpac (max. Zylinderkraft je 300 kN) eine zentrische Normalkraft ($N_1 = 25$ kN für Beanspruchungsart 3 und $N_2 = 50$ kN für Beanspruchungsart 4) in zwei GEWI-Stangen $\varnothing 24$ mm eingeleitet, welche am anderen Ende mit dem 30 mm dicken, rollengelagerten Stahlblech (siehe Prüfkongfiguration 2) kurzgeschlossen war. Die Hydraulikzylinder stützten sich dabei über ein 30 mm dickes Stahlblech mit Bohrungen zur Durchführung der GEWI-Stangen am hinteren Hirnholzende der Holzstütze ab. Die Kraft der Hydraulikzylinder wurde dabei mittels Manometer auf der verwendeten Hydraulikpumpe manuell gesteuert bzw. aufgebracht.

Die Prüfdurchführung erfolgte so, dass zuerst die Normalkraft über die Hydraulikzylinder das System Holzstütze-Stützenfuß beaufschlagt und danach, wie bei Beanspruchungsart 2, mit Hilfe des Prüfzylinders der Prüfmaschine eine Querkraft aufgebracht wurde. Um den Einfluss von Exzentrizitäten in Längsrichtung bestmöglich auszuschließen wurde während der Prüfungen eine ideal zentrische Lasteinleitung der Normalkraft umgesetzt. Wie schon bei der Beanspruchungsart 2 wurden die Stützenfüße so in der Prüfmaschine angeordnet, dass eine Schraube in ungünstigster, tiefster Position zu liegen kam.

Eine Skizze sowie ein Bild der für die Beanspruchungsarten 3 und 4 verwendeten Prüfkongfiguration ist in Abbildung 8 dargestellt.

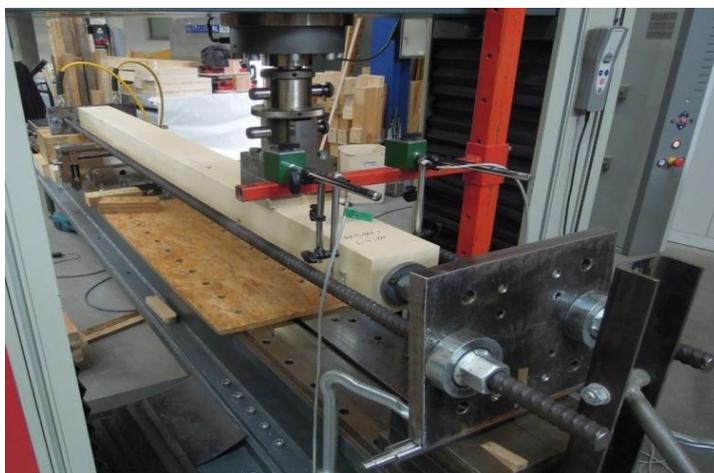
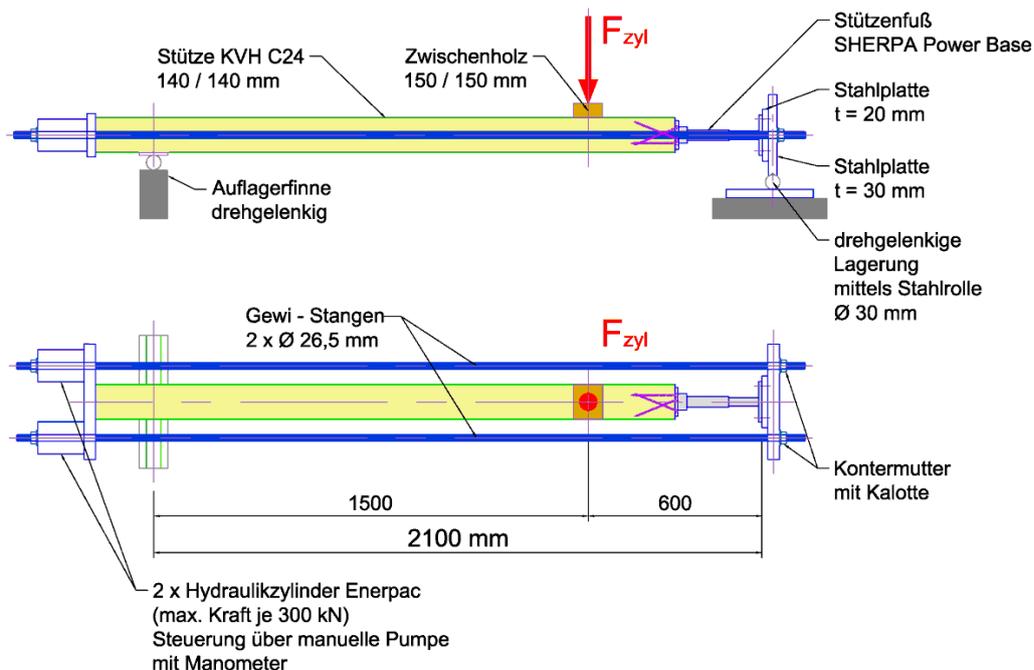


Abbildung 8: Skizze zur verwendeten Prüfkongfiguration und Bild – Beanspruchungsart 3 und 4

3.5. Prüfungen mit zentrischem Zug (BA 5)

Die Krafteinleitung in den Prüfkörper erfolgte über ein eingeschlitztes Stahlblech, welches einerseits über einen Bolzen mit der Prüfmaschine verbunden war und andererseits mittels 10 Stabdübel \varnothing 12 mm den rund 650 mm langen Holzprüfkörper anschloss. An dessen unterem Ende waren die Stützenfüße über drei, unter einem Winkel von rund 25° zur Längsachse der Holzstütze orientierten SHERPA Spezialschrauben befestigt. Die Stützenfüße selbst waren wie bei den Prüfungen der Beanspruchungsart 1 mittels vier M12-Schrauben mit einem Stahlblech verschraubt, welches wiederum über vier M16-Schrauben mit der Auflagerbank der Prüfmaschine verbunden war.

Die Verschiebungen während der Prüfung wurden an drei Seitenflächen der quadratischen Holzstützen in einem Abstand von rund 80 mm zum Hirnholz mittels der oben erwähnten Wegaufnehmer gemessen, wodurch eine Kontrolle der Dehnungsebene bzw. eine Ermittlung der Verschiebung zwischen Auflagerbank der Prüfmaschine und der Holzstütze ermöglicht wurde. Eine Skizze der Prüfkonfiguration sowie Bilder zur Anordnung der Wegaufnehmer sind der Abbildung 9 zu entnehmen.

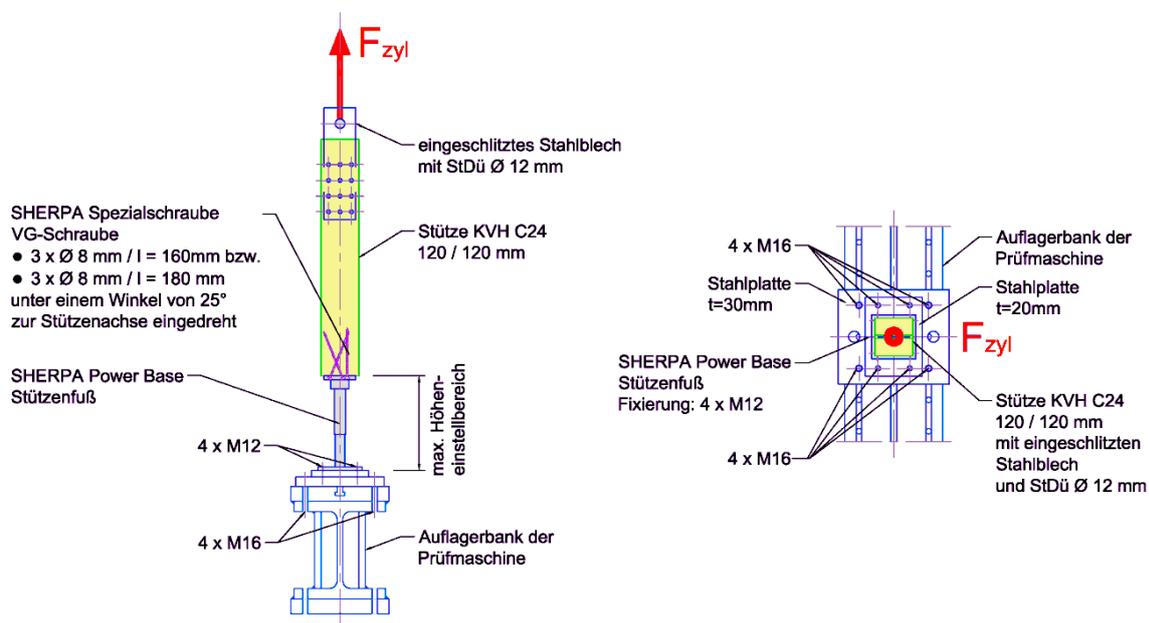


Abbildung 9: Skizze zur verwendeten Prüfkonfiguration und Bild - Beanspruchungsart 5

3.6. Beanspruchung mit einer Querkraft (ohne Normalkraft) (BA 6)

Ergänzend zu den vorgängig geschilderten Beanspruchungsarten (BA 1 bis BA 5) wurde in einem Nachfolgeprojekt auch ein Prüfaufbau mit einer Einspannung des Stützenfußes untersucht. Bei der in Abschnitt 3.3 beschriebenen Prüfkongfiguration handelt es sich um eine statisch bestimmte, jedoch nur bedingt die reale Situation abbildende Anordnung. Zwar kann damit ein auf der konservativen Seite liegender Prüfwert ermittelt werden, die gelenkige Lagerung tritt in dieser Form jedoch in der Praxis nicht auf. Dort ist davon auszugehen, dass durch die eingebrachten Betondübel etc. zumindest eine Teileinspannung der Grund- bzw. Bodenplatte auftritt, welche zu einer günstigeren Beanspruchungssituation und damit höheren Tragfähigkeit des Stützenfußes führt. Um einen Anhaltswert für die Modellierung des Tragverhaltens zu gewinnen, wurden daher ergänzend zu den vorliegenden Prüfungen der BA 2 (Querkraft ohne Normalkraft) eine solche mit einer Einspannung des Stützenfußes vorgenommen. Dazu wurde der Stützenfuß mit der kopfnahen Einkerbung in horizontaler Lage samt Stahlplatten gegen zwei, in ihrer Neigung verstellbare Stahlwinkel verschraubt, welche wiederum selbst auf der Auflagerbank der Prüfmaschine befestigt waren, sodass eine Einspannung des Stützenfußes realisiert werden konnte. Ansonsten wurden die Prüfungen, wie in den vorgehenden Abschnitten beschrieben durchgeführt.

Der Abstand zwischen der Systemlinie der Krafteinleitung und der Achse der Auflagerfinne betrug bei allen Prüfungen 1.200 mm, während jener zwischen der unteren Kante der Basisplatte des Stützenfußes und der Krafteinleitung unabhängig vom Stützenfußtyp 625 mm aufwies. Die verwendete Prüfkongfiguration der Beanspruchungsart 6 ist in Abbildung 10 dargestellt.

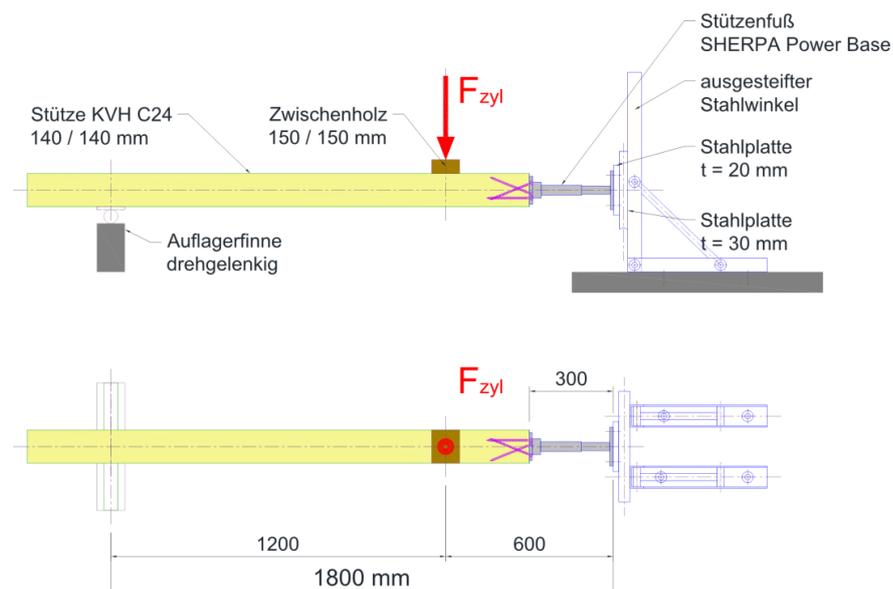


Abbildung 10: Skizze zur verwendeten Prüfkongfiguration und Bild – Beanspruchungsart 6

4. Ergebnisse

Bei der Auswertung der Prüfergebnisse wurde zwischen zwei unterschiedlichen Versagensmechanismen unterschieden:

- Prüfungen bei denen ein Stahlversagen die Tragfähigkeit bestimmte und
- Prüfungen bei denen es zu einem Ausziehen der Holzschrauben kam

Beim Auftreten eines Stahlversagens erfolgte die Auswertung nach ÖNORM EN 1990:2003, Anhang D, Abschnitt D.7.3. Die Ermittlung der Bemessungswerte der Tragfähigkeit R_d basiert dabei auf einer Lognormalverteilung unter Berücksichtigung eines als bekannt angenommenen Variationskoeffizienten $V_x = 0,10$. Der Umrechnungsfaktor η_d zur Berücksichtigung aller Unsicherheiten, die durch die Prüfungen nicht erfasst wurden erfolgte mit dem Wert von 1,0. Grundsätzlich entspricht diese Vorgangsweise jener bei Prüfung von Bauteilen aus Stahl.

In Fällen bei denen es zu einem Ausziehen der Holzbauschrauben kam wurden die Regelungen nach dem Technical Report TR016 der EOTA [3] angewandt, d. h. je nachdem ob die verwendeten Hölzer pro Serie den Grenzen von EN ISO 8970:2010 entsprach wurde die Tragfähigkeit mit unterschiedlichen Gleichungen rohrichtekorrigiert. Mit diesem Vorgehen wird rechnerisch ein Variationskoeffizient der Rohdichte von $COV = 10\%$ in die Ermittlung der Tragfähigkeit eingeführt. Mit den so korrigierten Tragfähigkeitswerten der Prüfungen wurde schließlich der charakteristische Wert R_k der jeweiligen Prüferserie gemäß EN 14358:2007 (ebenfalls basierend auf einer Lognormalverteilung) ermittelt.

Die zusammenfassenden Prüfergebnisse der beiden Stützenfußtypen für die jeweiligen Beanspruchungsarten sind den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Prüfergebnisse SHERPA Power Base L

Beanspruchungsart	Länge der Holzschraube [mm]	Anzahl Prüfungen in der Ausw. [-]	Rohdichte Holz		Tragfähigkeit		R_d nach EN 1990 [kN]	R_k nach EN 14358 [kN]	Anmerkung zur Versagensursache
			Mittelwert [kg/m ³]	COV [%]	Mittelwert [kN]	COV [%]			
BA 1	-	10	-	-	168	8,22	129	-	V.-Hohlrohr
BA 2	160	10	428	9,64	5,73	11,1	-	4,28	Ausz.-Schr.
	180	7	444	6,20	5,96	5,75	-	4,68	Ausz.-Schr.
		3	-	-	7,18	3,29	6,38	-	V.-Hohlrohr
BA 3	160	8	-	-	6,69	6,15	5,43	-	V.-Hohlrohr
BA 4	160	3	-	-	6,70	2,25	6,17	-	V.-Hohlrohr
BA 5	160	10	382	5,06	43,5	7,10	-	34,8	Ausz.-Schr.
	180	10	386	4,55	55,8	10,1	-	42,9	Ausz.-Schr.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Prüfergebnisse SHERPA Power Base XL

Beanspruchungsart	Länge der Holzschraube [mm]	Anzahl Prüfungen in der Ausw. [-]	Rohdichte Holz		Tragfähigkeit		R_d nach EN 1990 [kN]	R_k nach EN 14358 [kN]	Anmerkung zur Versagensursache
			Mittelwert [kg/m ³]	COV [%]	Mittelwert [kN]	COV [%]			
BA 1	-	10	-	-	150	6,98	120	-	V.-Hohlrohr
BA 2	160	8	440	7,05	3,84	9,89	-	2,93	Ausz.-Schr.
	180	3	453	3,40	3,48	11,5	-	2,15	Ausz.-Schr.
		7	-	-	4,56	5,21	3,82	-	V.-Hohlrohr
BA 6	160	7	431	6,88	7,89	10,3	-	6,02	Ausz.-Schr.
		3	-	-	7,89	17,0	4,13	-	V.-Hohlrohr

Den nachfolgenden Abbildungen sind typische Versagensbilder bei den jeweiligen Beanspruchungsarten zu entnehmen. Im Falle der BA 1 kam es durchgehend zum Fließen des Holzrohres bzw. Abstreifen eines Gewindeganges, beim Stützenfußtyp SHERPA Power Base XL knickten auch einige Prüfkörper aus.

Bei der BA 2 sowie – selbstverständlich – BA 5 kam es durchweg zum Ausziehen der Holzschrauben aus der Stütze, in einigen Fällen sowie durchgehend bei den BA 3 und BA 4 wurde die Biegetragfähigkeit des Hohlrohres überschritten bzw. erfolgte ein Aufreißen am hutförmigen, oberen Ende. Im Falle des BA 6 konnte zudem eine Rotation bzw. ein Aufreißen der Gewindestange aus der Grundplatte beobachtet werden.

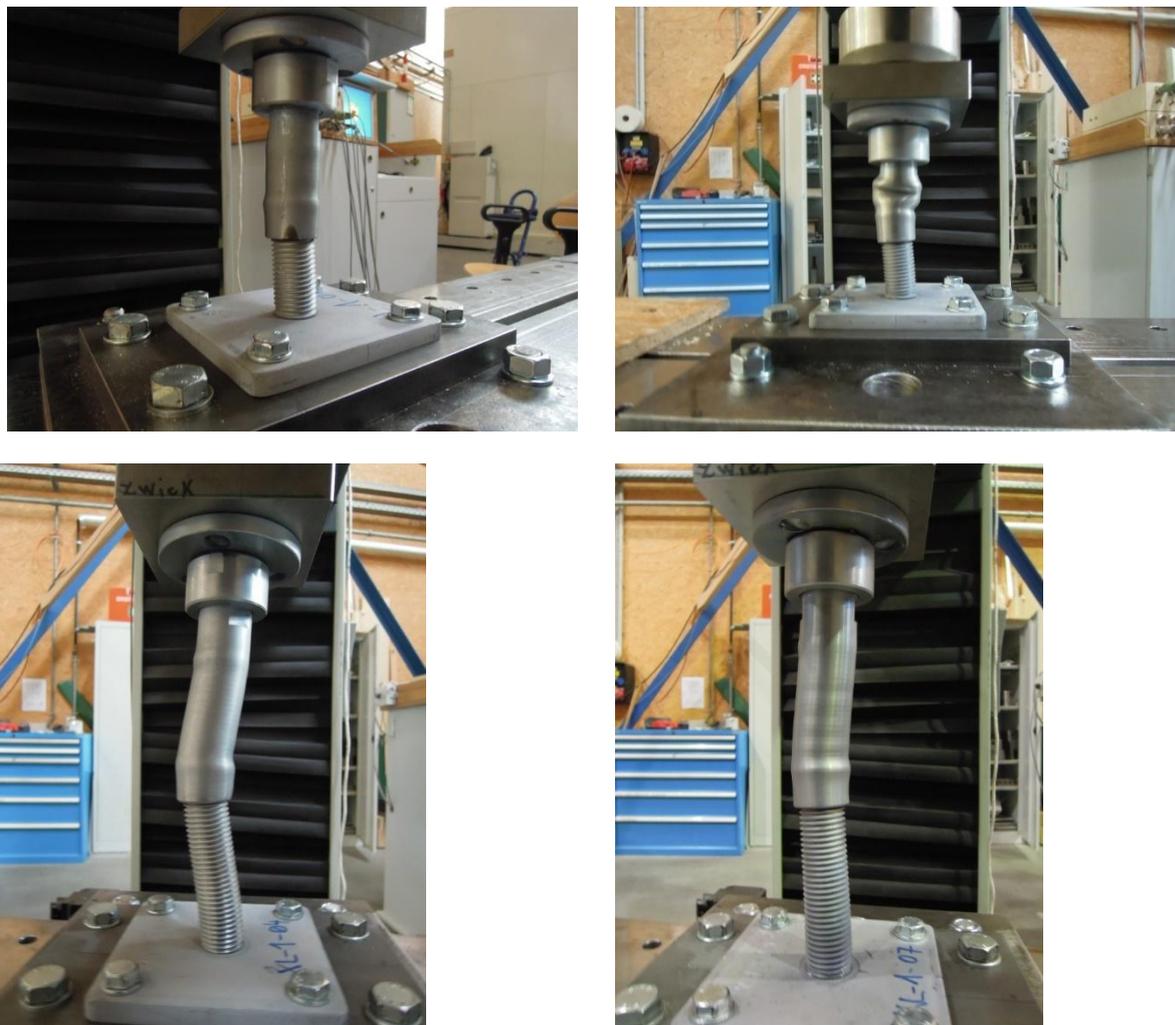


Abbildung 11: typische Versagensbilder der Beanspruchungsart 1

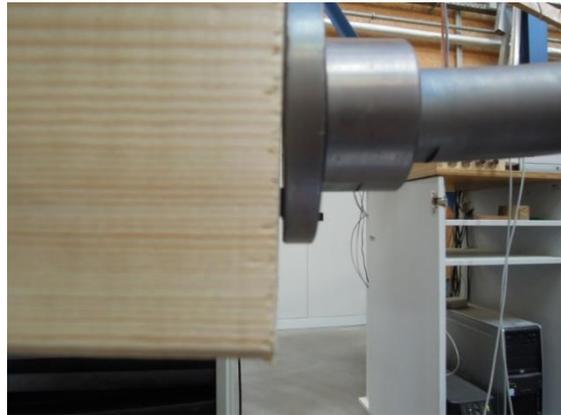
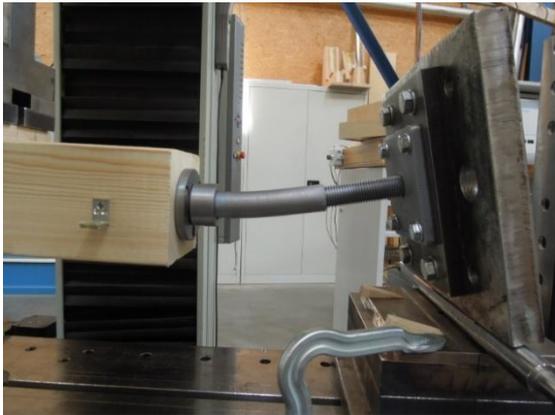
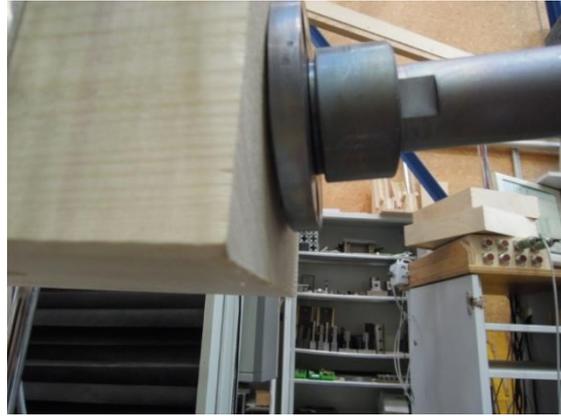


Abbildung 11: typische Versagensbilder der Beanspruchungsart 2

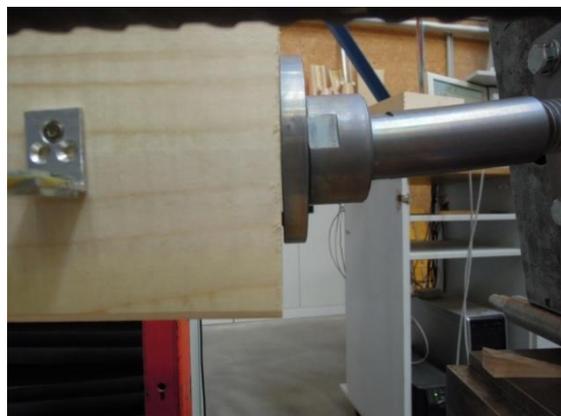
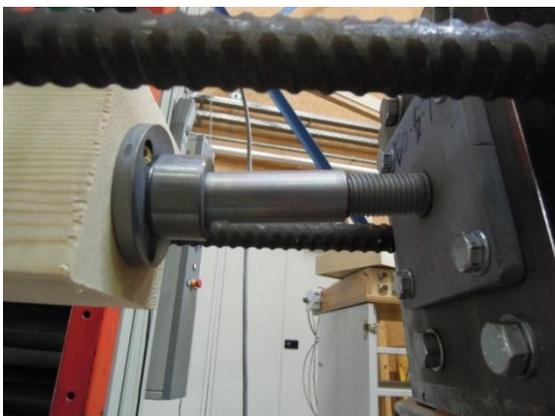
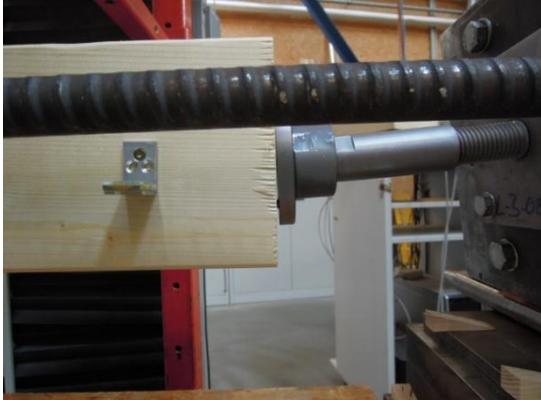


Abbildung 12: typische Versagensbilder der Beanspruchungsart 3 und 4



Abbildung 13: typische Versagensbilder der Beanspruchungsart 5

5. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Entwicklung und Prüfung von getrennt montier- und höhenverstellbaren Stützenfüßen (in Deutschland auch als Pfostenräger bezeichnet) der Fa. Harrer, Frohnleiten/Steiermark geschildert. Festzuhalten ist in diesem Zusammenhang, dass für die Prüfung derartiger Verbindungen keine normativ festgelegten Prüfkongfigurationen vorliegen. Während bei den (Haupt-) Beanspruchungen auf Druck und Zug in Achsrichtung relativ hohe Tragfähigkeiten auftreten, liegen die festgestellten Prüfwerte bei einer Beanspruchung durch Kräfte in Querrichtung auf einem relativ niedrigen Niveau, wobei die prüftechnische Ermittlung eine Herausforderung darstellt. Auf Grund der auftretenden relativ hohen Beanspruchung (auf Druck und Zug) sollte nach Meinung des Verfassers ein einheitliches Vorgehen definiert werden. In jedem Fall ist in der Praxis, abgesehen von der Tragfähigkeit des Stützenfußes selbst, ein Bauteil- bzw. Stabilitätsnachweis für den Holzbauteil nachzuweisen bzw. ist eine Systembetrachtung anzustellen.

Eine in diesem Bericht nicht konkret angesprochene Thematik in diesem Zusammenhang betrifft weiteres den Korrosionsschutz der eingesetzten Stahlbauteile. Auf Grund der möglichen hohen Witterungsbeanspruchungen sollten dazu nach Meinung des Verfassers eine qualitativ hochwertige Schutzmaßnahmein entsprechender Dicke eingesetzt werden. Den Schutz der Holzbauteile betreffend ist vom Vorliegen einer Nutzungsklasse 3 nach EN 1995-1-1 auszugehen.

6. Literatur

- [1] Töws, D.; "Last- und geometrievARIABLE Pfostenräger - Statische Versuche und Berechnungsmodelle", 19. Internationales Holzbau-Forum 2013, Garmisch/DE
- [2] EOTA-European Organisation for Technical Approvals, „ETAG 015, Edition September 2002, Guideline for European Technical Approval of Three-Dimensional Nailing Plates“ (in English), Brussels, 2002
- [3] EOTA-European Organisation for Technical Approvals, „Technical Report TR 016, Edition July 2012, Method of testing Three-Dimensional Nailing Plates with examples“ (in English), Brussels, 2012