

# Die Rautennetzwerke von Emil M. Hünnebeck

Joram Tutsch

Stand: 4. September 2017



# Einleitung

Im Zuge der Sanierung des evangelischen Gemeindehauses in Hamm-Heringen wurde eine stählerne Dachkonstruktion freigelegt (Abb. Deckblatt), die gleichermaßen an die hölzernen Stabwerke von Friedrich Zollinger [1] wie die Stahllamellendächer von Hugo Junkers [2] erinnert. Die individuelle Ausbildung der Konstruktionsdetails lässt das Tragwerk eindeutig als eine von Emil Hünnebeck patentierte sogenannte Rautennetz-Bauweise aus den 1920/30er Jahren erkennen.

Da diese Bauweise und insbesondere gebaute und/oder noch erhaltene Beispiele wenig dokumentiert sind, hat es sich der Verfasser zur Aufgabe gemacht, eine gewisse Strukturierung in der technischen Weiterentwicklung sowie eine Abgrenzung zu den erwähnten Konstruktionen zu erörtern. Dabei wird jedoch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.



Abb. 2: Emil Mauritz Hünnebeck, undatiert, aus [3]

## Zur Person [3]

Emil Mauritz Hünnebeck (Abb. 2) wird 1891 in Bochum geboren und studiert ab 1910 an der TH Aachen Ingenieurwissenschaften. Nach dem Ersten Weltkrieg wird er in den „Deutschen Ausschuss für wirtschaftliches Bauen“ (1920-1932) berufen und macht sich Anfang der 1920er Jahre in Essen selbstständig. Es folgen schnell erste Patentanträge und Firmengründungen. Vor dem Hintergrund der hier beleuchteten Konstruktion müssen zumindest die „Rautennetz GmbH“ (1925) und die „Deutsche Stahllamelle GmbH“ (1926) genannt werden. Ab Mitte der 1930er Jahre entwickelt und baut er selbsttragende Dachhautkonstruktionen [4], die er international vertreibt.

Nach dem Zweiten Weltkrieg verändert sich das Bauwesen grundlegend hin zum Eisenbeton- bzw. Stahlbetonbau. Ohne dabei an Forschungs- und Innovationsgeist zu verlieren, konzentriert sich Hünnebeck nun vermehrt auf den Gerüst- und Schalungsträgerbau. Vorwiegend auf diesem Gebiet erlebt seine Firma über viele Jahrzehnte ein enormes Wachstum.

Mit der Ehrendoktorwürde der TH Aachen ausgezeichnet stirbt Emil M. Hünnebeck 1968 im Alter von 76 Jahren in Innsbruck und hinterlässt eine bis heute florierende Unternehmensgruppe.

# Stab- bzw. Rautennetz

## Entwicklungsgeschichte und Kategorisierung

Das erste Patent Hünnebecks zum Rautennetz wird ihm 1927, rückwirkend ab 1924 erteilt [5]. In der textlichen Beschreibung wird zwar kein expliziter Werkstoff genannt, die Art der Detaillösungen (Zapfen, Bolzen, Schwalbenschwanz) lassen hier allerdings eindeutig auf Holz und nicht auf Metall schließen (Abb. 3). Sowohl die geometrische als auch die konstruktive Nähe zu den bereits 1921 patentierten Stabnetzwerken von Friedrich Zollinger ist verblüffend. Ob und inwieweit hier gemeinsame Interessen eine Rolle gespielt haben, kann derzeit noch nicht beurteilt werden. Eine rechtliche Auseinandersetzung, wie sie Zollinger mit Hugo Junkers bzgl. dessen 1924 patentierter Lamellenhallen aus Stahlblechen ausgefochten hat [6], ist zumindest nicht bekannt. Die einzige Abweichung zum System Zollinger sind die nicht mittig angeschlossenen Stäbe, was zu zwei unterschiedlichen Parallelogramm- bzw. Rautenformen im Netzwerk führt (Abb. 3 oben).

Im Jahr 1929 erhebt Hünnebeck rückwirkend ab 1927 sowohl in Österreich [7], in der Schweiz [8] als auch in Großbritannien [9] weitere Patentsprüche. Darin taucht zum ersten Mal explizit die Unterscheidung in Holz- und Stahlstäbe auf (Abb. 4), wobei hier noch von „Normalprofilen“ die Rede ist. 1932 wird ihm rückwirkend ab 1928 am Deutschen Patentamt der Zusatz [10] bewilligt, welcher konkret für Einzelstäbe aus Blech beantragt wurde. Diese Stäbe werden aus einem vorgefertigten, flachen Blechstreifen gebogen bzw. kalt verformt (Abb. 5). In einer der skizzierten Ausführungsvarianten treffen sich erstmalig alle vier Stabenden in einem Knotenpunkt (Abb. 6), wobei noch ein Versatz in den jeweiligen Stabachsen auftritt.

Der nächste Entwicklungsschritt folgt 1931 im Rahmen des in Großbritannien erteilten Patentes, bei dem die Knotenpunkte zusätzlich mit

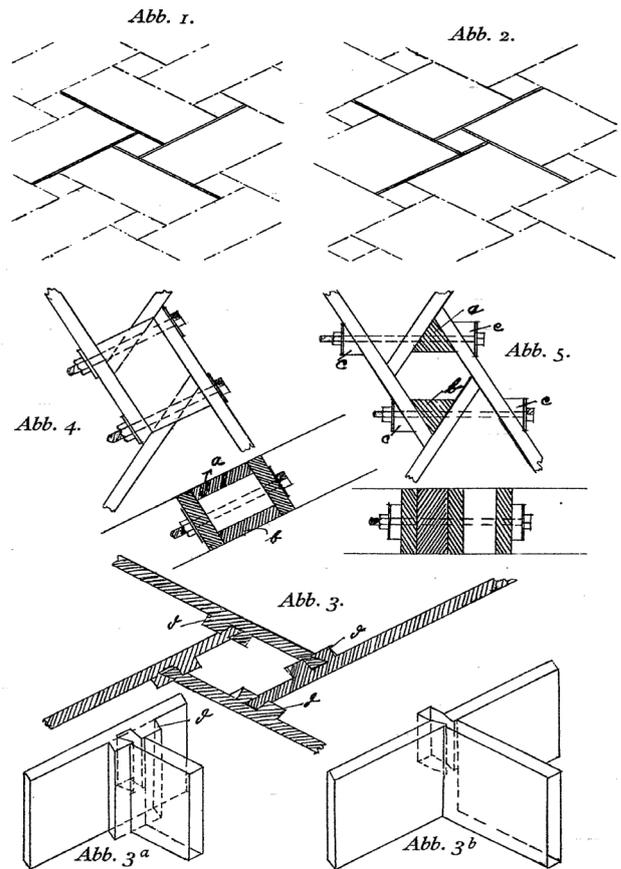


Abb. 3: Auszug aus dem Patent von 1924, [5]

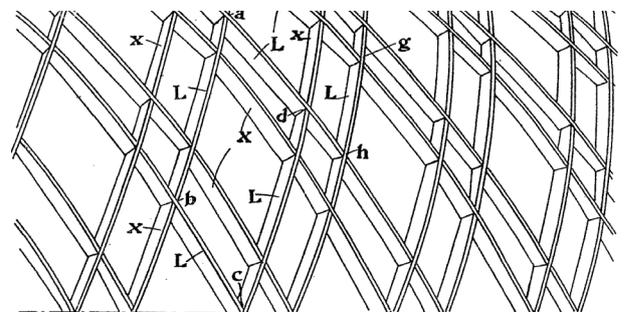


Fig. 1.

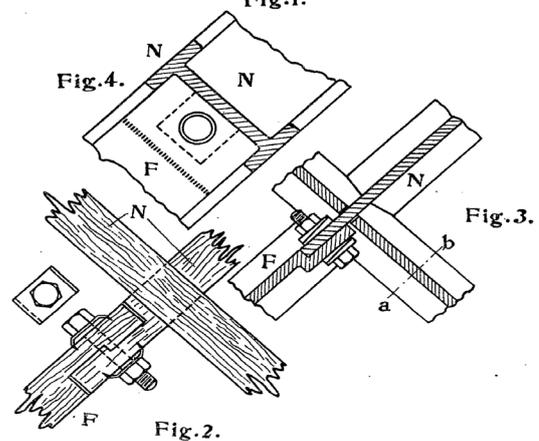
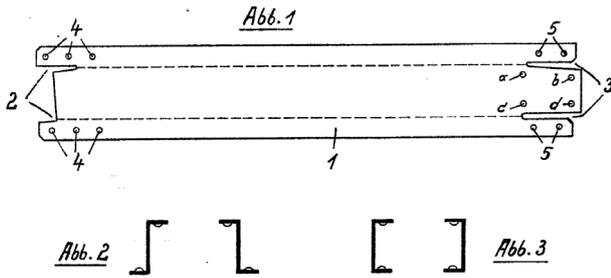


Abb. 4: Auszug aus dem Patent von 1927, [7]



Knotenblechen verstärkt werden (Abb. 7, [11]). Allerdings gibt es bereits Anfang 1930 erste Darstellungen und Veröffentlichungen zu gebauten Beispielen dieser Variante (Abb. 16-18, [12], [13]), weshalb ihre Erfindung ins Jahr 1929 zu datieren ist.

Diese Bleche werden jedoch Anfang 1932 obsolet, da eine konstruktive Lösung zur Vermeidung des Stabversatzes gefunden wird (Abb. 8, [14]).

Auf Grundlage der obigen Ausführungen lassen sich die Hünnebeck'schen Rautennetzwerke in fünf konstruktive Entwicklungsstufen mit entsprechender zeitlicher Zuordnung gliedern:

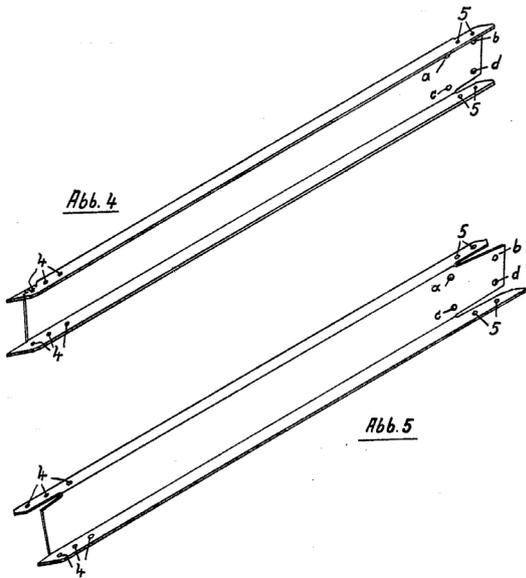


Abb. 5: Einheitslamelle aus gestanztem Blechstreifen, Auszug aus dem Patent von 1928, [10]

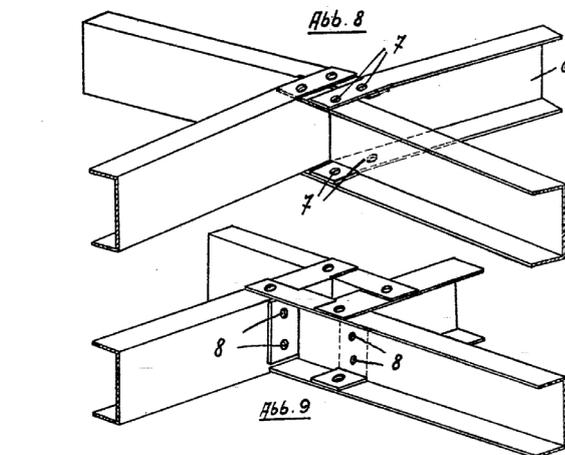
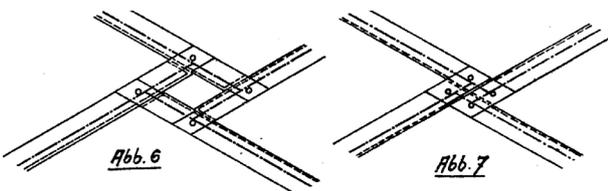


Abb. 6: Fügung der Lamellen am Knotenpunkt, Auszug aus dem Patent von 1928, [10]

- **Stufe I (ab 1924)**  
Hölzernes Stabnetzwerk mit Klemmbolzen oder Schwalbenschwanzverbindungen
- **Stufe II (ab 1927)**  
Stabnetzwerk aus Holz oder Profilstahl
- **Stufe III (ab 1928)**  
Stabnetzwerk aus kaltverformten Blechen
- **Stufe IV (ab 1929/30)**  
wie III mit zusätzlichen Knotenblechen
- **Stufe V (ab 1932)**  
wie III ohne Versatz

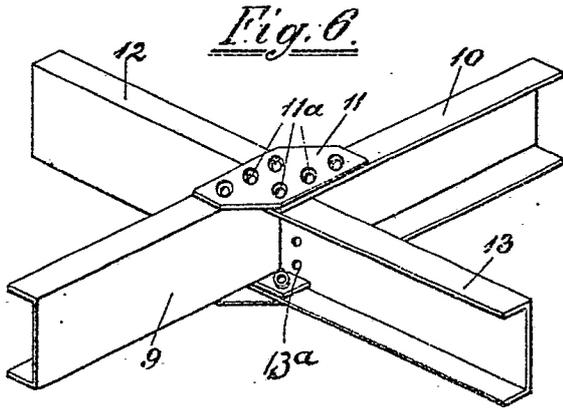


Abb. 7: Sicherung mit Knotenblechen, Auszug aus dem Patent von 1931, [11]

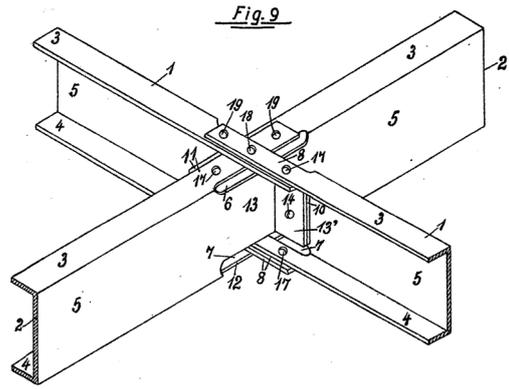


Abb. 8: Fügung der Lamellen ohne Versatz der Bauteile, Auszug aus dem Patent von 1932, [14]

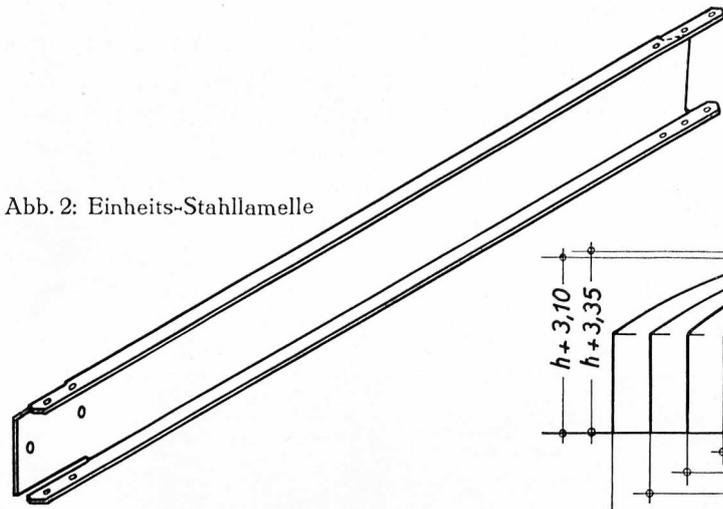


Abb. 2: Einheits-Stahllamelle

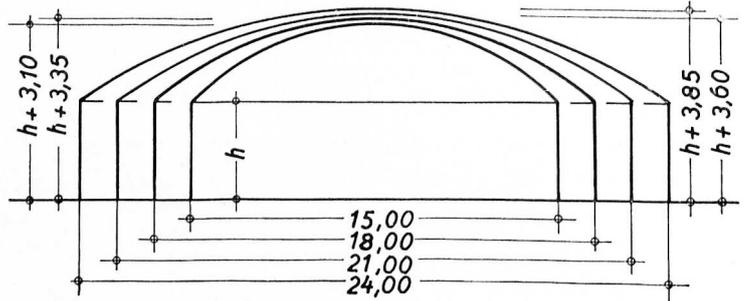


Abb. 3: Form Z/15, 18, 21, 24

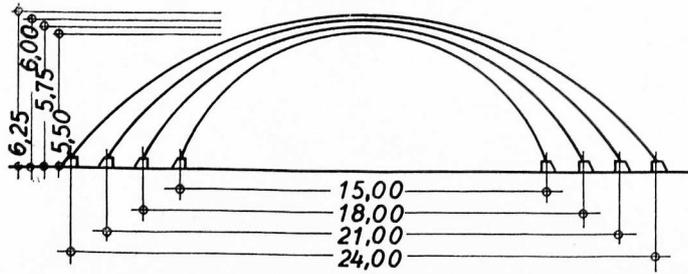


Abb. 4: Form B/15, 18, 21, 24

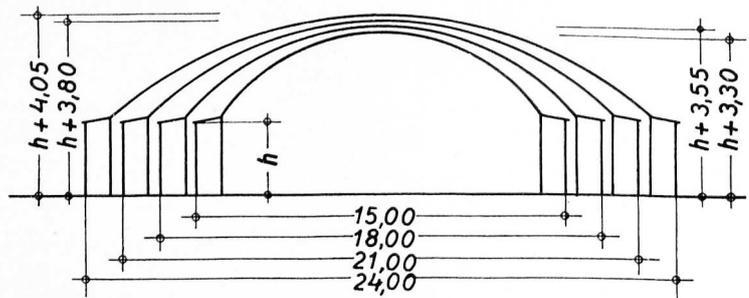


Abb. 5: Form F/15, 18, 21, 24

Abb. 9: Einheitslamelle und prinzipielle Ausführungsvarianten, Auszug aus dem Werksbericht der Fa. Jucho 1930, [12]

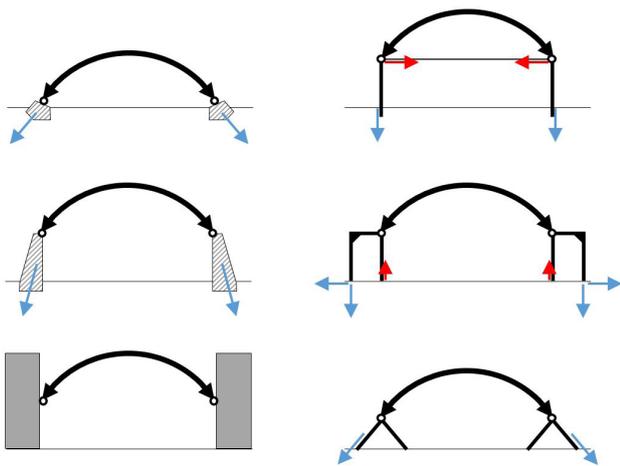


Abb. 10: Szenarien zur baulichen Anordnung von Rundtonnenhallen als Zweigelenkbogen

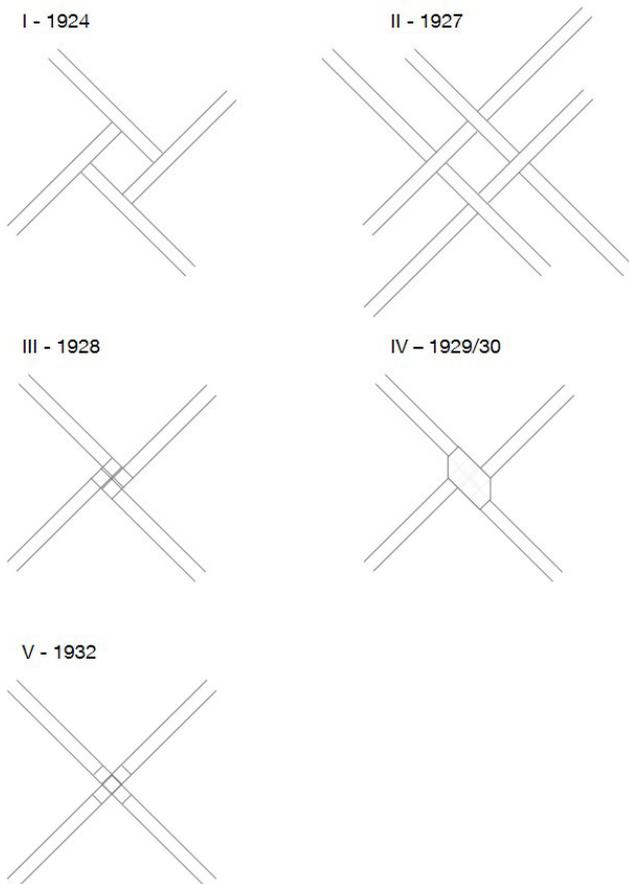


Abb. 11: Prinzipielle Fügung der Lamellen in den unterschiedlichen Entwicklungsstufen

## Tragverhalten

Für die Beschreibung des globalen Tragverhaltens wird auf die vielfach untersuchten Prinzipien der Dächer von Zollinger (z.B. [15], [16]) und Junkers (z.B. [17], [18]) verwiesen. Es handelt sich um Rund- oder Spitztonnenkonstruktionen, die i.d.R. als Zwei- oder Dreigelenkbögen ausgebildet sind und in verschiedenen Konfigurationen zum Einsatz kommen (Abb. 9, 10). Eine Einspannung an den Fußpunkten ist zwar möglich, wurde aber meist aus konstruktiven Gründen nicht ausgeführt. Statisch stellt dies kein Problem dar. Die Stäbe sind je nach Einwirkungssituation und Position im Bogen auf Biegung um die starke Achse und/oder mit einer Drucknormalkraft in Lamellenrichtung belastet. Berechnungen zu Geometrie und Tragverhalten wurden bereits bauzeitlich veröffentlicht ([16], [19]).

Die wesentliche Unterscheidung weisen die Systeme in der konstruktiven Ausführung der Knotenpunkte auf (Abb. 11):

Bei Zollinger sowie Hünnebeck I und II werden zwei Stabenden stumpf an einen durchlaufenden Stab angeschlossen. Dies geschieht mittels Bolzen oder Verschraubungen, die so detailliert sind, dass ein nennenswertes Biegemoment nur im nicht unterbrochenen Stab übertragen werden kann. An den Stabenden werden nur Quer- und Normalkräfte übertragen.

Mit der Erweiterung Hünnebeck III wird erstmals versucht, die Biegung in beide Stabrichtungen im Knotenpunkt zu übertragen. Bei genauerer Betrachtung der Konstruktion muss diese jedoch als statisch unzureichend eingestuft werden, da die Flansche nicht starr verbunden sind. (Vielleicht ist aus diesem Grund auch kein gebautes Beispiel bekannt?)

Hünnebeck IV löst dieses Manko durch die zusätzliche Anordnung eines Knotenbleches auf der Ober- und Unterseite des Knotens. Durch die

geometrische Fügung der vier C-Profile (Steg teilweise ausgenommen, asymmetrisches Knotenblech, exzentrisches Schraubenbild) werden in die zwei Achsrichtungen unterschiedliche Biegesteifigkeiten in das System eingebracht.

Im letzten Entwicklungsschritt V werden die Flansche jeweils in eine Achse gebracht und mit der gleichen Anzahl von Schrauben befestigt. Auch der Steg wird nicht ausgenommen, sondern gemäß der Rautengeometrie abgewinkelt, was eine nahezu gleichwertige Steifigkeit in beiden Richtungen zur Folge hat. Diese ist bei Junkers ebenfalls gegeben.

Unabhängig von der Ausbildung des Knotenpunktes sind die Systeme Zollinger und Hünnebeck auf die aussteifende Wirkung der Dachhaut in Längsrichtung angewiesen, da ein rautenförmiges Gitter keine stabile Grundform darstellt. Darüber hinaus sind die Giebelseiten der Tonne relativ weich ([17], [18], [19]) und müssen in der Regel eine zusätzliche vertikale Aussteifung oder eine Lagerung auf den Giebelwänden erfahren. Junkers löst prinzipiell beide Probleme über die Anordnung von in Längsrichtung verlaufenden Ober- und Unterpfetten und dem so entstandenen, stabilen Dreiecksverband. Diese Pfetten sind allerdings häufig zu schlank ausgebildet was wiederum zu erheblichen Problemen führen kann [18].

### Gebaute Beispiele

Abgesehen vom themengebenden, später ausführlich beschriebenen Dach über dem Gemeindehaus in Hamm-Herringen konnten noch weitere Bauwerke im Rahmen einer Literaturrecherche und durch verschiedenliche Hinweise von Mitgliedern der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte gefunden werden. Diese sind nachfolgend stichpunktartig aufgelistet:

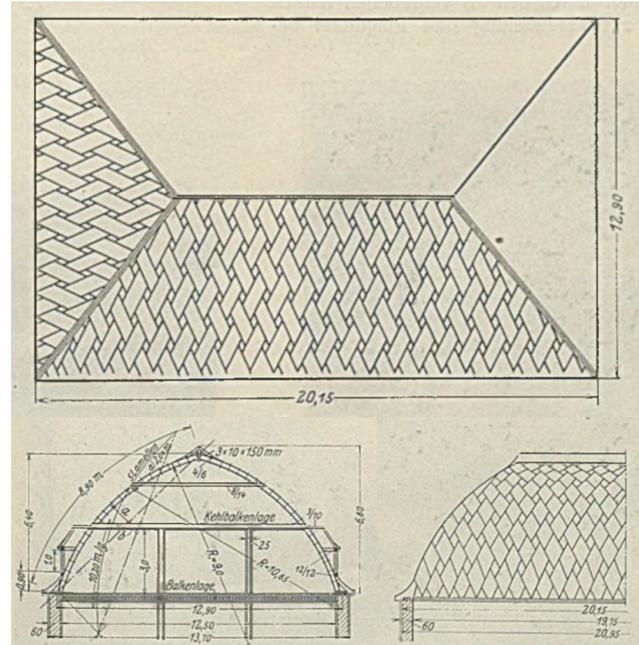


Abb. 12: Wohnhaus in Warburg, Pläne von 1927, aus [16]

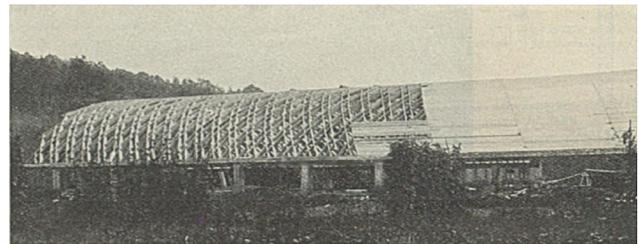


Abb. 13: Kornlagerhalle in Höxter, 1927, aus [16]

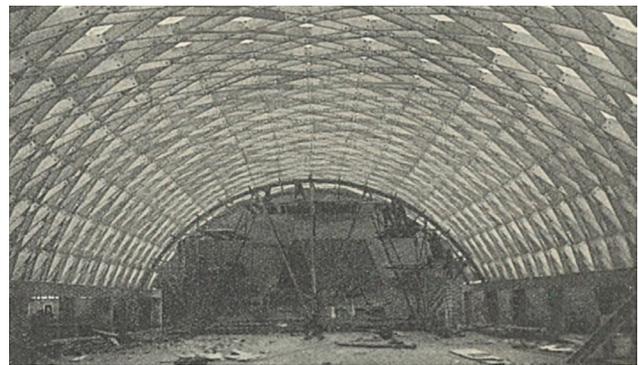


Abb. 14: Volkshalle in Meggen, 1927, aus [16]

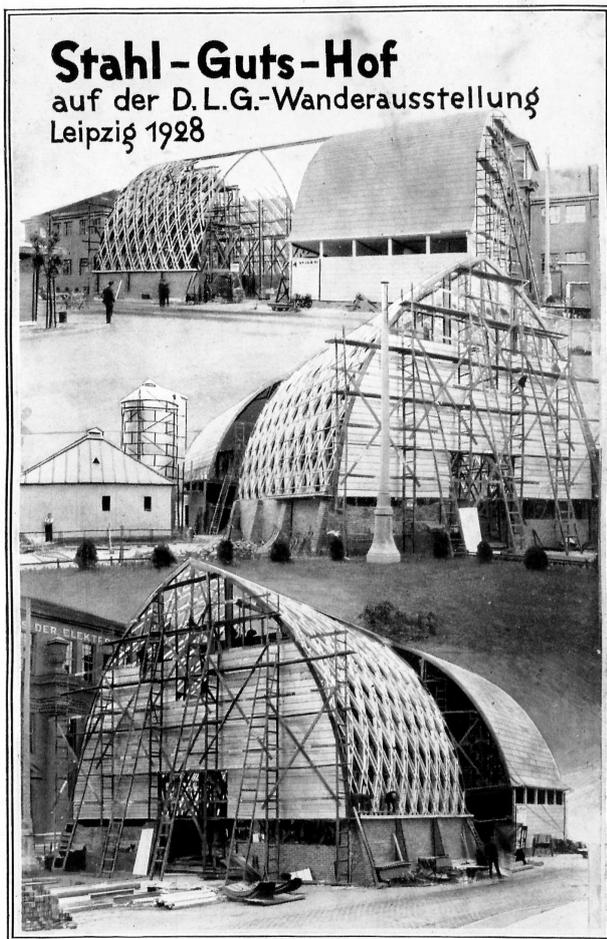


Abb. 15: Stahlgutshof in Leipzig, 1928/29, aus [21]

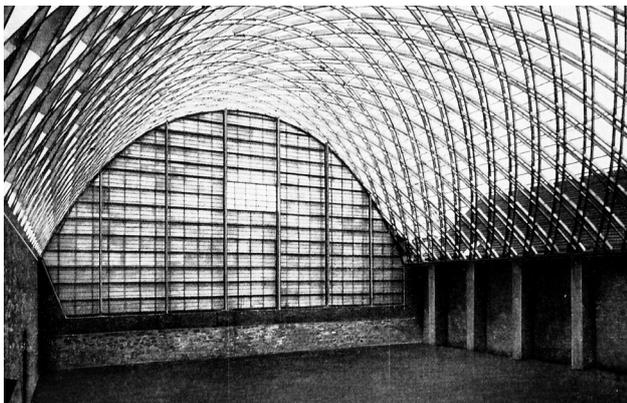


Abb. 16: Großscheune in Warburg, 1928/29, aus [22], [23]

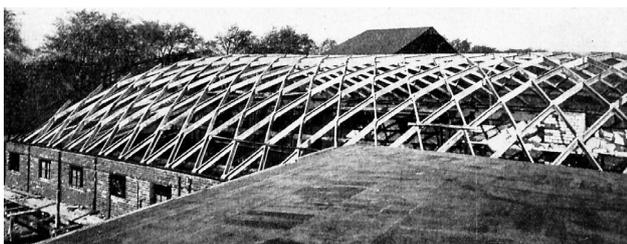


Abb. 17: Lagergebäude in Dortmund, 1929/30, aus [12]

#### Stufe I:

- Wohnhaus bei Warburg (Abb. 12, [16])  
Baujahr 1927, Spitzbogen  
12,5 m Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Kornlagerhalle in Höxter (Abb. 13, [16]),  
Baujahr 1927, Spitzbogen  
9,0 m Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Volkshalle in Meggen (Abb. 14, [16])  
Baujahr 1927, Rundbogen  
18,6 m Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Wohnhaus in Helmern [16]  
Baujahr 1927, Spitzbogen  
9,2 m Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand

#### Stufe II:

- Stahlgutshof in Leipzig (Abb. 15, [21])  
Baujahr 1928, Spitzbogen  
unbekannte Spannweite  
vermutlich nur temporär zur Leipziger  
D.L.G.-Wanderausstellung errichtet
- Großscheune in Warburg (Abb. 16, [22], [23])  
Baujahr 1928/29, Rundbogen  
30 m Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand

#### Stufe III:

- keine bekannten Bauwerke

#### Stufe IV:

- Lagergebäude Dortmund (Abb. 17, [12])  
Baujahr 1929/30, Rundbogen  
unbekannte Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Fabrikhalle Dortmund (Abb. 18, [12])  
Baujahr 1929/30, Rundbogen mit Zugstäben  
unbekannte Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Fabrikhalle Augustenthal (Abb. 19, [12])  
Baujahr 1929/30, Rundbogen  
unbekannte Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Zuckerfabrik Offstein [13]  
Baujahr um 1930, unbekannte Geometrie  
unbekannte Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Gemeindehaus Hamm-Herringen, 1931,  
Rundbogen mit 14,1 m Spannweite, erhalten, Zustand siehe separates Kapitel
- Sporthalle Ollerup/DK (Abb. 20, [24])  
Baujahr 1932/33, Rundbogen  
38 m Spannweite  
vermutlich erhalten, Zustand unbekannt
- Tennishalle Kopenhagen/DK, (Abb. 21, [25])  
Baujahr 1932/33, Rundbogen  
unbekannte Spannweite  
unbekannter Erhaltungszustand
- Flugzeughangar Stendal-Borstel [15]  
Baujahr 1935, Rundbogen  
unbekannte Spannweite  
vermutlich erhalten, Zustand unbekannt

#### Stufe V:

- keine bekannten Bauwerke

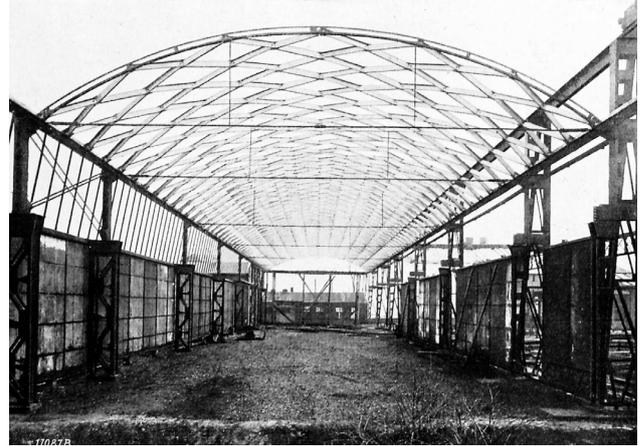


Abb. 18: Fabrikhalle in Dortmund, 1929/30, aus [12]

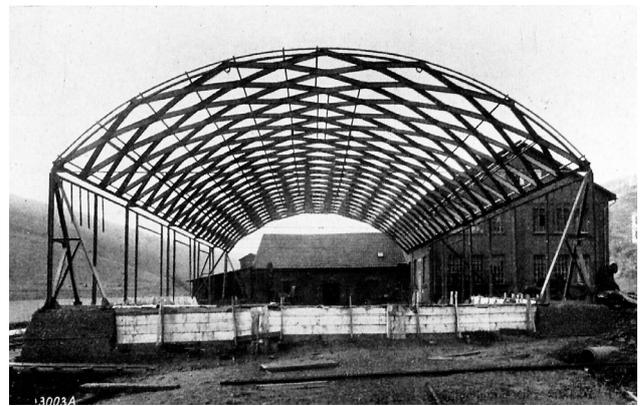
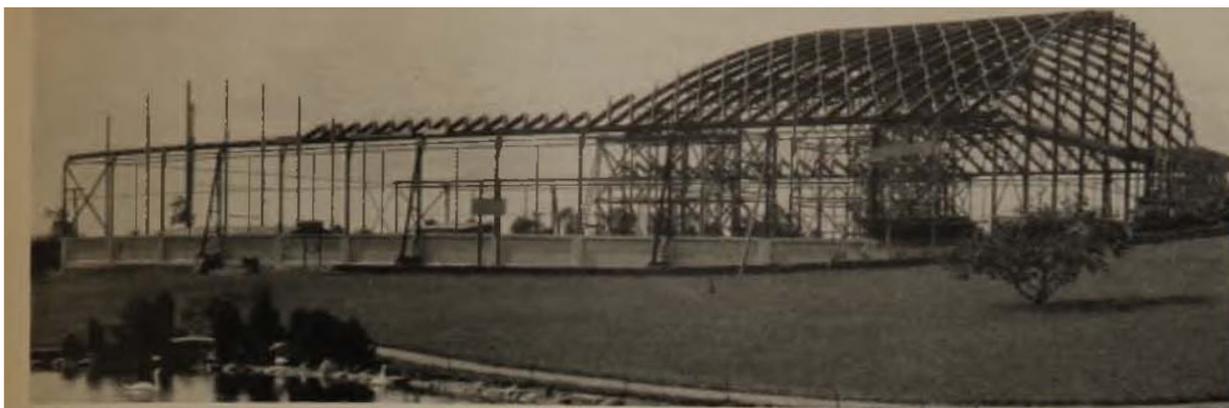
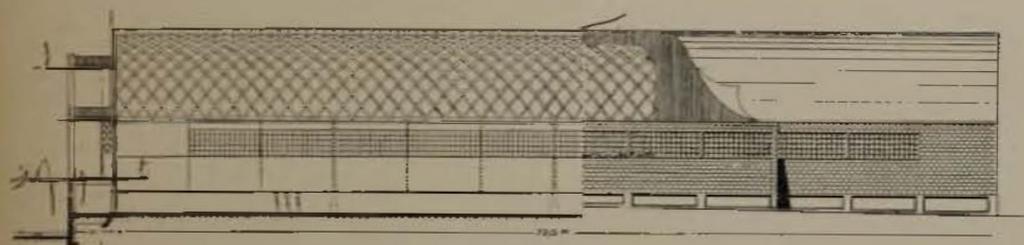


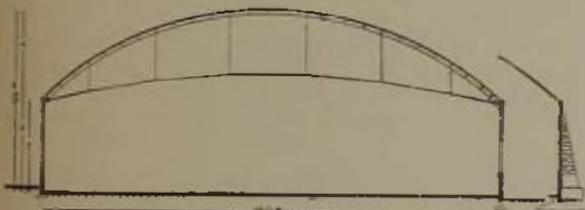
Abb. 19: Fabrikhalle in Augustenthal, 1929/30, aus [12]



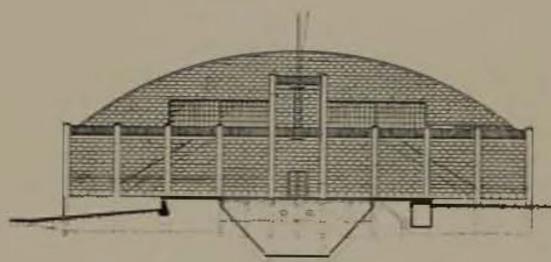
1 Montage vom fahrbaren Arbeitsgerüst im freien Vorbau



2 Längsschnitt  
1 : 600



3 Querschnitt und Strebenpfeiler  
4 Kopfansicht vom Schwimmbecken her 1 : 600



1-4 Turnhochschule  
in Ollerup auf Fünen, Dänemark.  
Stahlnetzwerk  
Bauart Hünnebeck  
Fot. G. Jepsen-Föge, Svendborg

5 Knotenpunkt des Stahl-  
lamellennetzes  
Bauart Hünnebeck

6 (rechts) Inneres der Sporthalle  
38,30 m Spannweite  
Das tragende Netzwerk wird  
zum architektonischen Raum-  
abschluß  
Lizenzausführung nach Bauart  
Hünnebeck

(Fot. Weisholt, Svendborg)



Abb. 20: Sporthalle in Ollerup auf Fünen (Dänemark), 1932/33, aus [24]



13 Tennishalle in Kopenhagen. Stahllamellen-Netzwerk, Bauart Hünnebeck



14 Knotenpunktverbindung eines Junkers-Stahllamellendaches; drei Bauelemente: die Lamelle, die Knotenbleche, die Pfetten.



15 Einzelheit des Stahllamellen-Netzwerks Bauart Hünnebeck; zwei Bauelemente: die Stahllamelle und das Knotenblech.

Abb. 21: Tennishalle in Kopenhagen (Dänemark), 1932/33, aus [25]



Abb. 22: Freigelegtes Dachwerk des Gemeindehauses in Hamm-Herringen (Foto: Ev. Kirche St. Victor)



Abb. 23: Detailaufnahme der Knotenpunktconstruction in Hamm-Herringen (Foto: Ev. Kirche St. Victor)

## Evang. Gemeindehaus Hamm-Herringen

Das Gemeindehaus in Hamm-Herringen wurde von dem deutschen Architekten Emil Pohle (1885-1962) in den Jahren 1930/31 entworfen und gebaut. Mit der Planung und Ausführung des Dachtragwerkes wurde die Deutsche Stahl-Lamellengesellschaft beauftragt.

Auf Grundlage der obigen Kategorisierung lässt sich die Dachkonstruktion des Gemeindehauses Hamm-Herringen der Stufe IV zuordnen. Es kamen Knotenbleche mit drei versetzt angeordneten Schraubenpaaren zum Einsatz (Abb. 22, 23), die einzelnen Lamellen sind 1,50 m lang. Sie haben ein kaltverformtes C-Profil mit einer Flanschbreite von ca. 45 mm und einer Steghöhe von ca. 180 mm bei einer Blechstärke von 2,5 mm. Ein Kreissegment der rundbogenförmigen Konstruktion besteht aus insgesamt 13 Stäben. Der Öffnungswinkel zwischen den Lamellen beträgt 50 Grad in Radial- und dementsprechend 130 Grad in Längsrichtung [20].

Wegen der baulichen Gegebenheiten wurde die westliche Giebelseite als Walm, ebenfalls in Hünnebeck'scher Bauweise, ausgeführt.

Eine exakte Datierung ist dank archivierter Bauunterlagen möglich. Der Auftrag wurde durch den Architekten Emil Pohle im August des Jahres 1930 an die „Deutsche Stahl-Lamellengesellschaft mbH“ vergeben. Die Lieferung der Materialien erfolgte bereits im September des gleichen Jahres. Die Einweihung des Gemeindehauses fand im Februar 1931 statt, womit die Errichtungszeit zwischen diese beiden Daten zu terminieren ist.

Erstaunlich ist, dass das zugehörige Patent erst Ende 1930, also faktisch nach der Planung des Daches, eingereicht und sogar erst Ende 1931 anerkannt wurde.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass laut bauzeitlicher statischer Berechnung zunächst ein Spitzbogendach geplant war (Abb. 24, [26]), dann aber doch ein Rundbogen zur Ausführung kam.

Diese Informationen lassen den Schluss zu, dass es sich bei dem Bau des Daches über dem Gemeindehaus um eine sehr frühe Ausführung der IV. Entwicklungsstufe handelt. Einzig die noch erhaltene Halle der Zuckerfabrik in Offstein kann nachweislich in die gleiche Bauzeit datiert werden. Ob noch weitere Beispiele existieren konnte im Rahmen der vorliegenden Recherche nicht festgestellt werden.

Im Rahmen der derzeitigen Sanierung des Gemeindehauses wird die Dachkonstruktion, die mehrere Jahrzehnte ihr Dasein zwischen Dachschalung und Deckenverkleidung gefristet hat, statisch ertüchtigt, instand gesetzt und wieder als sichtbarer Dachstuhl in Szene gesetzt.

Die Verstärkungsmaßnahmen sind erforderlich, da das bauzeitliche Tragwerk auf Grundlage heutige gültiger, technischer Regelwerke statisch nicht nachgewiesen werden konnte [20].

Dem vorbildlichen Einsatz der Kirchengemeinde, der umfangreichen Unterstützung durch das Denkmalamt, der gewissenhaften Planung des Architektur- sowie des Tragwerksplanungsbüros und nicht zuletzt der akkuraten Ausführung ist es zu verdanken, dass dieses Relikt nationaler Baugeschichte nicht nur erhalten bleibt, sondern auch wieder in vorbildlichem Umfang zur Geltung kommt.

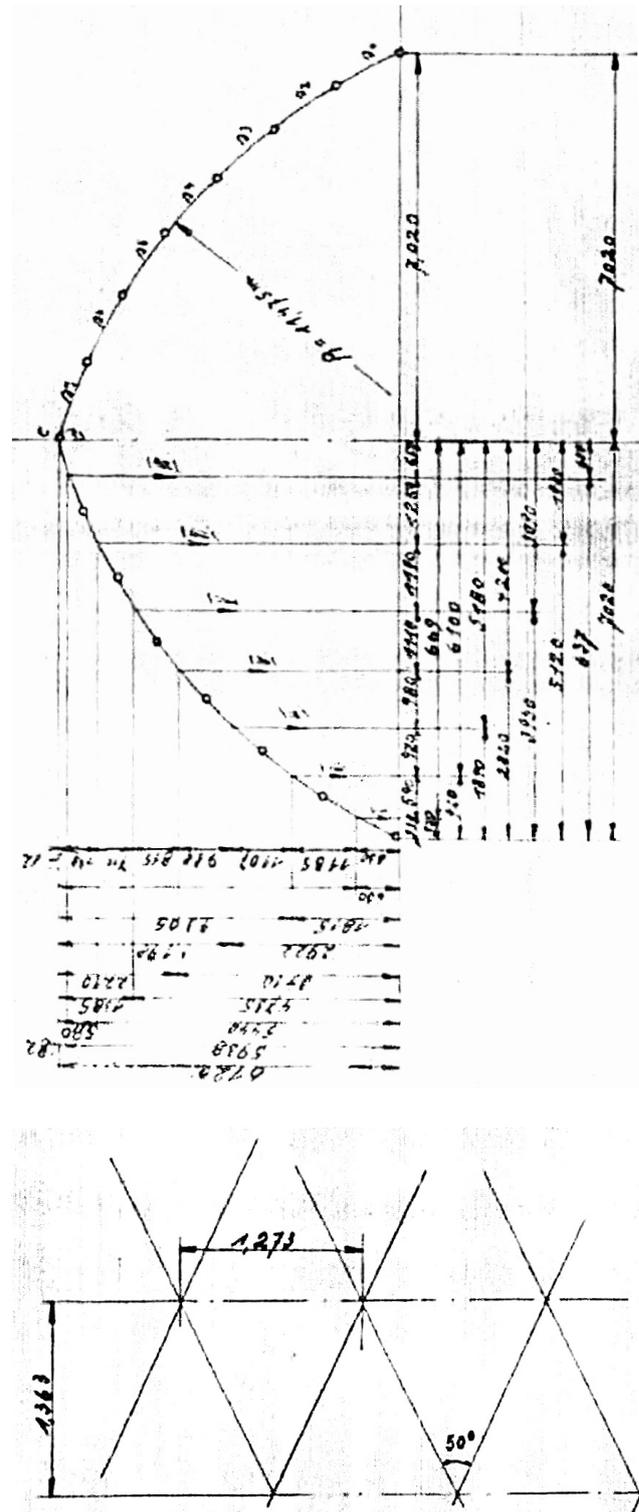


Abb. 24: Auszüge der statischen Berechnung 1930 [26], oben: Geometrie d. geplanten Spitzbogendaches unten: Lamellengeometrie

# Zusammenfassung und Ausblick

In vorliegendem Bericht wurde die bautechnische Entwicklungsgeschichte der Rautennetzwerke des deutschen Bauingenieurs Emil Mauritz Hünnebeck von 1924 bis 1932 untersucht. Es konnte belegt werden, dass die Bauweise in mindestens fünf Entwicklungsstufen zu unterteilen ist, die sich schon in ihrem Erscheinungsbild, insbesondere aber in der konstruktiven Ausbildung der Knotendetails unterscheiden. 1924 und 1927 zielen die zugehörigen Patente noch auf eine Umsetzung in Holz ab, spätestens ab 1928 steht jedoch Metall im Fokus, was sich bereits in der Gründung der Deutschen Stahl-Lamellengesellschaft 1926 abzeichnet. In den Folgejahren werden verschiedene Schwachpunkte beseitigt, sodass sich die Konstruktion mit einem Patent von 1932 in ihrer finalen Form darstellt.

Die Hünnebeck'sche Bauweise hat vermutlich keine weltweite Verbreitung wie die etwa zeitgleich entwickelten Lamellendächer von Friedrich Zollinger und Hugo Junkers erfahren. Bisher konnten Bauwerke aus der ersten, zweiten und vierten – jedoch nicht dritten und fünften – Entwicklungsstufe in Deutschland und Dänemark nachgewiesen werden, die noch teilweise existieren.

Das Dach über dem evangelischen Gemeindehaus in Hamm-Herringen stellt nach derzeitigem Kenntnisstand die älteste noch erhaltene, auf 1930/31 datierbare Ausführung der vierten Entwicklungsstufe dar, in welcher erstmals sogenannte Knotenbleche zum Einsatz kamen. Das Dachtragwerk wird derzeit in vorbildlicher Art und Weise instandgesetzt.

Folgende Fragestellungen könnten noch bearbeitet werden:

- Gibt es belegbare Gründe für die konstruktive Nähe der frühen Rautendächer von Hünnebeck zu denen von Zollinger, evtl. sogar eine Firmenkooperation? Oder kam es möglicherweise zu rechtlichen Auseinandersetzungen?
- Eine vergleichende statische Analyse der verschiedenen Entwicklungsstufen könnte Rückschlüsse auf mögliche Probleme der Konstruktionen zulassen. Waren diese sogar Anlass, dass sich Hünnebeck anderen Konstruktionen zuwandte?
- Wo gibt es weitere erhaltene Bauwerke? Kamen die Entwicklungsstufen III und V überhaupt zur Ausführung?
- Welche Informationen gibt es zur Baugeschichte der beiden dänischen Hallen? Wurden diese Hallen auch von Hünnebecks Firma errichtet oder gab es möglicherweise Patentnehmer?
- Sind Deutschland und Dänemark wirklich die einzigen Länder, in denen die Bauweise zum Einsatz kam?

Abschließend bleibt zu vermerken, dass Emil Hünnebeck mit seinen Rautennetztragwerken ein Stück fast vergessener Bautechnikgeschichte geschrieben hat, die es zweifelsfrei Wert ist, wieder weitergehend erforscht und bewahrt zu werden. Dabei sollte dem langfristigen Erhalt der wenigen, noch verbliebenen Bauwerke allergrößte Aufmerksamkeit entgegengebracht werden.

# Literatur und Quellen

- [1] Zollinger F, Erfinder; Dipl.-Ing. Fritz Zollinger, Patentinhaber. Raumabschließende, ebene oder gekrümmte Bauteile. Reichspatentamt DE 387469. 14.10.1921.
- [2] Junkers, H., Erfinder. Dr.-Ing. E.h. Hugo Junkers in Dessau, Patentinhaber. Stabnetzwerk. Reichspatentamt DE 459038. 25.11.1924.
- [3] Volmert, T: Randbemerkungen und Daten zur Geschichte der Unternehmensegruppe Hünnebeck. Die Quecke - Verein Lintorfer Heimatfreunde e.V., 1970
- [4] Hünnebeck, E M: Raumabschließende Stahltragwerke für Flugzeughallen. In: Der Bauingenieur 1942, H. 43/44, S. 311-317.
- [5] Hünnebeck, E M, Erfinder. Dipl.-Ing. E. M. Hünnebeck in Hösel, Patentinhaber. Freitragender, ebener oder gewölbter, raumabschließender Bauteil. Reichspatentamt DE 440761. 20.8.1924.
- [6] Tutsch, J. Tornack, S. Barthel, R: Aus der Luft gegriffen? – Die Lamellenhallen des Flugpioniers Hugo Junkers. In: Detail 2015, H. 10, S. 964-970.
- [7] Hünnebeck, E M, Erfinder. Emil Hünnebeck, Patentinhaber. Freitragender, ebener oder gewölbter raumabschließender Bauteil. Österreichisches Patentamt AT 113209. 8.2.1927.
- [8] Hünnebeck, E M, Erfinder. Emil Hünnebeck, Patentinhaber. Freitragendes Gitterwerk. Eidgenössisches Amt für Geistiges Eigentum, Patentschrift CH 133121. 8.2.1927.
- [9] Hünnebeck, E M, inventor. Emil Mauritz Hünnebeck, assignee. Improvements in Structural Lattice Work. Patent Specification GB 285022. 8.2.1927.
- [10] Hünnebeck, E M, Erfinder. Dipl.-Ing. Emil M. Hünnebeck, Patentinhaber. Gewölbtes, raumabschließendes Stabnetzwerk aus gleichen Einzelstäben. Zusatz zum Patent 440761, Reichspatentamt DE 556280. 3.11.1928.
- [11] Hünnebeck, E M, inventor. Emil Hünnebeck and Deutsche Stahl-Lamellengesellschaft m.b.H, assignee. Improvements relating to Lattice Work Structures. Patent Specification GB 362655. 10.12.1931.
- [12] Hünnebeck, E M: Die Rautennetz-Bauweise und ihre Anwendungsgebiete. In: Werksnachrichten der Firma C. H. Jucho, Dortmund 1930. H. 10, S. 17-22.
- [13] Spiegel, H: Grundlagen zum Bauen mit Stahl. In: Der Stahlhausbau 2., Düsseldorf, 1930.
- [14] Hünnebeck, E M, Erfinder. Dipl.-Ing. Emil Hünnebeck in Hösel, Patentinhaber. Stabnetzwerk. Zusatz zum Patent 556280, Reichspatentamt DE 584205. 18. März 1932.
- [15] Baatz, J: Lamellendächer der Bauart Zollinger und Junkers. Masterarbeit, Technische Universität Dresden, 2008.
- [16] Gesteschi, T: Fortschritte in der Ausführung neuzeitlicher Holzkonstruktionen. In: Die Bautechnik 1928, H. 25, S. 327-344.
- [17] Buchholz, H: Beitrag zur Berücksichtigung des Giebelanschlusses bei prismatisch gewölbten Netzwerken aus biegungsfesten Stabzügen. In: Der Stahlbau 1929. H. 1/2, S. 6-8 / S. 14-18.
- [18] Tutsch, J. Hipper, A. Schling, E. Barthel, R: Modulare Stahllamellenhallen von Hugo Junkers – Wissenschaftliche Grundlagen für eine denkmalgerechte Instandsetzung. In: Bautechnik 94 (2017), H. 3, S.161-169.
- [19] Lange, F: Die Rautennetz-Bauweise D.R.P. In: Der Bauingenieur 1929, H. 5, S. 83ff.
- [20] Clauß, A: Umbau Gemeindezentrum St. Victor Hamm - Erläuterung zur Verstärkung der Rautenlamellenschale des Saals. Maas-ingenieure, Werl, 21.4.2017. (Zur Verfügung gestellt von: Ev. Kirche St. Victor)
- [21] Sonnen, [x]: Der Stahlgutshof – Ein Gutshof nach der Stahlbauweise. In: Stahl überall 1928, H. 5, S. 1-15.
- [22] Unbekannter Autor: Scheunenbauten mit Dachkonstruktion aus Stahllamellen. In: Stahl überall 1929, H. 2, S. 17f.
- [23] Unbekannter Autor: Dachkonstruktionen aus Stahllamellen. In: Stahl überall 1929, H. 7, Landwirtschaftliche Bauten, S. 3-15.
- [24] Ostefeld, C: Sporthalle in Ollerup (Dänemark). In: Deutsche Bauzeitung 1933, H.30, S. 584f.
- [25] Hünnebeck, E M: Über Bauelemente aus Stahl. In: Deutsche Bauzeitung 1933, H.38, S. 735-754.
- [26] Deutsche Stahl-Lamellengesellschaft m.b.H.: Berechnung für ein Spitzbogendach von 14,04 m x 28 m für die Gemeinde Herringen. 10.7.1930. (Zur Verfügung gestellt von: Ev. Kirche St. Victor)

**Technische Universität München**

Fakultät für Architektur

Lehrstuhl für Tragwerksplanung

Univ. Prof. Dr.-Ing. Rainer Barthel

Arcisstraße 21

80333 München

[www.lt.ar.tum.de](http://www.lt.ar.tum.de)

Dipl.-Ing. Joram Tutsch

[joram.tutsch@tum.de](mailto:joram.tutsch@tum.de)

+49.89.289.23156