

Fakultät 2 Architektur, Bauingenieurwesen und Stadtplanung
Lehrstuhl Massivbau

06-03-2014

ANNE HEUER

Die Entwicklung der Firma FILIGRAN
Trägersysteme GmbH & Co. KG

BACHELORARBEIT

BA018

Aufgabenstellung – Bachelor-Arbeit BA018

Bearbeiter:	Anne Heuer	Matr.-Nr.:	2822806
Betreuer:	Gastprof. Dr.-Ing. Frank Jesse Prof. Dr.-Ing. Werner Lorenz Dipl.-Arch. Phillip Engelbrecht, Berlin		
Modul:	22-3-10 (Bachelor-Arbeit)	Kreditpunkte:	12
Thema:	Die Entwicklung der Firma FILIGRAN GmbH & Co. KG (Development of the company FILIGRAN GmbH & Co. KG)		

Zielstellung:

Die Firma FILIGRAN hat eine interessante und wechselvolle Geschichte. Es gab und gibt verschiedene Standorte, Lizenznehmer und Produktionen, es gab sensationelle Wachstumsperioden, dramatische Einbrüche und Rettungsaktionen, geniale Entwicklungsperioden und Phasen ohne Innovation. Geblieben ist ein wirtschaftlich stabiler mittelständischer Betrieb mit Hauptsitz in Leese, ein Produktionsstandort in Klieken sowie eine "Schwesterfirma" in Polen.

Die Geschichte von FILIGRAN ist eng verbunden mit den Persönlichkeiten, welche die Firma geprägt haben, allen voran Stefan Keller als Firmengründer. Verschiedene Persönlichkeiten und Mitglieder der Familie haben Anteil an der Geschichte, es waren zwischenzeitlich aber auch familiäre Gross-Strukturen entstanden, die heute als kontraproduktiv eingeschätzt werden müssen.

Diese Arbeit soll dem Wunsch von FILIGRAN Rechnung tragen, die historische Entwicklung nachzuzeichnen und aufzuarbeiten. Mittelfristiges Ziel ist die Publikation der *Firmengeschichte der Firma FILIGRAN*. In dieser Arbeit sollen folgende Teilaufgaben bearbeitet werden:

1. Erschließung (Ordnung und Verzeichnung des FILIGRAN-Archivs nach dem Provenienzprinzip bzw. Pertinenzprinzip);
2. Maßgeblichen Personen bei der Entwicklung von FILIGRAN und deren Anteil; (Kurzporträt, Vita, Beziehung zu Produkten & Entwicklungen)
3. Wichtige Schritte der Entwicklung innerhalb der Produkte bzw. Produktgruppen; (Patente, technologischer Fortschritt, Umsätze, Lizenzen, Standorte, herausragende Bauwerke ...)
4. Verknüpfung der Teilprofile Personen, Produkte und Zeitgeschichte; (Bezüge zwischen den Profilen)

1 Familienunternehmen

FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG ist ein mittelständisches, produzierendes Familienunternehmen in der dritten Generation. Geschäftsführer von FILIGRAN sind die Enkel des Firmengründers, Jörg Frhr. v. Weiler und Stefan Frhr. v. Weiler. Das Unternehmen wurde 1949 von Dipl. Ing. Stefan Keller unter dem Namen FILIGRANBAU Stefan Keller KG gegründet.

Die historische Entwicklung und Markteinführung der FILIGRAN-Bauweise in Zusammenarbeit mit den Kunden prägt das Unternehmen. Eine weitere wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Bauweise und somit auch für den Erfolg von FILIGRAN war stets die partnerschaftliche Grundhaltung gegenüber den Mitarbeitern und Lieferanten.

Die Produkte und Dienstleistungen werden weltweit angeboten. Der Schwerpunkt liegt aber zurzeit in Deutschland.

1.1 Stefan Keller – Firmengründer

1.1.1 Leben

Die historische Entwicklung von FILIGRAN kann nicht wiedergegeben werden, ohne die Geschichte von einem Mann mit Visionen zu erzählen – Stefan Keller. Er war nicht nur der Firmengründer. Er legte mit seinen Erfindungen, Entwicklungen und auch seiner Persönlichkeit den Grundstein für das Unternehmen und hat es entscheidend geprägt.



Abb. 1: Stefan Keller, im Hintergrund FILIGRAN-V-Sparren (aus S4-F3-M3)

Julius Georg Stefan Keller wurde am 26. Juni 1905 im Banat¹ in Ungarn geboren. Er war das erste Kind des Arztes Dr. Nikolaus Keller und seiner Frau Irma Keller geborene Gúty von Orszah und hatte drei Geschwister. Bis 1923 ging er auf das ungarische Piaristen²-Gymnasium in Temeschburg³ und machte 1927 seinen Abschluss als Diplomingenieur für Maschinenbau, nachdem er sieben Semester an der technischen Hochschule in Stuttgart studiert hatte. Zu dieser Zeit erwarb er auch nebenbei den Flugschein. Nach seinem Studium ging er wieder zurück nach Temeschburg und war dort vier Jahre lang Betriebsleiter in einer Sperrholz- und Furnierfabrik. [1] [2]

Da er stets bestrebt war, ein eigenes Unternehmen zu haben, gründete er mit 28 Jahren die Furnierfabrik Keller und Braun in Weidenbach bei Kronstadt⁴. In den Jahren von 1933 bis 1944 wuchs die Firma zu einem 110-Mann-Betrieb.

Stefan Keller heiratete 1935 Krista Pildner von Steinburg. Ihre drei gemeinsamen Kinder kamen in Kronstadt zur Welt. Die erste Tochter Anita wurde am 25. November 1936, die zweite Tochter Maja am 09. November 1939 und der Sohn Klaus am 14. Juni 1941 geboren.



Abb. 2: Stefan und Krista Keller mit Klaus, Anita und Maja (Privatfoto)

¹ Gebiet zwischen den Flüssen Donau, Theiß und Maros im südlichen Osteuropa

² sind Angehörige der katholischen Männer-Ordensgemeinschaft *Ordo Clericorum Regularium Pauperum Matris Dei Scholarum Piarum* (Ordenskürzel: SP); gehören hauptsächlich Priester an, die in der Erziehung und im Schuldienst wirken

³ Stadt in Rumänien, auch Temeschwar genannt

⁴ Stadt in Rumänien

Die Familie floh am 28. August 1944, unter dem Verlust ihres gesamten Besitzes, vor der vorrückenden russischen Armee. Die Flucht dauerte 8 Monate. Als die Familie im April 1945 in München ankam, lag die Stadt in Trümmern⁵. Durch die weitere Bombardierung von München wurden viele Menschen evakuiert und die Familie Keller kam auf das Gut Eurach zur Familie Noris. Dies lag 60 km südlich von München. Die ersten Jahre des Flüchtlingsdaseins waren sehr schwierig. [1]

Mitte des Jahres 1945 bekam Stefan Keller eine Anstellung als technischer Leiter bei Metallbau-Semler in München-Pasing. Bereits zu diesem Zeitpunkt entwickelte er ein Konzept für den Wiederaufbau der zerstörten Häuser.

1948 zog die Familie in ein Haus in München-Solln. Dort befand sich auch das erste eigene Büro. Bereits am 02. Januar 1949 gründete Stefan Keller gemeinsam mit Dr. Harald Richter und Dr. Harold von Steinburg die FILIGRANBAU Stefan Keller KG. [3]

Stefan Keller war für seine Mitarbeiter wie ein Fels in der Brandung und verstand es, sie zu motivieren. Er war auch sozial sehr engagiert, unter anderem setzte er sich großzügig und über Jahre hinweg für den Bau des Siebenbürgerheims in Lechbruck⁶ ein. Weiterhin bemühte er sich, seine Familie zusammenzuführen, und schließlich gelang es ihm, die Ausreise für seine Geschwister und deren Kinder, insgesamt 22 Personen, aus Rumänien zu ermöglichen. [1]

Am 12. Dezember 1978 verstarb Stefan Keller. Bis zuletzt war er voller Tatkraft, denn kurz bevor er starb, bereitete er einen Kreditantrag für die Weiterentwicklung des X-Trägers vor.

⁵ Zweiter Weltkrieg (01.09.1939 - 02.09.1945)

⁶ Einrichtung für Altenpflege und Altenfürsorge, aber nicht nur für Siebenbürger, sondern auch Bürger aus Lechbruck und Umgebung; Siebenbürgen oder auch Transsilvanien ist ein Gebiet im Zentrum von Rumänien

1.1.2 Erfinder

1945 entwickelte Dipl. Ing. Stefan Keller den **FILIGRAN-Profil-Fachwerkträger**. Dieser Träger wurde hauptsächlich als Sparren für Dächer eingesetzt, fand aber auch Verwendung in Decken. Der Träger bestand aus T-Profilen für die Gurte und U-förmig gebogenen Blechen für die Streben. Diese wurden durch Punktschweißen kontinuierlich miteinander verbunden. Die Schweißstraße hierfür war eine von Metallbau Semler entwickelte Einrichtung zur kontinuierlichen Erzeugung von FILIGRAN-Trägern unterschiedlicher Bauhöhe und Teilung. In einem 5-Sekunden-Takt wurden jeweils vier Diagonalenanschlüsse an die Gurte geschweißt.



Abb. 3: Stefan Keller bei einem der ersten Versuche am FILIGRAN-Fachwerkträger bei Metallbau Semler ca. 1947 (aus S1-F2-M11)

Somit dauerte die Fertigung von 1 m Träger circa 15 Sekunden. Diese Anlage konnte etwa 25.000 lfm FILIGRAN-Fachwerkträger im Monat im einschichtigen Betrieb erzeugen. [4]

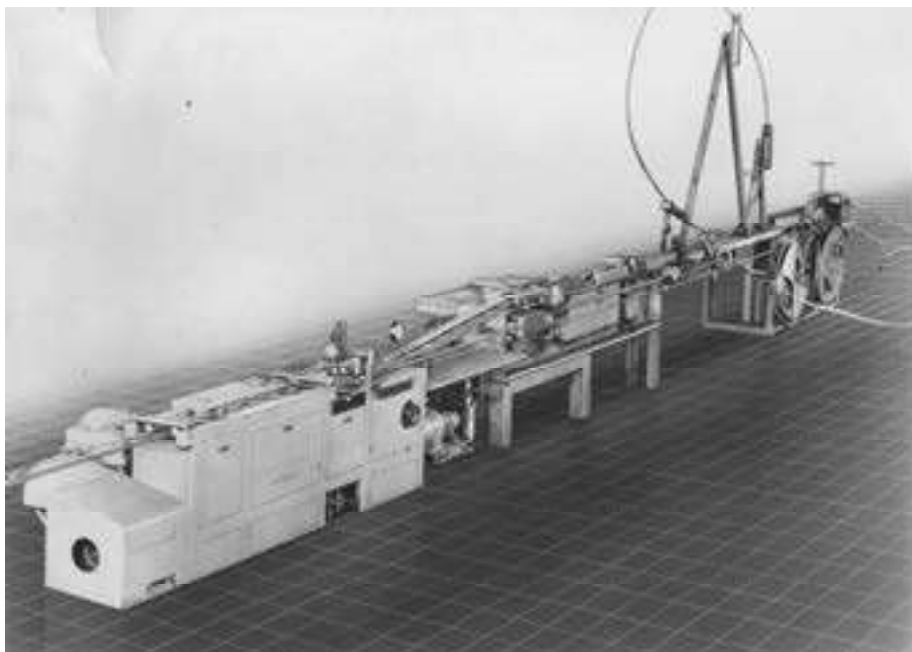


Abb. 4: Der erste Gitterträger-Vollautomat (aus S1-F2-M6)

1953 wurde von Stefan Keller der erste Gitterträger-Vollautomat der Welt entwickelt, der ihm zu internationaler Geltung verhalf. Er war somit der Erste, der Gitterträger für Decken vollautomatisch, endlos und folglich abfalllos, im Wesentlichen aus Rundstahl, herstellte.

Der Automat führte alle Operationen hydraulisch durch. Vor dieser Neuerung waren die Ober- und Untergute aus handelsüblichen T-Walzprofilen und die Streben wurden aus Bandstahl erzeugt. Diese legte man von Hand in den Halbautomaten ein. Um die vollautomatische Gitterträgerfertigung realisieren zu können, mussten die starren T-Profile durch biegsame Bänder und Rundstähle ersetzt werden. Die Bänder und Rundstähle konnten in Ringen oder Rollen angeliefert werden. Die Maschine erzeugte 149 m des **SK-Rundstahl-Gitterträgers** in der Stunde. [5] (Einsatzbereich SK-Träger Abschnitt 3.1.2.1)

Diese Herstellung gewährleistete somit eine gleichbleibende Qualität des Produktes. Bei dem SK-Träger wurde die durchlaufende Diagonale in Abständen von 25 cm mit den beiden Untergurtstäben verbunden. Die Unverschieblichkeit der Stäbe wurde durch 4-fache Punktschweißung am Knoten erreicht. Die Patente für die Entwicklungen im Bereich Gitterträger und Produktionsautomat wurden erst 1960 erteilt. [6]

Eine weitere Entwicklung stammt aus dem Jahr 1955. Die dazugehörige Patentanmeldung erfolgte 1956. Es handelt sich um das Kaltreckverfahren⁷ für Rundstahl, bei dem die Stähle zu höherer Festigkeit und Güte veredelt werden. 1958 wurden über einer Million Meter Rundstahl produziert. Nach erfolgreicher Erprobung konnte das Verfahren 1959 im großen Maßstab eingesetzt und erstmalig auch von einem Lizenznehmer übernommen werden. [7]

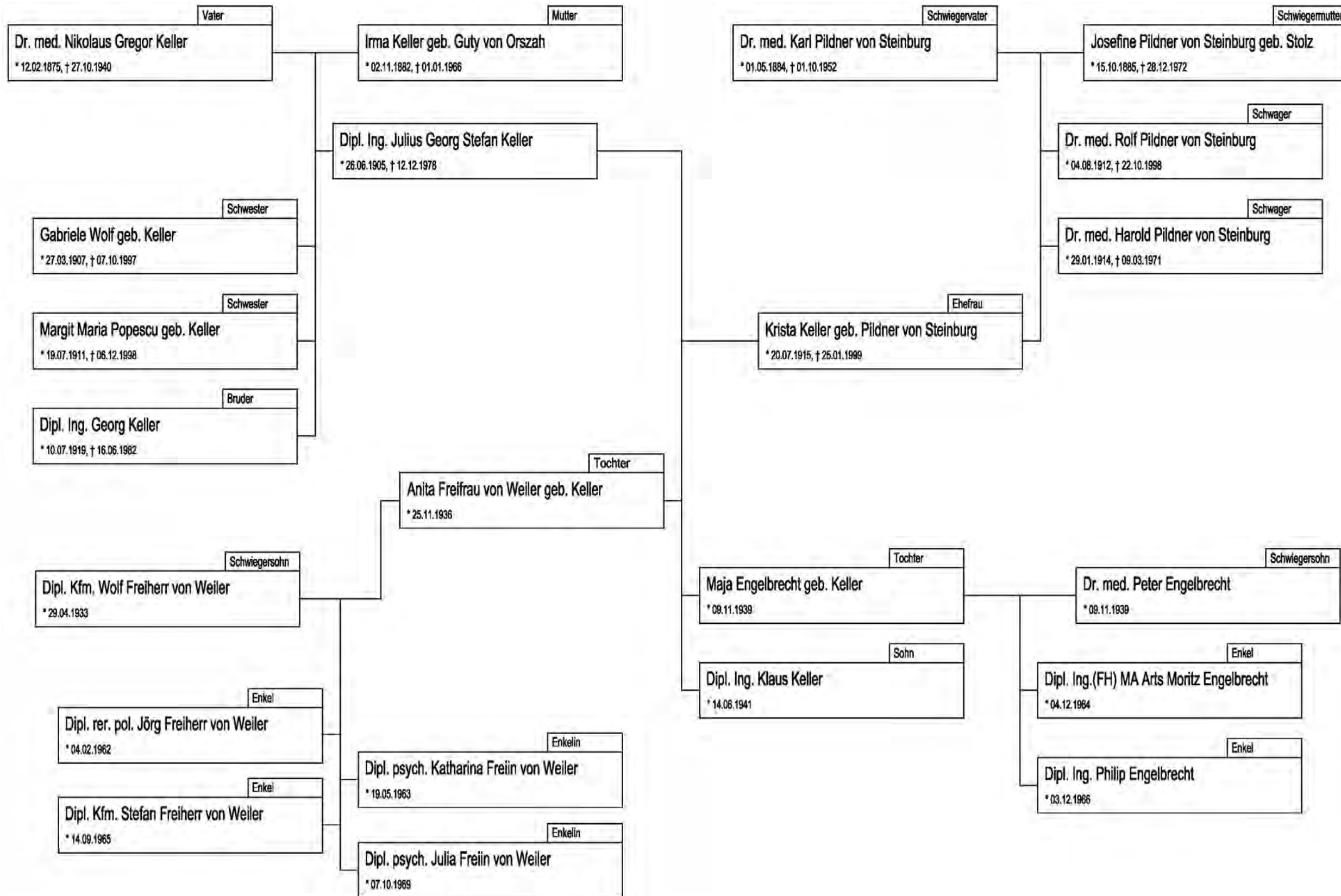
Anfang der 60er Jahre entwickelte Stefan Keller den **X-Träger** für den Stahlbau. Die Träger wurden endlos aus Bandstahl in einer 45 m langen Maschine gebogen und geschweißt. Aufgrund des vollautomatischen Produktionsverfahrens konnte der Träger nur in einer Höhe hergestellt werden. Durch die stetige Weiterentwicklung kam Anfang der 80er Jahre der **XV-Träger** mit variablen Bauhöhen hinzu.

Seine Entwicklungen und Ideen führten zu über 40 Patenten. Diese waren für Träger-, Decken-, Dach- und Wandkonstruktionen sowie für deren Herstellungsverfahren und Maschinenentwicklungen. [2]

⁷ Kaltverfestigung durch Beanspruchung des Materials über seine Streckgrenze und damit einer bleibenden plastischen Verformung

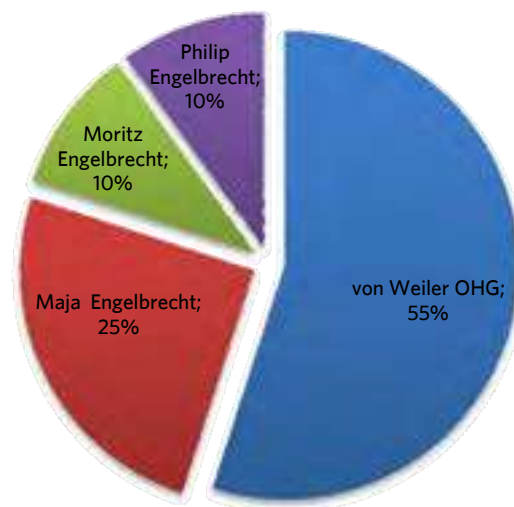
1.1.3 Geschäftsführung von FILIGRAN

Die Übersicht soll die Zuordnung der Personen in dieser Arbeit erleichtern.



1.1.4 Gesellschafter

Die folgende Übersicht bezieht sich auf die Produktion und den Vertrieb in Deutschland. Die Gesellschafter und Beteiligungen der FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG machen deutlich, dass es sich bei FILIGRAN um ein Familienunternehmen handelt. Die Prinzipien und Handlungsweisen sowie die unternehmerische Verantwortung liegen nun schon seit 65 Jahren in Familienhand.



Die Beteiligungen an der von Weiler OHG teilen sich wie folgt auf:



Wolf Freiherr von Weiler

1961 stieg Wolf von Weiler in dem Unternehmen ein und ab 01. Januar 1982 war er Geschäftsführer der FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG.

Jörg Freiherr von Weiler

Am 01. April 1992 ist Jörg von Weiler in die Firma eingetreten und seit dem 01. Dezember 1999 Geschäftsführer.

Stefan Freiherr von Weiler

Am 01. März 1997 ist Stefan von Weiler in das Unternehmen eingetreten. 2003 übernahm Stefan von Weiler die Leitung der FILIGRAN-Werke in Leese und Klieken.

2 FILIGRAN – Entwicklung des Unternehmens

2.1 Firmengeschichte

In dem Drang nach Selbstständigkeit, war es nur eine Frage der Zeit, bis sich Stefan Keller von Metallbau Semler trennte und sein eigenes Unternehmen aufbaute. Noch als Betriebsleiter entwickelte er seine ersten Fachwerkträger. Da diese Träger im Vergleich zu den bis dahin verwendeten Holzbalken in Dächern und insbesondere in Geschossdecken, sehr „filigran“ wirkten, nannte er ihn FILIGRAN-Träger. Auf dem Markt wurde der Träger 1948 eingeführt. Das erste eigene Konstruktionsbüro befand sich bereits 1948 im Haus der Familie in München-Solln. Am 02. Januar 1949 wurde mit zwei weiteren Gesellschaftern die FILIGRANBAU Stefan Keller KG gegründet: Dr. Harald Richter und Dr. Harold Pildner von Steinburg.



Abb. 5: Erste Fertigungshalle in Geretsried (aus S2,li-F4-M2)

Auf einem ehemaligen Munitionsgelände in Geretsried bot sich die Möglichkeit zum Aufbau einer Fabrik. Die Anfänge der FILIGRAN-Bauweise wurden bereits 1945 bis 1948 entwickelt. Seit 1948 wurden Lizenzen vergeben. Firmen mit FILIGRAN-Lizenzen gehörten zum Stahlbau, zur Stahlerzeugung oder zur Beton-Branche. Der **FILIGRAN-Profil-Fachwerkträger** für Dächer war das erste Produkt. [3] [8]

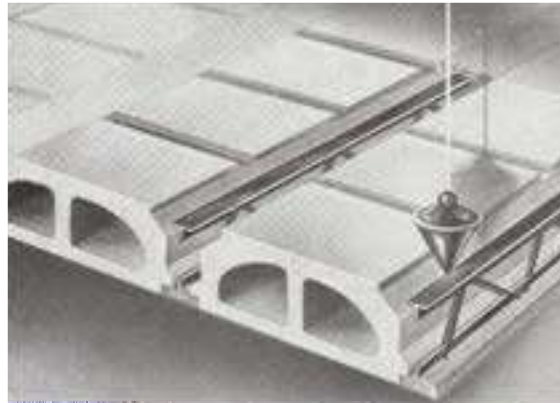


Abb. 7: FILIGRAN-Standarddecke (aus [45])

Die **FILIGRAN-Standarddecke** wurde 1950 in den Markt eingeführt. Charakteristisch ist die an den Gitterträger angerüttelte Betonfußleiste. Bis zum September 1951 wurden bereits 300.000 – 400.000 m² der FILIGRAN-Decke verlegt. Der Beton der Leiste bietet sowohl eine korrosionssichere Ummantelung der Untergurteisen als auch ein Auflager für die Deckensteine. Die ersten Rüttelversuche für die Fußleiste wurden im Dezember 1949 bei der Firma Held & Franke in München durchgeführt. [7] [4]



Abb. 6: Anrütteln der Betonfußleiste an den Fachwerkträger (aus S1-F2-M6)

1951 wurde die **FILIGRAN-Ziegeldecke** patentiert und in den Markt eingeführt. Am 19. November 1956 wurde die Ziegeldecke als erste schalungsfreie Tonziegeldecke bis zu einer Nutzlast von 1000 kg/m² auf Bundesebene zugelassen. [9]

Zu Beginn arbeitete man mit 14 Betonwerken zusammen, in denen der FILIGRAN-Gitterträger mit der Betonleiste versehen wurde. 1967 waren es 120 Werke in Bayern und Ostwürttemberg. Weitere 100 Vertragswerke im übrigen Bundesgebiet wurden von drei Lizenzunternehmen beliefert. [5]

1953 gab es die erste vollautomatische Gitterträgerfertigung der Welt bei der FILIGRANBAU Stefan Keller KG und im Juli 1954 wurde die Produktion aufgenommen. Der erste FILIGRAN-Gitterträger hatte eine Bauhöhe von 13,5 cm und bei dieser Art der Herstellung war man im beschränkten Maß in der Diagonale und den Untergurten variabel. Bei der Konstruktion des folgenden Automaten war es auch möglich, die Bauhöhe zu variieren. Nun war man in der Lage, viele unterschiedliche Trägertypen herzustellen. Nicht nur verschiedene Trägerformen waren möglich, sondern auch Gurtdurchmesser von 5 bis 10 mm und Bauhöhen von 7 bis 42 cm. [10]



Abb. 8: Feier auf dem FILIGRAN-Gelände zum millionsten Meter SK-Träger
(aus S2, li-F2-M1)

Am 28. April 1956 lief der millionste Meter SK-Rundstahlträger in Geretsried vom Band. In einer feierlichen Zeremonie wurde der Träger vom Fördergerüst herausgeschnitten und versilbert. Bereits ein Jahr später, am 26. Juni 1957 zum Geburtstag von Stefan Keller, lief der zweimillionste Meter vom Band. Hierbei handelte es sich nur um die Produktion des Werkes in Geretsried. Von Geretsried aus wurden über 50 Vertragswerke mit den Trägern beliefert. Diese Zahlen bewiesen, dass sich der Rundstahlträger als neues Bauelement auf dem Markt erfolgreich etabliert hatte. Neben Rundstahlträgern, die damals 80% der Produktion ausmachten, wurden in Geretsried ebenfalls die FILIGRAN-Profil-Fachwerkträger hergestellt. [11] [12]



Abb. 9: Bis zum 26. Juni 1957 wurden 2 Millionen Meter SK-Träger produziert
(aus S2, re-F5-M2)

Der zweite Vollautomat wurde 1957 in Geretsried in Betrieb genommen. Zu dieser Zeit waren rund 70 Mitarbeiter bei FILIGRANBAU beschäftigt. Ein Jahr später integrierte man das patentierte Reckverfahren in den Produktionsprozess. [13]

Ein sehr großer Fortschritt in der Halbfertigteilbauweise gelang 1964 mit der **FILIGRAN-Elementdecke**. Sie wurde vom österreichischen Lizenznehmer entwickelt. Anschließend für Deutschland übernommen und in den folgenden Jahren im Markt eingeführt. [13]

Anfang der 60er Jahre entwickelte Stefan Keller den **X-Träger**, den ersten vollautomatisch erstellten Fachwerkträger in Leichtbauweise für den Stahlhochbau. Die Arbeiten an der Schweißstraße zur Herstellung der Träger waren 1965 abgeschlossen. Er wurde zum Beispiel 1972 bei der Erstellung einiger Gebäude auf dem Olympiagelände in München eingesetzt. Dafür wurden ca. 70000 m X-Träger geliefert. Um auch weitgespannte Tragwerkkonstruktionen abdecken zu können, wurde Anfang der 80er Jahre der XV-Träger entwickelt. [3] [14]



Abb. 10: Restaurant Olympiade in München (aus [3])

Eine Weiterentwicklung des SK-Trägers kam 1967. Dies war unter anderem der S-Träger, der eine hochgezogene untere Diagonalschlaufe besaß, ein guter Bügelersatz. Der SE-Träger kam 1974 und ermöglichte das Einhängen der Schlaufe in Baustahlmatten. Damit bot er eine zusätzliche Sicherheit bei der damaligen Herstellung der Elementdecke.

1971 wurde die **FILIGRAN-Wand** auf dem Markt eingeführt. Zu dieser Zeit wurde sie mit dem S-Träger hergestellt. Später wurde der SWE-Träger in der Elementwand verbaut, dieser wurde 1975 zugelassen. Alle FILIGRAN-Deckensysteme wurden Anfang 1972 in der DIN 1045 erfasst. 1976 gab es die letzte Weiterentwicklung eines S-Trägers, den SQ-Träger, der auch als Schubbewehrung diente. [13]

Durch die Weiterentwicklung der Herstellung von Elementdecken waren räumliche Gitterträger erforderlich. Als Klaus Keller am 01. Juli 1972 den Maschinenbau übernahm, führte er eine Reihe von Neuerungen durch. Zuerst entwickelte er den D-Automaten für die D-Träger. 1978 konstruierte und baute er einen Hochleistungsautomaten zur Herstellung von E-Trägern. Klaus Keller erhielt sowohl Patente für das Herstellungsverfahren als auch für den Träger. Im Maschinenbaubetrieb wurden mehr als 40 FILIGRAN-Automaten unterschiedlicher Bauweise erstellt. Diese Automaten wurden in den vier deutschen und mehr als zehn europäischen und außereuropäischen FILIGRAN-Betrieben eingesetzt. [1] [3] [13]

In verschiedenen Ländern, wie Venezuela, Guatemala und in der Türkei wurden Gitterträgerproduktionen von Dipl. Ing. Klaus Keller eingerichtet und er übernahm ebenfalls die laufende Betreuung. 1983 schied Klaus Keller aus der Firma aus. [3]



Abb. 11: Klaus Keller bei dem Aufbau einer Gitterträgerproduktion in Venezuela
(aus S4-F5-M7)

Am 01. Januar 1982 erfolgte der Zusammenschluss der deutschen Werke Filigranbau Stefan Keller KG und Norddeutsche Filigranbau von Weiler KG zu einem Unternehmen, der FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG. Wolf von Weiler übernahm als alleiniger Geschäftsführer die Leitung von FILIGRAN. In diesem Jahr wurde ebenfalls die Produktion des XV-Trägers aufgenommen. Er konnte in den Höhen von 70 bis 220 cm geliefert werden. Aufgrund der vollautomatischen Herstellung des X-Trägers, konnte dieser nur in einer Bauhöhe von 50 cm hergestellt werden. Diese Träger waren patentrechtlich geschützt und wurden bundesweit eingesetzt. [13]

Mit dem Fall der Mauer⁸ gelang es die FILIGRAN-Bauweise flächendeckend in den neuen Bundesländern einzuführen. Viele Betonwerke wurden beraten, Alternativen zur Plattenbauweise zu entwickeln. Man unterstützte sie bei der Umstellung auf die neuen Produkte und somit auch bei der Umstellung ihrer Produktion. Hilfe erhielt Wolf von Weiler dabei von seinem Sohn Jörg. Ab 1995 konzentrierte sich Jörg von Weiler auf die Erschließung neuer Einsatzbereiche in Tschechien, Polen und Russland. Es wurde ein neues Unternehmen namens FILIGRAN POLSKA in Warschau gegründet. [3] [14]

2009 wurde die Produktionspalette erweitert. Es wurde kaltgereckter Bewehrungsstahl in Ringen und gerichteter Betonstahl in das Sortiment aufgenommen. [3]

⁸ 09.November 1989

2.2 Standorte

2.2.1 Werke damals

FILIGRANBAU Stefan Keller

Da die Gitterträgerproduktion von 1951 bis 1955 auf das 8-fache angestiegen war und ca. 2500 bis 3500 t Stahl von Hand entladen und auf dem Gelände transportiert werden mussten, richtete Stefan Keller im September 1955 einen Gesuch an die Landesanstalt für Aufbaufinanzierung (LfA), um das bis dahin gepachtete Grundstück in Geretsried zu erwerben. [3]

Die wirtschaftliche Entwicklung Bayerns wurde seit der Gründung der LfA als Flüchtlingskreditbank 1951 entscheidend mitgeprägt. Als Förderbank ebnete die LfA bayrischen Unternehmensgründern den Weg in die Selbstständigkeit und unterstützte zukunftsweisende Investitionsvorhaben. Bayerns Wirtschaft sollte wieder in Gang gebracht werden. Weiterhin versuchte man die Integration von über 1,9 Millionen Flüchtlingen durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze zu bewältigen. Vor diesem Hintergrund wurde am 07.12.1950 die LfA gegründet, die am 01.05.1951 ihre Geschäftstätigkeit aufnahm. Die LfA förderte anfangs kleine Gewerbebetriebe, bald auch mittelständische und große Unternehmen. Seit 1997 ist sie unter dem neuen Namen LfA Förderbank Bayern firmiert. [15]



Abb. 12: Zustand der Hallen vor dem Erwerb 1949 (aus [3])

FILIGRAN konnte 1958 das ca. 38.000 m² große Grundstück an der Blumenstraße in Geretsried mit den Bunkern 313, 314, 316, 317, 318, 319 und 320 erwerben. Es wurde sofort mit dem Ausbau der Gebäude begonnen. Einzelne Bunker wurden miteinander verbunden und neue Hallen errichtet. So konnten der Materialfluss optimiert und die Gitterträgerautomaten optimal platziert werden. [3]



Abb. 13: FILIGRAN-Grundstück in Geretsried (aus S4-F3-M3)

Von 1965 bis 1973 wurden im Westen des Grundstückes neue Produktionshallen errichtet. Darin wurden insgesamt sieben Gitterträgerautomaten nebeneinander aufgestellt. Südlich wurden offene Hallen angeschlossen. Diese dienten zur Lagerung der fertigen Gitterträger.

1972 wurde ein Antrag gestellt, um ein etwa 700 m langes eigenes Werksgleis für den Materialtransport errichten zu können. Das Grundstück wurde um 18.000 m² erweitert. Dadurch war es möglich, das Rohmaterial direkt vom Waggon in die Produktionshallen zu entladen. [3]

Ende 1994 wurde das unwirtschaftlich gewordene Werk in Geretsried bei München geschlossen.

Adresse: FILIGRANBAU Stefan Keller GmbH & Co. KG
Blumenstraße 17
8192 Geretsried 1

Zentrale

Die Zentrale wurde als eine Organisation der vier Lizenzwerke gegründet und hatte die Aufgabe, Zulassungen für FILIGRAN-Produkte zu erlangen und technische Unterlagen zu erstellen. Die Kunden von FILIGRAN wurden durch die technische Vertriebsleitung mit Außendienstmitarbeitern von den vier Werken betreut und mittels umfangreicher Daten unterstützt und bei der Durchführung der Projekte intensiv beraten.

Adresse: FILIGRANBAU-Zentrale
Blumenstraße 17
8192 Geretsried 1

Maschinenbau Klaus Keller

Adresse: Maschinenbau Klaus Keller
Blumenstraße 17
8192 Geretsried 1

Anfang der 60er Jahre gab es drei weitere FILIGRAN-Firmen im Westen, Südwesten und Norden Deutschlands.

Norddeutsche Filigranbau

1961 wurde beschlossen, die norddeutschen FILIGRAN-Werke von Hamburg-Neuenfelde nach Leese zu verlegen und somit das Werk in Hamburg aufzugeben. Dies geschah auf Anregung von Dr. Ing. Henke. Die Firma Henke vermittelte ebenfalls das Grundstück an der Eisenbahnlinie. [16]

Adresse: Norddeutsche Filigranbau
Am Zappenberg 6
3071 Leese/Weser

Rheinische Filigranbau

Adresse: Rheinische Filigranbau
Andernacher Str.
5471 Nickenich

Filigranbau Südwest

Adresse: Filigranbau Südwest
Heinrich-Weitz-Straße 13
7500 Karlsruhe 41

2.2.2 Werke heute

Heute gibt es noch zwei FILIGRAN-Werke in Deutschland: die Zentrale in Leese und das Werk in Klieken.

FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG

Das FILIGRAN-Werk in Leese ist das Stammwerk und gleichzeitig die Firmenzentrale.



Abb. 14: FILIGRAN-Gelände in Leese (aus S1-F2-M3)

Mit dem Bau des ersten Fabrikationsgebäudes in Leese wurde zu Beginn des Jahres 1962 angefangen und FILIGRANBAU Nord zog von Hamburg-Neuenfelde nach Leese. In diesem Jahr wurden bereits 350.000 m FILIGRAN-Träger in Leese hergestellt. Daraus konnte man ca. 3000 Decken für Wohnungen bauen. [17]

Adresse: FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG
Am Zappenberg 6
31633 Leese

FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG (Klieden)

1993 nahm das Werk in Klieden in Sachsen-Anhalt seinen Betrieb auf.

Im Jahr 1995 war erstmals ein Rückgang bei den Gitterträgerumsätzen zu verzeichnen. Dieser Trend setzte sich auch 1996 fort und es gab regionale Einbußen im Norden und Süden von Deutschland. Es konnten lediglich im Osten Zuwächse erzielt werden. Diese Tatsache bestätigte nochmals die Standortverlegung von Geretsried nach Klieden (Sachsen-Anhalt).

Adresse: FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG
Haide Feld 2
06869 Klieden

3 Die FILIGRAN-Bauweise

Die FILIGRAN-Bauweise wurde durch Stefan Keller begründet und nahm ihren Anfang nach dem Zweiten Weltkrieg. Zu dieser Zeit entwickelte er ein Konzept für den Wiederaufbau der zerstörten Häuser insbesondere der ausgebrannten Dächer. Er wollte Masse durch Konstruktion ersetzen und der Holzverknappung entgegenwirken, indem er Holzbalken in Dächern und Decken durch Stahlträger ersetzte. Dieses Prinzip wurde in der Folgezeit konsequent von ihm umgesetzt und stellt den Grundstein für die FILIGRAN-Bauweise dar.

Nachstehend wird in einem Überblick auf die Produkte und das Wesentliche der verschiedenen FILIGRAN-Konstruktionen eingegangen.

3.1 Produktpalette

Mit der Firma FILIGRAN Trägersysteme verbindet man die Elementdecke, doch die Produktpalette ist viel umfangreicher. Das Angebot änderte sich im Laufe der Zeit. Die Entwicklung von neuen Produkten bzw. Weiterentwicklungen wurde von den FILIGRAN-Mitarbeitern auch auf Anregungen aus dem Markt vorgenommen, um weitere rationellere Einsatzbereiche der Bauindustrie aufzuzeigen und vor allem auch, um es den Kunden (den Betonwerken) zu ermöglichen, neue Absatzmärkte zu erschließen. Im Folgenden wird auf die einzelnen Produkte eingegangen.

3.1.1 Fachwerkträger

Der von Stefan Keller in der Zeit zwischen 1945 und 1948 entwickelte FILIGRAN-Fachwerkträger war ein Konstruktionselement, das unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten bot. Das Patent 814 654 für diesen geschweißten Gitterträger wurde am 23. Oktober 1948 für Deutschland erteilt. Als Zusatz erhielt Stefan Keller das Patent 828 036 für die Einrichtung zur Herstellung widerstandsgeschweißter Gitterträger, dies wurde ebenfalls am 23. Oktober 1948 erteilt.

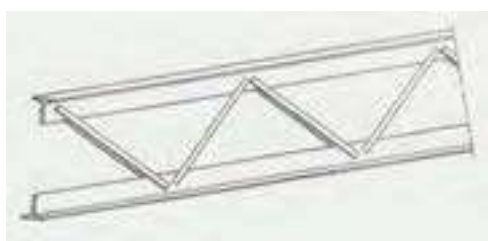


Abb. 15: FILIGRAN-Fachwerkträger (aus [45])

Der Fachwerkträger wurde in verschiedenen Bauhöhen von 14, 17, 20, 25, 30, 44 und 60 cm erzeugt. Der Träger bestand aus T-Profilen an den Gurten und an den steigenden und fallenden Diagonalen aus 30 x 2 mm Stahlblechen mit dem Querschnitt eines gespreizten U. Pro laufenden Meter benötigte die Schweißmaschine nur 15 Sekunden und war durch ein elektrisches Steuerverfahren auf alle Trägertypen und -längen einstellbar. Im Wohnungsbau wurden diese Gitterträger bei der Verwendung als Sparren nur noch mit Kopf- und Fußlagern ausgestattet und mit einem Futterholz für das spätere Aufnageln der Holzdachlattung versehen.

Da die Träger nur in ihrer Fachwerkebene steif waren und senkrecht dazu weich, wurden bei größeren Stützweiten, zum Beispiel im Hallen- und Industriebau, Sparren mit räumlichem Querschnitt eingesetzt. Dies wurde durch V-förmiges Zusammenfügen im Winkel von 40° von zwei ebenen Gitterträgern erreicht. Bei diesen Dreigurtträgern wurde der Druckgurt durch die beiden gezogenen Untergurte stabilisiert. Die Patentschrift trägt die Nummer 806 726 und ist für den geschweißten Dachbinder aus Gitterträgern. Stefan Keller war ebenfalls der Erfinder und patentiert wurde es am 24. Dezember 1948 in der Bundesrepublik Deutschland.



Abb. 16: FILIGRAN-V-Sparren (aus [45])

Die Träger wurden im Anschluss zum V-Sparren, V-Balken oder zur Gitterdecke weiterverarbeitet. Bei allen drei Varianten sprach die geringe Montagezeit für diese Konstruktionen, da innerhalb weniger Stunden eine komplette Rohdecke beziehungsweise ein komplettes Rohdach erstellt werden konnte. Geringe Eigengewichte waren ebenfalls ein positives Merkmal und für dauerhaften Rostschutz wurde gesorgt. [4] [18] [19]

3.1.1.1 Sparrendach

Das FILIGRAN-Sparrendach war eine Stahl-Leichtbau-Konstruktion. Die Sparren bildeten ein räumliches Fachwerk, das sich aus zwei V-förmig miteinander verbundenen Gitterträgern zusammensetzt. Jeder Gitterträger besteht aus einem Obergurt und zwei Untergurten aus Walzprofilen. Die Streben wurden aus V-förmig gefalztem Bandstahl gefertigt, die beiderseits der Gurtstege durch Punktschweißung verbunden waren.

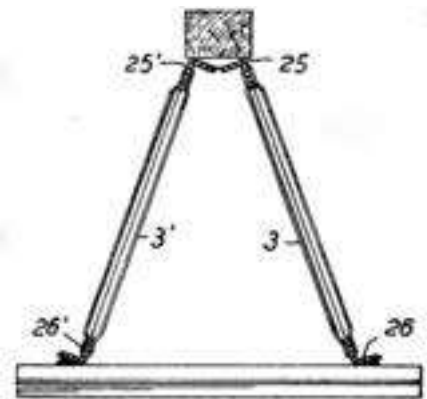


Abb. 17: Stirnansicht eines Sparrens mit L-förmigen Gurten (aus Patentschrift 841 343)

Die Abstützung im First erfolgte durch die Obergurte, während das Fußlager mit den Untergurten verbunden war. Die lagerschalenartigen Kopfstücke der Sparren stützten sich

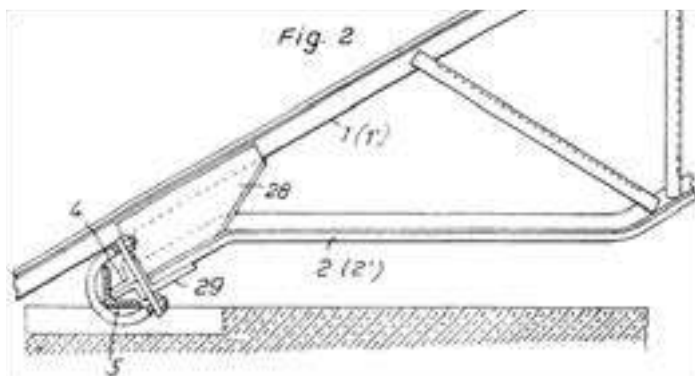


Abb. 18: Fußlager am Obergurt des Sparrens (aus Patentschrift 841 343)

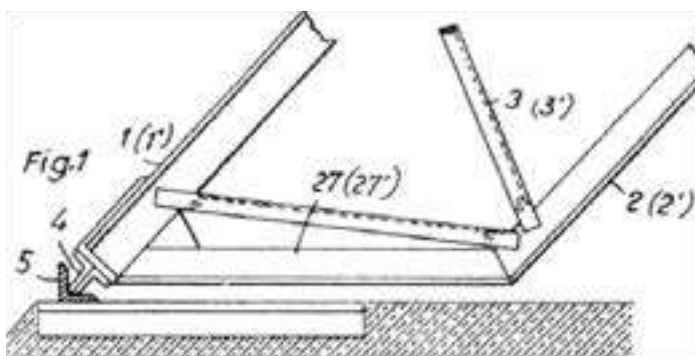


Abb. 19: Weitere Ausführung für das Fußlager am Obergurt (aus Patentschrift 841 343)

am Kopf gegenseitig. Sie wurden am Firstrohr verschraubt und mittels Schellen gehalten. In verschiedenen Fällen konnte das Fußlager auch am Obergurt vorgesehen werden.

Als eine vorteilhafte Lagerung für den Sparren-Fuß wurde eine Schneidenlagerung mittels offener Profile vorgesehen (beide Abbildungen links zeigen eine Schneidenlagerung). Dazu wurde am Fußende der Sparren, quer zur Binderachse, ein T-Profil angeordnet, dessen Steg in der am Bauwerk befestigten Winkelschiene

sitzt. Bei Unterгурtlagerung konnte das T-Profil gleichzeitig als Fußquerstrebe genutzt werden. [20]

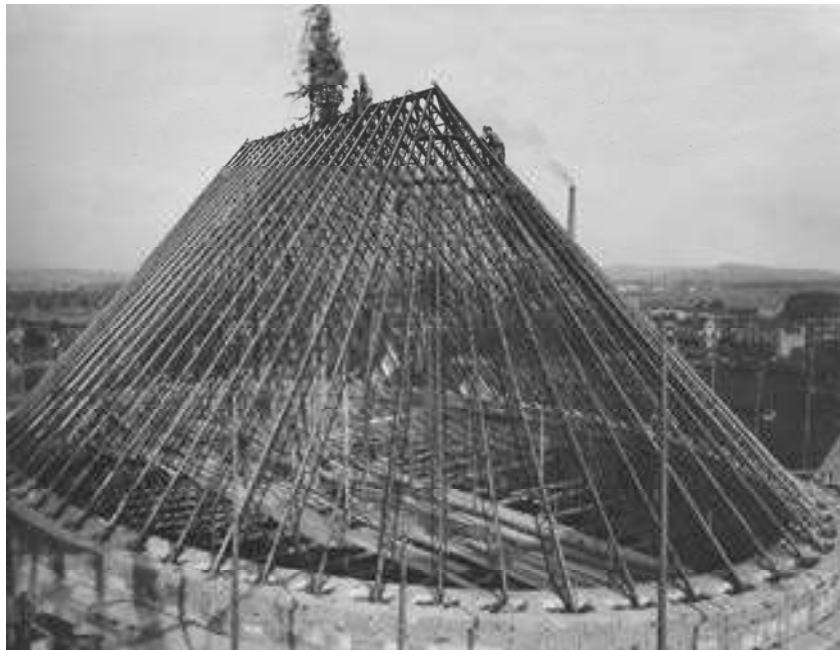


Abb. 20: Ein Kirchendachstuhl mit V-Sparren 1952 (aus S3-F3-M2)

Spannweiten bis zu 36 m waren möglich. Die Träger konnten für Abstände von 0,80 bis 2,50 m dimensioniert werden. Der Sparren wog 5 bis 12 kg/lfm, durch dieses geringe Gewicht war die Montage sehr einfach. Es gab beliebige Sparrenlängen, in Stufen von 33,3 cm bis 13 m. In der Dachneigung war man auch flexibel, zum Beispiel für Satteldächer von 15 bis 60°. Aber auch Pultdächer ab 2° stellten kein Problem dar. Durch die Aufstellung im Dreigelenk-System hatte man bei dieser Dachkonstruktion einen vollkommen freien Dachraum mit idealen Ausbaumöglichkeiten. Das Sparrendach war völlig unabhängig von der Dacheindeckung. Bei Ziegel- oder Pappdächern wurde auf die Sparren ein Polsterholz aufgeschraubt, damit die Lattung wie gewohnt aufgenagelt werden konnte. [6] [19]

3.1.1.2 Balkendecke

Die FILIGRAN-V-Balkendecke war ebenfalls eine Stahl-Leichtbau-Konstruktion. Sie konnte als Wohnhausdecke, aber auch als Decke für einen Industriebau verwendet werden. Beliebige Spannweiten von 3 bis 12 m waren möglich und die Tragfähigkeit konnte angepasst werden. Der Deckenbelag konnte beliebig ausgewählt werden und als Untersicht wurden Holzstabgewebe, Drahtziegelgewebe⁹ oder Heraklith¹⁰ als Putzträger verwendet. [19]

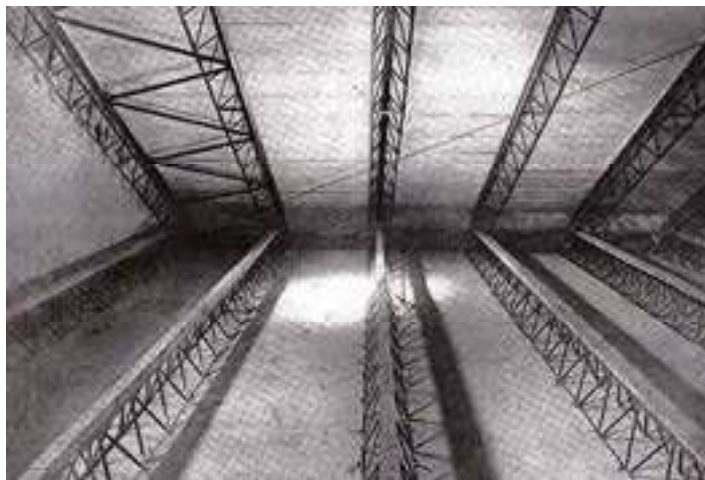


Abb. 21: FILIGRAN-V-Balkendecke kombiniert mit V-Sparrendach, die freie Spannweite betrug 10,5 m (aus [19])

3.1.1.3 Gitter-Decke

Die FILIGRAN-Gitter-Decke war ein räumlich geschlossenes Gitterfachwerk, das aus Einzelelementen bestand. Diese Elemente wurden in Einheitsbreiten von 1,25 m und in der gewünschten Spannweite geliefert. Durch Schweißung oder Klemmung wurden die Einzelelemente auf der Baustelle verbunden. [19]

⁹ Formbares Gewebe aus ausgeglühten Stahldrähten mit gebrannten Tonkörpern, die an den Kreuzungspunkten aufgedrückt und dann gebrannt werden

¹⁰ Holzwolle-Leichtbauplatten



Abb. 22: Einzelelement für FILIGRAN-Gitterdecke (aus S1-F2-M11)



Abb. 23: FILIGRAN-Gitter-Decke als Dachgeschossdecke mit angebrachtem Lagerwinkel für V-Sparren, die Spannweite betrug 9,25 m (aus [19])

3.1.2 Gitterträger

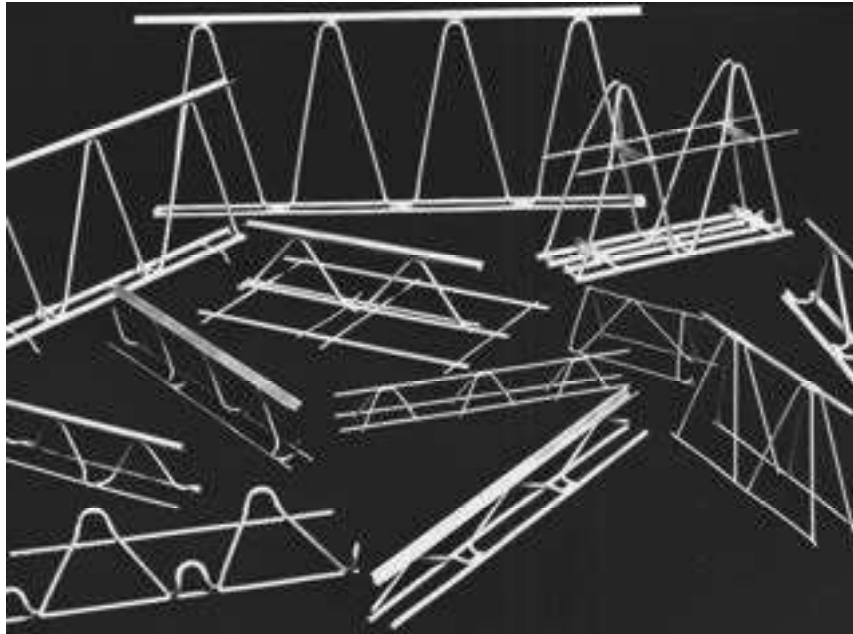


Abb. 24: Unterschiedliche FILIGRAN-Gitterträger (aus S4-F3-M7)

Gitterträger bestehen aus Obergurten, Diagonalen und Untergurten, die miteinander verschweißt ein Bewehrungselement bilden, das die Grundlage der Halbfertigteilbauweise darstellt. Sie sichern den Verbund zwischen Fertigteil und Ort beton, dienen als Distanzhalter für die obere Bewehrung und als Aussteifungselement für das Fertigteil bei Transport, Montage und beim Betonieren. Die Untergurte stellen einen Teil der Zugbewehrung dar, die Diagonalen bilden die Schub- oder Verbundbewehrung und der Obergurt kann als Brand¹¹- oder Zugbewehrung dienen. Die FILIGRAN-Gitterträger wurden in unterschiedlichen Typen mit verschiedenen Stabdurchmessern und in einem Höhenbereich von 6 bis 42 cm hergestellt. Gitterträger dienen nicht nur in der Halbfertigteilbauweise als Bewehrungselement für Decken, Wände, Treppen und Stürze, sie können auch als komplette Bewehrungskörbe für Balken und Unterzüge verwendet werden. Im Folgenden wird auf die einzelnen Trägertypen von FILIGRAN eingegangen. [21] [22]

¹¹ Bei durchlaufenden Platten; Wirksamkeit: Bei einem Brand sinkt die Fließgrenze der unteren Bewehrung, dadurch bildet sich ein einseitig wirkendes plastisches Gelenk. Die obere Bewehrung, die der Hitze weniger ausgesetzt ist, fließt nicht und verhindert die Bildung einer kinematischen Kette.

3.1.2.1 SK-Träger

Der FILIGRAN-Rundstahl-Gitterträger wurde nach dem Namen des Erfinders, Stefan Keller, auch SK-Träger genannt. Die Fertigung erfolgte erstmals vollautomatisch. Durch das Recken der Gurte und Diagonalen nach dem von Stefan Keller entwickelten FILIGRAN-Verfahren wurde eine hohe Festigkeit erzielt. Der Untergurt bestand aus mindestens zwei parallelen runden Stäben und war in jedem Knotenpunkt an vier Stellen verschweißt. Dies ergab eine gute Verbundwirkung zwischen Beton und FILIGRAN-Träger. Die seitlich, rechtwinklig aus der Fachwerkebene herausgebogenen Schlaufen boten die Möglichkeit die Untergurtstäbe mit einem Abstand anzubringen, der größer als die Breite des Obergurtes war. Es war möglich die Schleifen beliebig breit zu wählen und somit den an den Deckenträger gestellten Forderungen anzupassen. Durch den breiteren Untergurt wurde eine höhere Steifigkeit erzielt und der Träger konnte als Montagedeckenträger verwendet werden. Der Obergurt wurde aus Bandstahl erzeugt. Dazu wurde der Bandstahl zu einem U-förmigen, nach oben offenen Profil gebogen und an der Unterseite mit den oberen Biegestellen der Stebenschlange verschweißt. Der biegesteife Obergurt gab dem Träger eine hohe Transport- und Montagefestigkeit. Diese Ausführung des Obergurtes ist bei den nachfolgenden S-Trägertypen ebenfalls zu finden. Je nach Ausführung konnte der Träger in Höhen von 7 bis 27 cm geliefert werden. Der SK-Träger wurde mit einer Betonfußleiste versehen und fand Verwendung in Hohlsteindecken. [23] [24] [25]



Abb. 25: Querschnitt eines SK-Trägers (aus S4-F3-M7)

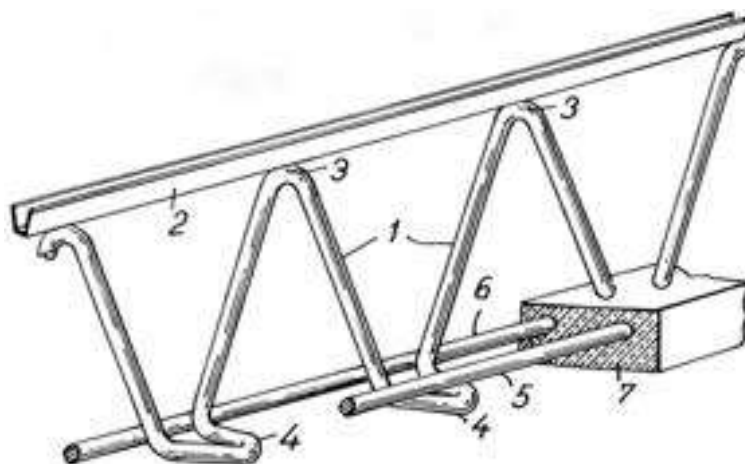


Abb. 26: FILIGRAN-SK-Gitterträger mit angedeuteter Betonfußleiste (aus Patentschrift 1213 102)

3.1.2.2 SH-Träger



Abb. 27: FILIGRAN-SH-Träger mit Holzleiste
(aus S4-F3-M7)

Der FILIGRAN-SH-Träger kam 1960 auf den Markt und diente als Bewehrungselement für Rippendecken. Der Obergurt besteht aus Bandstahl, was typisch für die S-Träger war. Die Diagonalen sowie die Untergute wurden aus Rundstählen gefertigt. Am Untergurt des Trägers wurden vollautomatisch Stahlhaken angeschweißt. Dadurch wurde eine optimale Befestigung der Holzleiste gewährleistet. Diese Holzleiste wurde ebenfalls maschinell angebracht und diente als Auflager für die Schalkkörper und zum Befestigen einer untergehängten

Decke. Der Träger konnte in der Höhe von 7 bis 27 cm hergestellt werden. Die Trägerhöhen von 13 bis 27 cm kamen bei der Rippendecke zum Einsatz.

In dem Fall waren die Betonverdrängungskörper, genannt FILIGRAN-Icalen-Schalungen, trogförmig, leicht, ließen sich platzsparend stapeln und ohne Schwierigkeiten transportieren. Durch die Form entstanden Querrippen mit ausreichendem Betonquerschnitt und das Einschalen entfiel. Die Träger und Schalkörper wurden fertig zur Baustelle geliefert. [26]

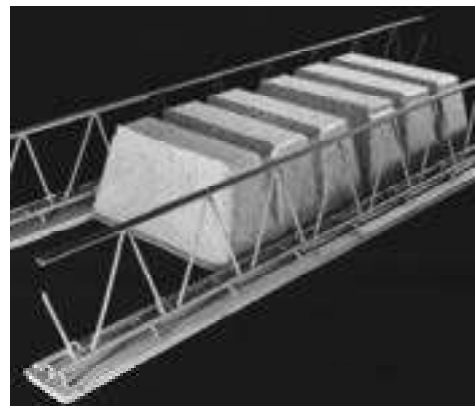


Abb. 28: SH-Träger mit FILIGRAN-Icalen-Schalungen
(aus S1-F2-M8)

3.1.2.3 S-Träger

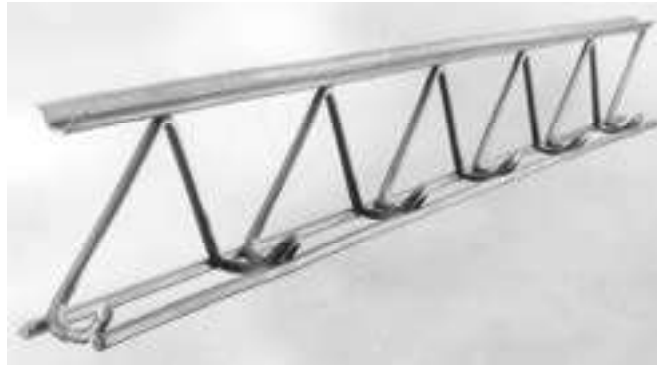


Abb. 29: FILIGRAN-S-Träger (aus S4-F3-M7)

Bei dem S-Träger bestand der Obergurt ebenfalls aus Bandstahl und konnte in den Abmessungen 35 x 1,5 mm oder 40 x 2 mm hergestellt werden. Die Diagonalen hatten einen Durchmesser von 6 bis 10 mm und waren in einem Knotenabstand von 250 mm mit den Gurten verbunden. Der Untergurt bestand aus zwei Stäben mit einem Durchmesser von 6 bis 16 mm. Die Form des S-Trägers ermöglicht es, in die untere Schlaufe ohne weitere Verbügelung einen Zulagestab bis zu einem Durchmesser von 18 mm einzulegen. Der Träger konnte in den Höhen von 70 bis 410 mm hergestellt werden. [21]

3.1.2.4 SE-Träger



Abb. 30: FILIGRAN-SE-Träger (aus S1-F2-M8)

Der FILIGRAN-SE-Träger war eine Weiterentwicklung des S-Trägers und wurde zum Bewehren großflächiger Betonelemente in Verbindung mit Baustahlmatten verwendet. Der Obergurt und die Diagonalen waren baugleich zu seinem Vorgänger, dem S-Träger. Die Besonderheit war, dass der Untergurt nur aus einem Stab bestand. Durch eine Schlaufe im Bereich des Untergurtes, war es möglich den SE-Gitterträger in die Längsstäbe von

Baustahlmatten einzuhängen, während sich der Untergurt auf den Querstäben abstützte. Dies bot eine zusätzliche Sicherheit bei der Herstellung der Elementdecke. [13]



Abb. 31: FILIGRAN-Element mit SE-Trägern und unterer Biegezugbewehrung (aus S1-F2-M5)

3.1.2.5 SWE-Träger



Abb. 32: FILIGRAN-SWE-Träger (aus [44])

Der FILIGRAN-SWE-Träger war eine Weiterentwicklung des SE-Trägers. Bei diesem Gitterträgertyp waren die Schlaufen hakenförmig ausgebildet. Diese Schlaufen konnten beidseitig in Betonstahlmatten greifen. Deshalb eignete sich dieser Gitterträger für Halbfertigteilwände als Bewehrungselement. Ein weiterer Trägertyp war der FILIGRAN-SWA-Träger. Dieser patentierte Wandträger war zusätzlich mit einem angeschweißten Abstandhalter versehen. [21]



Abb. 33: FILIGRAN-SWA-Träger (aus [44])

3.1.2.6 SQ-Träger

Der SQ-Träger war die letzte Weiterentwicklung der S-Träger. Der FILIGRAN-SQ-Träger wurde als Verbund- und Schubbewehrung verwendet. Für nicht vorwiegend ruhende Verkehrslasten, in Fabriken und Werkstätten mit schwerem Betrieb, war die Verwendung der Träger nicht zulässig. Der angeschweißte Längsstab (Obergurt) hatte einen Durchmesser von 6 mm. Der SQ-Träger wurde in Verbindung mit dem E-Träger in FILIGRAN-Elementdecken verwendet. [13]

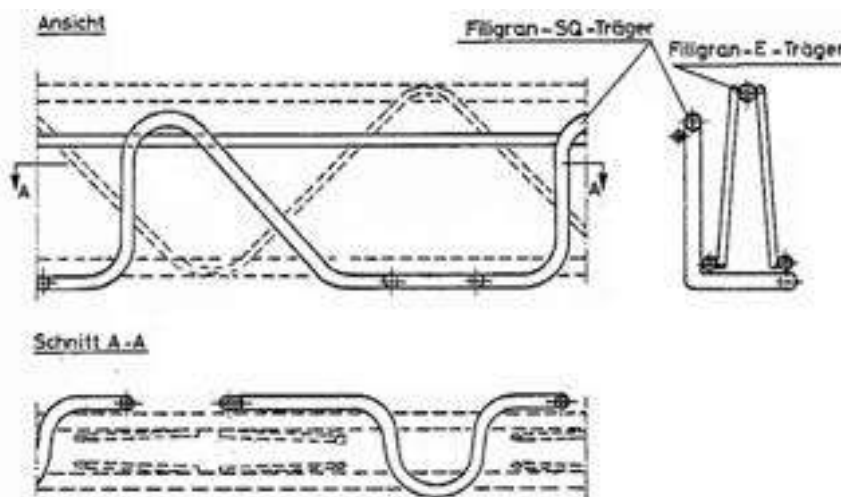


Abb. 34: FILIGRAN-SQ-Träger in Verbindung mit FILIGRAN-E-Träger
(aus Z-1.4-106 von 1988)

3.1.2.7 K-Träger



Abb. 35: FILIGRAN-K-Träger (aus S1-F2-M8)

1972 kam der FILIGRAN-K-Träger auf den Markt. Dieser Trägertyp wurde bald vom D-Träger abgelöst. Der Obergurt bestand aus Bandstahl oder einem Rundstahl und der Untergurt wurde aus zwei Rundstäben gefertigt. Die Schlaufen am Untergurt wurden abwechselnd nach links und rechts herausgebogen und mit den Untergurtstäben verbunden.

3.1.2.8 D-Träger



Abb. 36: FILIGRAN-D-Träger (aus S1-F2-M8)

Der FILIGRAN-D-Träger war ein räumlicher Gitterträger mit V-förmigem Querschnitt und wurde auf Automaten aus Rundstahl hergestellt. In der Herstellung war der D-Träger sehr variabel. Die Untergurte konnten in den Durchmessern von 4 bis 12 mm, die Diagonalen von 4 bis 7 mm und die Obergurte von 4 bis 16 mm hergestellt werden. Der Winkel der Diagonalen und der Abstand der einzelnen Knotenpunkte konnte ebenfalls variiert werden und zwar in den Maßen von 150 bis 500 mm. Diese Möglichkeit bestand durch die

geschnittenen Diagonalen. Die Vorteile des Trägers waren einerseits die variablen Knotenpunktabstände und andererseits der glatt durchlaufende Obergurt. Dies gelang dadurch, dass die Diagonalen am Schweißpunkt des Obergurtes nicht mehr überstanden. Verwendet wurde der Träger in Elementdecken und ermöglichte eine Lagerung sowie den Transport der Elemente ohne Zwischenhölzer. In Spaltböden und Stürzen fand er ebenfalls Anwendung. [13] [21]

3.1.2.9 E-Träger



Abb. 37: FILIGRAN-E-Träger (aus [44])

Der E-Träger war ebenfalls ein räumlicher Gitterträger und die Herstellung der wurde 1981 aufgenommen. Die Diagonalen wurden jedoch kontinuierlich erzeugt und waren nicht im Untergurt geschnitten wie bei seinem Vorgänger dem Trägertyp D. [13]

3.1.2.10 EQ-Träger



Abb. 38: FILIGRAN-EQ-Träger (aus [44])

Der FILIGRAN-EQ-Träger kam 1990 auf den Markt. Die Gitterträger finden Verwendung als biegesteife Bewehrung in mindestens 4 cm dicken Fertigplatten und in Ortbetondecken als Querkraftbewehrung. Durch den Einsatz von EQ-Trägern konnten ab 1997 FILIGRAN-Elemente bei Flachdecken eingesetzt werden, da diese als Durchstanzbewehrung dienten. [27]

3.1.3 Hohlsteindecken

Hohlsteindecken bestehen aus FILIGRAN-Trägern, Zwischenbauteilen aus Beton oder Ton und Ortbeton. Dazu gehören die Standard-, die Ziegel- und die Massivdecke. Das Grundelement für diese Deckenausführungen war der FILIGRAN-Träger und wurde in den vier FILIGRAN-Werken in Deutschland produziert. Der Träger gewährleistete die Tragfähigkeit der Decke und bestand aus kaltveredeltem Stahl mit einer zulässigen Spannung von 2400 kp/cm^2 . Je nach Ausführung wurde der Träger in Beton- oder Ziegelwerken mit einer Fußleiste versehen.



Abb. 39: FILIGRAN-SK-Träger mit Fußleiste (aus [45])

Der Fuß diente als Montageauflage für die Deckensteine und konnte die dabei auftretenden Kräfte aufnehmen. Diese Fußleiste war statisch unwirksam und hatte nur die Aufgabe eine ebene Deckenunterseite zu gewährleisten und den Untergurt des Trägers vor Korrosion zu schützen. Mit Fußleiste wog der FILIGRAN-Träger im Durchschnitt 15 kp/m . Die Träger wurden, je nach Ausführung, in Abständen von 50 bis 75 cm verlegt und mit Randsteinen fixiert.

Die Deckensteine wurden, je nach Material, in Betonwerken oder in Ziegeleien hergestellt. Sie waren nicht massiv, sondern enthielten Luftkammern. Dies diente der Wärmedämmung und sparte Gewicht ein. Die beiden Elemente FILIGRAN-Träger und Zwischenbauteile wurden durch Ortbeton zu einer massiven Einheit verbunden. Schalarbeiten entfielen vollständig. Es waren nur Montageunterstützungen erforderlich. [28] [29]

3.1.3.1 Standarddecke

Die FILIGRAN-Standarddecke konnte in den Stärken 16, 20, 24 und 28 cm hergestellt werden, mit einer möglichen Stützweite bis 8 m und einer Belastbarkeit bis 500 kg/m². Hierfür wurden FILIGRAN-Träger mit kleinen Bauhöhen verwendet, also 13, 17, 20 oder 25 cm. Zur Herstellung der Deckenhohlsteine standen Naturbims¹², Hüttenbims¹³, Schlacke¹⁴, Trümmersplitt und Tuff mit Zuschlägen von Kies, Sand und Zement zur Verfügung. Sie waren 25 cm breit und es wurden in etwa 6,4 Steine pro m² benötigt. Die Fußleiste des Trägers wurde angerüttelt und bestand aus Schwerbeton und einer 10 mm starken Auflage von Bims auf der Unterseite der Leiste. Da die Deckensteine und die Fußleiste aus demselben Material bestehen, entstehen nach dem Verputzen keine Streifen oder Risse. Diese Decke gab es in zwei Ausführungen. Die einschalige Decke diente als Keller- oder Stalldecke. Bei der zweischaligen Decke wurde eine Holzleiste in den Trägerfuß eingegossen und der Putzträger konnte daran befestigt werden. Diese Ausführung wurde als Wohnhausdecke mit hohem Wärme- und Schallschutz eingesetzt. Die FILIGRAN-Träger wurden in der Regel im Abstand von 62,5 cm verlegt. Je nach Anforderung konnte die Decke als Balkendecke mit 0 bis 3 cm Überbeton, als Rippendecke mit mindestens 5 cm Überbeton, als Plattenbalkendecke mit mindestens 7 cm Überbeton ausgeführt werden. [4] [6] [29]



Abb. 40: FILIGRAN-Standarddecke (aus S1-F2-M11)

¹² vulkanisches, poröses, meist basisches und körniges Gestein → aus gasreicher Lava bei Vulkanausbrüchen entstanden; hat durch kleine Gaseinschlüsse ein feinporiges Gefüge

¹³ entsteht durch Aufschäumen der Hochofenschlacken-Schmelze mit Wasser; ist ein leichtes und poröses Schlackenprodukt

¹⁴ Rückstand aus einem Verbrennungsprozess

3.1.3.2 Ziegeldecke

Bei der FILIGRAN-Ziegeldecke, auch Vogter Ziegeldecke genannt, bestehen die Deckensteine aus gebranntem Ton. Auch die Betonfußleiste des Trägers ist zusätzlich mit einer U-förmigen Tonschale umhüllt. So wurde eine einheitliche Deckenunterseite garantiert.

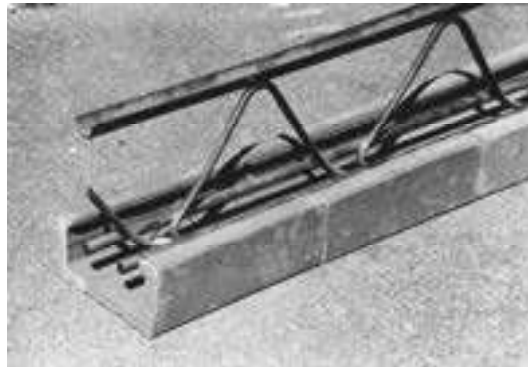


Abb. 41: FILIGRAN-SK-Träger mit Tonschale
(aus S4-F3-M4)

Der Ziegelhohlstein war 18, 20 oder 24 cm hoch und hatte 9 Kammern. Mit dem Überbeton war die Decke feuerbeständig, für hohe Belastungen geeignet und auch befahrbar. Stützweiten bis etwa 8 m waren möglich. Diese Variante war besonders gut für landwirtschaftliche Bauten geeignet. Die gute Saugfähigkeit und Wärmedämmung der Ziegel schaffen die Voraussetzungen für ein gesundes Stallklima. Im Wohnungsbau konnte diese Ausführung ebenfalls angewendet werden. [30]



Abb. 42: FILIGRAN-Ziegeldecke (aus S1-F2-M8)

3.1.3.3 Massivdecke

Bei der FILIGRAN-Massivdecke handelt es sich um SK-Gitterträger mit Betonfußleiste verbunden mit Rasterplatten aus Beton oder Tuff¹⁵. Es gab zwei verschiedene Ausführungen für diese Deckenkonstruktion. Zum einen 9 cm Rasterplatten mit 7 cm Ortbeton ergab eine Deckenbauhöhe von 16 cm mit einem Eigengewicht von 330 kg/m² und zum anderen 11 cm Rasterplatten plus 5 cm Überbeton ergaben ebenfalls eine Höhe von 16 cm, aber das Eigengewicht verringerte sich und betrug 295 kg/m².

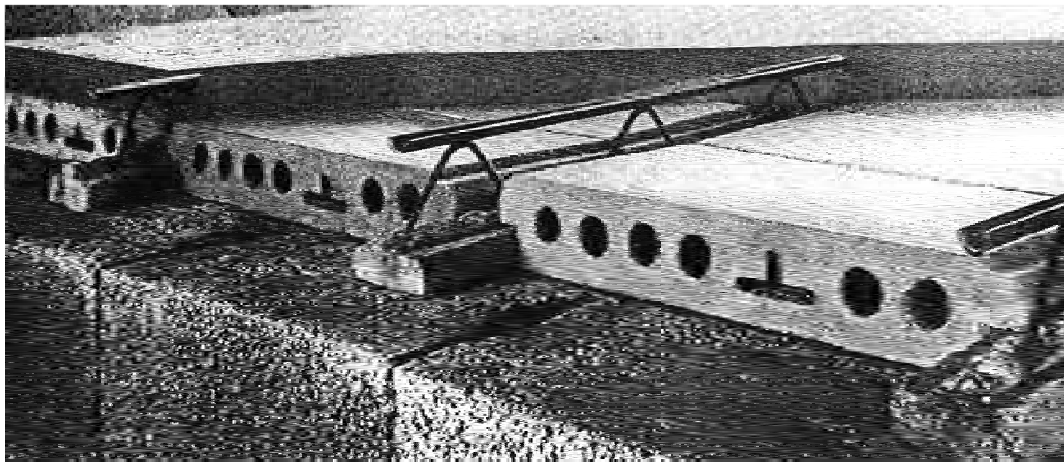


Abb. 43: FLIGRAN-Massivdecke mit Rasterplatten (aus [31])

Installationen ließen sich leicht in den runden Querschnitten der Platten verlegen. Ein weiterer Vorteil war die Möglichkeit die Rasterplatten zu teilen und somit in einem Rastermaß von 26 oder 39 cm zu verlegen. Ohne das Teilen der Zwischenbauteile betrug das Rastermaß 62,5 cm. Die Massivdecke kann als Wohnhausdecke mit hoher Schallisolation eingesetzt werden. [31]

¹⁵ Gestein nicht nur aus vulkanischer Asche, sondern ganz allgemein verfestigte pyroklastische Ablagerungen unterschiedlichster Korngröße

3.1.4 FILIGRAN-Elemente

3.1.4.1 Elementdecke

Die FILIGRAN-Elementdecke ist eine kostengünstige und konstruktiv gute Lösung einer Stahlbetondecke. Dabei handelt es sich um eine bewehrte Deckenplatte, die als vorgefertigter Bestandteil einer Geschossdecke und als Schalungsplatte dient. Es werden bauaufsichtlich zugelassene FILIGRAN-Gitterträger zur Aussteifung der vorgefertigten Elementplatten verwendet. Zu Beginn wurden S-Träger und anschließend SE-Träger verwendet. Später kamen räumliche Gitterträger als Bewehrungselement zum Einsatz. Das bewehrte Deckenfertigteil ermöglicht den Bau einer Massivdecke ohne Schalung und mit Sichtbeton-Untersicht, das heißt eben, glatt, porenarm somit streich- und tapezierfähig. Das FILIGRAN-Element ist mindestens 4 cm dick, wiegt ca. 100 kp/m² und es enthält die komplette Bewehrung. Die Dicke der Elemente ist abhängig von der Betondeckung der Bewehrung (Expositionsklassen). Von der Stärke des Obergurtes, der im Montagezustand die Druckkräfte überträgt, wird die zulässige Montagestützweite maßgeblich bestimmt. Die Größe der Elemente ist variabel, aber abhängig von der Tragfähigkeit des Baustellenkrans und von den Transportmöglichkeiten. Als besonders wirtschaftlich, hat sich in der Praxis eine Breite von 2,20, 2,50 und 3,00 m, erwiesen. Die Länge ist entsprechend der Raumtiefe. Mit den FILIGRAN-Elementen sind alle Arten von Ortbeton-Massivdecken wie durchlaufende Decken oder Balkonausbildungen möglich.

[32]



Abb. 44: FILIGRAN-Elementdecke (aus S1-F2-M11)

3.1.4.2 Streifenelement

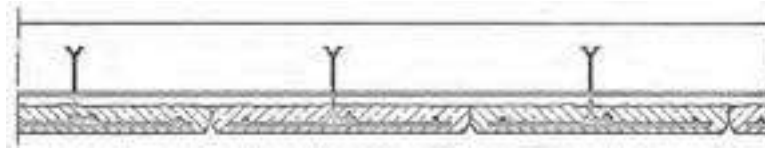


Abb. 45: Zeichnung einer Streifen-Elementdecke mit S-Träger (aus [21])

Die Streifen-Elementdecke diente der Herstellung leichter Fertigteile, die in wenigen Arbeitsschritten zur fertigen Stahlbetonplatte vergossen werden konnten. Ein leichter Transport zur Baustelle und ein einfaches Verlegen ohne schwere Hebezeuge wurden ermöglicht. Die vorgefertigten Streifen sind 30 bis 33 cm breit und wiegen 30 bis 33 kp/lfm. Die Deckenuntersicht kann nach dem Verspachteln der Fugen sofort gestrichen, tapeziert oder geputzt werden. Die hauptsächliche Anwendung lag im Wohnungsbau, bei dem nur Kräne mit geringer Tragfähigkeit zur Verfügung standen. Die Streifenelemente konnten auch von Hand verlegt werden. [23]



Abb. 46: Verlegen der FILIGRAN-Streifen-Elemente auf der Baustelle (aus [23])

3.1.4.3 Balkenelement

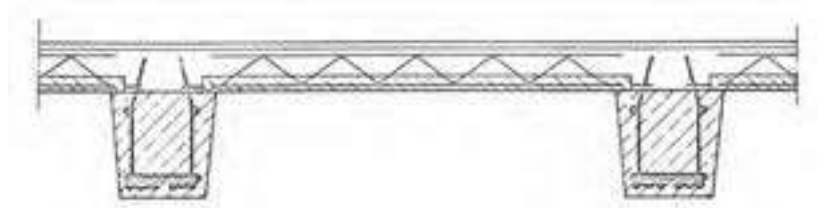


Abb. 47: Zeichnung einer Balkenelementdecke (aus [21])

Das FILIGRAN-Balkenelement bestand aus zwei Teilen, dem FILIGRAN-Balken und dem FILIGRAN-Element. Diese kamen vorgefertigt auf die Baustelle und konnten durch das Aufbringen von Ortbeton zur fertigen Stahlbetonplatte vergossen werden. Die Auflagerung der Elemente auf dem Fertigteilbalken war besonders wichtig und betrug 3,5 cm. Die gesamte Untersicht dieser Decke war Sichtbeton. Die Flächen waren fugenlos, somit war kein Verputzen notwendig. Für den Balken wurden die SM-Mittelgurträger bis zu einer Bauhöhe von 36 cm entwickelt. Die Träger bilden die Biege- und Schubbewehrung der Balken und verbügeln diese mit dem Ortbeton. Für das Aufbringen von Ortbeton sind lediglich Montageunterstützungen erforderlich. Ein Mitteljoch pro Balken genügt, sogar bis zu einer Spannweite von 12 m. Die Balkenelementdecke ist feuerbeständig (F90). [22] [33]



Abb. 49: FILIGRAN-SM-Träger (aus S1-F2-M8)



Abb. 48: Platzieren eines FILIGRAN-Elements (aus S4-F5-M2)

3.1.4.4 Element-Rippendecke

Das FILIGRAN-Rippenelement ist ein großflächiges Deckenfertigteil mit Schalkkörpern (zum Beispiel Styropor oder Icalen siehe Abb. 28 Abschnitt 3.1.2.2) und wiegt je nach Höhe etwa 120 kp/m^2 . Es eignet sich für große Spannweiten und hohe Belastungen. Auf der Baustelle entfallen jegliche Schalarbeiten und das Rippenelement kann in wenigen Arbeitsschritten zu einer fertigen Decke vergossen werden. Als Unterstützung im Montagezustand dienen Hilfsjoche, die einen Abstand von 1,50 – 2,40 m in Spannrichtung haben. Die biegesteife Bewehrung der Tragrippen bildet der FILIGRAN-Träger, der in den Höhen von 17 bis 27 cm eingebaut wird. Im Werk wird die gesamte Zugbewehrung, also FILIGRAN-Träger, Zulagen und eventuell zusätzliche Schubbewehrung, eingebaut. Folglich wird die Betondeckung und richtige Lage gesichert. Nach dem Verlegen der Zusatzbewehrung konnte die Decke vergossen werden. Breite und Länge der Elemente sind variabel. Die Länge ergibt sich aus der erforderlichen Stützweite und die Breite wird durch die Tragfähigkeit der Baustellenkräne bestimmt. Weitgespannte Decken wurden auch in Wohnungsbau eingesetzt. Dadurch war es möglich, Innenwände beliebig, also nicht tragend, auszuführen. [24] [34]



Abb. 50: Transport der FILIGRAN-Rippenelemente zur Baustelle (aus S4-F5-M2)

3.1.4.5 Höckerdecke

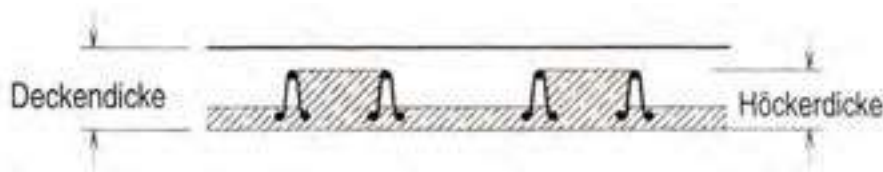


Abb. 51: Zeichnung einer FILIGRAN-Höckerdecke (aus [36])

Die FILIGRAN-Höckerdecke wurde bereits 1979 eingeführt, aber entscheidend bis zur heutigen Form weiterentwickelt, um größere Montagestützweiten zu ermöglichen und wurde nur eingesetzt, wenn eine Unterstüttzung aufwendig oder unmöglich war. Hierzu wurde die Druckzone durch Beton verstärkt. Das gleiche Ergebnis konnte nur mit hohem Stahlaufwand im Druckbereich der Gitterträger erzielt werden. Bei dieser Decke übernahmen aufbetonierte Rippen auf die Fertigteilplatte in Verbindung mit FILIGRAN-Gitterträgern die tragende Funktion im Montagezustand. Dadurch waren größere Montagestützweiten möglich, bis ca. 5 m unterstützungsfrei. FILIGRAN entwickelte ein zum Patent angemeldetes Verfahren zur Vereinfachung der Herstellung im Betonwerk, dabei diente Streckmetall¹⁶ als verlorene Schalung. Die Gitterträger verstärkten den Höcker und das Streckmetall wurde daran befestigt. Es diente ebenfalls als Endabschalung für die Höcker. [35] [36]



Abb. 52: Streckmetall als Schalung (aus [36])



Abb. 53: Verlegte Elemente mit Passplatte (links) und oberer Bewehrung (aus [36])

¹⁶ ist ein Werkstoff mit Öffnungen in der Fläche, diese entstehen durch versetzte Schnitte ohne Materialverlust unter gleichzeitig streckender Verformung; wird auch Streckgitter genannt

3.1.4.6 FILIMONT-Decke

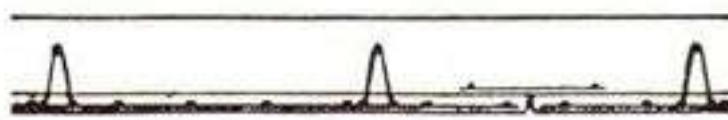


Abb. 54: FILIMONT-Decke für große Montagestützweiten (aus [22])

FILIGRAN hat dieser Decke einen eigenen Namen gegeben, um das charakteristische der großen Montagestützweiten hervorzuheben: Die FILIMONT-Decke, das heißt FILigran-MONTage-Decke. Die FILIMONT-Decke ist eine Weiterentwicklung der FILIGRAN-Elementdecke und wurde bei Objekten mit großen Montagestützweiten verwendet. Als Bewehrungselement wurden verstärkte FILIGRAN-D-Träger verwendet.

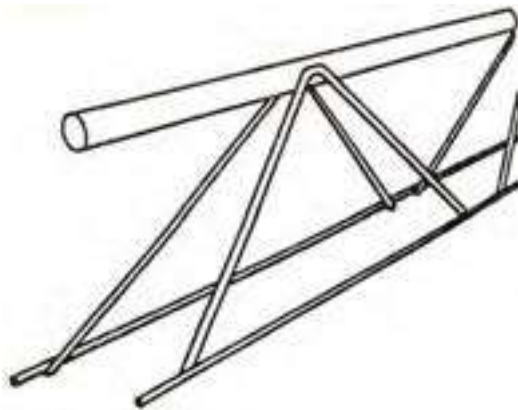


Abb. 55: Verstärkter FILIGRAN-D-Träger (aus [38])

FILIGRAN hatte die Idee ein Montagejoch nachträglich einzuziehen und somit den Begriff der Verlegestützweite zu kreieren. Unter Verlegestützweite versteht man, das Verlegen der FILIMONT-Decke auf vorbereiteten Auflagerflächen über einen Raum. Bereits zum Abschlagen der Kranhaken ist das Element begehbar. Erst im Anschluss, aber noch vor dem Betonieren, muss ein Montagejoch angeordnet werden. Der FILIMONT-Träger mit einem Obergurt von 16 mm verschafft diese Möglichkeit, z.B. bei 6 m Spannweiten nur ein Mitteljoch anzuordnen. Der Gitterträger bietet weitere Vorteile aufgrund des großen Querschnittes des Obergurtes. Er kann als Brandbewehrung herangezogen werden und somit das Einsparen von Feldmatten im oberen Bereich ermöglichen. Bei durchlaufenden Platten kann der Obergurt ebenfalls für die Stützbewehrung herangezogen werden. [22] [37] [38]

3.1.5 Wand

Die FILIGRAN-Elementwand ist eine Weiterentwicklung der FILIGRAN-Elementdecke. Die Elementwand kann auf der Baustelle in wenigen Arbeitsgängen zu einer vollständigen Wand vergossen werden, da Schalarbeiten entfallen und die Außenflächen sind Sichtbeton. Die Elementwand besteht aus zwei jeweils mindestens 5 cm dicken FILIGRAN-Elementen, die als Außenschalen dienen. Die Dicke der Elemente ist abhängig von der Betondeckung der Bewehrung, je nach Expositionsklasse. Die Außenschalen sind durch FILIGRAN-SWE-Träger fest miteinander verbunden. Der Hohlraum zwischen den Elementplatten wird auf der Baustelle mit Ortbeton vergossen. Wandstärken von 18 bis 40 cm können erreicht werden. Öffnungen werden bei der Herstellung ausgespart, Türzargen oder Kellerfenster können ebenfalls eingebaut werden. Decken und Wände können biegesteif miteinander verbunden werden durch entsprechende Zusatzbewehrung an den Eckpunkten. [39] [40]

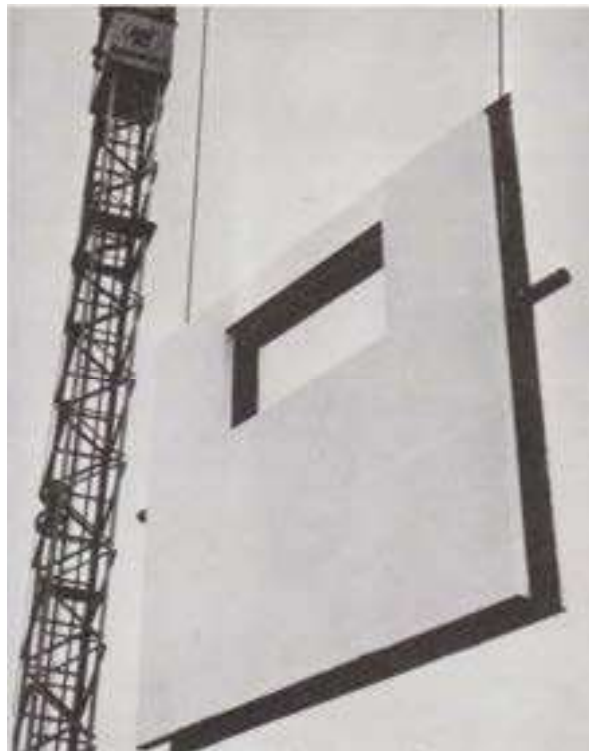


Abb. 56: FILIGRAN-Wandelement (aus [46])

3.1.6 Marken-Keller

Der FILIGRAN-Marken-Keller wurde 1980 in den Markt eingeführt und war ein Halbfertigteilkeller. Er bestand aus FILIGRAN-Elementwänden in Verbindung mit Elementdecken. Diese wurden auf die Bodenplatte montiert und konnten anschließend zu einem massiven Fertiggeller vergossen werden. So konnten besonders rationell Keller für Fertighäuser hergestellt werden.



Abb. 57: Aufgestellte FILIGRAN-Wandelemente (aus S4-F2-M9)

Der Keller galt als sehr dicht, da durch Verguss der Halbfertigteile mit Ortbeton so gut wie keine Fugenprobleme aufgetreten sind. Durch die Vorfertigung war der Keller sehr maßhaltig, konnte witterungs- und saisonunabhängig hergestellt werden und bot bessere Kontrollmöglichkeiten der Ausführungsqualität. Ein weiterer Vorteil dieser Fertigung der Wand- und Deckenelemente im Werk garantierte eine schnelle und reibungslose Montage auf der Baustelle.

Durch die rauen Elementinnenflächen in Verbindung mit dem FILIGRAN-Träger konnte ein guter Verbund zwischen dem Ortbeton und den vorgefertigten Elementplatten gesichert werden. Daraus ergab sich ein Keller mit den statischen Qualitäten einer Ortbeton-Massivbauweise. Beide Wandseiten waren schalungsglatt. Somit brauchten die den Kellerräumen zugewandten Seiten nicht nachbehandelt werden. [40] [41]

3.1.7 Treppen

Die FILIGRAN-Treppe war ein bewehrtes Stahlbetonfertigteile, in dem der FILIGRAN-Träger als Bewehrungselement diente. Es gab zwei verschiedene Ausführungen. Durch die Serienfertigung war eine sofortige Lieferung der Podeste und Treppenläufe zur Baustelle möglich und vereinfachte somit den Innenausbau. Zum Verlegen war keine Schalung notwendig und durch ihr geringes Gewicht waren die einzelnen Treppenbalken sehr leicht zu verlegen. Durch Anbringen eines provisorischen Geländers, konnte die fertige Rohtrappe sofort als unfallsichere Bautreppe dienen. Behelfstreppen waren demnach überflüssig. Die Untersicht der fertigen Treppe war eben. [42]

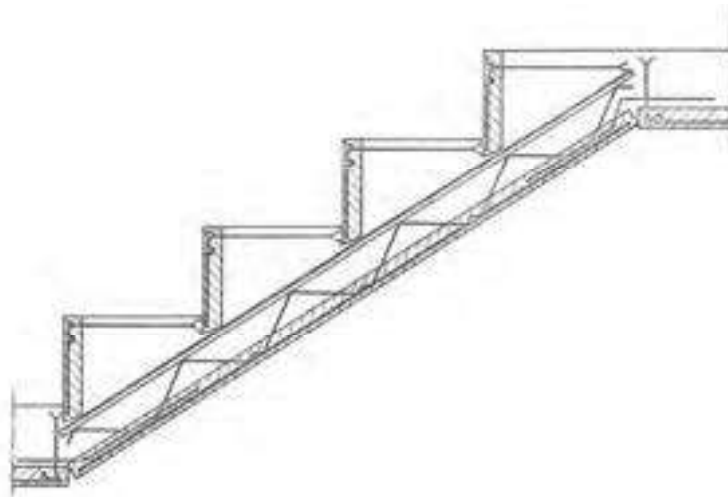


Abb. 58: Zeichnung einer FILIGRAN-Treppe mit Setzstufen (aus [21])

Bei dieser Konstruktion wurden die FILIGRAN-Elemente von Podest zu Podest verlegt. Vorgefertigte Setzstufen mit Gitterträgern wurden auf den Obergurten der Elemente angeordnet und miteinander verbunden. Durch das Ergänzen von Ortbeton entstand die fertige Treppe. [21]

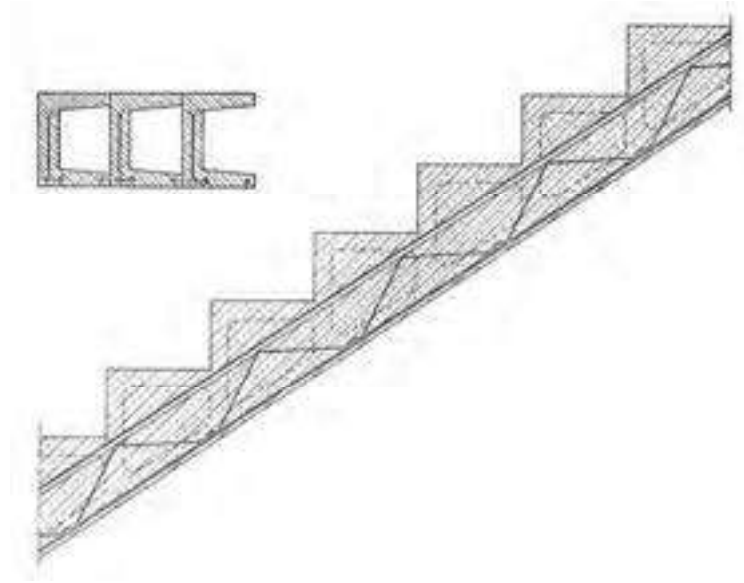


Abb. 59: Zeichnung einer FILIGRAN-Treppe aus Lamellen (aus [21])

Bei der zweiten Variante handelte es sich um Lamellen, die in Längsrichtung der Treppe verlaufen und mit Gitterträgern bewehrt waren. Durch das nachträgliche Ausfüllen einiger Stufen mit Ortbeton, wurde eine Querversteifung erreicht. [21]

3.1.8 Spaltböden

Spaltböden werden aus bewehrten Betonbalken hergestellt. Diese Balken werden so angeordnet, dass sie entweder einen Abstand bilden oder zu Rosten verbunden werden. Spaltböden werden für Viehställe eingesetzt und dienen als Auftrittsfläche für die Tiere. Durch diese Anordnung der Balken in Abständen entstehen Spalten, die als Durchlass für Kot und Urin dienen. Die Betonbalken haben einen trapezförmigen Querschnitt, um die rasche Kotabführung zu gewährleisten. Durch diese geneigten Seitenflächen ist die Spaltenbreite an der Unterseite größer als an der Oberseite.

Bewehrt wurden die Spaltböden mit FILIGRAN-D-Trägern oder mit FILIGRAN-SP-Trägern. [21]

D-Träger

Der Spreizwinkel α betrug 15° . Der Untergurt konnte durch Schweißung mit einem Zulagestab verbunden werden. In Verbindung mit der Betondruckzone des Balkens nimmt der Untergurt die aus den Vertikalkräften (durch Tiergewichte) auftretenden Biegemomente auf. Die Normalkräfte werden von den Obergurten abgedeckt.

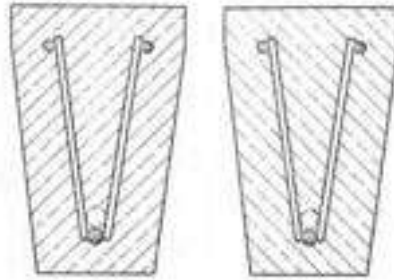


Abb. 60: Spaltböden mit D-Träger (aus [21])

SP-Träger

Der FILIGRAN-SP-Träger zählt zu den S-Trägertypen, wurde jedoch komplett aus Rundstahl gefertigt. Die abgewinkelten Diagonalschlaufen waren mit zwei Druckobergurten verschweißt. Im unteren Bereich der Gitterträger befinden sich die Zuguntergurte. Diese wurden ebenfalls mit den Diagonalen verschweißt.

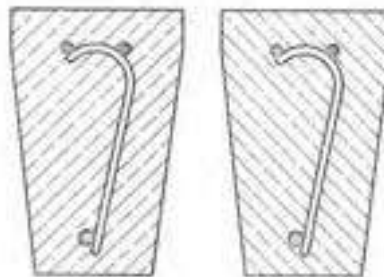


Abb. 61: Spaltböden mit SP-Träger (aus [21])

3.1.9 Stahlbau

Der FILIGRAN-Stahlbaubereich wurde mit der Erfindung des X-Trägers ins Leben gerufen und dieser wurde 1968 auf den Markt gebracht. Dieser Träger wurde ebenfalls vollautomatisch hergestellt und hatte ein Gewicht von 20 bis 25 kp/m. [10]

Die Trägersysteme X und XV konnten als Pfette, Ein- oder Mehrfeldträger und für Rahmenkonstruktionen eingesetzt werden. Leicht geneigte Obergurte oder sogar gekrümmte Träger als Bogen waren möglich. Es war vor allem eine bewährte Bauweise für den Industriebau. Bei den Trägern handelte es sich um Stahlgitter-Träger von hoher Tragfähigkeit und einem geringem Gewicht. Die Träger wurden vollautomatisch auf einer Fertigungsstraße hergestellt. Die Gurte und Diagonalstreben der Fachwerkträger bestanden aus kaltverformtem Bandstahl und wurden in den Knotenpunkten miteinander verschweißt. Für den Korrosionsschutz wurden die Elemente feuerverzinkt.

FILIGRAN Trägersysteme gab 2009 die Beteiligung an FILIGRAN Stahlbau auf.

3.1.9.1 Einfacher X-Träger (X 500)

Der X 500 war das Grundmodell und für alle Bereiche des Industriebaus geeignet. Er wurde bevorzugt als Binder-Pfetten-Konstruktion im Hallenbau eingesetzt. Als Hallenbinder kam er im Regelfall als Dreigelenkbinder zum Einsatz. Spannweiten von ca. 7 bis 15 m waren möglich. Hauptsächlich wurde der X-Träger als weitgespannte Pfette eingesetzt und als Durchlaufträger konnten dabei Binderabstände von 22 m überbrückt werden. Es war eine leichte Tragkonstruktion und eine preisgünstige Lösung zu Waben-Loch-Fachwerk-Trägern. Bei geringem Materialeinsatz wurde eine optimale Tragfähigkeit gewährleistet. Eine individuelle Auflagerausbildung war damit möglich. Es gab eine Standardgeometrie mit einer Trägerhöhe von 50 cm, einem Strebenraster von 50 cm und eine Gesamtträgerbreite von 23 cm. [43]



Abb. 62: FILIGRAN-X-Träger (aus S4-F3-M7)

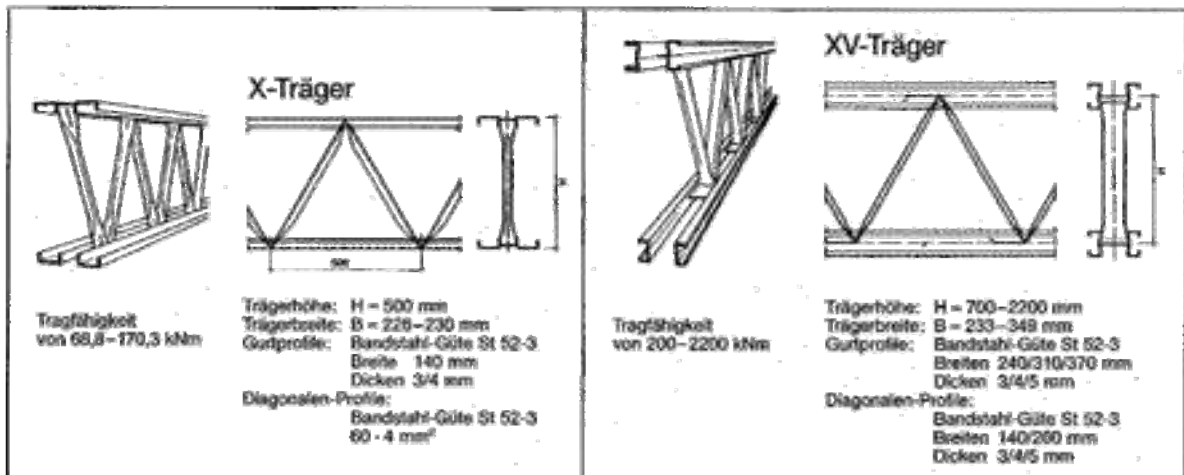


Abb. 63: Technische Daten zum FILIGRAN-X- und -XV-Fachwerkträger (aus [46])

3.1.9.2 XV-Träger

Der XV-Träger war ein variables System für den Industriebau und hauptsächlich wurde er als Dachbinderkonstruktion im Hallenbau eingesetzt. Spannweiten von 15 bis 45 m konnten erreicht werden. In der Geometrie war der XV-Träger variabel, das heißt, verschiedene Gurt- und Strebentypen in diversen Blechstärken konnten kombiniert werden. Dies ermöglichte eine stufenlose Querschnitts- und Höhenanpassung an Stützweiten und Belastungen. Es war eine leichte Tragkonstruktion und eine preisgünstige Alternative zu herkömmlichen Dachtragsystemen. Bei geringem Materialeinsatz wurde eine optimale Tragfähigkeit gewährleistet. Die Systemhöhen betrugen 60 bis 240 cm und die Strebenneigung lag zwischen 45° bis 75° . Die Gesamtträgerhöhe lag somit zwischen 70 bis 220 cm und die Trägerbreite belief sich auf 23,3 bis 34,9 cm. [43] [44]

3.1.9.3 Doppelter X-Träger (X 1000)

Abb. 64: Doppelter FILIGRAN-X-Träger
(aus S4-F3-M7)

Der X 1000 war ebenfalls ein X-Trägersystem und konnte für größere Spannweiten eingesetzt werden. Das Strebenraster und die Gesamtträgerbreite des X 500 und des X 1000 waren identisch. Die Gesamtträgerhöhe bei dem Grundprofil betrug jedoch 98 cm.

3.1.10 Aktuelles Lieferprogramm

FILIGRAN konzentriert sich auf den Bereich des Stahls in Form von Gitterträgern, Durchstanzbewehrung, Betonstahl im Ring, glattem Bewehrungsdraht und gerichtetem Betonstahl.

3.1.10.1 Gitterträger

Es werden unterschiedliche Gitterträgertypen bei FILIGRAN angeboten und diese werden auftragsbezogen dimensioniert. In Deutschland erfolgt die Herstellung, Zertifizierung und Anwendung auf der Grundlage allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen. Gesonderte Regelungen gelten für Anwendungen im Ausland. [45]

		E / EH	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	70 - 400 mm 5 - 14 mm 5 - 9 mm 200 mm / variabel 8 - 16 mm			
		D / DH	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	80 - 200 mm 5 - 14 mm 5 - 7 mm 200 mm / variabel 8 - 16 mm			
		EQ	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	80 - 300 mm 5 mm 7 mm 200 mm 5 mm			
		SE2A / SE2B	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	120 - 410 / 400 mm 5 - 12 mm 5 - 9 mm 250 oder 300 mm 5 - 12 mm			
		EW	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	130 - 320 mm 5 - 12 mm 5 - 7 mm 200 mm 5 - 10 mm			
		SWE SWA mit Abstandhalter	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	120 - 390 mm 5 - 12 mm 5 - 9 mm 300 mm 5 - 12 mm			
		DSP	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt - Ø	80 - 200 mm 8 - 16 mm 5 - 7 mm 250 mm / variabel 5 - 14 mm			
		S / SE	Trägerhöhe Untergurt - Ø Diagonalen - Ø Diagonalenabstand Obergurt	120 - 400 mm 5 - 16 mm 7 - 10 mm 250 mm 40 x 2 mm / Ø 8 - 10 mm			
Bezeichnungssystem und -beispiel:			Typ	Höhe [cm]	Untergurt [mm]	Diagonale [mm]	Obergurt [mm]
			E	15	-	Ø 8	16

Abb. 65: Übersicht über die unterschiedlichen Typen von FILIGRAN-Gitterträgern (aus [45])

3.1.10.2 Durchstanzbewehrung

Die FILIGRAN-Durchstanzbewehrung FDB ist eine optimierte Durchstanzbewehrung für den Einsatz in FILIGRAN-Decken, die direkt auf Stützen aufgelagert sind. Dieser Durchstanzbereich über den Einzelstützen kann mit dieser Bewehrung verstärkt werden. Auf der Grundlage allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen erfolgt die Herstellung, Zertifizierung und Anwendung dieser Bewehrung. [45]



Abb. 66: FILIGRAN-Durchstanzbewehrung (aus [45])

3.1.10.3 Glatter Bewehrungsdraht

Der Bewehrungsdraht mit glatter Oberfläche wird als B500A+G nach DIN 488-3 in Ringen produziert und zertifiziert. Die Nenndurchmesser der Drähte liegen im Bereich von 5 mm bis 10 mm. [45]

3.1.10.4 Gerichteter Betonstahl vom Ring

Betonstahl vom Ring wird gerichtet und in kundenbezogenen Längen geliefert. Bevorzugt hergestellt wird normalduktiler Betonstahl vom Ring B500A aus eigener Produktion. Hochduktiler¹⁷ Betonstahl wird auf Anfrage vom Ring B500B gerichtet. [45]



Abb. 67: Übersicht vom gerichteten Betonstahl von FILIGRAN (aus [45])

¹⁷ Duktilitätsklasse B, Duktilität bezeichnet die Eigenschaft von Betonstählen unter Einwirkung äußerer Kräfte zur plastischen und damit dauerhaften Verformungen zu neigen, ohne dass dabei Werkstofftrennung auftreten