

# Die Eisenbahnbrücke über die Nagold bei Unterreichenbach

## Ein Brückentyp des preußischen Ingenieurs Johann Wilhelm Schwedler

Der 1874 durch die Königlich Württembergische Staatseisenbahn eröffnete Streckenabschnitt Calw-Brötzingen der Nagoldbahn überquert bei Unterreichenbach die Nagold. Für die eiserne Brückenkonstruktion wählte die Maschinenfabrik Esslingen als ausführende Firma einen materialsparenden Trägertyp, der vom preußischen Brückenbauingenieur Johann Wilhelm Schwedler (1823-1894) entwickelt wurde. Dieser „Schwedler-Träger“ fand in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts große Verbreitung. Am Ende des Zweiten Weltkriegs wurden viele Brücken dieses Typs durch Sprengen zerstört. Die Brücke in Unterreichenbach ist eine der

letzten, die noch weitgehend im Originalzustand erhalten ist. Sie steht seit 1997 unter Denkmalschutz.

1872 erfolgte die Eröffnung der Württembergischen Schwarzwaldbahn von Stuttgart über Calw nach Nagold. Zwei Jahre später wurde diese Strecke mit der Verbindung Nagold – Hochdorf nach Süden verlängert und mit der Verbindung Calw-Brötzingen in nördliche Richtung bis zur Enzbahn Pforzheim-Wildbad ergänzt. Diese beiden Streckenabschnitte bildeten von nun an die durchgehende Nagoldbahn von Hochdorf über Nagold und Calw nach Bröt-



*Längsansicht der Nagoldbrücke*

zingen. Verantwortlich für ihren Bau war der Oberbaurat und Eisenbahningenieur Carl Julius Abel (1818-1883), unter dessen Leitung bereits die Kocherbahn, die Enzbahn und auch die Schwarzwaldbahn entstanden.<sup>1</sup>

### Eisenbahnbrücke bei Unterreichenbach

Die Nagoldbahn musste südlich des Bahnhof Unterreichenbach mit Hilfe einer Brücke über die Nagold geführt werden. Den Auftrag zum Bau dieser Brücke erhielt die Maschinenfabrik Esslingen.<sup>2</sup> Sie war damals die bedeutendste Eisenbaufirma in Württemberg, die neben Brücken auch Lokomotiven und Waggons für die Königlich Württembergische Staatsbahn baute. Für die beiden 64 m langen und 8 m hohen Längsträger der Nagoldbrücke wählte die Firma als Trägertyp einen Fachwerkträger.

Dieser Fachwerkträger besteht aus einzelnen dünnen Tragelementen, die eine stabile Dreiecksstruktur bilden, ähnlich einem Fahrradrahmen. Unten wird der Fachwerkträger durch einen Untergurt eingefasst, der horizontal von Auflagern zu Auflagern reicht, während der obere



*Ausschnitt des Brückenlängsträgers*

Rand von einem Obergurt gebildet wird, der in der Mitte horizontal verläuft und zu den Auflagern hin polygonal, in Form einer Hyperbel, abknickt.



*Queransicht der Nagoldbrücke*

Diese besondere Form eines Fachwerkträgers zeichnet sich durch einen geringen Materialaufwand aus, um das Eigengewicht der Brücke und die Belastung eines überquerenden Zugs zu tragen. Sie ist zudem äußerst stabil, trotz der hohen Filigranität. So zeigte die erste Überfahrt einer Lokomotive am 29. Juli 1873 „eine kaum nennenswerthe vorübergehende Senkung durch die Last“.<sup>3</sup>



*Detail Auflager*

Die Fachwerkträgerform ist nach dem preußischen Brückenbauingenieur Johann Wilhelm Schwedler benannt. Er gilt als wichtiger deutscher Bauingenieur in der Mitte des 19. Jahrhunderts, neben dem Pfälzer Karl Culmann (1821-1881), dem Begründer der Graphischen Statik und späteren Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich. Beide haben das „wissenschaftliche Denken“ in das Bauingenieurwesen eingeführt.

### **Johann Wilhelm Schwedler (1823-1894)**

Swedler wurde 1823 in Berlin als Sohn eines Schreiners geboren. Nach Schule und Ausbildung zum Landvermesser besuchte er die Königliche Allgemeine Bauschule in Berlin. 1851 machte er sein Examen. Nach mehreren Jahren praktischer Arbeit wurde er 1858 zum Königlichen Eisenbahn-Baumeister ernannt und arbeitete im technischen Büro der Eisenbahnabteilung des preußischen Ministeriums für Handel,

Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Zehn Jahre später war er bereits Geheimer Baurat und oberster preußischer Baubeamter. Von allen großen Ingenieurbauwerken hatte er von nun an Kenntnis und beeinflusste ihre Planungen maßgeblich. Von 1864 bis 1873 war er außerdem Lehrer an der Bauakademie in Berlin.

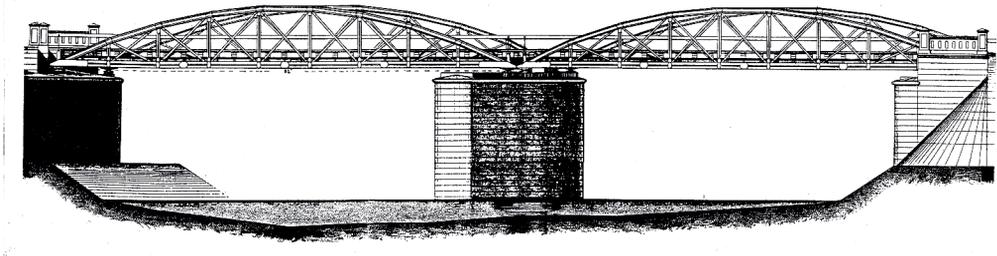


*Johann Wilhelm Schwedler*

Swedlers theoretischen Arbeiten, die in zahlreichen Veröffentlichungen<sup>4</sup> ihren Niederschlag fanden, bildeten die Basis für drei neue Tragwerkstypen, die er in die Praxis einführte: den Schwedler-Träger, den Dreigelenkbogen und die Schwedler-Kuppel. Alle drei Tragwerkstypen sind gekennzeichnet durch statische Klarheit und sparsamen Materialeinsatz.

### **Swedler-Träger**

Im Zusammenhang mit einem Wettbewerb zur ersten Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Köln – den Schwedler mit dem Entwurf einer



*Eisenbahnbrücke bei Czersk*

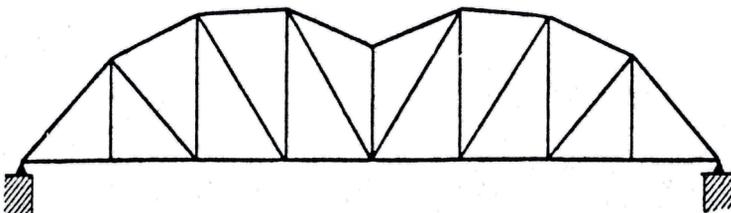
Hängebrücke gewann, welcher aber nicht ausgeführt wurde – setzte er sich mit der statischen Berechnung von Brückenträgern auseinander. 1851 veröffentlichte er eine „Theorie der Brückenbalkensysteme“, mit der es möglich war, einen kompakten Träger mit einem hohen Eigengewicht in einen leichteren, aus Dreiecken aufgebauten Fachwerkträger aufzulösen und die Dicke der Einzelelemente für auftretende Zug- und Druckbeanspruchungen sicher und genau, entsprechend der zu tragenden Lasten, zu berechnen und zu dimensionieren. Das Lösen eines Dimensionierungsproblems mittels theoretischer Überlegungen war neu, denn bisher galt die Methode „trial and error“. Diese wissenschaftliche Herangehensweise bedeutete durch ihre Genauigkeit Sicherheit vor Einstürzen und Wirtschaftlichkeit durch effizienten Einsatz von Material, wichtig in einer Zeit, in der die Materialkosten deutlich höher waren als die Lohnkosten.

Die entwickelte Theorie und ihre Anwendung bei der praktischen Arbeit im technischen Büro der Eisenbahnabteilung ermöglichte es Schwed-

ler systematisch nach der materialsparenden Form eines Fachwerkträgers zu suchen. Den ersten Optimierungsschritt machte er 1861 beim Bau der zweifeldrigen Eisenbahnbrücke über die Brahe bei Czersk (Spannweite: 20 m) im östlichen Königreich Preußen (heute Polen).

Er bildete die Fachwerkträger der Brücke parabolförmig aus, damit durch das Eigengewicht der Brücke nur die Ober- und Untergurte beansprucht wurden. Die kreuzförmig angeordneten Diagonalen waren für diesen Lastfall spannungslos. Sie wurden erst aktiv, als ein Zug über die Brücke fuhr. Dann sollten sie nur Zugkräfte aufnehmen, denn Schwedler wollte aus Materialersparnis so dünne Querschnitte wie möglich bauen. Druckkräfte hätten wegen der Gefahr des Ausknickens dicke Querschnitte verursacht.

In einem weiteren Optimierungsschritt versuchte Schwedler dann die Anzahl der Diagonalen zu reduzieren. Sie sollten jedoch weiterhin nur Zugkräfte aufnehmen, damit ihre Querschnitte dünn blieben. Seine Überlegungen



*Optimierte Fachwerkträgerform*

fürten zu einer Änderung des Linienvverlaufs des Obergurts in zwei Hyperbeläste, die sich in der Mitte des Trägers in einem nach unten gehenden Knick trafen.

Die jetzt auf theoretischem Wege gefundene Trägerform empfand Schwedler allerdings als ästhetisch unbefriedigend und empfahl den Knick durch eine horizontale Gerade zu ersetzen, wie es bei der Nagoldbrücke in Unterreichenbach zu sehen ist. Durch diese Formänderung erhalten die mittleren Diagonalen bei einem durchfahrenden Zug allerdings Druckkräfte und benötigen, um der Knickgefahr zu begegnen, dicke, materialintensive Querschnitte. Der Einsatz ausschließlich zugbeanspruchter und daher dünner Diagonalen hätte wieder eine kreuzweise Anordnung in Trägermitte bedeutet. Diese Alternative, die häufig gebaut wurde, kam bei der Nagoldbrücke bei Unterreichenbach nicht zur Ausführung.

### Dreigelenkbogen

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit verschiedenen Typen von Brückentragwerken führte Schwedler zum Dreigelenkbogen. Dieses neue Tragwerk hatte den Vorteil, dass es infolge jahres- und tageszeitlicher Temperaturschwankungen keine Zwängungen erlitt, denn es kann

te sich widerstandslos ausdehnen oder zusammenziehen. Außerdem war es mit Hilfe von einfachen Kräftegleichgewichtsbeziehungen leicht zu berechnen.

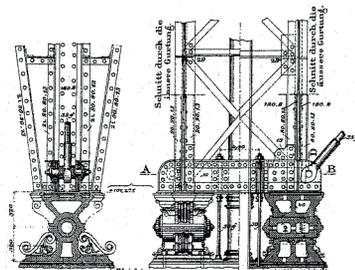
Allerdings setzte sich der Dreigelenkbogen im Brückenbau nicht durch, da er sich als bewegliches Tragwerk mit einer starren Schienenfahrbahn nicht vertrug. So setzte Schwedler das Tragwerk im Hochbau ein. Die 1885 bis 1887 nach Plänen und Berechnungen von Schwedler erbaute und heute noch erhaltene Bahnsteighalle des Frankfurter Hauptbahnhofs zeigt solch ein Dreigelenkbogentragwerk mit einer Spannweite von 56 m und einer Scheitelhöhe von 29 m.

### Schwedler-Kuppel

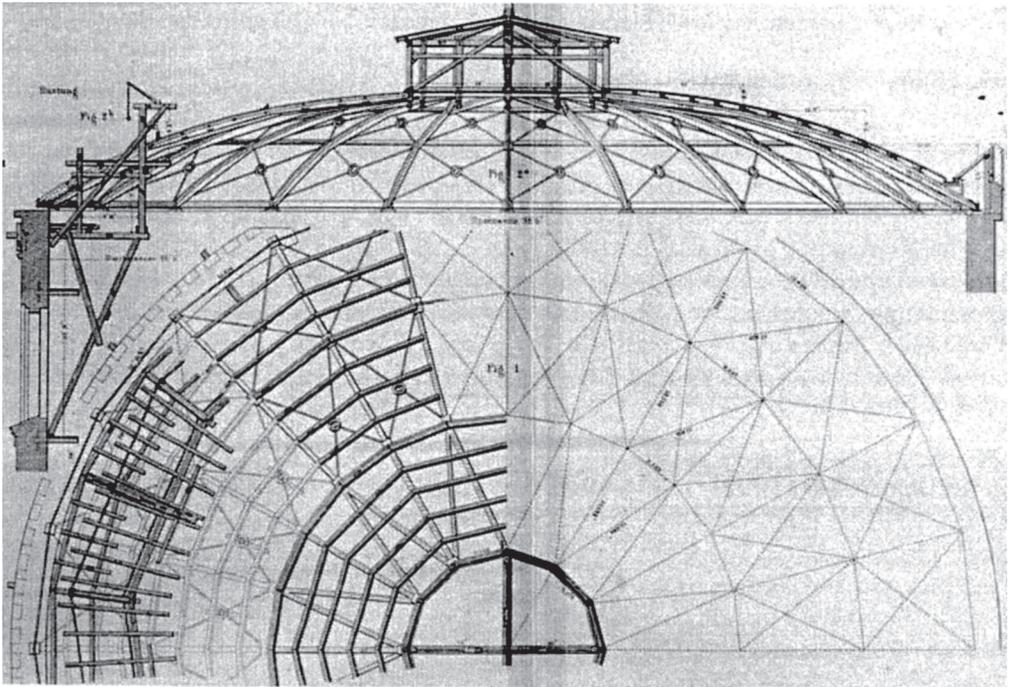
Ein weiteres innovatives Tragwerk realisierte Schwedler 1863 für das Dach des Gasspeichers in der Holzmarktstraße in Berlin. Durch die Übertragung der stabilen Dreiecksstruktur eines ebenen Fachwerkträgers auf die doppelt gekrümmte Dachfläche des Speichers, baute er als erster eine räumlich tragende Gitterschale. Mit einem Eigengewicht von knapp unter 30 Kilogramm pro Quadratmeter ist sie materialsparender als jedes konventionelle, aus ebenen Trägern bestehende Dachtragwerk.



*Bahnsteighalle Hauptbahnhof Frankfurt/Main*



*Detail Fußgelenk*



*Gasspeicher in der Holzmarktstraße, Berlin*



*Schwedler-Kuppel auf umgenutztem Gasspeicher*

Von den zahlreichen Flachkuppeln, die bis zur Jahrhundertwende in Berlin bei öffentlichen Gebäuden und bei Industriebauten in Form von Schwedler-Kuppeln ausgeführt wurden, ist heute nur noch eine über dem ehemaligen Gasspeicher in der Fichtestraße erhalten. Vor kurzem wurde er zu Wohnzwecken umgebaut.

Nicht Erfahrung und Gefühl, sondern Theorie und Berechnung bildeten die Grundlagen für Schwedlers Schaffen. Jedoch propagierte er nicht Theoriegläubigkeit, sondern Eigenständigkeit und Kritikfähigkeit. So schrieb er bereits 1851: „Die Theorie giebt nur im Allgemeinen ein

Schema, nach welchem die Stabilität des Bauwerkes durchdacht werden soll, dem einzelnen Baumeister bleibt es danach überlassen, in jedem besondern Falle dieses Schema mit seinen Gedanken auszufüllen“.<sup>5</sup>

Schwedler führte neuartige Tragwerkstypen in das Bauwesen ein. Sie stehen für den Übergang von der experimentellen zur wissenschaftlichen Herangehensweise an die Probleme des Ingenieurbaus. Daher haben die wenigen heute noch erhaltenen Schwedler-Tragwerke wie zum Beispiel die Nagoldbrücke bei Unterreichenbach eine wichtige ingenieurgeschichtliche Bedeutung.

#### Literatur

- Boeyng, Ulrich: Eiserne Eisenbahnbrücken in Baden-Württemberg, Arbeitsheft 3, hrsg. vom Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Stuttgart 1995.
- Krings, Ulrich: Bahnhofsbau - Deutsche Großstadtbahnhöfe des Historismus, München 1985.
- Mehrtens, Georg: Der deutsche Brückenbau im 19. Jahrhundert, Berlin 1900.
- Prokop, Ines: Vom Eisenbau zum Stahlbau – Tragwerke und ihre Protagonisten in Berlin 1850-1925, Berlin 2012.
- Sarrazin, Otto: Johann Wilhelm Schwedler, in: Zeitschrift für Bauwesen 1895, Berlin 1895.
- Schlaich, Jörg; Schüller, Matthias: Ingenieurbau-Führer Baden-Württemberg, Berlin 1999.
- Trautz, Martin: Eiserne Brücken im 19. Jahrhundert in Deutschland, Düsseldorf 1991.

#### Anmerkungen

- 1 Feitenhansl, Roland: Der Bahnhof zu Calw, in: Einst & Heute, Heft 20, Calw 2011 und Knupfer, Hans-Joachim: Durchgangsbahn ohne Durchgang, Zur Verkehrsgeografie der Calwer Schwarzwaldbahn, in: Einst & Heute, Heft 20, Calw 2011.
- 2 Am Bau der Eisenbrücke war der Fabrikantensohn

Julius Ernst Naehrer (1824-1911) aus Pforzheim beteiligt, der später weniger als Ingenieur denn als Burgenforscher Südwestdeutschlands bekannt wurde.

- 3 Calwer Wochenblatt vom 2. August 1873.
- 4 Schwedler veröffentlichte 38 Fachaufsätze. Otto Sarrazin hat sie aufgelistet in der Zeitschrift für Bauwesen 1895, S. 20, Berlin 1895.
- 5 Schwedler, Johann Wilhelm: Theorie der Brückenbalkensysteme, in: Zeitschrift für Bauwesen 1851, S.167, Berlin 1851.

#### Bildnachweis

- S. 33, 34 rechts oben, 34 unten, 35 links, 36 unten: Autor.  
 S. 35 rechts: Zeitschrift für Bauwesen 1895, Berlin 1895.  
 S. 36 oben: Zeitschrift für Bauwesen 1861, Berlin 1861.  
 S. 37 links, 37 rechts: Zeitschrift für Bauwesen 1891, Berlin 1891.  
 S. 38 oben: Zeitschrift für Bauwesen 1866, Berlin 1866.  
 S. 38 unten: Firma ZinCo.  
 S. 40: Hans Schabert



*Mit einer Sondergenehmigung und unter Begleitung durch einen Vertreter der Deutschen Bahn beging Professor Fritz-Ulrich Buchmann (links) – Spezialist für Tragwerktechnik, der an der Technischen Hochschule Stuttgart lehrt – mit Mitgliedern des Kreisgeschichtsvereins Calw und des Schwarzwaldvereins Unterreichenbach 2014 die Schwedler-Brückenkonstruktion und erläuterte die Besonderheiten dieses historisch bedeutenden Bauwerks.*