

R.S. Fitzgerald

Von 1780 bis zur Mitte der 40er Jahre des 19. Jhs. spielte die Bauart der Weberei noch eine führende Rolle als Ansporn für die bauliche Anwendung von Eisen. Nach dem dritten Jahrzehnt des Jahrhunderts gewann der Eisenbau immer mehr an Bedeutung; er beeinflusste zunächst stark die bis dahin gesammelten Erfahrungen der Erbauer von Webereien, wurde aber dann in zunehmendem Maße für eigenständige Entwicklungen wirksam. Bis in die 60er Jahre war die Konstruktion der Webereien noch in der Entwicklung begriffen. Der hiervon ausgehende Impuls war jedoch geringer als der des Eisenbahnbaus, von wo sie die Technik übernahm.

Die Entwicklung der ersten Generation von Webereien, deren Innenräume mit Eisenrahmen versehen waren, ist von anderen Verfassern schon ausreichend behandelt worden. (1) Aus diesem Grunde werde ich den Zeitraum bis zum Jahre 1805 nur kurz zusammenfassen. Auf den baulichen Charakter der Weberei hatte das Brandrisiko den größten Einfluß. Daß kein Herstellungsverfahren vor dieser Gefahr sicher war, hatte die Vernichtung der Albion Corn Mill im Jahre 1791 hinreichend bewiesen. Besonders gefährdet aber war jener Zweig der Textilindustrie, der auf der Grundlage von Pflanzenfasern arbeitete. Je mehr der Fabrikbau an Umfang und als Geldanlage zunahm, desto größer wurden auch die jeweiligen Verluste.

Die ersten Neuerungen waren diejenigen von William Strutt, und sie sind in einer Fabrik und ein Lagerhaus aus den Jahren 1792 und 1793 in Milford bzw. Derby in der Grafschaft Derbyshire eingebaut worden. Die Anwendung von Holz für die Hauptfußbodentragebalken ist beibehalten worden, Stichbalkenträger und Fußbodenbretter sind aber durch segmentale Ziegelsteinbögen ersetzt worden, die sich von an den unteren Kanten der Balken angebrachten Widerlagern aufschwangen. Die schrägen Widerlager wurden mit Eisenblech umhüllt, die ungeschützten Unterseiten der Balken sind verputzt worden, um sie brandsicher zu machen. Die Bogenzwischel sind mit Sand gefüllt worden, worauf der Bodenbelag aus Ziegelsteinplatten verlegt worden ist. Dazwischen sind die Balken von zwei Reihen gußeiserner Säulen mit kreuzförmigem Querschnitt getragen worden. Eine radikalere Abweichung von der traditionellen Webereibauart trat 1796 mit der Errichtung der Castle Foregate Flax Mill (Flachsspinnerei) in Shrewsbury für die in Leeds beheimatete Flachsspinnerei-Partnerschaft Marshall und Benyon ein. Marshalls geschäftliche Interessen konzentrierten sich hauptsächlich in Leeds, aber die Gebrüder Benyon besaßen ein schon bestehendes Wollgeschäft in Shrewsbury. Diese Tatsache und die lokale Tradition der Leinenherstellung haben zum Bau der neuen Spinnerei angeregt. Der Entwurf für das Gebäude stammte von Charles Bage, der auch an der Partnerschaft beteiligt war. Benyons Wunsch nach einem Gebäude, das relativ widerstandsfähig gegenüber Feuer sein würde, resultierte gewiß aus dem Verlust der B Mill in Leeds, die im Februar 1796 vernichtet wurde. Erhaltene Korrespondenz deutet darauf hin, daß die Anstrengungen Bages, dieses Ziel zu erreichen, z.T. durch die Arbeit von Scott inspiriert worden sind, die Hauptidee aber, gußeiserne Balken zu verwenden, war von Bage selbst, obwohl er auch von der sehr neuerungsfreudigen lokalen Eisenindustrie beeinflusst sein könnte. Die Spinnerei war bis zum Jahre 1797 fertiggestellt. Sie ist ausführlich in dem Beitrag von Skempton und Johnson in der 'Architectural Review' vom März 1962 beschrieben worden. Folglich ist hier nicht mehr als ein knapper Umriss ihrer Form notwendig. Das Hauptgebäude der Spinnerei hat die Außenabmessungen 177'3" mal 39'6". Die Innenbreite beträgt 36', während die Länge mit einigen Ausnahmen in Zwischenräumen von je 10,6' unterteilt worden ist, und zwar durch Ziegelsteinbögen, die sich von den gußeisernen Balken aufschwangen. Der Querschnitt

zeigt den Einfluß der Arbeit Scotts. In der mittleren Spannweite haben sie einen sieben-Zoll-Steg, dessen Stärke sich von 1 1/8" an der oberen Kante auf 1 1/2" an dem Punkt, wo er durch ein dreieckiges Prisma ersetzt wird, das die Querschnittsbreite auf 5" an der unteren Kante ausdehnt, verjüngt. Seine Form leitet sich eindeutig von der der Balken, die Scott in Belper verwendet hat, ab. Die Balken sind in zwei Längen gegossen und mit Bolzen auf der Mittellinie des Gebäudes befestigt worden. Der Querschnitt variiert in Höhe von 7" an den Mauern über 11" in der mittleren Spannweite auf 10" zu dem Punkt über den Pfeilern, wo negative Biegemomente durch die durchlaufende Natur des Balkens hervorgerufen werden. Um die Anwendung von Holz im Dach zu vermeiden, ist ein ähnliches System von Ziegelsteinbögen, die sich von gußeisernen Balken aufschwangen, angewendet worden. Darauf sind die Dachschieferplatten verlegt worden, wodurch das Dach eine Sängedachkontur erhielt.

Auf den Bau der Castle Foregate Mill folgte 1799 der der Salford Twist Mill durch George Lee. William Fairbairn hat irrtümlicherweise angenommen (2), daß diese die erste feuerresistente Spinnerei war, und er ist dafür verantwortlich, daß sie Boulton und Watt zugeschrieben wurde. In einem Beitrag in dem 'Architectural Journal' (3) argumentiert A.J. Pacey, daß dies nicht der Fall war und daß Fairbairns Meinung fälschlicherweise aufgrund von Zeichnungen aus der Boulton-und-Watt-Sammlung gebildet worden war, welche sich aber nur auf Boultons und Watts Beitrag zur neuen Spinnerei bezogen, d.h. auf die Dampfmaschine und die Gasanlage. Nach Pacey sind diese aufgrund von Lee vorbereitet worden, der persönlich für den Entwurf der Bausubstanz der Spinnerei verantwortlich war. Weitere Verwirrung kommt durch die Form der Balken. Skempton und Johnson schlugen vor, daß der hängende T-Querschnitt hier zum ersten Male verwendet worden ist. Der erste Plan, der in Betracht gezogen worden ist, war für Balken mit einer Spannweite von 12' 10" und einen Querschnitt, der von demjenigen, den Bage in Shrewsbury angewendet hatte, hergeleitet worden war. Diese Ansicht beruht auf einer Zeichnung in der Boulton-und-Watt-Sammlung von 1799. Eine spätere Zeichnung von Creighton, dem Zeichner von Boulton und Watt, zeigt das Gebäude 1801 kurz vor der Vollendung mit der schon errichteten Eisenkonstruktion, aber vor dem Einbau der Ziegelsteinbögen. Gezeichnet auf Wunsch von Lee, ist dies eine Perspektivansicht auf der Grundlage eines vorher abgemessenen Querschnitts der Spinnerei. Der Querschnitt zeigt, daß die Spannweite der Balken 14' beträgt, was beinhaltet, daß die Pläne in der Zwischenzeit revidiert worden sind. Die Maximalhöhe der Balken hatte sich auch von 11" auf 13" verändert, und Skempton und Johnson nahmen an, daß diese Veränderung auch den neuen Querschnitt umfaßte. Die Zeichnungen von Boulton und Watt zeigen den Querschnitt leider nicht, und die Autoren müssen die Fairbairn'sche Version hiervoor akzeptieren.

Pacey ist anderer Meinung und schlägt vor, daß Fairbairn den tatsächlich ursprünglich vorgeschlagenen Querschnitt mit einem entwickelten hängenden T-Querschnitt der Art, woran er sich durch die eigene Arbeit gewöhnt hatte, verwechselt hatte. Nach Ansicht von Pacey war der Entwurf der Balken nicht mit Boulton und Watt in Verbindung zu bringen, sondern basierte stattdessen auf Verbindungen zwischen Lee und Bage und der Spinnerei von Bage. Der Entwurf, der von Lee nach diesen Unterredungen ausgearbeitet worden ist, hat sich von den Originalen nur dadurch unterschieden, daß ein kleiner Flansch an die Unterseite hinzugefügt worden ist, um die schrägen Widerlager beim Stützen der Bogen zu unterstützen. Der Entwurf, den Skempton und Johnson vorgeschlagen hatten, war zugunsten des hängenden T-Querschnitts abgelehnt worden. Pacey ist der Auffassung, daß dieses Mißverständnis bei Fairbairn entstanden war, nachdem eine visuelle Untersuchung nicht aufgedeckt hatte,

daß die Bogen schräge Widerlager verdeckten. Der Beitrag von Fairbairn läßt weiteren Zweifel aufkommen. Der Querschnitt der Spinnerei, obgleich er anscheinend auf der revidierten Breite von 42' basiert, zeigt drei Balken mit je einer Spannweite von 14'. Die Zeichnung von Creighton dagegen zeigt, daß nur zwei Balken, wie es in Shrewsbury der Fall war, auf der Mittellinie der Spinnerei verbunden waren. Was immer der Fall bezüglich der Balken sein mag, die Säulen stellen eine echte Neuerung dar. Der kreuzförmige Querschnitt, der früher verwendet worden war, sowohl in den oben besprochenen, feuergeschützten Spinnereien und anderswo, war durch hohle, zylinderförmige Säulen ersetzt worden. (4) Es scheint, daß zumindest ein Teil der Anregung für diese Veränderung mit dem Wunsch zusammenhing, die Spinnerei zu heizen, indem man Dampf durch sie leiten ließ, zu welchem Zweck Flanschverbindungen für eine Hauptdampfleitung in die Gußstücke im Erdgeschoß eingebaut worden sind.

Das endgültige Schicksal dieser Spinnerei ist auch der Gegenstand sich widersprechender Berichte. Skempton und Johnson glaubten, daß sie im Krieg bei einem Bombenangriff vernichtet worden war, Turpin Bannister dagegen verweist auf einen Bericht in dem "Builder" vom Jahre 1845 (5), der andeutete, daß sie abgerissen worden war, nachdem das gußeiserne Dach im selben Jahr versagt hatte. Man könnte hinzufügen, daß - wenn dies der Fall wäre - Fairbairn das Gebäude zu dem Zeitpunkt nicht hätte untersuchen können, als der Beitrag "Anwendung der Verwendung von Schmiede- und Gußeisen für Bauzwecke" verfaßt worden ist (1854), noch hätte er behaupten können, wie er es tut, daß das Gebäude "äußerst erfolgreich" gewesen wäre. Es ist also möglich, daß Fairbairn ganz arglos das falsche Gebäude untersucht hatte.

Für die dritte dieser Pioniergruppe von Spinnereien kommen wir zurück auf die Partnerschaft von Marshall und Benyon. Zwischen den Jahren 1802 und 1804 beschlossen die Partner, sich zu trennen, und um das zu erreichen, kaufte Marshall von Benyon dessen Anteil des Unternehmens. Mit dem Kapital, das er aus dieser Transaktion erzielt hatte, errichtete Benyon eine eigene Spinnerei in der nahegelegenen Meadows Lane in Leeds. Bage war wieder einmal der Architekt. In diesem Gebäude ist die Form der Balken, wie sie während der nächsten 30 Jahre in feuergeschützten Spinnereien vorkommen sollte, voll vorhanden. Sie waren einfach an den Mauern und über den Säulen gestützt und durch schmiedeeiserne Schrumpfringe an der Seite der Balkenenden durch gegossene waa-gerechte Muffenverbindungen zusammengekoppelt. Auf diese Weise sind die negativen Biegemomente, für die der Entwurf des Balkens völlig ungeeignet war, und die bei den früheren Balkenformen vorkamen, vermieden worden. Das Querschnittprofil hörte auf, die schrägen Widerlager zu enthalten und hat sich einzig auf den unteren Flansch verlassen, um die Bogen zu stützen. Der Steg, der 11" hoch war, war 1" stark, und der untere Flansch war 4" breit mal 1" stark. Jeder Balken scheint eine Spannweite von 12' gehabt zu haben, und die Zwischenstützung bestand aus drei Reihen Säulen mit kreuzförmigem Querschnitt. Die Ziegelsteinbogen haben die Länge in 10' Zwischenräume aufgeteilt. Es ist wahrscheinlich, daß diese Spinnerei ein Gußeisendach hatte, denn es ist bekannt, daß Bage vorher mit einem Träger von 38' Spannweite experimentiert hat. Wenn dies der Fall war, war die Meadow Lane Mill die erste, die davon Gebrauch gemacht hat.

Eine weitere Spinnerei für Benyon ist gleichzeitig mit der Meadow Lane Mill in Shrewsbury errichtet worden. Wenig ist über jenes Gebäude bekannt, außer den Außenabmessungen, da es am Ende des 19. Jhs. abgerissen worden ist. Es scheint feuerfest gebaut worden zu sein, und es kann wohl angenommen werden, daß es Charakteristika der Meadow Lane Mill besaß, da Bage wiederum der Architekt war. Man glaubt, daß er auch mit Strutt beim Wiederaufbau der Belper North Mill zusammengearbeitet

hat, nachdem ein Brand 1803 das Gebäude aus dem Jahre 1786 vernichtet hatte. Diese Spinnerei ist noch gut durch die Abbildung in der "Rees Cyclopaedia" bekannt, die von einer Zeichnung des jüngeren John Farey gemacht worden ist. Strutt scheint keine weitere Rolle bei baulichen Neuerungen gespielt zu haben, nachdem er seine ersten Beiträge geleistet hatte, obgleich sein häufiger Briefwechsel mit Bage es wahrscheinlich macht, daß er einen Einfluß hatte, die sich bei Bage entwickelnden Ideen anzuregen.

Die Verbindung Bages mit den bis jetzt beschriebenen Spinnereien ist gut belegt. Die Identität späterer Spinnereibauer ist etwas unklarer. Bei der Diskussion der Salford Twist Mill wurde darauf hingewiesen, daß hier zum ersten Mal ein neuer Einfluß von außerhalb des Strutt-Bage-Kreises erschien. Es ist auch bemerkt worden, daß diese Spinnerei mindestens einen und vielleicht zwei neuartige Züge in ihrer Bautechnik hatte. Von den beiden Spinnereien, die jetzt behandelt werden, war Armley Mills in Leeds ohne Zweifel stark durch die Arbeit von Lee beeinflusst worden, und dasselbe mag auch der Fall bei Houldsworth Mill in Glasgow sein. Die beiden sind fast gleichzeitig erbaut worden.

Im Jahre 1970 war der Zustand der Glasgower Spinnerei so schlecht, daß ein Abriß unumgänglich war. Scottish Ancient Monuments hat die Gelegenheit wahrgenommen, das Gebäude während des Zeitraumes des Abrisses zu vermessen, und die Ergebnisse jener Arbeit sind vier Jahre später in "Post Mediaeval Archaeology" (6) veröffentlicht worden. Die nachfolgenden Einzelheiten stammen aus jener Vermessung. Der jetzt üblich gewordene Fußboden auf Bogen war durch T-Querschnitt Gußeisenbalken, die die innere Breite von 38,9" in drei Gußstücken überspannten, getragen. Zwischenstützung bestand aus zwei Reihen zylinderförmiger Gußeisensäulen. Die Balkenenden an den Verbindungsstellen haben die Säulen umfaßt und sind durch einen Spaltring auf der Oberfläche der Balken anstatt an den Seiten verbunden worden. Hierbei ist der in Meadow Lane gegründeten Praxis eher gefolgt als der von Belper North (7). Der Balkenquerschnitt in der Mitte der Spannweite hatte eine Gesamthöhe von 15 1/2", die auf 9" an den Stützpunkten zurückging. Der Steg hatte eine Stärke von 1", und der Flansch, der an der Unterseite abgekannt war, hatte eine Breite von 4" und eine Tiefe von 1 1/2" bei den mittleren 2", die sich auf einen halben Zoll an den Rändern reduzierten. Die Barren waren zwischen den Balken angebracht, um der Restspannung von den Bogen entgegenzuwirken. Sie waren weniger wirkungsvoll angebracht als diejenigen von Meadow Lane. Der Versuch, sie innerhalb der Ziegelsteinbogen zu verstecken, obwohl als Schutzmaßnahme gedacht, hob sie über den Punkt der optimalen Wirkung. Die Dachträger, die aus Gußeisen waren, wurden als spätere Hinzufügung betrachtet, sie haben aber tatsächlich vieles gemeinsam mit den anderen beiden Beispielen jener Zeit und waren, glaube ich, ursprünglich.

Armley Mill in der Nähe von Leeds ist, vom Baugehalt her gesehen, eines der beachtenswertesten Gebäude des Landes. (8) Ihre Entwicklung war so, daß sie im Jahre 1830, mit Ausnahme des Tredgold-Balkenquerschnittes, jede Art der allgemeinen Form von Balken und Säulen, die bis dann in Spinnereien verwendet worden waren, enthielt. Soweit bekannt ist, war sie die erste Spinnerei in der Woll-Textilindustrie, in der eine feuerfeste Bauweise angewendet worden ist, und nach dem Abriß der Houldsworth Mill ist sie jetzt das älteste noch erhaltene Spinnereigebäude mit hohlen, zylindrischen Gußeisensäulen. Wir können hier nicht zu lange bei der Frühgeschichte der Spinnerei verweilen, aber bis zum Jahre 1788 war es die größte Walkerei des Landes und besaß eine der vorteilhaftesten Wasserkraftanlagen der Umgebung. Diese Faktoren haben das Interesse von Benjamin Gott geweckt, der bahnbrechende Arbeit für die Fabrikwollindustrie mit seiner Bean Ing. Mill in der Nähe der Stadtmitte von Leeds geleistet hatte. Er hatte die Transaktion für den

Ankauf von Armley Mill 1804 eingeleitet, aber bevor sie durchgeführt war, hat ein Brand das Hauptgebäude vernichtet. Die Vorteile der Lage waren so groß, daß er nicht gezögert hat, sie wiederaufzubauen. Er war ein enger Freund von Lee, und die neue Spinnerei hatte starke Ähnlichkeiten mit der Salford Twist Mill. Die zylinderförmigen Säulen waren denjenigen Lees nachgebaut und hatten gleiche Möglichkeiten für die Versorgung mit Dampfheizung zusätzlich zu ihrer bautechnischen Rolle.

Wegen der sich widersprechenden Ansichten über die Balken der Salford Twist Mill ist es nicht möglich, zu sagen, ob die Balken in Armley eine weitere Entwicklung davon darstellen. Die durchlaufende Form der Balken in der Salford Twist Mill, wie Creighton sie abgebildet hat, ist sicherlich nicht beibehalten worden. Die Balken in Armley waren einfach auf den Säulen getragen, und das Längsprofil spiegelt diese Tatsache wider. Die Verbindung über den Säulen wird durch seitenmontierte Schrumpfringe erreicht, und der Vorläufer davon könnte die nahegelegene Meadow Lane Mill gewesen sein, deren Existenz Gott zweifelsohne bekannt war. Wiederum wegen der Verwirrung mit der Querschnittform der Balken in der Salford Twist Mill ist die Herkunft der Balken in Armley unklar. Wenn sie in Salford im hängenden T-Querschnitt waren, dann stimmen die Form und die Ausmaße überein. Für die Salford Twist Mill gibt Fairbairn an, daß der Steg eine Höhe von 12" hatte und eine einheitliche Stärke von $1\frac{1}{4}$ ", währenddessen der untere Flansch $3\frac{1}{4}$ " mal $1\frac{1}{4}$ " mißt. Die Balken in Armley sind fast identisch. Die Breite des unteren Flansches variiert zwischen $3\frac{1}{4}$ " und 3" mit einer Stärke zwischen 1" und $3\frac{1}{4}$ ". Der Steg, der 9" hoch an den Stützpunkten und 12" hoch in der Spannmitte ist, hat eine Stärke von $\frac{3}{4}$ " an der Oberkante, die auf $1\frac{1}{8}$ " beim Anschluß mit dem Flansch zunimmt. Die drei Spannweiten sind unterschiedlich, um Platz für das Wagenspinnertor frei zu lassen, zwei messen 11' und eins 8'. In den Flansch sind Bolzflächen hineingegossen, um die Antriebsstangen in die Maschinen zu tragen. Diese sind eindeutig beeinflusst durch die Praxis in nichtfeuergeschützten Webereien, die Leitungsstangen mit großen Bolzen an der Unterseite der Holzbalken anzubringen. (9)

Die drei unteren Geschosse sind von zwei Reihen hohler, zylindrischer Gußeisensäulen getragen. Im Erdgeschoß, wo der Lichtraum 11'3" beträgt, haben die Säulen einen mittleren Durchmesser von $6\frac{5}{8}$ " und von $5\frac{1}{4}$ " bis $5\frac{1}{2}$ " auf den beiden oberen Stockwerken, wo der Lichtraum 9'6" beträgt. Die Metallstärke ist in allen Fällen $1\frac{1}{2}$ ". Das Dach ist aus Holz mit Stuhlsäulen und Tragbalken.

Damit es hier nicht zu ausführlich wird, werden wir Armley für den Zeitraum zwischen 1805 und 1825 nicht detailliert behandeln. Dennoch verdienen es zwei besondere Merkmale der Struktur, in diesen Bericht aufgenommen zu werden. Um das Jahr 1810 ist die Getreidemühle, die in einem Flügel des Gebäudes untergebracht war, abgerissen worden. Damit das Gebäude für die Wollindustrie wieder gebraucht werden konnte, mußten die Geschosse ersetzt werden. Das Erdgeschoß, das eine Renovierung am nötigsten hatte, scheint sofort umgebaut worden zu sein. Während Gußeisenbalken mit T-Querschnitt verwendet worden sind, war der Fußboden eher aus Steinplatten als aus Ziegelsteinbogen. Um die Platten zu tragen, sind die Balken mit Flansch nach oben eingebaut worden. Die Säulen sind auch seltsam atavistisch im Vergleich zu denjenigen im Hauptgebäude der Spinnerei. In der Getreidemühle ist der ältere kreuzförmige Querschnitt genommen worden. Die Balken sind über den Säulen zusammengekoppelt, aber mit Dichtungsmaterial aus Blei zwischen den Bolzflächen, um die Bewegung auszugleichen.

Bevor wir uns vom Thema Armley Mill abwenden, ist das Dach des Trockenhauses wert, erwähnt zu werden. Es scheint zwischen 1809 und 1810 errichtet worden zu sein. Seine gewundene Gußeisenstruktur ist typisch

für den Zeitraum, bevor der Gußeisenbogen sich als akzeptabelste Form etabliert hat.

Die Aktivitäten von Gutt und Benyon scheinen als ein Ansporn für die Erbauer von Fabriken in Leeds gewirkt zu haben, auch eine feuerfeste Bauweise zu übernehmen. Diese Tatsache und die Lage der meisten Spinnereien in Leeds, weit weg von den Gebieten der späteren städtischen Entwicklung, hat Leeds eine größere Konzentration an Pionier-Eisenbau als sonst irgendwo hinterlassen.

Im Jahre 1808 fing Marshall (10), der nun nicht mehr mit Benyon in Partnerschaft war, an, seinen Betrieb auszubauen, und zwar durch den Bau eines Lagerhauses und eines Flachstroockenschuppens. Das Lagerhaus war in der Bauweise ähnlich wie Meadow Lane Mill. Das Trockenhaus war origineller. Massive, zylindrische Säulen trugen eine Gußeisenplatte, die die Länge der Gebäudemitte entlang verlief. Diese Platte war von einheitlicher Höhe und Stärke, $9" \times 1\frac{1}{8}"$ und war ganz ohne einen unteren Flansch. (11) An dies sind T-Querschnitt-Gußeisenbalken mit Flansch nach oben mit Bolzen festgeschraubt worden. Dieser Rahmen trug einen Riffelblechboden aus Gußeisen, wodurch Wärme aus den Dampföhrnen im Erdgeschoß nach oben gelangen konnte.

Diese Palette an Gebäuden ist 1817 durch die Hinzufügung einer Schlosserwerkstatt erweitert worden. Die massiven, zylindrischen Säulen kommen wieder vor, aber die Balken, die einen Ziegelsteinbogen-Fußboden tragen, obwohl mit dem üblichen hängenden T-Querschnitt, haben einen Steg einheitlicher Höhe und scheinen daher keine Rücksicht auf die Entwicklung des Biegemomentes über die ganze Spannweite zu nehmen. Das Dach ist feuerfest und ist eines der frühesten Beispiele, denen ich begegnet bin, in der Anwendung von schmiedeeisernen Zugsträngen, um der Neigung nach Verschiebung nach außen, die am Fuß der Dachsparren nach dem Gußeisenprinzip vorkommt, entgegenzuwirken.

Der Schlosserwerkstatt folgte im selben Jahr ein weiteres und viel größeres Gebäude. Unerklärlicherweise kehrt Marshall zu kreuzförmigen Gußeisensäulen (12) zurück, und genau so anachronistisch sind die Antriebsstangen, die genau, wie in der Armley Mills, an den Gußeisenbalken mit Bolzen angebracht sind. Es kann sein, daß nur der Zufall des Weiterbestehens den Eindruck erweckt, daß diese Spinnerei etwas konservativ im Entwurf war. In der nahegelegenen Otley Mill, die um 1815 erbaut worden ist, sind auch kreuzförmige Säulen zur Stützung der hölzernen Fußbodenbalken verwendet worden. Trotzdem ist die Antriebsleitung von den Bolzflächen an der Säule selbst aufgehängt, eine Lage, die in der Folgezeit die übliche wurde. Zwanzig Jahre später wurde Hollins Mill in Bradford gebaut, mit Säulen, die beiden Formen Konzessionen machte. Der massive, zylindrische Kern ist durch vier Rippen versteift worden, die eine ausgeprägte Entase aufweisen. 1827 sind gleiche Säulen in die Providence Mill in Brighouse eingebaut worden.

Zwischen 1827 und 1830 hat Marshall seine Spinnerei weiter ausgebaut. Das Bausystem, das er angewendet hat, war für die Zeit nicht außergewöhnlich, das Gußeisendach ist aber erwähnenswert. Es stammt aus dem Jahre 1830 und bedeckt die Spinnerei aus jenem Jahr und eine frühere, die rechtwinklig dazu stand. Jeder Tragbalken besteht aus drei Hauptgußstücken, die miteinander verbolzt sind. Die Stärke des Rahmens rührt hauptsächlich von der fast bogenartigen Form der unteren Ausleger her.

Der Dachtypus des Gußeisenbogens erfreute sich einiger Beliebtheit bis in die 40er Jahre des letzten Jahrhunderts. Baines bildet in seiner "History of the Cotton Manufacture of Great Britain", 1835 erschienen, ein solches Dach ab und zeigt ganz klar dessen eigenartigen Vorteil für den Wagenspinner. Ein identisches Dach existiert noch in Halifax in der Spinnerei, die 1828 für James Ackroyd gebaut worden ist. So groß ist die Ähnlichkeit zwischen den beiden, daß ich annehme, daß sie alle beide vom selben Erbauer stammen. Eine frühere Variante dieser Form existiert noch in Manchester in der Bee Hive Mill in Ancoats.

Die lasttragende Funktion wird durch den Gußeisenbogen ausgeübt, die Hauptdachsparren sind aber aus Holz und werden durch Konsolen am Platz gehalten, die in den Bogen eingegossen worden sind, und werden durch einen senkrechten, gußeisernen Sockel am First gestützt. In allen drei Fällen scheint der Seitenschub des Bogens auf der Kämpferlinie durch die gußeisernen Fußbodenbalken gebündelt zu sein, was u.a. beinhalten würde, daß es eine direkte Druckbelastung auf den Balken gibt, es sei denn, es gibt verdeckte schmiedeeiserne Zugstangen. Das gußeiserne Dach der Carr Mill in Leeds, errichtet um 1825, spielt keine Rolle für den Dachraum, sondern überbrückt einfach das obere Geschoß. Hier sind die Stangen klar sichtbar und bestehen aus schmiedeeisernen Stangen mit rechteckigem Querschnitt, aufgehängt in der Mitte am Firstgußstück durch einen senkrechten, schmiedeeisernen Bolzen.

Allgemein gesprochen hatte sich der Plan der feuergeschützten Weberei bis Mitte der 30er Jahre durchgesetzt, was aber nicht heißen soll, daß der gußeiserne Balken im T-Querschnitt und der Ziegelsteinbogen allein das Feld beherrschten. In einigen Fällen hat man Steinplattenböden bevorzugt, die von gußeisernen Balken und Querträgern gestützt wurden.

Diese Art des Fußbodens war schon 1816 in einem Teil der Schmiede in der Marinewerft Woolwich, die vom jüngeren John Rennie entworfen wurde, verwendet worden. Zwei Beispiele existierten noch bis vor kurzem in der Grafschaft Yorkshire, aber jetzt ist nur noch eines übriggeblieben. Pildacre Mill bei Ossett war von John Goodchild vor dem Abriß vermessen worden und ähnelt im baulichen Charakter Carr Mills, dem anderen Beispiel so weit, um die Annahme zu rechtfertigen, daß derselbe Ingenieur verantwortlich war. Das oben beschriebene Dach von der Carr Mill war identisch mit dem von der Pildacre Mill. Die Struktur des Fußbodens unterschied sich nur insofern, daß in Pildacre ihre Breite das Dazwischenstellen von Säulen erforderlich machte, wohingegen in der Carr Mill die Balken eine einzige Spannweite haben. Das parabolische Profil des Stegs machte in beiden Fällen das Anbringen von Kragern erforderlich, um die gußeisernen Querträger aufzunehmen, worauf die Steinplatten des Fußbodens lagen. Eine einheitliche Fläche für die Aufnahme der Fußbodenplatten wurde auf einer anderen Art in der Bee Hive Mill erreicht, wo der Steg hängend war in einer Weise, die sehr derjenigen ähnelt, auf die früher im Zusammenhang mit Armley Mills angespielt worden ist.

Dieses Beispiel und die früher zitierten im Zusammenhang mit der Marshall Mills aus den Jahren 1808 und 1827 dient dazu, die Tatsache zu illustrieren, daß der Entwurf des Gußeisens nicht immer mit den Aufgaben übereinstimmte, die es zu erfüllen galt. Die Untersuchung des Ausmaßes, bis zu welchem die Anwendung von Gußeisen durch ein wissenschaftliches Verständnis seiner Natur erhärtet wird, führt weiter zur verwandten Frage, inwieweit theoretische Untersuchungen Schritt mit der Praxis gehalten hatten, und angenommen, daß die Theorie allgemein zugänglich war, wie prompt sie an die Ingenieure und Architekten bei der Arbeit weitergeleitet worden ist. Skempton (13) hat bewiesen, daß Charles Bage sowohl mit Säulen als auch mit Balken experimentiert hatte, und war mit ähnlicher Arbeit mit Gußeisen vertraut, die in Ketley ausgeführt worden ist. Er ist in Shrewsbury mit zwei Problemen konfrontiert worden. Er hatte mit einem neuen Material zu tun und konnte nur auf allgemeine Theorien zurückgreifen, die größtenteils von der Arbeit mit Holz und Stein her stammten. Zweitens mußte er in der Lage sein, theoretisch das Verhalten eines nicht-rechteckigen Querschnitts vorauszusagen, der ganz unähnlich allem Vorheruntersuchten war. Er griff zurück, wie das in England traditionell gemacht worden ist, auf den Galileischen Begriff der Lokalisierung der neutralen Achse auf der konkaven Oberfläche eines durch eine Last durchbogenen Balkens, und nahm die Formel $M = k \cdot \frac{1}{2} b d^2$. Dabei wurde angenommen, daß bei einem spröden Material nur Zugbeanspruchungen existieren, und daß diese einheitlich über den ganzen Querschnitt verteilt sind, wie das auch der

Fall wäre bei einer Figur, die einer reinen Spannungsbelastung ausgesetzt wurde. K ist eine Konstante, bezogen auf die Spannungstärke des Materials. Der Fall des hängenden T-Querschnitts ist dann betrachtet worden. Er nahm an, daß die Spannungskraft nur am Flansch aufgebracht worden ist, erzeugte aber ein Spannungsmoment um den oberen Teil des Stegs und produzierte die Formel $M = k \cdot A \cdot \bar{y}$, wo A die Fläche des Flansches war und \bar{y} die Entfernung des Zentrums seiner Schwerkraft von dem oberen Teil des Stegs. Mit Daten, die er aus Experimenten an rechtwinkligen Gußeisenbalken gewonnen hatte, leitete folgende Verhältnisse her:

$$W = 14.5 \cdot \frac{b d^2}{1} \quad \text{für einen rechtwinkligen Balken}$$

$$W = 29 \cdot \frac{A \cdot \bar{y}}{1} \quad \text{für einen Balken mit Flansch.}$$

Die Konstante K war gleich 7,2 Tonnen pro Quadratzoll. In der Folgezeit hat er Balken, die zur Anwendung vorgesehen waren, bis zur Zerstörung getestet und festgestellt, daß die Ergebnisse denjenigen sehr gleichen, die er vorausgesagt hatte. Seine Theorie scheint nicht zur allgemeinen Verbreitung gekommen zu sein und wurde nicht veröffentlicht.

Bage war nicht der erste, der das Verhalten von Gußeisen unter Belastung untersucht hat, denn, wie Skempton bei der Diskussion von Bages Theorie darauf hinweist, hatte Banks schon vorher die Frage von gußeisernen Schwebebalken untersucht und Regeln danach hergeleitet. Die wachsende Verbreitung von Gußeisen beim Bau und sonstwo hat die Aufmerksamkeit von mehreren späteren Untersuchern auf sich gelenkt, unter ihnen Peter Barlow und Thomas Tredgold. Tredgolds "Practical Essay on the Strength of Cast Iron" ist 1822 erschienen und war das Ergebnis von einer Reihe von Experimenten, die er am neuen Material durchgeführt hatte. Als eine Folge davon schlug er einen veränderten Querschnitt vor, symmetrisch um seine y-Achse mit Flanschen oben und unten von gleichmäßiger Form und Fläche. Indem er das tat, hat er es versäumt, einzusehen, daß anders als beim Holz, womit er früher viele Erfahrungen gesammelt hatte, sich die Eigenschaften von Gußeisen in Erwiderung auf Druck- und Spannungsbelastungen unterscheiden. Obwohl seine Veröffentlichung weithin bekannt war, gibt es wenige Beweise, daß der Querschnitt, den er vorschlug, in größerem Umfang aufgenommen worden wäre.

Bis in die 30er Jahre blieb die Form des Balkens, die im allgemeinen gebraucht wurde, weitgehend die, die wir vorher besprochen haben. Wieviel es der Theorie schuldig war und wieviel reiner evolutionärer Entwicklung nach Bages Beitrag, läßt sich schwer sagen. Im Gegensatz dazu hatte der nächst größere Fortschritt im technischen Verständnis von Gußeisen auf lange Sicht eine tiefgreifende Wirkung auf den Entwurf von Balken und gar auf alle Gebiete, wo Gußeisen angewendet wurde. 1830 veröffentlichte die "Manchester Literary and Philosophical Society" die Arbeit "Theoretical and Experimental Researches to Ascertain the Strength and Best Forms of Iron Beams" von Eaton Hodgkinson. Diese wurde zur grundlegenden Arbeit für alle weiteren Gußeisenentwürfe im 19. Jh. und enthielt einschlägige Kommentare zu Schmiedeeisen. Acht Jahre zuvor hatte er einen Beitrag über "The Transverse Strength of Metal" veröffentlicht, der das Ergebnis von Untersuchungen enthielt, die er auf Anregung seines Mentors, John Dalton, gemacht hatte. Es war zum Teil eine Übersicht schon veröffentlichter Arbeiten und spiegelte die Möglichkeit wider, die seine Mitarbeit mit Dalton geboten hatte, sich mit Arbeiten in Europa über Materialstärke vertraut machen zu können.

In seiner Arbeit hat er Peter Barlows frühere Mißdeutungen der Momente von Spannungs- und Druckbelastungen aufgezählt und korrigiert. Durch Experimente ist er zum Schluß gekommen, daß Spannungs- und Druckbeanspruchungen nur bei gleichen Belastungen gleich wären. Barlow, der den Arbeiten von Duleau gefolgt war, hatte irrtümlicherweise angenommen, daß die Momente dieser Kräfte um die neutrale Achse gleich wären. Gleichzeitig erkannte Hodgkinson auch die richtige Stellung der neutralen Achse und ihre Koinzidenz mit dem Schwerpunkt des Querschnitts.

Nach der Veröffentlichung dieses Beitrages im Jahre 1824 wandte sich sein Interesse zunehmend dem Gußeisen zu. Seine frühen Experimente, die er in der Hatton Gießerei in der Nähe seiner Salforder Heimat durchgeführt hatte, konzentrierten sich auf die Dehnungs- und zusammendrückenden Kräfte, die in einem Gußeisenstück erzeugt werden und ihr Verhältnis zum Bruch. Eine Gußeisenplatte mit einer einzelnen Rippe an einer Seite stellte er freitragend von einer Stütze aus auf und hat sie abwechselnd mit der Rippe an der Oberseite und dann umgekehrt belastet. Aus dem Verhalten dieses Prüfstücks hatte er beobachtet, daß gleiche Kräfte zu gleichen Ausdehnungen und Zusammendrückungen geführt haben, ein Schluß, der schon früher von Tredgold gezogen worden war, ohne experimentelle Verifizierung. Dies war es, was Tredgold dazu veranlaßt hatte, vorzuschlagen, daß der ideale Balkenquerschnitt gleiche Flansche haben soll und eine neutrale Achse in halber Höhe des Querschnitts. Tredgold hatte es versäumt, klar zu erkennen, daß dies eine weitere Annahme beinhaltet, daß Gußeisen sich gleichmäßig als Reaktion auf zusammendrückende und Spannungsbeanspruchungen verhält. Hodgkinson wurde sich bei seinen Experimenten bewußt, daß dies nicht der Fall war.

Die Arbeit Hodgkinsons ist genau von dem berühmten Manchester Ingenieur, Peter Ewart, verfolgt worden, und da dieser die Bedeutung davon erkannte, hat er die Firma Fairbairn and Lillie dazu bewogen, ihm ihre Testmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen. Ausgestattet mit den bestmöglichen zur Verfügung stehenden Mitteln begann er eine Serie von Experimenten, die 1830 zu seiner zweiten Abhandlung bei der Manchester Literary and Philosophical Society führten, dem oben erwähnten Beitrag. Diese stellt einen klar erkennbaren Wendepunkt in der Geschichte von Gußeisen dar. Er beginnt mit einer Diskussion des allgemeinen Falls des belasteten Auslegerbalkens. Mit einer klaren aber unausgesprochenen Erkennung des Hooke'schen Gesetzes definiert er die neutrale Achse und gibt Formeln an, sowohl für seine Bestimmung als auch für die Festlegung der Stärke eines solchen Balkens. Der Hauptteil des Beitrages befaßt sich mit den Experimenten, die in der Fabrik von Fairbairn und Lillie auf der Hebelprüfmaschine durchgeführt worden sind, die Fairbairn entwickelt hatte, um seine eigenen Balken zu prüfen. Ein Probekörper mit elliptischem Aufriß und dem Tredgold'schen Querschnitt ist gegossen und bis zur Zerstörung geprüft worden. Es folgte eine Serie von Gußstücken nach derselben Grundvorzeichnung, wobei die Verteilung des Metalls zugunsten des unteren Flansches verändert wurde, bis das letzte Prüfstück einen Riß erlitt, indem ein keilförmiges Stück aus dem Steg ausgeworfen wurde. Zu diesem Zeitpunkt war das Verhältnis des unteren Flansches zum oberen Flansch 6 zu 1. Der neue Querschnitt stellte eine Ersparnis von 25 % an Metall bei gleichbleibender Stärke dar und reduzierte daher sowohl das Eigengewicht als auch die Kosten. Um die Stärke eines Balkens dieser Art zu errechnen, hat er die elastischen Kriterien, mit denen er seinen Beitrag eingeleitet hat, fallengelassen und hat sich stattdessen auf eine Formel verlassen, die auf Bruchfestigkeit basierte und sehr eng mit der von Bage angewendeten verwandt war. Die Stärke des Balkens, nahm er an, variierte im direkten Verhältnis zur Fläche des unteren Flansches (a) und ein Teil der Gesamthöhe in der Mitte der Spannweite (d) $W = \frac{cad}{1}$.

In einem solchen Fall wurde angenommen, daß die ganze Spanningskraft im unteren Flansch aufgebracht wurde und die zusammendrückenden Kräfte ausschließlich oberhalb jenes Punktes. Die neutrale Achse würde sich daher so nahe wie durchführbar zum unteren Flansch befinden. Der Koeffizient c war von seinen experimentellen Ergebnissen abgeleitet, oder genauer gesagt, zwei Koeffizienten sind angeboten worden, einer auf der Basis des Risses von Balken, die in der Seitenlage gegossen worden sind, 514 cwt. (= Zentner), der andere für Balken, die senkrecht gegossen worden sind, mit dem unteren Flansch nach oben, 536 cwt. In Tonnen ausgedrückt ist c daher 25 oder 26, je nach dem speziellen Fall.

Spätere Bemerkungen betreffen das Längsprofil des Stegs und der Flansche. Er unterscheidet zwischen der Anwendung der elliptischen und parabolischen Funktionen und kommt zu dem Schluß, daß bei Balken mit einem besonderen Querschnitt einheitlich verteilte Lasten ein irgendwo dazwischenliegendes Profil benötigen. Für eine Last an einem Punkt wird das Profil ein Dreieck sein. Zum Schluß hat er auf die vorher schon von Fairbairn und Lillie verwendeten Balken hingewiesen und macht darauf aufmerksam, daß sie trotz ihres herkömmlichen Querschnitts dem Riß besser widerstanden als die von Tredgold als Verbesserung vorgeschlagenen.

Die erfolgreiche Anwendung von Hodgkinsons Arbeit an Balken ist zu einem großen Teil dem engen Verhältnis mit W. Fairbairn zu verdanken, der sich schon der Mitte der 20er Jahre als Erbauer von Spinnereien einen Namen gemacht hatte. Fairbairns Laufbahn verdient eine viel kritischere Untersuchung, als sie es bis jetzt gehabt hat. Seine Errungenschaften als Maschinenbautechniker und Bauingenieur sind gut bekannt, nicht zuletzt dank seiner eigenen literarischen Anstrengungen. Die meisten Darstellungen seines Lebens aus dem zum Teil autobiographischen "Life of Sir William Fairbairn", das von William Pole nach Fairbairns Tode 1877 vollendet wurde, genommen worden. Fairbairns Buch "Mills and Millwork", 1861 zum ersten Mal herausgegeben, ist auch häufig als Quelle benutzt worden. Verständlicherweise sind sie alle beide nicht ganz objektiv. In beiden werden Behauptungen aufgestellt, die sich schwer beweisen lassen, und beide sind ebenfalls der Unterlassungssünde schuldig. Nach einem mißlungenen Anfang bei der Arbeit an einer Brücke in der Nähe seiner Heimatstadt Kelso begann seine Laufbahn als Ingenieur in der Zeche Percy Main Colliery in der Grafschaft Durham, wo er 1804 als Lehrling anfang. 1811, nach Beendigung seines Lehrvertrages, zog er nach Newcastle und danach nach Bedlington, wo aber sein Aufenthalt nur kurz war, da er am Ende des Jahres schon in London war. Dort ist er zwei Jahre geblieben, und irgendwann während jenes Zeitraumes ist er von Penn, dem Schiffsbauingenieur, angestellt worden. 1814 war er in Dublin, wo er in der Phoenix Gießerei gearbeitet hat, und von da kehrte er später im selben Jahr nach England und Manchester zurück. Hier ist er von T.C. Hewes als Bauzeichner angestellt worden, und ich glaube, daß dies einer der formenden Einflüsse für seine spätere Karriere war, obwohl er selbst das anscheinend nur sehr widerwillig zugegeben hat. Hewes war ein Mitglied einer Gruppe von vier oder fünf Maschinenbauunternehmen in Manchester, die das Spinnereibaugeschäft in Großbritannien beherrschten. Andere Firmen außerhalb Manchester hatten einen beachtlichen Ruf, aber es gab sonst nirgendwo eine ähnliche Konzentration an Sachkenntnis im Maschinenbau. Die Firma Hewes war in der vordersten Reihe dieser Gruppe und war möglicherweise die berühmteste. Trotzdem ist wenig von Hewes Arbeit bekannt, und es hat sich als sehr schwer erwiesen, abzuschätzen, inwieweit Fairbairns Ideen eine Weiterentwicklung derjenigen von Hewes waren. Hewes hatte als Webmaschinenhersteller angefangen, aber bis zu dem Zeitpunkt, wo Fairbairn in die Firma eingetreten ist, hatten sich seine Interessen ausgedehnt und schlossen auch den Bau weiterer Webereien ein. Leider sind die Hinweise auf die-

sen Teil seiner Arbeit zu allgemein, um von Wert zu sein. Smith (14) versuchte in seiner Dissertation über Hewes, die Anzahl seiner Webereien festzustellen, war aber wenig erfolgreich. Die einzige feuerfeste Weberei, die er als mögliche Arbeit von Hewes angeben konnte, war Gordon's Mills in der Nähe von Aberdeen, die Beweise waren aber spärlich.

Selbst wenn dies als eine von Hewes erbaute Weberei bestätigt wäre, würde es von geringem Wert bezüglich seines Einflusses auf Fairbairns Ideen sein, da bis zu diesem Zeitpunkt Fairbairn schon selbst Webereien baute. Fairbairn kann nur weniger als 12 Monate bei Hewes gewesen sein, da er im November 1817 seine berühmte Partnerschaft mit James Lillie begonnen hatte. Ihre erste wichtige Arbeit war die Erneuerung des Antriebssystems in Murray's Mill in Ancoats. Dank der Empfehlung von Murray folgte ein Auftrag in M. Connell Kennedys neuer feuerfesten Sedgewick Mill. Es ist behauptet worden, daß Fairbairn und Lillie eine Rolle beim Entwurf und Bau der Bausubstanz dieser Weberei spielten, dies läßt sich aber nicht beweisen.

'The Life of Sir William Fairbairn' erweckt den Eindruck, daß der Bau der Weberei nicht vor Fairbairns Heranziehung dazu begonnen worden war. Aus dem Kennedy-Nachlaß ist aber zu sehen, daß sie bis Mitte 1818 schon weit fortgeschritten war, und daß die Manchester Firma J.&P. Sherratt für das Gießen der Eisenteile verantwortlich war. Die Rollen von Fairbairn und Lillie scheint auf die Webereiarbeiten beschränkt gewesen zu sein, und es ist unwahrscheinlich, daß Kennedy bereit gewesen wäre, den Bau seiner ersten feuerfesten Weberei dem relativ unerfahrenen Fairbairn anzuvertrauen.

Die wichtige Frage über Fairbairns ersten Versuch beim Webereibau bleibt ungelöst. Er macht selbst keine Andeutung, und sein großer zeitgenössischer Propagandist, Dr. Ure, auch nicht. Es ist jedoch klar, daß zwischen 1817 und 1824 sein Ruf genügend gestiegen war, um seine Anstellung durch einige der führenden Textilhersteller des Landes zu rechtfertigen.

Wir haben schon Benjamin Gotts Armley Mill erwähnt, aber jetzt müssen wir unsere Aufmerksamkeit auf seine andere Fabrik in Bean Ings lenken. Die Napoleonischen Kriege waren für die andauernde Erweiterung in Bean Ings verantwortlich, aber das Ausmaß der baulichen Neuerung war begrenzt gewesen. Trotz eines verheerenden Brandes im Jahre 1799 waren die späteren Gebäude, im Gegensatz zu Armley Mill, in herkömmlicher, nicht-feuerfester Bauweise. 1823 begann Benjamin Gott eine neue Serie von Erweiterungen, deren Mittelpunkt eine viergeschossige, feuerfeste Spinnerei war. Den Auftrag erhielt William Fairbairn. Mit Außenabmessungen von 105' mal 35' bestand das Bausystem aus drei Geschossen mit Ziegelsteinbogen, die von gußeisernen Balken im T-Querschnitt gestützt waren. Eine vorbereitende Skizze des Querschnitts dieser Weberei existiert noch (15). Man sieht, daß die lichte Spannweite der Balken zwischen 16' 4 1/2" im Erdgeschoß und 17' 2 1/2" im zweiten Stock variiert; der Unterschied erklärt sich aus der abnehmenden Mauerstärke. Eine Randskizze zeigt, daß die vorgesehenen Balken eine Gesamtlänge von 18' und ein parabolisches Stegprofil mit einer Gesamthöhe einschließlich der Stärke des unteren Flansches von 10 1/2" an den Enden und 15" in der Mitte hatten. Platz ist ausgewiesen für drei Spannstrangen, eine in der Mauer, die anderen in einem Abstand von einem bzw. zwei Drittel der Spannweite. Alle sind an der oberen Kante des Stegs angebracht. Der Anschluß, der am Kopf der Säulen gemacht wird, war mittels seitenmontierter Schrumpfringe zu bewerkstelligen.

Ein weiterer Brief vom Oktober 1824, der geschrieben worden ist, während die Spinnerei noch im Bau war, erwähnt den Riß eines der gußeisernen Balken, aber es ist nicht klar unter welchen Umständen. Er enthielt eine Skizze des betroffenen Balkens, dessen Ausmaße nicht mit denjenigen der vorher erwähnten Skizze übereinstimmen. Hier hat der

Balken eine lichte Spannweite von 20 Fuß und eine Gesamtlänge von 20' 9". Der mittlere Teil der Spannweite hat eine Gesamthöhe von 1' 4 1/2", während der Endabschnitt 11" hoch ist. Die Höhe ist also bis auf 1/2" beibehalten worden, die Spannweite ist aber um 2' mehr als alles, was auf der früheren Skizze gezeigt worden ist. Da diese spätere Skizze aufgrund von Balken, die tatsächlich ins Gebäude eingebaut wurden, angefertigt ist, müssen wir unweigerlich schließen, daß der Entwurf abgeändert worden war.

Dieser Brief zeigt auch einen Querschnitt des abgebildeten Balkens. Die Höhe des Stegs war, wie schon erwähnt, 16 1/2" weniger die Stärke des unteren Flansches, die nicht angegeben worden ist, und nimmt in Stärke von 3/4" oben auf 1 1/4" beim Anschluß mit dem unteren Flansch zu. Der untere Flansch hat eine Gesamtbreite von 4 1/2", aber ob er rechtwinklig oder abgekanzelt war, um sich dem Profil der Bogen anzupassen, ist nicht eindeutig. Der Riß am Balken ist durch einen Fehler im Guß verursacht worden, der sich im oberen Teil des Stegs in der Mitte der Spannweite befand. Die Balken sind anscheinend in Leeds selbst gegossen worden, da in einem weiteren Brief Fairbairn von dem Versand des Musters (der Vorzeichnungen) dorthin schreibt, oder alternativ, daß die Güsse in Manchester angefertigt werden sollen, aber bemerkenswerterweise nicht in seiner eigenen Fabrik. Auf ähnliche Weise sind die Vorzeichnungen für die Säulen nach Leeds verschickt, und nach dem Brief vom 8. Oktober sind zwei anscheinend verlorengegangen.

In seinem Buch "On the Application of Cast and Wrought Iron to Building Purposes" dokumentiert Fairbairn die Untersuchung eines Balkens, die er 1824 im Zusammenhang mit dem Auftrag aus Leeds durchgeführt hat. Er wurde dazu bewegt, die Balken zu untersuchen, da er, wie er schreibt, "Zweifel bezüglich der Sicherheit (der Verwendung) von gußeisernen Balken hegte". Dies könnte andeuten, daß er vorher gußeiserne Balken beim Bau von Spinnereien nicht verwendet hatte. Der abgebildete Balken unterscheidet sich beträchtlich von den oben beschriebenen. In diesem Fall betrug die Spannweite für Testzwecke 14', und der Balken hat eine Höhe von 15" in der Mitte der Spannweite, die sich auf 9 1/2" an den Stützpunkten reduzierte. Der Steg verjüngte sich von einem Zoll am Fuß auf 5/8" oben, währenddessen der untere Flansch 1" und 5" breit war. Mit einer auf die Mitte konzentrierten Belastung von 10 Tonnen bog sich der Balken um 0,48" durch, und der Steg fing an sich zu verformen. Bei einer Belastung von 12 1/2 Tonnen war die Durchbiegung 0,665", und der Steg verformte sich sehr.

Die Form des Daches der neuen Weberei wirft weitere Fragen auf. Der Querschnitt zeigt die Dachtragbalken nicht detailliert. In Tinte ist ein rechtwinkliger, zentraler Rahmen unter dem Dachsparren abgebildet, der entweder eine Stuhlsäule aus Holz oder irgendeine Form eines Eisendaches zeigen könnte. Darauf gesetzt ist ein unklarer Umriss in Bleistift, der genauso einen gußeisernen Bogen andeuten könnte. Der Briefwechsel sieht ein Eisendach vor, da Fairbairn verspricht, einen "Entwurf des Eisendachs" zu verschicken, aber ein späterer Brief aus dem Jahre 1825 zeigt, daß ein Eisendach vorgesehen war, um das Kesselhaus zu decken. Beigefügt ist die Skizze eines Eisendachstuhls mit Tragbalken, die in Entstehung begriffene Fassung eines Entwurfs, den Fairbairn später häufig verwendet hat.

Es ist bedauerlich, daß keine amtliche Stelle die Spinnerei vor ihrem Abbruch 1970 vermessen hat. Fast zeitgenössisch mit dieser Weberei von Gott ist die, welche Fairbairn 1825 für John Wood aus Bradford begann. Wiederum ist Fairbairn von einem der führenden Textilhersteller in Großbritannien beauftragt worden. Der Komplex der Wood und Walker Mill an der Wakefield Road in Bradford war bis 1822 der größte in der Stadt. Anders als in Leeds war hier die Fabriktextilindustrie neueren Datums. Es scheint, daß vor dem

Bau der neuen Spinnerei durch Fairbairn für Wood feuerfeste Bauten fast unbekannt in Bradford waren, wo das Vorherrschen von Wolle statt des brennbaren Flachses sie weniger dringlich erforderlich machte. Diese Spinnerei ist 1879 abgerissen worden, und Nachrichten über ihre bauliche Form sind nur bruchstückartig. Der Fünf-Fuß-Stadtplan von Bradford aus dem Jahre 1850 zeigt, daß die Gebäude sehr unregelmäßig auf dem Areal verteilt sind, das Ergebnis eines ungeordneten Wachstumschemas. Der Beitrag von Fairbairn mißt 40' mal 80'. Der Antrieb erfolgte durch eine 80 PS Boulton and Watt Maschine. Wieder einmal hat Fairbairn die Balken bis zur Zerstörung getestet, bevor sie in das Gebäude eingebaut worden sind, und diese Prüfungen werden auch in dem vorher erwähnten Buch behandelt. Der Probekalken hat eine lichte Spannweite von 20' 9" und einen Querschnitt in der Mitte von 18" und 11 1/2" an den Stützen. Der Steg verjüngt sich von 1 1/2" Stärke am Fuß auf 1" an der oberen Kante mit einem Flansch mit den Abmessungen 6" mal 1 1/2". Keine Verformung des Stags scheint die Probekalkung des Balkens begleitet zu haben, der bei 19 Tonnen gerissen ist. Es ist wahrscheinlich, daß dieser Balken identisch war mit denjenigen, die beim Bau der Spinnerei verwendet worden sind. Aber wie wir beobachtet haben, unterscheiden sich die Balken, die im Zusammenhang mit der Weberei von Gott getestet worden sind, deutlich von denjenigen, die in der Praxis verwendet worden sind.

Nicht lange nach der Vollendung dieser Spinnereien haben Fairbairn und Lillie ihre Zusammenarbeit mit Hodgkinson angefangen. Die Anzahl der Spinnereien, für die Fairbairn zwischen jener Zeit und dem nächstbekannten Beispiel verantwortlich war, ist nicht eindeutig festzustellen. Bailly's Mill in Stalybridge hat er in den späten 20er Jahren errichtet, aber diese - abgerissen in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts - kennen wir nur aus der Abbildung der Dampfmaschine, die in "Mills and Millwork" zu finden ist. Nirgends geht es aus seinen Schriften hervor, wo er den neuen Balkenquerschnitt zum ersten Mal angewendet hat. Die erste Brücke, die diese Form verwendet hat, war die der Liverpool und Manchester Eisenbahn über die Water Street in Manchester. Diese ist von George Stephenson erbaut worden, und Fairbairn war möglicherweise für die Eisenkonstruktion verantwortlich. Hodgkinson schreibt in seinem Beitrag, daß John Kennedy beabsichtigt hätte, sie bei einer vorgesehenen Erweiterung seiner Anlage anzuwenden, aber bis jetzt ist es mir nicht gelungen, festzustellen, welche Spinnerei dieses war, oder ob sie gar je gebaut worden ist.

Im Jahre 1975 ist Orrells Mill in Stockport abgerissen worden, die vor dem Bau von Saltaire Mill 1851 im allgemeinen als William Fairbairns beachtenswerteste Arbeit angesehen worden ist. Während des Abbrisses ist sie voll vermessen worden (16), und sie ist die früheste Spinnerei von Fairbairn, über die genaue Aussagen bezüglich der Bauweise gemacht werden können. Ralph Orrell hatte einen kometenhaften Aufstieg zum Wohlstand innerhalb der Baumwollspinnindustrie genommen. Teilweise war dies sicherlich der allgemein günstigen Umgebung zuzuschreiben, die so viele dieser Karrieren charakterisierten. Ein ausreichender Kommentar zu seinen geschäftlichen Talenten ist bei einem wohlgesonnenen Biographen zu finden: "Es ist allgemein bekannt, daß Mr. Ralph ein sehr jähzorniger Mann war, und daß er einige der Kinder ziemlich gnadenlos geschlagen hat, er hatte aber viele versöhnende Eigenschaften, die ihn sehr beliebt machten". Er hat diese versöhnenden Eigenschaften in einer Anzahl kleiner Spinnereien in Stockport ausgeübt und wohnte in der Heaton Lane, nicht weit davon, wo 1834 seine Travis Brook Weberei erbaut wurde. Die neue Weberei war als vollintegrierter Bau konzipiert, wo alle Herstellungsvorgänge ausgeführt worden sind bis zur Fertigstellung des Stoffes. Die mechanischen Webstühle, bei deren Entwicklung Stockport

eine hervorragende Rolle gespielt hatte, sollten im Webeschuppen hinter dem Hauptgebäude untergebracht werden. Es ist nicht bekannt, wann mit dem Bau begonnen wurde, aber die Gemeindesteuern für die Bauten wurden schon im Dezember 1834 entrichtet, obwohl der volle Steuersatz erst zwei Jahre später entrichtet werden mußte. Andrew Ure beschreibt diese Weberei in seiner "Philosophy of Manufactures" aus dem Jahre 1835 und auch in seiner "Science of Cotton Spinning" von 1836. Aus diesen Beschreibungen wird klar, daß die volle Ausstattung mit Maschinen zu jener Zeit noch nicht vorhanden war.

Den Mittelpunkt der Anlage bildete ein sechsgeschossiges Gebäude mit Seitenflügeln. Der Hauptbau hatte eine Außenlänge von 280' und -breite von 53', während die Flügel 68' lang und 42' breit waren. Am südlichen Ende des Hauptbaus waren zwei Dampfmaschinen von 80 PS, die mit Dampf aus einem daneben liegenden Kesselhaus versorgt wurden. Die Unterkerlerung war auf die Bereiche unter den Seitenflügeln beschränkt, aber ein Dachgeschoß verlief über die Gesamtlänge des Gebäudes. Das Mauerwerk war durchweg aus Ziegelstein. Die Fußböden waren in der herkömmlichen Ziegelsteinbogenbauweise mit einer Spannweite von 9' 6" zwischen den Balkenmitten und einem Anstieg von 1' 1" gleich ein Zehntel der Länge der Kämpferlinie, die genau mit den empfohlenen Angaben in Fairbairns "Application of Wrought Iron" übereinstimmt. Die Balken im Erdgeschoß des Hauptgebäudes hatten eine lichte Spannweite von 23' 10". Der mittlere Teil der Spanne bestand aus einem 3/4" starken Steg, welcher durch ein dreieckiges Prisma 3" mal 3" mit dem unteren Flansch verbunden ist. Dieser war 10" breit und 1 1/2" stark. Der obere Flansch war 3 3/4" breit und 1/2" stark. Die Gesamthöhe des mittleren Teils der Spanne betrug 1' 7 1/2". Sowohl die oberen als auch die unteren Flansche waren parabolisch im Aufriß und der Steg parabolisch in der Vorderansicht. An den Stützpunkten wurde die Querschnittshöhe auf 1' 2 1/2" und die Breite der oberen und unteren Flansche auf 2 1/2" bzw. 5 1/2" reduziert. Verbindungsstangen waren am Steg 1' oberhalb der Oberfläche des unteren Flansches angebracht.

In den Seitenflügeln des Gebäudes hatten die Fußbodenbalken eine lichte Spannweite von 18' und eine Gesamthöhe von 1' 4 1/2" im mittleren Teil der Spanne. Der Steg war 3/4" stark, das dreieckige Prisma am Fuß dagegen, obgleich 3" breit, hatte eine Gesamthöhe von nur zwei Zoll. Der untere Flansch ist 8 3/4" breit und 1 1/3" stark, der obere 3 3/4" und 3/4". Der Aufriß und die Vorderansicht waren ähnlich wie im Mittelteil.

Die Hauptmerkmale dieser Balken entsprachen den Prinzipien, die Hodgkinson in seinem Buch formuliert hatte, und die nachher von Fairbairn wiederholt wurden. Im Vergleich zu ihren Vorgängern waren die Hinzufügung eines oberen Flansches und das parabolische Profil beider Flansche Fortschritte (17). Das proportionale Verhältnis zwischen den Flanschen ist weniger leicht auszuwerten. Hodgkinson hatte empfohlen, daß das Verhältnis der Fläche des oberen Flansches zu der des unteren Flansches im Idealfall eins zu sechs betragen soll. Die ungewissen Qualitäten von Gußeisen hatten dazu geführt, daß diese Zahl später auf zwischen 1:3 und 1:4 revidiert wurde. Ein weiteres Problem bei den Balken in Orrells Mill ist die Verschiedenartigkeit des Querschnittsprofils infolge einer wahrscheinlichen Toleranz in den Ausmaßen des eigentlichen Gußstücks von +1/4". Dies ist insbesondere der Fall im Mittelteil des Hauptgebäudes, wo die Stärke zwischen 1/2" und 3/4" variiert. Bei der ersten Zahl ist das Verhältnis 1:8, bei der zweiten kommt das realistischere Verhältnis 1:5,3 vor. Wenn man 3/4" als die wahrscheinlich beabsichtigte Dimension für die Stärke des oberen Flansches nimmt, ist das Verhältnis der Balken in den Seitenflügeln 1:4,87. Es bleibt nur die für diese Balken vorgesehene Belastung anzugeben, wenn man die Formel

W = cad anwendet:
1

Für die Balken im Mittelteil $W = \frac{26 \times 15 \times 19,5}{286} = 26,59 \text{ T,}$

für die Balken in den Seitenflügeln $W = \frac{26 \times 10,93 \times 16,5}{216} = 21,72 \text{ T.}$

Wenn Fairbairn das Eisendach in der Gottschen Spinnerei angewendet hat, war er nicht geneigt, das in Stockport zu wiederholen. 1975, als das Gebäude vermessen wurde, blieben nur noch die Dachtragbalken von einem Seitenflügel. Das Dach des Mittelteils der Weberei ist 1971 durch einen Brand vernichtet worden. Nach Photographien und dem Bericht von Ure war das fehlende Teilstück aus Holz gebaut und so konzipiert, um Arbeitsraum im Dachstuhl zur Verfügung zu stellen.

Vom Gesichtspunkt dieses Vortrags her brauchen die anderen Gebäude der Anlage nur kurz erwähnt zu werden. Hinter dem Hauptgebäude zum Fluß hin war ein großer Webeschuppen mit Säggedach aus Holz. Angrenzend waren verschiedene ein- und mehrgeschossige Bauten, die Zulfervverfahren beherbergten. Der Schuppen mit den Schlichtmaschinen enthielt ein Wasserrad. Getrennt von dem Hauptgebäude stand ein Gaswerk mit den Retorten im Erdgeschoß und der Reinigungsanlage im feuergeschützten ersten Stock.

Die einzige andere Weberei aus dieser Zeit, die mit Sicherheit Fairbairn zugeschrieben werden kann, befindet sich in Carlisle. Sie ist 1836 vollendet worden und daher fast zeitgleich mit Orrells Weberei. Es ist bekannt, daß beim Bau von Shaddon Mill Fairbairn durch einen Architekten aus der Gegend, Richard Tattershall, unterstützt worden ist. Er ist in Manchester bei William Haley ausgebildet worden, und, obwohl er hauptsächlich im gotischen Stil gebaut hat, war genauso mit dem klassischen Baustil vertraut, den er beim Bau des Grafschaftsspietals (County Infirmary) angewendet hatte. Nach dem "Dictionary of Architecture" war er für mehrere Baumwollspinnereien verantwortlich, aber in wievielen Fällen Fairbairn beteiligt war, und wie häufig er mit einem technischen Berater zusammengearbeitet hat, ist eine Frage, die weiterhin Interesse verdient.

Shaddon Mill ist für Peter Dixon gebaut worden, der sich wie Orrell eines schnellen Aufstiegs zu Wohlstand erfreut hatte. Heute noch beherrscht die Weberei, jetzt mit gekürztem Schornstein, einen Teil von Carlisle, und vor der Entwicklung jenes Gebietes in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts muß die Wirkung noch größer gewesen sein. Während die architektonische Behandlung von Orrells Weberei relativ einfach gehalten wurde, wurde Shaddon Mill, in dem roten Sandstein der Umgebung gebaut, mit starken regionalen Elementen ausgestattet. Wenn das Äußere im strengen Kontrast zu Orrells Weberei steht, so ist das Innere, wie auch die Anlage der Maschinen- und Kesselhäuser, fast gleich. Die Maschine ist am nördlichen Ende der Weberei untergebracht worden und die Kessel in einem zweigeschossigen Anbau nebenan. Das Hauptgebäude der Weberei hat eine Außenlänge von 224' und eine Breite von 58'. Es sind sieben Bodenebenen, und die Gesamtaußenhöhe beträgt 83'. Die Eisenkonstruktion, bis jetzt nur flüchtig untersucht, besteht aus zylindrischen, gußeisernen Säulen mit einem Durchmesser von etwa 8 1/2", die gußeiserne Balken mit Querschnitt und Profil identisch mit denjenigen in Orrells Weberei tragen. Die Tragbalken des Holzdachs haben eine Dachkehle, auf gußeisernen Säulen getragen, und sind in der inneren Schräge verglast, um das oberste Geschoß zu beleuchten. Eine genaue Vermessung dieses Gebäudes wird im Laufe der nächsten 12 Monate durchgeführt.

Um die Mitte der 30er Jahre des 19. Jhs. war Fairbairn zweifellos der

bekannteste Erbauer von Spinnereien im Lande, und aus den Gründen, die bereits ausgeführt worden sind, muß seine Arbeit unter der fortschrittlichsten gewesen sein. Wie genau andere Bauingenieure seinem Beispiel gefolgt und wie schnell die neuen Ideen verbreitet worden sind, wird sich erst nach weitergehenden Forschungsarbeiten feststellen lassen. Aus diesem Grunde bringe ich die nachfolgenden Fälle als Beispiele der sich wandelnden Struktur der Gußeisenkonstruktion bei Spinnereien.

In Leeds hat eine kurze Untersuchung zweier feuergeschützten Spinnereien, die in den 30er Jahren erbaut worden sind, ergeben, daß der ältere Bautypus ein weiteres Jahrzehnt bestanden hat. Die 1824 erbaute Spinnerei von Hive und Atkinson ist 1833 durch ein 163' langes sechseckschossiges Gebäude erweitert worden. Da sie die damals größte Flachs-spinnerei der Stadt war, könnte man erwarten, daß dort die modernste Technik verwendet worden ist.

Das Innere ist vollständig feuergeschützt, unter Hinzufügung eines Eisendachs, anders als bei den von Fairbairn errichteten Spinnereien. Die Böden sind von der üblichen Bogenkonstruktion, die auf gußeisernen Balken und Säulen gestützt wurden. Die Balken behalten den hängenden T-Querschnitt bei.

Obwohl die Buckram House Mill, die spätere Water Lane Mill, sich nicht so genau wie das letzte Beispiel datieren läßt, erscheint sie schon in ihrer heutigen Form auf Fowlers Karte von 1844. Aus anderen Quellen, die sich auf diese Spinnerei beziehen, ist es gerechtfertigt, den Schluß zu ziehen, daß sie in der zweiten Hälfte der 30er Jahre erbaut wurde. Heutzutage ist sie ein Ausstellungsraum für Autos, und das erste Stockwerk wird für Lagerzwecke genutzt, aus welchem Grunde ein Lastenaufzug eingebaut worden ist. Dieser dringt durch einen Bogen durch, und infolgedessen sind zwei Balken freigelegt worden. Die Stützsäulen haben einen Durchmesser von acht Zoll und eine stehende Höhe von 10'8". Sie sind zwei Fuß abseits der Mittellinie aufgestellt, und die Spannweiten betragen daher 16'8" und 18'10". In der Mitte der Spannweite ist der senkrechte Steg 2" stark und 14" hoch und durch 1 1/2" Leisten mit dem unteren Flansch verbunden, der 6 1/2" breit und 1 1/2" stark ist. Die Bogen haben eine Spannweite von acht Fuß. Water Lane Mill könnte eine der letzten feuergeschützten Spinnereien gewesen sein, in der die ältere Balkenform noch verwendet wird. Hunslet Mill, die 1838 erbaut wurde, hat schon den neuen Querschnitt mit dem parabolischen Steg und Flanschen. Diese Spinnerei, als die erste in einer neuen Tradition zu betrachten, wäre vielleicht eine unvorsichtige Verallgemeinerung, da es möglich ist, daß sie von Fairbairn erbaut worden ist. Als sie 1869 zum Verkauf angeboten wurde, wurde erklärt, daß die ursprüngliche Maschine, die die Hauptspinnerei antrieb, von William Fairbairn gebaut worden war, woraus man möglicherweise folgern könnte, daß die Spinnerei ebenfalls von ihm stammte.

Zehn Jahre später war die neue Balkenform fast überall akzeptiert worden, und Fairbairn näherte sich dem Ende der schöpferischen Phase seiner Laufbahn. Aus dieser Zeit stammt die letzte uns bekannte Arbeit von ihm. 1851 hat er mit dem Bau von Saltaire Mills für den Textil-millionär aus Yorkshire, Sir Titus Salt, begonnen. Gewaltig im Ausmaß und architektonisch großartig enthielt sie alle bisherigen Erfahrungen von Fairbairn. Sowohl Salt als auch Fairbairn betrachteten die Spinnerei als ihre krönende Errungenschaft. Die architektonische Behandlung ist der lokalen Firma Lockwood and Mawson anvertraut worden, und der größte Teil der Eisenkonstruktion ist im nahegelegenen Bradford durch Messrs. Cliffe and Company gegossen worden. In zweierlei Hinsicht unterscheidet sich die Spinnerei jedoch von den anderen uns bekannten Arbeiten von Fairbairn. Die Fußböden, obwohl auf Bogen gebaut, sind in Hohlsteinbauweise, um das Gewicht zu reduzieren, eine Idee, die Strutt schon 1792 in einer Spinnerei verwendet hatte, sowie auch Telford in den 30er Jahren beim Bau von St.Catherine's Dock (im

Londoner Hafen). Das Dach stellt eine ausgereifte Version seiner frühen Ideen dar. Die Gußeisendächer, die bis in die 30er Jahre geläufig gewesen waren, waren, wie Fairbairn selbst darauf hinwies, genau so kostspielig wie ein zusätzliches Geschoß. Sie waren durch Schmiedeeisendächer ersetzt worden, deren Entwicklung wahrscheinlich der Bahnsteighalle in Bahnhöfen genau so viel zu verdanken hatte wie der Textilfabrik. Indem man schmiedeeiserne Winkelstücke für die zusammengedrückten Bauteile und Stangen für die Spannungskomponente verwendete, war es möglich, leichte Konstruktionen mit großen Spannweiten zu erreichen. Die Stephensons hatten diese Dachbauart bei ihren frühen Bahnhöfen verwendet. Fairbairn behauptet, er hätte diese Art Tragbalken 1827 erfunden, die Idee ist aber schon in mindestens einem anderen erhaltenen Gebäude verwendet worden, der Bee Hive Mills in Ancoats, Manchester, die 1824 erbaut wurde. Das Dach in Saltaire weicht von der üblichen Praxis ab, indem die Hauptdachsparren aus Holz mit schmiedeeisernen Platten zusammengebaut worden sind, anstatt die herkömmlichen Winkel-eisensparren zu benutzen. Es ist lehrreich, das Dach der Saltaire Spinnerei mit dem gleichzeitig von Wren und Bennett gebauten zu vergleichen, welche die Nachfolger von Hewes und Wren waren, dessen früherer Partner im Zusammenhang mit der frühen Laufbahn von Fairbairn schon behandelt worden ist. 1851 haben sie die erste Hälfte einer Spinnerei für Jonathan Akroyd in Halifax fertiggestellt. Das Dach unterscheidet sich vom Dach der Saltaire Spinnerei lediglich dadurch, daß die Hauptdachsparren aus normalem Winkeleisen sind.

Zum Schluß dient die Form der Balken in dieser Spinnerei dazu, um die Tatsache hervorzuheben, daß, obwohl das Querschnittsprofil der Gußeisenbalken in den meisten Fällen das von Fairbairn und Hodgkinson entwickelte war, es immer noch Möglichkeiten genug für abweichende Formen gab. Im Kesselhaus dieser Spinnerei hat man auf die Hauptbogen verzichtet und sie durch gußeiserne Querträger ersetzt. Der obere Flansch des Balkens ist sichtbar. Statt des herkömmlicheren rechtwinkligen Querschnitts hat er einen quadratischen Querschnitt. Balken in dieser Form, vermutlich auch von Wren und Bennett, sind auch in der G & F Mill von John Shaw angewendet worden, die gleichzeitig erbaut wurde und 1977 abgerissen worden ist.

Anmerkungen

- 1) S.B.Hamilton - The Use of Cast Iron in Building - Trans.Newcomen Soc.1942. T. Bannister - The First Iron Framed Buildings - Arch. Review.Vol.107 (1950). Prof.A.W.Skempton and H.R.Johnson - The First Iron Frames - Arch.Review March 1962. Prof.A.W.Skempton - The Origin of Iron Beams. Actes. CU.Congres International D'Histoire des Sciences 1956. H.R.Johnson and Prof.A.W.Skempton - William Strutts Cotton Mills 1793-1812,Trans.of Newcomen Soc.Vol. XXX 1955-56 and 1956-57.
- 2) Wm.Fairbairn "The Application of Cast and Wrought Iron to Building Purposes" 1854.
- 3) A.J.Pacey "Earliest Cast Iron Beams" Arch.Journal 1968.
- 4) This development may have occurred previously in non fire proof mills.Both solid and hollow cylindrical columns are known to have been used with timber beams by 1802/03.
- 5) "The Builder" Vol. 3, 1845.
- 6) "Post Mediaeval Archaeology" Vol.8,1974.
- 7) Professor Skempton suggests that this was a more convenient method but in fact side and top mounted rings enjoyed about equal popularity throughout the 19th c. Fairbairn always used side mounted rings.

- 8) Research is continuing into the history of this building. It has been definitively dated in its present form by drawings in the Boulton and Watt collection.
- 9) In Yorkshire this inconvenient arrangement was superseded by bolting faces cast into the upper end of the columns. Stonebridge Mill, Leeds built in 1805 has such facilities.
- 10) These mills have been dated from an annotated estate plan of 1889 in Leeds City Libraries.
- 11) The designer seems to have assumed that the absence of the brick arch floor made this feature unnecessary but in fact in a cast iron beam the bottom flange performs a role in relation to tensile stresses occasioned by the load.
- 12) This may have been because the ceiling height was greater and Marshall's engineer did not trust the form used earlier in this context.
- 13) Prof.A.W.Skempton - "The Origin of Iron Beams" Op.cit.
- 14) S.P.Smith - T.C.Hewes University of Manchester,Inst.of Science & Tech.MSC Thesis 1968.
- 15) University of Leeds, Brotherton Manuscripts. Gott Collection.
- 16) National Monuments Record Survey 1976.
- 17) The tie bars although placed lower down the web were still above the ideal position. Fairbairn's desire to locate them within the arch raised them above a point of maximum effect.