

**Zeitschrift:** Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

**Band:** 55 (1984)

**Artikel:** Das Erfinden, am Beispiel einiger Erfinderpersönlichkeiten aus dem Kraftmaschinenbau betrachtet

**Autor:** Traupel, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-378166>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Das Erfinden, am Beispiel einiger Erfinderpersönlichkeiten aus dem Kraftmaschinenbau betrachtet



Prof. Dr. W. Traupel  
ETH Zürich

Wenn man einen technischen Vorschlag zum Patent anmelden will und es zur Diskussion mit dem Patentprüfer kommt, ob dem Vorschlag auch die genügende Erfindungshöhe zukomme, dann pflegt man regelmässig darzulegen, dass der Urheber ein Vorurteil überwinden musste. Ohne Zweifel ist damit ein wesentliches Kennzeichen des Erfindens getroffen.

**James Watt** hat 1769 das Vorurteil überwunden, dass bei der Dampfmaschine die Kondensation des Dampfes wie bei Newcomen im Arbeitszylinder vorgenommen werden müsse. Indem er die Kondensation ausserhalb des Zylinders in einem besonderen Kondensator vornimmt, gelingt ihm der entscheidende Durchbruch. Nach seiner eigenen Beschreibung hat er wochenlang äusserst intensiv nachgedacht, so sehr, dass er alle seine Pflichten vernachlässigte. Worin bestand wohl dieses Nachdenken? Berechnungen in unserem heutigen Sinne konnte er nicht durchführen, denn weder die Gesetze noch die Stoffwerte waren genügend bekannt. Er musste sich offenbar auf seine Vorstellungskraft stützen.

**Richard Trevithick**, der früheste und glücklose Lokomotivfinder, hat das Vorurteil überwunden, dass eine Dampfmaschine überhaupt mit Kondensation arbeiten müsse. Bei seiner 1802 erbauten ersten Lokomotive lässt er die Dampfmaschine ins Freie auspuffen, und zwar durch den Schornstein, derart, dass gerade die notwendige Zugerzeugung zur Feueranfischung zustandekommt. Dieser Erfindungsgedanke hat die spätere Dampflokomotive erst möglich gemacht.

Der Durchbruch allerdings gelang erst **George Stephenson** 1829, als er mit seiner «Rocket» Sieger im Lokomotivrennen von Rainhill wurde. Die Rocket war nicht die erste Lokomotive Stephensons, und von seinen früheren Ausführungen ist nur die «Locomotion» erhalten, ein unförmiges

Monstrum, das die gleichen Fehler hatte wie die Erzeugnisse anderer Erfinder aus jener Zeit.

Fig. 1 zeigt die Rocket, so wie sie beim Lokomotivrennen aussah; später wurde sie mehrfach umgebaut. Ohne die komplizierten Hebelwerke oder Zahnradübertragungen, die ältere Ausführungen kennzeichneten, arbeiten zwei unter  $90^\circ$  versetzte Dampfzylinder mit dem einfachen Kurbeltrieb direkt auf die Achse. Unzweckmässig war noch die  $45^\circ$ -Neigung der Zylinder, die alsbald geändert wurde; man hat die Zylinder annähernd horizontal gelegt. Der Abdampf wurde durch den Schornstein ausgeblasen, was Stephenson von Trevithick übernehmen konnte.

Entscheidend für den Erfolg aber war der neuartige Kessel, der in Fig. 2 im Schnitt gezeigt ist. Auf Anraten von **Booth** hatte Stephenson den Kessel als Röhrenkessel ausgebildet, d. h. die in der Feuerbüchse entstehenden Verbrennungsgase durchstreichen ein Bündel enger Rohre. Damit war nun erstmals eine genügende Heizfläche geschaffen, so dass die Dampferzeugung des Kessels mit dem Verbrauch der Maschine schritthalten konnte. Die älteren Kessel hatten Flammrohre mit einer völlig ungenügenden Heizfläche, weshalb jenen Lokomotiven regelmässig sozusagen der Atem ausging. In ihrer baulichen Gestaltung gehört die Rocket immer noch jener Frühperiode des tastenden Pröbelns an, und sie bildet eigentlich den Abschluss jener Entwicklungsphase. Man beachte, wie unbeholfen die Feuerbüchse und der eigentliche Röhrenkessel zusammengefügt sind, wobei der Wassermantel der Feuerbüchse durch enge Rohre mit dem zylindrischen Teil verbunden ist. Auch der Schornstein schliesst noch mit einer Art Krümmer unmittelbar an das Rohrbündel an.

Man könnte sich fragen, ob über-

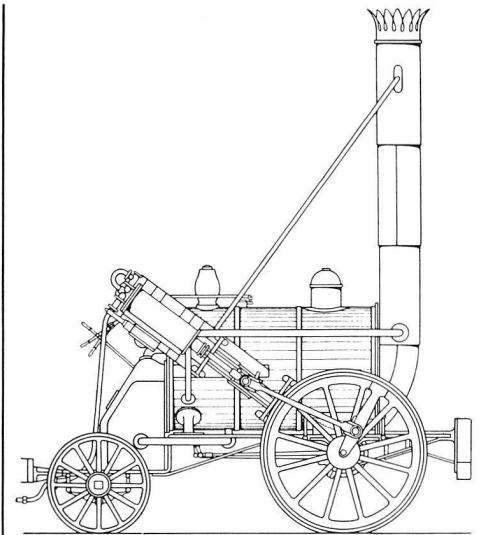


Fig. 1: Lokomotive «Rocket»  
von George Stephenson 1829

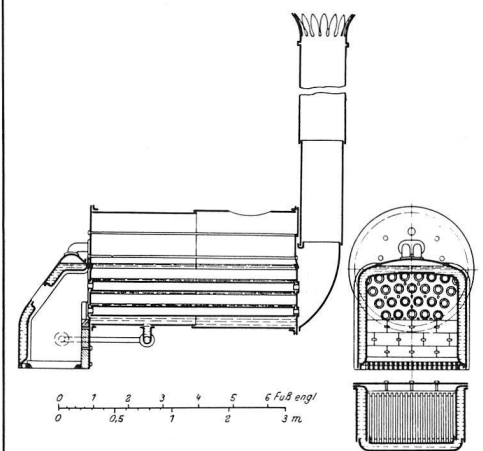


Fig. 2: Schnitt durch den Kessel der «Rocket»

haupt Stephenson ein grosser Erfinder war, wo doch Booth die entscheidende Erkenntnis gehabt hatte. Der Preis für den Sieger von Rainhill wurde ja auch zu gleichen Teilen Booth und Stephenson zugesprochen.

Und doch hatte Stephenson überragende Verdienste. Er hatte die Unvoreingenommenheit, auf die Erkenntnisse und Vorschläge anderer einzutreten. Wie mancher an sich geistreiche Erfinder ist daran gescheitert, dass er hierzu unfähig war! So vermochte Stephenson erstmals eine Lokomotive zu konzipieren, deren Teile richtig aufeinander abgestimmt waren. Ausserdem hat er sich mit unerhörter Zähigkeit dafür eingesetzt, dass die Entwicklung der Eisenbahn den richtigen Weg einschlug. Vor dem Erfolg der Rocket wurde nämlich immer wieder

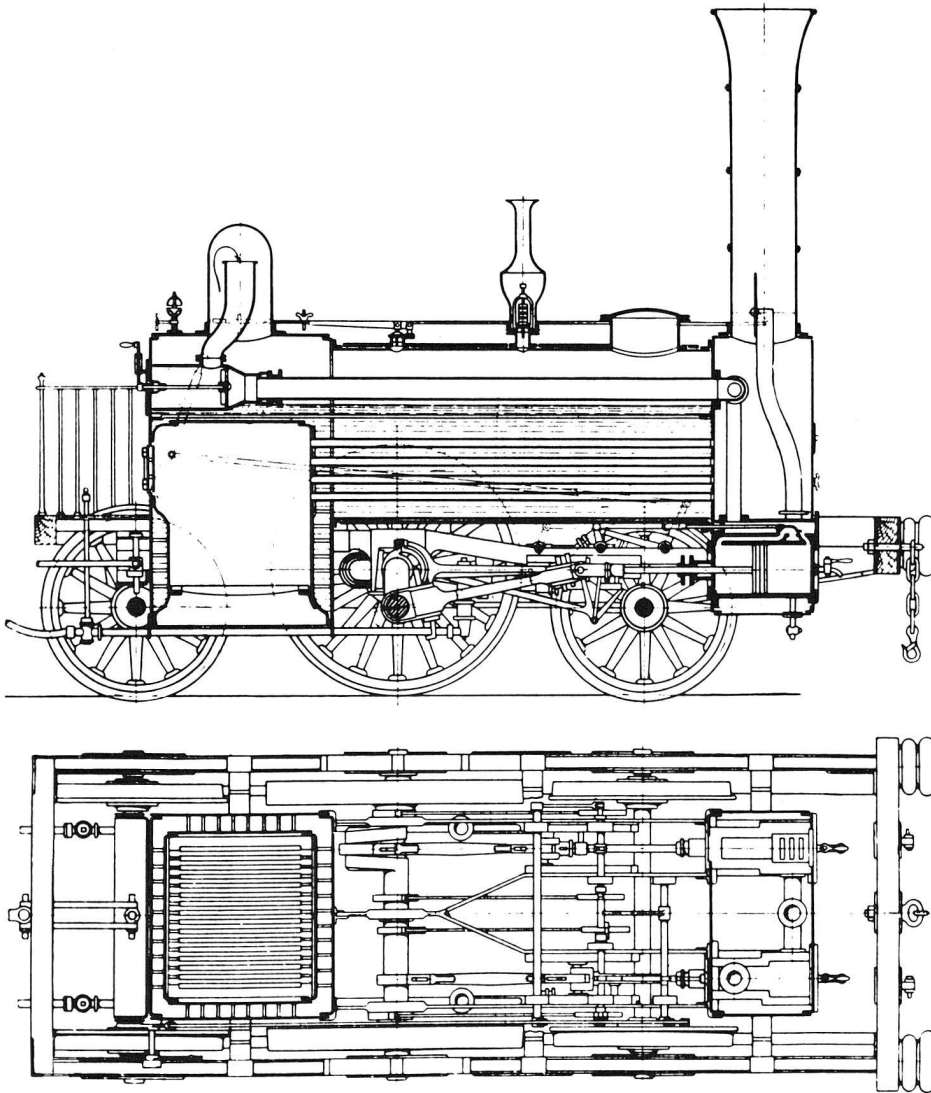


Fig. 3: Lokomotive «Patentee» von Robert Stephenson 1833

der Gedanke erwogen, die Eisenbahnfahrzeuge von ortfesten Dampfmaschinen aus über Seiltriebe und dergleichen zu bewegen, denn man glaubte nicht recht daran, dass das Problem der Lokomotive gelöst werden könne. Stephenson hat von Anfang an vor diesem Irrweg gewarnt. Sehr viel später hat sich dann bekanntlich doch das Prinzip, die Eisenbahn von ortfesten Kraftanlagen aus zu betreiben, als erfolgreich erwiesen, nämlich als die elektrische Leistungsübertragung an die Stelle der mechanischen treten konnte.

Fig. 3 zeigt die «Patentee», eine Konstruktion **Robert Stephensons**, des Sohnes des berühmten Pioniers. Sie ist 1833 entstanden, und es ist wirklich beeindruckend, dass nur vier Jahre zwischen der Rocket und dieser Kon-

struktion liegen. Welcher Weg wurde in dieser kurzen Zeit zurückgelegt!

Der Kessel ist jetzt ein wohlproportioniertes Ganzes, bestehend aus Feuerbüchse, Langkessel und Rauchkammer. In die Rauchkammer sind integriert die zwei horizontalen, innenliegenden Zylinder, thermodynamisch und lauftechnisch eine sehr zweckmässige Lösung. Die Maschine besitzt einen steifen Fahrgestellrahmen, der ihr eigentliches Rückgrat ist, während noch bei der Rocket Zylinder und Achsen ohne klare Vorstellung von den Kräfteverhältnissen an den Kessel angehängt worden sind. Wenn man sich als Ingenieur in diese Konstruktion vertieft, kann man nur die Richtigkeit der Konzeption und der Ausbildung der Einzelheiten bewundern. Die Rocket war noch das Werk eines

genialen Bastlers. Hier haben wir das Werk des grossen Konstrukteurs vor uns.

Nachdem wir von Erfindern gesprochen haben, die am Anfang des industriellen Zeitalters standen, wollen wir uns noch zwei Erfindern zuwenden, die an der Schwelle der Moderne stehen: Der eine ist der schwedische Dampfturbinenpionier **Gustaf de Laval**. Er hatte in Uppsala Mathematik und Chemie studiert und war ein durchaus wissenschaftlicher Kopf.

Der andere grosse Pionier des Dampfturbinenbaues, **Charles Parsons**, hatte ebenfalls eine ausgezeichnete Schulbildung genossen. Es ist wohl kein Zufall, dass gerade in diesem Gebiet Leute erfolgreich waren, die über ein beachtliches wissenschaftliches Rüstzeug verfügten. Die reinen Praktiker, die in einer Frühepoche die grossen Pioniere waren, hätten auf dieser Entwicklungsstufe kaum mehr den richtigen Weg zu finden vermocht.

**Gustaf de Laval** hatte bereits die Zentrifuge (z. B. für Milch, aber auch für andere Zwecke) erfunden. Auf das Problem der Dampfturbine kam er, weil er nach einem zweckmässigeren Antriebsaggregat für seine Zentrifuge suchte, doch traten sehr bald andere Anwendungsmöglichkeiten der Turbine in den Vordergrund. Die kleine einstufige Lavalturbine lief 1892 erstmals erfolgreich und wurde geliefert von 1894 bis 1950.

Vor allem in zwei Punkten ist de Laval zu völlig neuen Erkenntnissen vorgestossen. Während man geglaubt hatte, dass es für jeden rotationssymmetrischen Körper eine Grenzdrehzahl gebe, oberhalb welcher selbst die geringste Unwucht den Bruch herbeiführen müsse, erkannte er, dass eine solche Grenze nicht existiert, ja dass gerade oberhalb dieser vermeintlichen Grenze ein Rotor ruhig und betriebsicher laufen kann. Den theoretischen Begriff der kritischen Drehzahl hat er nicht sogleich klar herausgearbeitet. Er kam darüber selbst erst zu voller Klarheit im Laufe der Diskussionen mit dem Prüfer des deutschen Patentamtes.

Ein zentrales Problem war die Schaffung einer genügenden Dämpfung, die den Durchgang durch den kritischen Bereich gefahrlos ermöglichte.

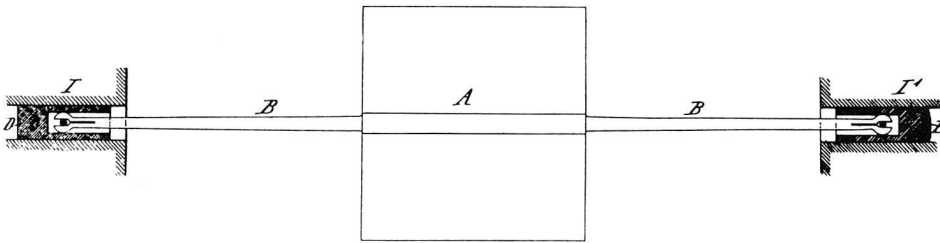


Fig. 4: Beispiel einer von Gustaf de Laval ursprünglich vorgeschlagenen Lagerung eines überkritisch laufenden Rotors

Fig. 4 gibt eine Zeichnung aus seiner Patentschrift wieder, die eine der Lösungen darstellt, die er ausprobiert hatte. Wie dann die Lavalturbine wirklich aussah, geht aus Fig. 5 hervor. Lange Lagerschalen sind kuglig gebettet, so dass sie den Schlagbewegungen der Welle folgen. Die so entstehende Reibung an den Kugelflächen kann noch optimal angepasst werden durch geeignete Bemessung der Feder, die einen Ring an die Kugel drückt.

Vergleicht man dies mit Anordnungen, die er früher in Erwägung gezogen hatte, so ist man versucht zu fragen, wie man denn auf alle diese abwegigen Ideen verfallen konnte, wo doch die Lösung so einfach und naheliegend ist. Diese Situation ist aber typisch. Der Erfinder geht unendliche Umwege, bis er schliesslich auf die richtige Lösung kommt, die dann aussieht, als wäre sie selbstverständlich.

Der zweite Punkt, wo de Laval eine grundlegende neue Erkenntnis errang, ist der Leitapparat seiner Turbine. Es war damals zweifelhaft, ob es überhaupt möglich sei, in einem strömenden Medium eine Geschwindigkeit zu erreichen, die über der Schallgeschwindigkeit liegt. De Laval erkannte, dass seine einstufige Dampfturbine nur befriedigend arbeiten konnte, wenn dies gelang, und er fand auch das Mittel, so hohe Strömungsgeschwindigkeiten zu erreichen, nämlich die konvergent-divergente Düse,

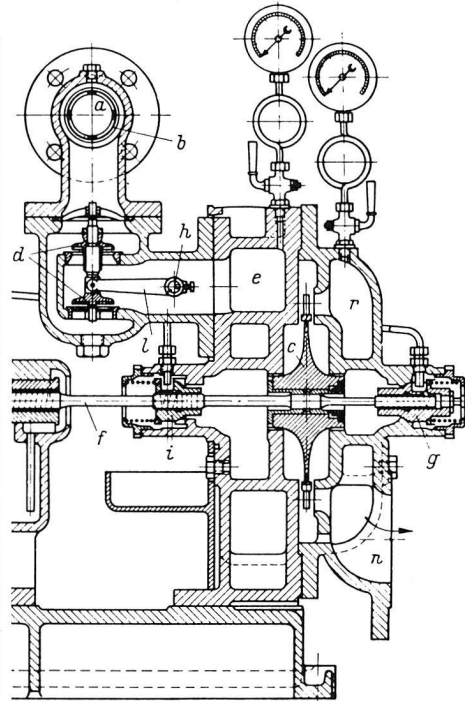


Fig. 5: Endgültige Form der Lavalturbine

die dann später nach ihm als Lavaldüse bezeichnet worden ist.

**Charles Parsons** muss eine völlig andere Persönlichkeit gewesen sein als de Laval. Verfolgt man den Weg, den er gegangen ist, so kann man es charakterisieren durch die Worte unerhört kühn und vorsichtig zugleich. Was seine entscheidende Überlegung war, wissen wir aus einem Vortrag, den er 1922 gehalten hat. In der Zeit der Entstehung seiner Turbine, also gegen

Ende des 19. Jahrhunderts, war es völlig ungewiss, ob es möglich sei, Dampf in einer Turbine mit hohem Wirkungsgrad zu expandieren. Er ging aus von der Tatsache, dass die Wasserturbinen mit günstigem Wirkungsgrad arbeiten, und sagte sich, dass es der sicherste Weg sei, in einer Dampfturbine ähnliche Bedingungen zu schaffen wie in einer Wasserturbine. Dazu musste nur eine sehr grosse Zahl von Teilturbinen – später Turbinenstufen genannt – hintereinandergeschaltet werden. Dann war in jeder einzelnen die Dichteänderung so gering, dass annähernd die gleichen Verhältnisse gegeben waren wie in einer inkompressiblen Flüssigkeit. So war er auf die vielstufige Turbine geführt. Damit aber war er von Anbeginn an auf dem richtigen Weg zur späteren Grossturbine, die die Wellelektrifikation erst möglich gemacht hat.

Seine erste Versuchsturbine, Fig. 6, war eine Maschine von nur 7,5 kW Leistung. Bei so kleiner Leistung war auch er zu hoher Drehzahl genötigt, wenn auch nicht annähernd so sehr wie de Laval, dessen Arbeiten ihm übrigens unbekannt waren. Auch er sah sich daher in diesem Frühstadium veranlasst, die Lagerschalen dämpfend zu betten. Fig. 7 zeigt seine Lagerkonstruktion. Ein Paket von Ringen, die abwechselnd mit sehr engem Spiel auf der Lagerschale und im Gehäuse sitzen, wird durch eine Feder zusammengepresst und soll Reibung schaffen, sobald die Lagerschale anfängt, Taumelbewegungen auszuführen. Bei den späteren Grossausführungen konnte er auf solche Kunstgriffe verzichten und normale Lager verwenden, denn seine Rotoren liefen unterkritisch.

Nachdem wir einige Erfinderpersönlichkeiten an unserem geistigen Auge vorbeiziehen liessen, wollen wir zum Schluss noch einige Gedanken über

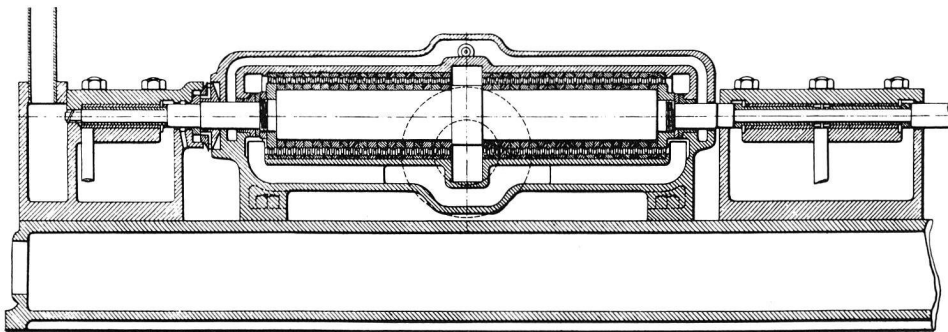


Fig. 6: Erste Parsonsturbine, Leistung 7,5 kW

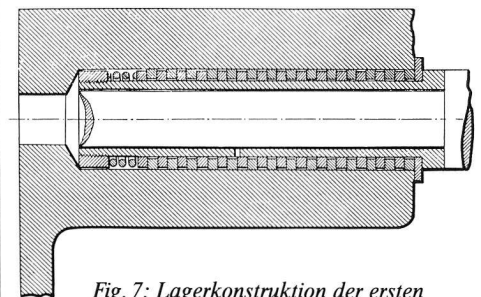


Fig. 7: Lagerkonstruktion der ersten Parsonsturbine

das Erfinden und den Erfinder im allgemeinen anschliessen. Bewusst habe ich auch einen grossen Konstrukteur unter den Beispielen aufgeführt, denn mir scheint, man gebe sich zuwenig darüber Rechenschaft, dass auch der Konstrukteur ein Erfinder ist. Sein Vorstellungsvermögen muss ein Gebilde ersinnen, das in dieser Form bis jetzt nicht existiert hat. Oft enthält seine Konstruktion eigentliche Erfindungen. Man muss hier wohl zwei Typen von Erfindern auseinanderhalten: Den revolutionären Erfinder, dessen Gedanken in völliges Neuland hinausschweifen, und den erhaltenden

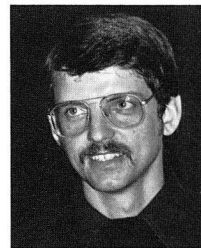
Erfinder, der ein im Prinzip Gegebenes immer vollkommener ausgestaltet und so die Technik auf ihre höchste Stufe führt. Der grosse Konstrukteur ist unter die erhaltenden Erfinder einzureihen.

Der schöpferische Prozess als solcher scheint mir in allen Fällen von durchaus ähnlicher Art zu sein. In seinen Gedanken muss sich der Erfinder freimachen von dem, was er schon kennt und was vielleicht allgemein üblich ist. Die entscheidende geistige Fähigkeit ist die Vorstellungskraft. Im Hinblick auf die freie Entfaltung der Vor-

stellungskraft möge hier am Schluss noch eine Bemerkung beigefügt werden. Der heutige Ingenieur muss sich ein sehr umfangreiches Wissen aneignen. Ferner sieht er sich stets schwierigen Forderungen und Bedingungen und oftmals auch einschneidenden Beschränkungen gegenüber. Das ist eine geistige Situation, der die Tendenz innewohnt, die Entfaltung der Vorstellungskraft zu behindern, und das gleiche gilt von der zunehmenden Spezialisierung. Das schöpferische Wirken ist also sicher dem heutigen Ingenieur schwerer gemacht als seinen Altvorderen.

## Erfindungen als kollektiver, technischer Reifungsprozess während der industriellen Revolution in England: Arkwright, Strutt und Bage

*Dr. sc. techn.  
Dipl. Arch. ETH  
H. P. Bärtschi  
Winterthur*



In Schulbüchern – und selbst in Fachbüchern – findet man immer noch folgende vermeintlich exakte Daten, Erfinderangaben und Fakten zum Auswendiglernen: «1768 erfand Richard Arkwright die Spinnmaschine. 1799 baute James Watt die erste Eisenskelettfabrik».<sup>1</sup> Tatsächlich liess Richard Arkwright 1771–1772 bei Cromford die erste moderne Fabrik mit einem Maschinensystem für verschiedene Produktionsstufen einrichten. Fabriken mit Maschinensystemen für eine Produktionsstufe gab es schon viel früher: So entstanden in Italien bereits 1607 Pläne für eine wasergetriebene Seidenzwirnerei.<sup>2</sup> Das Geheimnis des Seidenzwirnmehanismus war in der Schweiz dank Industriespionage schon 1565 bekannt.<sup>3</sup> Auch die Engländer hielten im Wettrennen des illegalen Techniktransfers mit: 1718 entstand am gleichen Fluss, an dem später die Spinnerei Arkwright errichtet wurde, Sir Lombe's Silk Mill.

Was England den absolutistischen Staatsgebilden des Kontinents voraus hatte, war eine durch Unternehmer und konstitutionelle Monarchie geför-

derte Entwicklung von Industrie und Technik. Als die Entwicklung der Spinnereitechnik mit der Webereitechnik nicht mehr Schritt hielt, setzte die «Royal Society of Arts» 1761 zwei Preise für Personen aus, die ein Spinnergerät vorzeigen konnten, das gleichzeitig mehrere Fäden strecken, drehen und aufwinden konnte. Erste Versuche für solche Geräte begannen bereits um 1733, die technische Reifung brauchte über 35 Jahre. Als erste Konstrukteure übertrugen John Wyatt und Lewis Paul die Hand- und Armbewegungen des Spinnens am Spinnrad auf einen Streckwalzen-Mechanismus, den sie 1738 und 1758 patentieren liessen. Wyatt und Paul arbeiteten gemeinsam an der Entwicklung der Spinnmaschine und richteten 1740 eine kleine Spinnerei mit einer Spinnmaschine in Birmingham ein. Aus Mangel an Geldmitteln musste diese «Heimspinnerei» bald wieder geschlossen werden.

Aufgrund dieser Erfahrungen und gefördert durch den Wettbewerb von 1761, entstanden in den 1760er Jahren eine Reihe von parallelen Entwicklungen. Am bekanntesten geworden ist

James Hargreaves' Wagenspinner, eine fahrbare Klemmvorrichtung, die der Weber aus der Baumwollindustrieregion von Blackburn nach seiner Tochter «Jenny» benannte. Obwohl diese Maschine rasch Verbreitung v. a. auch in der Heimspinnerei gewann, gelangte Hargreaves vorerst nicht zu Ruhm, im Gegenteil: Die Prozesse, die er zur Verteidigung seiner Erfindung führte, verlor er, und schliesslich starb er ruiniert und verarmt im Arbeitshaus in Nottingham. 1767 gelang es dem Uhrmacher John Kay und dem Webstuhlbauer Highs, eine Maschine zu bauen, die den Dreh- und Aufspulmechanismus des Flügelspinnrades mit dem 35 Jahre zuvor entwickelten Zylinderstreckwerk von Wyatt und Paul vereinte.<sup>4</sup>

Es war nun aber der «Hair Dealer» **Richard Arkwright** (1732–1792), der die rentable Erfindung zum ersten Mal in grosser Serie in seinem Gebäude in Nottingham einsetzte und patentieren liess. Bereits 1771 konnte er mit dem akkumulierten Kapital und mit weiteren Kapitalanleihen von John Smalley, Jedediah Strutt und Samuel Need eine neue, nun wasergetriebene Baumwollspinnerei bei Cromford einrichten.<sup>5</sup> Durch das Kopieren, Verbessern und Kombinieren einer Reihe von Erfindungen gelang es Arkwright, verschiedene Serien von Maschinen von der Karde über die Vorwerke bis zur Spinnmaschine durch eine zentrale Kraftquelle – das Wasserrad – anzutreiben. Der zum Sir und «High Sheriff of Derbyshire»