

1862: Charles Porter zeigt seine schnelllaufende Maschine auf der Weltausstellung in London

In seinen Erinnerungen stellt Charles Porter fest ³⁵¹:

Eins war allen Maschinen gemeinsam, ob amerikanischen oder europäischen Ursprungs, ob ortsfest oder schwimmend, und gleichgültig, aus welcher noch so berühmten Fabrik, und nur mit Ausnahme der Lokomotiven: das war die Kolbengeschwindigkeit. Sie lag in den engen Grenzen von 1 bis 1,5 m pro Sekunde.

Porter, der studierte Rechtsanwalt, nahm sich vor, dies zu ändern. Er wollte einen Schnellläufer bauen. Die Probleme waren ihm wohl bewußt.

Zerah Colburn, lange Chefredakteur von »The Engineer«, hat sie sehr schön auf den Punkt gebracht ³⁵²:

The fact is, high speed is the great searcher and revealer of everything that is bad in design and construction. The injurious effect of all unbalanced action, of all overhanging strains, of all weakness of parts, of all untruth in form or construction, of all insufficiency of surface, increases as the square of the speed. Put an engine to speed, and its faults bristle all over. The shaking drum cries, »Balance me, balance me!« the writhing shaft and quivering frame cry, »See how weak we are!« the blazing bearing screams, »Make me round«, and the maker says, »Ah, sir, you see high speed will never do.«

Tatsache ist nun einmal: Hohe Geschwindigkeit bringt alles zu Tage, was bei Entwurf und Ausführung schlecht war. Die schädlichen Effekte jeder nicht ausbalancierten Bewegung, jeder Belastung durch Überhang, jede Weichheit von Teilen, alle Rundlauffehler, jede ungenügende Oberfläche - all dies macht sich mit dem Quadrat der Geschwindigkeit stärker bemerkbar. Laß' eine Maschine schneller laufen und alle Fehler darin treten hervor. Die wackelnde Trommel schreit »Wuchte mich aus !«, die verdrehte Welle und der zitternde Rahmen rufen »Schau' wie weich wir sind !«, das brennende Lager kreischt »Mach' mich rund !« und der Hersteller sagt: »Sehen Sie, mein Herr, hohe Geschwindigkeit geht nun einmal nicht !«

Anfang 1861 lernte Porter John F. Allen kennen. Dieser war Maschinist. Allen trug Porter eine von ihm *erdachte* zwangsläufige Expansionssteuerung vor, in dem er die Charakteristika mit Kreide auf den Werkstattboden zeichnete ³⁵³. Allen hatte seine Idee bis dahin nicht verfolgt, weil die ihm bekannten Drehzahlregler nicht genügten. Nun, da er Porter's neuen Regler kennengelernt hatte, hielt er seine Steuerung für machbar [siehe 1858: Charles T. Porter erhält ein Patent auf einen Drehzahlregler]. Porter war von der Steuerung angetan und hielt sie für geeignet, um »eine Maschine so schnell wie eine Lokomotive laufen zu lassen« ³⁵⁴. Allen war zunächst nicht einverstanden, er sah seine Idee als direkte Verbesserung der Corliss-Steuerung und damit als optimal für langsame Geschwindigkeiten. Porter setzte sich durch, die Steuerung wurde zusammen mit einer Versuchsmaschine von 150 mm Kolbendurchmesser und 380 mm Hub konstruiert und gebaut. Nenndrehzahl war 160 U/min. Die Maschine war ein Erfolg und wurde auch produktiv eingesetzt.

Porter beschloß, an der Weltausstellung im folgenden Jahr teilzunehmen und baute dafür eine größere Maschine mit 200 mm Kolbendurchmesser und 610 mm Hub, Nenndrehzahl 150 U/min.

³⁵¹Porter, 1908, S. 45

³⁵²Zitiert in Matschoss, 1908, Band 2, S. 193

³⁵³Porter, a.a.O. S. 46

³⁵⁴Porter, a.a.O. S. 48

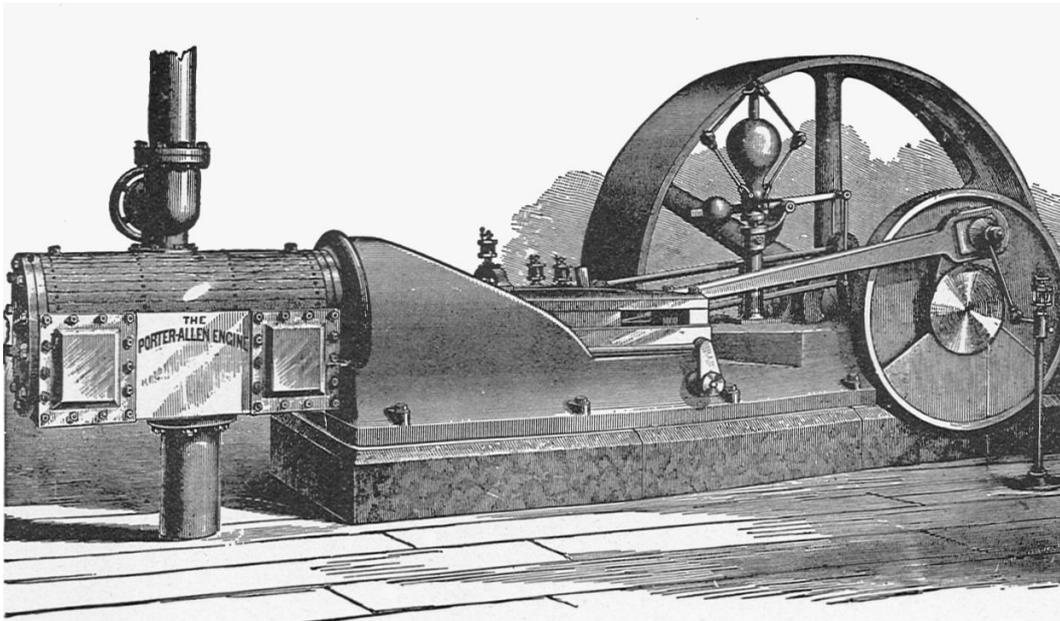


Abbildung 3.71: Porter-Allen-Maschine

Die neue Maschine wurde nicht rechtzeitig fertig, so dass nur die Grundplatte zusammen mit den anderen amerikanischen Exponaten verschifft wurde. Porter reiste allein nach London ³⁵⁵. Mit Daniel Kinnear Clark, der seitens der Ausstellungsleitung für die Maschinen verantwortlich war, gab es allerdings schon kurz nach der Ankunft auf dem Ausstellungsgelände eine Auseinandersetzung. Als Clark erfuhr, dass die amerikanische Maschine statt mit den üblichen 50-60 Umdrehungen mit 150 Umdrehungen laufen sollte untersagte er dies - immerhin gestattete er Porter den Betrieb mit 120 Umdrehungen.

Porter montierte nun die nach und nach eintreffenden Teile - meist eigenhändig. Er mußte sich völlig auf die saubere Werkstattarbeit und die Paßgenauigkeit der Maschinenteile verlassen - in meinen Augen ein Indiz für den recht weit fortgeschrittenen Stand der amerikanischen Fertigungstechnik. Besonderen Wert legte er noch auf den Treibriemen (seine Maschine sollte eine Gruppe von Webstühlen antreiben). Er konnte einen amerikanischen Riemen nutzen, der anders als die englischen lang geschäftet war und sich so besser für höhere Geschwindigkeiten eignete.

Eine Woche nach Beginn der Ausstellung war die Porter-Allen-Maschine (siehe Bild 3.71) einsatzbereit - aber

keiner von ihnen glaubte, daß diese neu erfundene, »schnell zusammengehauene amerikanische Karre« auch arbeiten würde, wenn sie mit der schrecklichen Geschwindigkeit von 120 Touren losgelassen würde.

Die Maschine lief dann kurze Zeit mit ihrer Nenndrehzahl von 150 Umdrehungen ³⁵⁶.

Wohl kaum mehr als 2 Minuten später sah ich schon Mr. Clark ankommen, die Uhr in der Hand. Irgendeiner war in sein Bureau gerannt und hatte gemeldet, die Yankee-Maschine ginge durch. Die Menge machte ihm Platz, und er kam an die Maschine heran, beobachtete sie eine Zeitlang, ging gemächlich um sie herum und musterte jede Einzelheit sorgsam von allen Seiten. Dann zählte er eine volle Minute lang die Touren. Als sie um war, wandte er sich nach mir um und rief: »Aber lieber Porter -« klopfte mir aber dann gemütlich auf die Schulter: »Na, all right. Wenn Sie Ihre

³⁵⁵Sein Bericht über seine Erlebnisse auf der Reise und in London ist sehr lesenswert !

³⁵⁶Porter, a.a.O. S. 71

Maschine so sanft gehen lassen können, dann können Sie sie mit jeder Tourenzahl laufen lassen, die sie wollen.“

Damit könnte dieser Bericht über die erste Schnellläufermaschine ein Ende haben - allerdings gibt es noch einen Aspekt hinzuzufügen.

Porter schrieb ³⁵⁷:

Die Besucher meines Ausstellungsstandes kamen alle auf dieselbe Frage zurück, nämlich: »Wie treiben Sie Ihre Luftpumpe an?« und ich in meiner Unschuld antwortete ein Mal wie das andere: »Die Maschine ist eine Auspuffmaschine; sie hat keine Luftpumpe«

Für die konservativen englischen Maschinenbauer und Fabrikbesitzer war damit die Maschine »unten durch« - zu ihnen gehörten auch Größen wie John Penn, William Fairbairn und Robert Napier. Nach Ende der Ausstellung musste Porter befürchten, die Maschine wieder in die USA verschicken zu müssen. In letzter Minute konnte er sie dann doch verkaufen.

Ein letztes Mal Porter ³⁵⁸:

Die Erklärung dieser Erscheinung war ganz einfach, aber mir war sie nicht bekannt ...Ich war hier unter Leuten, deren Grundanschauungen über Dampfmaschinen vollkommen verschieden von denen waren, die ich gewohnt war. ... In den Augen jedes Engländers war eine Auspuffmaschine Schund. Die wenigen, die sie bauten, waren kleine billige Dinger, meist für die Ausfuhr. Weder konnte ein Maschinenbauer, noch ein Industrieller einer Auspuffmaschine das geringste Interesse abgewinnen.

Nun glaube ich nicht, daß ich in meinem begrenzten Beobachtungsfeld zu Hause überhaupt jemals eine ortsfeste Kondensationsmaschine gesehen hatte, ... In meinem Kopf waren Kondensationsmaschinen untrennbar von Schiffen und Dampfbooten. Übrigens waren auch auf dieser Ausstellung nur Auspuffmaschinen in Betrieb. Mir kam es gar nicht in den Sinn, daß auf diesem von der Themse weit entfernten Ausstellungsgelände Wasser für Kondensationszwecke nicht zur Verfügung stand. Mir kam das alles ganz selbstverständlich vor ...

Im offiziellen Katalog der Weltausstellung schreibt Clark (der mit der Taschenuhr in der Hand), dass Porter Kolbengeschwindigkeiten von 3 - 3,8 m/sec erreicht habe ^{359 360 361}. Folgt man Matschoss, so hatte es sehr wohl amerikanische Hersteller gegeben, die schon vor Porter solche Werte erreicht hatten - allerdings auf Kosten der Lebensdauer ³⁶². Porter's Maschine jedoch, versehen mit Allen's Steuerung und dem neuen Regler, wurde zu einem Meilenstein in der Entwicklung der Schnellläufermaschine.

Stand: 26.10.2018

³⁵⁷Porter, a.a.O. S. 77

³⁵⁸Porter, a.a.O. S. 76

³⁵⁹Clark, 1864, S. 319 ff.

³⁶⁰Auch heute ist die mittlere Kolbengeschwindigkeit *ein* Kriterium, um Kolbenmaschinen zu beurteilen. Schiffsdieselmotoren liegen bei 8,5 m/sec, LKW-Diesel bei 11, PKW-Diesel bei 14, Otto-Motoren in üblichen PKW's bei 16, in Sportwagen oder Motorrädern hingegen bei über 20 m/sec [Angaben nach Wikipedia En: Mean piston speed](#). Stand 14.8.2018

³⁶¹Lt. Matschoss erreichte die Maschine 28 PS [Matschoss, 1901, S. 269](#)

³⁶²[Matschoss, 1908, Band 2, S. 190](#)

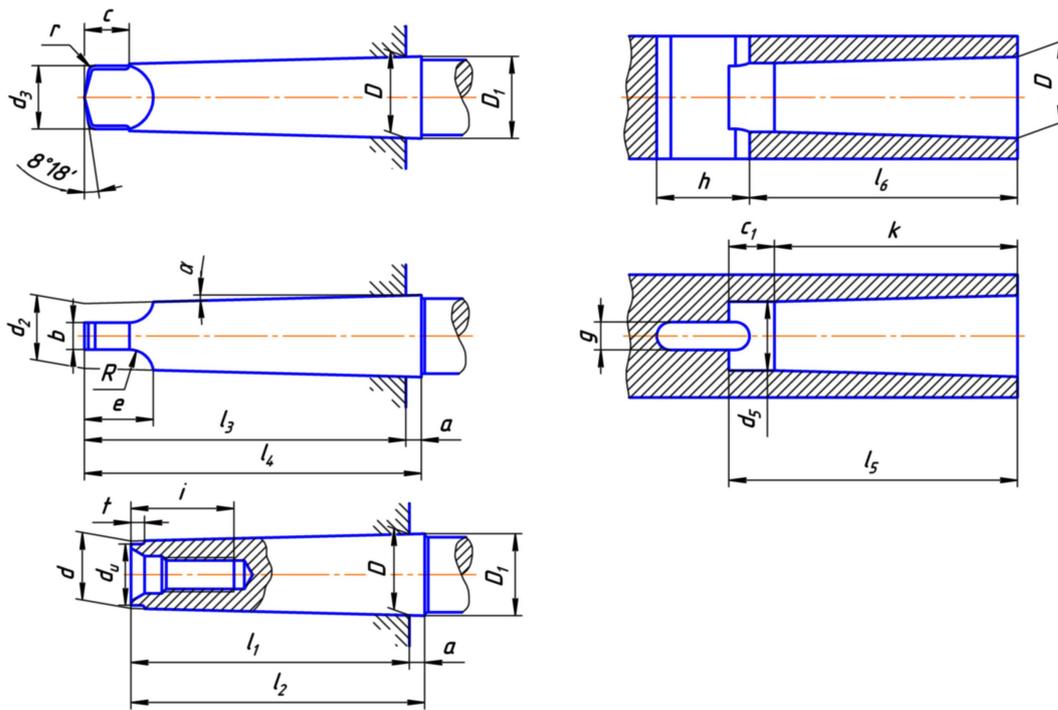


Abbildung 3.72: Morsekonus

1864: Der Morsekonus wird zum »National Standard« der USA

Nachdem der Amerikaner Stephen Ambrose Morse ein Patent auf einen Spiralbohrer erhalten hatte [siehe 1861: [Stephen Morse patentiert einen Spiralbohrer](#)] gründete er 1864 die »Morse Twist Drill and Machine Company« in New Bedford Massachusetts³⁶³. Diese Firma existiert noch heute. Vermutlich führte die Notwendigkeit, die Bohrer sicher in der Spindel einer Bohrmaschine aufzunehmen, sie aber dennoch rasch wechseln zu können, dazu, daß Morse sich mit Werkzeugkegeln befaßte. Er entwickelte den sog. »Morse taper« (kurz MT), im Deutschen »Morsekonus« (oder Morsekegel, abgekürzt MK). Lt. Angaben der heutigen »Morse Cutting Tools« wurde zwei Sätze von Kegeln gefertigt, von denen einer dem Bureau of Standards in Washington, D.C. vorgelegt wurde. So wurde der Morsekegel zum amerikanischen Standard. Morse zog sich 1868 aus seiner eigenen Firma zurück.

In der Patentzeichnung des Spiralbohrers 1863 hatte Morse diesen noch mit zylindrischem Schaft dargestellt. Seinen Werkzeugkegel führte er mit einem eingeschlossenen Winkel von ca. 3° aus. Damit gehört der Morsekonus zu den »selbsthaltenden« Werkzeugkegeln. Bei entsprechender Oberfläche der Spindel und des Werkzeuges lassen sich hohe Drehmomente übertragen. Dazu reicht manuelles Einsetzen, bei größeren Werkzeugen vielleicht ein Schlag mit einem Schonhammer. Ein einfaches Lösen wird bei Bohrmaschinen üblicherweise durch ein passend angeordnetes Langloch in der Spindel und einen durchgesteckten Treibkeil erreicht, der dann das Werkzeug löst, siehe Bild 3.72. In anderen Fällen wird eine Abdrückschraube verwendet.

Morse scheint seinen Werkzeugkegel nicht patentiert zu haben, jedenfalls blieb die Suche nach einem Patent ohne Ergebnis. Die Quellenlage zu ihm als Person und zur Einführung des Morsekonus' ist äusserst dürftig. Vermutlich ist der Erfolg des Morsekonus' auch dem Umstand zu verdanken, dass der amerikanische Werkzeugmaschinenbau ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts weltweit führend wurde.

³⁶³Morse Cutting Tools History [Morse Cutting Tools: About Morse](#) Abgerufen 18.10.2018

Morsekegel MK 0 bis MK 6 sind in DIN 228 und ISO 296 genormt. Daneben existieren noch weitere Größen. Obwohl es eine ganze Anzahl weiterer Werkzeugkegel gibt, ist der Morsekegel auch rund 150 Jahre nach seiner Standardisierung in den Werkstätten zu finden - vielleicht hat aber auch der ein oder andere Leser einen Morsekonus in sich ohne es zu ahnen: Vielleicht in einer Hüftprothese oder in einem Zahnimplantat ^{364 365}. Allerdings sollte man den Begriff hier nicht zu eng verstehen. Die Medizintechnik nutzt andere Winkel und hat es wohl erfolgreich vermieden, ihre Geometrien zu standardisieren.

Stand: 18.10.2018

1866: In Mannheim wird der erste deutsche Überwachungsverein für Dampfkessel gegründet

Am 28. Januar 1865 explodierte der Dampfkessel der Brauerei »Zum großen Mayerhof« in Mannheim. Ein Riss im Kesselblech kostete einen Arbeiter das Leben, vier weitere wurden verletzt ³⁶⁶.

Das Unglück war beileibe kein Einzelfall. Auch im Heimatland der Dampfmaschine waren immer wieder Kesselexplosionen mit Toten und Verletzten zu beklagen. Nach einer Explosion auf einem Küstendampfer setzte das englische Unterhaus einen Untersuchungsausschuss ein ³⁶⁷. Es änderte sich allerdings - nichts. Kesselrevisionen wurden erst 1854 vorgeschrieben. Zweimal jährlich sollten beamtete »Engineer Surveyors« Schiffkessel prüfen. Bei Kesseln an Land waren die englischen Behörden noch zögerlicher. Mit dem »Boiler Explosion Act« von 1882 und 1890 wurde eine *Meldepflicht* eingeführt. Danach erst war es der Verwaltung möglich, eine Untersuchung zu veranlassen.

Sonnenberg beschreibt, dass sich die Besitzer von Dampfkesseln aus Manchester und Umgebung 1854 zu einer »Association for the Prevention of Steam Boiler Explosions« zusammenschlossen. 1855 gab es 269 Mitglieder mit 843 Dampfkesseln. Die Association beschäftigte eigene Revisionsingenieure. Wesentlich war eine Versicherung auf Gegenseitigkeit. Falls ein Mitglied Auflagen nicht befolgte, konnte der Versicherungsschutz entzogen werden.

Dieses Modell stand auch in Baden Pate. Rund ein Jahr nach dem Vorfall in Mannheim gründeten 22 badische Unternehmer die »Gesellschaft zur Ueberwachung und Versicherung von Dampfkesseln mit dem Sitze in Mannheim« und damit die Keimzelle des späteren »DÜV Dampfkesselüberwachungsverein«, aus dem wiederum der heutige »TÜV Technische Überwachungsverein« hervorgegangen ist.

Den Badensern gelang es nicht, eine Versicherung zu gründen. Mit 47 Kesseln im Gründungsjahr waren die Einkünfte zu niedrig. Auch im Folgejahr mit dann 59 Kesseln war die Lage noch angespannt. 1868 schritt dann das badische Handelsministerium ein. Alle Kesselbesitzer wurden aufgefordert, entweder dem Verein beizutreten oder dafür Sorge zu tragen, dass ihre Kessel von einem anderen Gutachter revidiert würden, der dann noch anzuerkennen wäre. Falls die Kesselbesitzer dem nicht Folge leisten würden, drohte das Ministerium »auf dem Verwaltungswege einzuschreiten« ³⁶⁸. Das führte zu einem deutlichen Zuwachs an Mitgliedern (1869 waren es 308 Kessel in ganz Baden). Nun suchte und fand man einen Mitarbeiter: Im Oktober 1868 trat Carl

³⁶⁴Hernigou, 2013

³⁶⁵Shafie, 2014

³⁶⁶TÜV Süd Geschichte 1866-1900

³⁶⁷Sonnenberg, 1968, S. 83

³⁶⁸ZVDI, 1869, S. 249 ff.

Isambert (1839-1899) seinen Dienst in Mannheim als erster hauptamtlich tätiger Sachverständiger eines technischen Überwachungsvereins in Deutschland an. Er hatte zuvor einige Jahre beim »Hörder Bergwerks- und Hüttenverein« (gegründet 1852) gearbeitet ³⁶⁹.

Bis dahin hatte ein Maschinenmeister ausgeholfen und Kessel in Mannheim und Umgebung revidiert. Isambert hatte wohl erfahren, dass im badischen Oberland und im Schwarzwald der Zustand der Kessel ganz besonders zu wünschen übrig ließ. So begann er bereits wenige Tage später mit seinen Inspektionsreisen. Bis Ende des Jahres revidierte er 94 Kessel, zumindest einen Teil davon auch auch innerlich.

Isambert teilte die gefundenen Mängel in vier Kategorien ein:

- Konstruktionsfehler
- Fehler beim Betriebe oder Vernachlässigungen
- Mängel an den Garnituren
- Defekte Stellen an dem Kessel oder Mauerwerk

Aus seinem Bericht ³⁷⁰ wird deutlich, dass Fehler beim Betrieb und Mängel an den Garnituren (heute sprechen wir wohl eher von Kesselarmaturen) besonders oft zu verzeichnen waren. Aber auch strukturelle Schäden musste er oft feststellen. Zusammenfassend schrieb er:

Sie werden mir zugeben, daß es da doch wohl hohe Zeit war, eine Inspektion zu halten. Hr. Haack, welcher die hiesigen Kessel im vorigen Jahr revidierte, hat zwar auch genug Mängel vorgefunden, aber solchen abnormen Verhältnissen wie die des Oberlandes ist er doch nicht begegnet.

Isambert griff dann einige Fälle aus seinen Statistiken heraus. So hieß es:

Als ich eines Morgens unerwartet in ein Kesselhaus trat, fand ich den Kessel angefeuert und das Manometer 58 Pfd. Druck zeigend, im Wasserstandsglase war gar kein Wasser mehr zu sehen; nach halbstündigem Warten kam denn endlich der Kesselwärter in der Person des Besitzers jener Anlage, welcher mir den tiefen Stand des Wassers naiver Weise damit erklärte, daß dieses wohl während der Nacht so sehr gesunken sein müsse; denn am Abend vorher will er noch Wasser im Wasserstandsglase bemerkt haben. Dass aber noch Dampf und damit auch noch Wasser genug im Kessel sein müsse, bewies er mir dadurch, daß er sofort die Maschine in Gang setzte.

Ein weiterer Bericht:

An einem anderen Orte rief mir eine Signalpfeife im Augenblicke meines Eintreffens im Kesselhause durch einen hellen grellen Pfiff ein freudiges Willkommen zu, welche Aufforderung der Kesselwärter aber auch sofort durch Anhängen der Speisepumpe zu beantworten mußte. Bei der darauf vorgenommenen Revision ergab sich, daß der Kessel weder Wasserstandshähne noch Wasserstandsglas hatte und daß die Sicherheitsventile mit schweren Rostbalken der Art überlastet waren, daß sie erst bei 18 bis 20 Atmosphären abblasen konnten. Das Manometer zeigte 35 Pfd., als ich es abschrauben ließ, gab es noch immer denselben Druck an, und nun gestand mir der Kesselwärter, daß ein Schlosser des Städtchens dasselbe in Reparatur gehabt habe und seit dieser Zeit zeige es den constanten Druck von 35 Pfd. Tatsächlich beabsichtigte der Kesselwärter auch jene brave Signalpfeife noch zu beseitigen, die einzige noch in Thätigkeit befindliche Garnitur, da er sich durch deren Funktionieren häufig schon Vorwürfe seines Fabrikherren zugezogen habe. Er versicherte mir in etwas

³⁶⁹Scholl, 1978, S. 374

³⁷⁰ZVDI, a.a.O. S. 252

gereiztem Tone, daß die Pfeife aber auch regelmäßig dann ertöne, wenn nur wenig Wasser mehr im Kessel sei.

In seiner statistischen Übersicht hieß es:

- 8) Kesselwärter höchst unzuverlässig und gewissenlos: 4 Fälle
Kesselwärter irrsinnig: 1 Fall

Darauf kam er dann noch einmal zu sprechen:

das irgendwo ein Irrsinniger die Bedienung eines Dampfkessels hat, haben Sie aus der Ihnen soeben vorgelesenen Zusammenstellung gehört; derselbe hatte nämlich nur den mechanischen Theil der Wartung, während eine Frauensperson die intellektuelle Rolle dabei spielte. Auf meine desfallsigen Vorstellungen bei der vorgetzten Behörde trat aber sofort eine Aenderung ein.

Isambert sprach auch davon, dass eine ruhige und sachliche Aufklärung insbesondere der Kesselwärter und der Kesselbesitzer am ehesten geeignet sei, die Probleme langfristig zu lösen.

Beim zweiten Punkte meiner Betrachtungen anlangend, freue ich mich constatieren zu können, daß die Aufnahme, welche mir zu Theil wurde, eine recht gute war; fast überall, wo ich hinkam, erkannte man, wenn auch gerade nicht eingestandenmaßen die Nothwendigkeit, so doch die Zweckmäßigkeit unserer Institution an; einzelne Kesselbesitzer erwarteten mich sogar mit Ungeduld, wie ein Kranker sich nach einem Arzte sehnt, und erbaten sich meine Ansichten über Dies und Jenes.

1869 zog Isambert auf der Mitgliederversammlung des Mannheimer Vereins eine positive Bilanz seiner Arbeit: Akute Explosionsgefahr bestehe bei keinem der geprüften Kessel mehr ³⁷¹.

In anderen Regionen folgte man nach und nach dem Beispiel des Großherzogtums Baden. 1873 konstituierte sich der »Verband der Dampfkessel-Überwachungs-Vereine« in Hannover. 1888 änderte der Verband seinen Namen in »Internationaler Verband der Dampfkessel-Überwachungs-Vereine«. Zu diesem Zeitpunkt vertrat der Verband 30 Vereine mit 36.000 Kesseln. Vor dem Ausbruch des ersten Weltkrieges waren es 74 Vereine mit 265.000 Kesseln, davon 41 deutsche mit 150.000 Kesseln ³⁷².

An seinen ersten Prüflingen erinnert der TÜV Süd heute mit dem Carl-Isambert-Preis für Sicherheitstechnik und Umweltschutz.

Stand: 17.11.2018

1867: Auf der Pariser Weltausstellung wird der atmosphärische Flugkolbenmotor der Firma Otto & Langen gezeigt

Nicolaus August Otto, als Ingenieur reiner Autodidakt, begann 1862 mit ersten Versuchen zum Thema Viertaktmotor. Als deutlich wurde, dass die Konstruktion der Belastung durch die Explosionen nicht standhielt, wandte er sich dem Gasmotor zu. Eine kleine Erbschaft, mit der Otto seine Versuche finanziert hatte, war allzu rasch aufgebraucht.

³⁷¹TÜV Süd, a.a.O.

³⁷²Sonnenberg, a.a.O. S.252

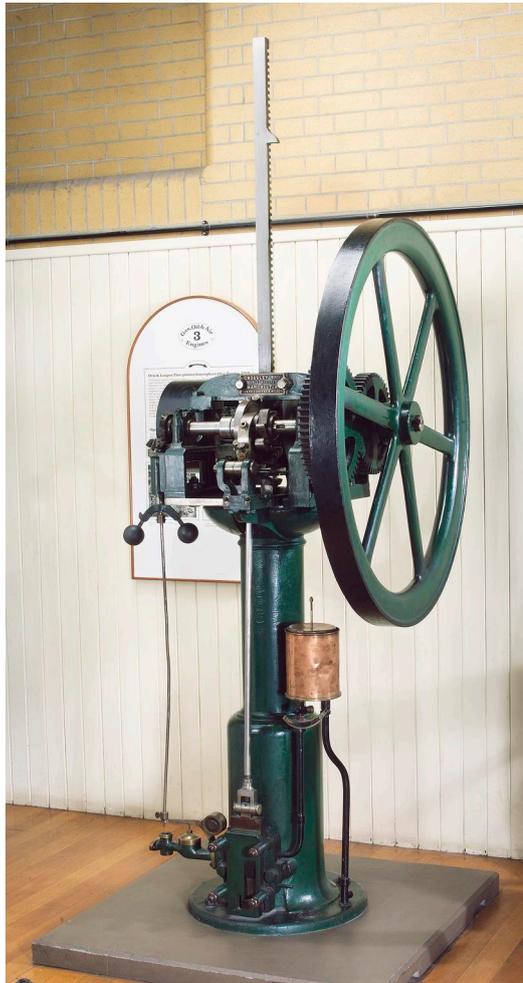


Abbildung 3.73: Atmosphärischer Flugkolbenmotor Otto & Langen

1864 lernte Otto den jungen Ingenieur Eugen Langen kennen. Dieser erkannte das Potential der Erfindung Ottos und schon wenige Wochen nach der ersten Begegnung gründeten die beiden die Firma »N. A. Otto & Cie.« in Köln. Langen brachte aber nicht nur Geld ein, er war auch befreundet mit dem nur wenige Jahre älteren Franz Reuleaux, den er beim Studium in Karlsruhe kennengelernt hatte. Reuleaux war seit 1856 Professor in der mechanisch-technischen Abteilung des Eidgenössischen Polytechnikums Zürich, bevor er ebenfalls 1864 einen Ruf an das Königliche Gewerbe-Institut in Berlin erhielt (ein Vorläufer der späteren Technischen Universität). Diese enge Beziehung sollte auch für die Entwicklung des Flugkolbenmotors noch eine wichtige Rolle spielen. Bedeutsam war ferner, dass es Langen gelang, einen funktionsfähigen Freilauf zu entwickeln ³⁷³.

Damit konnte dann der atmosphärische Flugkolbenmotor 1867 bei der Weltausstellung in Paris präsentiert werden, siehe Bild 3.73.

Hier standen nun 14 Gasmotoren, viele davon von Etienne Lenoir, und der neue, unbekannte Flugkolbenmotor einander gegenüber. Die Maschinen Lenoir's wurden seit 1860 gefertigt. Sie liefen sehr ruhig und zuverlässig. Für den Laien war kaum ein Unterschied zum gewohnten Bild einer liegenden, schiebergesteuerten Dampfmaschine zu sehen.

Bei dem neuen Motor hingegen wurde der Kolben durch die Explosion des Gas-Luftgemisches hochgeschleudert, um dann in der Abwärtsbewegung durch Gewicht und Atmosphärendruck seine Energie auf das Schwungrad zu übertragen. In einem YouTube-Video kann man die Maschine

³⁷³Sass, 1962, S.30



Abbildung 3.74: Aveling und Porter Dampfzugmaschine, um 1871

im Leerlauf betrachten ³⁷⁴.

Franz Reuleaux saß als Vertreter Preußens in der Preiskommission. Es gelang ihm, eine Verbrauchsmessung der ausgestellten Motoren durchzusetzen. Das Ergebnis war: Der atmosphärische Flugkolbenmotor aus Köln verbrauchte nur 1/3 der Gasmenge, die eine gleichstarke Lenoir-Maschine benötigte. Dieses Ergebnis war so überraschend, dass man nach einer versteckten Gasleitung zu der neuartigen Maschine aus Köln suchte ³⁷⁵.

In den Folgejahren wurden bei Otto & Langen in Köln sowie bei mehreren Lizenznehmern ca. 5000 Flugkolbenmotoren mit Leistungen von 0,25 bis 3 PS gebaut ³⁷⁶. Lenoir's Motor war durch diese Entwicklung überholt.

1867: Die Firma Aveling & Porter beginnt, Dampfwalzen für den Straßenbau zu produzieren

Obwohl Aveling & Porter einige Vorläufer hatten, waren sie es, die als erste eine höchst erfolgreiche Serienproduktion begannen, siehe 3.74 ³⁷⁷. Neben Dampfplügen und Dampfzugmaschinen waren es dann vor allem Dampfwalzen, die produziert und weltweit exportiert wurden.

³⁷⁴YouTube DEUTZdigital: The engine No. 1 from 1867...still running

³⁷⁵Sass, a.a.O. S.35

³⁷⁶Slaby, 1894, S. 232

³⁷⁷Johnson, 1971, S. 26 f..

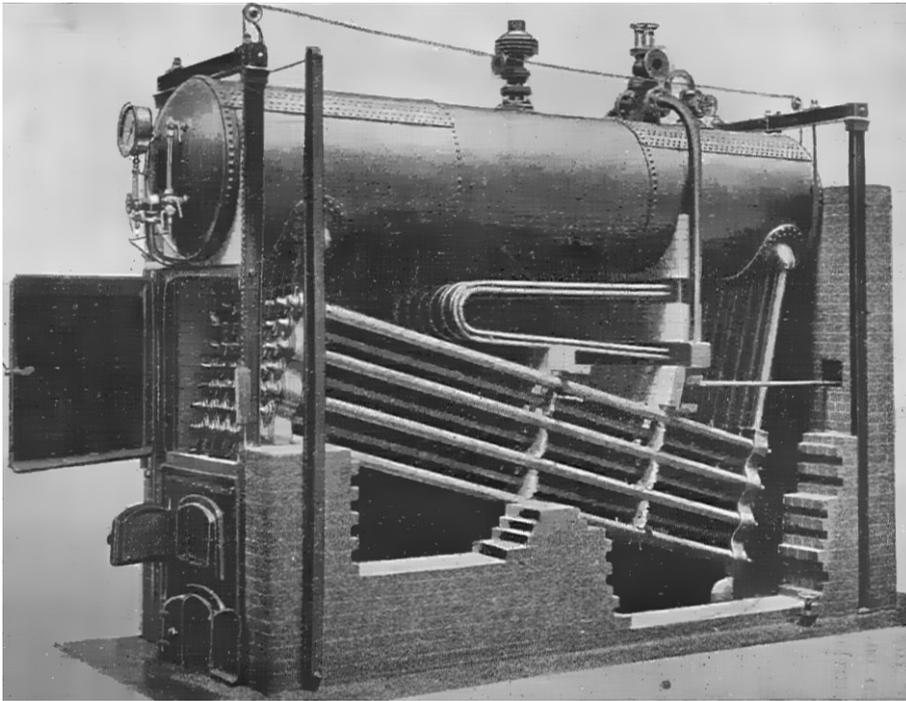


Abbildung 3.75: Babcock & Wilcox Kessel

1867: Umwandlung von Arbeitskraft in elektrische Ströme ohne Anwendung permanenter Magnete - die Dynamomaschine

Werner Siemens hatte 1866 gefunden, dass ein Generator ohne Fremderregung möglich ist. Die Selbsterregung eines elektrischen Generators, bei der der im Weicheisenkern des Elektromagneten zurückbleibende Magnetismus ausgenutzt wird, bezeichnet man als dynamo-elektrisches Prinzip. Am 17.1.1867 gab es die erste Veröffentlichung dazu ³⁷⁸.

Wie immer mal wieder in der Technikgeschichte, so lag auch diese Entwicklung »in der Luft«.

Das Original gehört zu den Exponaten des Deutschen Museums, siehe ³⁷⁹.

1867: Der »Babcock and Wilcox Non-Explosive Boiler« wird patentiert

Stephen Wilcox (1830-1893) hatte 1856 ein erstes Patent auf einen Wasserrohrkessel erhalten. Er schloß sich mit George Babcock (1832-1893) zusammen und 1867 erhielten beide das Patent 65.042 auf einen »Steam Generator« ³⁸⁰.

Bei den Großwasserraumkesseln wird Wasser in (oft) zylindrischen großen Rohren erhitzt, siehe z.B. [1812: Richard Trevithick liefert eine Maschine mit Cornish Boiler aus] oder [1844: William Fairbairn erhält ein Patent auf den Lancashire Boiler]. Im Gegensatz dazu war der Babcock & Wilcox patentierte Kessel ein Wasserrohrkessel, d.h. das Kesselwasser wurde in (relativ) dünnen Rohren geführt, siehe Bild 3.75.

³⁷⁸Deutsches Museum: Meisterwerke: Die Dynamomaschine von Werner Siemens Abgerufen 29.7.2016

³⁷⁹Deutsches Museum: Meisterwerke: Die Dynamomaschine von Werner Siemens Grossansicht Abgerufen 24.9.2018

³⁸⁰Firmengeschichte Babcock & Wilcox Deutschland Abgerufen 19.11.2018

Neben anderen hatte auch Ernst Alban, siehe Anmerkung ³⁸¹, ab 1840 Wasserrohrkessel gebaut. Matschoss beschrieb diese ausführlich ³⁸². Alban hatte erkannt, dass diese Kessel im Falle eines berstenden Rohres oder der Leckage einer Rohrverbindung durch die recht geringe Wassermenge keine so große Gefahr darstellten und so für seine »Hochdruckmaschinen« geeignet waren ³⁸³. Der Versuch, ein preussisches Patent zu erhalten, schlug fehl.

Einer deutlich größeren inhärenten Sicherheit standen allerdings eine ganze Reihe von Nachteilen gegenüber. Neben ungenügender Qualität der Rohre waren dies u.a. die ungleiche Wärmeausdehnung der verschiedenen Teile sowie Probleme mit Rohranschlüssen, Wasserkammern und Dampfsammlern. Darüberhinaus war unsauberes Speisewasser für den Wasserrohrkessel eine besondere Gefahr.

Letztlich war der Kessel von Babcock & Wilcox also eine Konstruktion unter anderen, allerdings war man wohl in besonderem Maße erfolgreich. Matschoss stellt 1908 fest ³⁸⁴:

Der Babcock & Wilcox-Kessel gehört heute zu den verbreitetsten aller Wasserrohrkessel. In den Londoner Elektrizitätswerken z. B. stammen von 521 Wasserrohrkesseln nicht weniger als 444 von Babcock & Wilcox.

Stand: 19.11.2018

1868: Robert Mushet produziert R.M.S., Robert Mushet's Special Steel, einen legierten Werkzeugstahl

Schneidwerkzeuge, sei es in handgeführten Werkzeugen, sei es in Werkzeugmaschinen, müssen härter sein als das zu bearbeitende Material. Lange Zeit stand ausschließlich Kohlenstoffstahl zur Verfügung, d.h. ein Stahl ohne Legierungszusätze mit einem Kohlenstoff-Anteil von 0,45-1,5 %. Durch Schmieden wurde das Werkzeug geformt, durch Abschrecken wurde es hart aber spröde und durch geeignetes erneutes Erwärmen (Anlassen) erhielt das Werkzeug dann seine Zähigkeit.

Die Standzeit (also die Zeit, die z.B. der Drehstahl genutzt werden konnte, bis der Dreher die Schneidkante nachschleifen mußte) war kurz, die sinnvollen Schnittgeschwindigkeiten niedrig.

1868 fand Robert Mushet, daß ein deutlicher Zusatz von Wolfram (4-12%), Mangan (2-4%) sowie Kohlenstoff (1,5-2,5%) Schneidwerkzeuge lieferte, die deutlich härter als Kohlenstoffstahl waren, somit auch eine höhere Standzeit möglich machten. Nach dem Schmieden reichte es aus, dass Werkzeug im Luftstrom abkühlen zu lassen.

R.M.S. (so war das Material gezeichnet) wurde unter großer Geheimhaltung entwickelt und später fabriziert. Lt. Rolt wurden die Bestandteile nur mit Ziffern bezeichnet (das hat auch Alfred

³⁸¹In Deutschland war es u.a. der Arzt Ernst Alban (1791-1856), der sich ab den 1820er Jahren mit der Konstruktion einer oszillierenden Maschine befasste. Diese sollte mit hohem Dampfdruck betrieben werden. Alban, der auch längere Zeit in England gearbeitet hatte, kannte die Vorbilder von Richard Trevithick. Alban plante Drücke von über 40 bar, musste dann aber ganz praktisch lernen, dass dies mit den Mitteln der Zeit nicht zu realisieren war. Sein Einfluß auf den Dampfmaschinenbau in Deutschland war m.E. nur sehr gering. Eine seiner Maschinen ist durch glückliche Umstände erhalten und gehört zu den Exponaten des Deutschen Museums [Deutsches Museum: Hochdruckdampfmaschine mit schwingendem Zylinder](#). Alban war ein besonderer Mensch, hat er doch *nach* erfolgreicher Tätigkeit insbesondere als Augenarzt (Starstecher) sich der Mechanik zugewandt. Eine lesenswerte Darstellung seines Lebens hat Peter Maubach verfasst [Maubach, 1991](#)

³⁸²[Matschoss, 1908, Band 2, S. 612 ff.](#)

³⁸³Im Deutschen Museum München ist ein Alban-Kessel erhalten. Dort werden 10 bar als zulässiger Dampfdruck angegeben [Wasserrohrkessel 1859](#) Abgerufen 19.11.2018

³⁸⁴Matschoss, a.a.O. S. 458 f.