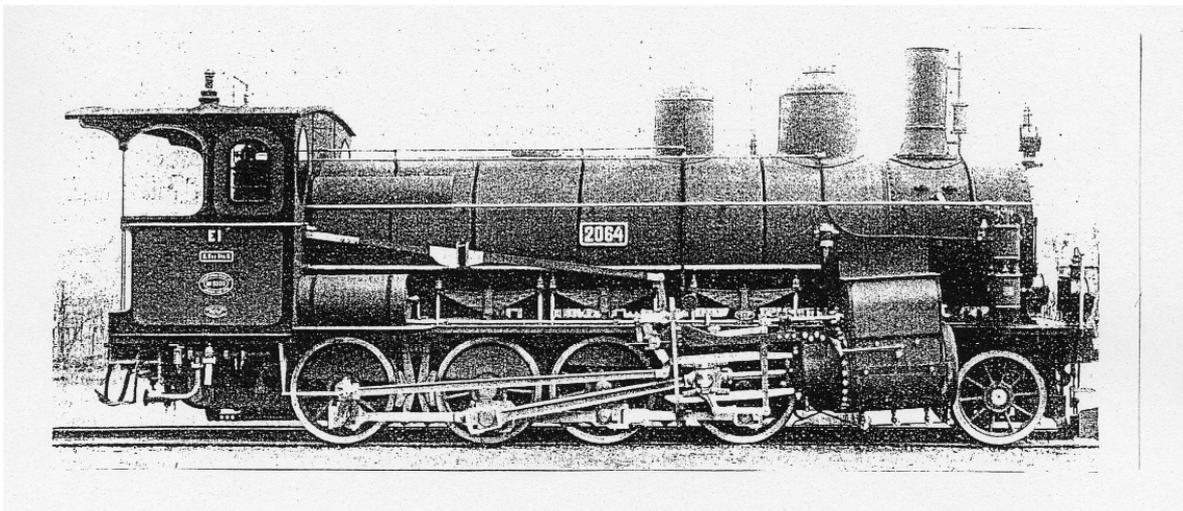


# **Ein Dampfzylinder der Bauart Sondermann von 1896 Spur einer verschwundenen Dampflok-Bauart**



**Eine technikgeschichtliche Darstellung**

**Jan Hartmann 2007**

(Version 15.7.2009)

## Zu einer auffälligen Lokomotivmaschine

### 1) Sachverhalt

Im Deutschen Dampflokomotiv-Museum in Neuenmarkt-Wirsberg steht ein aufgeschnittener Zylinder einer Dampfmaschine mit einer merkwürdigen Doppelkolbenanordnung (Abb. 1 + 2). Die Erklärungen dazu vermitteln keine Vorstellung von der Arbeitsweise der Maschine und davon, von welcher Lokomotiv-Bauart der Zylinder stammt. Die zwei verschieden großen Kolben lassen sofort an eine Verbundmaschine (siehe Anhang, Seite 7) denken.

Es interessiert nun, von was für einer Lokomotive der Zylinder stammt und wie die Wirkungsweise war. Schließlich soll eine Bewertung versucht werden.

### 2) Klärung der Herkunft des Zylinders

Um etwas über die Geschichte des Zylinders zu erfahren, wurden zunächst die Standardwerke durchgesehen:

Matschoß, Conrad „Die Entwicklung der Dampfmaschine“, Julius Springer, Berlin 1908, Bd. 1

v. Helmholtz / Staby „Die Entwicklung der Lokomotive im Gebiete des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen“, R. Oldenbourg, 1. Bd., 1835 – 1880, München und Berlin 1930,

Metzeltin, „Die Entwicklung der Lokomotive im Gebiete des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen“, 2.Bd., 1880 – 1920, R. Oldenbourg, München und Berlin 1937,

Bei Matschoß S. 443 taucht eine verwandte Konstruktion auf, und zwar als die Bauweise von James Sims, patentiert 1841. Siehe dazu die Fig. 214 und Fig. 238 bei Matschoß. Sie steht in dem Abschnitt „Wirkungsweise verschiedener Mehrfach-Expansionsmaschinen“. Es zeigt sich aber, dass die Sims-Maschine einfachwirkende Kolben, im Gegensatz zu der hier vorliegenden Konstruktion, hatte. Es war dies also eine ganz andere Maschine. Ob sie bei der Entwicklung eine Rolle gespielt hat, bleibt offen.

v.Helmholtz / Staby erwähnt keine derartige Konstruktion.

Bei Metzeltin (S. 137) ist die bayerische Güterzuglokomotive E 1, Bauart Sondermann, angegeben, eine 1' D –Güterzuglok, Baujahr 1896. Sie wird als Vierzylinder-Verbundmaschine bezeichnet. Es heißt dort, die Hoch- und Niederdruckzylinder seien ineinander verschachtelt, was ja bei dem besichtigten Modell zutrifft. Ebenso stimmt der hier vermerkte Umbau der Maschine in eine normale Zweizylindermaschine, der schon 1899 erfolgte, mit den kurzen Erläuterungen an dem Ausstellungstück überein. Die eigentliche Wirkungsweise der Maschine kann man aber danach nicht verstehen. Das Lichtbild der Maschine (siehe das Titelbild) scheint der folgenden Arbeit von Brückmann entnommen zu sein.

Auf der Suche nach weiteren Einzelheiten wurden die betr. Jahrgänge der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (ZVDI) durchgesehen. Dabei fand sich im Jahrgang 1897 eine Arbeit von Brückmann: „Die Lokomotiven auf der II. bayrischen Landesausstellung in Nürnberg 1896“ (S. 188 ff). Der wesentliche Teil der Beschreibung Brückmanns lautet:

„Das größte Interesse erregt natürlich die viercylindrige Tandem-Verbundmaschine, deren Anordnung sowohl aus den Fig. 2 und 3 der Tafel V [fehlt hier] als auch aus den Textfiguren 22 bis 24 [hier Abb.3] zu ersehen ist. Die zwei Cylinder einer Seite werden hiernach nur durch ein einziges eigentliches Cylinderrohr gebildet, und zwar mit Hilfe

zweier rohrartig ausgezogener Zylinderdeckel und eines Doppelkolbens aus Stahlguß. Die Anordnung der Dampfkanäle geht am besten aus Textfigur 2 hervor, aus der auch deutlich erkennbar ist, dass der schwierige Punkt der ganzen Bauart in der sicheren Dichtung und in einer peinlich genauen zentrischen Montierung der beiden Cylinderdeckel liegt. Nachdem die in Fig. 22 [hier Abb. 3] dargestellte konische Dichtung der Cylinderdeckel an der in Nürnberg ausgestellten Lokomotive der kgl. Bayrischen Staatsbahnen sowie an zwei fast ganz gleichen, im Juni d. J. für die pfälzer Bahnen gelieferten Lokomotive zur Anwendung gekommen ist, hat man für eine zweite derartige Lokomotive für die bayrischen Staatsbahnen eine andere Deckeldichtung gewählt, und zwar eine flache, wie die Textfig. 25 und 26 zeigen [hier Abb. 4].

Der Vorteil dieser Zylinderbauart gegenüber früher bekannt gewordenen anderen Tandem-Anordnungen liegt augenscheinlich in ihrer geringen Länge, und es ist dabei der Umstand zu betonen, dass nur eine Kolbenstange zentrisch an den beiden Kolben angreift.

Gesteuert wird im übrigen für beide Zylinder mit einem entlasteten Doppelschieber, Textfigur 27 [fehlt hier], der sogar für den Niederdruckzylinder noch als Kanalschieber ausgebildet ist. Eine Verstellung der Füllungsgrade beider Cylinder gegeneinander ist natürlich ausgeschlossen. . . “

Hiernach ist die Herkunft des Ausstellungsstückes ausreichend geklärt. Über die Person von Sondermann steht in den angeführten Quellen nichts. In einem anderen Zusammenhang (betr. einen auf der Kurbelwelle sitzender Schwingungsdämpfer für Kolbendampfmaschinen) wird eine Maschinenfabrik Sondermann erwähnt, die offenbar als bekannt vorausgesetzt wird, über die aber weiteres nicht in Erfahrung gebracht werden konnte.

### 3) Näheres zur Wirkungsweise

Die reale Konstruktion ist in Abb. 3 dargestellt, während Abb. 4 die verbesserte Ausführung der Zylinderdeckel bei der vierten Maschine zeigt.

Um die etwas verwickelte Funktion der Dampfwege der Konstruktion von Sondermann deutlich zu machen, sind in den Abb. 5 und 6 die Dampfwege für zwei verschiedene Kolbenstellungen schematisch aufgezeichnet und erläutert worden. Dabei sind Dampfleitungen, die jeweils den vollen Dampfdruck (Kesseldruck) als Zudampf zu dem Hochdruck-Zylinder (Hd-Zyl.) führen rot angelegt. Der Weg des teilentspannten Dampfes vom Hd-Zyl. zum Nd-Zyl. ist rot-blau und der des Abdampfes zum Blasrohr, d.h. in die Atmosphäre, blau gekennzeichnet. Mit der tatsächlichen Konstruktion haben die Abb. 5 + 6 wenig zu tun, insbesondere ist eine in die Einzelheiten gehende Darstellung der inneren Steuerung (Schieber und Schiebergehäuse) auf kleinem Raum nicht möglich. Immerhin ist ein eingehender Vergleich von allen sechs Abbildungen lohnend.

### 4) Versuch einer Bewertung

A	<u>Vorteile</u>
	Gegenüber normalem Tandemzylinder kurze, d.h. leichte Konstruktion
	Gegenüber normaler Vierzylindermaschine halbe Triebwerksanzahl und keine Kropfachse : Erhebliche Gewichts- und Kosteneinsparung
	Kleine Abkühlungsflächen und -verluste
B	<u>Nachteile</u>
	Zylindergussstück, Zylinderdeckel und Schieber sehr kompliziert und teuer in der Fertigung
	Wartung und Erhaltung dieser Teile sehr kompliziert und teuer

Nach dieser Aufstellung ist die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion skeptisch zu beurteilen. Tatsächlich wurden die wenigen, gebauten Maschinen schon nach relativ kurzer Zeit zu normalen Zweizylinder-Lokomotiven umgebaut.

Der Verfasser dankt dem Deutschen Dampflokomotiv-Museum Neuenmarkt-Wirsberg für die Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser Studie. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei ihm. Alle Rechte sind vorbehalten.

Verfasser: **Prof. Dipl.-Ing. Jan Hartmann**  
Rennweg 35  
90489 Nürnberg  
jan.w.hartmann@gmx.de  
www.jan-w-hartmann.de

Einrichtung für die elektronische Publikation: Dr. Friedrich Hartmann

## 5) Abbildungen



Abbildung 1

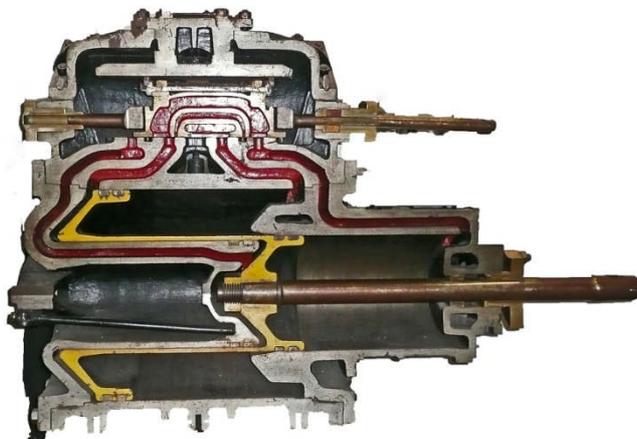
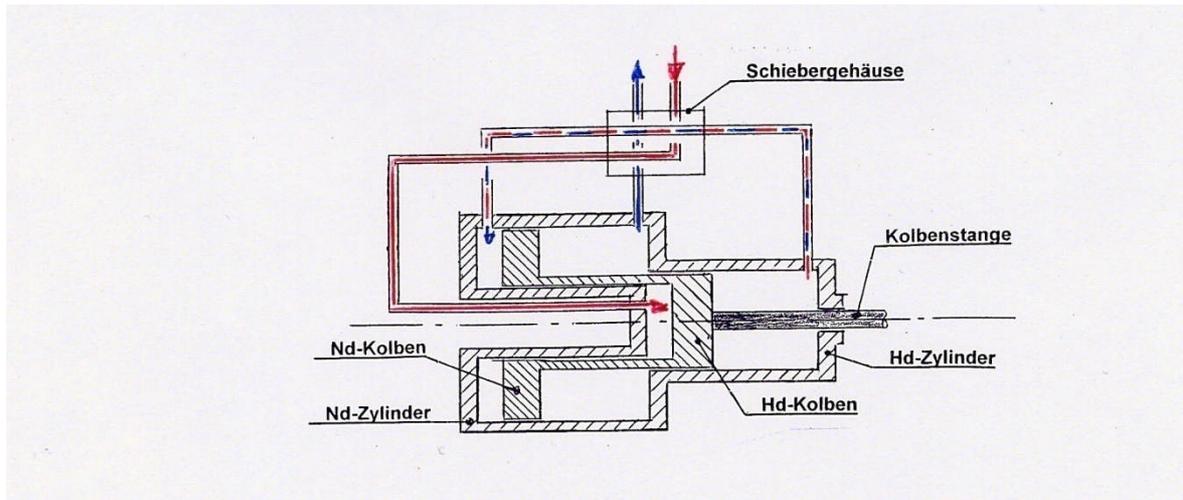
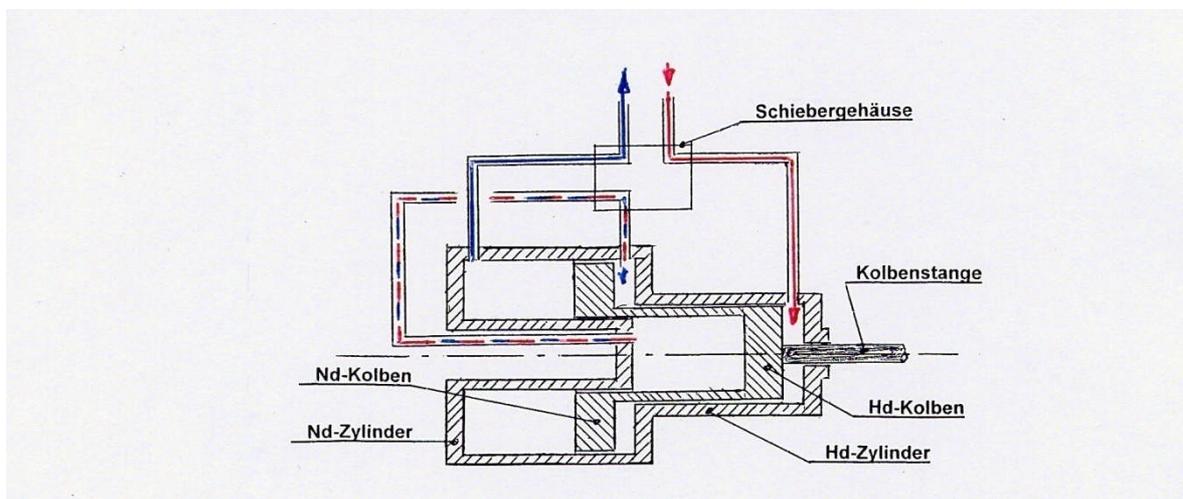


Abbildung 2





**Abbildung 5** zeigt die Stellung der Kolben etwa im linken Totpunkt. Der Raum links vom Hd-Kolben erhält den Zudampf direkt vom Kessel (Leitung „rot“) und bewegt sich infolgedessen nach rechts. Der im Hd-Zylinder rechts vom Kolben noch befindliche teilentspannte Dampf wird vom Hd-Kolben über die Leitung „blau-rot“ in den Nd-Zyl., links vom Nd-Kolben, geschoben, bzw. strömt auch von selbst dorthin. „Blau-rot“ wird abgesperrt, wenn die Kolben einen gewissen Weg nach rechts zurückgelegt haben und der Dampf rechts vom Nd-Kolben entspannt sich nun weiter bis auf den Blasrohrdruck und drückt dabei den Nd-Kolben ebenfalls nach rechts. Dadurch wird der im Nd-Zyl. rechts vom Nd-Kolben befindliche, weitgehend entspannte Dampf durch die „blaue“ Leitung ins Blasrohr, d.h. in die Atmosphäre geleitet.



Es schließt nun die Stellung nach **Abbildung 6** d.h. etwa im rechten Totpunkt, an. Der Zudampf vom Kessel geht jetzt über „rot“ in den Raum des Hd-Zyl. rechts vom Hd-Kolben und schiebt diesen nach links. Der links vom Hd-Kolben befindliche, teilentspannte Dampf wird durch die Leitung „blau-rot“ in den Raum rechts vom Nd-Kolben im Nd-Zyl. geschoben, bzw. strömt auch von selbst dorthin. „Blau-rot“ wird abgesperrt, wenn die Kolben einen gewissen Weg nach links zurückgelegt haben und der Dampf rechts vom Nd-Kolben entspannt sich nun weiter bis auf den Blasrohrdruck und drückt dabei den Nd-Kolben ebenfalls nach links. Dadurch wird der im Nd-Zyl. links vom Nd-Kolben befindliche, weitgehend entspannte Dampf durch die „blaue“ Leitung ins Blasrohr, d.h. in die Atmosphäre geleitet. Beim Abschluß dieser Bewegung ist wieder der Zustand der Abb. 5 erreicht.

AnhangDie Verbund-Dampfmaschine

Bei der normalen Kolben-Dampfmaschine stellt sich im Zylindergussstück mit Dampfkanälen und Schiebergehäuse eine Temperatur zwischen Zudampf- und Abdampf-temperatur ein. Diese ist erheblich niedriger als die Zudampf-temperatur, so dass der Zudampf schon deutlich abgekühlt wird, bevor er seine Arbeit leisten kann, d.h. bevor er sich entspannt und dabei den Kolben vor sich her schiebt. Hierzu ein stark vereinfachtes Zahlenbeispiel für Nassdampf (bei dem die Vorteile der Verbundmaschine am größten sind) :

Bei Nassdampf besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Druck des Dampfes und seiner Temperatur (dafür gibt es Tabellenwerke, Zahlen hier nach der „Hütte“):

Der Zudampfdruck einer **Einzylindermaschine** (man kann auch von einer Einfach-Expansionsmaschine sprechen) sei z.B. 10 bar. Dann hat der Dampf eine Temperatur von etwa 180 °C.

Im Zylinder wird der Dampf auf z.B. 0,5 bar entspannt. Seine Temperatur ist hierbei etwa 80 °C. Der Mittelwert der Temperaturen ist 130 °C. Hierauf spielt sich die Temperatur des Zylindergussstücks etwa ein, auf sie wird der Dampf beim Beginn des Arbeitshubes sofort abgekühlt und sein Druck beträgt dann nur noch 2,8 bar und entsprechend gering ist die Leistung des Zylinders. Der mittlere Druck im Zylinder (nach dem sich die Arbeitsleistung bemisst) ist dann:

$$p_{mE} = (2,8 + 0,5) / 2 = 1,65 \text{ bar}$$

Bei der Zweifach-Expansionsmaschine (die bei der Eisenbahn als **Verbundmaschine** bezeichnet wird) wird die Entspannung des Dampfes in zwei verschiedenen Zylindern, d.h. in zwei Schritten durchgeführt. Dabei versucht man, beiden Zylindern etwa das gleiche Temperaturgefälle zuzuweisen. Dies kann z.B. so aussehen:

Hochdruck-Zylinder: Zudampf 180 °C ( $\Rightarrow$  10 bar), Abdampf 130 °C ( $\Rightarrow$  2,8 bar), Der Mittelwert der Temperaturen ist 155 °C.  $p_{mHd} = 5,5 \text{ bar}$

Niederdruck-Zylinder: Zudampf ( $\equiv$  Abdampf des Hd-Zyl.) 130 °C ( $\Rightarrow$  2,8 bar), Abdampf 80 °C ( $\Rightarrow$  0,5 bar).

Der Mittelwert der Temperaturen ist 105 °C  $p_{mNd} = 1,2 \text{ bar}$

Der mittlere Druck des ganzen Entspannungsvorganges in der Verbundmaschine ist dann:

$$p_{mV} = (5,5 + 1,2) / 2 = 3,35 \text{ bar} \quad (\text{für beide Zylinder zusammen !})$$

Das ist etwa der doppelte Wert der Einzylindermaschine. In Wirklichkeit ist die Steigerung von  $p_m$  zwar bei weitem nicht so groß, doch erkennt man die Zusammenhänge.

Man kann den Entspannungsvorgang auch noch weiter unterteilen, so wurden Schiffsmaschinen fast immer als Dreifach-Expansionsmaschinen gebaut, gelegentlich sogar mit vierfacher Expansion. Bei Lokomotiven, bei denen es keine so stationären Betriebszustände wie bei Schiffen gibt, ist es praktisch nur bei der Zweifach-Expansion geblieben. Man kam bei gleichem Brennstoffverbrauch meist auf etwa 10 – 15 % Mehrleistung. Dagegen steht ein Mehraufwand bei Bau und Unterhaltung einer Verbundlokomotive gegenüber einer sonst gleichwertigen Einfach-Expansionslokomotive. Dies ist sehr schwierig richtig zu bilanzieren, daher war die Entscheidung zwischen den beiden Konstruktionen weithin Glaubenssache der leitenden Führungskräfte. Vor dem 1. Weltkrieg überwogen in Norddeutschland die Einfach-Expansionslokomotiven während es in Süddeutschland eher umgekehrt war. Die Deutsche Reichsbahn setzte dann ausschließlich auf Einfach-Expansion, während z.B. in Frankreich bis zum Ende der Dampflokomotivzeit gerade die stärksten Maschinen Verbundmaschinen waren.