Verein Deutscher Druckingenieure e.V.

Jahrbuch der Druckingenieure 2008

Umschlag: Ein Motiv des ersten frequenzmodulierten Rasterdrucks nach Prof. K.R. Scheuter und Dr.-Ing. Gerhard Fischer

Impressum
Verein Deutscher Druckingenieure e.V.
Magdalenenstrasse 2
64289 Darmstadt
Telefon: 06151 /16 2132
Fax: 06151 /16 3632
E-Mail: office@idd.tu-darmstadt.de
Internet: http://www.tu-darmstadt.de/fb/mb/idd

Redaktion:
Dr.h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried,
Prof. Dr.-Ing. Gunther Hübner
Dipl.-Ing. Boris Fuchs,
Dr. Karl Schaschek
Dipl.-Ing. Rudolf Uhrig M.Sc.

Gestaltung und Herstellung:
Dr.h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried,

© Verein Deutscher Druckingenieure e.V.

Die Beiträge stellen ausschließlich die Meinung der Autoren dar.

Inhaltsverzeichnis

Dr.-Ing. Felix Berg, Darmstadt/Leipzig 5
Geleitwort
Warum ein Jahrbuch?

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal 7
Die Geschichte der Buchdruck- und Bleisetzmaschinen des 19./ 20. Jahrhunderts und ihre Auswirkungen auf die Berufe des Setzers und Druckers

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal 31
Die Geschichte der Offset- und Tiefdruck-maschinen, ausgehend von den künstlerischen Techniken der Lithographie und des Kupferstichs

Dr. Werner Fraß, Wiesbaden 49
Der Weg von der Blaupause über Zinkographie-Schichten zu CtP-Platten - Zufälle, Umwege, Abwege, Irrwege, Seitenwege und Sackgassen

Dipl.-Ing. Rudolf Uhrig, M.Sc., Schriesheim 69
B.Sc. / M.Sc. vs Dipl.-Ing. –
der Bologna-Prozess

Prof.-Dr.-Ing. Edgar Dörsam, Darmstadt 77
Dipl.-Ing Heike Hupp, Darmstadt
Neue Anforderungen an Forschung und Lehre im Druckmaschinenbau

Prof. Dr.-Ing. Arved Hübler, Chemnitz 83
Gedruckte Elektronik - Beginn einer neuen Ära?

Dr.-Ing. Roland Hradezky, Darmstadt 87
Web 2.0 - natürlich Konkurrenz aber auch Synergie und damit Überlebenschance für die Print-Industrie

o. Prof. Karl R. Scheuter, Thun, CH 93
Das FM-Raster – ein echtes Darmstädter Kind

Prof. Dr.-Ing. Karl Haller, Zorneding 99
Schwingungen von Papierrollen in Druckmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Christoph Hars, Bielefeld 119
Der Bahnlauf durch eine Rollenrotationsdruck-maschine

Dr. h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried, Frankfurt 135
Neue Neue Medien

Dipl.-Wirtschaftsingenieur Michael Nitsche, Offenbach 143
Vergleich von Einzweck- und Mehrzweck-Kombiprozessen- Kostenort und Funktionsvorteile im UV-Bogenoffset

Dr rer.nat. Dr. h.c. Josef Schneider, Augsburg 147
Definition(en) zum Workflow

Dr. phil. Peter Lüttig M.A., Frankfurt 149
Datenhandling in der Druckvorstufe aus der Sicht eines Anwenders - Die Druckmaschine im Workflow

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal 156
Eckpunkte der Kommunikations- und Mediengeschichte

VDD Jahrestagungen 167
Darmstadt 2005
Chemnitz 2006
Weimar 2007

Dissertationen 182

Vorstand, Neue Mitglieder 184

Personalia 184

Fördernde Mitglieder

Druckfarbenfabrik Flint-Schmidt GmbH
Gaugrafenstr. 4-8
60489 Frankfurt am Main

Felix Böttcher GmbH & Co.
Stolberger Straße 351-353
50933 Köln

Forschungsgesellschaft
Druckmaschinen e.V.
Lyonerstr. 18
60528 Frankfurt

Heidelberger Druckmaschinen AG
Kurfürsten-Anlage 52-60
69115 Heidelberg

Koenig & Bauer AG (KBA)
Druckmaschinen, Würzburg
Friedrich-Koenig-Str. 4
97080 Würzburg

manroland Druckmaschinen AG
Mühlheimer Str. 341
63075 Offenbach

Windmöller & Hölscher
Münsterstraße 50
49525 Lengerich

Geleitwort zum Jahrbuch

Dr-Ing. Felix Berg,
Vorsitzender des Vereins Deutscher Druckingeniere e.V.

Geboren 1959 in Birkenau, studierte Physik an der TU Darmstadt. Er promovierte im Maschinenbau am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren. 1990 ging er in die Industrie zur Maschinenfabrik Goebel Darmstadt, wo er ab 1994 den Bereich Forschung und Versuch leitete. 2001 wurde er Geschäftsführer von Goebel Graphic Machines und war Mitglied des Management Teams der deutsch-holländischen Drent Goebel Gruppe. In 2004 machte er sein MBA-Diplom an der Universität Nijenrode, Holland, und an der Universität Rochester, NY, in USA. Seit Ende 2005 ist er Geschäftsführer des Sächsischen Instituts der Druckindustrie in Leipzig. Komplementär dazu ist er für die Drent Goebel Gruppe als Berater im Bereich „High Security Printing“ tätig. 2008 bekam er einen Lehrauftrag von der Uni Wuppertal zum Themengebiet Sicherheitsdruck und Sicherheitsmerkmale.

Warum ein Jahrbuch?

Im Drupa-Jahr 2008, in dem der Brockhaus Verlag mitteilte, dass die „Brockhaus Enzyklopädie“ mit ihrer 21. Auflage das Erscheinen einstellt und zukünftig eine allgemeinen Enzyklopädie kostenlos online angeboten wird, publiziert der VDD zum ersten Mal ein Jahrbuch. Diese Entscheidung des Brockhaus Verlages und die Entwicklung der digitalen Medien ist Anlass, wieder einmal die Zukunft der Print-Medien und in diesem Fall, des Buches zu hinterfragen.

Es ist bemerkenswert, mit welchem missionarischen Eifer seit vielen Jahren den Print-Medien das Ende vorausgesagt wird. Bereits vor Jahrzehnten wurde an der Schwelle zur Informationsgesellschaft das papierlose Büro prognostiziert. Bereits vor Jahren sprach man vom „Büchersterben“. Den fernsehunterstützten Techniken wie Bildschirmtext (BTX) und Videotext wurde die Eignung zur Abdeckung des aktuellen Informationsgehalts unterstellt. Es zeigte sich jedoch, dass bis heute viele neue Techniken ein Schattendasein führen und bei Weitem nicht die erwartete Marktakzeptanz gefunden haben. Obwohl heute viel papierlos erfolgt, wie z.B. die elektronische Post und die Online-Dienste der öffentlichen Hand, werden in den Büros Papiermengen verbraucht wie nie zuvor. Der Versuch mit E-Books und E-Paper ein neues Medium zu etablieren, war bisher eine einzige Misserfolgsstory. Der Buchmarkt ist da und weist in den letzten Jahren ein stetiges, moderates Wachstum auf. Jedes Jahr kommen 90.000 Neuerscheinungen auf den Markt, wobei das Sachbuch mit rund 66% den größten Anteil ausmacht. Von einem Büchersterben zu sprechen, entspricht nicht der Realität. Lesen vom bedruckten Papier hat nichts an Attraktivität verloren. Hierzu eine aktuelle Information des Börsenvereins des deutschen Buchhandels: „Der deutsche Buchmarkt erwirtschaftete im Jahr 2006 ein geschätztes Gesamtvolumen von rund 9,3 Milliarden Euro zu Endverbraucherpreisen, was einem Umsatzanstieg um 1,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht“.

Drucken ist bewahren

Alle die mit digitalen Daten arbeiten, haben die Erfahrung gemacht, dass ältere Dateien oft nicht oder nur mit einem großen Zeitaufwand wieder aufzufinden sind, oder aus unerklärliche Gründen irgendwo im Orbit verloren gingen, bzw. wegen fehlender Soft- und Hardware-Updates nicht mehr übernommen oder gelesen werden können. Die Speicherung von Bild- und Textdaten auf Papier oder einem Bedruckstoff, hat sich als die sicherste Methode erwiesen, diese Daten nachhaltig zu erhalten. Dies war auch eine der Überlegungen des VDD Vorstands, bisher nicht veröffentliche Manuskripte, die verstreut in privaten Computern schlummern und für die Mitglieder und die Fachöffentlichkeit interessant sein können, in einem Jahrbuch zu veröffentlichen und damit der Nachwelt in gedruckter Form zu erhalten.

Ziele dieses Jahrbuchs soll sein, die Fachöffentlichkeit über wissenschaftliche Arbeiten der Mitglieder zu informieren und den Mitgliedern eine Plattform zu bieten, um Arbeiten, die teil-

weise einen privaten Charakter aufweisen und bisher nicht unmittelbar in Forschungsberichten publiziert worden sind, zu veröffentlichen und zu dokumentieren. Neben der gedruckten Form soll das Jahrbuch auch in einer elektronischen Form angeboten werden, um der modernen Art zu recherchieren gerecht zu werden.

Ingenieurleistungen bestimmen den Fortschritt

Die Drucktechnik, hat sich in den letzten Jahrzehnten revolutionär verändert. Der technische Fortschritt ist durch Entwicklungen in der Digitalisierung und der Elektronik möglich geworden. Technischer Fortschritt bedeutet die praxisorientierte Realisierung von Ingenieurleistungen. Forschung und Entwicklung strebt primär eine quantitative und qualitative Verbesserung von Produkten und Systemen an, die zu Wettbewerbsvorteilen bzw. Abstandstechnologien führen. Betrachtet man den heutigen Stand der Technik allgemein, so kann festgestellt werden, dass man in vielen Fällen die physikalischen Grenzen erreicht und es immer schwieriger wird noch schnellere, noch größere und noch bessere Maschinen und Systeme anzubieten.
Die Print-Medien-Industrie und damit auch die Druckmaschinenindustrie wird mit den Grenzen des Wachstums, die nicht nur im technischen Bereich liegen, konfrontiert. Insbesondere die digitalen Non-Print-Medien entwickeln sich dynamisch und weisen im Gegensatz zu den Print-Medien eine andere Wachstumsqualität auf, die nicht spurlos an den Print-Medien vorbeigehen wird. Umso mehr sind alle Anstrengungen erforderlich, im Medienwettbewerb zu bestehen. Es ist daher eine primäre Aufgabe des VDD, diese Entwicklung kritisch zu beobachten und zu dokumentieren und einen Beitrag zu Innovationen zu leisten.

Der VDD wird sich weiterhin bemühen, durch Information und Kommunikation eine konstruktive Auseinandersetzung mit den neuen Techniken, die die klassischen stoffgebundenen Medien tangieren, zu führen. Das Jahrbuch soll als Standortbestimmung und als Zäsur verstanden werden und für die Ingenieure ein Ansporn für weitere Innovationen zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der Print-Medien sein,

Ich hoffe, dass dieses erste VDD-Jahrbuch als Aufforderung an die Mitglieder verstanden wird, für weitere Ausgaben neue Beiträge einzubringen.

Die meisten Speichermedien halten höchstens zehn Jahre

ddp - Freitag, 28. März, 2008, 08:16 Uhr

München (ddp). Nicht selten sammeln sich in den digitalen Archiven so manches Hobbyfotografen Zigtausende Bilder. Doch im Gegensatz zu klassischen Papierabzügen fällt die Langzeitarchivierung der Datenmengen wesentlich schwerer. Egal ob PC-Festplatte oder Flash-Speicher - kaum ein Datenträger sei für Langzeitarchivierungen geeignet, warnt die Zeitschrift «PC Welt» (Heft 4/2008).

Besondere Vorsicht ist bei der Nutzung von Disketten geboten. Diese zeigen bereits nach zwei bis drei Jahren erste Ausfallerscheinungen. Auch selbstgebrannte CDs und DVDs eignen sich nur bedingt zur Langzeitarchivierung. Rein theoretisch sollten sie zwar bis zu 50 Jahre halten, berichtet die Zeitschrift weiter. Künstliche Alterungstests haben jedoch gezeigt, dass optische Medien selbst bei idealer Lagerung nach drei bis fünf Jahren anfällig werden.

Aber auch die Archivierung der Daten im PC oder Notebook bietet nur bedingt Sicherheit, denn die Gefahr eines Festplatten-Crashs ist latent. USB-Speichersticks wird eine maximale Lebensdauer von etwa zehn Jahren bescheinigt. Wer seine Daten rechtzeitig sichern und vor dauerhaftem Verfall schützen will, sollte mehrere Kopien auf voneinander unabhängige Datenträger verteilen, raten die Experten der «PCWelt».

Hierzu eine Zeitungsinformation über die Lebenserwartung der elektronischen Speichermedien.

Die Geschichte der Buchdruck- und Bleisetzmaschinen des 19./ 20. Jahrhunderts und ihre Auswirkungen auf die Berufe des Setzers und Druckers

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal

Geboren 1933 in Rybinsk an der Wolga (temporäre Tätigkeit des Vaters dort im Druckmaschinenkombinat Jagoda), Abitur 1953 am Neusprachlichen Gymnasium in Frankenthal, danach Maschinenbau-Studium mit der Spezialisierung auf Druckmaschinen und Druckverfahren an der Technischen Hochschule Darmstadt, Abschluss als Dipl.-Ing., über 25 Jahre Tätigkeit als Entwicklungs-Konstrukteur, Abteilungsleiter und Vorstandsmitglied in der Druckmaschinenindustrie, davon 10 Jahre im Ausland (Schweiz). Die letzten 15 Jahre vor der Pensionierung 1998 in leitender Position bei IFRA in Darmstadt (Internationale Forschungsorganisation Zeitungs & Medientechnik). Jetzt im Ruhestand als Hobby Forschung auf dem Gebiet der Technikgeschichte betreibend. Ehremitglied des VDD, der iarigai und des Fördervereins des Karolinen Gymnasiums Frankenthal

Wenn man über den Buchdruck (nicht zu verwechseln mit Bücherdruck) und den Bleisatz spricht, dann steht da am Anfang natürlich dessen Erfinder: Johannes Gutenberg aus Mainz.

Es ist für uns nicht sehr rühmlich, wie wir in letzter Zeit mit ihm umgehen. Da wird das ganze Gutenbergjahr 2000 über verkürzt von ihm nur als dem Erfinder der beweglichen Letter gesprochen und dann macht man ihm auch noch dies streitig, indem Prof. Bruno Fabbiani, ein Wissenschaftler der forensischen Forschung in Turin, schon seit einiger Zeit und in letzter Zeit intensiv auch in der deutschen Fachpresse behauptet, er habe nie mit beweglichen Lettern gedruckt, sondern mit einer Art von Stereotypie-Platte, die er durch Ausgießen einer Silber-Antimon-Mater mit Letternmetall gewonnen habe, in die er vorher die Lettern neben- und untereinander mit Stahlpunzen (Patrizen) geschlagen habe. Unterschiedliche Abstände zwischen den Buchstaben, unkorrigierter fortlaufender Text und Überschneidungen bei den Lettern würden dies beweisen. Der Erste, der mit beweglichen Lettern gedruckt habe, sei 1458 Johannes Mendelin aus Sélestat im Elsass gewesen.

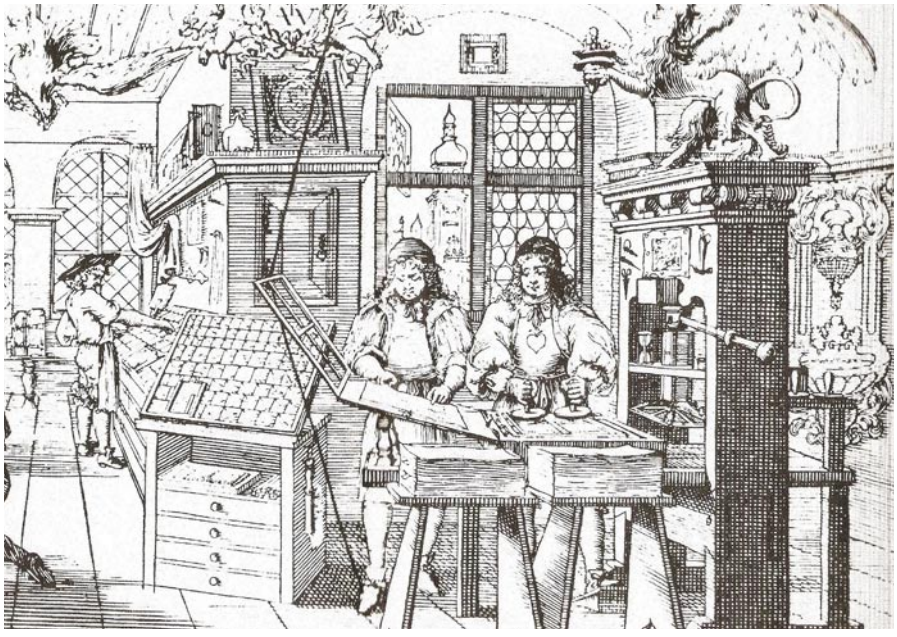


Abb. 1: Die frühe Dreiteilung der druckerischen Arbeit mit v. l. Setzer, Pressmeister und Ballenmeister am Setzkasten und an der Gutenberg-Presse

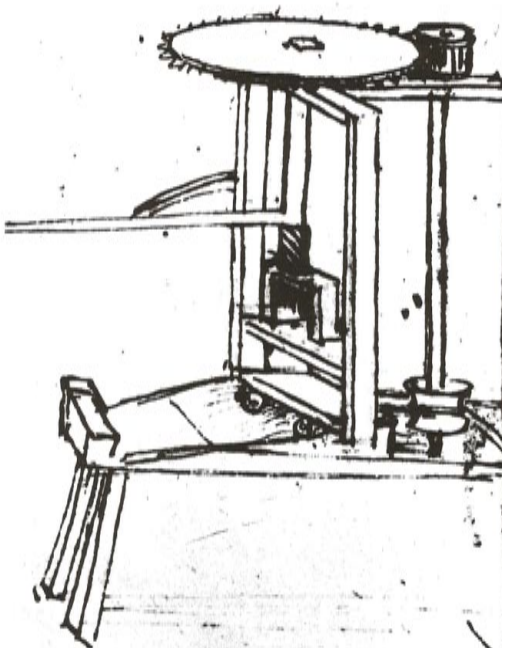


Abb.2: Leonardo da Vincis Karrenantrieb durch Schwerkraft und Seilzug

Ganz abgesehen davon, dass man die Erfindung der Stereotypie noch höher bewerten müsste – in der Fachliteratur wird diese erst 250 Jahre später, um 1701, einem Prediger der deutschen reformierten Kirche in Leyden, Holland, mit Namen J. Müller, zugeschrieben – wird die bloße Erfindung der beweglichen Letter seiner hohen Ingenieurleistung nicht gerecht, denn die beweglichen Lettern gab es schon 400 Jahre vor ihm. Der Chinese Bi Sheng hat 1045 bereits von beweglichen Ton-Lettern gedruckt und dies wird auch im Gutenberg-Museum in Mainz mit einer mannshohen Statue von ihm am Eingang der so vortrefflich von Frau Dr. Eva-Maria Hanebutt-Benz, der

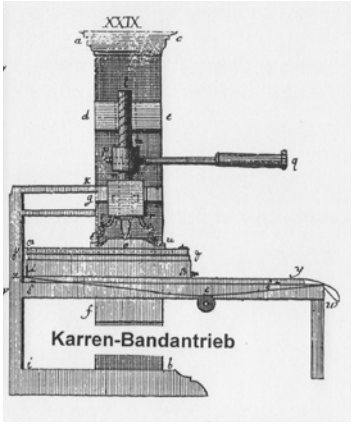


Abb.3: Der realisierte Karrenantrieb mit einer Kurbel

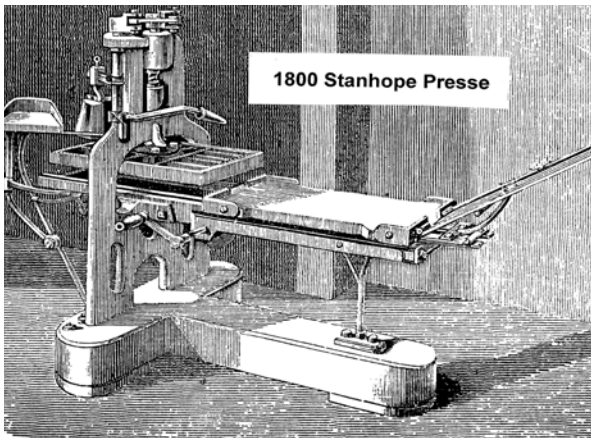


Abb. 4 Die erste eiserne Handpresse von Lord Stanhope

Direktorin des Museums, gestalteten Asiatischen Abteilung des Museums gewürdigt. Auch die Tatsache, dass knapp 50 Jahre vor Gutenberg es den Koreanern um 1403 gelang, bewegliche Messing-Typen im Wachsausschmelzverfahren zu gießen, wird im Gutenberg-Museum mit einem Schaukasten und Ausstellung von Lettern nicht verschwiegen.

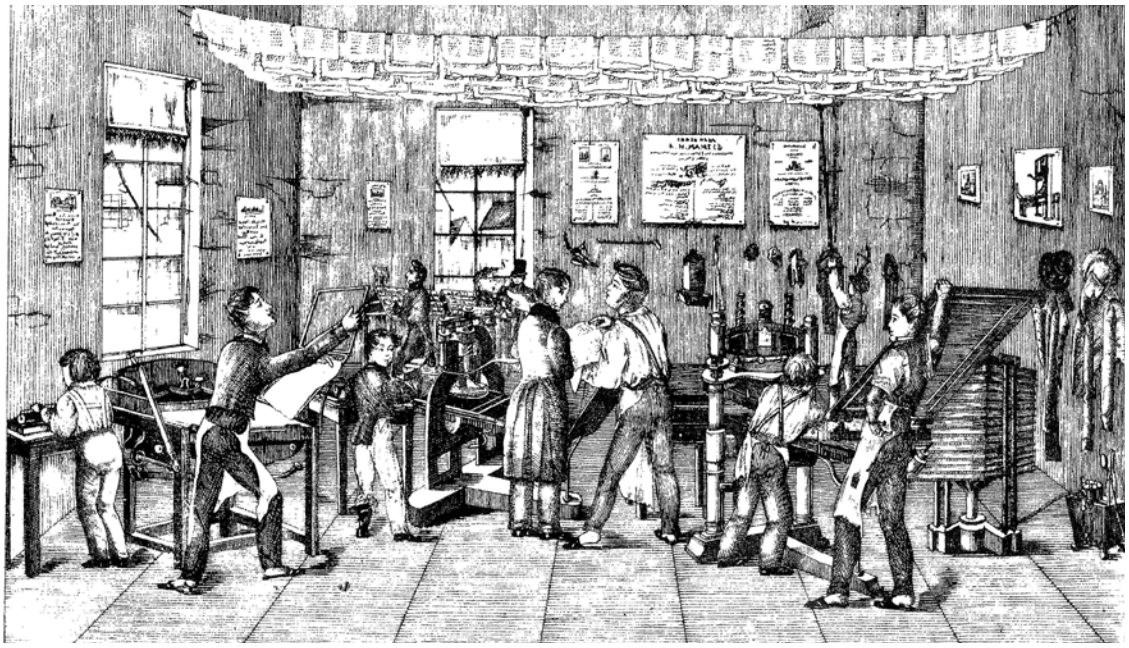
Gutenbergs Verdienst ist es, erstmals ein geschlossenes Drucksystem erfunden zu haben. Er schuf damit eine wahre Ingenieurleistung, die bei der Beurteilung der Erfindungshöhe auch heutigen Kriterien standhält. Im Einzelnen waren dies:

- ein handliches Gießinstrument zum Gießen der Lettern aus einer von ihm erfundenen Legierung aus 83% Blei, 9% Zinn und 6% Antimon, dem Letternmetall, mit guter Fließfähigkeit und genügender Härte

- die Bereitstellung von wieder verwendbaren Matrizen aus Kupfer nach dem Patrizen-Matrizen-Verfahren, das beliebige Wiederholungen erlaubte,

- ein Setzkasten, in dem die Lettern in ergonomischer Anordnung griffnah untergebracht waren

- eine Druckpresse mit Druckspindel, Karren und Tiegel, die der Weinkelter oder Ölpresse (auch Knopfpresse) nachempfunden war



Hebelpresse **Schraubenpresse** **Keilpresse**

Abb.5: Die Entwicklung der eisernen Buchdruckerpresse nach einer Dokumentation, zusammengestellt von Prof. Walter Wilkes an der Technischen Hochschule (TU) Dartmstadt

- und eine Druckfarbe aus Kienruß, Leinöl, Terpentin, Harzpech, schwarzem Pech, Mareasit, Zinnober und Baumharz, die an den Lettern haften blieb und doch sich leicht auf das Papier übertragen ließ.

Seine asiatischen Vorerfinder kannten mit dem Wachsausschmelzverfahren keine wieder verwendbaren Formen, die Chinesen scheiterten bei den Metall-Lettern an der Druckfarbe und alle kannten keine Druckpresse, sondern nur die Abreibe-Technik, den Bürstenabzug.

Der Setzer in der Gutenberg'schen Druckerei arbeitete mit seinem Winkelhaken am Setzkasten, reihte so Letter an Letter zu Zeilen und Kolumnen aneinander, die durch Kolumnenschnüre festgehalten wurden, bis der Satz auf dem Schließsetzschiff sich gegenseitig fixierte. Schon früh wurden zwischen den Satz Abbildungen in Form von Holzschnitten und Holzstichen als Druckstöcke eingefügt. Es entstand so die Druckform, die an die Druckpresse weitergegeben werden konnte.

Neben der Aufteilung der Arbeit zwischen Setzer und Drucker wurde auch die Arbeit an der Druckpresse am Anfang arbeitsteilig geregelt, indem es einen Pressmeister (für das Drucken) und einen Ballenmeister (für das Einfärben der Form) gab (Abb.1). Dass man darüber hinaus auch einen Schreiber (Redakteur), einen Holzschneider, einen Buchbinder und einen Verkäufer (Marktschreier) brauchte, sei hier zunächst einmal unterdrückt.

Schon 50 Jahre nach Gutenberg hat der große Künstler und Universalgelehrte Leonardo da Vinci einen Vorschlag unterbreitet, wie das Ein- und Ausfahren des Karrens unter dem Tiegel automatisiert werden könnte: mit einer schiefen Ebene, die den Karren mit der Druckform mittels Schwerkraft aus der Presse rollen ließ, und einem Seilzug, der mit der Druckspindel verbunden war und den Karren beim Senken des Tiegels, bzw. Betätigung der Druckspindel automatisch in Position fuhr (Abb.2).

Die mechanisierte Bewegung des Karrens wurde schließlich mit einer Kurbel und einem Bandantrieb gelöst (Abb.3). Für das schnelle Zuklappen des Rähmchens schuf man das so genannte „Him-Ham", das Verklemmen des aufgeschlagenen Rähmchens der Bogenanlage mit einem an der Decke befestigten elastischen Band und Schließen der Form durch einen Fußtritt an dieses Band. Ansonsten blieb

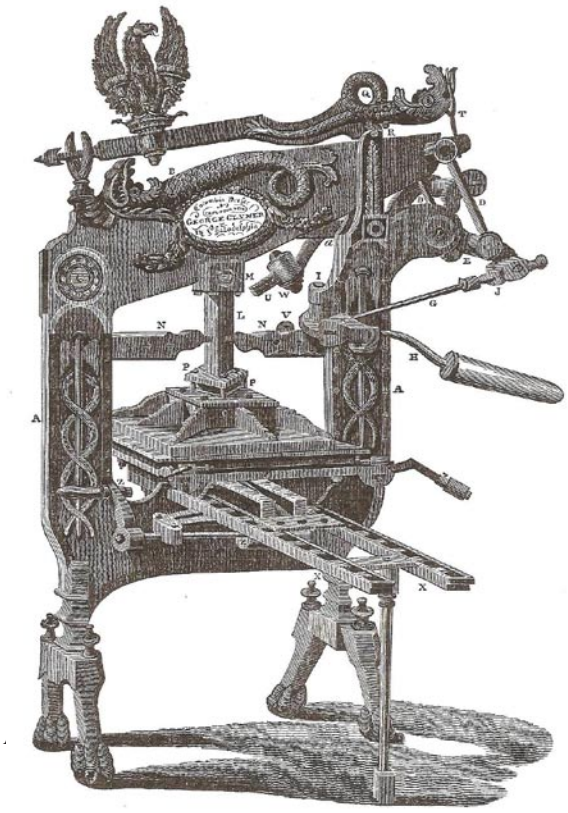


Abb.6: Die Columbia-Presse, eine Joch-Hebelpresse aus 1813/1817

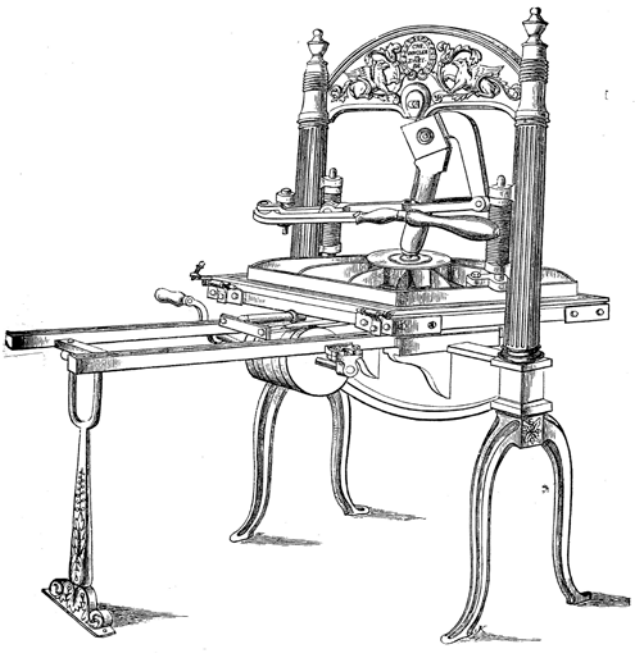


Abb.7: Die Dingler-Presse, eine Kniehebelpresse aus 1837

aber die Gutenbergpresse fast unverändert über 350 Jahre bestehen. Prof. Walter Wilkes könnte hier noch zig Varianten aufzeigen – seinen zahlreichen Büchern habe ich viele der hier gezeigten Abbildungen entnommen.

Die eisernen Handpressen lösen die hölzernen Gutenbergpressen ab

Das änderte sich vom Grundsatz her erst, als um 1800 der Engländer Charles Lord Stanhope mit Hilfe des Mechanikers Robert Walker die erste eiserne Presse baute. Die Stanhope-Presse besteht aus einem massiven gusseisernen Gestell, das auf einem T-förmigen Holzfundament ruht. Die entscheidende Neuerung neben der eisernen Ausführung war, dass die Druckspindel über einen zusammengesetzten Hebel bewegt wurde, was einen geringeren Kraftaufwand erforderlich machte und den Tiegel sanfter auf die Form nieder senkte (Abb.4).

In den folgenden Jahren entstand rasch hintereinander eine Vielzahl von eisernen Handpressen, wie auch bei den Umformpressen des allgemeinen Maschinenbaus eine Menge neuer Pressentypen erst zu diesem Zeitpunkt entstanden. Prof. Wilkes hat die des Druckens nach ihren Wirkprinzipien bei der Druckanstellung in 4 Gruppen eingeteilt, von denen in Abb.5 drei Vertreter auf einem Bild zusammengesetzt zu sehen sind: Die Schraubenpresse von Lord Stanhope, die Keilpresse von J. Cogger mit den typischen Spiralfedern oben am Joch und die Hebelpresse von John Ruthven mit der Druckanstellung von unten. Die vierte Gruppe betrifft die Kniehebelpresse, zu der wir gleich kommen werden.

Vorerst sei noch die wegen ihrer überschwänglichen Verzierung bekannteste Presse, die Columbia Presse (Abb.6) von George Clymer erwähnt, die dieser zwischen 1813 und 1817 in Philadelphia baute. 1817 ging Clymer, inzwischen 63-jährig, nach England und gründete in London eine neue Firma. Dass die Presse heute in Druckmuseen so häufig anzutreffen ist, liegt daran, dass sie allein in England über 25 Nachahmer fand. Wir sehen eine zweimalige Hebelübersetzung, wobei statt der Spindel ein wuchtiges Schwenk-Joch den Druck ausübt. Nach Prof. Wilkes' Klassifizierung gehört sie zur Gruppe der Hebelpressen, genauer gesagt

der Pressen mit einfachen oder zusammengesetzten Hebeln. Hier ist letzteres der Fall.

Die Dingler-Presse von 1837 (Abb.7) gilt als **der** Repräsentant der Kniehebelpressen. Von ihr sagte der Erfinder selbst, dass in ihr das Ulhorn'sche Prinzip der Münzprägepressen kopiert sei. Christian Dingler gab auch ganz offen zu, dass seine Presse große Ähnlichkeit mit der in USA so beliebten Washington-Presse habe. Die Dingler-Presse wurde ihrerseits in Deutschland von mehreren Firmen nachgebaut, u. a. von Albert & Hamm zwischen 1861 und 1873 in Frankenthal. Die Wirkung des Kniehebels erfolgt dadurch, dass dieser über den so genannten „Totpunkt" geführt wird und dadurch einen gewaltigen Anstieg der Druckkraft wegen der Hebelverlängerung fast ins Unendliche erzeugt.

Die Zweibrücker Presse (Abb.8), ebenfalls von Christian Dingler erdacht und gebaut, mag die Galerie der eisernen Handpressen beschließen. Ihr Charakteristikum sind die 4 schräg stehenden Kniehebel, die eine gleichmäßige Druckverteilung auf den Drucktiegel bewirken sollen. Dies zeigte Vorteile bei kleinen Schriftgraden der Form. Auch dieser Pressentyp wurde von verschiedenen Herstellern nachgebaut, u. a. von Georg Sigl, der 1837 bei Helbig & Müller in Wien, der zweitältesten Schnellpressenfabrik, gelernt hatte, dann zu Christian Dingler nach Zweibrücken ging und sich ab 1840 in Berlin und Wien selbständig machte.

Inzwischen wurde gegenüber der Gutenberg-Presse an den eisernen Handpressen nur noch ein Drucker beschäftigt, denn man hatte die Ballenstöcke der Einfärbung durch einen Handroller ersetzt, der leichter zu betätigen war. Es war also schon zu diesem Zeitpunkt ein Arbeitsplatz wegrationalisiert worden, um im modernen Sprachjargon zu sprechen.

Zur weiteren Rationalisierung baute man spezielle Einfärbapparate, die man an die Handpressen heran schieben konnte, wie diese Farbauftragmaschine der Firma von Robert Hoe in New York aus dem Jahre 1847 (Abb. 9), angeschlossen an eine Washington-Presse. Eine ähnliche Einrichtung soll im gleichen Jahr der Engländer John

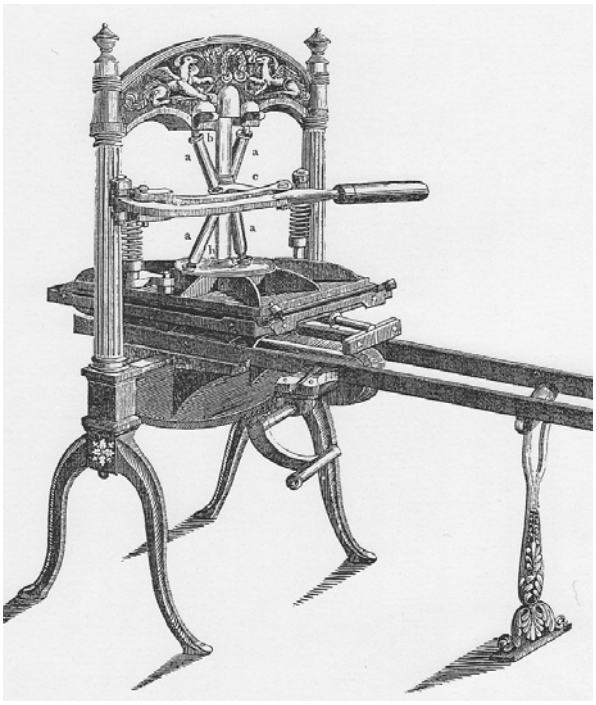


Abb.8: Die Zweibrücker Presse von Christian Dingler aus 1837

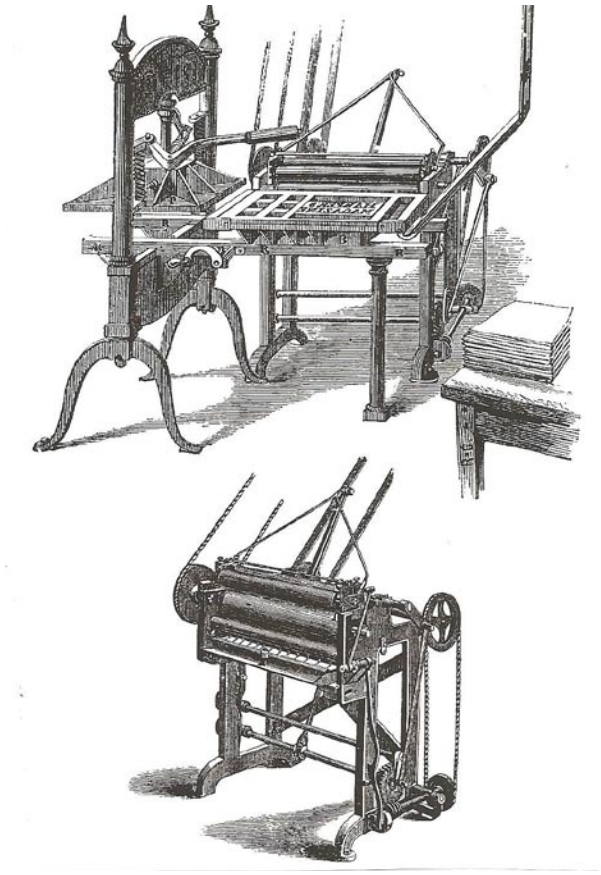


Abb.9: Der Einfärbeapparat von Robert Hoe aus 1847

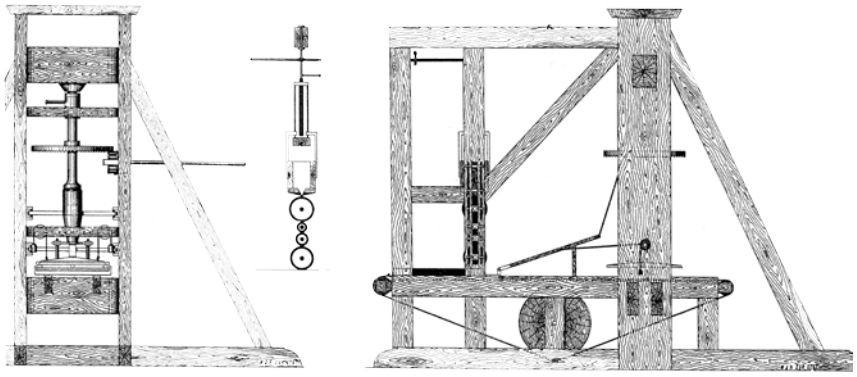


Abb.10: Die Suhler Presse von Friedrich Koenig aus 1804 mit Tiegel und Holzbauweise

James Chidley an einer Columbia-Presse eingesetzt haben.

Die Entwicklung der Schnellpressen

Auf die Idee, die Farbauftragmaschine in die Druckmaschine zu integrieren und das Ganze mit der Druckform von einem zentralen Antrieb aus anzutreiben, darauf ist schon vorher, im Jahre 1804, Friedrich Koenig im thüringischen Suhl gekommen (Abb. 10). Doch wegen der noch unterentwickelten Metall-Fertigungstechnik in Deutschland, musste er seine Druckmaschine, die erste Schnellpresse, noch nach dem Tiegel-Prinzip konzipiert, aus Holz zusammenzimmern lassen, was natürlich nicht die notwendige Präzision erbrachte und deshalb scheitern musste.

Er ging deshalb nach England, wo der Metallbau zu dieser Zeit schon hoch entwickelt war, und konnte dort zusammen mit seinem Mechaniker und späteren Freund Andreas Bauer 1812 die erste funktionsfähige Schnellpresse der Fachöffentlichkeit vorstellen (Abb.11). Bei ihr wandte er statt des Tiegel-Prinzips die Zylinder-Bauweise an, die eigentlich schon von den Kupferpressen her bekannt war.

Bei der Einfärbung wurde als weiterer Automatisierungsschritt die automatische Zustellung der

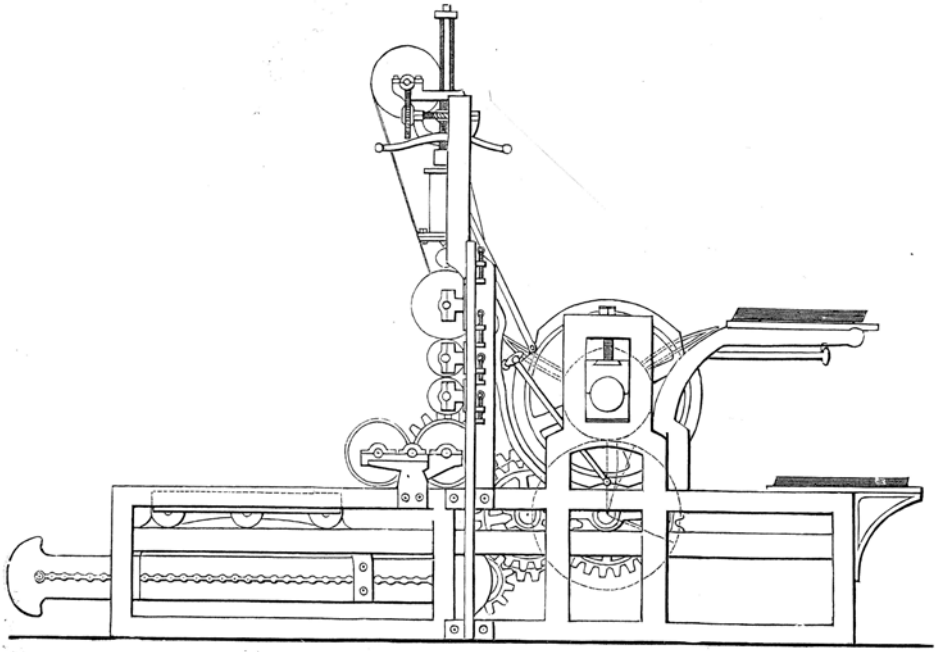


Abb.11: Die erste in Metallbauweise gefertigte Schnellpresse von Friedrich Koenig 1812 in London

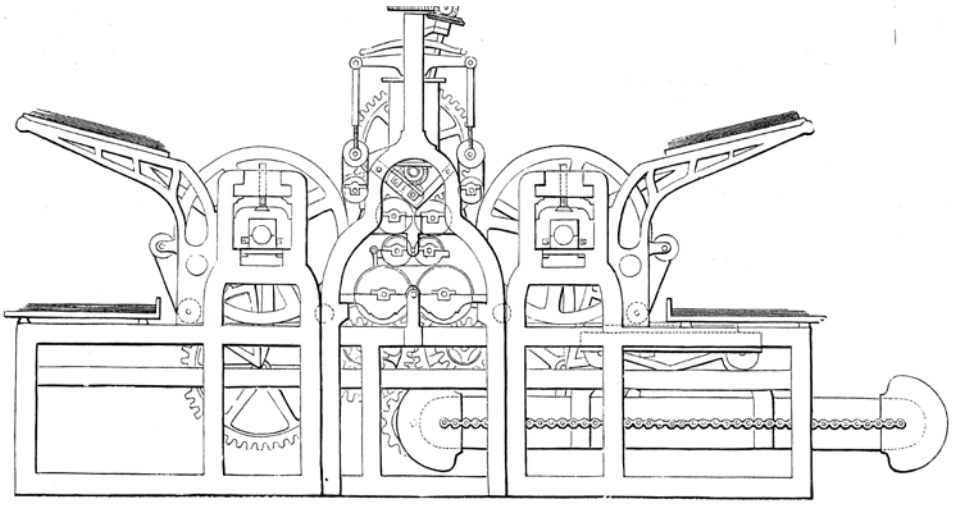


Abb.12: Die Doppel-Schnellpresse von Friedrich Koenig 1814 bei der „Times“ in London

Farbbüchse über einen Bandantrieb eingeführt. Um das Anlegen des zu bedruckenden Papiers zu ermöglichen, wurde der Druckzylinder über ein so genanntes Hornrad-Getriebe (Schritt-Schaltgetriebe, ähnlich Malteserkreuz-Getriebe) bewegt. Und hier am An- und Ablegetisch kommt nun wieder das arbeitsteilige Prinzip ins Spiel, indem eine Anlegerin dem Drucker zugeordnet wird. Für diese relativ leichten Hilfsdienste wählte man grundsätzlich Frauen und so wurden Drucker und Anlegerin ein sich ergänzendes Team, wie auch bei Webstühlen Weber und Spulerin ein solches Team bildeten. Für das Herbeischaffen des Papiers wurden oft junge Mädchen, Töchter der Anlegerin eingesetzt.

Den Antrieb des Karrens mit der Druckform hat Friedrich Koenig von den Wäschemangeln übernommen. Ein Zahnrad-Ritzel greift dabei in eine als Zahnstange dienende gestreckte Rollenkette ein, wobei das Ritzel gelenkig aufgehängt ist und an den Endpunkten über Kulissen von der oberen

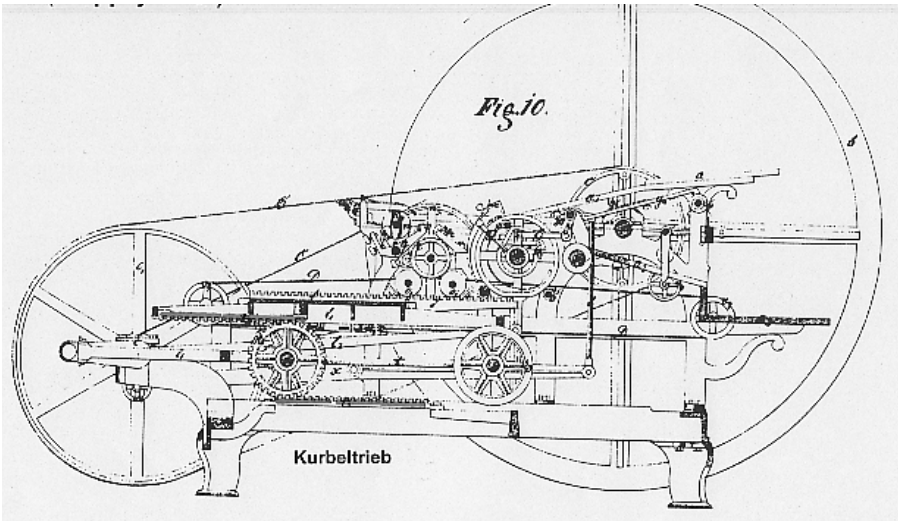


Abb.13: Die Krumzapfen-Schnellpresse von Helbig & Müller in Wien

zur unteren Seite schwenkt und dadurch die Hin- und Herbewegung erzeugt. Mit der Schnellpresse konnte eine Produktionsleistung von 800 Bogen/ Std., ein Vielfaches der Leistungsfähigkeit an der Handpresse erzielt werden.

Der Verleger der Londoner Times, John Walter II, dem die Schnellpresse vorgeführt wurde, begeisterte sich sofort dafür. Und als ihm mit einer Doppel-Schnellpresse eine Leistungssteigerung auf 1100 Bogen/Std. versprochen worden war, bestellte er kurz entschlossen zwei dieser Doppel-Schnellpressen, die am 28. November 1814 in der Times-Druckerei in Betrieb gingen (Abb.12). Dies wird allgemein als die Geburtsstunde des Zeitungsdrucks bezeichnet.

Die Einführung dieser Doppel-Schnellpressen erfolgte nicht ohne eine gewisse Dramatik. Der Verleger hatte die beiden Pressen hinter einer Holzwand für die Blicke der Handpressendrucker verborgen aufbauen lassen. Als der Inbetriebnahme-Zeitpunkt gekommen war, hielt er die Drucker an den 8 Stanhope-Pressen in ihrer Arbeit mit der Ausrede hin, es müsste noch eine wichtige Nachricht vom „Kontinent“ abgewartet werden.

Als dann die Auflage von 5000 Exemplaren von den beiden Schnellpressen gedruckt worden war, trat er mit dem Ausruf vor die Handpressendrucker hin: *„The Times is already printed by steam!“*. Mit den beiden Schnellpressen war nämlich eine Dampfmaschine zu deren Antrieb installiert worden. Man hatte damit auch den Bediener des Schwungrades eingespart, der ursprünglich dafür vorgesehen war. Natürlich war die Reaktion der Handpressendrucker darauf eine heftige. Doch der Verleger versprach allen die Weiterbezahlung ihrer Löhne bis eine neue Arbeitsstelle für sie gefunden war. Es konnte so eine gütliche Einigung erzielt werden.

Auf die Doppelmaschine von 1814 folgte zwei Jahre später die erste Schön- und Widerdruck-Schnellpresse mit kontinuierlich umlaufenden Druckzylindern. Zum Anlegen der Bogen wurde stattdessen intermittierend angetriebene Bandführungen eingeführt und für den Wechsel zwischen Vorder- und Rückseitendruck ebenfalls eine Bandführung installiert. Schon vorher war ein

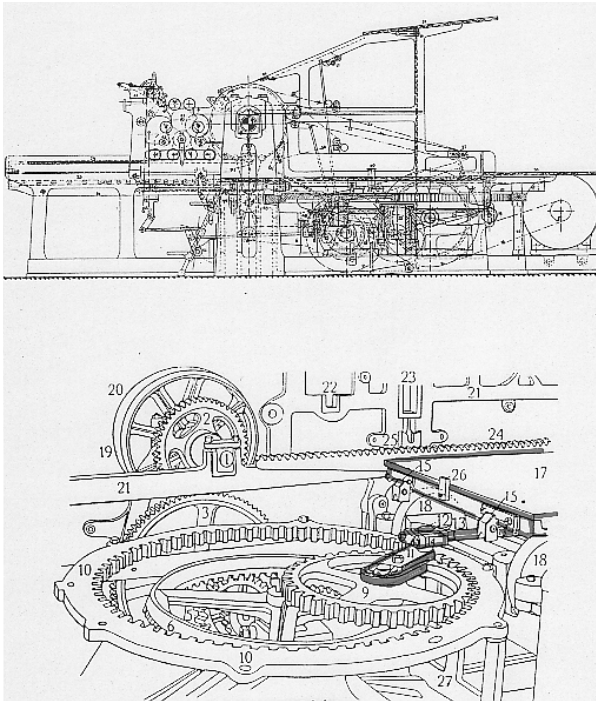


Abb.14: Die Kreisbewegungs-Schnellpressen aus 1840 von Andreas Bauer

variabel einstellbares Reibradgetriebe bei der Farbbüchsen-Zustellung eingeführt worden.

Die Antriebsart änderte sich erst, als Friedrich Koenigs Neffe (Sohn seiner Schwester Marie) Fritz Helbig und sein Partner Leo Müller 1836 in Wien eine eigene Firma, die zweite Schnellpressenfabrik eröffneten. Ein Kurbeltrieb ersetzte den „Wäschemangelantrieb“ (Abb.13). Der Karren mit der Druckform wurde durch die sinusförmige Längsbewegung in seinen Endlagen zur Vermeidung von Erschütterungen sanfter abgebremst. Gleichzeitig bewirkten die sich auf einer Zahnstange abstützenden Rollräder unter dem Karren, dass dieser sich mit der doppelten Hublänge gegenüber dem Kurbelausschlag hin und her bewegte.

Das große Schwungrad mit Handkurbel an dieser so genannten Krummzapfen-Schnellpresse zeigt, dass sich nicht alle Drucker eine Dampfmaschine leisten konnten, und deshalb der Handantrieb weiter bestand. Die Bedienung der Schnellpresse wurde also von einem Trio, bestehend aus dem Drucker und zwei Hilfskräften, dem „Kurbler“ und der Anlegerin durchgeführt.

Ein wichtiges Detail dieser Krummzapfen-Schnellpresse, später offiziell Stoppzylinder-Schnellpresse genannt, war der Fanggabel-Mechanismus, der bewirkte, dass der Druckzylinder während des Karrenrücklaufs zum Anlegen eines neuen Bogens stillstand. Eine über Kurven gesteuerte Gabel hielt in diesem Moment den Zylinder über einen Bolzen fest, während eine Aussparung am Zahnkranz des Zylinders die Zahnstange mit dem Karren ungehindert rückwärts laufen ließ. Beim Vorlauf sorgte die Gabel für ein Einschwenken des Zylinders in den Zahneingriff, um wieder von der Zahnstange angetrieben zu werden.

Im Jahre 1840 erfand Andreas Bauer nach dem frühen Tod von Friedrich Koenig 1833 im gemeinsamen Betrieb im Kloster Oberzell bei Würzburg den Planetenantrieb bei Schnellpressen, was die Drehrichtungsumkehr noch gleichmäßiger gestaltete als der Kurbeltrieb (Abb.14). Bauer selbst nannte seine Schnellpresse die Kreisbewegungsmaschine. Da man solch große Zahnräder damals noch nicht fräsen konnte, mussten die Zähne von den Schlossern mit Meisel und Feile nach Schablonen bearbeitet werden.

In der Folge entstand eine ganze Reihe von unterschiedlichen Bauarten von Schnellpressen, die nach ihren Grundprinzipien unterteilt wurden.

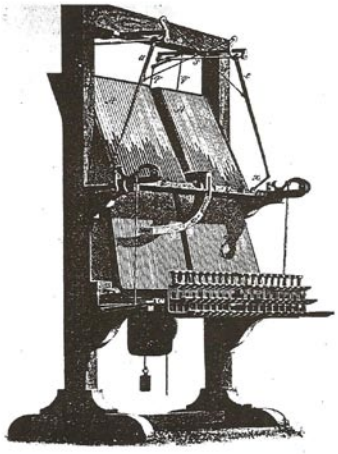


Abb.15: Setzmaschine von William Church

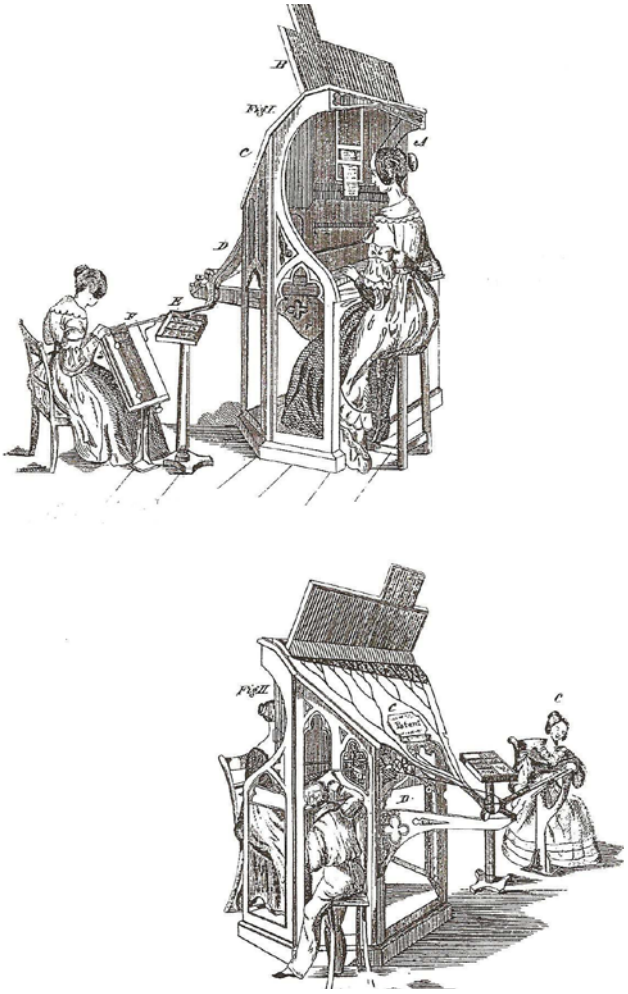


Abb.16: Die Pianotype mit der Unterteilung Setzen, Ausschließen (oben) und Ablegen (unten) von Young und Delcambre aus 1840

Da gab es zum einen die Zweitourenmaschinen, deren Prinzip der Engländer David Napier 1830 erfand. Bei dieser Maschinengattung kann der Druckzylinder relativ klein im Durchmesser ausgeführt werden, denn er dreht sich kontinuierlich zwei Mal bei jedem Hin- und Hergang des Karrens. Für den Rücklauf wird der Zylinder kurzfristig über einen Kniehebel-Mechanismus angehoben. Bei der Eintourenmaschine – ein typischer Vertreter dieser Gattung war der Original Heidelberger Zylinderautomat OHZ – machte der übergroße Druckzylinder mit Aussparungen nur eine Umdrehung beim Hin- und Hergang des Karrens. Schließlich gab es noch die Schwingzylinder-Schnellpressen, bei denen der Druckzylinder die Hin- und Herbewegung des Karrens durch Drehrichtungsumkehr mitmachte, was natürlich die erzielbare Geschwindigkeit einschränkte.

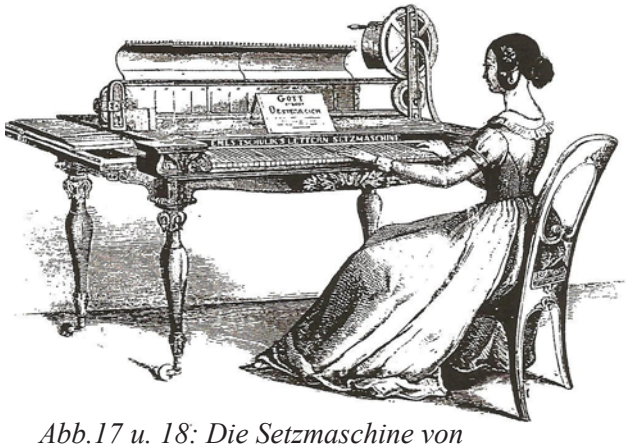


Abb.17 u. 18: Die Setzmaschine von Clay/Rosenberg oben und Tschulik unten

Auch die eisernen Handdruckpressen erfuhren eine Weiterentwicklung, nachdem über die Pariser Weltausstellungen die in USA entwickelten Gordon-, Boston-, Liberty- und Gally-Tiegel nach Europa kamen. Die Heidelberger Druckmaschinen AG wurde mit dem Original Heidelberger Tiegel OHT, zu dem der Kölner Buchdrucker Gielke einen automatischen Propeller-Anleger erfunden hatte, die führende Druckmaschinenfabrik.

Die frühe Entwicklung der Bleisetzmaschinen

Wenden wir uns der Setzmaschinen-Entwicklung zu. Viele Jahre und Jahrzehnte blieb die Arbeit des Setzers die gleiche wie zu Gutenbergs Zeiten. Der Setzerberuf war, wie schon erklärt, von Anfang an getrennt von dem des Druckers. Behauptete ein Drucker auch setzten zu können, dann wurde er als „Schweizerdegen“, d. i. ein Degen mit zwei Schärfen, verspottet. Die Setzer hatten auch ihre eigene Fachsprache, wenn sie von Zwiebelfischen und Hurenkindern sprachen. Sie fühlten sich als der Kopf des druckerischen Handwerks – mussten sie doch die Orthographie aus dem ff beherrschen.

Der Erste, der sich 1822 an eine Mechanisierung des Setzens wagte und ein Patent darauf erhielt, war der englische Ingenieur William Church (Abb.15). Er hatte damals schon 15 Jahre an seiner Idee einer Bleisetzmaschine gearbeitet. Bei ihr war jedoch nur das Aneinanderreihen der Lettern mechanisch gelöst. Das Ausschließen und Ablegen der Lettern hatte noch von Hand zu erfolgen.

Interessant ist, was Friedrich Koenig in einem Brief an den Verleger John Walter II zu dieser Erfindung sagte. Er schrieb: *„Zu der Zeit, als ich um eines meiner Patente eingekommen war, wurde dessen Ausreichung durch einen jungen Mann aus Birmingham (William Church) aufgehalten, und es zeigte sich, dass er ein Patent zu nehmen versuchte auf eine Setzmaschine. Bauer und ich lachten über die Albernheit eines solchen Projektes. Gleichwohl gingen mir tags darauf manche Gedanken durch den Kopf, die mir das Ding ausführbar erscheinen ließen, obgleich es mir im ersten Augenblick ungereimt vorgekommen war*“.

Die technischen Anforderungen, die an Churchs Bleisetzmaschine zu stellen gewesen wären, konnten jedoch erst 30 Jahre später einigermaßen erfüllt werden. Es bleibt in der Geschichtsschreibung unklar, ob seine Setzmaschine je gebaut wurde oder nur auf dem Papier stand.

1840 ist das Jahr, in dem mit der „Pianotyp“ die erste brauchbare Bleisetzmaschine auf dem Markt erschien (Abb.16). Sie wurde von James Young, dem Besitzer von Baumwollspinnereien in London und Antwerpen, sowie von Adrien Delcambre, einem Großkaufmann aus Lille erdacht und gebaut. Sie umfasste eine Setzmaschine auf der Vorderseite, die wie ein Piano-forte bedient wurde, sowie dem seitlich angebrachten Ausschließapparat und den Ablegeapparat auf

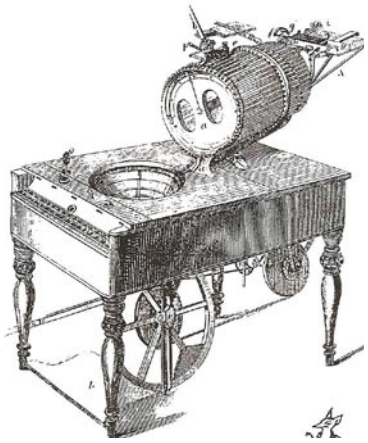


Abb.19: Die Tachéotype von Christian Sörensen aus 1849

der Rückseite. Das Ganze wurde dem Webstuhl und der Spinnmaschine in ihren Wirkprinzipien nachempfunden. Die Bediener der Maschine nannte man deshalb „Schriftweber". 7-5 Personen waren zur Bedienung notwendig. Auf der Pariser Weltausstellung wurde sie von 2-3 Mädchen besetzt vorgeführt, um damit die Leichtigkeit ihrer Bedienung zu demonstrieren. Damit wurde jedoch ein Signal gegeben, als Setzerinnen auch junge Damen einzusetzen. Das Monopol der Männer in diesem Beruf war damit gebrochen.

Dies ist auch an den beiden nächsten Erfindungen zu erkennen. 1843 stellten Clay und Rosenberg ihre Setzmaschine mit Ausschließapparat vor, die einem Orgel-Positiv geglichen hat (Abb.17). Was lag da näher, als sie von jungen Damen bedienen zu lassen. Auch bei der Setzmaschine des Österreichers Emmanuel Tschulik aus dem Jahre 1846, die von Xaver Wurm verbessert wurde, kamen junge Damen zum Einsatz. Es handelte sich dabei um eine klavierähnliche Tastatur, bei der die Lettern über ein Band zum Ausschließtisch befördert wurden (Abb.18). Das Notenblatt auf dem Notenständer vor der Dame trägt den bezeichnenden Titel. „Gott erhalte Österreich". Die Erfindung wurde nämlich durch Kaiser Ferdinand II von Österreich unterstützt. Die Tschulik-Maschine galt damals als eine der erfolgreichsten.

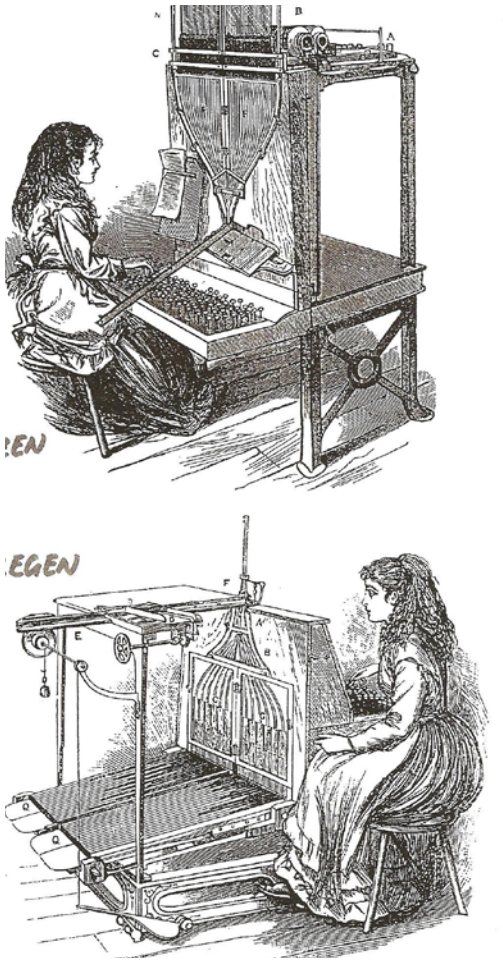


Abb.20: Setzmaschine von Frazer aus 1870 mit Setzen (oben) und Ablegen (unten)

Brigitte Robak hat Mitte der 1990er Jahre in ihrer Dissertation die Rolle der Frauen bei der Entwicklung der Setzmaschinen kommentiert und danach auch ein Buch darüber mit dem Titel: „Vom Pianotyp zur Zeilensetzmaschine – Setzmaschinenentwicklung und Geschlechterverhältnis 1840-1900" veröffentlicht. Diesem Buch habe ich die meisten diesbezüglichen Abbildungen entnommen.

Einen weiteren Höhepunkt in der Setzmaschinenentwicklung markierte 1849 die „Tachéotype" des dänischen Schriftsetzers Christian Sörensen (Abb.19). Wie Tschulik erfuhr auch er eine Unterstützung durch die Obrigkeit seines Landes, durch den dänischen König Christian VIII. Erstmals wurden in seiner Maschine das Setzen und Ablegen vereinigt, indem in einem Rundturm die Setz- und Ablegezylinder übereinander angeord-

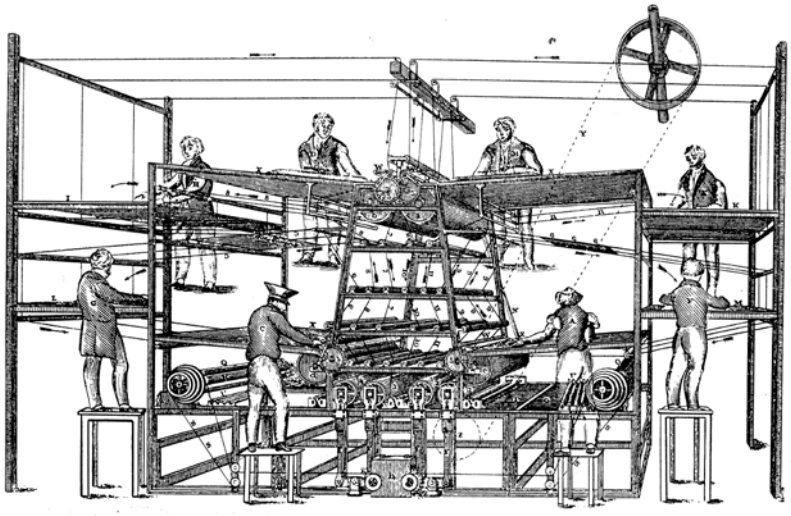


Abb.21: Die vierfachwirkende Doppel-Schnellpresse von Augustus Applegath aus 1828 bei der Zeitung „The Times“ in London

net waren. Möglich wurde das automatische Ablegen durch die Verwendung von gezahnten (codierten) Lettern an Messingstangen. Es wurde so für beide Tätigkeiten nur eine Person an der Maschine benötigt.

Damit wurde eine Leistung von 50 000 Typen pro Tag erreicht. Sörensen erhielt für seine Setzmaschine eine Goldmedaille auf der Pariser Weltausstellung von Napoleon III., die er kurz vor seinem Tode, krank geworden und um seine Erfindung betrogen, ins Pfandhaus tragen musste. Ein Schicksal, wie es so viele frühe Erfinder traf.

30 Jahre später, im Jahre 1880, erfand der amerikanische Ingenieur Joseph (Tom) Thorne die Sörensen-Maschine neu. Zum Ausschließen verwendete er gewellte Spatien. Der große Erfinder Thomas Alva Edison soll bereits an einer Fernübertragungseinrichtung für die Thorne-Maschine gearbeitet haben. Auch Thorns Maschine erhielt eine Auszeichnung auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900. Im Gegensatz zur Sörensen-Maschine wurde sie ein kommerzieller Erfolg – rund 2000 Stück sollen in Frankreich, Deutschland und der Schweiz verkauft worden sein.

Mit der wiederum getrennten Setz- und Ablegemaschine des Schotten Alexander Frazer aus dem Jahre 1870 kommen wir der endgültigen Form der Setzmaschine schon etwas näher (Abb.20). Bei ihr waren die Typen auf schräg gestellten Kanälen mit Beschwergewichten untergebracht. Über Codierungen wurden die einzelnen Typen in den Kanälen ausgelöst und in einem „Winkelhaken“ zu Spaltenbreiten oder Endlossatz zusammengefügt. Das Ablegen geschah über eine Tastatur an einer getrennten Maschine.

8000 Typen pro Stunde erreichte man mit der Frazer-Maschine, was jedoch bei der Zeitung „Courier“ in Liverpool als nicht rentabel angesehen wurde, wohl weil zwei Personen notwendig waren. Trotzdem sollen in England rund 200 Maschinen Absatz gefunden haben. Aus Kostengründen wurden Frauen für die Arbeit an den Maschinen eingesetzt, doch wie sich im Verlauf der Setzmaschinenentwicklung zeigte und von Brigitte Robak in ihrem Buch festgehalten wurde, waren diese dem Neuem viel aufgeschlossener zugewandt, waren ausdauernder bei Störungen und ließen sich von Rückschlägen nicht so leicht frustrieren, wie dies die Männer oft taten.

Von den Mehrfach-Schnellpressen zu den Rotationsmaschinen

Kommen wir zurück zu den Druckmaschinen. Um den steigenden Auflagen, besonders der Zeitungen im Ausland gerecht zu werden, wur-

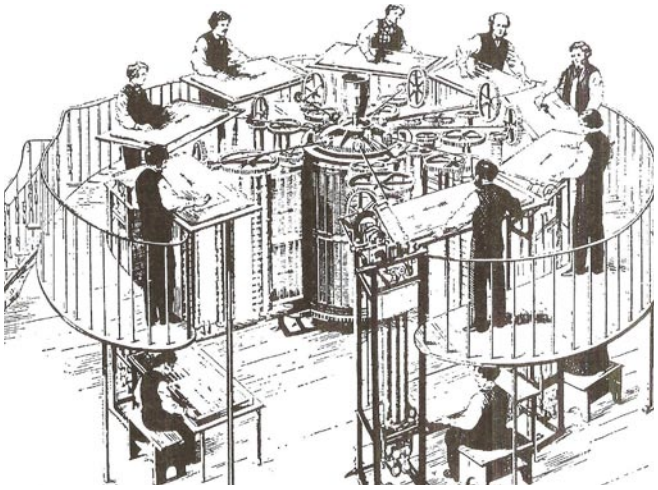


Abb.22: Die Applegath-Achtfach-Bogenrotation aus 1856 mit vertikalem Formzylinder

den Mehrfach-Schnellpressen entwickelt, wie die vierfachwirkende Doppel-Schnellpresse des Engländers Augustus Applagath, die ab 1828 bei der Times in London eingesetzt wurde (Abb.21). Wie man dem Bild entnehmen kann, war dazu eine Vielzahl von Bandführungen notwendig. Das Ansehen des Druckers – hier mit Hut dargestellt – wurde dadurch stark erhöht, indem er 6 An- und Ableger als Hilfskräfte als unterstellte Mitarbeiter zur Verfügung hatte. Die Vielzahl der Beschäftigten bei trotzdem relativ geringer Leistung drückte jedoch die Rentabilität der Anlage

.

Schon früh hatte der Schnellpressen-Erfinder Friedrich Koenig erkannt, dass nur eine Art Rotationsprinzip die Probleme der Massenproduktion im Zeitungsdruck lösen können. Er ließ sich deshalb noch in London die Idee eines Karussells, im Englischen „Round-about“, patentieren – mit 8 konischen Druckzylindern und einer im Kreis umlaufenden Druckform.

Der bereits erwähnte Augustus Applegath setzte 1856 diese Idee vom Grundsatz her in die Tat um, indem er die Druckform als Rundform ausbildete und diesen Formzylinder in vertikaler Position mit 8 daran angestellten Druckzylindern rotieren ließ (Abb.22).

Die Bogenan- und -ablage gestaltete sich etwas kompliziert, denn die Bogen mussten jeweils über einen Wendeapparat von der horizontalen in die vertikale Laufrichtung und umgekehrt umgelenkt werden. Doch auch bei dieser Bauweise wurde mit 8 Anlegern, 8 Ablegern und einem Drucker viel zu viel Personal benötigt.

Die Nordamerikaner waren schon immer gut, wenn es um eine einfachere Bauweise ging, auch wenn dabei Monstermaschinen entstanden. Richard March Hoe, Sohn des Firmengründers Robert Hoe und jetzt Besitzer der Druckmaschinenfabrik R. Hoe & Co. Inc. in New York, drehte 1854 den Formzylinder gegenüber der Applegath-Maschine in die Horizontale und schloss bis zu 10 Druckzylinder mit der entsprechenden Anzahl von Bogenan- und –ablegern daran an (Abb.23). Hoe nannte diese Bauart seine „Lightning Press“, d.h. „Blitz-Maschine“, oder auch „Ten-Feeder“ wegen der 10 Bogenanlagen. Er konnte trotz dieser Monsterbauweise 156 Maschinen davon in relativ kurzer Zeit absetzen. So groß war der Bedarf an kapazitätsstarken Zeitungsdruckmaschinen in USA geworden. Im Vordergrund rechts sieht man den Drucker, die Maschine erklärend, während neben den An- und Ablegern auch viel Personal für das Herbeibringen und Wegtragen der Bogen gebraucht wurde.

Damit nicht, wie ursprünglich vorgesehen, keilförmige Drucktypen auf den Formzylindern befestigt werden mussten – schon William Nicholson 1790 und Sir Rowland Hill 1846 waren daran gescheitert – erfand der Schweizer James Dellagana 1856 die Rundstereotypie.

Er hatte 1855 in Paris bei Jean Baptiste Genoux die Matern-Stereotypie kennen gelernt – die Gips-Stereootypie gab es schon seit Lord Stanhopes Zeiten – und daraufhin zusammen mit seinem Bruder in London ein Geschäft zur Herstellung von Flachstereotypien für Mehrfachnutzen beim Druck und billigerem Stehsatz für Nachauflagen eröffnet. Seine Experimente mit Rundstereotypien waren erfolgreich, sodass schon 1856 die Applegath-Maschine bei der Times mit solchen Rundformen drucken konnte.

Über einen Charles Graske kam die Kunde von der Nass-Stereotypie nach USA und gelangte erstmals 1855 auf der Hoe-Lightning Press bei der Zeitung „New York Herald“ zum Einsatz – eine typische Doppelerfindung wie sie auch bei der Erfindung des Offsetdrucks vorliegt.

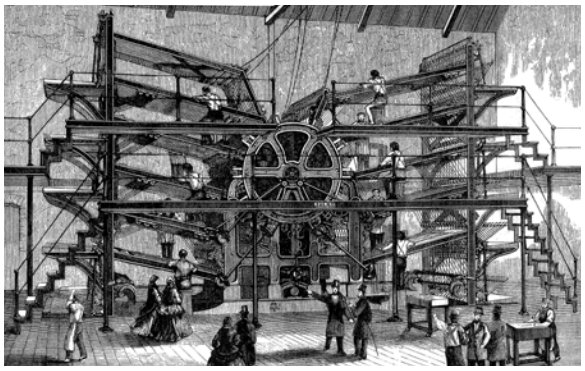


Abb.23: Wahre Monstermaschinen waren diese Lightning Pressen von R.Hoe in New York

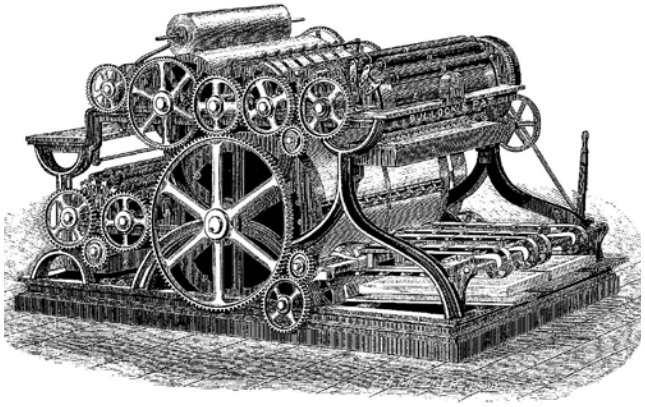


Abb.24: Erste Bullock-Rotation aus 1865, statt mit Papierbogen mit Papierrolle (oben) gespeist

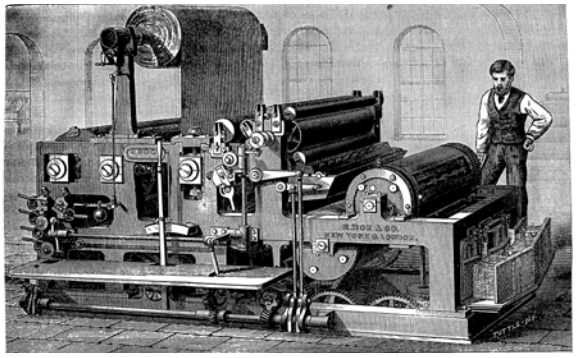


Abb.25: Die erste Hoe-Rotation aus 1876 mit einem Tucker-Falzapparat rechts außen

Die Überreizung mit den vielen Bogenanlegern und der Monsterbauweise hat dazu geführt, dass 1859 der Außenseiter William Bullock auf die Idee kam, die Maschinen statt mit Bogen, mit Papierrollen zu speisen. Schließlich war das Papier schon seit dem Jahre 1804, als der Franzose Nicolas-Louis Robert die Langsieb-Papiermaschine erfand, in Rollenform hergestellt worden. So ganz ein Außenseiter war er jedoch nicht, hatte er doch schon 1835 in Savannah, Georgia, eine lokale Zeitung neben der Herstellung von Holzschindel-Schneidemaschinen geleitet und von 1850-1853 war er neben dem Betreiben einer Patentagentur der Verleger der Zeitung „Banner of the Union“ in Philadelphia.

15 Jahre lang arbeitete er an der Idee der „Endlos-Rotation“, wobei 3 Prototypen bei der „Cincinnati Times“ und bei der „New York Tribune“ wegen Nichtfunktionierens 1859 verschrottet werden mussten. Die verbesserte Version bekam er 1863 patentiert und mit der in Abb.24 wiedergegebenen Maschine gelang ihm 1865 der Durchbruch bei der „New York Sun“ mit einer Stundenleistung von 6000 Expl./h. Es ist verständlich, dass durch das Wegfallen der Bogenan- und -ableger eine Menge Bedienungspersonal eingespart werden konnte. Es brauchte dazu neben dem Drucker nur noch einen so genannten Rolleur zum Wechseln der Papierrollen und einen Ableger an der Band-Auslage (gegenüber 21 Personen beim Ten-Feeder).

Daraufhin konnte er 6 weitere Maschinen verkaufen und sein Unternehmen, die Bullock Printing Press Company in Pittsburgh, Pennsylvania, prosperierte trotz schärfster Konkurrenz durch die seit 1805/1822 alteingesessene Firma R. Hoe & Co. in New York.

Im April 1867 kam William Bullock bei einem Montageunfall beim „Philadelphia Inquirer“ ums Leben – sein Fuß verfing sich im Transmissionsriemen – doch sein Unternehmen bestand noch viele Jahre unter seinem Nachfolger John Kellberg fort. Bereits 1869 wurde eine Maschine nach London, an den „Daily Telegraph“ exportiert und 1870 erwarb die englische Druckmaschinenfabrik von Louis

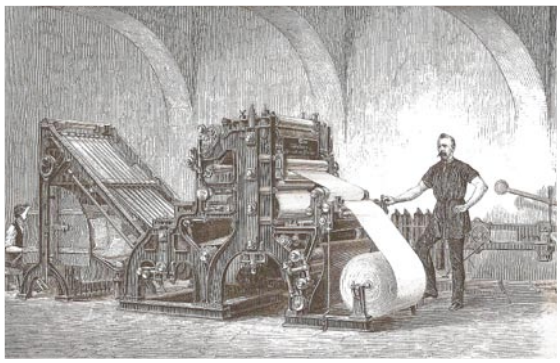


Abb.26: Die „Walter-Press“ war die erste europäische Rotationsdruckmaschine

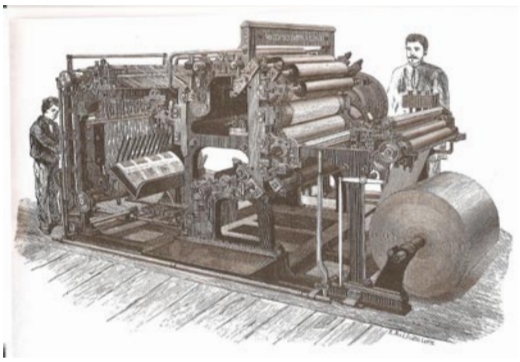


Abb.27: Die erste MAN-Rotation aus 1873 nach dem Vorbild der „Walter Press“

Simon & Son in Nottingham eine Lizenz zum Bau von Bullock-Rotationsmaschinen. Das alles ist im prächtigen, zweibändigen Werk von Prof. Walter Wilkes mit vielen weiteren Abbildungen nachzulesen.

Der starke Konkurrent R. Hoe & Co. trat erst 1876 in den Bau von Endlos-Rotationsdruckmaschinen ein. Bis zuletzt hatte Richard March Hoe, der „Colonel“, wie er sich gern mit seinem militärischen Dienstgrad ansprechen ließ, seine Monster-Bogendruckmaschinen, an denen er gut verdiente, gegen die Endlos-Rotationen von Bullock vehement verteidigt. Sein Chefkonstrukteur Stephan Tucker hatte schon 1853 einen Sammelzylinder für einen Falzapparat erdacht, der erst 20 Jahre später, 1872 von Hoe zum Patent angemeldet wurde. Eine solche Sturheit konnte man stellenweise auch im deutschen Druckmaschinenbau noch bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts vorfinden.

Als 1875 Hoes Freund Edward Lloyd in London seine Bestellung auf eine Endlos-Rotationsdruckmaschine an die Bedingung knüpfte, dass diese mit einem Falzapparat ausgerüstet sein muss, konnte er nicht anders und es kam ihm das Tucker’sche Patent zugute. Die so ausgestattete Maschine kam im Juni 1876 in Glasgow, Schottland, zur Aufstellung (Abb.25) und erreichte auf Anhieb eine Stundenleistung von 12 000 Expl./h. Die wöchentliche Auflage von „Lloyd’s Weekly“ betrug damals schon 600 000 Exemplare. Zwei weitere Maschinen wurden an den „Daily Telegraph“ und an den „Standard“ geliefert. Hoe hat in der Folge sogar einen Zweigbetrieb in London eingerichtet.

John Walter III., der Sohn des Times-Verlegers, beschäftigte sich schon seit der Kunde von den Bullock-Maschinen in USA mit einer eigenen Endlos-Rotation in seiner, dem Verlag angeschlossenen, vollständig eingerichteten Maschinenbau-Werkstatt. Erste praktische Versuche begannen 1863 und nach mehreren Rückschlägen gelangen ihm 1866 brauchbare Druckresultate. 1868 war seine Maschine soweit ausgereift (Abb.26), dass nach ihrem Vorbild drei weitere Maschinen gebaut werden konnten und diese 4 Maschinen bei der Times Aufstellung fanden. Die Maschine hieß fortan „Walter Press“, ihre Konstrukteure waren jedoch John McDonald, der Technische Leiter der Times-Druckerei, und sein Oberingenieur J.C. Calverly. Bis dahin war die Times von 2 Hoe-Lightning Ten-Feeders, also den Monstermaschinen, und von den beiden Applegath-Maschinen von 1856 gedruckt worden.

Wie in den Abbildungen deutlich zu sehen, war die Walter Press, wie auch die Bullock Press, noch mit keinem Falzapparat ausgestattet, sondern mit einer Planoauslage mit Rechen nach beiden Seiten. Natürlich waren dort zwei Ableger beschäftigt. Die Zeitungen wurden damals als ganze Bogen an die Weiterverkäufer abgegeben, die sie von Hand oder mit externen, einfachen Falzmaschinen falzten. Eine 5. Maschine wurde 1871 an die Zeitung „The Scotsman“ in Edinburgh geliefert.

Der Erfolg der Edlos-Rotationen in USA und England war für die deutschen Druckmaschinenhersteller ein Alarmzeichen. Sie hatten bis dahin

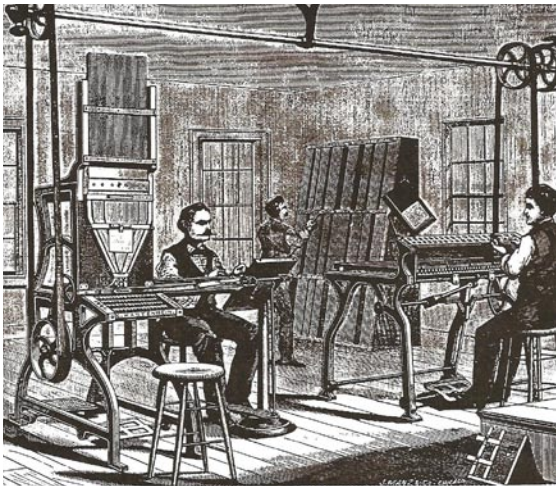


Abb.28 Die Kastenbein Setzmaschine aus 1879

bei größeren Kapazitätsanforderungen im Export nur Mehrfach-Schnellpressen gebaut. Im Inland war die Nachfrage danach wegen der relativ kleinen Auflagen nicht so groß, dass ein Bedarfsdruck von innen heraus gekommen wäre. Die MAN in Augsburg entsandte deshalb 1871 ihren Chefkonstrukteur für Schnellpressen mit Namen Gustav Bissinger nach London, um die Maschinen vor Ort zu studieren. Daraus resultierte die erste MAN-Rotation 1873 (Abb.27).

Man sieht ihr die Ähnlichkeit mit der Walter Press an, jedoch war sie gegenüber dieser leichter gebaut und enthielt verschiedene Verbesserungen, wie ein bei Stillstand der Maschine abrückbares Papierbahn-Feuchtwerk = Konditionierwerk (gegen Überfeuchtung und dadurch verursachte Papierreißer), die Einführung der Papierbahn in die Druckwerke weiter unten zwecks besserer Zugänglichkeit und Abschmutzwalzen mit Belag aus Baumwolltuch. Außerdem waren alle außen liegenden Zahnräder zur Vermeidung von Unfällen abgedeckt. Die Produktionsleistung über die beiden Rechenauslagen betrug nominal 12 000 Expl./h.

Relativ spät, erst 1876, trat die Koenig & Bauer AG in den Bau von Rotationsmaschinen ein. Ihr Konstrukteur war Friedrich von Koenig jr., einer der beiden Söhne des Schnellpressen-Erfinders. Sie soll jedoch bereits über einen Falzapparat verfügt haben.

Die weitere Entwicklung der Bleisetzmaschinen

Wieder zurück zu den Setzmaschinen: Im Jahre 1879 gelang dem Franzosen Charles Kastenbein eine bedeutende Setzmaschinen-Entwicklung (Abb.28). Vermutlich beruhte jedoch die Idee dazu von einem befreundeten Setzer, der ein Modell anfertigte aber darüber krank wurde und starb. Die Bleilettern wurden dabei in Röhren abgelegt und auf den Gleittrichter aufgesetzt. Über Federn und solide Hebel wurden die Lettern mittels der Tastatur ausgelöst und fielen in den „Winkelhaken“, wo sie vom Setzer mit Hilfe eines Pedals und über eine Transmission angetriebene Stößeln seitwärts zum Ausschließer befördert wurden. Das manuelle Ablegen geschah über eine Ablegeplatte mit Löchern. Da jedoch zur Bedienung 4 Personen erforderlich waren: der Setzer, der Ausschließer, der Ableger und der Auswechsler der Typenröhren, wurde am Ende die Maschine als unrentabel gegenüber späteren Maschinen eingestuft.

Trotzdem stand sie bei vielen Zeitungshäusern lange Zeit im Einsatz, so u. a. bei der Times in London bis 1908, bei den „Dresdner Nachrichten“ und bei der Reichspostdruckerei in Berlin. Bei der Reichsdruckerei arbeiteten die Maschinen von Anfang an einwandfrei, wurden dann jedoch zur Seite gestellt, weil die männlichen Setzer unwillig waren, daran länger als 5 Stunden zu arbeiten. Zur gleichen Zeit waren die Kastenbein-Setzmaschinen in Paris und Kopenhagen über die volle Schichtlänge im Einsatz, da sie durch weibliche Setzerinnen unter Aufsicht einer Directrice bedient wurden. Auch bei den „Dresdner Nachrichten“ arbeiteten diese Maschinen konkurrenzlos erfolgreich, nachdem man 20 Setzerinnen dazu eingestellt und für sie eine Ausnahmegenehmigung zur Nachtarbeit erwirkt hatte.

Erst mit dem Aufkommen der Zeilensetzmaschinen bei Einschluss des Gießvorgangs verwehrte man den Frauen den Zugang zum Maschinensetzerberuf, angeblich weil man ihnen die komplizierte Technik, den Lärm und den gesundheitsschädlichen Bleidampf wegen ihrer Mutterpflichten nicht zumuten könne.

Es würde zu weit führen, hier die ganze Entwicklungsgeschichte der Linotype-Zeilensetzmaschine aufzuzeigen. Es wurde darüber schon beim 150. Geburtstag des Erfinders Ottmar Mergenthalers vor 4 Jahren, 2004, sehr viel in der Fachpresse geschrieben. Es sei hier nur erwähnt, dass dieser, aus Hachtel bei Bad Mergentheim stammende und schon mit 18 Jahren nach USA ausgewanderte Uhrmachergeselle auf die Idee kam, statt der sich leicht verbiegenden Bleilettern, Messingmatrizen in den Umlauf zu schicken und davon vor Ort Bleilettern immer wieder neu zu gießen.

1884 gelang ihm die erste brauchbare Ausführung dazu in Form einer Matrizen-Prägemaschine, die er „Band Machine No.1“ nannte. Bei ihr wurden durch Tastenanschlag harte Patrizen an Stangen zu Zeilen zusammengesetzt, diese als Matrizen in eine Maternmasse abgedrückt und davon die Bleizeilen vor Ort gegossen. Der „Band Machine No.1“ folgte noch im gleichen Jahr 1884 die „Band Machine No.2 (Abb.29), bei der einzelne Messing-Matrizen über eine Tastatur ausgelöst und zu ausgeschlossenen Zeilen zusammengestellt wurden, um davon Bleizeilen zu gießen. Wegen ihres starken Pneumatikgeräusches wurde die Maschine „The Blower“ genannt. Die erste Maschine wurde bei der großen Zeitung „ New York Tribune“ aufgestellt und bei ihrer Inbetriebnahme soll der Verleger ausgerufen haben*: „Ah, a line of type“,* was der Maschine ihren späteren Namen gab. Die davon begeisterten amerikanischen Zeitungsverleger schlossen sich in einem Syndikat zusammen und finanzierten fortan Mergenthalers weitere Entwicklungen.

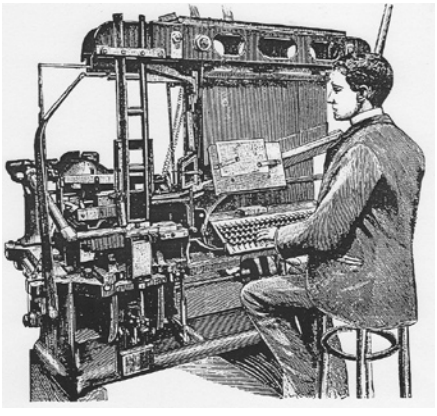


Abb.29: Band Machine No.1“ folgte noch im gleichen Jahr 1884 die „Band Machine No.2

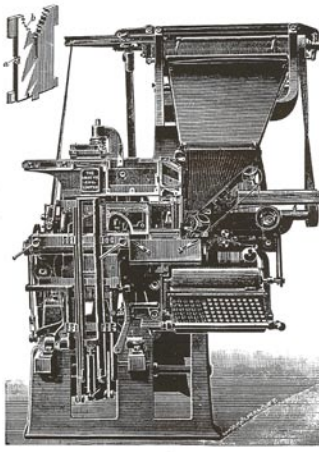


Abb.30: Die Square Base Machine von Ottmar Mergenthaler auf der alle folgenden Linotypes aufbauten

Da die Blower-Maschine noch viele Ausfälle zu verzeichnen hatte, machte sich Mergenthaler gegen den Willen seiner Geldgeber an die Entwicklung einer Neukonstruktion, die er 1888 als „Square Base Machine“ (Abb. 30) wegen ihres quadratischen Grundgestells nannte. Auf ihr und der 1890 folgenden „Simplex Machine“ bauten alle weiteren Linotype-Setzmaschinen auf. Als Ottmar Mergenthaler 1899 starb, waren bereits 7000 Linotype-Setzmaschinen in Betrieb.

Es ist verständlich, dass mit der Komplexität der Maschinen die Anforderungen an die Maschinensetzer ständig stiegen. In Deutschland stand man lange Zeit von Setzers Seite aus den „Eisernen Kollegen“ sehr skeptisch gegenüber. Das änderte sich erst, als um 1900 zwischen den Gewerkschaften und den Arbeitgebern ein Setzmaschinentarif ausgehandelt wurde. Er legte fest, dass nur gelernte Setzer an den Setzmaschinen arbeiten dürfen. Akkordarbeit wurde untersagt, der Stundenlohn um 25% erhöht und die Tagesarbeitszeit auf 8 Stunden begrenzt. Damit wurden Maschinensetzer besser bezahlt als Handsetzer. Man wollte bewusst die Maschinenarbeit zum Schutz der Handsetzer teurer machen.

Das Gegenteil war jedoch der Fall. Erst nach diesem Tarifvertrag verbreiteten sich die Linotype-Setzmaschinen in Deutschland, nachdem sie schon 10 Jahre vorher in USA weite Anwendung gefunden hatten. Trotzdem gab es um 1914 immer noch 44 000 Handsetzer in Deutschland.

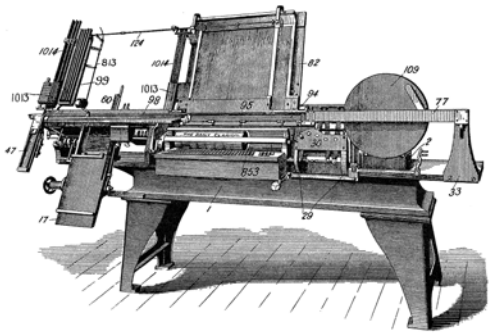


Abb.31: Die Paige, eine hochkomplizierte Setzmaschine

Es gab natürlich auch Konkurrenten zur Linotype-Setzmaschine – mehr als 1000 Patente auf Setzmaschinen wurden bis zur Jahrhundertwende allein in USA und 500 in England angemeldet, wobei schätzungsweise 200 das Prototyp-Stadium erreichten. Ein besonders tragischer Fall war dabei die Setz- und Ablegemaschine von James W. Paige aus dem Jahre 1887 in Chicago (Abb. 31).

Legendär wurde die Maschine wegen ihres überaus komplizierten Aufbaus aus 800 Achsen und Rädern, sowie 18 000 Einzelteilen. Angeblich seien 3 Patentprüfer daran verrückt geworden. Die dazugehörige Patentschrift bestand nämlich aus 613 Seiten Text und 389 Seiten Zeichnungen. (1. Prüfer starb, 2. wurde geisteskrank, 3. Prüfer starb im Irrenhaus)

Überdies verlor der berühmte Schriftsteller Mark Twain einen Großteil seines Vermögens, die gesamten Einnahmen seines Romans „Die Abenteuer des Huckleberry Finn“ an dieser Erfindung. Als nämlich beim Prototyp ein Teil brach, konnte es nur in der Werkstatt des Erfinders repariert werden und niemand wagte danach, das Risiko erneut einzugehen – die Paige-Gesellschaft ging in Konkurs.

Später wurden alle Patente und Rechte von der Linotype Company unter ihrem Präsidenten Philipp Dodge aufgekauft. Man vermutet, dass dies nur geschah, um sie keinem Konkurrenten in die Hände fallen zu lassen. Die beiden Prototypen, von Pratt & Witney und von Webster Manufacturing Inc. gebaut, stehen heute in der Corell University in Pittsburgh und in der Columbia University in New York und können dort besichtigt werden. Die Historiker streiten immer noch darüber, ob die Paige-Maschine wirklich im Betrieb versagte oder nur dem gezielten Preiskampf der Linotype Company zum Opfer fiel.

Erfolgreicher war dagegen John R. Rogers mit seiner Typograph-Setzmaschine aus dem Jahre 1888 (Abb. 32). Er arbeitete zunächst auch mit dem Matrizen-Prägeverfahren. Der Erfolg von Mergenthaler mit den umlaufenden Einzel-Matrizen veranlassten ihn, dieses Prinzip auch anzuwenden, wobei durch zwangsweise Führung der Matrizen an Gleitdrähten und das Ablegen der Matrizen durch einfaches Kippen des Matrizenkorbes von Hand, der Aufbau der Maschine viel einfacher und damit auch kostengünstiger ausfiel.

Bei einem im Jahre 1891 von der nordamerikanischen Verlegervereinigung ANPA veranstalteten Wettbewerb ging der Typograph als Sieger vor der Linotype hervor, wobei die Rentabilität, die Handhabung und die einfachere Bauweise als Begründung hervorgehoben wurden. 1884 erwarb die Linotype Company alle Patente und Rechte von Rogers, auch die der Fertigungsstätte in Cleveland, um alles in der Versenkung verschwinden zu lassen.

Unabhängig davon war jedoch schon vorher ein Fabrikationszweig nach Kanada verlegt und dort die International Typograph Co. Ltd. gegründet worden. Die Linotype-Leute hatten dies schlicht übersehen. Von dort erwarb der Berliner Fabrikant Isidor Loewe (Ludwig Loewe AG) 1895 die Lizenzfertigung für Deutschland, bzw. Europa.

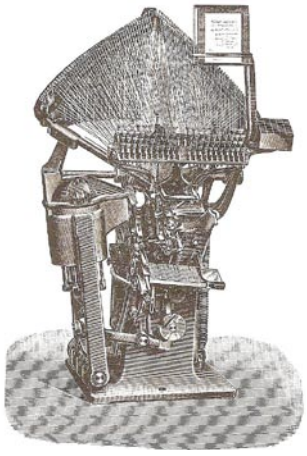


Abb.32: Die Typograph Setzmaschine aus 1888

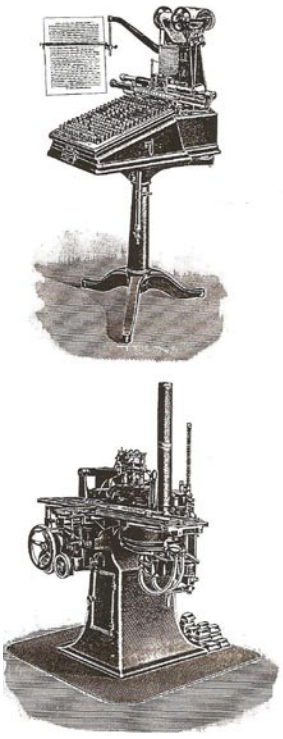


Abb. 33: Monotype"- Setz- und –gießmaschine

Ein weiterer erfolgreicher Konkurrent war 1891 Tolbert Lanston in Troy, Ohio, mit seiner „Monotype"- Setz- und –gießmaschine (Abb. 33). Statt Zeilen wurden in ihr Einzelbuchstaben gegossen. Die Maschine war in einen Perforator zur Herstellung des Steuerlochstreifens einerseits und eine Gießmaschinen mit pneumatischer Koodinaten-Steuerung des quadratischen Matrizenrahmens andererseits unterteilt. 1894 verkaufte Lanston sein Patent an den englischen Earl of Dunraven, worauf in Salesford die Monotype Ltd. entstand, die heute noch, wenn auch mit anderen Produkten für den Lichtsatz besteht.

Von der Kompakt-Rotation zur Großrotation

Kehren wir abermals zu den Druckmaschinen zurück: In Deutschland entwickelte man nach den Prototypen der Anfangszeit hauptsächlich Kompakt-Rotationen, wie die in Abb 34 gezeigte, die man noch im Museum der Arbeit in Hamburg bewundern kann, nachdem sie 86 Jahre in Norddeutschland in Betrieb gestanden hatte.

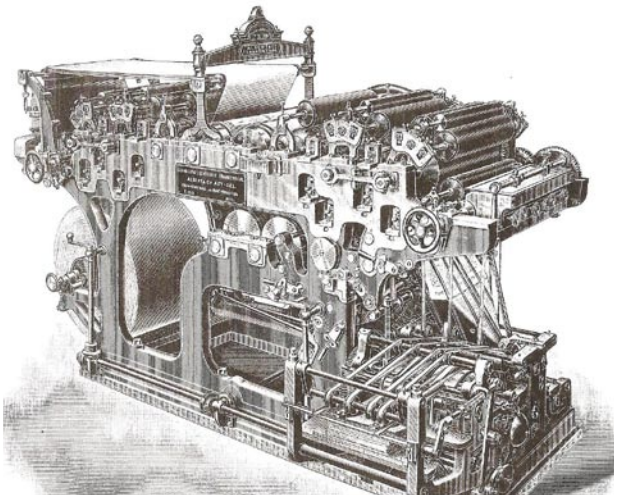


Abb.34: Albert Kompaktrotation aus 1889

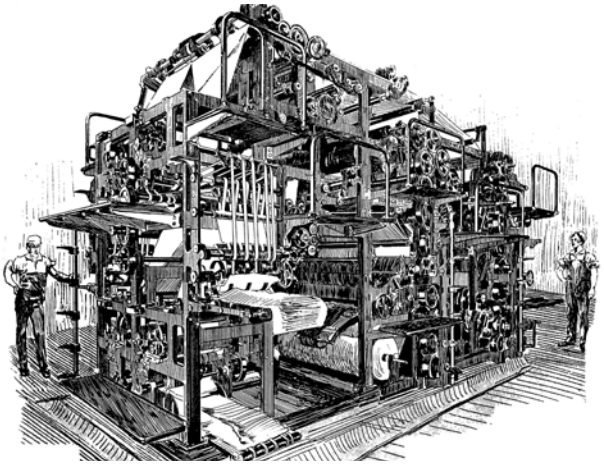
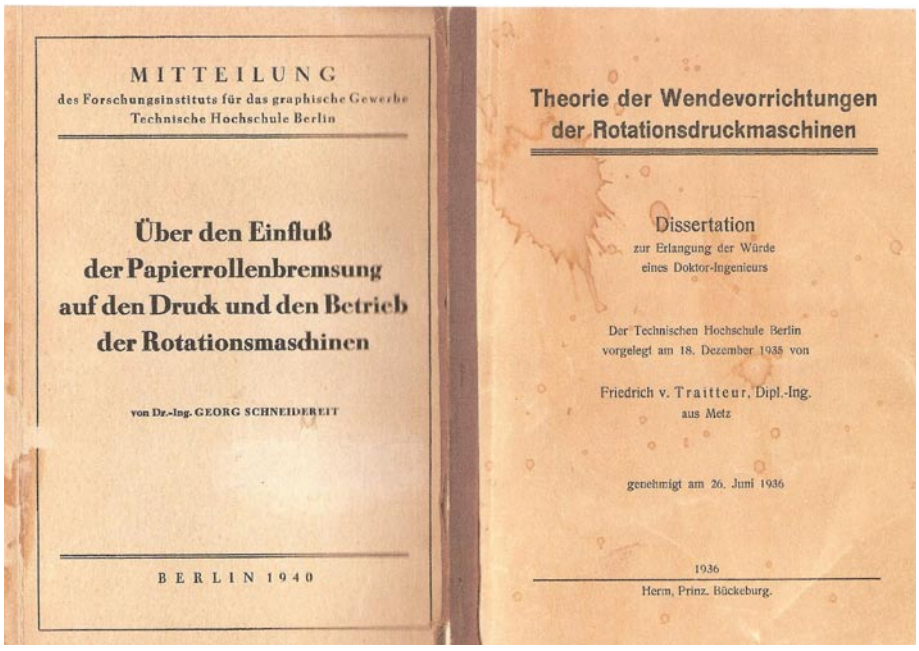


Abb.35: HOE-Octuple-Mammut-Rotation

In USA wurden hingegen die Rotationsmaschinen wegen der Großstadtauflagen immer größer und mächtiger. Die schon mehrmals genannte Firma Hoe & Co. in New York nannte ihre Rotationen nach der Anzahl der in ihnen verarbeiteten halbbreiten Papierstränge: Quadruple, Sextuple, Double-Sextuple, Octuple und Double Octuple. Es entspricht dies den Seitenzahlen von 32 bis 128. Die in Abb. 35, eine Octuple aus dem Jahre 1896, kann also 64 Seiten verarbeiten. Sie wird von 4 Papierrollen zu 8 Strängen gespeist, die wie die Druckeinheiten Platz sparend übereinander angeordnet sind. Die Produktionsgeschwindigkeit stieg mit ihr auf 15 000 Zyl.-Umdr./h = 30 000 Expl. /h.

Um fertige Zeitungen in der Rotation herstellen zu können, mussten neben dem Falzapparat Ma-



MITTEILUNG
des Forschungsinstituts für das graphische Gewerbe
Technische Hochschule Berlin

Über den Einfluß
der Papierrollenbremsung
auf den Druck und den Betrieb
der Rotationsmaschinen

von Dr.-Ing. GEORG SCHNEIDEREIT

BERLIN 1940

Theorie der Wendevorrichtungen
der Rotationsdruckmaschinen

Dissertation
zur Erlangung der Würde
eines Doktor-Ingenieurs

Der Technischen Hochschule Berlin
vorgelegt am 18. Dezember 1935 von

Friedrich v. Traitteur, Dipl.-Ing.
aus Metz

genehmigt am 26. Juni 1936

1936
Herm. Prinz, Bückeburg.

Abb.36: Forschungsbericht von Dr.-Ing. Gerorg Schneidereit

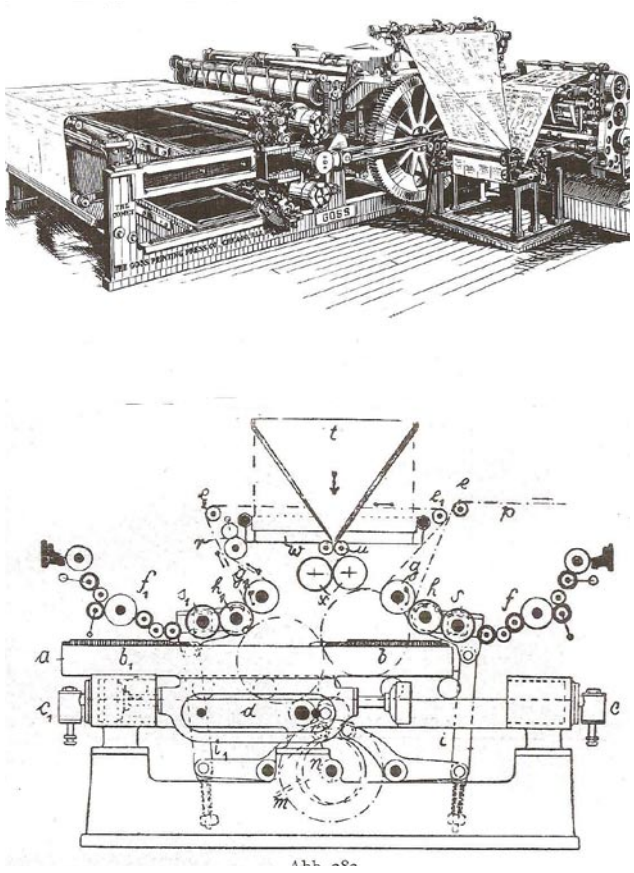


Abb.37: Die Flachform-Rotation von Goss (oben) und Heidelberg (unten)

schinenelemente wie die Wendestangen und der Falztrichter erfunden werden, was der ebenfalls bereits genannte Chefkonstrukteur der Firma R. Hoe & Co, Stephan Tucker in 1876 und 1881 besorgte. Schon 1853 hatte er den Sammelzylinder erfunden und den Hauer-Falz (Dritter Falz) nennt man noch heute den „Tucker-Falz“. Auch der automatische Papierrollenwechsler, „Autopaster“ genannt, war eine englisch-amerikanische Erfindung. Die Firmen Cline Electric in USA und Witton-James in England waren dabei die Pioniere.

Interessant für die Forschungsingenieure unserer Branche dürfte sein, dass der Frankenthaler Technische Direktor, Friedrich Ritter von Traitteur, im Alter von 62 Jahren eine Dissertation über die Theorie der Wendevorrichtungen und Trichter der Rotationsdruckmaschinen“ an der Technischen Hochschule Berlin einreichte und danach promoviert wurde. 1940 erschien dort auch ein Forschungsbericht mit dem Titel: „Über den Einfluss der Papierrollenbremsung auf den Druck und den Betrieb von Rotationsdruckmaschinen“, den Dr.-Ing. Georg Schneidereit am Vorgängerinstitut der Fogra in Berlin erarbeitet hatte. Der Autor hat das Glück, beide Herren noch gekannt zu haben.

Es sollte nicht vergessen werden zu erwähnen, dass neben den Rotationsmaschinen auch die Schnellpressen weiter entwickelt wurden, wo-

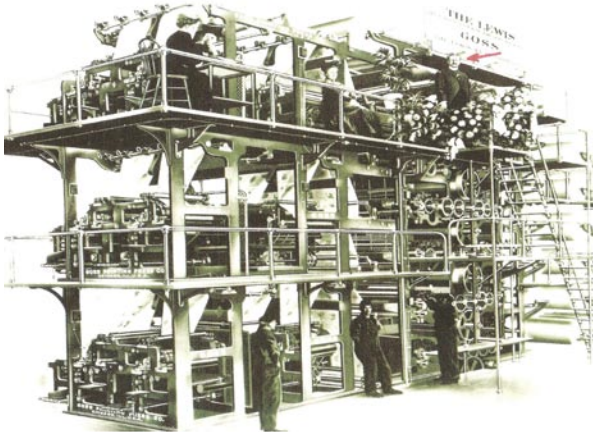


Abb.38: Die Straightline Press von GOSS aus den 1920er Jahren

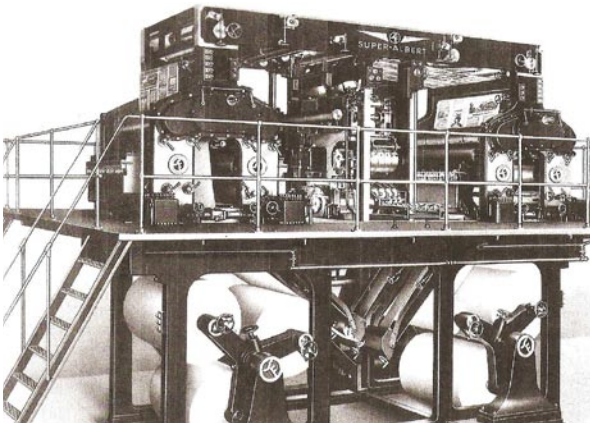
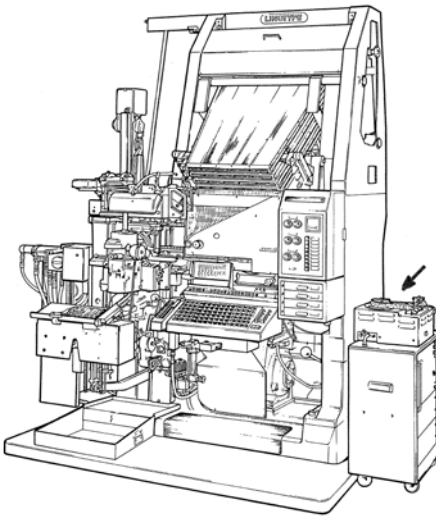


Abb.39: Der schnelle „Rote Teufel“von Albert aus 1931

bei sich jedoch am Grundprinzip kaum etwas änderte. Eine Besonderheit war ein Zwitter zwischen Schnellpresse und Rotation, der als Flachform-Rotation oder Halb-Rotation auf den Markt kam. Nicht alle Zeitungsverleger konnten sich eine Rotationsdruckmaschine mit teurer Stereotypieeinrichtung leisten. Für sie schufen die Brüder Joseph und Paul Cox 1884 den Zwitter mit Namen „Duplex“, der später unter dem Namen „Comet“ von der Firma GOSS in Chicago übernommen wurde (Abb. 37). Bei ihr wurde die Flachform auf einem Karren wie bei Schnellpressen hin und her bewegt, während die Papierbahn darauf intermittierend abrollte. Trotz der einfachen Bauweise verfügte die Maschine über einen Falzapparat.

Um 1900, beim Umzug der Firma A. Hamm von Frankenthal nach Heidelberg, baute man auch in Heidelberg einen solchen Zwitter, dem man den verheißungsvollen Namen „Heureka“ gab (Abb. 37). Er zeichnete sich durch einen kontinuierlichen Lauf der Papierbahn trotz intermittierendem Druck aus, was durch Speicher- und Wendezylinder, sowie einem indirekten Druck ermöglicht wurde. Man sagt sogar, daß die Heidelberger durch diesen Maschinentyp, von dem 105 Stück geliefert werden konnten, vor einem frühen Ende gerettet wurden.

In USA übernahm nach Hoe immer mehr die 1885 gegründete Firma GOSS die Marktführerschaft und stellte in den 1920er Jahren die „Straightline Press“ als die größte der Welt (Abb. 38) vor. Sie verfügte über 6 einfache Rollenträger, 6 Druckeinheiten und 3 Doppel-Falzapparate. Der Verleger von „The Lewis Publishing Co.“ präsentiert sich selbst mit Ehefrau und Anverwandten auf der obersten Galeriebene, während die Drucker unten schüchtern herumstehen.



Abb,40: Eine der letzten Linotype-Setzmaschinen mit TTS = Teletype Setting rechts außen

Den Geschwindigkeits-Weltrekord stellte Mitte der 1930er Jahre die Super-Albert-Rotation aus Frankenthal mit 30 000 Zyl./h = 60 000 Expl./h. auf (Abb. 39). Neben der hohen Geschwindigkeit enthielt sie eine Vielzahl von zukunftsweisenden Neuerungen, wie 200 mm dicke Stahlguss-Seitenwände (statt Grauguss), Sprüh-Kurzfarbwerke, Kegelradantriebe mit Steh- und Längswellen (statt Stirnräder mit langen Räderzügen) und Nockensteuerungen im Falzapparat. Ihr Konstruk-

teur war der legendäre Paul Dietrich, der spätere Chefkonstrukteur der MAN in Augsburg, der diesem Unternehmen nach dem Zweiten Weltkrieg zur Marktführerschaft verhalf.

Die erste Maschine ging als „Roter Teufel“, wegen ihres roten Anstrichs so genannt, an den Ullstein Verlag in Berlin zum Druck der Zeitung „BZ am Mittag“. Diese Zeitung, quasi Vorläuferin der „Bild-Zeitung“, bei der in der Produktion nur 8 Minuten vom Eingang einer letzten Nachricht bis zum erscheinen der Zeitungen auf der Straße verstrichen, galt damals als die schnellste Zeitung der Welt. Zu diesem Rekord hatte auch die Rotation ihren Anteil beigesteuert.

Für die weitere Entwicklung der Rotationsdruckmaschinen nach dem Zweiten Weltkrieg 1950-2004 verweise ich auf das ausgezeichnete holländische Fachbuch von Bob Winkler et al., erschienen 2004 in der Uitgevery Compres in Leiden, NL.

Mit der „WIFAG 80“ entstand in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre wieder ein Weltrekord mit einer Produktionsgeschwindigkeit von 40 000 Zyl./h = 80 000 Expl / h. Im Rückblick kann sie als die „Große Agonie“ des Buchdrucks angesehen werden. Fotopolymer-Wickelplatten statt der bruchempfindlichen Bleistereotypie-Platten und Tricks wie „Di-Litho“ (direkte Lithografie) und indirekter Buchdruck konnten ihr Sterben nicht mehr aufhalten. Ihre „Wiedergeburt“ fand ab den 1970er Jahren im Offset-Druckverfahren statt

Das Ende des Setzerberufs

Um auch den Setzmaschinen-Teil abzuschließen, sei noch mit Abb. 40 eine der letzten Ausführung der Linotype-Setzmaschine erwähnt, die im Bild rechts mit einer Einrichtung für den Fernsatz, TTS = Teletype Setting genannt, ausgerüstet war. Mit ihr wurde bereits das Ende des Setzerberufes eingeläutet, denn der TTS-Lochstreifen konnte aus einem Satz-Computer kommen und die Eingabe dazu konnten Datentypistinnen vornehmen.

Und so kam es dann auch. In der ersten Hälfte der 1970er Jahre übernahmen Datentypistinnen die Eingabe der Textdaten und man kümmerte sich fürsorglich mit verstellbaren Tischhöhen und blendfreien Monitoren um die ergonomisch gute Gestaltung ihrer Arbeitsplätze. Die Damen hatten in der Geschichte der Setzmaschinen ihr Feld zurück erobert.

Es gab in dieser Zeit einen großen Streik gegen die „Neue Technik“, d. h. man wollte wieder wie bei der Einführung der Linotype-Setzmaschinen um 1900 die neue Technik teurer machen, doch am Ende führte dies nur dazu, daß diese Technik noch schneller eingeführt wurde und die Computer auch die Umbrucharbeit übernahmen, die den gelernten Setzern zunächst noch geblieben war. Es verbindet sich damit eine außerordentliche Tragik, wenn man bedenkt, daß der Setzer-Beruf einst der höchst angesehene Berufsstand der Branche war und viele Management-Chargen, selbst Politiker-Karrieren sich daraus rekrutierten.

Dieser Artikel beruht auf einem Vortrag des Verfassers, den dieser im Rahmen der VDD-IDD-Seminarreihe am 15. November 2007 im Haus für Industriekultur in Darmstadt gehalten hat. Die Veranstaltung erfolgte in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) des Bezirks Frankfurt-Darmstadt, Arbeitskreis Technikgeschichte

Verwendete Literatur

Theodor Goebel: „Friedrich Koenig und die Erfindung der Schnellpresse“, Verlag Fritz Krais, Stuttgart 1906, Nachdruck der Koenig & Bauer AG, Würzburg, 1956

Walter Wilkes: „Die Entwicklung der eisernen Buchdruckerpressen“, Lehrdruckerei der Technischen Hochschule Darmstadt, Verlag Renate Raecke, Pinneberg, 1983, ISBN 3-923909-00-4

Walter Wilkes: „Buchdruck-Schnellpresse und Endlos-Rotationsmaschinen des 19. Jahrhunderts“ in zwei Halbbänden, Technische Universität Darmstadt, 2004, ISBN 3-88607-152-9

Werner Westerling: „Die Entwicklung der Setzmaschinen“, Studienarbeit an der Technischen Hochschule Darmstadt von 1979, überarbeitet als Unterlage für das Gewerbelehrerstudium mit de m Titel „Der maschinel1e Bleisatz“ ,1994, herausgegeben von der Technischen Hochschule Darmstadt

Brigitte Robuk: „ Vom Pianotyp zur Zeilensetzmaschine – Setzmaschinenentwicklung und Geschlechterverhältnis 1840-1900“, Jonas Verlag, Marburg, 1996, ISBN 3-89445-206-4

Fritz Schröder: „ Ottmar Mergenthaler – Leben und Schaffen eines großen deutschen Erfinders im Ausland“, Mergenthaler Setzmaschinen-Fabriken GmbH, Berlin, 1941

Frank E. Comparato: „Genius and Folly – Printing Press as a Service to Democracy“, Labyrinthos Press, 6355 Green Valley Circle, Culver City, Ca. 90230, 1979, Library of Congress Catalog Card No. 77-90647

Heinrich Meyer: “Handbuch der Stereotypie”, Nachdruck herausgegeben von Martin Boghardt, Frans A. Janssen und Walter Wilkes, Darmstadt, 1986, ISBN 3-88607-057-3

Bob Winkler et. Al: „Rollenrotatiedruk in Nederland 1950-2004“, Uitgeverij Compres b. v., Leiden NL, 2004, ISBN 90-73803-05-5

Hans-Jürgen Wolf: „Geschichte der Druckpressen“, Interprint Verlag, Frankfurt-Main, 1974

Hans-Jürgen Wolf: „Geschichte der Druckverfahren“, Historia Verlag, Elchingen, 1992, ISBN 3-9800-257-4-8

Friedrich Bauer: „Handbuch für Buchdrucker – das Wissen und Können des Maschinenmeisters“, Klimsch-Verlag, Frankfurt-Main, 1925

Martin Welke und Boris Fuchs: „Zeitungsdruck – die Entwicklung der Technik vom 17. zum 20. Jahrhundert“, K.G. Sauer Verlag, München,2000, ISBN 3-598-21321-2

Winfrid Glocker: „Drucktechnik“, Museumskatalog des Deutschen Museum, München,2007, ISBN 978-3-940396-00-6

Helmut Kipphan: „Handbuch der Printmedien“, Springer Verlag, Berlin, 2000, ISBN 3 -540-66941-8

Boris Fuchs; „Ifra – 40 Jahre Kompetenz für Zeitungen in aller Welt“, Ifra, Darmstadt, 2001

Literaturverzeichnis zum Artikel Geschichte der Tiefdruck- und Offsetdruckmaschinen

Otto M. Lilien: „ Die Frühgeschichte des Tiefdruckes bis zur Jahrhundertwende“, herausgegeben von den Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, Frankfurt-Main-Rödelheim, Gaugrafenstr.4-8, 1959, 2. Auflage 1968

Otto M. Lilien: „Die Geschichte des Tiefdrucks von 1900-1920“, herausgegeben von den Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, Frankfurt-Main-Rödelheim, Gaugrafenstraße 4-8, 1963

Otto M. Lilien: Die Geschichte des industriellen Tiefdrucks 1920-1970“, herausgegeben von den Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, Frankfurt-Main-Rödelheim, Gaugrafenstraße 4-8, 1978

Otto M. Lilien: „History of Industrial Gravure Printing up to 1920“, Lund Humphries Publishers Ltd., 12 Bedford Square London WC1, 1972, SBN 85331-321-0

Wilhelm Weber: “ Aloys Senefelder – Erfinder der Lithographie”, Polygraph Verlag, Frankfurt-Main, 1981

Helen Schmits: „Caspar Hermann – ein Leben für den Offsetdruck“, im Eigenverlag der Enkelin, Metelen, 2001,Nachdruck durch die Heidelberger Druckmaschinen AG, Heidelberg, 2002

Wolfgang Walenski: „Der Rollenoffsetdruck“, Fachschriften-Verlag, Fellbach, 1995, ISBN 3-931436-01-2

Martin Krauß: „Vom Glockenguss zum Offsetdruck – Geschichte der Heidelberger Druckmaschinen AG“, Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher, 2000, ISBN 3-89735-148-X

Andreas S. Müller: „Offset – Leitfaden der Offsettechnik“, Polygraph-Verlag, Frankfurt. 1980, ISBN 3-87641-183-1

Helmut Teschner: „Offsettechnik – Technologie in der Druckindustrie“, Fachschriften-Verlag, Fellbach, 1982, ISBN 3-92-1217-13

Oscar Frei: „Rollenoffset – Techniken, Systeme, Maschinen“, Polygraph-Verlag, Frankfiurt, 1979, ISBN 3-87641-189-0

Erhardt D. Stiebner: „Bruckmanns Handbuch der Drucktechnik“, Bruckmann-Verlag, München, 1976,
ISBN 3-7654-1642-8

Autorenkollektiv: „Tiefdruck heute“, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1976

Joe Nünlist: „Historie des Rollenoffset Verfahrens“, Keppler Medien Gruppe, Heusenstamm

Boris Fuchs: „Die Renaissance des Rollenoffsetdrucks im Nachkriegs-Deutschland“, Leipziger Jahrbuch zur Buchgeschichte, Leipzig, 1992

Die Geschichte der Offset- und Tiefdruckmaschinen, ausgehend von den künstlerischen Techniken der Lithographie und des Kupferstichs

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal

Die ersten Tiefdrucke waren Kupferstiche und entstanden vermutlich um das Jahr 1430 in Florenz. Beim Kupferstich werden die druckenden Linien mit einem Stahl-Stichel aus der polierten Kupferplatte herausgehoben, um darin die Farbe zu tragen. Im Grunde handelt es sich um ein Verfahren wie dem des damals schon bekannten Holzschnittes, nur dass das Prinzip von druckenden und nicht druckenden Stellen umgekehrt wurde. Gehörte das eine der Familie der Hochdruckverfahren an, so sprach man beim anderen von einem Familienmitglied der Tiefdruckverfahren. Um Halbtöne zu erzeugen wurden raffinierte Kreuzschraffuren angewandt, die den Drucken einen plastischen Eindruck vermittelten. Albrecht Dürer (1471-1528) war ein Meister darin.

Die Vielfalt der Verfahren beim Kupferstich

In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts kam die Technik der Kaltnadelradierung auf. Bei ihr wurde nicht mit einem Stahl-Stichel, sondern mit einer Stahl-Nadel das zu druckende Bild auf die polierte Kupferplatte gezeichnet. Die dabei aufgeworfenen Ränder der geritzten Linien trugen zur Bildwirkung bei. In der um 1640 entwickelten Schabkunst, die Ludwig von Siegen zugeschrieben wird und in der besonders Matthaeus Merian (1593-1650) und seine Nachfahren sehr bewandert waren, geht man negativ vor, indem man die mit einem Wiegestahl aufgeraute und daher dunkle Platte mit dem Schaber an den Stellen glättet, an denen das Bild im Druck erscheinen soll.

Weitere Verfahren, die Ätztechniken anwandten, waren die Radierung und das Aquatinta. Bei der Radierung wurde die Kupferplatte mit einer Wachs- oder Lackschicht überzogen. In diese Schicht zeichnete man mit einer spitzen Nadel hinein, wodurch das Kupfer freigelegt wurde. In einem Säurebad grub sich dann die Säure an den gezeichneten Stellen in die Platte ein. Bei der Aquatinta wurde die Kupferplatte mit feinem Korn aus Asphalt oder Harz bestäubt und mit Wärme fixiert. Im Säurebad schützte das säurefeste Korn die Platte vor der Ätzung. Es wurde so nur zwischen den Körnern in die Tiefe geätzt. Je nach Länge der Ätzzeit ergaben sich verschiedene Vertiefungsstufen. Um diese verschiedenen Stufen zu erreichen, wurden zwischen den Ätzgängen die Stellen, die nicht länger ätzen sollen, mit einem Lack abgedeckt.

Zum Drucken der Kupferstiche gab es bereits von Anfang an die Kupferdruckpresse (Abb. 1), die nicht mit

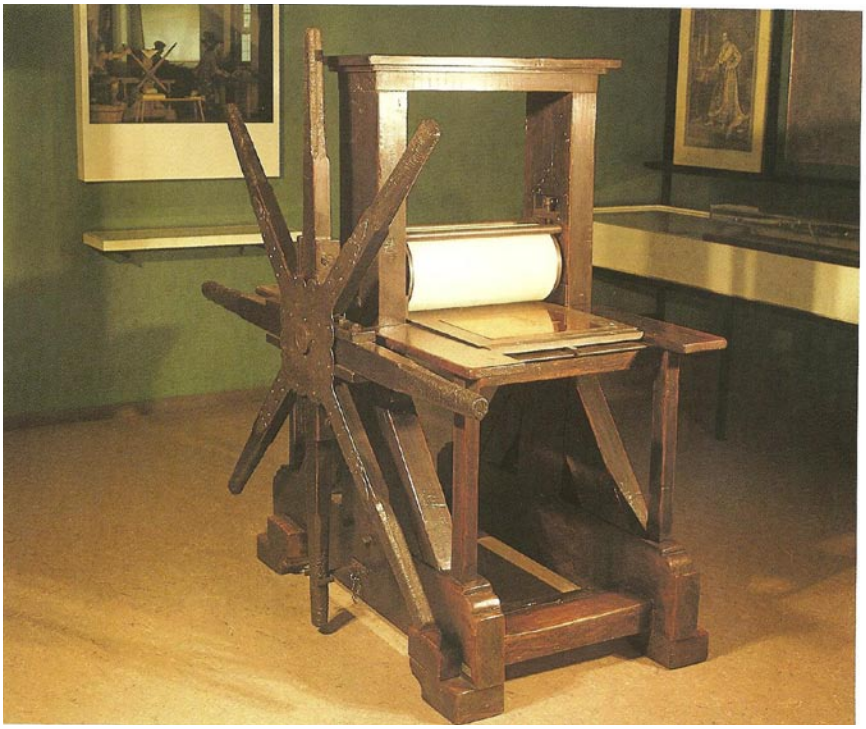


Abb. 1 :Frühe Kupferdruckpresse mit Sternrad-Antrieb und zwei Druckzylindern aus Stahl

Abb. 2: Dreifarbendruck aus 1719 von Jakob Christoph Le Blon mit den 3 Farbauszügen Gelb, Blau und Rot, dazwischen ist der Zusammendruck von Gelb und Blau gezeigt

einem Drucktiegel, sondern mit zwei Druckzylindern ausgestattet war. Es ist somit etwas verwunderlich, dass es beim Buchdruck so lange dauerte, bis auch dort das Tiegel-Prinzip durch das Zylinder-Prinzip ersetzt wurde. In einem Holzgestell sind zwei Stahlwalzen über ein Sternrad drehbar und mit einem gewissen Abstand zueinander gelagert, zwischen denen das Bett mit der Kupferdruckplatte durchgezogen wird. Zuvor wird die Kupferplatte mit einer hochviskosen, zähen Druckfarbe eingefärbt, indem man diese mit einem Lederballen in die Vertiefungen der Platte einreibt. Mit einem Gazetuch wird danach die Oberfläche der Kupferplatte blank gewischt, sodass die Farbe nur in den Vertiefungen liegen bleibt. Dabei wird oft auch mit der Hand nachgeholfen, die vorher in Kreide getaucht wurde. Auf die so präparierte Kupferplatte wird ein feuchtes Büttenpapier aufgelegt und darüber sechs dicke Filztücher geschichtet. Das so entstehende Paket wird mit dem Tisch durch Drehen des Sternrades durch die beiden Zylinder hindurch befördert und auf der gegenüberliegenden Seite kann dann der frisch bedruckte Papierbogen, mit den Fingerspitzen an zwei Ecken fassend, von der Kupferplatte vorsichtig abgezogen werden.

Der Erste, der es fertig brachte, in der Schabkunst Drei- und Vierfarbendrucke herzustellen, war der Merian-Urenkel Jakob Christoph Le Blon (1667-1741). In Frankfurt am Main 1667 geboren, wanderte er 1719 nach London aus und gründete dort das „Picture Office“, in dem er einen schwungvollen Handel mit dreifarbigen Kunstdrucken betrieb. Mehr als 1000 Stück soll er davon abgesetzt haben. Trotzdem ging sein Unternehmen 1723 in Konkurs und auch ein zweites Unternehmen scheiterte, sodass er bei Nacht und Nebel, dem Schuldturm entfliehend, über Den Haag nach Paris ging, wo ihm auch der Vierfarbendruck gelang, da man ihm bei der Bewilligung des Privilegs, das er zum Schutz seiner Erfindung benötigte, die schwierige Herstellung der Dreifarbendrucke ohne Kontur vorwarf. Le Blon erstellte die drei und vier Farbauszüge rein intuitiv nach seinem künstlerischen Gefühl für Farbmischungen. In Abb. 2 ist ein Portrait des Kardinals de Fleury mit den drei Farbauszügen gezeigt. Schon in London hatte Le Blon eine Anleitung zur Herstellung der Dreifarbendrucke mit dem Titel „Coloritto“ verfasst. Er starb 74-jährig 1741 in Paris. Seine Söhne führten sein Werk fort.

In den eigentlichen Tiefdruck, d. h. das Drucken mit einer niederviskosen, flüssigen Farbe und Anwendung eines Rakelmessers zum Abstreifen des Farbüberschusses, trat zuerst der Textildruck ein. Das erste englische Patent auf eine Textiltiefdruckmaschine wurde im Jahre 1783 dem Engländer Thomas Bell erteilt. Die Patentzeichnung (Abb. 3) weist alle Merkmale auf, wie man sie später auch für den Druck auf Papier brauchte. Vorerst dachte man bei der Umsetzung der Efindung jedoch nur an den Textildruck. Eine ähnliche

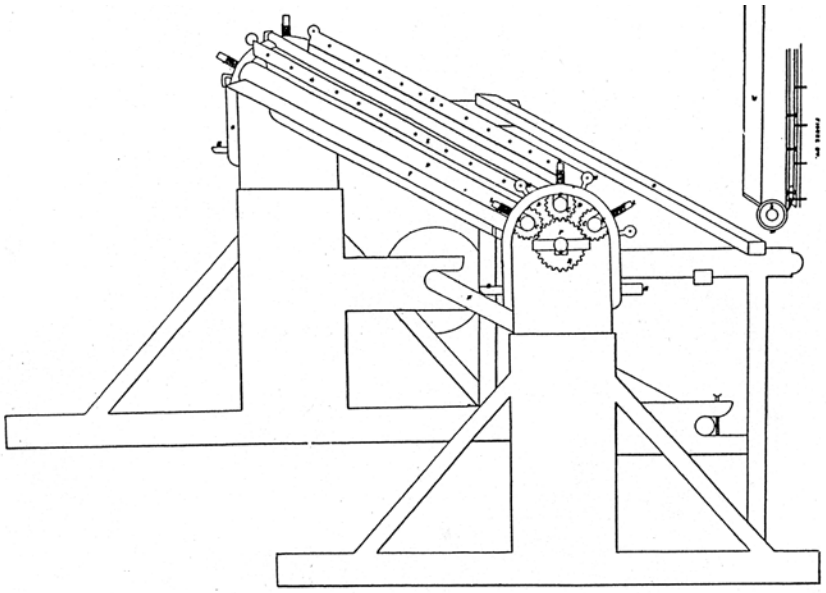


Abb. 3: Patentzeichnung der ersten Textildruckmaschine von Thomas Bell (1783)

Verkennung der lukrativeren Anwendungsmöglichkeit werden wir später auch bei der Entwicklung des Offsetdrucks sehen.

Die Zufallserfindung Lithographie

Szenenwechsel: Ungefähr um die gleiche Zeit, als der Tiefdruck im Textildruck eingesetzt wurde, machte sich in München ein Mann an die Erfindung eines anderen Druckverfahrens, das zu Beginn auch mehr ein künstlerisches als ein kommerziell genutztes war. Die Rede ist von Alois Senefelder (Abb. 4), der nach zahlreichen Versuchen mit Hoch- und Tiefätzungen in den Jahren 1794-1797 die Lithographie erfand, die er zunächst Polyautographie nannte.

Dabei kamen ihm die Kalkschieferplatten aus dem Altmühltal, auch Solnhofener Platten genannt, zustatten. Plan geschliffen ergaben sie eine gute Druckform. Die rührselige Geschichte, dass er aus Ermangelung von Papier den Wäschezettel seiner Mutter auf eine dieser Platten geschrieben habe, ist zwar historisch verbürgt, entsprang aber wohl eher erst nachträglich dem Gespür für Effekte des ehemaligen Schauspielers.

Die zu reproduzierende Zeichnung hatte man spiegelbildlich mit fetthaltiger Kreide auf die Oberfläche zu zeichnen. Der Stein musste danach befeuchtet werden, damit nur die zeichnungsfreien Stellen des Steins benetzt wurden. Beim Einfärben des Steins mit einer fettähnlichen Farbe gelangte so die Farbe nur auf die gezeichneten Stellen, während die feuchten Stellen die Farbe abstießen. Der Umdruck auf Papier konnte so unter einer geeigneten Druckpresse ohne das Hoch- oder Tiefätzen der Druckform erfolgen. Es kamen bei der Einfärbung allein die physikalisch-chemischen Kräfte der Adhäsion und Kohäsion zur Wirkung. Alois Senefelder nannte deshalb sein Verfahren, zu dem er ein ausführliches Lehrbuch verfasste, seine „chemische Druckerey“.

Alois Senefelder hatte schon 1797 eine spezielle Druckpresse für sein Druckverfahren entwickelt, die er Stangenpresse (Abb. 5) nannte. Die Kupferstichpresse, die er anfänglich dazu benutzte, war nämlich unter der aufgebrachten Last zerbrochen und da er befürchten musste, dass der druckempfindliche Kalkstein durch den Einsatz einer Tiegelpresse Schaden nehmen wird, bediente er sich bei der Stangenpresse des Reiber-Prinzips mit einer Holzrakel, die von Hand vorsichtig über den mit einem Blatt Papier bedeckten Stein zu ziehen war. Der Druck kam dabei vom Tritt auf ein Pedal über ein Gestänge auf die Rakel, während der radiale Ausgleich über einen Schwinghebel an der Rakel bewirkt wurde.

Da die Stangenpresse nur schwer zu handhaben war – angeblich konnten von seinen sechs Arbeitern kein einziger diese richtig bedienen – entwickelte er gleich noch eine weitere Presse, die wie eine Kupferstichpresse aussah, jedoch mit dickeren, d. h. stärkeren Druckzylindern ausgestattet war. Später konstruierte Alois Senefelder sogar eine tragbare Steinpresse und wurde damit postum quasi der Erfinder des „Desktop Publishing“. Über viele Jahrzehnte hinweg, auch als an die Stelle von Holz Stahl und Eisen traten, blieb trotz des Bestehens der Zylinderpresse die Reiberpresse mit ihrem charakteristischen Sternrad für den

Abb. 4: Alois Senefelder

Antrieb eine gängige Presse in der Lithographie. Dies mag u. a. Kostengründe gehabt haben.

Um das Jahr 1850 entstanden die ersten Steindruck-Schnellpressen (Abb. 6). 1812 hatte bekanntlich Friedrich Koenig in London das Schnellpressen-Prinzip erfunden und es bedurfte danach nur des Auswechselns der Bleiform gegen den Kalkstein, um daraus eine Steindruckpresse zu machen. Es ist eigentlich verwunderlich, dass es so lange gedauert hat, bis man diesen Rationalisierungsschritt unternahm. Die Lithographie hatte eben zu Anfang kaum Freunde unter den Technikern und Technokraten gefunden – sie war und blieb lange Zeit ein Verfahren der Künstler und diese bevorzugten die manuellen Techniken.

Dem Franzosen Nicolle wird als Erstem die Übernahme des Schnellpressen-Prinzips zugeschrieben. Der Zweite im Bunde war Georg Sigl, der seit 1837 bei der Schnellpressenfabrik von Helbig & Müller in Wien beschäftigt war, der zweiten Schnellpressenfabrik nach Koenig & Bauer in Oberzell bei Würzburg, dann nach Zweibrücken ging, um Christian Dingler, dem Erfinder des Kniehebel-Prinzips bei eisernen Druckpressen den Schnellpressenbau schmackhaft zu machen, und sich 1840 in Berlin sowie mit einer Filiale in Wien selbständig machte. 1851 baute er seine erste Steindruck-Schnellpresse, von der er bis zum Jahre 1881 ganze 2000 Stück absetzten konnte.

Abb. 5: Senefelder´s Stangenpresse

Ein Pionier im Steindruckschnellpressenbau war auch Alexander Dupuy in Paris, bei dem die beiden Schwaben Louis Faber und Adolf Schleicher das Handwerk erlernten, bevor sie wegen des deutsch-französischen Krieges von 1870/71 das Land verlassen mussten, nach Deutschland zurückkehrten und sich in Offenbach am Main selbständig machten. Zwischen 1870 und 1920 bauten sie dort rund 5000 Steindruck-Schnellpressen.

Der konstruktive Aufbau der Steindruck-Schnellpresse besteht aus dem Antrieb des Karrens mit einem

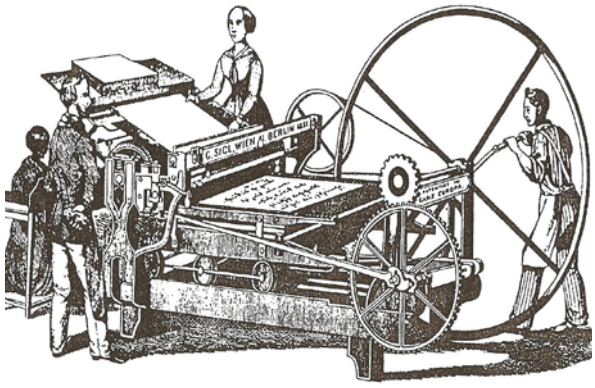


Abb.6 : Erste Steindruck Schnellpresse

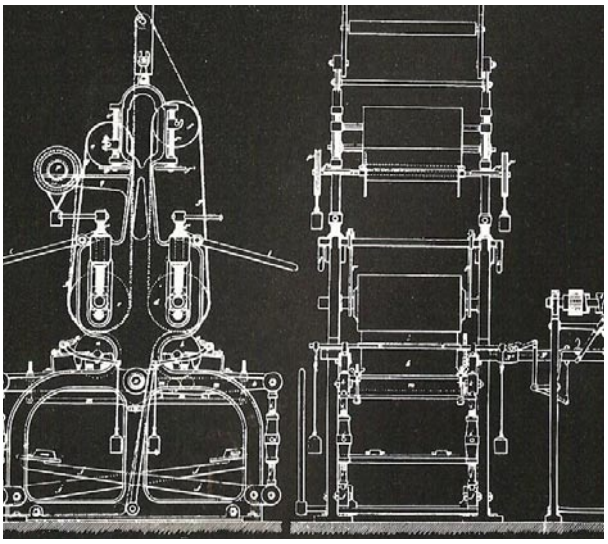


Abb.7: Patentzeichnung der ersten Tiefdruckmaschine zum Druck auf Papier

Kurbeltrieb und Rollrädern unter dem Karren, die die Form mit der doppelten Hublänge gegenüber dem Kurbelausschlag hin und her bewegen ließen. Befeuchtet und eingefärbt wird über ein Tischfeuchtwerk und ein Tischfarbwerk mit separaten Feucht- und Farbauftragwalzen. Der Druckzylinder wird über ein verstellbares Hebelgewicht belastet. Zur Höhenjustierung des Kalksteines dienen Keile.

Der geheim gehaltene Tiefdruck

Abermals Szenenwechsel zurück zum Tiefdruck: Otto M. Lilien, dem ehemaligen Forschungsleiter des Axel Springer Verlags und genialen Tiefdruck-Historiker, ist es zu verdanken, dass er die in Abb. 7 gezeigte Patentzeichnung einer frühen Tiefdruckmaschine aus dem Jahre 1860 im Archiv der Maschinenfabrik Mühlhausen im Elsass fand, die einem Auguste Godchaux, Verleger in Paris, erteilt wurde. Auch den letzten Betreiber der Maschine, den Sohn von Auguste Godchaux, konnte er in Paris ausfindig machen, der darauf bis 1951 Schönschreibhefte für den Schulunterricht druckte. Die Formzylinder, von denen gedruckt wurde, waren damals jedoch noch in einer Art Loch-Manier von Hand graviert worden.

Als Erfinder des fotografischen Tiefdrucks gilt der Böhme Karel Klic (Karl Klietsch, Abb.8), der 1879 auf einer Sitzung der Photographischen Gesellschaft in Wien seine Staubkorn-Heliogravüre in Plattenform vorstellte, ohne jedoch das Verfahren preiszugeben. Er verkaufte es vielmehr an verschiedene Kunstanstalten in Österreich, im Elsass, in England und später auch an die Kunstanstalt F. Bruckmann in München. Klic wanderte 1886 nach England aus und gründete 1895 zusammen mit dem Chemigraphen Samuel Fawcett

Abb. 8: Karel Klietsch, der Erfinder des Tiefdrucks

die Rembrandt Intaglio Printing Company in Lancester unter dem Dach der Storey Brothers. Statt mittels Kupferplatten wurde von Kupferzylindern auf einer Stofftiefdruckmaschine gedruckt. Dies konnte man über 10 Jahre geheim halten und versah zur Irreführung der Konkurrenz und zur Wertsteigerung der Kunstdrucke die Druckbogen nachträglich mit einem Prägerand.

Die Tiefdruckmaschinentechnik wurde von einem Wiener mit Namen Theodor Reich (Abb. 9), Betriebsleiter bei einer Fabrik für gravierte Textildruckzylinder in London, weiterverfolgt. Dieser beschäftigte sich nämlich in seiner Freizeit zuhause mit Experimenten, um hinter das Geheimnis der lukrativen Rembrandt-Drucke zu kommen. Es gelang ihm schließlich, einen kleinen Zylinder zu ätzen. Mit diesem Zylinder suchte er den Hersteller von Textiltiefdruckmaschinen, John Wood, in Ramsbottom bei Manchester auf und veranlasste diesen, für ihn eine kleine Zweifarbenmaschine zu bauen, mit der er zuhause weiter experimentierte.

Theodor Reich bestellte nach erfolgreichem Abschluss seiner Experimente bei John Wood drei Tiefdruckmaschinen:

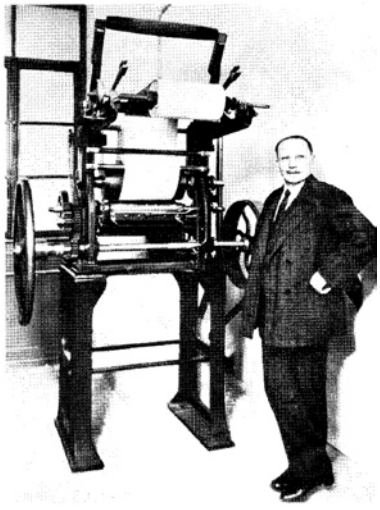


Abb.9: Theodor Reich mit seiner bei Wood gebauten Tiefdruck-Rotationsmaschine

Abb.10: Dr. Eduard Mertens, 1860-1919, der den Tiefdruck für Zeitungen ermöglichte

- eine für die Graphische Kunstanstalt F. Bruckmann in München

- eine für die Tiefdruckerei von J. Loewy in Wien und

- eine, die ein Freund von ihm nach USA zur Alco Gravure Inc. in Hoboken, N.J. mitnahm.

Die Tiefdrucktechnik mit geätzten Kupferzylindern wurde so schnell in alle Welt verbreitet. Derjenige, der die Technik kannte, hielt sie jedoch trotzdem geheim.

Eine weitere Phase der Tiefdruckentwicklung wurde von zwei Deutschen eingeleitet: von Ernst Rollfs, Besitzer einer Textilfabrik in Siegburg, und Dr. Eduard Mertens (Abb. 10), Besitzer der Graphischen Gesellschaft in Berlin zur Herstellung von Druckwalzen für den Stoff- und Tapetendruck. Beide gründeten 1906 in Siegburg die Deutsche Photogravure AG und hatten dazu schon um 1900 verschiedene Patente angemeldet sowie Drucke auf Papier mit autotypischer Rasterung kommerziell vertrieben. Dr. Mertens sicherte für sich allein die Nutzung der den Zeitungsdruck betreffenden Patente der Deutschen Photogravure AG und siedelte 1907 nach Mühlhausen im Elsass um, wo er mit der dortigen Maschinenfabrik zusammenarbeitete.

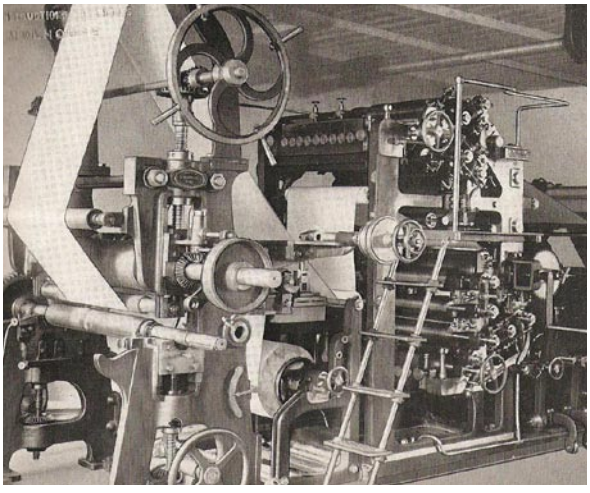


Abb.11: Die Hybrid-Maschine Buchdruck/ Tiefdruck auf der die Freiburger Zeitung 1910 gedruckt wurde

Ein wahrhaft österliches Ereignis für den Tiefdruck trat ein, als Dr. Mertens 1910 zwei von ihm in Mühlhausen entwickelte Tiefdruckwerke mit der in Freiburg bereits bestehenden VOMAG-Buchdruckrotationsmaschine zu einer Hybridmaschine zusammenschloss (Abb. 11). Es erschien so zu Ostern 1910 die Freiburger Zeitung mit zwei Beilagen zu je 4 Seiten in einer Auflage von 20 000 Exemplaren, bei denen Tiefdruckbilder innerhalb des normalen Buchdrucktextes standen. Dies war das erste Mal, dass über das Tiefdruckverfahren ganz offen und öffentlich in einem Leitartikel der Zeitung berichtet wurde. Der Tiefdruck wurde aus dem Dunstkreis des Geheimnisvollen und Künstlerischen heraus gehoben und zu einem industriellen Verfahren erklärt. Das Datum Ostern 1910 gilt deshalb als die eigentliche Geburtsstunde des Tiefdrucks.

Die Vorerfindungen zum Offsetdruck

Abermals Szenenwechsel: Schon bei den Steindruckpressen kannte man ab 1862 das so genannte „Kontern“, d. h. das Übertragen von Vorlagen auf unterschiedliche Druckformen, sei es zur Vervielfältigung der Form für mehrfache Nutzen oder zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Form mittels eines dehnbaren Gummituchs. Zudem kannte man seit 1870 die im Buchdruck arbeitenden Blechdruckmaschinen (Abb. 12) mit eingebautem Umdruck über einen Gummituchzylinder. Als Erfinder gelten die Franzosen Pelaz & Huguenet, ihre weiteste Verbreitung fanden sie jedoch hauptsächlich in England, wohl wegen der dort beliebten, bebilderten Teedosen.

1886 ersetzte der Schotte Rudiman Johnston in Edenburgh erstmals in der Lithographie die schwer handhabbaren Kalksteine durch biegsame Zinkplatten (später führen die Amerikaner Aluminiumplatten ein), was die Anwendung des Rotations- Prinzips auch in der Lithographie erlaubte. Schon Alois Senefelder hatte nach Mitteln und Wegen gesucht, den zerriebenen Kalkstein auf biegbare Platten aufzubringen. Diese Art Pressen, die direkt und ohne Zwischenschaltung eines Gummituchs arbeiteten, nannte man „Zinkdruck-Rotarys“. Damit lagen eigentlich bereits zu diesem frühen Zeitpunkt alle Prinzipien und Elemente für den Offsetdruck vor. Und wie beim Textiltiefdruck und beim Tiefdruck auf Papier muss man sich wundern, dass damals noch niemand auf die Idee kam, das Umdruck-Prinzip nicht nur für den Blechdruck, sondern auch für den Druck auf Papier einzusetzen. Die Ideen liegen manchmal lange Zeit quasi „in der Luft“, bis sie irgendjemand aufgreift.

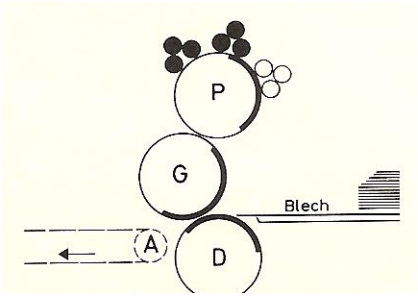


Abb.12: Schema einer direkt arbeitenden Blechdruck-Rotationsmaschine Mailänder „Blero“

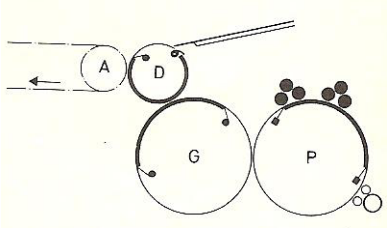


Abb.13 Schema der Maschine von L.S.Morris:

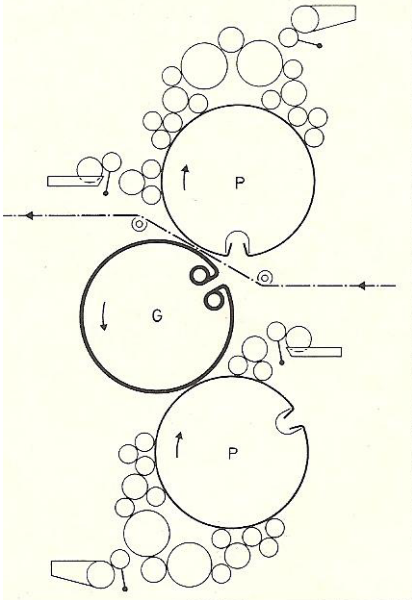


Abb.14: Schema der Maschine von R.F. Rogers

Der Erste, der 1903 eine Bogenoffsetmaschine für den Druck auf Papier konstruierte (Abb. 13), war der Amerikaner L. S. Morris. Er baute jedoch die Maschine nicht selbst, sondern verkaufte seine Zeichnungen (Blaupausen) an die damals schon gut etablierte Steindruckmaschinenfabrik von George Mann & Co. in Leeds, England. Dort versuchte der Chefkonstrukteur der Firma, Arthur Evans, die Maschine nach diesen Plänen zu bauen, was angeblich misslang. Der Kommentar, den Evans in einem alt-englischen, sarkastischen Ton aussprach, lautete: „The only slight drawback was, that the machine, as Morris had conceived it, just did not work“. (Der einzige Nachteil war, dass die Maschine, wie sie Morris sich ausgedacht hatte, einfach nicht funktionierte). Dies mag uns zeigen, dass es zur Durchsetzung einer Erfindung des vollen Einsatzes und des Durchsetzungswillen des Erfinders selbst bedarf.

Der Zweite war ebenfalls ein Amerikaner mit Namen Robert Fletcher Rogers, der in New York lebte und ein Jahr später, 1904, sogar ein deutsches Patent darauf erhielt. Es war dies jedoch nur eine halbe Offsetdruckmaschinen (Abb. 14), die im oberen Teil als „Zinkdruck-Rotary“ direkt auf das Papier druckte und im unteren Teil dies indirekt über einen Gummituchzylinder tat. Im Gegeneinanderstellen der Zylinder nahm sie sogar das spätere Patent von Caspar Hermann für den Gummi-gegen-Gummi-Druck vorweg. Überdies ist die Maschine in der Patentzeichnung sogar als Rollenmaschine gezeigt, woran man zu diesem Zeitpunkt noch nicht dachte. Es ist jedoch nicht bekannt, ob Rogers Maschine tatsächlich gebaut wurde oder nur auf dem Papier stand.

Der Dritte im Bunde der Vorerfinder des Jahres 1903 war der deutsche Emigrant in USA, Caspar Hermann. Er versuchte in diesem Jahr ein Patent auf eine Sechsfarben-Bogenoffsetdruckmaschine vom Kaiserlichen Patentamt in Berlin zu erhalten, was ihm jedoch unter Hinweis auf die bereits indirekt druckenden Blechdruckmaschinen verweigert wurde (Abb. 15). Dabei wäre allein schon die Bauweise patentwürdig gewesen: Sechs Farben und ein Feuchtwerk sind rund um einen mit sechs Farbauszug-Platten belegten Plattenzylinder angeordnet, wobei die Farbwerke über Kurvenscheiben gehoben und gesenkt nur den jeweiligen Farbauszug einfärben. Danach wird jede Farbplatte auf ein korrespondierendes Gummituch des 6-teiligen Gummituchzylinders übertragen. Nach jeweils sechs Umdrehungen war auf dem anschließenden, einteiligen Druckzylinder das Exemplar kumulierend sechsfarbig gedruckt worden, sodass es zur Auslage gelangen konnte.

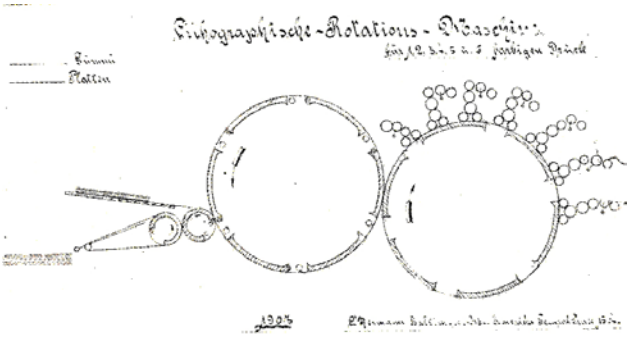


Abb. 15: Patentzeichnung von Caspar Hermann auf eine sechsfarben Bogenoffsetmaschine (1903)

Die Doppelerfindung des Offsetdrucks

Die Sternstunde für den Offsetdruck schlug im Jahre 1904 mit einer Doppelerfindung des bereits genannten Deutsch-Amerikaners Caspar Hermann und des gebürtigen Amerikaners Ira Washington Rubel. Diese Doppelerfindung wird im „National Museum of American History“ in Washington D.C. mit der Aufstellung beider Maschinen Rücken an Rücken eindrucksvoll demonstriert. Abb. 16 zeigt die Rubel-Maschine und Abb. 17 die mit dem Rücken dazu stehende Harris-Maschine von Caspar Hermann.

Zunächst die Maschine von Ira Washington Rubel: Ihm wird die rührselige Geschichte von dem Fehlbogen zugeschrieben. Sie ist schnell erzählt: Beim Druck von hartem Banknotenpapier in Rubels Stein- und Zinkdruckerei in Rutherford, New Jersey, musste ein Gummituch auf den Gegendruckzylinder der Zinkdruck-Rotary aufgespannt werden. Die Anlegerin ließ aus Versehen einen Bogen aus, der Druck kam dadurch auf das Gummituch des Gegendruckzylinders und bedruckte damit den folgenden Bogen nicht nur auf der Vorderseite, sondern auch auf der Rückseite. Bei näherem Betrachten des doppelseitig bedruckten Bogens stellte Rubel fest, dass die indirekt bedruckte Rückseite zwar spiegelbildlich, aber wesentlich besser ausgedruckt war. Der Offsetdruck war damit geboren und Rubel fand auch gleich den Namen für sein Verfahren: Off-set von „Absetzen“.

Rubel gab daraufhin seine Druckerei auf und widmete sich fortan nur noch dem Bau von Bogenoffsetmaschinen. Er verband sich zu diesem Zweck mit dem Chemigraphen Axel Sherwood in Chicago zum „Sherwood Syndicate“ – auch scherzhaft „Sherbel Syndicate“ genannt. Die darüber von ihnen vertriebenen Maschinen ließen sie bei der Potter Printing

Abb.16: Die erste Bogenoffsetdruckmaschine von Ira Washington Rubel

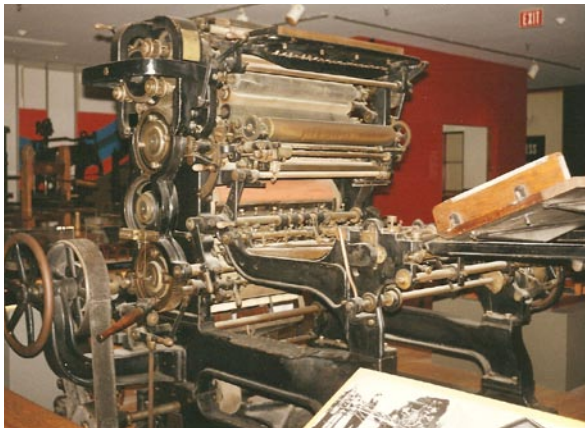
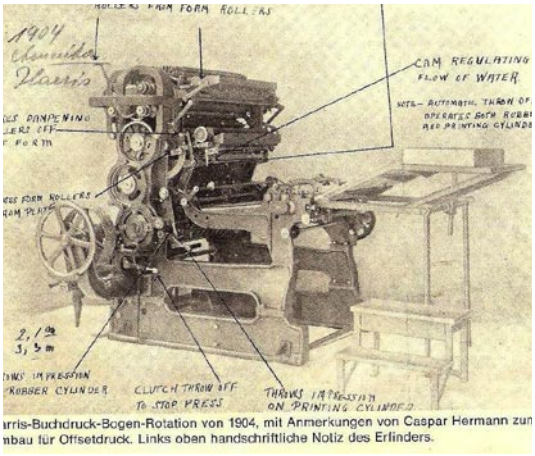


Abb.17: Die erste Bogenoffsetdruckmaschine von Caspar Hermann als umgebaute Harris Bogenrotationsmaschine

Press Company in Plainfield, New Jersey, fertigen. Trotz spektakulärer Marketingmaßnahmen – sie platzierten vorab 12 Maschinen in 12 Bundesstaaten als so genannte „12 Apostel“ – ging das Syndikat schon nach einem Jahr in Konkurs. Potter baute daraufhin in eigener Regie, ohne Rubel Lizenz zu zahlen, die Maschinen weiter und war darin sehr erfolgreich.

Rubel reiste nach England, um dort einen neuen Finanzier für seine Fertigung zu finden. Durch einen unvorsichtigerweise bei der Banknotendruckerei DeLaRue & Sons in London liegen gelassenen Probebogen erhielt der Chefkonstrukteur Arthur Evans der bekannten Steindruckmaschinenfabrik George Mann & Co. in Leeds Kenntnis vom Druckprinzip, was ausgerechnet diesem, der vorher zu dem sarkastischen Urteil über die Morris-Maschine gekommen war, den entscheidenden Hinweis gab, die Rubel-Maschine nachzuempfinden. Die Firma Mann wurde dadurch die erste Bogenoffsetdruckmaschinenfabrik in Europa.



rris-Buchdruck-Bogen-Rotation von 1904, mit Anmerkungen von Caspar Hermann zum
nbau für Offsetdruck. Links oben handschriftliche Notiz des Erfinders.

Abb.18: Foto einer Harris Bogenoffsetdruckmaschine zu der Caspar Hermann die Änderungen für den Offsetdruck eingetragen hat

Abb.19: Caspar Hermann an der von ihm erbauten ersten Bogenoffsetdruckmaschine in Deutschland, genannt Triumph

Erste Lizenznehmerin wurde die Leipziger Schnellpressenfabrik von Schwiers, Werner & Stein (SWS). Rubel ging bei alledem leer aus und der Gram darüber dürfte mit zu seinem frühen Tod 1908 in London beigetragen haben – er wurde nur 48 Jahre alt.

Der Zwillingspartner im Geiste bei dieser Doppelerfindung war der besagte Deutsch-Amerikaner Caspar Hermann. Dieser war nicht durch Zufall – wie Rubel vorgab – sondern durch logische Überlegungen und danach durchgeführten Experimenten in seiner kleinen Stein- und Zinkdruckerei in Baltimore, Maryland, auf die Idee mit dem Gummituch gekommen. Vorbild für ihn war das bereits beschriebene „Kontern“. Er hatte ja auch schon ein Jahr zuvor versucht, ein Patent auf die von ihm erdachte Sechsfarben- Bogenoffsetmaschine zu erhalten.

Er bot seine Erfindung den Brüdern Alfred und Charles Harris an, die seit 1895 die Harris Automatic Printing Press Company in Niles, Ohio, betrieben. Die Übernahme seiner Erfindung machte er den Harris-Brüdern dadurch schmackhaft, dass er anbot, ihre schlecht verkaufbaren Buchdruck-Bogenrotationsmaschinen auf Offsetdruck umzubauen. Der Vertrag kam am 5. Januar 1905 zustande und machte die Firma Harris zur zweiten Bogenoffsetmaschinenfabrik neben der von Rubel, dem Sherwood-Syndikat und Potter. Die Abb. 18 zeigt ein Foto der Harris-Bogenoffsetmaschine, in die Hermann selbst die Änderungshinweise eingetragen hat. Durch die Fürsorge des unvergessenen Offsetfachmanns Hermann Schniedewind (Planeta, Roland, MGD) sind uns diese Dokumente erhalten geblieben.

Wie schnell sich der Bogenoffsetmaschinenbau danach in USA ausbreitete, hat uns Frank Comparato in seinem Buch „Chronicles of Genius and Folly“ überliefert. Danach stellten bereits 1916 acht verschiedene Hersteller 560 unterschiedliche Modelle und Formate von Bogenoffsetmaschinen her. 4 Jahre danach, 1920, waren es bereits 800 Modelle – Harris allein lieferte in 45 Jahren 75 verschiedene Modelle in 29 verschiedenen Formaten aus.

Caspar Hermann hatte neue Ideen für den Bogen-Mehrfarbendruck und für den Rollendruck, für die er damals in USA keine Möglichkeit zur Verwirklichung sah. Er trat deshalb im Mai 1907 mit seiner Familie die Rückreise nach Deutschland an. Doch auch hier fand er zunächst nur taube Ohren für seine Ideen. Um sich und seine Familie finanziell über Wasser halten zu können, baute er bei der Maschinenbau-Gesellschaft Zweibrücken, vormals Christian Dingler, Vertretung für Harris in Europa, auf Lager liegende und nicht mehr verkaufbare Harris-Buchdruck-Bogenrotationsmaschinen auf eigene Rechnung in Bogenoffsetmaschinen um. Daraus resultierte die erste deutsche Bogenoffsetmaschine mit Namen „Triumph“, die im Herbst 1907 in Leipzig der Fachöffentlichkeit vorgestellt wurde. In Abb. 19 ist Caspar Hermann an der Maschine zu sehen.

Caspar Hermann erfand später, als er bei der VOMAG in Plauen, Vogtland, Anstellung fand, noch andere Bauarten von Bogenoffsetmaschinen, so das Zweizylinder-System, bei dem ein doppelt großer kombinierter Druck- und Plattenzylinder gegen einen einfach großen Gummituchzylinder angestellt war, sowie das Fünfzylinder-System, das später zu einer Spezialität der Roland-Offsetmaschinenfabrik von Faber & Schleicher in Offenbach am Main wurde. Diese trat jedoch erst im Jahre 1911 in den Bau von Offsetmaschinen ein, was manche erstaunen mag. War

sie doch über viele Jahre vor und nach dem Zweiten Weltkrieg der einsame Bannerträger des Offsetdrucks gegenüber dem dominierenden Buchdruck. Auch mit dem Satelliten-Prinzip experimentierte Hermann bei Bogenoffsetmaschinen, das 1926 bei VOMAG gebaut wurden. Das Prinzip setzte sich jedoch trotz mehrerer Anläufe im Bogendruck nicht durch. Erst beim Rollendruck schaffte es den Durchbruch.

Die Entwicklung der Bogen-Tiefdruckmaschine

Szenenwechsel zurück zum Tiefdruck: Obwohl 1910 in Freiburg das Geheimnis um die Tiefdruckmaschinen gelüftet worden war, versteckten weiterhin in England einige Druckereien ihre Tiefdruckmaschinen hinter einer Bretterwand und eine dieser Firmen veröffentlichte sogar als Werbung das in Abb. 20 gezeigte Foto mit der Unterschrift: „Unsere vier neuen Tiefdruckmaschinen“, nur die vier bedruckten Papierbahnen zeigend, die aus Schlitzen einer Bretterwand herausliefen. Bei der Tiefdruckerei Ringier & Co. in Zofingen, Schweiz, führte man unter dem etwas schrulligen Technischen Leiter Ernst Oppliger diese Geheimhaltungspolitik bis nach dem Zweiten Weltkrieg mit einer Maschine fort, die zwei Papierbahnen von einem Formzylinder bedruckte. Sie wurde innerbetrieblich die „Turbo-Maschine“ genannt. Doch die umgekehrte Farbreihenfolge beim Mehrfarbendruck brachte sie am Ende zu Fall.

Parallel zu den Rollentiefdruckmaschinen erfand Carl Blecher schon im Jahre 1908 die erste Bogentiefdruckmaschine, die er bei Kempe in Nürnberg bauen ließ. Eine spätere Ausführung zeigt Abb. 21 von 1913. Dies waren sehr kompakt gebaute Maschinen, noch ohne eingebaute Trockeneinrichtung. Für die langsame Geschwindigkeit genügte die Trocknung an der freien Atmosphäre, bzw. das Trocknen durch Aufhängen der bedruckten Bogen auf einer Leine oder einem Regal mit Fächern. Es handelte sich ja um Kunstdrucke.

Bei F. Bruckmann und Brend’amour Sinhart & Co. in München wurden darauf neben Kunstblättern auch die bayrischen Briefmarken gedruckt. Der Tiefdruck wurde neben dem Stahlstich ein bevorzugtes Verfahren für diesen Wertzeichendruck. Er prädestinierte sich aber auch für den Verpackungsdruck, besonders, wenn es sich um aufwändige, mit Goldbronze verzierte Schokoladen-Einwickler und Zigarren-Bauchbinden handelte. Später etablierte sich der Verpackungstiefdruck als eine spezielle Branche neben dem Illustrations-Tiefdruck.

Im gleichen Jahr 1913 kamen neben den Kempe-Blecher-Maschinen auch erstmals die Palatia-Bogentief-

Abb.20: Geheimhaltung im Tiefdruck: Unsere vier neuen Tiefdruckmaschinen

druckmaschinen der Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie A.G. heraus, die mit ihrer eingebauten Trockenstrecke bald darin führend wurden. Es gab daneben eine kompakte Version, den Palatia-Automaten (Abb. 22), der es auch kleineren Druckereien erlaubte, in den Tiefdruck einzusteigen, zumal die Maschinen mit flexiblen Kupferplatten, statt mit aufwändig herzustellenden und schweren Tiefdruckzylindern drucken konnten. Aber, die Formherstellung soll weder beim Offsetdruck, noch beim Tiefdruck das Thema in diesem Beitrag sein – dies würde einen eigenen Artikel erforderlich machen.

Den Mehrfarbendruck im Bogentiefdruck förderte bei der Schnellpressenfabrik Johannisberg in Geisenheim am Rhein der Bremer Verleger Carl Eduard Schünemann, leiblicher Vater des später von Dr. Hans Bolza von der Koenig & Bauer AG in Würzburg adoptierten Physikers Dr.-Ing. Hans-Bernhard Bolza-Schünemann. Er hat die Johannisberger mit seinen Ideen für Mehrfarben-Bogentiefdruckmaschinen inspiriert. Nach der „Kaskaden-Liti“, drei kaskadenförmig hintereinander geschalteten Einfarbenmaschinen, entstand dort die Dreifarbenmaschine mit dem Namen „Dürer“ (Abb. 23), bei der die drei Druckwerke mit ihren Trockenkanälen übereinander angeordnet waren. Dies gestattete eine wesentlich kompaktere Bauweise.

Den Markterfolg der „Dürer“ konnte nach dem Zweiten Weltkrieg die Bogentiefdruckmaschine „Rembrandt“ der Koenig & Bauer AG (Abb. 25) mit den schräg gestellten Trockenkästen fortsetzen. Sie ging aus der von Carl Eduard Schünemann bei einem England-Aufenthalt konzipierten Maschine „Holbein“ hervor. Die technische Überwachung der Montage dieser Maschine hatte nach Schünemanns Heimreise der Johannisberger Druckmaschinenkonstrukteur Henry Moog übernommen, dessen Unternehmen noch heute in Geisenheim am Rhein Bogentiefdruckmaschi-

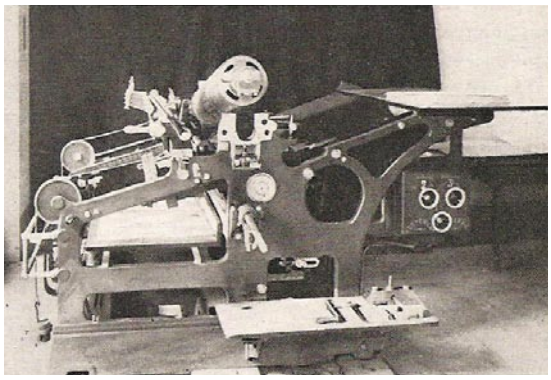


Abb.21: Erste Bogentiefdruckmaschine von Carl Blecher

nen herstellt. Am Malteser-Antrieb der „Rembrandt“, die auf Grund freundschaftlicher Beziehung zwischen Dr. Hans Bolza und Carl Eduard Schünemann nach Würzburg gekommen war, hatte der Sohn des Letzteren seine ersten Sporen als genialer Druckmaschinenkonstrukteur verdient, was zu der bereits erwähnten Adoption durch Dr. Bolza führte. Für Bogentiefdruckmaschinen hatten offensichtlich die Schünemanns alle ein gewisses Faible.

Der Entwicklungsweg der Trockeneinrichtungen bei Tiefdruckmaschinen

Im ereignisreichen Jahr 1913 lieferte die Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie. AG, später Marktführer bei Illustrations-Tiefdruckmaschinen unter der neuen Firmenbezeichnung KBA Werk Frankenthal, ihre erste Rollentiefdruckmaschine (Abb. 25) an eine Druckerei in Berlin. Neben der Farbwanne, der Rakel, der Druckanstellung, der Abrollung und der Plano-Auslage tritt dabei als wichtiges Maschinenelement die Trockenstrecke über der Maschine in Erscheinung. Sie besteht aus extern erhitzen Metallplatten, über die die bedruckte Papierbahn mit der Rückseite geführt wird, während offene Ventilatoren Frischluft auf die Vorderseite des frischen Drucks fächelt. Nicht nur für die Thermodynamiker ist begreiflich, dass dies nicht sehr wirksam war und nur niedrige Durchlaufgeschwindigkeiten erlaubte, zumal das Lösungsmittel der Farbe im Wesentlichen aus Terpentilöl und einem geringen Zusatz des hochgiftigen Benzols bestand. Heute ist dies längst durch das flüchtigere Toluol ersetzt.

Für den beidseitigen Schön- und Widerdruck brachte man im System „Schulte“, genannt nach dem damaligen aus München stammenden Druckinstruktor in Frankenthal, Hans Schulte, die Heizplatten in einem Rechteck an und ersetzte die offenen Ventiltoren durch Luftdüsen, die die Frischluft auf den frischen Druck bliesen (Abb. 26). Die dadurch mit Lösungsmittel geschwängerte Luft ging aber weiterhin ungehindert in den Raum, was dem Raumklima nicht sonderlich förderlich war.

Schon im Jahre 1918 baute der Konstrukteur Isidor Tornberg bei der schon legendären US-amerikanischen Druckmaschinenfabrik R. Hoe & Co. in New York einen gekapselten Trockenschrank (Abb. 27), in dem die mit Lösungsmittel geschwängerte Luft abgesaugt wurde. Ein weiters Konstruktionsmerkmal dieser Maschine war, dass die Druckan- und -abstellungen über eine Längswelle synchronisiert wurden. Ein Jahr danach, 1919, führte man bei R. Hoe erstmals die Trockentrommel ein (Abb. 28), die fortan über rund 50 Jahre die Tiefdruck-Trocknungsanlagen bestimmen werden. Die bis dahin mit 185 cm breiteste Tiefdruckmaschine verfügte als Weiterentwicklung der Tornberg-Maschi-

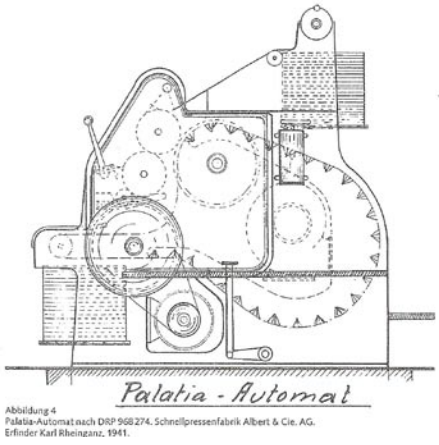


Abb.22: Der kompakt gebaute Palatia-Automat mit Trockenstrecke

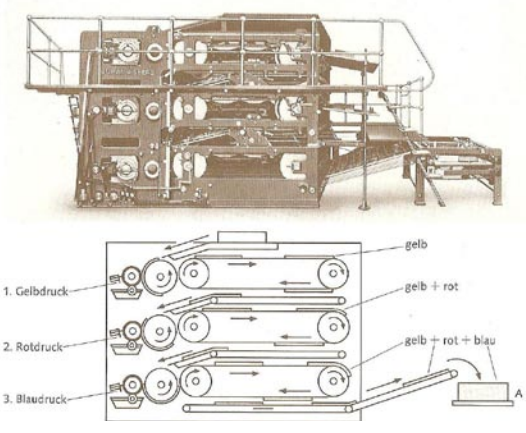


Abb.23: Die Dreifarben-Bogentiefduckmaschine „Dürer“ der Schnellpressenfabrik Johannisberg GmbH in Geisenheim am Rhein

ne über eine Längswelle in Unterfluranordnung, statt der seitherigen, langen Züge von Stirnrädern. Der Erste Weltkrieg hat in Deutschland die Weiterentwicklungen unterbrochen.

Im Jahre 1931 entwickelte in Frankenthal der Chemiker Edward Nagelstein eine neuartige, gekapselte Kaltluft-Parallelstrom-Tocknungsanlage mit Absaugung zur Rückgewinnung der Lösungsmittel, die jedoch auf den Widerstrand des allmächtigen Druckinstruktors Hans Schulte stieß. Nagelstein verkaufte deshalb sein Patent an die Kadus-Werke, Hersteller von Haartrocknern (Föhnen) in Neustadt im Schwarzwald, die diese Anlagen unter dem Namen „Fuykers-Rekordtrockner“ (Abb. 29) herausbrachte. Mit ihr konnte die Produktionsgeschwindigkeit auf 5 m/s gesteigert und über eine „Supersorbon-Anlage“ der Firma Lurgi in Frankfurt mehr als 100% des Lösungsmittels zurück gewonnen werden.

1932 entwickelte die Koenig & Bauer AG unter Umgehung des Fuykers-Patentes eine Raumluft-Tocknungsanlage mit extrem schmalem Trocknungskanal (zur Luftwirbelbildung) und Absaugung der Luft sogar über dem Farbwerk (Abb. 30). In Frankenthal und bei WIFAG in Bern, Schweiz, folgte man mit ähnlichen Konstruktionen.

In USA entwickelte Adolph Weiss ein voll gekapseltes Farbwerk (Abb.31), das die flüchtigen Tiefdruckfarben Tage lang frisch hielt und jegliches Spritzen der niederviskosen Farbe verhinderte. Druckfarbenfachleute

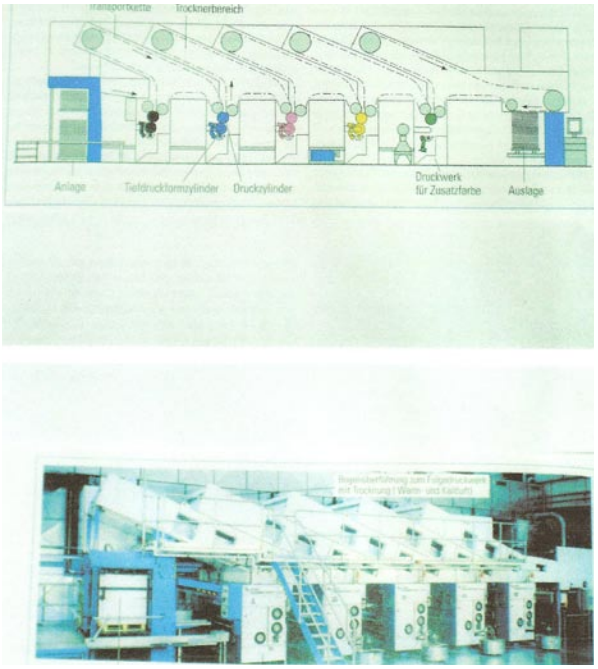


Abb.24: Rembrandt-Mehrfarben-Bogentiefdruckmaschine der Koenig & Bauer AG

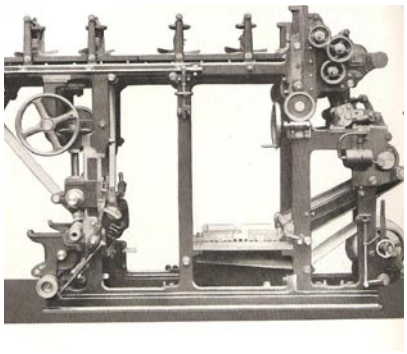


Abb.25: Erste Rollentiefdruckmaschine der Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie AG

bezeichneten dies als die größte Revolution im Tiefdruckmaschinenbau, später gefolgt von der Behringer-Rakel des Deutsch-Amerikaners Alfred Behringer, Technischer Leiter bei Alco-Gravure in Hoboken, N.J. Abb. 32 vermittelt einen Eindruck, wie Tiefdruckereien damals aussahen. Maschinen zur Weiterverarbeitung der Exemplare waren damals noch keine zu sehen. Die Exemplare wurden auf einem Packtisch zu Bündeln aufgestoßen und mit Hanfschnüren zusammengebunden.

Die Erfindung der Rollenoffsetmaschine

Zurück zum Offsetdruck: Zu dem Zeitpunkt, als der deutsch-amerikanische Offset-Pionier Caspar Hermann in Deutschland eintraf, war ihm das bedeutende Patent 203 612 vom Kaiserlichen Patentamt in Berlin zugesprochen worden (Abb. 33). Es betraf das Prinzip Gummi-gegen-Gummi-Druck zur Einsparung des sonst üblichen dritten Zylinders, des Gegendruckzylinders. Ein enormer wirtschaftlicher Vorteil verband sich damit, zumal damit auch der Rollenoffsetdruck ermöglicht werden sollte. Doch niemand außer ihm erkannte dies.

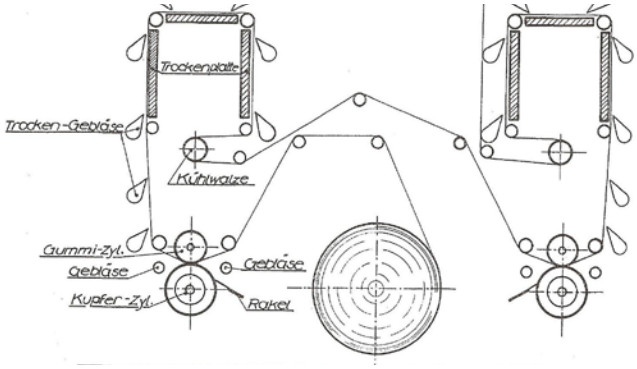


Abb.26: Heizplattentrocknung mit Blasluftdüsen statt nur Heizplattentrocknung

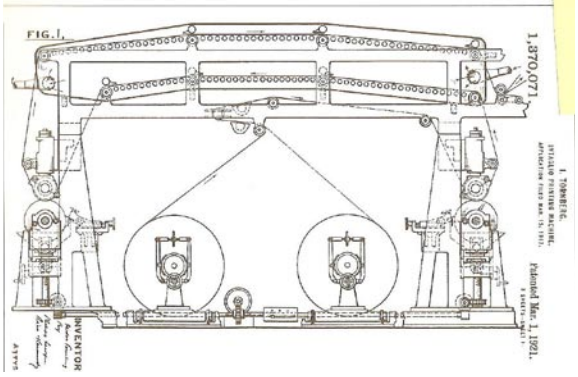


Abb.27: Gekapselter Trockenschrank auf einer HOE-Rollentiefdruckmaschinen

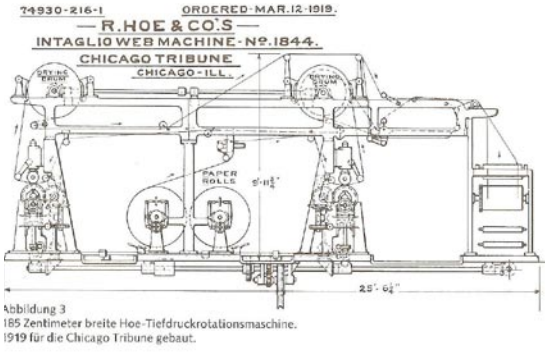


Abb.28: HOE-Rollentiefdruckmaschine, erstmals mit Trockentrommeln ausgerüstet

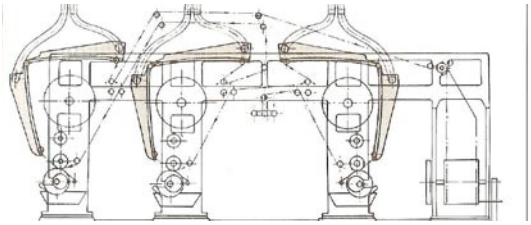


Abb.29: Rollentiefdruckmaschine mit der von Eduard Nagelstein erfundenen „Fuykers Rekordtrockner“

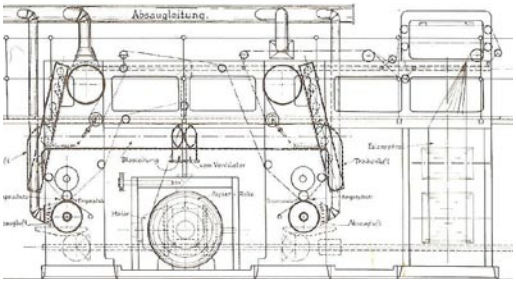


Abb.30: Lufttrocknung und Absauganlage für Tiefdruckmaschinen der Koenig & Bauer AG

Nur die Schnellpressenfabrik Frankenthal kaufte ihm eine Lizenz für ihre Schön- und Widerdruck-Bogenoffsetmaschine ab. Ein komplizierter Wendezylinder konnte dadurch entfallen. Aber an die Möglichkeiten im Rollenoffsetdruck dachte man auch dort nicht. Caspar Hermann annoncierte weiter, um einen Hersteller und Finanzier für seine Erfindung zu gewinnen.

Am 15. September 1910 war es endlich soweit, dass er diesen Finanzier in der Person von Ernst Herrmann (mit zwei r geschrieben), geschäftsführender Gesellschafter der bekannten Druckwalzenfabrik Felix Böttcher in Leipzig fand. Dieser war gleichzeitig Generalvertreter der großen Vogtländischen Maschinenfabrik AG, kurz „VOMAG“ genannt, in Plauen im Vogtland, bzw. Sachsen, in seiner Region. Er war so begeistert von der Idee, dass er kurz entschlossen die VOMAG dazu verpflichtete, eine Rollenoffsetmaschine nach Caspar Hermanns Plänen auf seine, d. h. Ernst Herrmanns Rechnung zu bauen.

Am 25. Juni 1912 wurde so die „Universal“ als erste Rollenoffsetmaschine der Welt (Abb. 34) bei Felix Böttcher in Leipzig vorgeführt. Sie kam auch auf der „Bugra 1914“ in Leipzig, der Vorgängerin der Drupa in Düsseldorf, zur Aufstellung und fand große Anerkennung durch bedeutende Verleger wie Justus Brandstetter, Rudolf Ullstein und Dr. Petersmann, Inhaber der Großdruckerei Spamer in Leipzig. Dieser kaufte dann auch die erste Maschine. Weitere gingen nach Berlin, nach Nordhausen und an den Verlag der „Leipziger Neueste Nachrichten“ der ältesten Tageszeitung der Welt, zum Druck der Sonntagszeitung „Der Sportsonntag“.

Caspar Hermann überließ in der Folge fast alle seine Patente der VOMAG, wodurch diese zur Hochburg des Rollenoffsetmaschinenbaus wurde und alle Konkurrenten in den Schatten stellte – und dies eigentlich gegen ihren anfänglichen Willen, von ihrem Vertreter gezwungen.

Die Konkurrenz wie die MAN musste das teuere 3-Zylinder-System anwenden oder auf das Satelliten-Prinzip ausweichen. (Abb. 35)

Caspar Hermann erfand in den 1930er Jahren sogar den wasserlosen Offsetdruck, konnte dafür aber wiederum niemand begeistern, obwohl er verkaufsfähige Druckmuster sowohl im Bogen- als auch im Rollenoffsetdruck vorweisen konnte. Ja, es wurde ihm sogar ein Patent auf seine Erfindung ohne Angabe von Gründen verweigert. Heute, mehr als 70 Jahre danach, werden mit der KBA-Cortina, die dieses Verfahren benutzt, viele Zukunftshoffnungen verbunden. Nachdem er auch in USA trotz Vermittlung seines dorthin zurück-

gekehrten Sohnes keinen Hersteller für sein Verfahren begeistern konnte, kehrte er enttäuscht und verarmt nach Leipzig zurück und starb dort am 6. November 1934, erst 63 Jahre alt.

In den 1930er und 1940er Jahren konzipierte der deutsch-stämmige John F. Webendorfer in seiner Webendorfer-Wills Company in Mount Vernon, New York, mit dem Caspar-Hermann'schen Gummi-gegen-Gummi-Prinzip Rollenoffsetmaschinen für den Qualitäts-Akzidenzsdruck, die er später bei ATF in Elisabeth, New Jersey, mit Heißluft-Gasflammen-Trocknungsanlagen kombinierte. Wir sprechen heute bei dieser Maschinengattung vom Heat-set-Druck. Zudem kam mit dem breiter werdenden Angebot auch so genannte Inline-Finishing-Anlagen hinzu, die fix- und fertige Produkte für das „Direct Mailing" in der Maschine entstehen ließen (Abb. 36).

Für den Zeitungsdruck entstanden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts so genannte Achtertürme (Abb. 37) für den beidseitigen Vierfarbendruck. Es wurden dazu in jeder Druckeinheit vier Zylinderpaare nach dem Caspar Hermann'schen Gummi-gegen-Gummi-Prinzip übereinander gestapelt. Daneben entwickelte man auch so genannte 9er und 10er-Satelliten-Druckeinheiten (Abb. 38). Die Vielseitigkeit war enorm und entsprang wohl hauptsächlich der Konkurrenzsituation. Eine der größten Zeitungsoffsetdruckereien in den 1970er war die des Axel Springer Verlags in Essen-Kettwig.

Nach mehr als 30 Jahren Wartezeit hat sich auch das Prinzip der 6 Platten breiten Zeitungsoffsetdruckmaschinen durchgesetzt, um rationeller Großauflagen drucken zu können.

Die Heidelberger Druckmaschinen AG überraschte die Fachwelt zur Drupa 2000 mit einer Zeitungsoffsetdruckmaschine mit nur einer Platte am Umfang, aber vier in der Breite. Der Plattenverbrauch bei ungesammelter Produktion sollte damit halbiert werden. Durch doppelte Drehzahl der Plattenzylinder war trotzdem der Ausstoß an Produkten der gleiche. Das Prinzip wurde auch von anderen Herstellern aufgegriffen. Die Heidelberger haben inzwischen ihre Rollenoffset-Sparte an den US-amerikanischen Hersteller GOSS verkauft.

Die enorme Breiten- und Geschwindigkeitssteigerung bei Tiefdruckmaschinen

Nochmals zurück zum Tiefdruck: Die Jahre nach dem Zweiten Weltkrieg waren bei den Tiefdruckmaschinen von einer rasanten Geschwindigkeitssteigerung

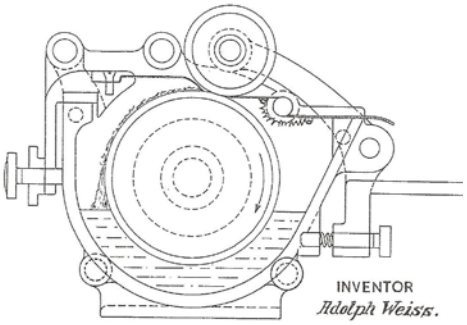


Abb.31: Voll gekapseltes TiefdruckFarbwerk von Adolph Wein

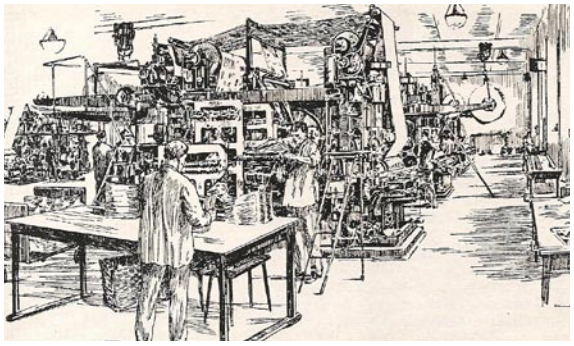


Abb.32: Ansicht einer Tiefdruckerei der Vorkriegszeit mit einem Packtisch im Vordergrund

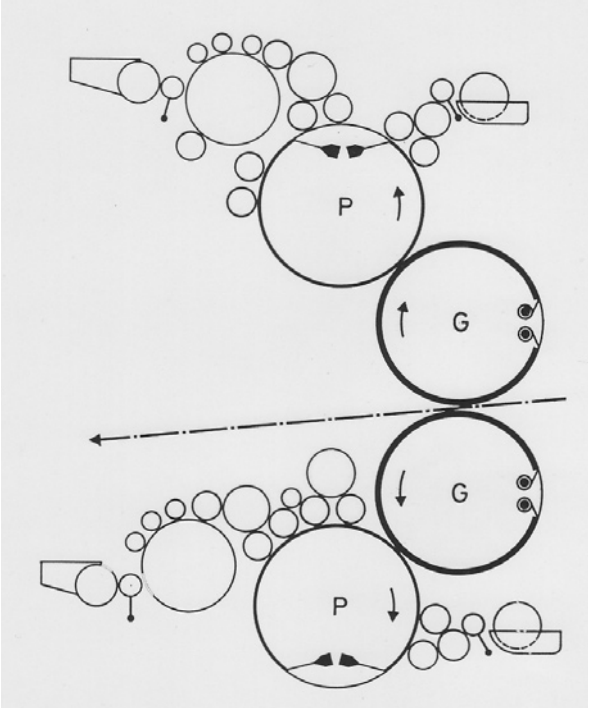


Abb.33: Das revolutionäre Gummi-gegen-Gummi Druckprinzip von Caspar Hermann

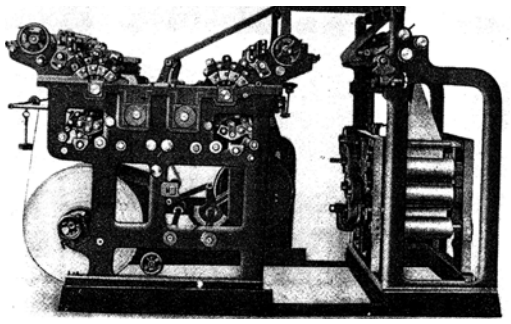


Abb.34: Die erste Rollenofsetdruckmaschine der Welt mit dem Namen „Universal“ von Caspar Hermann, gebaut bei der VOMAG AG in Plauen-Vogtland:

geprägt. Inzwischen sind diese Zahlen bis auf über 50 000 Zyl./Std. hinaus gewachsen. Gleichzeitig haben sich die verdruckten Bahnbreiten von 1,85 auf 2,4 m und weiter auf 3,4 und 4,3 m weiter erhöht, sodass eine atemberaubende Produktivitätssteigerung aus beiden, Produktionsgeschwindigkeit und Verarbeitungsbreite, resultierten (Abb.39). Kein anderes Druckverfahren weist heute eine solch hohe effektive Leistung auf. Die Krux liegt jedoch in der teuren Erstellung der Druckform, die zwar mit dem Übergang von der manuellen Ätzung zur elektro-mechanischen Gravur eine beträchtliche Rationalisierung erfahren hat, aber es blieb die aufwändige Bearbeitung der Formzylinder vor der Gravur und deren aufwändige Lagerung. Die Entwicklung einer flexiblen Tiefdruckplatte wie im Offsetdruck hat sich leider im Rollentiefdruck wegen Dichtungsproblemen bei den hohen Geschwindigkeiten im Gegensatz zu den Bogentiefdruckmaschinen nicht verwirklicht lassen.

Kleintiefdruckmaschinen wie die vom Typ „Albertina“ wurden in den 1950er bis 1970er Jahren in Serie hergestellt und man nannte sie den „Volkswagen“ des Tiefdrucks. Über 2000 Einheiten davon konnte die Albert-Frankenthal AG (heute KBA) in den Nachkriegsjahren absetzten. Mancher vormals Waschküchenbetrieb stieg damit zur Großdruckerei auf – wie zum Beispiel BURDA in Offenburg. Der Vorteil des Tiefdrucks lag darin, dass man auf relativ einfachen Papieren einen farbkräftigen Druck erzielen konnte – die relativ rauhe Oberfläche des Papiers wurde gleichsam mit Farbe überstrichen. Daneben entwickelte sich, wie schon gesagt, der Verpackungstiefdruck zu einer eigenständigen Sparte mit Besonderheiten für den Kartonagen- und Foliendruck. Abb. 40 zeigt den Querschnitt eines Tiefdruckwerkes aus den 1970er Jahren mit, von unten nach oben, der Farbwanne, der Rakel, dem Presseur, hier noch als Dreiwalzen-System ausgebildet, statt des heute üblichen Zweiwalzen-Systems mit Biegekompensations-Presseur, und der Trockenhaube mit Prallstrahl-Düsen. Auch die Trockenhauben sind heute etwas anders ausgeführt, meistens mit beidseitiger Düsenbeaufschlagung für eine bessere Trocknungseffizienz mit Rückseitentrocknung.

Der schrumpfende Markt, bzw. die zunehmende Sektionierung der Auflagen beim Katalog- und Zeitschriftendruck und das Abwandern dieser Aufträge zum Rollenoffsetdruck wegen der einfacheren und kostengünstigeren Formherstellung hat es mit sich gebracht, dass es heute nur noch einen Hersteller dieser Maschinengattung, nämlich die italienischen Firma G. Cerutti SpA. im oberitalienischen Casale Monferrato gibt, nachdem KBA seine Tiefdruckspar-te im Herbst 2007 dorthin verkauft hat. Vorher gab es auch nur noch zwei Hersteller, KBA und Cerutti. Letztere hat damit eine absolute Monopolstellung auf diesem Gebiet erhalten, die jedoch wegen des geringen Volumens nicht kartellrechtlich unterbunden wird. Das Offsetdruckverfahren verdrängte damit nach dem Buchdruck auch zunehmend den Tiefdruck

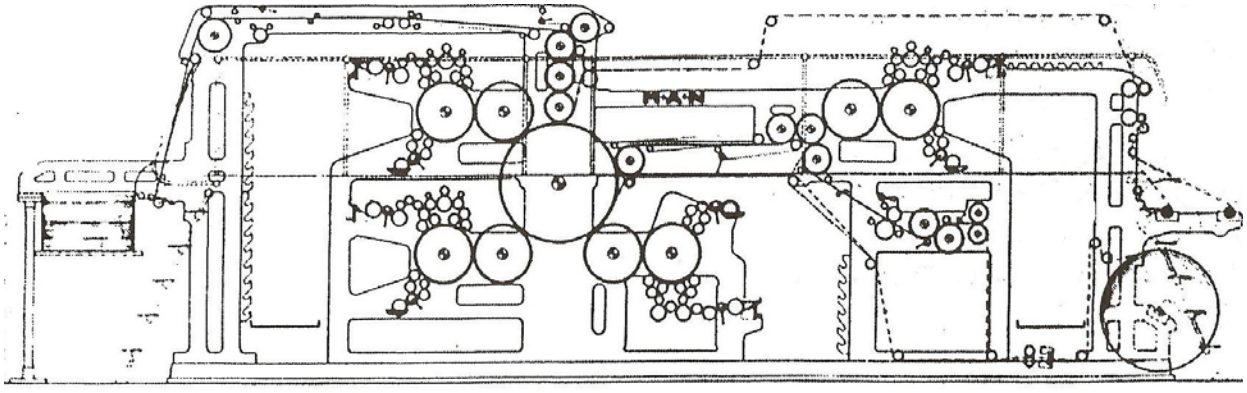


Abb.35: Die Rollenoffsetdruckmaschinen von MAN mussten beim 3-Zylinder-System bleiben, bzw. auf den Satellitendruck ausweichen

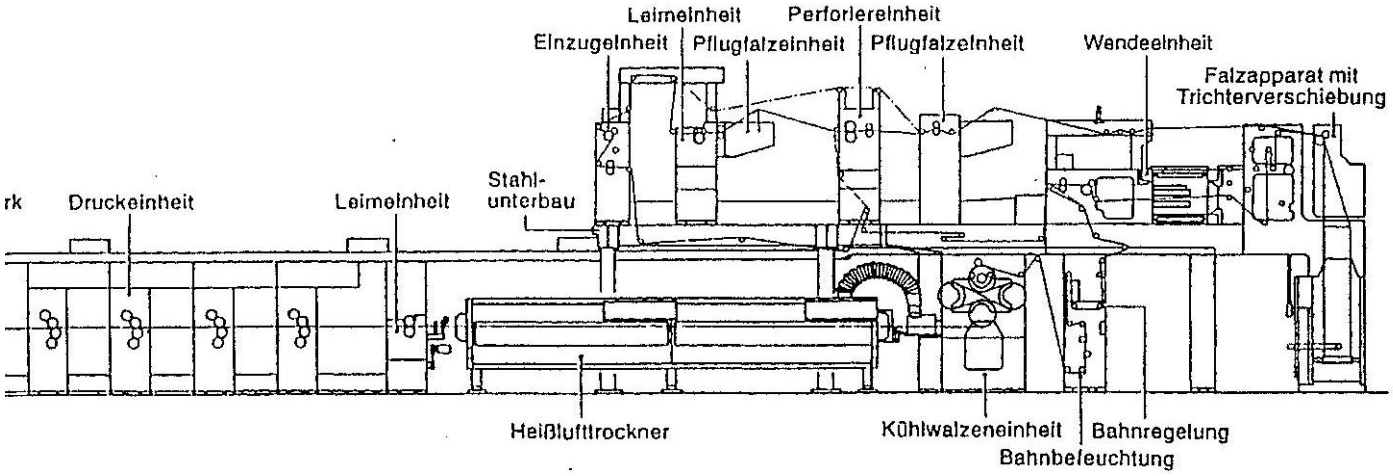


Abb. 36: Die Akzidenz-Rollenofsetmaschinen wurden mit Trocknern und Inline-Finishing ausgestattet

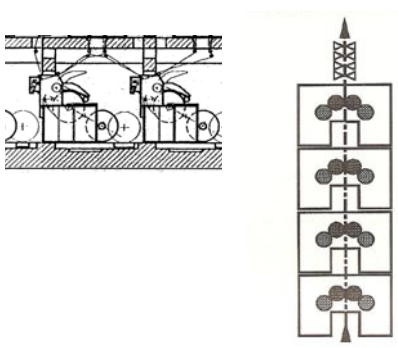


Abb.37: In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts kamen im Zeitungsdruck sogenannte Achtertürme auf

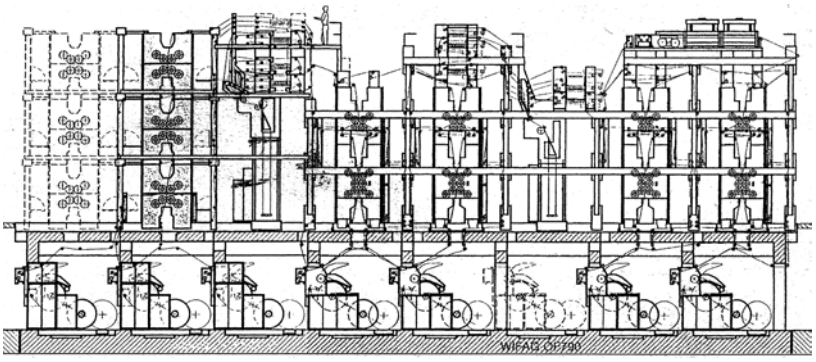


Abb.38: Neben den Achtertürmen entstanden auch sogenannte 9er und 10er Satelliten:

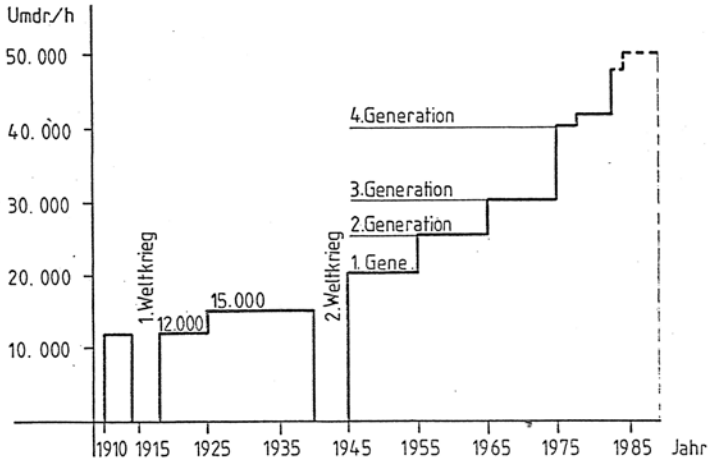


Abb.39: Maschinenleistungen im Tiefdruck

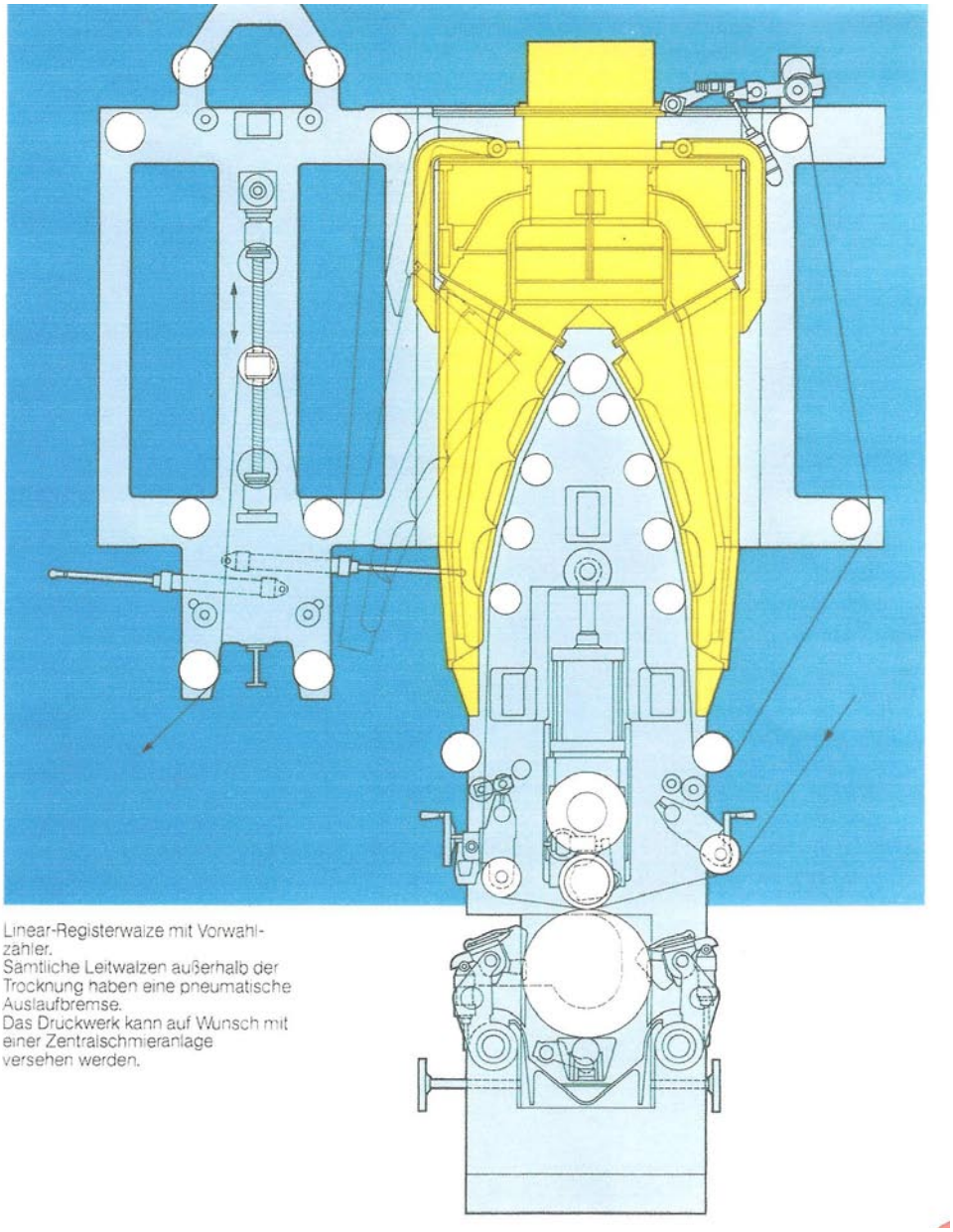


Abb.40: Querschnitt eines Tiefdruckwerkes aus den 70er Jahren

im Katalog- und Zeitschriftendruck. Der Tiefdruck im Verpackungsdruck blieb davon jedoch unberührt. Dort sind es jedoch durchwegs kleinere und zum Teil auch einfachere Maschinen mit einer weiterhin breiten Palette von Herstellern.

Dieser Artikel beruht auf einem Vortrag des Verfassers, den dieser im Rahmen der VDD-IDD-Seminarreihe am 17. April 2008 im Haus für Industriekultur in Darmstadt gehalten hat. Die Veranstaltung erfolgte in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) des Bezirks Frankfurt-Darmstadt, Arbeitskreis Technikgeschichte

Verwendete Literatur

Otto M. Lilien: „ Die Frühgeschichte des Tiefdruckes bis zur Jahrhundertwende“, herausgegeben von den Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, Frankfurt-Main-Rödelheim, Gaugrafenstr.4-8, 1959, 2. Auflage 1968

Otto M. Lilien: „Die Geschichte des Tiefdrucks von 1900-1920“, herausgegeben von den Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, Frankfurt-Main-Rödelheim, Gaugrafenstraße 4-8, 1963

Otto M. Lilien: Die Geschichte des industriellen Tiefdrucks 1920-1970“, herausgegeben von den Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, Frankfurt-Main-Rödelheim, Gaugrafenstraße 4-8, 1978

Otto M. Lilien: „History of Industrial Gravure Printing up to 1920“, Lund Humphries Publishers Ltd., 12 Bedford Square London WC1, 1972, SBN 85331-321-0

Wilhelm Weber: “ Aloys Senefelder – Erfinder der Lithographie”, Polygraph Verlag, Frankfurt-Main, 1981

Helen Schmits: „Caspar Hermann – ein Leben für den Offsetdruck“, im Eigenverlag der Enkelin, Metelen, 2001,Nachdruck durch die Heidelberger Druckmaschinen AG, Heidelberg, 2002

Wolfgang Walenski: „Der Rollenoffsetdruck“, Fachschriften-Verlag, Fellbach, 1995, ISBN 3-931436-01-2

Martin Krauß: „Vom Glockenguss zum Offsetdruck – Geschichte der Heidelberger Druckmaschinen AG“, Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher, 2000, ISBN 3-89735-148-X

Andreas S. Müller: „Offset – Leitfaden der Offsettechnik“, Polygraph-Verlag, Frankfurt-Main. 1980, ISBN 3-87641-183-1

Helmut Teschner: „Offsettechnik – Technologie in der Druckindustrie“, Fachschriften-Verlag, Fellbach, 1982, ISBN 3-92-1217-13

Oscar Frei: „Rollenoffset – Techniken, Systeme, Maschinen“, Polygraph-Verlag, Frankfiurt-Main, 1979, ISBN 3-87641-189-0

Erhardt D. Stiebner: „Bruckmanns Handbuch der Drucktechnik“, Bruckmann-Verlag, München, 1976, ISBN 3-7654-1642-8

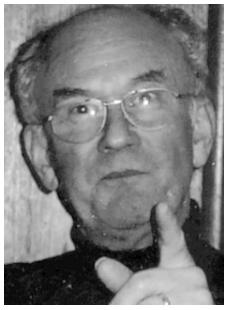
Autorenkollektiv: „Tiefdruck heute“, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1976

Joe Nünlist: „Historie des Rollenoffset Verfahrens“, Keppler Medien Gruppe, Heusenstamm

Boris Fuchs: „Die Renaissance des Rollenoffsetdrucks im Nachkriegs-Deutschland“, Leipziger Jahrbuch zur Buchgeschichte, Leipzig, 1992

Der Weg von der Blaupause über Zinkographie-Schichten zu den CtP-Platten, - Zufälle, Umwege, Abwege, Irrwege, Seitenwege und Sackgassen

Dr. Werner Fraß, Wiesbaden



geboren 1933 in Rastatt/Baden - 1952/60 Chemiestudium an der TH Karlsruhe - 1960 Promotion zum Dr.rer.nat. - 1960/61 Postdoc/Cornell University N.Y.,USA- 1962/63 Privatassistent Universität zu Köln - 1964 Eintritt Hoechst AG/ Farbenforschung - 1966 Technische Direktionsabteilung der Hoechst AG - 1968 Eintritt in Kalle Reprotechnik - 1971 Gruppenleiter im Repro-Technikum Druck - 1978 Abteilungsleiter Druckplatten-Entwicklung - 1990 Forschungsleiter der Business Unit Druck - 1994 Eintritt in den Ruhestand, Mitglied im VDD

Diese Darstellung beschäftigt sich mit der Entwicklungslinie der „Nicht-Silber- Materialien“ zur Informationsaufzeichnung in der Zeit zwischen 1920 und 1990 unter Berücksichtigung der politischen, der chemischen und der ingenieurtechnischen Gesichtspunkte. Daneben werden biographische Daten handelnder Personen erwähnt – und das alles aus der subjektiven und vielleicht etwas einseitigen Sicht eines ehemaligen „Kalleaners“.
Nach dem Ende des Ersten Weltkrieges hatten die ehemaligen Export-Kunden der deutschen Farbenfabriken im Krieg ihre eigenen nationalen Kapazitäten aufgebaut und fielen nun als Kunden weg. Die deutsche Farbenproduktion musste deshalb dringend rationalisiert werden. Im Rahmen der innerdeutschen Zusammenarbeit war es unerlässlich, verwandte Farben-Produktionen zusammenzulegen. So verloren die Farbwerke Hoechst z.B. damals die Alizarinfarben-Produktion und wurden u.a. auf Kosten von Kalle – ich erinnere an den bekannten Biebricher Scharlach – durch die Azofarben-Produktion entschädigt. Als schwachen Ausgleich für die Azofarben erhielt Kalle von Hoechst eine Lizenz zur Herstellung von Cellophan, einer Viskose-Folie.

Dieser gigantische Ringtausch ging also nicht ganz auf: die Forscher im Kalleschen Hauptlabor hatten bisher hauptsächlich auf dem Farbstoffgebiet gearbeitet. Ihre Kenntnisse waren in der neuen Konstellation nicht mehr gefragt. Man suchte deshalb dringend nach neuen Arbeitsgebieten, um die Arbeitsplätze der Forscher und überhaupt den Fortbestand des Hauptlabors zu sichern. Man klammerte sich an jeden Strohhalm.

Ein solcher Strohhalm war 1921 die Anfrage des Benediktiner-Paters Raphael Kögel aus dem Kloster Beuron, der an dem Bezug von stabilen Diazoverbindungen interessiert war. Dieses Interesse bestand allerdings – wie in den Archiven zu lesen – schon vier Jahre zuvor, nämlich im Spätsommer 1917. Damals hatte Kögel bereits 200 kg „Diazoxydsulfosäure“ also „1-Diazo-2-oxyd-naphthalin-4-sulfosäure“ von der deutschen chemischen Industrie erhalten und einen Vertrag mit Bayer abgeschlossen über ein Verfahren zu einer sogenannten „Photoreflexokopie“. Dieser Vertrag hatte die Klausel enthalten, dass Kögel eine 6-monatige Kündigung des Vertrages zustand, wenn Bayer bis zwei Jahre nach Friedensschluss die Fabrikation der zur „Reflexokopie“ notwendigen Materialien nicht aufgenommen habe. Nun hat Mitte 1919 Deutschland den Friedensvertrag von Versailles unterzeichnet, und man kann wohl davon ausgehen – obgleich dazu keine direkte Quelle vorzuliegen scheint – , dass Kögel 1921 den Vertrag mit Bayer gekündigt hat und mit Kalle einen neuen Anfang für seine Reflexokopie suchte.
In Wiesbaden wurde Kögels Brief als Wink des Schicksals verstanden. Diazoverbindungen waren ja doch der Kern des Kalleschen Know hows und schrien jetzt geradezu nach einer anderen Verwendung als zur Farbstoffproduktion. Das Wasser stand den Wiesbadenern förmlich bis zum Halse. Der Brief aus Beuron war einer der letzten Strohhalme, an die man sich klammern konnte.

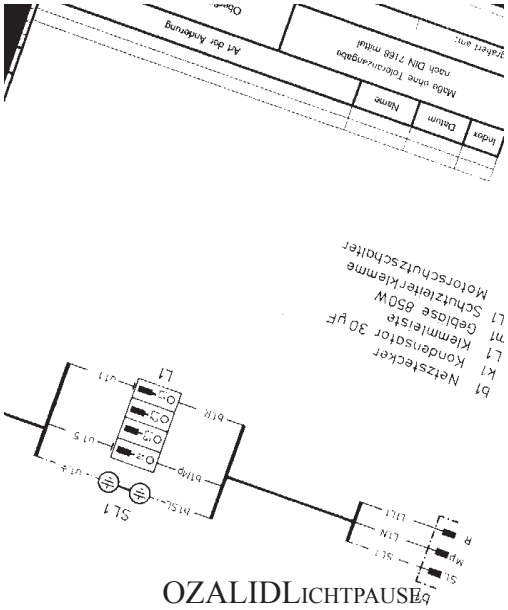
So erhielt der Leiter des Hauptlabors, Dr. Maximilian Paul Schmidt, im Sommer 1921 den Auftrag, zu Pater Kögel nach Beuron zu reisen, um herauszufinden, ob in Zusammenarbeit mit Hochwürden ein Geschäft zu machen sei. Damals war es – im Gegensatz zu heute – offenbar nicht ungewöhnlich, dass selbst Klosterbrüder eine Ahnung von Chemie hatten.

Bei dem Gespräch stellte sich heraus, dass Pater Raphael einen Weg gefunden hatte, den ursprünglichen Text wiederverwendeter Pergamente, sogenannter Palimpseste, sichtbar zu machen und ein Verfahren gesucht und gefunden hatte, diese Texte zu reproduzieren und zu vervielfältigen. Bei seinen Studien war er auf die Lichtempfindlichkeit der Diazoverbindungen

gestoßen, die bereits 1858 von Peter Gries entdeckt worden war, hatte ein Reflex-Kopierverfahren ausgearbeitet und mehrere Patente angemeldet. Pater Raphael war überzeugt davon, dass sein Verfahren noch verbessert werden konnte, jedoch nicht mit den ihm im Kloster zur Verfügung stehenden Mitteln. Deshalb hatte er bei Kalle angefragt, ob man ihm geeignete Diazoverbindungen zugänglich machen und bei der weiteren Ausarbeitung behilflich sein könne.

M.P.Schmidt, 1921 ein reiner Farbstoffchemiker, sah die Möglichkeiten, die in dieser Erfindung steckten, offenbar sofort und stellte sich zu Hause in Biebrich voll hinter eine Zusammenarbeit mit Kögel. Er muss gute Gründe für die Kooperation mit dem Benediktinermönch angeführt haben, denn seine Geschäftsführung scheint mehr als mißtrauisch gewesen zu sein. Eines der Argumente, das er zu entkräften hatte, war der geringe zu erwartende Mengenumsatz an Diazoverbindung. Für Leute – und man wird später sehen, dass M.P.Schmidt sie noch 25 Jahre später namentlich nennt-, für Leute also, die an Farbstoffumsätze im Tonnenmaßstab gewöhnt waren, schien es wenig plausibel zu sein, ein Produkt herzustellen, bei dem das Papier nicht die Verpackung war sondern der Träger für eine lächerlich geringe Menge einer chemischen Substanz, ca. ein Gramm pro Quadratmeter. Es war ihnen jedenfalls schleierhaft, wie man an so etwas sogar noch etwas verdienen sollte.

Es war ja auch nicht so, dass Kalle mit einem solchen neuen Produkt auf dem Markt konkurrenzlos gewesen wäre. Es gab vielmehr bereits die sogenannten Blaupausen, welche die fotochemische Reduktion der Eisen-III-Salze und die Reaktion zu Berliner Blau ausnutzten. Die Schicht bestand aus fotolabilem Eisen-III-Salz und dem eher fotostabilen Eisen-III-cyanoferrat. Nach der Belichtung unter einer transparenten positiven Vorlage mittels einer Kohlenbogenlampe oder im Tageslicht wurde die Kopie in einem Wasserbad behandelt, um so das nichtbelichtete Eisen-III von dem Trägerpapier abzulösen. Man erhielt also ein weißes Bild auf blauem Grund.



OZALIDLICHTPAUSE

Der Vorteil des neuen Produktes auf Basis Diazo-Chemie war zweifach: einmal war das Produkt positiv, d.h. schwarz auf weiß zu lesen, zum anderen konnte die Entwicklung der belichteten Kopie trocken, nämlich in einer Ammoniak-Atmosphäre durchgeführt werden. In diesem Schritt wurde die Kupplung des im Belichtungsschritt unverändert gebliebenen Diazo-Körpers mit einer bereits im Herstellungsprozess in die Schicht eingearbeiteten, jedoch im sauren Milieu inaktiven Kupplungskomponente zu einem Azofarbstoff bewirkt. Ob diese Trockenentwicklung, die ohne Zweifel eine Verbesserung der Kopienqualität (Quellen des Papiers/Planlage der Kopie) und eine Erleichterung für den Anwender bedeutete, von diesem Anwender auch preislich honoriert werden würde und ob es also gelingen würde, mit dem neuen Produkt nennenswerte Marktanteile in einem bisher nicht bearbeiteten Markt zu erringen, stand einstweilen in den Sternen.

M.P.Schmidt setzte sich jedenfalls mit seiner Vorstellung eines großen, neuen Geschäftsfeldes durch. Der Leidensdruck der Kalleschen Geschäftsleitung wird wohl entsprechend hoch gewesen sein. Die Kontakte zu Pater Raphael Kögel wurden weitergeführt. Am 4. November 1921 kam zwischen Kalle & Co und ihm ein Vertrag zustande: Fünf von Kögel angemeldete Patente wurden auf Kalle übertragen, Kögel erhielt 50 000 Mark, eine Beteiligung am Reingewinn der zukünftigen Produkte und von Kalle & Co. die Zusicherung, „das Verfahren alsbald in ihrer Fabrik auszuüben“.

Dementsprechend wurde bereits 1922 die Produktion aufgenommen, nämlich in der „Fabrik“ des Apothekers Glaser in München-Pasing, wo auch Pater Raphael seine ersten Maschinenversuche durchgeführt hatte. 1923 wurde bei Kalle in Biebrich die erste Beschichtungsmaschine – im Jargon „Streichmaschine“ – in Betrieb genommen. Das Produkt erhielt den Namen „Ozalid“, eine Wortbildung aus dem von hinten gelesenen Wort „Diazo“ in das man aus phonetischen Gründen ein „L“ eingefügt hatte.

Schon 1926 wurden über 5 Mio qm OZALID®-Lichtpauspapier produziert, 1941 mehr als das Zehnfache. Die Forschungsabteilung bei Kalle änderte die ursprüngliche Rezeptur von Kögel bald ab, um zu einem

Produkt mit besserer Wasserfestigkeit zu kommen, schon 1924 wurde dann ein „OZALID® M“ genanntes Produkt mit deutlich besserer Lichtempfindlichkeit und besserem Kontrast auf den Markt gebracht.

Es gelang Kalle im Laufe der Jahre, im europäischen Ausland 15 eigene oder durch Lizenzverträge gebundene Produktionsstätten zu etablieren, einige sogar in Übersee. Das OZALID®-Verfahren hat so in mehr als 40 Staaten der Erde Eingang gefunden.

Maximilian P. Schmidt

Aus Anlaß seines 60.Geburtstages am 11. Juli 1942 erschien in der Werkszeitschrift (4.Jg., Nr.5, Seite 34) eine Laudatio für Schmidt, den „Direktor und Vorstandsmitglied unserer Firma“, aus der hier nur sehr auszugsweise zitiert werden soll.

1882 in Lößnitz in Sachsen geboren
1908 Promotion in Dresden bei Prof.Bucherer über indigoide, insbesondere schwarze Küpenfarbstoffe
1909 Eintritt als Chemiker in das Kallesche Hauptlaboratorium

Nach dem 1.Weltkrieg Leiter des Hauptlaboratoriums, Arbeit an Scharlach-, Blau- und Violett-Küpenfarbstoffen.

Ab 1924 Arbeiten an dem von Prof.Gustav Kögel entdeckten Diazotypie-Verfahren. (Pater Raphael hatte nach der Vereinbarung mit Kalle die Benediktinerkutte an den Nagel gehängt und war 1942 Hochschulprofessor. [W.F.])

Zitat, Originalton 1942 der Werkszeitschrift: “Ihre (nämlich: der Diazotypie [W.F.]) ungeahnte Entwickung, ihr Siegeszug, den sie nun antreten sollte, ist ohne Frage der unermüdlichen Arbeit Dr.Maximilian P.Schmidts und seines Laboratoriums zu verdanken.... Wenn in diesem Jahre das hundertjährige Jubiläum der Lichtpauskunst (Erfindung von Sir John Herschel [W.F.])gefeiert wird, so darf nicht unerwähnt bleiben, dass erst die Diazotypie diese Kunst auf eine Höhe geführt hat, die allen Anforderungen, gerade auch denen, die der Krieg stellt, gerecht wird.“

Die Laudatio schließt dann mit den Sätzen: „Sein steter Eifer, seine rastlose Hingabe hat viel dazu beigetragen, dass die Firma Kalle neue Wege gehen konnte. Mögen diesem erfahrenen, kenntnisreichen Chemiker noch viele Jahre des Schaffens beschieden sein.“ Angesichts des weiteren Lebensweges von M.P.Schmidt klingt dieser Wunsch beinahe ironisch.

Zwei Jahre vor dieser Laudatio, also 1940, soll sich bei Schmidt zu Hause eine Szene zugetragen haben, die Zeitzeugen so schildern: M.P.Schmidt kam abends von der Arbeit nach Hause und sagte zu seiner Frau Margarethe: „ Ich glaube, heute habe ich eine Dummheit begangen.“ „Wieso?“ „Ich bin heute in die Partei eingetreten.“ Der Zeitzeuge, von dem diese Anekdote stammt, versicherte gleichzeitig, dass der NS-Betriebsobmann Direktor M.P.Schmidt in der Zeit vor seinem Parteieintritt sehr unter Druck gesetzt hatte.

Gehen wir aber zurück zur Technik!
Aus dem ursprünglichen Ansatz „OZALID® M“, das übrigens bis 1967, also über 43 Jahre nach dieser Grundrezeptur hergestellt wurde, war im Laufe der Jahre ein ganzes Sortiment geworden: Neben verschiedenen Kopierfarben (Blau, Schwarz, Braun...) auf Papier, den sogenannten Opak-Marken, gab es Transparent-Marken als Zwischenoriginale auf Lichtpauspapier, Lichtpausfolien auf Cellophan oder Celluloseacetat und OZAPHAN®, ein Kopiermaterial für Kinofilme und viele andere Sondertypen.

Bei einem so weitverzweigten Sortiment und bei so vielen verschiedenen Anwendungen konnte es nicht ausbleiben, dass von Zeit zu Zeit auch Fälle auftraten, in denen das Produkt ungewöhnlich reagierte oder dass die Konkurrenz versuchte, Reaktionen aufzufinden und hochzuspielen, die in den OZALID®-Patenten nicht beschrieben waren, um so die Kalle-Patente auszuhebeln.

Im Sommer 1943 wurde so im Kalleschen Hauptlabor von Dr. Oskar Süs die photochemische Farbstoffbildung aus dem „2-Diazo-1-oxybenzol-4-methyl-sulfon“ untersucht, die seltsamerweise bereits in Abwesenheit eines Kupplers stattfindet. Dr. Süs konnte zeigen, dass der entstehende Farbstoff sich aus zwei Molekülen des Diazokörpers bildete, dass nämlich das Lichtausbleichprodukt eine Umlagerung zu einer Carbonsäure erleidet, bevor es dann einem zweiten Diazomolekül als Kuppler dient und einen Farbstoff bildet.

Oskar Süs

Süs experimentiert weiter und legt seine Ergebnisse in zwei Manuskripten für Liebigs Annalen nieder: „Über die Natur der Belichtungsprodukte von Diazoverbindungen. Übergänge von aromatischen 6-Ringen in 5-Ringe.“ und „Über das Verhalten von Diazoverbindungen aus o-Aminophenolen und –Naphtholen im Licht II.“

Die Manuskripte gehen an die Redaktion der Annalen, wo Jahre zuvor auch die Ergebnisse der Doktorarbeit von Oskar Süs veröffentlicht worden waren. Im Juni 1944 werden die Artikel abgeschlossen, sie erscheinen im Spätherbst 1944 im Band 556 der Annalen. Oskar Süs ist 41 Jahre alt und hat allen Grund, auf das in seinem Leben bisher Geleistete stolz zu sein:

1903 in Höheischweiler bei Pirmasens in der Pfalz geboren, besuchte der Bauernbub die Volksschule, dann die Realschule Pirmasens und schließlich die Oberrealschule Zweibrücken, wo er im April 1924 sein Abitur ablegte.

Im Mai 1924 begann er sein Studium der Chemie an der TH München. Nach 4 Semestern Vorexamen, im 7. Semester Diplomexamen, begann Süs im Mai 1928 im 8. Semester seine Doktorarbeit bei Hans Fischer, zwei Jahre später, im Mai 1930, zu Beginn seines 12.Semesters promovierte Süs mit einer Arbeit über Pyrrol-Chemie, die noch im selben Jahr in Liebigs Annalen in zwei Artikeln veröffentlicht wurde. Geheimrat Fischer zog dann Oskar Süs in seine Untersuchungen über die Konstitution des Chlorophyll a hinein, woraus sich für Süs als Coautor in den Jahren 1930 und 1931 vier weitere Veröffentlichungen in den Annalen ergaben. Als sich Süs in der Industrie bewarb, steckte diese mitten in der Weltwirtschaftskrise. Sein Doktorvater bemühte sich jedoch sehr für ihn. Er schrieb an Kalle nach Wiesbaden: „Er ist der beste Mann, den ich seit Jahren hatte.“ Ergebnis: eine hinhaltende Antwort. Verbindlich drängend machte Prof.Fischer darauf aufmerksam, daß auch in Elberfeld ein gewisses Interesse bestehen könne.

Prof. Fischer schrieb dann sogar an den Reichstagsabgeordneten Dr. Dr. Kalle. Süs wurde daraufhin im Juni 1931 zur Vorstellung nach Wiesbaden eingeladen. Ab 1. September 1931 arbeitet Oskar Süs dann in Biebrich im Kalleschen Hauptlaboratorium: Salär 395.- RM/Monat, Jahresurlaub sechs Tage.

Er beschäftigt sich unter der Leitung von M.P. Schmidt mit der Synthese von lichtempfindlichen Diazoverbindungen und von Kupplersubstanzen, die mit den Diazos zu Farbstoffen kuppeln können. Das Trockenlichtpauspapier OZALID® ist gerade einmal acht Jahre alt, dauernd entstehen neue Typen. Es entstehen auch Patente von Oskar Süs, jedoch für die nächsten 13 Jahre, also bis zum Sommer 1944 keine wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

In diesem Sommer 1944 wurden Wiesbaden und das Werk in Biebrich verschiedene Male stark bombardiert. Süs muss das sehr mitgenommen haben. An eine ordentliche wissenschaftliche Arbeit war nicht mehr zu denken. Sicher war es eine Art glücklicher Zufall, daß die Ergebnisse seiner Arbeiten über die Natur der Belichtungsprodukte von Diazoverbindungen rechtzeitig an die Annalen gesandt worden waren, sonst wären sie mit all dem anderen in Schutt und Asche versunken.

Schließlich die große Zäsur. Mai 1945. Der Krieg ist zu Ende. Der Wiederaufbau kann beginnen. Da wird Süs zusammen mit allen anderen Chemikern aufgefordert, seine Arbeitspapiere in der Firma abzuholen. Er, dem die wissenschaftliche Arbeit so viel bedeutete, ist also draußen. Oskar Süs ist verzweifelt.

Es existiert die unbeholfene Englischübersetzung eines Schreibens von ihm an die Firma, in dem er um seine Wiedereinstellung bittet. Das Schreiben stammt vom 20.08.45. Englischübersetzung deshalb, weil das Gesuch nicht von der Firma entschieden wurde, sondern von dem I.G.Farben Control Officer, Colonel E.S. Pillsbury, und dem Sub Control Officer, Major Russell Vincent:

Nach dem Lebenslauf und der Aufzählung der Leistungen heißt es dort: „My works in the chemical laboratory filled my life, an activity in politics was far from me....“

Süs hat sich neuerlich bei Kalle zu bewerben. Jetzt enthält der Fragebogen einige Fragen mehr als damals im Jahre 1931:

Waren Sie:

- Mitglied der NSDAP? nein
- Haben Sie ein Amt bekleidet? nein
- Waren Sie Angehöriger einer ihrer Gliederungen? nein
- Mitglied der Deutschen Arbeitsfront? ja
- Zum Arbeitsdienst einberufen? nein
- Zum Heeresdienst einberufen? nein
- Zum Kriegsdienst einberufen? nein
- Sind Sie im Besitz eines Arbeitsbuches? ja

Es ist mir bekannt, dass Auslassungen sowie falsche oder unvollständige Angaben Vergehen gegen die Militärregierung darstellen und dementsprechend geahndet werden.
Unterschrift Süs.“

Es existiert im Archiv ein Schreiben des amerikanischen Sub Control Officers Russell Vincent an den neu eingesetzten Kalleschen Betriebsrat vom 17. Sept.1945 mit einer Liste von 8 Namen von Chemikern, darunter Oskar Süs. Zitat: „Please submit a report covering these 8 men as soon as possible. Fragebogens are included.“

Drei Tage später, am 20. Sept.1945 wird das Antwortschreiben des Betriebsrates abgeschickt. Bei einem der Chemiker, nennen wir ihn Dr.X., legt sich der Betriebsrat – ohne politische Begründung wie sonst üblich – quer: „Dr.X. ist bei der Belegschaft als großer Faulenzer bekannt..... Unsere Zustimmung zu einer Wiedereinstellung können wir nicht geben.“
Der Wiedereinstellung der übrigen sieben Herren, darunter Dr. Oskar Süs, wird zugestimmt. „Fragebogen anbei. Betriebsausschuß Kalle & Co.“ Unterschrift.

Mehr als drei Monate später, kurz vor Weihnachten 1945, am 22. Dezember, erhält Süs eine Bescheinigung, jetzt von H.C.Taylor, Sub Control Officer, I.G.Farbenindustrie AG, dass er verpflichtet sei, bis spätestens 3. Januar 1946 seinen Dienst in der Firma wieder aufzunehmen.

Die Struktur der großdeutschen Autarkiewirtschaft war zusammengebrochen. In Wiesbaden machte man sich wie 1920 Gedanken um neue Produkte. Und wieder ist es M.P.Schmidt, der am Horizont ein neues Zeitalter heraufziehen sieht.

Im Archiv in Wiesbaden liegt unter dem Datum des 20. Januar 1946 ein vier Seiten umfassender, mit Schreibmaschine engzeilig geschriebener Brief von M.P.Schmidt an seinen Nachfolger als Technischer Leiter, Dr.Mauss, in dem er ihn bedrängt, ja geradezu beschwört, alle Arbeiten zurückzustellen zugunsten von Entwicklungsarbeiten auf dem Druckgebiet. Schon seit 1943 hatte Kalle – sozusagen als Anhängsel der Diazotypie-Produkte – eine lichtempfindliche Lösung zur Beschichtung von Zinkblechen in Offsetdruckereien unter dem von OZALID abgeleiteten Namen OZASOL verkauft (---SOL von solution). M.P.Schmidt knüpft in seinem Brief an diese Produkte an und schreibt: „Technisch ist es schon lange soweit, dass ein Anfang gemacht werden kann. Wir haben sowohl ein Negativ- als auch ein Positivverfahren an Hand. Beide können sich sehen lassen. Besonders das Negativverfahren wurde in der Praxis als sehr interessant angesehen. Unsere Kaufleute scheuen sich aber dranzugehen und zwar nur aus dem Grunde, es könnte nicht genug daran verdient werden. Man ist einfach von dem OZALID verwöhnt und will m.E. wieder denselben Fehler machen, wie ihn Herr Lissmann einst beim OZALID machte, als er sich den Umsatz an Diazoverbindungen ausrechnete.“

Und weiter: „...Was ich gern wollte und möchte, war, einen einigermaßen gesicherten Anfang auf dem Druckgebiet zu finden, auch wenn er bescheiden ist. Es wäre traurig, wenn das Ausland jetzt zuerst damit anfangen würde. Die endgültige sensibilisierte Druckplatte kostet noch manche Arbeit. Darauf kann man m.E. nicht lange warten...“

Schmidt sieht ein großes Geschäft, sozusagen einen Ableger des OZALID®-Gebiets, der ebenso groß wie dieses werden könnte, ein Nebenprodukt, was das Zeug zum Hauptprodukt hat.

Und als Schlußsatz seines Briefes schreibt er aus seiner erzwungenen Untätigkeit: „Wie die Dinge heute liegen, kann ich den Arbeiten nur einen guten Erfolg wünschen. Mit freundlichen Grüßen...“

Zwar wird das Druckgebiet 1946 weiter bearbeitet, es kommen zwei weitere OZASOL®-Lösungen für die lichtempfindliche Beschichtung von Metallfolien (eine für Zinkbleche und eine für Aluminiumbleche) zu der seit 1943 vertriebenen Lösung dazu. Das ist jedoch kein wesentlicher Fortschritt. Aber die neue Leitung scheint sich erst in der neuen Wirklichkeit zurechtfinden zu müssen.

Statt mit dem Druckgebiet beschäftigt sich Oskar Süs mit Genehmigung des amerikanischen Control Officers jetzt mit einer Penicillinsynthese. Die Arbeiten auf dem Druckgebiet laufen mit gebremstem Schaum nebenher. Süs macht das Beste aus der Situation. Seine Ergebnisse legt er in sieben Artikeln in den Annalen nieder, die ab 1948 erscheinen. Am 2.November 1950 schreibt er jedoch in seinem Quartalsbericht: „Die Penicillin-Arbeiten wurden abgeschlossen, ...

insbesondere in Anbetracht des stark gesunkenen Penicillinpreises.“

Bis ins Jahr 1947 scheint niemand die technischen Möglichkeiten aus den Süs’schen Arbeiten von 1943/44 beachtet zu haben

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die wissenschaftliche und technische Situation zu Beginn der Nachkriegszeit:

Oskar Süs hatte gefunden, dass Naphthochinon-diazide – um diesen Trivialnamen zu benutzen – sich im Licht so verändern, daß Carbonsäuren entstehen. Das bedeutete, dass man mit einer wässrig-alkalischen Lösung die belichteten Stellen einer mit Naphthochinondiazid beschichteten Fläche ablösen kann, so dass nur noch die unbelichteten Stellen auf dem Trägermaterial hinterbleiben. Man konnte also erstmalig eine direkt positive Abbildung einer Positiv-Vorlage auf einem Kopiermaterial bewirken.

Der Stand der Technik auf dem Gebiete der Herstellung von Offset-Druckformen andererseits war am Ende des zweiten Weltkrieges gekennzeichnet durch komplizierte Verfahren sowie von Druckerei zu Druckerei unterschiedlichen Hausrezepten, nach denen Zinkbleche erst gereinigt, dann beschichtet, getrocknet, belichtet, entwickelt, mit einem Emulsionslack lackiert und konserviert wurden, um dann endlich gedruckt zu werden. Dabei brachten sie eine begrenzte Anzahl von kleinformatigen Drucken, weshalb man auch von „Kleinoffset“ sprach.

Selbstverständlich gab es auch den „Großoffset“ für größere Formate und höhere Auflagen. Der war aber noch komplizierter als sein kleiner Bruder.
Das metallische Substrat waren Bi- oder Trimetallplatten, entweder Messingbleche, die galvanisch verchromt wurden, oder Stahl- beziehungsweise Aluminiumplatten, die zuerst galvanisch verkupfert und schließlich galvanisch mattverchromt wurden. Solche Platten wurden ebenfalls in der Druckerei nach geheimnisvollen Rezepturen beschichtet, getrocknet, belichtet, entwickelt, die so entstandene bildmäßige Schablone auf der Chromoberfläche diente lediglich als Ätzmaske, um die beim Entwickeln freigelegte wasserfreundliche Chromschicht bildmäßig abätzen zu können und die farbfreundliche Kupfer- oder Messingoberfläche freizulegen, die oft noch speziell farbfreundlich gemacht werden musste. Anschließend wurde die organische Ätzmaske abgelöst, das Chrom also von der gehärteten Kopierschicht befreit. So erreichte man nach sechs oder sieben Verarbeitungsschritten das offset-notwendige Nebeneinander von oleophilen Bildstellen und hydrophilen Nichtbildstellen. Jetzt konnte endlich gedruckt werden. Oftmals bis zu einer Million Auflage. Aber um welchen Preis! Kein Wunder, dass der Offsetdruck damals neben dem Hochdruck und dem Kupfertiefdruck ein bescheidenes Nischendasein fristete.

Beide Offsetplatten-Kopierverfahren litten unter einem schwerwiegenden Handicap: Zur Beschichtung wurden von alters her dichromat-haltige Lösungen, in den moderneren Druckereien auch schon Lösungen auf Basis von Azido-Verbindungen oder Diazoniumsalzen eingesetzt, allesamt lichthärtend und (mit Ausnahme der Azido-Verbindungen) im beschichteten Zustand nur Tage haltbar, weil sich sowohl das Dichromat wie auch die Diazoniumverbindungen in Kontakt mit der Metalloberfläche bereits in der Dunkelheit zersetzten und deshalb die beschichteten Platten schon nach kurzer Zeit nicht mehr sauber entwickelt werden konnten.

Die lichthärtende Schicht brachte aber noch eine zweite Konsequenz mit sich: Man brauchte für die Zinkplatten immer eine Negativvorlage, um zu einer schwarz-auf-weiß druckenden Platte zu kommen. Dieses Verfahren wurde deshalb als „indirekt positiv“ bezeichnet. Beim Großoffset führte nur der Trick mit dem bildmäßigen Abätzen der Chromschicht letztenendes zu einer Tonwert-Umkehr und einer „richtig druckenden“ positiven Druckform.

Langer Rede kurzer Sinn: der Weg zur Offset-Druckform war am Ende der Vierzigerjahre sehr kompliziert. Und wieder war es Maximilian P. Schmidt, der einen Weg sah, negativ und/oder positiv arbeitende haltbare, fabrikmäßig lichtempfindlich vorbeschichtete und längere Zeit lagerfähige Druckplatten zu produzieren, für die es seiner Meinung nach einen Markt geben mußte. Die weitere Verfolgung dieser Ideen hatte nur ein paar Haken:

M.P.Schmidt, der ehemalige Technische Leiter der Firma, hatte nach wie vor Werksverbot. Eine Leitungsfunktion konnte er unter den obwaltenden Verhältnissen sowieso nicht mehr einnehmen. Der existierende Betriebsrat war kommunistisch dominiert und sein Vorsitzender weigerte sich noch bis 1948 beharrlich, Schmidt wieder im Werk arbeiten zu lassen. „Der Schmidt war ein Nazi. Der kommt nicht wieder rein,“ soll seine Rede gewesen sein.

Zum anderen liegen weite Teile des Biebricher Werks in Schutt und Asche. An eine geregelte und zielgerichtete Entwicklungsarbeit ist 1946 wohl nicht zu denken. Chemiker und Laboranten beseitigen gemeinsam die Trümmer und fahren sie mit ihrer Muskelkraft in kleinen Kipploren ab. Vor dem Hauptlabor stehen US-

Soldaten derweil um ihr Lagerfeuer und schauen zu. Dass die Leitung des Hauptlabors nach 1945 zunächst etwas orientierungslos war, wurde bereits erwähnt. Als dann die Laborstruktur wieder einigermaßen funktionierte, wurde zuerst einmal Süßstoff synthetisiert, Kernseife hergestellt, Waschmittelmischungen wurden angesetzt oder Weihnachtskerzen produziert.

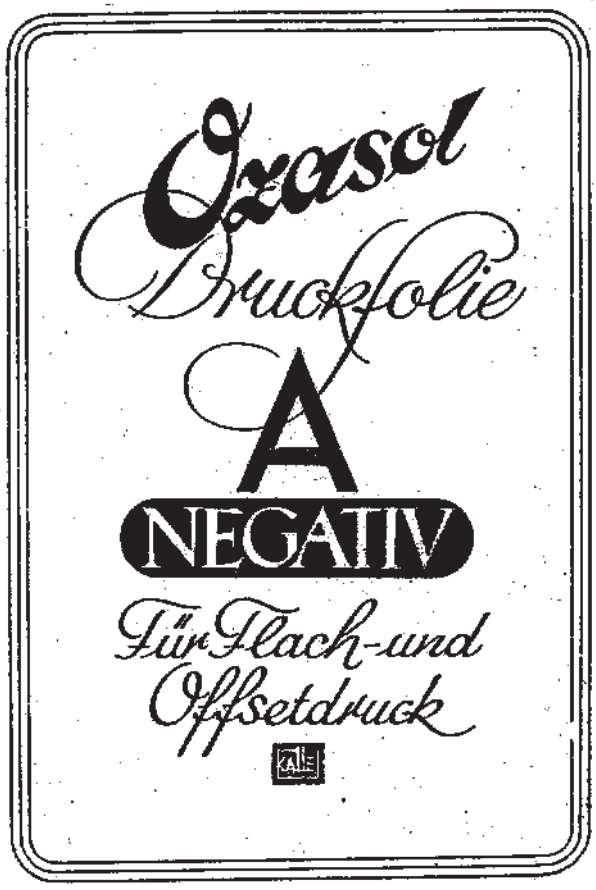
Die Idee zur Süßstoff-Synthese war z. B. ausgerechnet von einem englischen Vertreter der Lichtpausindustrie (welcher Zufall!!) gekommen, der für ein Interview vorgesprochen hatte. So wurde eine Zeitlang das 2-Amino-4-nitrophenetol bearbeitet.

Wie dieser Engländer, so schwärmten in jenen Monaten und Jahren ja zahlreiche Emissäre des US-Wirtschafts- und Handelsministeriums, oft genug Vertreter amerikanischer Konkurrenzunternehmen und andere technische Spezialisten in die deutsche Industrie aus, um in Interviews und durch das Studium von Forschungsberichten interessante technische Neuerungen aufzuspüren und sie als Beutegut nach Hause zu schaffen. Bios- und FIAT-Berichte entstanden in jener Zeit. Patente von Kalle aus den Jahren 1927-1930 über sogenannte „Diazoharze“, also oligomere und polymere Diazoniumsalze, die man zur Beschichtung lichthärtender, also „negativ arbeitender“ Schichten verwenden konnte, waren bei Kriegsende entweder bereits ausgelaufen oder standen kurz davor. Sie gehörten ohne Zweifel zur Kriegsbeute.

Erfindungen und insbesondere Patente über den Einsatz lichtempfindlicher (positiv-arbeitender) Diazochinone auf dem Druckgebiet existierten bei Kriegsende dagegen noch nicht. Ein einziges wichtiges Diazotypie-Patent (Süs, Neugebauer, Scherer und Schmidt) mit der Priorität vom 10.7. 1943 scheint erst nach dem Krieg erteilt worden zu sein: es beschreibt zwei Ausgangsprodukte, die bald auf dem Druckplattengebiet das Alpha und das Omega der gesamten Diazochinon-Chemie werden sollten, nämlich die Synthese des 4- und des 5-Sulfochlorids der 1.2-Naphthochinondiazid-2-Reihe durch Chlorierung der Diazosulfosäuren mit Chlorsulfonsäure.

Diese Patentsituation entpuppte sich in der Folgezeit als Glücksfall; denn da gab es für die Konkurrenz 1945 nichts zu erbeuten.

Ab Oktober 1947 wurde von Kalle die erste im eigentlichen Sinne des Wortes vorsensibilisierte Flachdruckplatte angeboten: OZASOL® Druckfolie A-Negativ, eine durch organische Diazo lichtempfindlich gemachte Schicht auf Acetatfolie, auch dieses Substrat aus dem Lichtpausgebiet stammend. Durch den Träger aus Folie umging man das Haltbarkeitsproblem auf



Titelblatt der Arbeitsanleitung der ersten vorsensibilisierten Druckfolie

Metall. Das Produkt, welches für das Vervielfältigergewerbe gedacht war, wurde in den Formaten DIN A3 und A4, gelocht und ungelocht bis 1952 produziert.

Ums Jahr 1948 schaffte auch M.P.Schmidt wieder den Sprung ins Werk. Er war damals immerhin bereits 66 Jahre alt und fing wieder als einfacher Laborleiter an. Man darf wohl annehmen, dass er noch für den Erhalt einer Rente arbeitete, denn 1945 bei seiner Entlassung war er erst 63 Jahre alt gewesen. Es existieren jedenfalls Monats- und Quartalsberichte von ihm aus den Jahren 1948 – 1952 unter der Überschrift „Eigentum der Kalle AG“ mit dem maschinengeschriebenen Zusatz „US-Administration“.

Zuerst synthetisiert Schmidt noch spezielle Kupplungskomponenten und experimentiert mit Druckplatten, bei denen die lichthärtende Diazo-Schicht durch eine Schicht aus spritlöslichem Lack von der Metalloberfläche isoliert ist.
Das hat ein gewisses Interesse, denn ab Januar 1949 stellt Kalle eine erste vorsensibilisierte Offsetplatte auf Aluminiumträger her: „MA Positiv“ („M“ für „Metall“, „A“ für „Typ A“). Es handelt sich um eine „indirekt positiv“ arbeitende Schicht eines Bisazids auf Aluminium, die durch Formatbeschichtung

aufgebracht wurde. Im September 1949 folgte eine „MB Positiv“ („B“ für „Typ B“), die freilich ebenfalls noch indirekt positiv arbeitete, aber bereits in einem Bandverfahren hergestellt wurde.

In Schmidts Quartalsbericht April bis Juni 1949 ist dann jedoch zu lesen: „Schließlich wurde noch eine große Reihe von Versuchen mit bereits früher hergestellten Anhydriden von Diazonaphtholsulfonamiden unternommen....“ Und damit hatte er sein ergiebiges Arbeitsgebiet für die kommenden drei Jahre gefunden. Bereits kurz darauf, am 23.7.1949 reicht Schmidt ein Patent ein, in dem die grundsätzliche Vorgehensweise zur direkten Herstellung einer Positiv-Druckform beschrieben ist: Belichtung und „subtraktive“ Entwicklung, also Ablösen der durch das Belichten alkalilöslich gewordenen Schichtbereiche.

Von diesem Ausgangspunkt aus werden in den Folgejahren von dem nahezu siebzigjährigen M.P.Schmidt und seinen Laboranten viele zum Einsatz auf Metallfolien geeignete lichtempfindliche Diazochinon-Verbindungen synthetisiert. Sie tragen als Produkt-Kürzel und Code-Nr. alle den Namen „MS“, von „Maximilian Schmidt“ abgeleitet. Nach diesem, auf der Entdeckung von Oskar Süs beruhenden Prinzip der Photolyse von Diazochinonen lassen sich jetzt endlich haltbare, „direkt positiv“ arbeitende fabrikmäßig beschichtete Offsetdruckplatten herstellen. Es hatte sich nämlich gezeigt, dass sich die Diazochinone in Kontakt mit der Metalloberfläche nicht langsam zersetzen wie die Diazonium-Verbindungen, sondern jahrelang gelagert werden können.

In diesen und den Folgejahren legte M.P.Schmidt mit seinen synthetischen Arbeiten den Grundstein zu dem zukünftigen OZASOL®-Druckplattengeschäft. Es war eine veritable Landnahme, was damals geschah: innerhalb weniger Jahre entstehen von dem ca. 68-jährigen M.P.Schmidt 36 Patente und Zusatzpatente, die natürlich nicht alle nur seinen Namen tragen, die jedoch mit seinem aktiven Zutun entstanden sind.

Dem Vernehmen nach wurden in Schmidts Labor die Platten, die mit den Syntheseprodukten des Tages beschichtet worden waren, abends nach Dienstschluß der drucktechnischen Vorprüfung unterzogen. Die endgültige Prüfung fand damals bevorzugt in den USA bei einer Firma „Keuffel & Esser“ in Morristown N.J. statt, mit der am 8.10.1948 ein „Technology Exchange Agreement“ abgeschlossen worden war. Da heißt es dann in Schmidts Quartalsbericht von Oktober 1950 über das MS 339 beispielsweise: „...in USA 25000 gute Drucke unter Harzzusatz.“

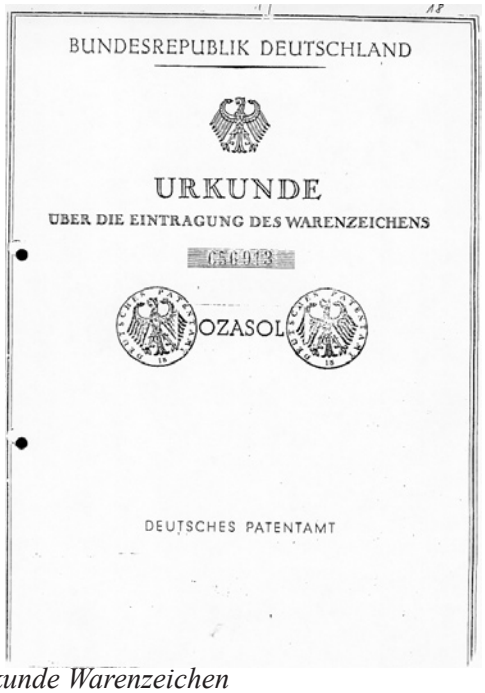
Dieser Kontakt zu „Keuffel & Esser“ führt zur nächsten Person in der Geschichte der vorsensibilisierten Offsetdruckplatten.

Bei Keuffel & Esser arbeitete damals ein gewisser Friedrich Wilhelm von Meister, genannt Willy, manchmal seiner Körpergröße wegen „Big Willy“ genannt, ein Enkel des Hoechster Firmen-Mitgründers von Meister und Patensohn des letzten deutschen Kaisers Wilhelm II.

Im Internet findet man ihn als Vater von Billy von Meister, der AOL gegründet hat. Schon wieder ein Gründer! Im Internet heißt es über Billy’s Vater „Big Willy“: „He moved from project to project and finally founded a chemical company.“ Und das kam so:
Willy von Meister beginnt ein Ingenieurstudium an der TH Darmstadt, geht mit 20 Jahren 1923 in die USA, ist bald darauf US-Vertreter von Maybach-Motoren, mit denen auch Zeppelin-Luftschiffe ausgerüstet wurden, und nimmt so 1928 an der zweiten Hälfte des Jungfernfluges der „Graf Zeppelin“ von New Jersey nach Friedrichshafen teil. Er wird „Special Representative“ von Kapitän Eckener und der Zeppelin-Luftschiff-Firma in den U.S.A..

Allerdings gehen die Geschäfte mit Luftschiffen während der Weltwirtschaftskrise deutlich zurück. Da erreicht Willy von Meister 1933 das Angebot aus der amerikanischen IG-Farben-Vertretung, in den Vereinigten Staaten eine neue Firma zur Fertigung und zum Vertrieb von OZALID® Materialien aufzubauen, die in U.S.A. noch nicht Fuß gefasst hatten. Von Meister übernimmt diese Aufgabe; die Firma heißt OZALID® Corporation, F.W.v.Meister wird ihr Executive Vice President.

Er stellt fest, dass das bisherige OZALID® Geschäft deshalb nicht voran gekommen war, weil keine automatischen Belichtungs- und Entwicklungsgeräte dafür zur Verfügung gestanden hatten. Mit seinem Team nimmt er sich zunächst dieser ingenieurtechnischen Entwicklungsaufgabe an, um das Geschäft in Gang zu bringen. Und das Geschäft kommt in Gang.
Seine Kontakte zur amerikanischen Zeppelin-Gesellschaft laufen derweil weiter. So treffen wir ihn dann auch am 10.Mai 1936 bei einem Gala-Diner im Waldorf Astoria als Vertreter der Zeppelin Airship Construction Co. u.a. mit den Zeppelin-Kapitänen E.A.Lehmann und Dr. Hugo Eckener. Ein Jahr später, nach dem Lakehurst-Debakel der „Hindenburg“ ist F.W.v.Meister als Vice President der American Zeppelin Corp. übrigens ein gesuchter Interview-Partner, als es um die Frage nach der möglichen Ursache des Unfalls geht. Damit geht aber auch v.Meisters Zeit als



BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

URKUNDE

UBER DIE EINTRAGUNG DES WARENZEICHENS

OZASOL

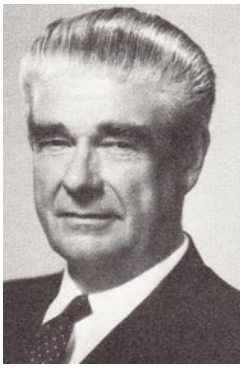
DEUTSCHES PATENTAMT

Urkunde Warenzeichen

„Special Representative“ dieser Firma in U.S.A. zu Ende.

Als 1940 die Ozalid Corporation in die General Aniline & Film Corporation (GAF) überging, wurde von Meister General Manager der Ozalid Division. Im Februar 1942 wurde GAF dann enteignet und die Geschäftsführer, fünf amerikanische Staatsbürger deutscher Abstammung wurden entlassen. Darunter auch F.W.v.Meister. Er leitete dann 1942 eine Firma, die für die US Navy neue Waffensysteme entwickelte und landete 1943 schließlich als Consulting Engineer und General Manager bei Keuffel&Esser in Morristown,N. J., wo er in einer ehemaligen Färberei in Summit N.J. eine Produktion von Lichtpaus-Chemikalien einrichtete. In der Nachbarschaft wurden die Streichmaschinen für die Lichtpauspapiere aufgebaut.

Der neuerliche Kontakt mit der deutschen Chemischen Industrie kam dann nach dem Krieg durch einen aus Österreich stammenden Geheimdienst-Offizier der US-Armee, Graf Trenttmannsdorff, zustande. In direkten Gesprächen mit den Chemikern bei Kalle erfuhr v.Meister dann schließlich von den Arbeiten in Richtung vorsensibilisierter Druckplatten. Das war 1947. Ab Oktober diesen Jahres wurde von Kalle die erste vorsensibilisierte Druckplatte verkauft. Als Trägermaterial diente eine oberflächlich verseifte Folie aus Acetylcellulose, also noch kein Aluminium. Die Formate waren DIN A3 und A4, die Platten wurden gelocht und ungelocht geliefert, waren jedoch nicht maßbeständig und also nur für einfache Vervielfältigungsarbeiten geeignet.



Friedrich Wilhelm von Meister

Der Anspruch, die erste vorsensibilisierte Flachdruckplatte auf den Markt gebracht zu haben, wurde auch von anderen Firmen, z.B. von 3M erhoben. Das ist nicht verwunderlich, wenn man sich die damals recht verworrene Patentsituation vor Augen führt: einerseits wurden viele Patentanmeldungen während der Kriegsjahre eingereicht und erst in den Fünfzigerjahren bekannt gemacht, andererseits wurde das Know how der deutschen Industrie in den bereits erwähnten Bios- und FIAT-Berichten erfasst und als legitime Kriegsbeute betrachtet, und schließlich war der globale Informationsfluss damals noch nicht so reibungslos, dass Marktneuheiten so schnell bekannt geworden wären wie heute.

Im Oktober 1948 wurde von Keuffel & Esser das bereits erwähnte „Technology Exchange Agreement“ mit Kalle abgeschlossen, in dessen Rahmen dann auch Keuffel & Esser solche vorsensibilisierten Platten auf Folienbasis herstellte. Willy von Meister erkannte jedoch bald die grundlegenden Nachteile des Produkts. Er beschaffte sich in USA ein mit Celluloseacetat beschichtetes nassfestes Papier und brachte so die erste Verbesserung ein. Die Entwicklung lief jedoch klar auf Aluminium als maßbeständiges und preiswertes Trägermaterial hinaus.

Ab Januar 1949 wurde von Kalle eine erste vorsensibilisierte Druckplatte auf Aluminiumträger angeboten, die „OZASOL®-Druckfolie MA Positiv“ („M“ für Metall). Die Platte wurde als Formatware beschichtet, was nicht der endgültige Fertigungsweg sein konnte, aber Aluminiumplatten waren ersichtlich das Produkt, dem die Zukunft gehörte.
Die Geburtsstunde des großen Nebenprodukts der OZALID®-Familie, der vorsensibilisierten direkt positiv arbeitenden OZASOL®-Druckplatte schlug dann im Juli 1950 in Wiesbaden-Biebrich mit der zunächst noch „DAHN“-Platte, von Diazoanhydrid-Naphthalin-Derivat, ab Dezember 1950 jedoch „OZASOL®-Druckfolie MD-Positiv“ („M“ für „Metall“, „D“ für „Direkt“) genannten Platte.

F.W.v.Meister drängte das Management von Keuffel & Esser, auch diesen Schritt mitzumachen. Man bedeutete ihm jedoch, dieses Gebiet liege dem Lichtpausmarkt relativ fern und auch produktionstechnisch sei Aluminium nicht mehr mit für Papier ausgelegten Maschinen zu verarbeiten, man stelle ihm jedoch frei, auf eigene Faust und Rechnung in diese Technologie zu investieren. So suchte Friedrich Wilhelm von Meister einen Kompagnon mit Kapital, den er in der Person von Charles W. Engelhard fand, und gründete am 1.Oktober 1952 in Murray Hill, N.J. die Firma Azoplate, die sich mit der Herstellung und dem Vertrieb vorsensibilisierter Offsetplatten beschäftigte.
Das Geschäft entwickelte sich sehr gut, Friedrich Wilhelm von Meister, der Unternehmer, zeigte den Herren bei Kalle und wahrscheinlich nicht zuletzt den von M.P.Schmidt bereits zitierten Kaufleuten, daß man mit vorsensibilisierten Platten ein großes Geschäft machen konnte. Allein solch ein Beweis war im Interesse des technischen Fortschritts schon Gold wert! Es wundert einen angesichts dessen natürlich auch nicht, daß in den ersten Jahren die Plattenumsätze von Azoplate in USA größer waren als die von Kalle in Wiesbaden-Biebrich.

In USA entwickelte sich also wie in Europa das Produkt OZASOL®, welches dort allerdings ENCO (von Engelhard Company) hieß, aus dem Lichtpaussektor heraus. Allerdings waren hier wie dort die Beschichtungsmaschinen für die Beschichtung von Aluminiumbändern ganz anders zu dimensionieren als für die Papierverarbeitung. Das gilt z.B. einerseits des größeren spezifischen Gewichts von Aluminium wegen für die Antriebsaggregate und andererseits seiner höheren spezifischen Wärme wegen für die Auslegung der Trockner. Neu war auch, daß das Aluminiumband vor der Beschichtung im Gegensatz zum Papier in irgendeiner Weise aufgerauht und nach Beschichtung und Trocknung in der Regel mit Zwischenlagepapier aufgerollt werden mußte. In besonderen Fällen wurde das Aluminium im Format aufgerauht und vorbehandelt und mußte dann sozusagen „sheet fed“ beschichtet werden.

Einige der bei Azoplate gefertigten Positiv-Platten wurden auch mit abgewandelter und dem neuesten Stand der Diazochinon-Entwicklung angepassten Rezeptur als Direkt-Positivplatten in das Kallesche Produktionsprogramm und das deutsche Verkaufssortiment rückübernommen.

Bis 1955 bestanden die Positivschichten jedoch nur aus niedermolekularen Diazochinon-Verbindungen. Die Folge war eine mangelhafte Beständigkeit der Schicht gegen die öligen Bestandteile der Druckfarbe und daraus resultierend eine recht niedrige Druckauflage. Dieser Nachteil musste mittelfristig behoben werden.

Erwiesenermaßen schon seit 1947 benutzte man bei der Verarbeitung von Negativ-Druckplatten, die mit den alten, aus der Selbstbeschichter-Zeit stammenden OZASOL®-Lösungen beschichtet worden waren, einen OZASOL®-Lack, der ein NOVOLAK-Harz des Nachbarunternehmens Chemische Werke Albert enthielt, eine bestimmte Alnovol-Type.

Irgendwann fand man dann heraus, dass der OZASOL®-Lack, mit etwas Geschick appliziert, auch bei Positivplatten zu einer Auflagenerhöhung führte. Solche Entdeckungen gehen oft auf Kunden oder Mitarbeiter zurück, die sich um wissenschaftliche Details und technische Gebrauchsanweisungen wenig kümmern und deren Unbekümmertheit genauso groß ist wie ihre Neugier. Die Nachricht von einer unerwarteten Wirkung verbreitet sich zwar schnell, man weiß freilich später oft nicht mehr, wer denn als erster diese Arbeitsweise praktiziert hat.

1955 ist dann jemand auf die Idee gekommen, diesen wundertätigen OZASOL®-Lack von vornherein in die Beschichtungslösung der OZASOL®-Positivplatten hineinzuschütten. In den schriftlich vorliegenden Unterlagen über jene Zeit findet dieser Erfinder ebenfalls keine namentliche Erwähnung. Zeitzeugen versichern jedoch, es sei Meister August Rebenstock gewesen, der diesen folgenschweren Schritt vollzogen habe. Schon M.P.Schmidt erwähnte in seinem Brief vom 20. Januar 1946 diesen seinen sehr geschickten Meister Rebenstock.

Der Erfolg gab Meister Rebenstock recht: Durch die Zugabe von Novolak zur Positivschicht wurde die Auflage entscheidend verbessert. Es gab seit der im Oktober 1955 herausgebrachten OZASOL®-Druckfolie „Positiv Spezial“ keine OZASOL® Positivplatten mehr ohne diesen Harzzusatz.

Bereits in einem Patent vom 13.9.1949 erwähnt M.P. Schmidt selbst allerdings die Verwendung eines o-Kresol/Formaldehyd-Harzes als Zusatz zu Diazochinon-Schichten und als Unterschicht zu Diazochinon-Schichten. Es spricht freilich nichts dafür, daß er damals schon erkannte, dass die Kombination von Diazochinon und Novolak in einer alkalischen Entwicklerlösung schwerer löslich ist als die beiden getrennten Einzelkomponenten. Diese Reduzierung der Löslichkeit der lichtempfindlichen Schicht infolge einer Wechselwirkung zwischen den beiden Substanzen ist aber die Voraussetzung für die Verwendbarkeit der Novolake in Positivschichten.

Allerdings beschäftigte sich M.P.Schmidt in jener Zeit auch sehr ausführlich mit der Umsetzung von Diazochinon-Sulfochloriden und Phenol-Formaldehyd-Harzen. Das kommt in einem Patent von ihm und Oskar Süs mit der Priorität 31.10.1950 zum Ausdruck, wo diese Umsetzungsprodukte als filmbildende, lichtempfindliche Substanzen beschrieben werden. Und es heißt dort auch: „Mischt man den Lösungen der erfindungsgemäß zu verwendenden harzartigen Sulfosäureester Harze oder Farbstoffe zu, so werden die Ergebnisse unter Umständen noch verbessert." Vielleicht haben die beiden Erfinder ja damals doch schon die richtige Witterung gehabt.

Im Laufe der Jahrzehnte wurden die Positivplatten und ihre Verarbeitung dann Schritt für Schritt verbessert und der technologischen Entwicklung angepasst. Eine nochmalige Verbesserung der Auflagenleistung konnte durch das Einbrennen der fertigen Druckform in einem Ofen, THERMODUR®-Verfahren genannt, erzielt werden, was von Dr. Fritz Uhlig und seinen Mitarbeitern ausgearbeitet wurde.

Zum anderen wurde eine bessere Auflagenleistung auch durch die Verwendung von (in der Anfangszeit zugekauftem) elektrochemisch aufgerauhtem und anodisiertem Aluminium als metallischem Trägermaterial erzielt. Bis dahin waren ja die lichtempfindlichen Schichten auf mit Drahtbürsten mechanisch aufgerauhtes Aluminium beschichtet worden. Die Elektrochemie zur Vorbereitung des Trägermaterials selbst zu betreiben und einzusetzen bedeutete damals für Hoechst und Kalle einen Schritt in technologisches Neuland.

Aus verfahrenstechnischen, aber auch aus drucktechnischen Gründen entschied man sich damals, die elektrochemische Aufrauhung in einem Salpetersäure-Bad vorzunehmen. Die so erzielte Oberfläche ist durch tiefe Poren charakterisiert, was zu einer guten Haftung der Schicht und also zu einer guten Abriebfestigkeit und zu einer guten Druckauflage führt

Noch ein anderes Ziel schien mit den elektrochemisch – und damit weitgehend richtungsunabhängig – aufgerauhten Aluminium-Oberflächen erreichbar: der rasterlose Offsetdruck. Man dachte, die Zufallsstruktur der Aufrauhung mit ihren verschieden tiefen und verschieden weiten Poren sollte zusammen mit einer weich arbeitenden Schicht eine rasterlose Druckwiedergabe von Fotografien wie beim Lichtdruck ermöglichen. Viele Versuche wurden in Verfolgung dieser Fata Morgana unternommen, das Verfahren blieb indessen immer eine Technik für ausgefuchste Experten (wie z.B. bei Case Hoyt in Rochester, N.Y.). Ein Irrweg also. Diese Art von rasterlosem Druck

Fritz Uhlig

gedieh nie zu einem Routineverfahren, auch nicht in den Händen unserer Kollegen von Howson-Algraphy. Erst auf Grundlage der Forschungsarbeiten am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren an der damaligen TH Darmstadt unter Leitung von Prof. Dipl.-Ing. Karl R. Scheuter kamen Dr. Jean Fischer und Herrn von Kienlin mit den Mitteln der Elektronik einen Schritt weiter, und vor allem mit der direkten digitalen Bebilderung der Druckplatte gelang dann der Durchbruch, so dass heute selbst Supermarkt-Werbung mit einem modifizierten FM-Raster gedruckt werden kann.

Neben all diesen Arbeiten zur Entwicklung immer besserer und immer leistungsfähigerer Druckplatten mussten auch die zugehörigen Verarbeitungschemikalien ausgearbeitet werden: Entwicklerlösungen (und deren Konzentrate), Korrekturmittel, Fixierungen, Gummierungen, Auswaschlösungen und vieles andere mehr. In manchen Fällen konnte man sich dabei zwar auf Erfahrungen der Drucker aus der Selbstbeschichter-Zeit und deren Geheimrezepte stützen, die Anpassung z.B. auf Positivschichten oder auf eloxierte Aluminiumplatten erforderte jedoch trotzdem unzählige Versuche.

Mit dem Aufkommen von Entwicklungsgeräten, seien es nun einfache Küvetten oder später Durchlaufgeräte, wurden wieder neue Anforderungen an die Verarbeitungschemikalien gestellt. Und mit den im Laufe der Jahre immer enger werdenden Umweltbestimmungen wurden immer wieder neue Rezepturen nötig, selbst wenn es sich nur um den Austausch eines Anti-Schimmel-Mittels in einer Gummierung handelte.

Doch zurück in die Sechzigerjahre! Damals konnte man noch nicht einmal sicher sein, mit Aluminiumplatten in jenen Großoffsetmarkt vorstoßen zu können, der immer noch von den Mehrmetallplatten bedient wurde. Deshalb wurde in Wiesbaden-Biebrich trotz aller damit verbundener Probleme (Vorbehandlung

im Format und aufwendige Abwasserreinigung) die galvanische Veredelung von Messing, Aluminium und Stahl weiterbearbeitet. Und parallel dazu mussten Positiv- und/oder Negativschichten entwickelt werden, die auf die Chrom-Oberfläche abgestimmt waren. Es wurde dann sogar eine italienische Firma übernommen, die sich hauptsächlich der Produktion vorsensibilisierter Mehrmetallplatten widmete. Über diese Firma wurden dann jene Kunden bedient, die glaubten, ohne Mehrmetallplatten immer noch nicht auskommen zu können.

Die Aufbruchstimmung jener Jahre war jedoch so enorm, dass man das gesamte Druckgebiet ins Auge fasste: Hochdruck, Tiefdruck und sogar Siebdruck gerieten ins Visier.

Aus heutiger Sicht erscheint ein so breites Entwicklungsprogramm geradezu größenwahnsinnig. Man darf aber nicht vergessen, daß damals der Hochdruck noch den Markt (insbesondere bei den Zeitungen) beherrschte, gefolgt vom Illustrations-Kupfertiefdruck selbst für Kleinauflagen-Zeitschriften. Für einen Anbieter vorsensibilisierter Platten in diesen Segmenten schien ein lukratives Geschäft zu winken. So wurden bei Kalle in den Fünfzigerjahren viele Versuche unternommen, auch im Hoch- und im Tiefdruck vorsensibilisierte Druckplatten anzubieten mit Schichten, die natürlich zu diesen Zwecken speziell auf die Bedürfnisse dieser anderen Druckverfahren abgestellt sein mussten. Mit dieser Zielrichtung wurden auch viele Versuche mit lichtempfindlichen Formulierungen auf anderen Metallen als Aluminium oder Chrom durchgeführt.

Als Ergebnis solcher Versuche mit Zinkoberflächen waren z.B. bis in die Siebzigerjahre hinein lichtempfindlich beschichtete Zinkplatten zur chemigrafischen Druckform-Herstellung von Hochdruck-Klischees unter dem von „OZASOL“ abgeleiteten Namen ERISOL® im Handel.

Und auch die Arbeiten an lichtempfindlichen Schichten auf metallischem Kupfer in Richtung Kupfer-Tiefdruck führten zu einem beachtlichen Ergebnis – allerdings nicht auf dem Gebiet des Offsetdrucks. So wie ca. zwölf Jahre zuvor die Druckplatten aus dem Lichtpausgebiet hervorgegangen waren, hat nämlich auch das Druckgebiet selbst einen Ableger erzeugt. Die Arbeiten an Kupferblech als Trägermaterial führten 1959 im Labor von Dr.-Ing. Maximilian Reichel zum ersten praxistauglichen positiv arbeitenden Fotolack der Technikgeschichte, der in späteren Jahren zunächst zur Herstellung sogenannter „gedruckter Schaltungen“ verwendet wurde.

Maximilian Karl Reichel

„Gedruckt“ wurden diese „Schaltungen“ oder „Leiterplatten“ deshalb genannt (im Englischen „printed circuit boards“), weil bis dahin zu ihrer Herstellung zuerst mittels des Siebdruckverfahrens eine Ätzschablone auf einen Kupfer/Pertinax-Verbund aufgedruckt wurde und in einem zweiten Schritt das Kupfer an den beim Bedrucken frei gebliebenen Stellen weggeätzt wurde, ähnlich wie Chrom bei den Mehrmetallplatten. Mit einem Positiv-Fotolack rückten viel bessere Auflösungen als mit dem Siebdruck in den Bereich des Möglichen.

Mit dem Aufkommen der Mikroelektronik wurde dieser Fotolack in modifizierter Form dann auch tatsächlich in der Fotolithografie zur Herstellung von Wafern und letztlich Chips eingesetzt.

Um es ganz deutlich zu sagen: Wenn heute von fotolithografischen Methoden der Chip-Herstellung gesprochen wird, dann stehen am Anfang dieser Entwicklung Arbeiten auf dem Gebiete der vorsensibilisierten Druckplatten von Dr. Maximilian Karl Reichel in Wiesbaden-Biebrich.

So wie das Lichtpaus-Gebiet zum Entstehen der vorsensibilisierten Offsetplatten führte, entstand also aus den Arbeiten auf dem Druckgebiet ein weiteres Geschäftsfeld, das Gebiet der Elektronik-Zulieferprodukte mit seinen wiederum ganz eigenen Anforderungen z.B. in Bezug auf Reinheit, Ätzfestigkeit, Haftungseigenschaften usw. Heute würde man sagen, Fotolacke und damit die Fotolithografie, Chip-Herstellung etc. seien ein „spin-off“ der Beschäftigung mit vorsensibilisierten Druckplatten. Derweil wurden die „klassischen“ vorsensibilisierten Offsetdruckplatten natürlich immer weiter entwickelt und verfeinert. Man gewann auch immer mehr Zutrauen in die Basis Aluminium.

Ein wichtiger Schritt für die Positivplatten bedeutete die Einführung angefärbter Diazoschichten zu Beginn der Siebzigerjahre. Das war keineswegs trivial, denn der Farbstoff schluckt u.U. einen Teil des aktinischen

Lichtes, was zu Lasten der Lichtempfindlichkeit gehen kann. Außerdem werden viele Farbstoffe an der Aluminiumoxid-Schicht des Trägermaterials adsorbiert und führen zu Farbschleier in den Nichtbildbereichen der Druckform.

In der Praxis wurden viele zusammengestückelte und zusammengeklebte Filmvorlagen eingesetzt. Die Filmkanten waren zum einen nicht immer frisch und sauber, und zum anderen bildeten sich selbst frische Filmkanten durch Lichtstreuung oft auf der kopierten Positiv-Platte ab. Dem konnte man zwar durch Überbelichtung in gewissem Maße begegnen; dann wirkte sich dieser Trick aber auch bald auf den Tonwert aus, weil auch die Spitzlichter angegriffen wurden. Der Markt verlangte also deshalb die Anfärbung der Schicht, um dem Kopierer eine eventuelle Korrektur der Druckform und die Entfernung der Schnittkantenbilder zu erleichtern.

Die nächste Forderung tauchte jedoch bald danach auf: die Schicht sollte bereits nach der Belichtung ein sichtbares Bild zeigen. Und so folgte eine Forderung auf die andere und eine Verbesserung auf die andere.

Aber auch die negativ arbeitenden vorsensibilisierten Druckplatten entwickelten sich aus kleinen Anfängen zu immer leistungsfähigeren Produkten.

In den Fünfzigerjahren beschäftigten sich viele Synthese-Arbeiten der Kalle-Chemiker mit für vorsensibilisierte Negativplatten geeigneten Prinzipien, z.B. mit Diazo-Verbindungen, die sich zwar wie die Diazonium-Verbindungen im Licht zu schwerlöslichen oder unlöslichen Stoffen zersetzen, sich jedoch im Kontakt mit dem metallischen Träger, dem Aluminiumblech, nicht zersetzen wie die salzartigen Diazonium-Verbindungen. Diese Zersetzungsreaktion wirkte sich ja doch direkt auf die Haltbarkeit und Lagerfähigkeit der vorsensibilisierten Negativplatten aus. Und für eine Firma, die mit dem Anspruch weltweiter Präsenz auftritt, ist die gute Lagerfähigkeit ihrer Produkte unabdingbar.

Lange hat man sich so z.B. mit den p-Iminochinon-diaziden beschäftigt. Das Ziel war eine lagerfähige vorsensibilisierte Offsetplatte. Es gab Erfolge auf diesem Gebiet, auch neue Verkaufsprodukte, aber letztenendes keinen Durchbruch. Die Auflage der so hergestellten Platten bewegte sich immer nur im Kleinoffset-Bereich.

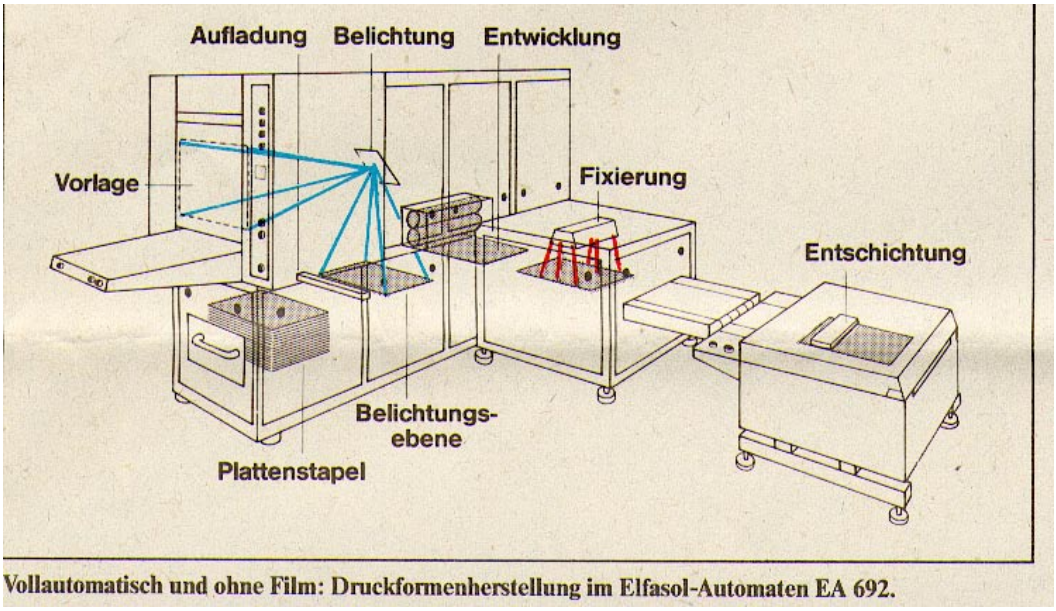
In USA ging die Firma 3M einen anderen Weg. Statt das Problem durch chemische Synthese der lichtempfindlichen Substanz lösen zu wollen, versuchte man die technologische Lösung. Die 3M-Chemiker suchten also nach einem Weg, die metallische Aluminium-Basis weniger aggressiv zu machen. Und es gelang ihnen, durch eine Vorbehandlung der Aluminium-Oberfläche mit heißer Alkalisilikat-Lösung das Metall derart zu inertisieren, daß die Diazonium-Gruppen der lichtempfindlichen Schicht beim Lagern des Fertigproduktes nicht zersetzt wurden. Jetzt waren leistungsfähige vorsensibilisierte Negativplatten machbar, wenn sie auch in USA zunächst ebenfalls nur für den Kleinoffset angeboten wurden.

Damit erwuchs der jungen Azoplate Corporation Ende der Fünfzigerjahre mit ihrem zu einem großen Teil aus Positivplatten bestehenden Sortiment in ihrem Home Market eine ernste und bedrohliche Konkurrenz. Die Umsätze stagnierten, und erst als es – buchstäblich in letzter Stunde – gelang, in Zusammenarbeit von Dr. Henning Borchers in N.J. mit Dr. Fritz Uhlig in Wiesbaden-Biebrich, der uns früher bereits als einer der OZASOL-Pioniere begegnet ist, eine patentfreie und ebenso wirksame Aluminium-Vorbehandlungsmethode auf der Basis von auch die Hydrophilie des Aluminiums noch verbessernder Polyvinylphosphonsäure aus Hoechst zu entwickeln, wendete sich das Blatt wieder. Azoplate und Friedrich Wilhelm von Meister konnten aufatmen. Das war um 1960.

Die zur Verfügung stehenden Diazonium-Verbindungen waren allerdings immer noch nicht leistungsfähig genug, um den Schritt vom gewerblichen Kleinoffset zum industriellen Offsetdruck oder gar zum Rollenoffsetdruck zu ermöglichen.

Andererseits gelang es mit der jetzt zur Verfügung stehenden neuen Polyvinylphosphonsäure-Vorbehandlung des Aluminiums damals dann in Wiesbaden-Biebrich, eine mit Wasser entwickelbare Kleinoffset-Negativplatte, die OZASOL® N2, zu entwickeln, was man aus heutiger Sicht als ersten Schritt hin zu einer „No-processing-plate“ bezeichnen darf.

H. Henning Borchers



Vollautomatisch und ohne Film: Druckformenherstellung im Elfasol-Automaten EA 692.

ELFASOL-Kopierautomat für den Zeitungsdruck

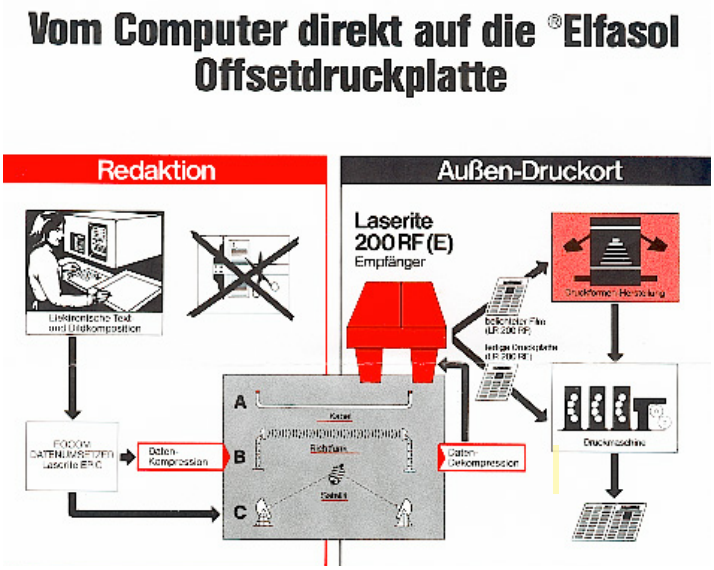
Neben den Positivplatten und den Negativplatten gab es dann ab 1961 eine weitere Familie von vorsensibilisierten Offsetplatten, die sich aus einem anderen Zweig des Lichtpausgebietes ableitete. Gemeint sind die nach elektrofotografischem Prinzip arbeitenden ELFASOL® Platten.

In der Pionierzeit der Fünfzigerjahre beschäftigte man sich zunächst mit einem elektrofotografischen Kopierverfahren. Die Herstellung von Kopierautomaten à la Xerox gehörte freilich nicht zu den Kompetenzen einer chemischen Fabrik wie Kalle. Ein mit einem Fotohalbleiter beschichtetes Kopierpapier zu entwickeln, welches in einer modifizierten kleinen Reprokamera zu verarbeiten war, traute man sich jedoch durchaus zu. Als Fotohalbleiter verwendete man Zinkoxid. Das Produkt wurde in Analogie zu OZALID® dann ELFOLID® genannt. Das Kopierverfahren bestand aus vier Schritten: Elektrostatisches Aufladen der Zinkoxidschicht – Belichten von einer Positiv-Papiervorlage – Betonern – Thermische Fixierung des Toners. Das Endprodukt war eine Positivkopie.

Das Kopiermaterial wurde in größerem Maßstab angewandt im Rahmen des Vermissten-Suchdienstes des Roten Kreuzes und zum Zwecke der Familienzusammenführung in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg. Meistens besaßen die Suchenden ja lediglich ein altes Foto des oder der Vermissten. Mit ELFOLID® war eine billige Vervielfältigung möglich.

Was im Lichtpaus-Sektor möglich war, sollte auch für das Druckgebiet nützlich sein können: erst entstand so wieder eine Papier-Druckplatte für den Vervielfältigermarkt. Bald synthetisierte man jedoch organische Fotohalbleiter, die in einer geeigneten Schichtzusammensetzung auf Aluminium aufgebracht werden konnten. Und auch hier leisteten Fritz Uhlig und seine Mitarbeiter Pionierarbeit bei der Entwicklung einer solchen elektrofotografisch arbeitenden Schicht und der nötigen Verarbeitungschemikalien. Der Prozess war ähnlich wie bei ELFOLID®; nach der thermischen Fixierung folgte außerdem noch ein subtraktiver Schritt, nämlich die Entfernung der nicht vom Toner abgedeckten Fotohalbleiterschicht mit einer Entschichterflüssigkeit. So wurde die Aluminium-Oberfläche freigelegt, die Kleinoffset-Druckform war fertig. ELFASOL® in Analogie zu OZASOL ® als Marke war geboren.

Nochmals später, in den Siebzigerjahren, wurde ein Kopierautomat gebaut, der ELFASOL® Platten im Zeitungsplattenformat verarbeiten konnte. Von diesem Automaten gab es mehrere, immer wieder verbesserte Generationen, das Ausgangsgerät wurde EA 692 genannt. Jeder dieser Kopierautomaten enthielt einen Plattenspeicher mit einer Papierausblas-Vorrichtung, denn die ELFASOL®-Platten wurden – wie alle anderen Platten – mit Zwischenlagepapier ausgeliefert. Belichtet wurden die unter einer Corona aufgeladenen Platten mit dem von einer Klebemontage reflektierten Weißlicht. Betonerung und Thermofixierung des Toners erfolgten im Gerät. Die so ausgegebene Platte konnte ggf. noch korrigiert werden (Schnittkanten-Wiedergabe der Klebemontage!), bevor sie in einem anschließenden Entschichtungsgerät druckfertig gemacht wurde. Der Plattendurchsatz war zeitungsgerecht.



Laserite 200 RF

Die Kopierautomaten wurden bei Fa. Sixt in Walldorf gefertigt. Die erste Installation stand bei „Le Progrès“ in Lyon. Nach Hunderten zählende andere Zeitungsbetriebe erkannten in der Folgezeit die Vorteile des Verfahrens und wechselten auf ELFASOL®. Bald ergab sich die Notwendigkeit, die ELFASOL® Platten so zu verändern, dass sie „rollenoffsettauglich“ wurden. Das bedeutete u.a. einerseits eine Erhöhung der Druckauflage und andererseits eine Veränderung der Druckeigenschaften. So entstand die ELFASOL® L6-Platte auf elektrochemisch aufgerauhtem und eloxiertem Aluminium. Und auch bezüglich des Toners ergaben sich bei den zahlreichen verschiedenen Kunden unterschiedliche Anforderungen, so dass eine intensive Toner-Entwicklung betrieben werden musste.

Wieder einige Jahre später hielt die Elektronik ihren Einzug in die Druckformherstellung bei der Zeitung. Die Technologie erlaubte es jetzt, eine Klebemontage abzuscannen und die Information direkt oder sogar erst nach drahtloser Datenfernübertragung per moduliertem Laserstrahl auf eine dafür passend sensibilisierte Druckplatte zu übertragen. Eine entsprechende Anlage der Firma EOCOM®, welche damals eine Zeitlang zum Hoechst-Konzern gehörte, Laserite 200 genannt, arbeitete bei der spanischen Zeitung „EL PAÍS“. Die Information der Zeitungsseiten wurde drahtlos aus Madrid nach Barcelona übertragen und unmittelbar mit Laser-Strahl auf eine ELFASOL® Platte ausgegeben. So passte ELFASOL® also schließlich nicht nur zu der analogen Bild- und Textverarbeitung, sondern war auch den Anforderungen des aufkommenden digitalen Zeitalters gewachsen.

Damit haben wir nun allerdings der chronologischen Entwicklung weit vorgegriffen, denn auch die vorsensibilisierten Negativ- und Positivplatten erlebten in den Siebziger- und den Achtzigerjahren einen rasanten Aufstieg. Damals überholte dann das Geschäft mit OZASOL ®–Druckplatten jenes mit Lichtpausmaterialien, aus dem es ehedem hervorgegangen war.
Der Erfolg hing sicher nicht nur mit der Technologie der vorsensibilisierten Platten zusammen, sondern z.B. auch mit der zunehmenden Einführung des Fotosatzes und der Tatsache, dass in den Siebzigerjahren die zweite Nachkriegs-Investitionswelle durch die deutsche Druckindustrie lief und dass sich eben seit 1950 die Drucktechnologie und insbesondere der Offsetdruck stark weiterentwickelt hatte.

Wie bereits angedeutet waren die Bemühungen, zu einer leistungsfähigen Negativplatte im Kalle-Sortiment zu kommen, lange Zeit wenig erfolgreich. Die schließlichen Fortschritte auf diesem Gebiet sind beide mit dem Namen des Chemikers Dr. Hartmut Steppan verbunden.

Zunächst gelang es ihm, eine neue Familie von Diazonium-Verbindungen zu synthetisieren, die man im Vergleich mit den vorher verwendeten ohne weiteres „hochmolekular“ nennen darf, was bezüglich Lichtempfindlichkeit und mechanischer Widerstandsfähigkeit der so aufgebauten Druckschichten einen großen Schritt nach vorne bedeuten musste.

Das Interesse der amerikanischen Kollegen, die sich in einem von Negativplatten dominierten Markt behaupten mussten, an den neuen Diazonium-Verbindungen war naturgemäß besonders groß. So wurden also im Sinne echten Teamworks die in Europa synthetisierten Verbindungen in den Laboratorien der Azoplate als Basis einer neuen Generation von Negativplatten benutzt. Nachdem diese neuen Platten in den USA ihre Feuertaufe bestanden hatten, wurden sie Anfang der

Siebzigerjahre auch ins OZASOL® Sortiment übernommen. Die guten Druckleistungen dieser Platten blieben unbestritten und wurden anerkannt. Ihre Verarbeitung, die in den USA durchaus akzeptiert wurde, stieß jedoch in Europa über die Jahre auf immer mehr Vorbehalte. Die Entwicklerflüssigkeit enthielt nämlich einen geringen Lösemittelanteil, der sich für die mit der Plattenkopie Beschäftigten geruchsmäßig als Belastung erwies. Daraus entstand dann für die OZASOL® Forschung die neue Entwicklungsrichtung, nämlich eine wässrig entwickelbare Hochleistungs-Negativplatte zu erarbeiten.

Das andere große Verdienst Dr. Hartmut Steppans an der Weiterentwicklung der Offsetplatten bestand darin, dass er mit Unterstützung der Hoechster Kunststoffforschung die Fotopolymerisation von Monomeren ins Blickfeld der Kalle-Forscher rückte. Und er entwickelte in seiner Gruppe die erste OZASOL® Flachdruck-Fotopolymerplatte.

Zwar gab es bereits „Nyloprint®“, die Fotopolymer-Hochdruckplatte der BASF und es gab sogar eine Fotopolymer-Flachdruckplatte von DuPont, „Lydel®“ mit Namen, die jedoch aus manchen Gründen im europäischen Markt nicht so recht voran kam. In dieser Situation wurde dann über ein paar Jahre hinweg die OZASOL® N7 entwickelt und in die Produktion eingeführt, eine robuste Hochauflagenplatte, die wässrig-alkalisch entwickelt wurde und Eingang in den Rollenoffset- und den Zeitungsdruck fand, z.B. bei Springer in Kettwig oder beim Druck- und Verlagshaus Neu-Isenburg. Manche Kunden bezeichneten diese Platte in einem etwas martialischen Vergleich als den „T 34 Panzer“ unter den Druckplatten. In der Tat war diese Platte sehr robust, was sogar ihre Verwendung in auf DiLitho umgerüsteten ehemaligen Zeitungs-Hochdruck-Rotationen ermöglichte, die damals eine Zeitlang von sich reden machten

Die ingenieurmäßige Herausforderung bei der Produktion der Platte entstand dadurch, dass die N7-Platte einen sauerstoff-undurchlässigen Deckstrich benötigte, damit die Fotopolymerisation bei der Belichtung überhaupt ablaufen konnte. Sauerstoff wirkt nämlich als Polymerisationsinhibitor. Im Gegensatz zu allen bis dahin produzierten vorsensibilisierten OZASOL® Platten erforderte die N7 also eine Beschichtungsmaschine mit einem zweiten Antragswerk nach der Trocknung der ersten Schicht. Bis diese Maschine mit allem Drum und Dran für die Produktion zur Verfügung stand, musste die N7 an einer auf Mehrschichtbetrieb nicht eingestellten Technikumsmaschine gefertigt werden.

Dabei hatte sich bereits bei den internen anwendungstechnischen Prüfungen des Entwicklungsproduktes gezeigt, dass die OZASOL® N7 immer noch nicht jene wässrig entwickelbare „All-round“-Hochleistungs-Negativplatte war, auf die man hingearbeitet hatte. Dieses Phänomen mag zum Teil durch den unerlässlichen, Sauerstoff ausschließenden Deckstrich verursacht worden sein, der sicher nicht ideal transparent war, sondern das Licht etwas streute. Zum anderen brachte der Deckstrich natürlich einen Abstand zwischen Film und lichtempfindlicher Schicht und bewirkte eine gewisse Unterstrahlung. Und drittens mag der Effekt der Lichtstreuung auch in der Natur der Fotopolymerisation begründet gewesen sein.

Eine Polymerisation ist ja eine Kettenreaktion. Wenn im Licht unter einer Filmvorlage (noch befinden wir uns im analogen Zeitalter!) eine Fotopolymerisation „gezündet“ wird, dann läuft diese auch dann noch ein wenig weiter, wenn das Licht wegbleibt; das heißt die Polymerisation läuft am Rande der Bildstellen auch ein wenig in die Nichtbildstellen hinein. Dieser Effekt ist bei einer Hochdruck-Platte durchaus erwünscht zur Sockel- und Flankenbildung. Bei Offsetplatten ergibt sich dadurch jedoch eine geringfügige Punktverbreiterung und damit eine Schädigung der Wiedergabequalität, die bei hohen und höchsten Druckansprüchen nicht akzeptabel ist.

Es ist jedoch an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass das Prinzip der Fotopolymerisation und die Kenntnisse, die bei der Entwicklung der OZASOL®-N7 gewonnen wurden, die Grundlage bildeten für die später noch zu erwähnenden Projektionsplatten und schließlich für die OZASOL®-CtP-Platten.

Zunächst ging aber die Forschung in Richtung einer wässrig entwickelbaren Platte auf Basis der Steppanschen hochmolekularen Diazonium-Verbindungen weiter. Erfolge gab es dabei immer wieder. Und man kam dem Ziel näher und näher. Einmal glaubten alle im Team, die Lösung des Puzzles bereits gefunden zu haben. Die internen Tests waren ohne Ausnahme positiv. Die Anwendungstechnik gab grünes Licht für einen externen Test. Der externe Test konnte aufgrund der guten Ergebnisse ausgeweitet werden. Die neue Negativplatte wurde auch ins europäische Ausland geliefert. Aufatmen beim Vertrieb: „Wir haben die ökologisch moderne Platte!“ Da kamen aus Skandinavien Meldungen über eine ungenügende Stabilität der Schicht in der Druckmaschine. Hektische Untersuchungen und Recherchen vor Ort ergaben, dass in Schweden ein neues, umweltfreundliches Walzen-Waschmittel auf den Markt gekommen war, welches zwar ohne Lösungsmittel arbeitete, dafür jedoch stark alkalisch reagierte. Auf die neue Schicht wirkte

Hartmut Steppan

das Waschmittel wie ein Entwicklerkonzentrat. Die Bildstellen wurden stark geschädigt. Niemand konnte ausschließen, dass die mit der neuen Platte hergestellten Druckformen auch in Zukunft irgendwie in der Druckmaschine mit diesem Mittel in Berührung kommen würden. Das war das „AUS“ für die neue ökologisch moderne Platte. Sie musste vom Markt zurückgezogen werden.

In den Achtzigerjahren gelang es dann jedoch endgültig, die von Dr. Hartmut Steppan gefundenen Diazonium-Verbindungen mit einem neu synthetisierten Bindemittel so zu kombinieren, dass eine beinahe ideale Negativplatten-Kombination entstand: Durch die Diazochemie war die Tonwertwiedergabe gesichert, durch das Bindemittel konnte die wässrig-alkalische Entwickelbarkeit erreicht werden und durch die elektrochemisch aufgerauhte und anodisierte Aluminium-Oberfläche lag die Auflage in einer nicht nur für große Zeitungsbetriebe befriedigenden Höhe. Auch gegen umweltfreundliche Waschmittel war die Schicht resistent. Die Platte, OZASOL® N61 genannt, konnte somit einen sehr großen Teil des weltweiten Negativplatten-Marktes abdecken.

All diesen und ähnlichen Weiterentwicklungen auf den Gebieten der Druckplatten- und Druckformherstellung, des Druckmaschinenbaus und der Elektronik ist es zu verdanken, daß der Offsetdruck sich in jenen Jahren zum weltweit größten Druckverfahren entwickeln konnte.

Je schneller die Druckmaschinen arbeiteten, desto höhere Anforderungen wurden auch an die mechanischen Eigenschaften des Aluminiums sowie an eine schnelle und gleichmäßige Wasserführung der Druckformen gestellt. Mit den genannten Veränderungen ging gleichzeitig auch eine Verringerung der durchschnittlichen Auflage pro Druckauftrag einher. Das heißt, dass die Auflagenleistung einer Platte in den Augen der Kunden weniger wichtig wurde, die gleichmäßige Wasserführung jedoch an Stellenwert zulegte.
Die Bedeutung der Wasserführung wurde noch dadurch verstärkt, dass in großen Rotationen mit zahlreichen Druckwerken bei einem Maschinenstillstand nicht wie in einer kleinen Druckerei die Druckformen gewaschen und gummiert werden konnten. Ein schnelles Freilaufen der Druckformen beim Weiterdrucken ohne großen Makulaturanfall ist hier ein wesentliches betriebswirtschaftliches Argument.

Diese Situation brachte Konsequenzen für die Technologie der elektrochemischen Aufrauhung mit sich, denen sich die OZASOL®-Forschung stellen musste. Während die elektrochemische Aufrauhung in einem Salpetersäure-Bad zu einer mikroporösen Oberfläche mit guten Haftungseigenschaften für die Kopierschicht führt, ist die in Salzsäure aufgerauhte Plattenoberfläche flacher aufgerauht, was im Endeffekt zu einem Verlust an Auflagenleistung führt, jedoch für die schnelle Einstellung der Feuchtmittelbalance von Vorteil ist. Dieser Effekt macht sich besonders bei Positivplatten bemerkbar, deren Schicht durch die Belichtung nicht gehärtet wird. Wenn man darüber hinaus die Hydrophilie der Aluminiumoxid-Oberfläche, die Wasserführung der Nichtbildbereiche und damit das Freilaufverhalten der Druckformen durch zusätzliche Vorbehandlungsschritte noch weiter verbessern will, muss man dies im allgemeinen mit noch mehr Zugeständnissen bei der Auflagenfestigkeit erkaufen.
Auch wenn das Ziel sehr klar war, so war der Weg dorthin nicht in kurzer Zeit zu bewältigen. Nicht zuletzt erforderten auch die produktions- und verfahrenstechnischen Umstellungen ihre Zeit.

Nicht erst in dieser Phase der Entwicklung sondern schon vorher war es nötig geworden, die Druckplatten in einer Bandanlage zu fertigen, die von der Rohaluminium-Rolle bis zur maschinell inspizierten und verpackten Druckplatte alle Verarbeitungsschritte automatisch ausführte, natürlich aus Gründen einer einheitlichen Produktqualität, aber selbstverständlich auch aus Kostengründen.

Die Produktgleichmäßigkeit bekam dann bald mit der Einführung der standardisierten Plattenkopie noch einmal ein zusätzliches Gewicht. Gleichzeitig lief die Zeit der Mehrmetallplatten endgültig ab, und auch die Diskussion der magnetischen Aufspannung von Druckformen aus Eisen-Trägermaterial konnte diesen Trend nicht mehr stoppen.

Mit dem Aufkommen der Plattenlese-Geräte und der Farbwerksvoreinstellung ergaben sich noch einmal neue Anforderungen an die Einheitlichkeit der Druckform-Oberflächen und den Kontrast zwischen Bild- und Nichtbildstellen.

Auf dem Gebiet der Positivplatten hatte der Qualitätsstand im Laufe der Jahre eine beachtliche Höhe erreicht. So umfasste ein Pflichtenheft, welches zu Beginn der Arbeiten der Entwicklungsabteilung übergeben wurde, angefangen bei der Lichtempfindlichkeit über schnelle Entwickelbarkeit bis zur Auflagenleistung ungefähr zwanzig Parameter, die im fertigen Produkt verwirklicht sein sollten. Da nun aber jedes Produkt ein Kompromiss ist, wenn es eine Vielzahl von Funktionen erfüllen soll, wird die gleichzeitige Realisierung aller Forderungen bei steigender Anzahl immer schwieriger. Diese Tatsache, aber auch das Aufkommen neuer Anforderungen, neuer Marktsegmente und regionaler Besonderheiten führten in den Achtzigerjahren zur Entwicklung von Positivplatten für ganz spezifische Anwendungen.

Ein solcher Fall liegt zum Beispiel bei sogenannten Umkehrplatten vor, die sich wahlweise mit Positiv- oder Negativfilmen bebildern lassen, ja sogar nacheinander mit Negativ- und Positivplatten, ein Verfahren, das man als „Fotocomposing“ bezeichnet.

Die Diazochinon-Verbindungen eigneten sich auch für die Herstellung solcher Umkehrplatten. Allerdings bedarf es dabei eines besonderen Arbeitsschrittes. Wenn man eine solche Platte nach der ersten Belichtung einer Nacherwärmung unterwirft, werden die belichteten Teile im Positiventwickler unlöslich, weil die bei der Belichtung gebildete Carbonsäure ihre löslichmachende Gruppe verliert. Die (noch) nicht belichteten Bezirke der Platte lassen sich jedoch immer noch wie eine normale Positivplatte belichten, entwickeln und druckfertig machen.

Als Platte, die weder reinrassig positiv, aber auch nicht reinrassig negativ zu verarbeiten war, wurde das entsprechende Produkt im Kalle-Sortiment OZASOL® Umkehrplatte C 61 genannt.

Anfang der Achtzigerjahre schlug dann wiederum die Stunde der Fotopolymerplatten. Es galt, eine hochlichtempfindliche Platte zu entwickeln, die für die vergrößernde Belichtung durch Projektion geeignet war. Plakatdrucker aber auch der Bücherdruck hatten für ein solches Produkt ein gewisses Interesse gezeigt. Für diese Entwicklung, bei der es mehr auf hohe Lichtempfindlichkeit ankam als auf eine exakte Tonwertwiedergabe, bot sich das Prinzip der Fotopolymerisation an. Durch geeignete Sensibilisierung war es nämlich hier möglich – anders als bei den Diazoschichten – die Lichtempfindlichkeit deutlich zu verbessern. Das gesteckte Ziel konnte erreicht werden, wenn auch mit einem zusätzlichen Kniff. Es erwies sich auch hier als vorteilhaft, die belichtete Platte einem Nacherwärmungsschritt zu unterwerfen, um die Durchhärtung der belichteten Platten zu verbessern und so die Auflagenleistung der resultierenden Druckform sicherzustellen.

Wie funktioniert dieser Nacherwärmungsschritt? So wie die fotoinduzierte Polymerisation bei der Belichtung unter einer Filmvorlage auch ein wenig in die vom Film abgedeckten Nichtbildbereiche übergreift, kommt sie beim Abschalten des Lichtes natürlich auch nicht momentan zum Stillstand. Wenn man nun dieser durch das Licht angestoßenen Vernetzungsreaktion durch Temperaturerhöhung die Möglichkeit gibt, noch weitere polymerisierbare Monomermoleküle zu erreichen, steigt der Vernetzungsgrad der Bildstellen weiter an, was sich dann positiv auf Abriebfestigkeit und Druckauflage auswirkt.

Das Endergebnis dieser Bemühungen war eine OZASOL® N81 genannte Fotopolymerflachdruckplatte für den Einsatz in Projektionsbelichtungsgeräten.

Wenige Jahre später tauchten dann noch einmal neue Herausforderungen am technologischen Horizont auf. Die Herausforderungen des digitalen Zeitalters wurden deutlicher und deutlicher.

Nachdem die filmlose Druckformherstellung mit elektrofotografischen Platten, ELFASOL®, schon früher Realität geworden war, sollte nun die Datenübertragung vom Computerspeicher mit moduliertem, scannendem Laserstrahl direkt auf eine in herkömmlicher Weise zu verarbeitende Druckplatte realisiert werden. Um bei diesem Scan-Vorgang trotzdem einen akzeptablen Plattendurchsatz zu erreichen, war von vornherein auszurechnen, dass der fokussierte Laserstrahl mit einer Geschwindigkeit von ca. 200 Metern/Sekunde über die Platte streichen musste.

Anfänglich klaffte eine große Lücke zwischen der Lichtempfindlichkeit der verfügbaren fotochemisch arbeitenden Druckplatten und der von den Lasern emittierten Lichtenergie. Das galt einerseits für die spektrale Empfindlichkeit der Platten, die bis dahin im UV-Gebiet lag, und die Wellenlänge des Laserlichts im kurzwelligen sichtbaren Bereich, aber andererseits auch für die abgestrahlte Energie der Laser und den Energiebedarf der lichtempfindlichen Schicht in mJ/cm². In den ersten Stadien der Entwicklung wurde ein Großteil der dem (Hochleistungs-)Laser zugeführten elektrischen Energie in Wärme umgesetzt und nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Energie war als Licht zur Bebilderung der Druckplatten nutzbar. Da die Laser deshalb der Wasserkühlung bedurften, war diese Art der Druckformherstellung zu teuer.

Erst als es Ende der Achtzigerjahre, basierend auf den Erfahrungen mit N7 und N81 gelang, Fotopolymer-Flachdruckplatten zu entwickeln, die gegenüber blauem und grünem Licht eine ausreichende Empfindlichkeit aufwiesen, war für die Computer-to-plate-Technologie Licht am Ende des Tunnels zu sehen. Auf der Drupa 90 wurden von Hoechst-Kalle OZASOL®-N90-Platten in einer entsprechenden professionellen Geräte-Umwelt der Öffentlichkeit zum ersten Male vorgestellt. Die Botschaft war: „Computer-to-Plate ist machbar“. Hoechst erhielt für diese Entwicklung von Lasers in Graphics den „Best of Drupa 90 Award For N 90 High Sensitivity Photopolymer Plate“.

Als Curiosum darf an dieser Stelle erwähnt werden, dass selbst damals noch manche Beobachter die Computer-to-plate-Technologie als „Lösung für ein nicht existentes Problem“ betrachteten. Manche Zeitgenossen bezeichneten gar die Abkürzung „CtP“ als synonym mit „Computer-to-Pleite“.

Kaum jemand konnte sich damals im Zeitalter der Magnetplattenstapel vorstellen, dass Speicherplatz für riesige Datenmengen bald in großem Umfang zu akzeptablen Bedingungen zur Verfügung stehen würde. Der Riesen-Magnetowiderstand, für dessen Entdeckung im Jahre 1988 Peter Grünberg und Albert Fert 2007 den Physik-Nobelpreis erhielten, war in seiner Bedeutung und in seinen Auswirkungen damals 1990 nach nur zwei Jahren noch nicht abzuschätzen. So wie der Fotosatz Jahrzehnte vorher zum Erfolg der vorsensibilisierten Platten sehr weitgehend beigetragen

Anzeige von Drupa 90 für Ozasol N 90

hatte, war es die Verbilligung der Speichermaterialien, die den Siegeszug der CtP-Platten begünstigte.

Heute werden auch Zeitungen trotz der dort üblichen Mehrfachplatten mit vorsensibilisierten Nichtsilber-Platten gedruckt, welche mit Hilfe von Laserlicht bebildert werden, dessen Modulation direkt von einem Computer gesteuert wird. Dabei kann die Wiedergabequalität der Abbildung aus platten-immanenten, aus verfahrenstechnischen und aus Gründen der Informationsverarbeitung besser sein als beim Weg über eine Film-Zwischenstufe.

Die ingenieurtechnische Herausforderung bei der Produktion solcher gegen kurzwelliges sichtbares Licht empfindlichen Platten war die neue Ausgestaltung des Produktionsumfeldes, das zwar in der Foto- und Film-Industrie gang und gäbe war, bei der Druckplattenproduktion jedoch nicht. Dieser Punkt dürfte allerdings bei der Produktion von violett-empfindlichen CtP-Platten heutzutage eine geringere Rolle spielen.

Diese Ausführungen über die Wandlungen der vorsensibilisierten Druckplatte und ihre Anpassungsfähigkeit an ein jeweils neues technologisches Umfeld zeigen, dass diese Produktlinie noch sehr lebendig und anpassungsfähig und beileibe nicht vom Aussterben bedroht ist.

Viele interessante Details mussten bei der gestrafften Darstellung natürlich unter den Tisch fallen, z.B:

- Versuche zum Sandstrahl-Aufrauhen von Aluminiumblechen
- Arbeiten mit Aluminium/Folien-Verbunden
- Arbeiten zur Beschichtungstechnologie
- Abstandshalter in Druckplatten zur Vermeidung von Hohlkopien

Verbesserungen an ELFASOL® Tonern. Langsames Ablaufen der schwarzen Tonerschicht störte beim Farbdruck. Der Toner sollte entweder sehr schnell oder gar nicht ablaufen.

Nun, da wir gedanklich im Jahre 1990 angekommen sind, bleiben nur noch einige abschließende biographische Bemerkungen zu den erwähnten Personen: Friedrich Wilhelm von Meister war es 1967, der in USA der Society of Reproduction Engineers den Vorschlag machte, Dr. Maximilian Paul Schmidt für seine Verdienste um die Reproduktionstechnik mit einer Goldmedaille zu ehren. In der Pressenotiz über diesen Beschluß der Gesellschaft heißt es dann: „Dr. Maximilian P. Schmidt, the grandfather of diazo, will receive a gold medaillon from the Society of Reproduction Engineers during the International Congress

on Reprography in Cologne, Germany, next October.“ So geschehen am 28.10.1967.

Und gleichzeitig wird Frau Margarethe Schmidt geehrt. Sie wird zum Honorary Life Member der Society of Reproduction Engineers ernannt mit der Begründung: „.....Fully cognizant of the important part that every wife and helpmate plays in the success of all leaders.....“

- Maximilian Paul Schmidt starb 6 Jahre später am 10. April 1973 im Alter von 90 Jahren.
- Oskar Süs habilitierte sich zum Honorarprofessor der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz, trat 1968 in den Ruhestand und starb am 16. Januar 1978, ungefähr ein Vierteljahr vor seinem 75. Geburtstag.
- Friedrich Wilhelm von Meister verunglückte am 6. Juli 1978 kurz vor seinem 75. Geburtstag bei einem Autounfall in den USA.
- Maximilian Karl Reichel starb am 7. August 1976 im Alter von 71 Jahren.
- Fritz Uhlig segnete das Zeitliche Anfang 2007 im Alter von 82 Jahren.
- H.Henning Borchers lebt – mittlerweile 87-jährig in Kalifornien.
- Hartmut Steppan genießt 80-jährig seinen Lebensabend abwechselnd in Wiesbaden und in seiner zweiten Heimat Korsika.

Das raumzeitliche Zusammentreffen und zeitweise Zusammenwirken dieser Persönlichkeiten bei entscheidenden Weichenstellungen in der Entwicklung von vorsensibilisierten Offsetdruckplatten kann man aus heutiger Sicht als einen außergewöhnlich glücklichen Zufall betrachten.

Auch die drei erwähnten großen Innovationen erlebten ein wechselvolles Schicksal:

Das Arbeitsgebiet OZALID®, also die Diazotypie, wurde, als es zur charttechnischen „Cash Cow“ geworden war, an eine französische Firma verkauft. Das Arbeitsgebiet OZASOL®, die vorsensibilisierten Offset-Druckplatten also, wurde en bloc 1996 an AGFA verkauft, da es nicht mehr zum „Core Business“ der umzustrukturierenden Hoechst AG gezählt wurde. Die Elektronik-Produkte schließlich wurden zunächst an Clariant verkauft, die dieses Arbeitsgebiet mittlerweile bereits wieder abgegeben haben.

Bei der Niederschrift dieser Historie hat sich der Autor auf Archive und auf schriftliche, überlieferte Zeugnisse der genannten Herren und auf eigene Aufzeichnungen und Erinnerungen gestützt. Auch Ausarbeitungen von Dr. Hans Heiss und Dr. Arno Bräuninger sind in diesen historischen Rückblick eingeflossen. Allen Autoren vielen Dank. Für anregende Diskussionen auch ein Dankeschön an Herrn Dr. Dieter Mohr.

Ein Teil dieses Beitrags wurde bereits am 24. Januar 2005 im Seminar des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt vorgetragen.

Die Moral der Geschichte:

Zufälle sind Chancen, die man erkennen muss um weiterzukommen. Auch Umwege führen oft zum Ziel. Abwege gehen nicht immer abwärts und müssen beileibe nicht in Sackgassen enden. Auf Irrwegen lernt man immerhin, sich zu orientieren. Manchmal findet man sogar einen Seitenweg und etwas, das man gar nicht gesucht hat. Bei all dem sind die handelnden und mitwirkenden Personen unerlässlich. Es reicht nämlich nicht, etwas Neues zu finden; man muss es auch merken.

Und die Innovationen? Sie wachsen manchmal aus einer anderen, älteren fruchtbaren Wurzel, jedoch nur, wenn ein phantasiebegabter Mensch ihre Knospe wahrnimmt und pflegt, und sie können nur gedeihen, wenn die Infrastruktur stimmt, in welche sie hineingeboren werden.

B.Sc. / M.Sc. vs Dipl.-Ing. – der Bologna-Prozess

von Dipl.-Ing. Rudolf Uhrig, M.Sc.

Rudolf Uhrig M.Sc., geb. 1931, Lehre als Maschinenbauschlosser, Studium Allgemeiner Maschinenbau 1952 - 1957 am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TH Darmstadt bei Prof. Eschenbach und wissenschaftlicher Assistent bis 1960, Studium an der Manchester University, UK 1961 – 1962 mit Abschluss Master of Science, VDI-Obmann der THD, Abteilungsleiter der Heidelberger Druckmaschinen 1963 – 1993, Gründungsmitglied, langjähriger Vorsitzender und Mitglied des Vorstandes sowie Ehrenmitglied des VDD

Als 1901 die aus den Polytechnika hervorgegangenen deutschen Technischen Hochschulen das Promotionsrecht zugesprochen bekamen, da wehrten sich die alt eingesessenen Universitäten dagegen, indem sie darauf pochten, dass dieser Doktorgrad in seiner Abkürzung anders als die „richtigen“ Doktortitel geschrieben wird. Statt eines an Dr. med. oder Dr. jur. angelehnten Dr. ing. sollte die Abkürzung für Ingenieurwissenschaft groß geschrieben werden. So entstand der Dr.-Ing. in Fortsetzung des akademischen Titels Dipl.-Ing. Diese beabsichtigte Diskriminierung hat sich jedoch im Verlauf der Geschichte eher ins Gegenteil verkehrt. Als der Dr. rer. pol. für die Kaufleute aufkam, mokierte man sich darüber, dass dieser während des Aufenthaltes eines Zuges am Ort der dafür vorgesehenen Wirtschaftshochschulen erworben werden könne. Erwarb jemand den Titel im Ausland, wie zum Beispiel im österreichischen Innsbruck, dann verspottete man diesen als „Dr.-Ins.“ Die Querelen um die Bedeutung der akademischen Grade nahmen schon hier ihren Anfang.

Die Probleme der Berufstitel und deren Vergleichbarkeit

Im technischen Bereich bestanden viele Jahre in Deutschland die Techniker der Technikerschulen, die Ingenieure der Ingenieurschulen und die Diplom-Ingenieure und Doktor-Ingenieure der Technischen Hochschulen friedlich und gegenseitig respektierend nebeneinander. Das änderte sich erst nach dem Zweiten Weltkrieg, als die Grenzen durchlässiger und grenzüberschreitende Tätigkeiten möglich wurden. Die Schweiz mag den Anfang gemacht haben, wo erstmals für die Ingenieurschulabsolventen der Begriff „Ing. HTL“ auftrat. HTL stand dabei für Höhere Technische Lehranstalt. Die Zusatzbezeichnung hatte sich angeblich aufgedrängt, weil sich die Absolventen der ehrwürdigen Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich als Dipl.-Ing. ETH bezeichnet hatten. In Deutschland griff man diese Zusatzbezeichnung auf, ersetzte jedoch das HTL durch ein „Ing. grad“. Es sollte dadurch der graduierte Ingenieur vom anderwei-

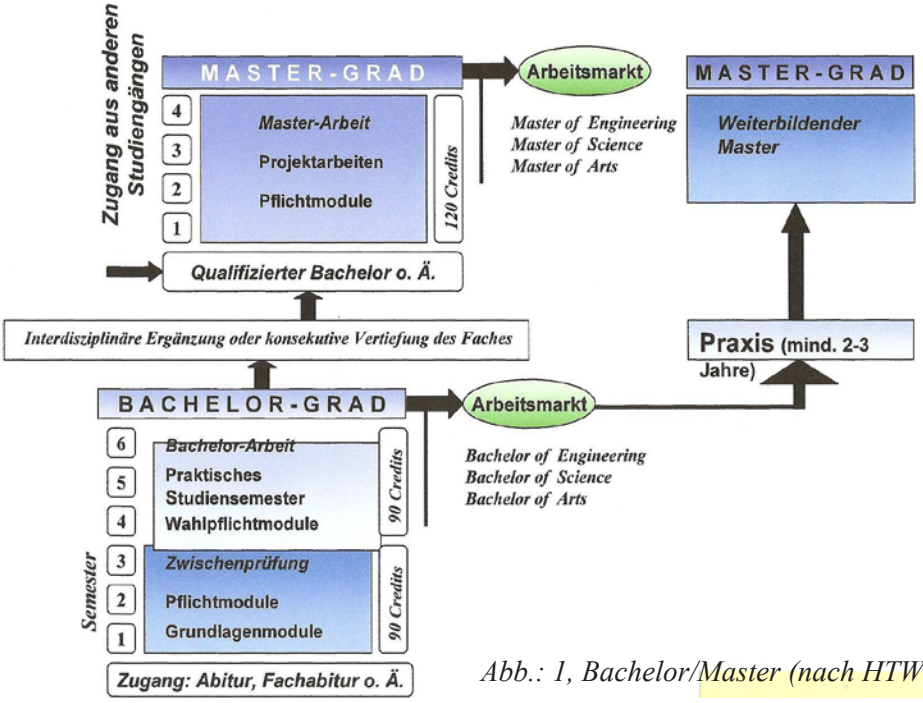


Abb.: 1, Bachelor/Master (nach HTWK)

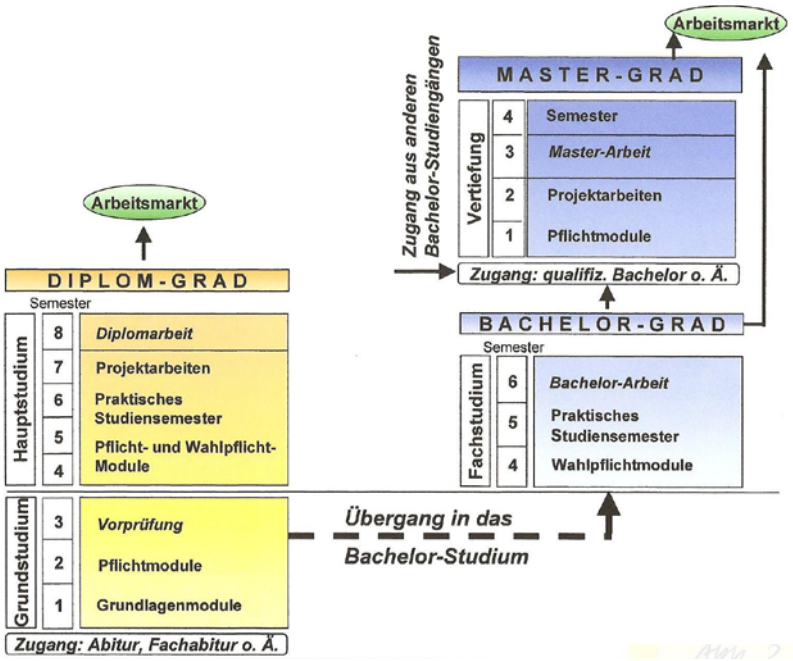


Abb.: 2, Diplom/Bachelor/Master (Chart HTWK)

tig ernannten Ingenieur unterschieden werden. Der Ingenieur-Titel war in Ländern wie Frankreich auch für Mechaniker verwendet worden.

Ende der 1970er Jahre gaben die deutschen Länder, in deren Hoheit die Hochschulausbildung fällt, mit der Umbenennung der Ingenieurschulen in Fachhochschulen den Dipl.-Ing.-Titel mit dem Zusatz FH für deren Absolventen frei. Da einige Länder das Weglassen des Zusatzes FH nicht ausdrücklich verboten hatten, waren bald zwei Arten von Dipl.-Ing. auf dem Markt: die der Technischen Hochschulen und die der Fachhochschulen. Die Fachhochschulen suchten durch eine zunehmende „Verkopfung“ (Theoretisierung) ihrer Lehrinhalte diesen Titelgewinn zu rechtfertigen. Dies unter der Gefahr, die Praxisnähe zu verlieren, die seither das starke Standbein der deutschen Industrie bildete. Erinnert sei an Ingo Köbler, den langjährigen Vorsitzenden des VDD und Vorstandsmitglied der MAN Roland Druckmaschinen AG in Augsburg, der leider allzu früh von dieser Welt gehen musste. Er startete seine Berufskarriere als Huf-, Bau- und Wagenschmied in der elterlichen Schmiede in Veitshöchheim bei Würzburg, absolvierte danach die Ingenieurschule (Technikum) in Würzburg, die er als Ing. grad. mit Auszeichnung abschloss, sodass er die Berechtigung erhielt, an der Technischen Hochschule in München weiter zu studieren und so mit dem Grad eines Dipl.-Ing. beendete. Er qualifizierte sich damit für eine erfolgreiche technisch leitende Position in der Industrie, bis hin zum Technischen Vorstandsmitglied. Heute sind solche Wechsel von Praxis zu Theorie eine Seltenheit geworden, da beide Institutionen ihre Absolventen mit dem gleichen Grad Dipl.-Ing. abschließen lassen und der Titel in der FH zudem mit einer geringeren Semesterzahl erreicht werden kann.
Um sich von den Fachhochschulen auch dem Namen nach zu unterscheiden, nannten sich die Technischen Hochschulen Zug um Zug in Technische Universitäten um. Und die Professoren, die sich nun denen der Fachhochschulen ohne ein aufwändiges Berufungsverfahren mit Dreierliste und Ministerauswahl gleichgestellt sahen, nannten sich o. Prof. (für Ordinarius) oder Univ.-Prof. Der Titelvielfalt waren alle Schleusen geöffnet. Im Norden Europas hatte sich für den Dipl.-Ing. der Titel Civ.-Eng. und Lic.Eng. (Finnland) eingebürgert und in Österreich kürzt man diesen spärlich mit D.I. ab, obwohl man die Betroffenen lauthals mit „Herr Diplom-Ingenieur“ anredet. In Italien wurden gar alle Absolventen einer Universität oder Technischen Hochschule mit der akademischen Bezeichnung „Dottore (Dott.)“ verabschiedet. Für die in der EU auf Ingenieuraustausch angewiesenen Personalchefs wurde es immer schwieriger, unter den verschiedenen Titeln Gleichwertiges zu erkennen.

Es war deshalb nicht verwunderlich und im Grundsatz zu begrüßen, dass Ende der 1990er Jahre die EU eine Initiative startete, das Hochschulwesen in Europa vergleichbar zu machen. Auf der Grundlage einer Vereinbarung des Jahres 1998 (Sorbonne-Erklärung) zwischen den Bildungsministern Frankreichs, Deutschlands, Italiens und Großbritanniens erwuchs ein Jahr später die Erklärung der Bildungsminister, die

von Vertretern aus 29 europäischen Ländern am 19. Juni 1999 in Bologna, Italien, unterzeichnet wurde. Die Vorbereitung und Umsetzung dieser, vorerst noch unverbindlichen Erklärung wird als Bologna-Prozess bezeichnet.

Die Hauptziele des Bologna-Prozesses

Der Bologna-Prozess verfolgt drei Hauptziele: Die Förderung von Mobilität, von internationaler Wettbewerbsfähigkeit und von Beschäftigungsfähigkeit. Als Unterziele umfasst dies nach Wikipedia u. a.:

- die Schaffung eines Systems leicht verständlicher und vergleichbarer Abschlüsse, auch durch die Einführung des Diplomzusatzes,
- die Schaffung eines zweistufigen Systems von Studienabschlüssen (konsekutive Studiengänge, undergraduate/graduate, in Deutschland und
- Österreich als Bakkalaureus/Bachelor und Magister/Master umgesetzt),
- die Einführung eines Leistungspunktesystems, des European Credit Transfer Systems (ECTS),
- die Förderung der Mobilität durch Beseitigung von Mobilitätshemmnissen; dies meint nicht nur räumliche Mobilität, sondern auch kulturelle Kompetenzen und Mobilität zwischen Hochschulen und Bildungsgängen,
- Förderung der europäischen Zusammenarbeit bei der Qualitätsentwicklung,
-
- die Förderung der europäischen Dimension der Hochschulausbildung,
- das lebenslange bzw. lebensbegleitende Lernen,
- die studentische Beteiligung (Mitwirkung an allen Entscheidungen und Initiativen auf allen Ebenen),
- die Förderung der Attraktivität des europäischen Hochschulraumes,
- die Verzahnung des europäischen Hochschulraumes mit dem europäischen Forschungsraum, insbesondere durch die Eingliederung von Doktoratsstudien in den Bologna-Prozess.

Ein weiteres Ziel ist die Integration der sozialen Dimension; sie wird als übergreifende Maßnahme verstanden und bildet keinen eigenen Schwerpunkt.

Abb.: 3

Als ein besonderes Resultat des Bologna-Prozesses ist die Definition eines Systems von drei aufeinander aufbauenden Zyklen in der Hochschulbildung anzusehen. Diese Zyklen werden in der Bergen-Deklaration durch ein grobes Rahmenwerk von Qualifikationen und ECTS-Credits definiert (1 ECTS-Credit entspricht rund 30 Vorlesungs- und Seminarstunden):

1. Zyklus: typisch 180-240 ECTS-Credits, meistens als Bachelor bezeichnet.
2. Zyklus: typisch 90-120 ECTS-Credits (min. 60), meistens als Master bezeichnet.
3. Zyklus: erfordert eigenständige Forschung, meistens als Doktor bzw. Ph.D. bezeichnet. Keine ECTS-Angabe, allerdings ein Arbeitsaufwand von 3-4 Jahren (Vollzeitbeschäftigung) angenommen.

Die tatsächliche Benennung der Zyklen bleibt offen. Wie die jeweiligen akademischen Grade genannt werden (Bachelor, Bakkalaureat, Licence, Laurea…), hat keinen Einfluss auf ihre Kompatibilität zum Rahmenwerk; ein Zwang zur Umbenennung besteht nicht.

Die unterschiedlichen Benennungen von Gleichem oder Ungleichem bleibt nach diesem Rahmenvertrag also ungelöst. Erst ein Zusatzhinweis auf den Zyklus bzw. die ECTS-Credits kann hier Klarheit schaffen. Es läuft wohl, unterstützt durch die englischen Bezeichnungen alles darauf hinaus, die akademischen Titel wie bei den Angelsachsen im Alltagsleben ganz wegzulassen und nur bei Bewerbungen die Zusatzhinweise zu gebrauchen. In der Presse werden heute schon oft Doktortitel, die einst als Bestandteil des Namens galten, weggelassen.

Die nationale Bologna-Gruppe besteht in Deutschland aus Vertretern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD), der Hochschulrektorenkonferenz (HRK), der Kultusministerkonferenz (KMK), des freien Zusammenschlusses von Studentinnenschaften (fzs), der Bundesvereinigung Deutscher Arbeitgeberverbände (BDA), der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft (GEW) und des Akkreditierungsrates. Gemeinsam erarbeiten sie Lösungen zur Umsetzung der Bologna-Ziele auf Bundesebene und berichten an die Bologna Follow-up-Group (BFUG) auf europäischer Ebene als Koordinierungs-Behörde. Alle zwei Jahr treffen sich die Bildungsminister der beteiligten 46 europäischen Staaten: 2001 in Prag, 2003 in Berlin, 2005 in Bergen, 2007 in London, 2009 in Leuven.

Die Kritik am Bologna-Prozess

Die Schwierigkeit in Deutschland, wo man sich bereits weitgehend auf die angelsächsische Zweiteilung in B.Sc und M.Sc. entschlossen hat, liegt im Aufbrechen des Dipl.-Ing. in zwei Stufen. Der nur im studentischen Gebrauch benutzte cand. ing. fürs bestandene Vordiplom wird nicht als betriebstauglich für einen vollwertigen Arbeitsplatz angesehen. Meiner Meinung nach ist dies jedoch auch beim Bachelor-Grad, dem B.Sc., wie er seither im angelsächsischen Bereich praktiziert wird, nicht ganz der Fall. Wie sonst kämen die angelsächsischen Unternehmen dazu, auf breiter Basis so genannte „Traineeships“, Einführungs- und Fortbildungskurse für erfolgreiche Hochschulabgänger in den Betrieben anzubieten? In USA folgt dem Bachelor-Grad gleich welcher Fachrichtung fast immer der MBA = Master of Business Administration, weil sonst der Berufsanfänger besonders in der Großindustrie kaum eine Aufstiegschance in der Firmenhierarchie hat. Dies, obwohl das Bachelor-Studium in USA mit 8 Semestern = 4 Jahren angesetzt ist und der Master-Abschluss noch 4 weitere Semester = 2 Jahre erfordert, insgesamt das Studium also regulär 4 + 2 = 6 Jahre dauert. An der Verkürzung des Bachelor-Studiums nach dem Bologna-Prozess auf 6 Semester = 3 Jahre entzünden sich deshalb auch viele Kritiken.

Nach Wikipedia üben sowohl große Studentenorganisationen und Verbände wie auch Verantwortliche der Hochschulen teilweise heftige Kritik am Bologna-Prozess. Diese reicht von der Kritik an einzelnen Umsetzungsproblemen bis zur gänzlichen Ablehnung des Prozesses. So wird u. a. vorgebracht, dass:

- der Prozess demokratisch ungenügend legitimiert sei, da an seiner Ausarbeitung und Durchführung hauptsächlich exekutive Organe der einzelnen Nationalstaaten beteiligt sind, während die legislativen Organe nicht oder erst nach vollendeter Tatsache dazu beraten können,
- der auf 3 Jahre verkürzte Bachelor-Studiengang zu einem geringeren Qualitätsniveau und zu einem weniger praktischen und berufsqualifizierten Abschluss führe (z.B. durch den Wegfall von Praxissemestern und Auslandsaufenthalten),
- den Studierenden durch die gestraffte Ausbildungsform und die zumeist vorgegebenen Lehrinhalte die Möglichkeit genommen werde, eigene Interessensschwerpunkte herauszuarbeiten und sich wissenschaftlich experimentell einzubringen,
- innerhalb des Prozesses das Studium zu stark auf rein wirtschaftliche und berufsbezogene Kriterien reduziert werde; statt der „Bildung“ (Humboldt’sches Bildungsideal) stünden nur noch die Arbeitsmarktqualifikationen und die Interessen des Marktes im Vordergrund,
- insbesondere auch in den deutschsprachigen Ländern mit ihrer traditionell starken Berufsbildung der Bologna-Prozess die Universitäten in Konkurrenz zum berufsgerichteten Teil des dualen Bildungssystem bringe, was letztlich für beide Teile negative Auswirkungen habe,
- die zur erfolgreichen Umsetzung notwendigen finanziellen und personellen Ressourcen nicht zur Verfügung gestellt würden und dadurch der Bologna-Prozess, statt die Hochschulen zu entlasten, vielmehr auf Kosten anderer, notwendigerer Reformen ausgeführt werde,
- die Versprechungen der Deklaration (insbesondere von Mobilität) nur für einen sehr kleinen Teil der Studierenden eingelöst würden,
- die sozialen Auswirkungen der Reformen, insbesondere auf die Chancengleichheit der verschiedenen sozialen Gruppen und die Gleichstellung von Frau und Mann, zu wenig berücksichtigt würden und der Prozess die Situation verschlechtere.

Die Wichtigkeit der Pflichtpraktika

Aus meiner Sicht sind die Eingangs-Pflichtpraktika des Dipl.-Ing. sehr wertvoll und sollten bei der Umsetzung des Bologna-Prozesses keinesfalls aufgegeben werden. Man kann sie später nicht mehr nachholen. Als in den 1950er Jahren wegen der Studiengeldbefreiung in Hessen ein numerus clausus an der Technischen Hochschule Darmstadt eingeführt werden musste und sich die Studienanwärter deshalb einer Aufnahmeprüfung zu unterziehen hatten, war das im halbjährigen Eingangs-Pflichtpraktikum erworbene Wissen ein wesentlicher Bestandteil der Qualifikations-Beurteilung. Das abstrakte Schulwissen zählte weniger als die frisch gewonnene praktische Erfahrung während dieser relativ kurzen Einarbeitungszeit. Die Eignung und innere Einstellung für den Beruf eines Ingenieurs konnte damit besser beurteilt werden, als es ein guter bis sehr guter Notendurchschnitt beim Abitur erahnen lässt.

Im englischsprachigen Raum hat der Begriff „Learning by doing“ ein starkes Gewicht auf allen Ebenen. Ich frage mich, ob ein gut unterrichteter chinesischer oder indischer Unternehmer bei etwa gleich guten Persönlichkeitsmerkmalen der Bewerber, egal welcher Hautfarbe, nicht doch den Dipl.-Ing. vorziehen würde – gleich gute englische Sprachkenntnisse vorausgesetzt. Meines Erachtens liegt der Ball heutzutage hauptsächlich bei den Professoren. Sie müssen das Spagat zwischen dem dreistufigen cand. ing. – Dipl.-Ing – Dr.-Ing. und dem drei bis vierstufigen B.Sc. – M.-Sc. – Ph. D. und D.Sc. so ausbalancieren, dass bewährte Werte nicht verloren gehen und die Abschlussgrade von der Industrie gut aufgenommen werden. Das aber setzt auch voraus, dass die Unternehmen sich zumindest innerhalb der ersten Stufe durch angebotene Praktika und Traineeships stärker als seither engagieren, sodass dieser erste Abschnitt in 3 Jahren bewältigt werden kann. Die darauf folgenden zwei Jahre Masterkurse setzen dann frei zu vereinbarende Schwerpunkte. Dabei kann sich herausstellen, dass in zwei Jahren das Ziel nicht erreicht werden kann und der Masterkurs zu einem Ph. D.-Kurs – oder wie immer man diesen benennen mag – aufgeweitet werden muss.

Der Dipl.-Ing. FH hat sich in der Vergangenheit ausgezeichnet bewährt. Reduziert man die in den letzten Jahren aufgesetzte „Verkopfung“ (Theoretisierung) in den unteren Studienstufen, würden daraus die vornehmlich praxisorientierten B. Sc. erwachsen, auf die m. E. die Industrie nicht verzichten kann. Voraussetzung ist, dass die europäischen Hochschulen mitziehen und ihrerseits ihren B.Sc.-Grad, wo nötig aufwerten und gleichzeitig den Eingangsvoraussetzungen anpassen. Der B.Sc.-Grad darf nicht zu einem Abschlusszertifikat für Studienabbrecher degradieren, sondern muss eine Eigenständigkeit entwickeln, die nach oben in ihrer Zielsetzung abgerundet ist. Da der B.Sc.-Grad sowohl an FHs, als auch an TUs erreicht werden kann, dürfen die oben geforderten Pflichtpraktika an beiden Schulen nicht gestrichen werden. Bei den Universitäten machen sich jedoch bereits Separierungstendenzen bemerkbar, indem zum Beispiel die Johann Wolfgang von Goethe Universität in Frankfurt-Main kürzlich durch Senatsbeschluss entgegen dem hessischen Hochschulgesetz verlauten ließ, dass sie in Zukunft die Fachhochschulreife nicht mehr als Zulassungsvoraussetzung für das Bachelor-Studium gelten lassen will und auf dem Abitur für die Zulassung bestehen werde. Der Status einer Stiftungsuniversität gibt ihr das Recht zu dieser separaten Profilierung. Es entstehen dadurch zwangsläufig zwei Klassen von B.Sc.-Graden: der von FHs und der von TU/Unis. Ob auch die zweite mit besonderen Freiheitsgraden ausgestattete hessische Universität, die TU Darmstadt, dem Frankfurter Beispiel folgen wird, steht noch nicht fest. Derzeit studieren dort 353 Studenten ohne Abitur. Anders als in Frankfurt sehe man nicht die Notwendigkeit, „diesen die möglicherweise frustrierende Erfahrung zu ersparen“.

Die Umsetzung des Bologna-Prozesses an einer FH

Interessant ist zu sehen, wie eine FH (Beispiel HTWK = Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig) mit der Umsetzung des Bologna-Prozesses umgeht. Im Internet finden sich dazu einige Angaben in Form von Folien. Die HTWK, die zu 57 % technische Lehrinhalte für Architektur, Bauwesen, Druck-/Verpackungstechnik, Elektrotechnik, Energietechnik, Maschinenbau und Medientechnik, zu 16% Wirtschaftswissenschaften (Betriebswirtschaft, Internationales Management), zu 12 % Informatik und Mathematik, zu 9 % Kultur für Bibliotheks- und Informationswissenschaften, Buchhandel/Verlagswirtschaft und Museologie, sowie zu 6 % Sozialwesen, d. h. Sozialarbeit/Sozialpädagogik vermittelt, unterscheidet in den Bachelor-Graden wegen der Verschiedenheit ihrer Studienrichtungen nach Bachelor of Engineering (B.Eng.), Bachelor of Science (B.Sc.) und Bachelor of Arts (B. A.). Entsprechend beim Master-Grad auch Master of Engineering (M.Eng.), Master of Science (M.Sc.) und Master of Arts (M.A.). Inwieweit Letzterer mit dem schon lange in geisteswissenschaftlichen Studiengängen verliehenen Magister Artium (M.A.) gleichgesetzt ist, bleibt dahingestellt.

Zugangsberechtigung zum sechssemestrigen Bachelor-Studium haben Personen mit Abitur, Fachabitur oder ähnlichen Abschlüssen. Die ersten 3 Semester mit 90 Credits betreffen Grundlagenmodule, Pflichtmodule und die Zwischenprüfung. In den zweiten 3 Semestern wird wiederum mit 90 Credits in ein Semester mit Wahlpflichtmodulen, dem praktischen Studiensemester und der Bachelor-Arbeit unterschieden. Danach erhält der Absolvent einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss, mit dem er in den Arbeitsmarkt eintreten kann. Will er weiter studieren, um zum Master aufzusteigen, so stehen ihm zwei Möglichkeiten zur Verfügung: das direkt anschließende Studium zur interdisziplinären Ergänzung oder der konsekutiven Ergänzung des Faches oder das weiterbildende Studium nach 2-3 Praxisjahren (Abb. 1). Für die Übergangszeit wurde auch ein Übergang vom Vordiplom zum Master-Kurs geschaffen (Abb. 2). Das viersemestrige Masterstudium zu 120 Credits teilt sich seinerseits in Pflichtmodule, Projektarbeiten, die Master-Arbeit und ein Zusatzsemester auf. Mit dem erworbenen Master-Grad kann der Absolvent in den Arbeitsmarkt eintreten. An TUs wird die Möglichkeit geboten, daran die Promotion zum Ph.D. = Philosophical Doctor anzuschließen. Den FHs ist dies vorerst noch verwehrt, doch früher oder später werden auch sie bei der Gleichheit der voran gelagerten Lehrinhalte diese Weihen erhalten. Die HTWK, die mit ihren technischen Fachgliederungen in der DDR als Technische Hochschule einen universitären Status genoss und nach der politischen Wende auf Fachschul-Level zurückgestuft und mit anderen Fachhochschulen zur HTWK zusammengeschlossen wurde, würde damit, für sie erfreulich, den vorher schon erreichten Status wieder erwerben. Gegenwärtig bemühen sich sogar die 16 Großforschungseinrichtungen, die nicht der Länder-, sondern der Bundeshoheit unterstehen, wie das Max Planck Institut, darum, das Promotionsrecht zu erhalten. Dies stößt auf heftigen Widerstand und Kritik der Universitäten, denn sie befürchten mit Recht, dass ihnen damit die Forschungsmöglichkeiten wegen abwandernder Fachkräfte genommen oder zumindest stark eingeschränkt werden.

Das besondere Beispiel SRH Hochschule Heidelberg

Die großen Gewinner dieser Reform sind zweifellos die zahlreichen Fachhochschulen mit teils spezialisierter Prägung, wie die SRH Hochschule Heidelberg, deren imposantes Hochhaus man schon bei der Einfahrt nach Heidelberg von der Autobahn aus sieht. Sie geht auf eine Initiative im Evangelischen Arbeiterwerk in Heidelberg zurück, aus dem heraus 1955 die Gründung des Vereins „Stoeckerwerk e.V.“ erfolgte. Ziel dieses Vereins war zunächst die Umschulung von Kriegsversehrten, später dann Rehabilitation von Behinderten. Außerdem wurden Wohnheime für Arbeiter und Werkstudenten betrieben. Die Vereinsziele wurden 1966 spezifiziert mit der Gründung der „Stiftung Berufsförderungswerk Heidelberg“. Stiftungsziel war, Einrichtungen zur umfassenden Rehabilitation körperbehinderter Menschen zu betreiben. 1971 wurde die Stiftung umbenannt in Stiftung Rehabilitation Heidelberg, abgekürzt SRH. Im gleichen Jahr erfolgte die staatliche Anerkennung als Fachhochschule. 1991 kam die Öffnung der Fachhochschule für Privatkunden, d. h. Nichtbehinderte, 2003 die Akkreditierung durch den deutschen Wissenschaftsrat, 2004 der Umzug aus dem Gewerbegebiet von Heidelberg-Wieblingen in den neuen „Science Tower“ auf dem Campus der SRH im Westen der Stadt und 2007 die Umbenennung der Fachhochschule in „SRH Hochschule Heidelberg – staatlich anerkannte Fachhochschule der SHR Hochschulen gGmbH“. Es ist dies somit eine Fachhochschule in privater Trägerschaft mit zurzeit ca. 1.400 Studierenden, 70 Professoren und 125 Lehrbeauftragten. Eine große Besonderheit war seither schon die auf drei Jahre verkürzte Studienzeit bis zum Diplom-Examen, aufgrund gesetzlicher Anforderungen im Rahmen der beruflichen Rehabilitation und des hohen Praxisanteils.

Mit dem Bologna-Prozess hat diese Fachhochschule m. E. große Chancen zugespielt bekommen, da sie nun international anerkannte Grade und nicht nur den schwer zu erklärenden Grad von Dipl.-Fachwirten verleihen kann. Man macht deshalb intensiv Werbung mit dem Slogan „ In kleinen Gruppen und praxisnah studieren“, wie jüngst in einer ganzseitigen Anzeige an prominenter Stelle der Zeitschrift „Ruperto Carola“ der Heidelberger Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Abb. 3). Auffallend ist die große Vielfalt an Studiengängen, die an der SRH-Hochschule angeboten wird. So bietet man für den Bachelor-Grad Architektur, Betriebswirtschaft, Elektrotechnik, Facility Management, Gesundheitsinformatik, Integriertes technisches Studium (3 Abschlüsse im Jahr), Maschinenbau, Medieninformatik, Musiktherapie, Soziale Arbeit, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftspsychologie und Wirtschaftsrecht an. In den Master-Studiengängen unterscheidet man den Master of Science in Computer Science, in Wirtschaftspsychologie und Projektmanagement Bau, den Master of Engineering in Facility Management, den Master of Arts in Bauen im Bestand, in Betriebswirtschaft, Dienstleistungsmanagement, Musiktherapie Soziale Arbeit und Sportmanagement, sowie den Master of Laws in Wirtschaftsrecht. Vergeben werden die Grade von 5 Fakultäten: der Fakultät für Infor-

matik, der Fakultät für Musiktherapie, der Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaft, der Fakultät für Wirtschaft und der School of Engineering and Architecture.

Was diese private Einrichtung gegenüber staatlichen Einrichtungen besonders schlagkräftig erscheinen lässt, ist der kapitalkräftige Konzern, der mit seiner SRH Holding dahinter steht. Diesem gehören 32 rechtlich selbständige Tochterunternehmen mit insgesamt 7.497 Mitarbeitern an. Der Umsatz des Gesamtkonzerns liegt bei 486,1 Mio. Euro (Geschäftsjahr 2006). Auf dem Gebiet der Bildung sind dies die folgenden Hochschulen mit ihren Schwerpunkten in Klammern:

- SRH Hochschule Heidelberg (Betriebswirtschaft, Informatik, Maschinenbau),
- SRH FernHochschule Riedlingen (Betriebswirtschaft),
- SRH Fachhochschule Hamm (Logistik und Wirtschaft),
- SRH Hochschule Calw (Wirtschaft und Medien),
- SRH Fachhochschule für Gesundheit Gera (Gesundheit) und
- OTA Hochschule Berlin (Wirtschaft und Kommunikationsmanagement).

Für den Praxisbezug im Gesundheitswesen betreibt man 7 Kliniken in Bad Wimpfen, Heidelberg, Gera, Karlsbad-Langensteinbach, Neckargemünd, Neresheim und Suhl. Zudem unterhält die SHR acht so genannte „An-Institute“, d. h. Institute, die an eine, meist öffentliche Einrichtung angeschlossen sind. Da unter dem Dach der SRH Schulen gGmbH auch drei Ganztag-Schulen und Gymnasien und unter dem Dach der SRH Fachschulen gGmbH zahlreiche Einrichtungen dieser Art in ganz Deutschland angesiedelt sind, kann die SRH fast autark ihre Zöglinge vom Kindergarten bis zum Master-Abschluss aus den eigenen Reihen der Ausbildungskette rekrutieren. Vergleiche mit Japan, wo der Kindergarten angeblich schon über die weiteren Bildungs- und Karrierechancen entscheidet, tun sich hier auf. Auf jeden Fall wird damit die Konkurrenz für die staatlichen Einrichtungen immer härter.

Fragen bleiben offen

Viele Fragen bleiben aber trotz dieser Vielfalt nach wie vor offen. Was geschieht mit der Habilitation, die im angelsächsischen System nicht vorgesehen ist? Entspricht der Dr.Sc. dem Dr.-Ing. oder gar dem Dr.-Ing. habil.? Was geschieht mit den Berufs-Akademien (BA), die angeblich keine akademischen Grade verleihen dürfen, aber deren Absolventen durch das duale System ihrer Ausbildung (abwechselnd ein halbes Jahr im Betrieb und ein halbes Jahr in der Schule) in der Industrie Baden-Württembergs und den Nachbarländer auf breiter Basis gute Aufnahme gefunden haben? Die BA Mannheim bietet in letzter Zeit durch die enge Kooperation mit einem universitären College in London ihren Absolventen an, über ein dortiges Zusatzstudium und deren B.Sc. / M.Sc.-Abschlüssen zu einem international anerkannten akademischen Titel zu kommen Und was wird mit den Dipl.-Hdl. = Diplom-Handelslehrern geschehen, wie sie die RWTH in Aachen ausbildet? Fragen über Fragen, die m. E. einer Antwort bedürfen, die vielleicht der VDD mit einer darauf ausgerichteten Tagung anstoßen und so der Lösung zuführen könnte.

Neue Anforderungen an Forschung und Lehre im Druckmaschinenbau

Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam, Dipl.-Ing. Heike Hupp

Edgar Dörsam Prof. Dr.-Ing., geboren. 1959, Lehre als Werkzeugmacher, Studium Allgemeiner Maschinenbau 1983 – 1989 an der TH Darmstadt. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Mechanik und Maschinenelemente an der TH Darmstadt, Promotion zum Dr.-Ing.. 1994 – 2002 Industrietätigkeit bei MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach. Seit 2003 Professor am Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren der TU Darmstadt. Schriftführer und Mitglied des VDD.

Heike Hupp, Dipl.-Ing., geboren 1976, Studium Allgemeiner Maschinenbau 1996 - 2002 an der Technischen Universität Darmstadt. Seit 2003 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren. der TH Darmstadt. Mitglied des VDD.

Einleitung

Der deutsche Druckmaschinenbau nimmt international eine Spitzenstellung ein. Die Produktivität der Druckmaschinen hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert. Ob Bogen oder Rolle: XXL ist inzwischen ein Markenzeichen für schnelle, breite und damit großformatige Druckmaschinen. Durch den digitalen Workflow und die Automatisierung der Druckmaschine sind die Rüstzeiten stark gesunken. Einzelantriebe an Rollenmaschinen sind zum Standard geworden. Automatische Druckformwechselsysteme werden heute von jedem Hersteller angeboten, Roboter für den Druckplattenwechsel an großen Rotationsmaschinen befinden sich in der Entwicklung. Neben der zunehmenden Automatisierung ist heute eine Kombination der unterschiedlichen Druckverfahren realisierbar und ein Trend zu immer komplexeren Systemen feststellbar. Der Flexodruck, in Form eines Lackwerkes, ist heute in Bogenoffsetdruckmaschinen eine Standardoption. Vordrucken, Trocknen, Wenden, Drucken, Lackieren, Trocknen und Stanzen: Bogenmaschinen mit zwölf und mehr Druckwerken sind keine Seltenheit mehr. Zeitungsmaschinen werden mit UV-Trocknern ausgestattet. Kleine Rollenmaschinen sind als Plattformmaschinen mit allen Druckverfahren erhältlich. Darüber hinaus lässt sich eine Vergrößerung der Anwendungsbreite und eine Übertragung der Drucktechnik auch auf andere Gebiete, z. B. dem Drucken funktionaler Strukturen, feststellen.

Vor dem Hintergrund der „Erfolgsstory deutscher Druckmaschinenbau“ wird im Folgenden diskutiert, welchen Beitrag die Universitäten heute in Bezug auf die Ausbildung des Nachwuchses für den Druckmaschinenbau und die Entwicklung neuer Technologien leisten können. In diesem Zusammenhang wird beispielhaft das Lehr- und Forschungsprofil des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) der Technischen Universität Darmstadt vorgestellt.

Lehre

Die Ausbildung des Nachwuchses im Druckmaschinenbau hat an den Universitäten in Chemnitz (Institut für Print- und Medientechnik) und Darmstadt (Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren) eine lange Tradition. Die Wurzeln beider Institute gehen dabei auf die Druckmaschinenindustrie zurück. Seit ihrer Gründung haben sich die Ausrichtungen in Forschung und Lehre sowie die Anforderungen der Universitäten

und des Druckmaschinenbaus stark verändert. Heute ist an beiden Universitäten die Ausbildung in den Maschinenbau integriert. Eigenständige Abschlüsse für den Druckmaschinenbau gibt es an Universitäten daher nicht mehr. Lehrveranstaltungen zur Einführung und Vertiefung in den Bereich des Druckmaschinenbaus und dessen Umfeldes werden an den Universitäten im Wahlpflichtbereich des Maschinenbaustudiums angeboten. Im Vergleich zu den ersten Ausbildungskonzepten in den 50er Jahren ist heute der druckmaschinenspezifische Umfang deutlich geringer und insgesamt weniger speziell. Dies wirkt sich insbesondere auf die Kenntnisse im Bereich der praktischen Anwendung der Drucktechnik und auf die Konstruktionserfahrung aus. Darüber hinaus besteht die Schwierigkeit in der Einbindung neuer, anwendungsorientierter Medientechniken in das klassische Profil eines Maschinenbauingenieurs. Im Rahmen des Maschinenbaustudiums wird heute der Fokus auf die Vermittlung eines breiten Grundlagenwissens und von Methoden gelegt. Hierzu wurden Themen wie Mechatronik oder MatLab als Simulationsplattform in das Maschinenbaustudium aufgenommen, die auch im Druckmaschinenbau im zunehmenden Maße eingesetzt werden. Die Studenten erhalten eine sehr gute Ausbildung in den Grundlagenfächern, wie Mathematik, Mechanik, Naturwissenschaften, Regelungstechnik, Mechatronik, Thermodynamik und Strömungslehre. Team- und Projektarbeiten sowie Veranstaltungen zu methodischen Lehrinhalten ergänzen die Ausbildung.

Bezogen auf die Ausbildung an der TU Darmstadt werden derzeit jährlich ca. 25 Studenten des Maschinenbaus mit einer Vertiefung „Druckmaschinen und Druckverfahren“ ausgebildet. Dies erscheint als eine durchaus bedarfsgerechte Größenordnung. Aufgrund ihrer eher allgemeinen Ausbildung besteht nicht bei allen Absolventen der Wunsch des Berufseinstiegs im Bereich des Druckmaschinenbaus. Darüber hinaus kann die Druckmaschinenindustrie nicht immer alle Absolventen eines Jahrgangs aufnehmen. Im Internet-Zeitalter wird die Berichterstattung zur Branche und den Unternehmen des Druckmaschinenbaus in den Medien immer wichtiger, da diese heute maßgeblich das Interesse der Studierenden an den angebotenen Wahlpflichtveranstaltungen beeinflusst. Erfreulicherweise ist seit Monaten eine sehr starke Nachfrage nach Ingenieuren aus der Druckmaschinenindustrie zu beobachten. Dies hilft uns an den Universitäten bei der Gewinnung neuer Studenten für die sehr interessante Vertiefungsrichtung „Druckmaschinen und Druckverfahren“.

Forschung

Neben der Lehre haben sich in den letzten Jahren seit Gründung der beiden Institute auch die Forschungsaufgaben verändert. In der Entwicklung neuer innovativer Technologien gehen die Druckmaschinenhersteller sehr unterschiedlich vor. Die großen Druckmaschinenhersteller haben eigene Forschungs- (Vorentwicklungs-) und Entwicklungsabteilungen. Kleine Hersteller schließen oft projektbezogen Entwicklungs- und Forschungskooperationen ab. Neben dem eigenen Engagement seitens der Druckmaschinenhersteller gibt es bilaterale Forschungskooperationen mit verschiedenen Universitäten. Diese spiegeln die Breite der in einer Druckmaschine vorhandenen Technologien wider, z. B.: Mensch-Maschine-Schnittstellen, Strömungssimulation, aktive Schwingungsminderung, Einzelantriebstechnik, Bildverarbeitung, Farbspaltung und Werkstoffoberflächen. Im Rahmen der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. werden darüber hinaus weitere, oft sehr druckmaschinenspezifische, Forschungsthemen formuliert und bearbeitet. Alles zusammengenommen stellt dies ein sehr großes Arbeitsfeld dar. Man wird daher nicht erwarten können, dass die beiden universitären Institute in Chemnitz und Darmstadt die gesamte Palette der möglichen Forschungsthemen beherrschen und bearbeiten können. Es muss vielmehr eine Fokussierung auf eine wissenschaftliche Nische stattfinden. Dies erfordert die Herausbildung von Kernkompetenzen und die Entwicklung eines eigenständigen wissenschaftlichen Profils. Hierbei ist es heute notwendig, eine ausgewogene Balance zwischen grundlagenorientierter und angewandter Forschung zu haben.

In der grundlagenorientierten Forschung werden Themen ohne einen bestimmten Zwang und Zweck erforscht. Eine direkte Umsetzung

in Produkte wird nicht angestrebt. Die Finanzierung erfolgt durch Mittel des Bundes oder der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Bei Projektanträgen werden eine „hohe wissenschaftliche Qualität und Originalität des Forschungsvorhabens auf internationalem Niveau“ erwartet. Ziel ist es die Ergebnisse international zu publizieren. Der Erfolg der Forschung wird daher nicht durch die Umsetzung in reale Verfahren bzw. Produkte, sondern durch die Anzahl der Publikationen und durch regelmäßig erscheinende Ratings gemessen. Die angewandte Forschung hat zum Ziel, ein bestimmtes (oft technisches) Problem zu lösen. Ihr Erfolg wird daher auch an der Umsetzung ihrer Ergebnisse in technische Entwicklungen gemessen. Die angewandte Forschung erfolgt meist in gemeinsamen Projekten mit der Industrie, bei der ausgehend von der Erforschung der Grundzusammenhänge die Begleitung des gesamten Entwicklungsprozesses (Konzepterstellung, Auslegung, Simulation, Design und Prototyp bis hin zu Feldtests) im Vordergrund steht. Die Industrie finanziert zusätzliches Personal und Infrastruktur und erhält dafür die Ergebnisse, einschließlich der Patente. Aufgabe der Institute ist es gegenüber den eigenen (im Hause der Druckmaschinenhersteller vorhandenen) Forschungs- und Entwicklungsabteilungen einen deutlichen Mehrwert anzubieten.

Beispiel: Lehr- und Forschungsprofil des IDD der TU Darmstadt

Wie bereits zuvor erläutert, muss heute die Forschung sowohl eine angewandte als auch eine grundlagenorientierte Komponente beinhalten. Die inhaltliche Ausrichtung der Forschung am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TU Darmstadt folgt dem Motto „Make Printing more industrial“. Gemäß dieses Mottos ist es Hauptziel der Forschungsarbeiten, die Grundlagen für industrielle Prozesse zu schaffen. Auch heute noch sind bei modernen Druckmaschinen die erzielten Druckergebnisse stark von dem Bedienpersonal abhängig. Dies sei an folgenden Beispielen illustriert:

- Die Druckmaschine wird bei einem Schichtwechsel erst einmal neu eingestellt: „So kann man ja nicht drucken.“
- Die Walzenbeistellung erfolgt noch wie vor 50 Jahren mit einem Papier.
- Interferenzeffektfarben werden heute insbesondere im hochwertigen Verpackungsdruck eingesetzt. Die Beurteilung ihrer Qualität muss jedoch aufgrund fehlender Messverfahren rein visuell und daher geprägt durch den subjektiven Eindruck des Druckers erfolgen.

Durch die genannten Beispiele wird deutlich, dass heute eine weitgehende automatische Druckproduktion noch nicht möglich ist.

Forschungskonzept

Forschungsziel ist die Entwicklung von Grundlagen, die den wirtschaftlichen Einsatz von weitgehend automatisierten Druckprozessen ermöglichen. Dazu werden heute bestehende Systeme und Verfahren analysiert und die ihnen zugrundeliegenden Zusammenhänge erforscht. Über theoretische Betrachtungen und experimentelle Untersuchungen sollen die Zusammenhänge durch eine Modellbildung grundlegend beschrieben werden. Eine Simulation ermöglicht dann Berechnungen und Vorhersagen. Das Forschungskonzept soll einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Druckprozesse leisten. Damit ist einerseits die Weiterentwicklung bestehender Systeme und Verfahren möglich und andererseits die Entwicklung neuer innovativer Systeme. Das IDD fokussiert sich auf die drei Forschungsschwerpunkte: „Farbmetrik“, „Technologie und Material“ und „Funktionales Drucken“.

Im Bereich „Farbmetrik“ werden Methoden und Verfahren zur Messung und Beschreibung für die Prozess- und Qualitätskontrolle untersucht und entwickelt. Die Einflüsse verschiedener Parameter, insbesondere bei Veredelungsprozessen, auf die Farbgebung und –regelung werden untersucht. Der Bereich „Technologie und Material“ beschäftigt sich mit der Erforschung und Beschreibung der am Druckprozess beteiligten Materialien (Gummituch, Druckfarbe, Bedruckstoff, …). Aus den hier ermittelten Zusammenhängen und Grundlagen heraus erfolgt eine Modellierung und Simulation von Teilprozessen, um eine gezielte Verbesserung des Gesamtprozesses herbeizuführen. Im Bereich „Funktionales Drucken“

Abb.1: Dreistufiger Aufbau des Drucklabors am ID

werden die Druckverfahren hinsichtlich ihrer Eignung für funktionale Materialien und deren Anwendungen (z. B. Polymerelektronik, Fotovoltaik, Biosensorik) überprüft und weiterentwickelt.

Die Forschungsarbeiten basieren im Allgemeinen auf einer Interaktion von Theorie, Modellbildung, Simulation und Experiment. Sollen Forschungsergebnisse erzielt werden, muss somit eine Arbeitsumgebung geschaffen werden, die diese Anforderungen berücksichtigen.

Für die experimentellen Untersuchungen stehen ein modern ausgestattetes Drucklabor, ein Farbmesslabor und ein Klimalabor mit Prüfinstrumenten zur Analyse des viskoelastischen Materialverhaltens zur Verfügung. Das Drucklabor hat einen dreistufigen Aufbau, in dem alle gängigen Druckverfahren von kleinsten Mengen bis hin zu produktionsnahen Bedingungen untersucht werden können. Das Bedruckbarkeitslabor bietet die Möglichkeit zum Druck kleinster Farbmengen. Im Klimalabor stehen Labordruckmaschinen bis zum Format DIN A4 zur Verfügung. In Hinblick auf das funktionale Drucken macht dies

den Druck und die Überprüfung von sehr feinen Strukturen möglich. Darüber hinaus steht für das funktionale Drucken eine Rollendruckmaschine Gallus RCS 330-HD mit allen Druckverfahren und variablen Druckpositionen zur Verfügung. Bei dem Aufbau des Drucklabors wurde darauf geachtet, dass ein Arbeiten unter UV-Schutzbedingungen immer gewährleistet werden kann.

Zur Analyse des Verhaltens der am Druckprozess beteiligten Materialien stehen moderne Messverfahren zur Verfügung. In einer Prüfmaschine kann das Verhalten von Körpern und dünnen Materialien (Papier, Folie) unter mehraxialer Beanspruchung untersucht werden. Eine Besonderheit ist hierbei, dass auch eine Messung in Dickenrichtung möglich ist. Zur Untersuchung von Flüssigkeiten ist darüber hinaus ein hochgenaues Rotationsviskosimeter vorhanden. Durch moderne Computertechnik können in allen Bereichen die Prozessparameter unter Echtzeitbedingungen aufgenommen werden. Im Bereich der Farbmetrik steht ein Farbmesslabor, ausgestattet mit genauen Labormessgeräten und praxisüblichen Handgeräten (Spektralfotometer, Densitometer, Glanz- und Lichtmessgeräte) sowie einem Leitstandsmesssystem (ohne Anbindung an eine reale Druckmaschine) zur Verfügung. Eine Besonderheit stellt dabei ein Mehrwinkelspektralfotometer dar, welches eine winkelabhängige Probenbeleuchtung und Messung ermöglicht.

Die experimentelle Analyse bildet keinen Selbstzweck. Im Vordergrund der Forschungsarbeit steht immer eine Zusammenführung der Erkenntnisse aus Experiment und Theorie. Im Idealfall wird hieraus ein Modell zur Vorhersage der Ergebnisse in Bezug auf die erforschten Zusammenhänge und Einflussparameter abgeleitet. Hierzu werden bekannte Plattformen wie MatLab/Simulink und Labview eingesetzt, die eine Modellierung, Simulation und Berechnung ermöglichen. Dies soll im Folgenden an einem Beispiel des Forschungsschwerpunktes „Technologie und Material“ erläutert werden: Beim Flexodruck überträgt eine Druckform ein Fluid (Druckfarbe, funktionelles Material) auf einen Bedruckstoff (Folie/Papier). Alle am Druckprozess beteiligten Materialien können dabei als viskoelastisch bezeichnet werden, d. h. sie zeigen sowohl eine elastische als auch eine plastische Verformung. Bisher gibt es keine wissenschaftliche Modellvorstellung von diesem Prozess. Daher ist auch die Frage „Wie müssen die drei viskoelastischen Werkstoffe ausgelegt werden, dass eine saubere, gerade Linie gedruckt wird?“ unbeantwortet. Forschungsziel ist es für diesen Fall, über ein grundlegendes Verständnis über die Materialien zu gewinnen, Modelle zu erstellen und den Prozess zu simulieren. Letztendlich ist über das Experiment das Simulationsergebnis zu validieren.

Lehrkonzept

Die Ausrichtung der Lehre orientiert sich an den gegebenen Randbedingungen der TU Darmstadt und den oben genannten Forschungsschwerpunkten des IDD. Die Hörer der Lehrveranstaltungen sind Studierende des Maschinenbaus mit einer sehr guten Ausbildung in den Grundlagenfächern. Sie verfügen insbesondere über Methodenwissen zur Modellbildung und Simulation. In den Lehrveranstaltungen sollen die Studierenden darauf aufbauend eine exemplarische Vertiefung auf dem Gebiet der Druckmaschinen und Druckverfahren erhalten. Darüber hinaus sollen sie aktiv in die Forschungsaktivitäten eingebunden werden und die „Wissenschaftliche Mitarbeiter“ durch ihre Arbeiten unterstützen. Bachelor- und Masterarbeiten (früher: Studien- und Diplomarbeiten) sind daher ein wichtiges Bindeglied zwischen Forschung und Lehre.

Das Lehrangebot unterscheidet zwischen Bachelor- und Masterstudiengang. Im Bachelorstudiengang (6 Semester) soll aufbauend auf die Grundlagenfächer des Maschinenbaus in die Thematik des Druckmaschinenbaus und dessen Umfeldes eingeführt werden. Hierbei stehen anwendungsorientierte Lehrveranstaltungen im Vordergrund:

- Einführung in die Druck- und Medientechnik
- Praktische Farbmessung
- Konstruktionsprinzipien des Druckmaschinenbaus

Der Masterstudiengang (weitere 4 Semester) ist stärker forschungsorientiert. Die angebotenen Lehrveranstaltungen orientieren sich daher an den Forschungsschwerpunkten:

- Farbwiedergabe in den Medien
- Drucktechnologie: Design und Simulation
- Printed Electronics

Weiterhin werden ein Forschungsseminar und drei Tutorien (Praktika) zur Farbwissenschaft, Drucktechnologie sowie zu Viskosität und Rheologie angeboten. Abgerundet werden die Lehrveranstaltungen durch die VDD-Seminarreihe mit Vorträgen aus der Praxis und Forschung.

Dienstleistung

Die Forschungsplattform des IDD kann im Rahmen von Dienstleistungsaufträgen auch von interessierten Unternehmen genutzt werden. Eine Zusammenarbeit ist möglich von der technischen und/oder wirtschaftlichen Beratung von Unternehmen, über Berechnungs-, Simulations-, Entwicklungsaufträge und Druckversuche bis hin zur Begleitung eines gesamten Produktentwicklungsprozesses. Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständigen Unternehmen sind, auch unter Nutzung öffentlicher Fördermittel, vorhanden. Interdisziplinäre Industrieprojekte in Kooperation mit weiteren Forschungsinstituten unter Koordination des IDD sind möglich. Bei allen Dienstleistungen und im Rahmen der angewandten Forschung ist stets volle Vertraulichkeit gewährleistet.

Fazit

In den letzten 50 Jahren hat sich das Forschungs- und Lehrprofil der Universitäten stark gewandelt. An die Stelle der früher im Mittelpunkt stehenden Konstruktion und Entwicklung mechanischer Systeme ist heute die Analyse und Simulation der Druckprozesse und des Umfeldes getreten. Hierbei kann ein Institut wie das IDD nicht alle Aufgaben lösen, sondern muss sich auf wenige Forschungsschwerpunkte konzentrieren. Die Lehre orientiert sich an der Ausrichtung des Fachbereichs Maschinenbaus der TU Darmstadt in Richtung Grundlagenwissen kombiniert mit Modellbildung und Simulation mit einer exemplarischen Vertiefung. Der Darmstädter Maschinenbauingenieur mit dem Abschluss „Master of Science“ verfügt mit der Vertiefung „Druckmaschinen und Druckverfahren“ über eine moderne, forschungsorientierte Ausbildung und hat damit sehr gute Startbedingungen im Druckmaschinenbau.

Gedruckte Elektronik — Beginn einer neuen Ära?

Prof. Dr. Arved C. Hübler

Arved C. Hübler, Prof. Dr.-Ing., geboren 1960, Studium der Physik 1978-1986 an der Universität Heidelberg und der Technischen Universität Berlin, 1992 Promotion zum Dr.-Ing., 1992-1997 Industrietätigkeit bei Bertelsmann AG, Mohndruck Graphische Betriebe GmbH - u.a. Gesamtleitung Technik/Technologie, seit 1997 Professor für Printmedientechnik am Institut für Print- und Medientechnik der Technischen Universität Chemnitz, Mitglied des VDD.

Das Thema „Gedruckte Elektronik“ wird auf beiden Seiten, sowohl bei den „Elektronikern“ als auch bei den „Druckern“, kontrovers diskutiert. Für die Protagonisten ist gedruckte Elektronik zunächst ein sehr dynamisches neues Technologiefeld, welches in Zukunft einen starken Einfluss auf die weitere Entwicklung der Informationstechnologie haben wird. Dass dabei nun „Drucken“ eine zentrale Rolle in der zukünftigen Elektronik spielen soll, überrascht die Elektroniker. Hatte nicht gerade die Elektronik dem klassischen Papiermedium in den letzten Jahrzehnten stark zugesetzt, so dass schon unter dem Motto „die papierlose Welt“ das Ende des Druckens verkündet wurde? So hatte im Jahr 2000 Microsoft eine Prognose veröffentlicht und behauptet, dass im Jahr 2020 die Medien zu 90 % elektronisch sein werden. Aus heutiger Sicht kann man sagen, dass Microsoft vielleicht sogar Recht behalten wird, allerdings mit einem kleinen Zusatz: Der Großteil dieser 90 % elektronischer Medien wird wahrscheinlich gedruckt werden. Den Druckern wiederum ist nach 600 Jahren Geradeausentwicklung die plötzlich auftauchende Entwicklungskurve vielleicht etwas zu überraschend gekommen. Sie hadern mit den neuen Anforderungen und Technologien, die mit dem ererbten Satz- und Reprowissen so gar nicht harmonieren und glauben noch nicht so richtig daran, dass sich neue Märkte auftun. So sind es weder die großen Elektronikfirmen noch die Druckereien oder Druckmaschinenhersteller, die sich intensiv in dem neuen Feld der gedruckten Elektronik engagieren. Im Moment sind es die Chemiefirmen, die ein neues Materialgeschäft wittern — und wissen, dass Drucken große Mengen verspricht. Werden nicht 85 % aller hergestellten Pigmente verdruckt?

Das große Potential des Druckens ist oft der Branche selbst nicht so bewusst. Die Tatsache, dass wir heute Druckprodukte als eine allgegenwärtige Selbstverständlichkeit erleben, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass Drucken eine extrem anspruchsvolle, vielleicht sogar die am weitesten fortgeschrittene Fertigungstechnik ist. Im modernen Massendruck werden Pixelgrößen von 15 µm bei Geschwindigkeiten von 15 m/s auf einer Breite von bis zu 4,30 m mit einer Genauigkeit von ±5 µm produziert. Keine andere Technologie arbeitet bei so hoher Präzision so schnell. Zwar sind die Strukturen der Siliziumelektronik bald tausendmal kleiner als heute im Druck, aber die Bilder von hochbezahlten Ingenieuren, die in Reinraumanzügen Siliziumwafer mehr oder weniger in Manufaktur fertigen, erinnern an eine vorindustrielle Fertigung. Hinsichtlich Kosten und Durchsatz ist eine Druckfertigung der Siliziumindustrie um einen Faktor von 10^6 bis 10^8 überlegen. Drucken ist Hightech und braucht den Vergleich mit der Elektronikindustrie eigentlich nicht zu scheuen. Drucken ist die Mikrostrukturierungstechnologie schlechthin.

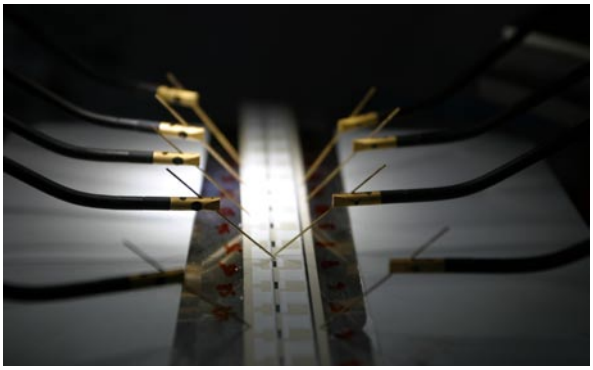


Abb. 1: Charakterisierung vollständig gedruckter elektronischer Strukturen

Und gedruckte Elektronik ist der Ansatz, um die technologischen Potentiale dieser Mikrostrukturierung durch Drucken richtig nutzen zu können. Um diese immensen Produktivitätsvorteile des Massendruckens nutzbar zu machen, waren zunächst Materialinnovationen notwendig, durch die es möglich wurde, Polymere mit elektronischen Funktionen aus Flüssigkeiten heraus zu verarbeiten. Bis heute hat sich eine ungebrochene Entwicklung immer neuer druckbarer Materialklassen ergeben. Während die Attraktivität von Silizium in seiner hochgeordneten Kristallstruktur liegt, bieten polymere Kunststoffe schier unbegrenzte Variationsmöglichkeiten für Chemiker, um spezifische Eigenschaften schon auf der Molekülebene zu realisieren.

Abb. 2: Druckmaschine zur Herstellung gedruckter Elektronik an der TU Chemnitz

Aufgrund der ganz anderen Materialgrundlagen und Produktionsprozesse wird gedruckte Elektronik sich auch ganz anders als die Siliziumelektronik entwickeln. Auch wenn vor allem Fachleute aus der klassischen Elektronik gerne die Parameter beider Ansätze direkt vergleichen, so ist schon heute klar: Strukturgrößen von 45 nm und weniger wird die gedruckte Elektronik nie erreichen. Während jedoch die klassische Siliziumelektronik nur die einzige Entwicklungschance hat, immer kleinere Strukturen zu erzeugen, hat die gedruckte Elektronik ganz andere Möglichkeiten: z. B. im Prinzip beliebig große Flächen zu bedrucken. Um 96 Mrd. Transistoren, die zukünftig auf einem Siliziumwafer mit 40 cm Durchmesser Platz finden sollen, mit gedruckter Elektronik realisieren zu wollen, müsste man 62 m^2 Substrat bedrucken. Wenn man diese Fläche wie ein Buch zusammenfalzt und daraus einen handlichen Multilayer-Block mit 1.000 Substratlagen (Seiten) herstellt, hätte man nicht nur eine entsprechend hohe Anzahl von Transistoren pro Grundfläche, sondern auch noch die Möglichkeit, diese dreidimensional, durch tausend Lagen hindurch, zu verschalten. Womit auch massiv parallele, neuronale Ansätze für die Logik denkbar werden. So ist das menschliche Gehirn das beste Beispiel dafür, dass logische Schaltungen nicht in Nanodimensionen kommen müssen, um leistungsfähig zu sein. Gedruckte Elektronik, die ähnliche Parameter wie die neuronale Struktur im Gehirn ohne große Reinraumanforderungen erreichen kann, hat also starke Entwicklungspotentiale.

Doch bis es soweit ist, wird noch einige Zeit vergehen. Zwar entwickelt sich die gedruckte Elektronik schnell — 2003 wurde an der TU Chemnitz der erste massengedruckte Transistor, 2005 der erste Ringoszillator vorgestellt — doch von der Leistungsfähigkeit der klassischen Elektronik ist sie noch weit entfernt. Gedruckte Elektronik wird auf absehbare Zeit keine Konkurrenz für die etablierte Elektronik sein, sondern zunächst vor allem Felder erschließen, die mit klassischer Elektronik gar nicht erreichbar sind. Dafür hat sich in den letzten Jahren ein neues, zukünftig attraktives Marktfeld herauskristallisiert, für dessen Produkte der Begriff *smart objects* steht. Einfache Objekte des Alltags sollen eine zusätzliche Elektronik erhalten und damit eine

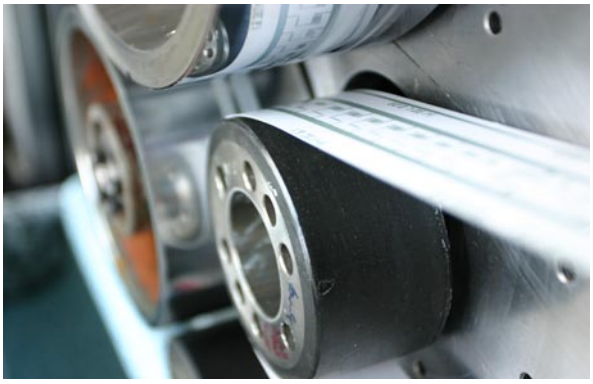


Abb. 3: Mit einer speziellen Labordruckmaschine auf Papier gedruckte Source-Drain-Strukturen

(bescheidene) eigene Intelligenz entwickeln, um in die elektronisch vernetzte Welt eingebunden werden zu können.

Ein Leitprodukt für die gedruckte Elektronik ist heute der RF-IDtag, zunächst als einfacher passiver 96 Bit Speicher. Heute noch mit Siliziumbausteinen ausgeführt, sagen viele Fachleute voraus, dass diese Anwendung im Preissegment um einen Cent nur noch mittels gedruckter Elektronik realisierbar ist. Während beim RF-IDtag vor allem Logistikanwendungen diskutiert werden, zeichnet sich für die gedruckte Elektronik schon heute ein viel weiteres Anwendungsfeld ab: Besonders die Möglichkeit, Elektronik auch direkt auf Papier zu drucken und somit homogen in klassische Druckprodukte zu integrieren, hat für die Medienindustrie große Reize. Denn schon seit dem letzten Jahrzehnt versucht man, die Lücke zwischen Papiermedien und elektronischen Medien zu überbrücken. Wenn auch die klassische Elektronik mit E-books und E-papers bisher nicht sehr erfolgreich war, so ist die Vision, die Vorteile von Papiermedien mit der umfassenden Funktionsvielfalt der Elektronik, insbesondere mit dem Internet, zu verbinden, ungebrochen. Technisch müssen dazu auch weitere elektronische Funktionen, wie etwa Anzeigeelemente, druckbar werden. Für die IT-Branche sind aus den absehbaren Entwicklungen der gedruckten Elektronik in den nächsten Jahren viele Einflüsse zu erwarten, die von der Hardwareprogrammierung bis zu neuen Anwendungen reichen und auch in der Forschung ihren Niederschlag finden werden.

Dass trotz dieser Aussichten sowohl in der klassischen Elektronikbranche wie auch in der Druckbranche keine Euphorie aufkommt, hat wohl sehr klassische Gründe. Genauso, wie man sich bei IBM Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nicht vorstellen konnte, dass die Welt mehr als fünf Computer braucht, so kann man sich heute nicht vorstellen, wozu man gedruckte Elektronik einsetzen soll. Joghurtbecher, die dem Kühlschrank ihr Haltbarkeitsdatum erzählen? Große Buchstaben auf der ersten Zeitungsseite, die auf Rot umschalten? Wer braucht das? Bildschirme drucken? Könnte man Bildschirme im Bogenoffset drucken, wäre der heutige Weltjahresbedarf an Bildschirmen an einem Tag mit einer Maschine gedruckt. Und an wen sollte man die Bildschirmproduktion der restlichen 364 Tage verkaufen?

Gedruckte Elektronik als Nischentechnologie für Spezialanwendungen, vergleichbar mit dem Bedrucken von Fußleisten oder Kaffeetassen? Wer heute an eine große Zukunft der gedruckten Elektronik glaubt, muss sich zunächst einmal mit abstrakten strukturellen Argumenten bei Laune halten: Die Kombination von drei starken Teilkomponenten muss doch zu einem explosivem Gemisch führen. Kunststoffe als das allgegenwärtige Erfolgsmaterial der letzten Jahrzehnte, Elektronik als der allgegenwärtige Treibstoff für die Revolution zur Wissensgesellschaft und Drucken als die unschlagbare, mit ihren Produkten auch allgegenwärtige Fertigungstechnologie ...

Doch Gedruckte Elektronik ist eine disruptive, emergente Technologie, die mit ihren Potentialen nur schwer in existierende Märkte passt: Hinsichtlich ihrer elektronischen Funktionalität ist sie heute keine Konkurrenz zur klassischen Siliziumwelt, und hinsichtlich der möglichen Mengen fehlen heute die naheliegenden Anwendungen. Selbst die RF-IDtags als der einzige Markt, der heute immer wieder als Anwendungsbeispiel für gedruckte Elektronik dient und dank der Metro zeitweise Hype-Charakter hatte, entpuppt sich bei genauerem Hinsehen als überschaubar. Für 2017 werden dem weltweiten RF-ID Markt von dem Beratungsunternehmen IdtechEx aus Cambridge ca. 700 Mrd. Stück vorhergesagt, allerdings unter der Bedingung, dass ein RF-IDtag, dann wohl gedruckt, einen Cent kostet. Also ein Marktvolumen von 7 Mrd. €

mit geringer Umsatzdynamik, da die sinkenden Stückpreise die steigenden Stückzahlen kompensieren.

In Deutschland sind im Moment drei Firmen bekannt, die gedruckte Elektronik produzieren oder produzieren wollen. In Dresden baut die Firma plastic logic gerade eine Fertigung auf, die nach eigenen Aussagen in diesem Jahr die Produktion aufnehmen will. Es sollen flexible Bildschirme produziert werden, wobei einige, allerdings nicht alle, Funktionsschichten mittels Inkjet aufgetragen werden sollen. Plastic logic adressiert also eindeutig den klassischen Elektronikmarkt mit bekannten Produkten, vergleichsweise kleinen Stückzahlen und hohen Preisen.
Die Firma polyIC aus Fürth bezeichnet sich im Untertitel als "the chip printer" und arbeitet am Druck von RF-IDtags. Ein erster, funktional sehr reduzierter und noch nicht gedruckter Prototyp wurde im Herbst 2007 vorgestellt. Wann polyIC tatsächlich mit gedruckten Produkten in den klassischen RF-ID Markt vorstoßen kann, ist noch offen.

In Chemnitz produziert die Firma printed systems sogenannte NF-IP.tags, Near Field-Intelligent Print tags, die auf einem anderen, einfacheren technischen Prinzip als die RF-IDtags basieren. Die Generation 2 dieser Speicherelemente mit einem individuell beschreibbaren 96 Bit Datenkode wurde im Herbst 2007 vorgestellt und soll 2008 in großen Mengen im Markt sein. printed systems implementiert die Technologie in klassische Druckprodukte, z. B. Papierkarten, und will mit diesen Produkten eine Verbindung zwischen dem klassischen Papiermedium und dem

Abb. 4: Papierelektronik: CROSSLINK Karten von printed systems

Internet schaffen. Dieses Konzept adressiert nicht die klassischen Elektronikmärkte, wie auch ein Vergleich in der untenstehenden Tabelle zeigt.

Ob für die Druckmedien mit diesen technologischen Ansätzen wirklich eine neue Ära begonnen hat, ist heute noch völlig offen. Wenn man bedenkt, dass sich technologische Innovationen in der Vergangenheit immer über Jahrzehnte entwickelt haben, bevor sie zu signifikanten Einflüssen auf die Medienstruktur geführt haben, dann muss man wahrscheinlich auch der gedruckten Elektronik noch Zeit zur Entwicklung geben.

	Scandisk, Japan (weltweit Marktführer in Flash Memory Systemen)[1]	printed systems, Chemnitz (weltweit führend in gedruckter Elektronik)[2]
Mitarbeiter	2.500	25
Produkt	Flash Memory	Paper Memory / NF-IP.tag
Technologie	Silizium 300 mm Wafer, 70 nm Auflösung	Gedruckte Elektronik
Speichervolumen	bis zu 1GB	96 bit
Ø Tagesproduktion 2006	308.000 Flash Memories	300.000 NF-IP.cards
Ø Umsatz / Einheit	27,30 $	0,05 $

[1] zitiert und berechnet nach Eli Harari, Annual Shareholder Meeting May, 2007
[2] Angaben printed systems

Web 2.0 - für das Print-Business nur ein Hype oder auch Herausforderung

Dr.-Ing. Roland Hradezky, Darmstadt

geboren am 7.10.1941 in Dresden, Abitur 1963 in Giessen, Dipl.Ing.Maschinenbau 1969 an der Technischen Hochschule in Darmstadt, bis 1972 Versuchsleiter bei Porsche KG in Stuttgart, 1978 Promotion zum Dr. Ing. am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) mit Schwerpunkt Nachrichtentechnik, bis 1985 Betriebsleiter bei Mohndruck in Gütersloh, danach bis heute Partner und Inhaber von Consulting-Societäten mit dem global wahrgenommenen Tätigkeits-Schwerpunkt „Medien-Business“, von 2003 bis 2007 Lehrbeauftragter an der TU-Darmstadt zum Thema „Print-Media-Management“. Mitglied im VDD.

Eine (mögliche kritische und etwas philosophische) Stellungnahme, vor allem hinsichtlich zögerlicher Chancenwahrnehmung durch die Medien-Dienstleister

Die DRUPA 2008 wird wie 2004 mit dem JDF-Hype auch einen aktuellen Gallions-Hype zu finden wissen. Nachdem nun JDF in Praxi nur sehr verhalten umgesetzt wurde, auch wenn die unternehmens-interne „erzieherische“ Wirkung unbestritten ist, während der an sich viel bedeutendere spezifizierbare direkte Nutzen durch JDF für die Kunden eher mit der Lupe zu suchen ist, könnte vielleicht eine Art CDF, nämlich ein „Customer Definition Format“, en vogue sein. Dies vor allem, wenn man ernsthaft mit Web 2.0-basierten Strategien sein Print-Geschäft am IuK-Technologie-Fortschritt teilhaben lassen will.

Was ist denn nun „Web 2.0“ überhaupt und wie könnte es mit dem genannten „virtuellen“ CDF zusammenhängen ? „Web 2.0“ bezeichnet keine spezielle Technik, etwa eine bestimmte Software-Version, sondern mehr das intelligente Zusammenwirken verschiedener interaktiver Web-basierter Kommunikationsmethoden (eMail, Blogs, Web-Service-API, Wikis, Ajax, u.a.) und damit Forcierung einer ausgeprägten sozialen (nicht verwechseln mit „sozialistisch“, der Autor) und auch wirtschaftlichen Weiterentwicklung. Bild 1

Kritische Stimmen zur „Daseinsberechtigung“ von Web 2.0 fehlen auch nicht: „Web 2.0 ist nutzloses Blabla, das niemand erklären kann“, so Tim Berners-Lee, der Vater des Internet, zum Hype des „neuen Web“ (aus Wikipedia), auch wenn die IBM gegenüber Berners-Lee „Web 1.0“ als das „Verbinden von Computern …“. „Web 2.0“ dagegen als das „Verbinden von Menschen und neue Arten von Zusammenarbeit“ spezifizierte.

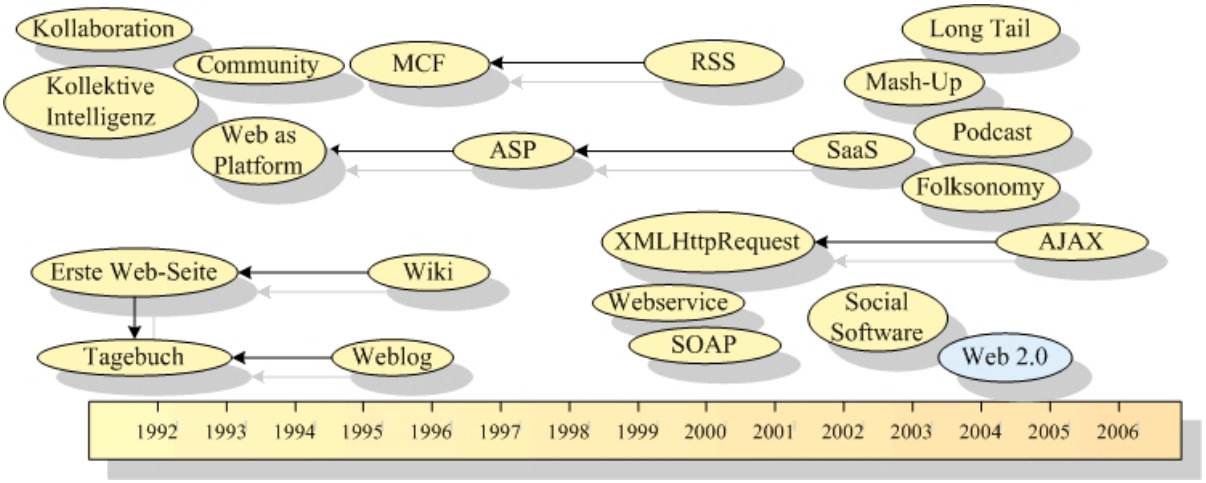


Bild 1

Berners Lee konterte mit: „Connecting people“ sei schon immer seine Strategie des Web gewesen, also Web 2.0 nichts neues, nur ein Marketing-Hype.

In den Print-nahen Fach-Medien geht man mit Web 2.0 relativ offen um:

In den letzten Heidelberger Nachrichten schrieb der Trendforscher Peter Wippermann:“…..das Internet mit seinen stetig wachsenden Möglichkeiten der vernetzten Interaktion, das sogenannte Web 2.0, ist die Infrastruktur des 21. Jahrhunderts. Immer mehr Nutzer kommunizieren in virtuellen Gemeinschaften und werden mit selbst generierten Inhalten selbst zu Medienakteuren. Dieses veränderte Nutzerverhalten wirkt sich sowohl auf das Medienangebot als auch auf den Konsum aus. Kommunikations- und Marktstrukturen sowie die Mediengesellschaft sind in einem großen Veränderungsprozess….“. Auch Beilagen der KBA-Kundenzeitschrift greifen diese Thematik auf, mit sehr interessanten Beiträgen wie „Zukunftsfähig durch Vernetzung“, „Erfolgreich mit Web-to-Print (W2P)“, „Blogs & Co.-Ideen für Print-to-Web“. Der Begriff „Print-to-Web (P2W)“ ist dabei mehr als nur ein Wortspiel mit der Umkehrung von W2P. Mehr dazu in der KBA-Kundenzeitschrift Nr.30, 7/2007.

Lassen wir aber mal die seh- und erlebbaren Trends in der Zukunft als relevant gelten und betrachten die Gegenwart, in der ein Großteil der in den Trends vorausgesetzten Technologien bereits verfügbar und auch nutzbar sind.

Welche Verhaltensweisen, Methoden und Prozesse in der Print-nahen Medienindustrie können also schon heute für sich in Anspruch nehmen „trendy“, erfolgsbestimmend und damit auch zukunftssicher zu sein? Exemplarisch soll dies mit folgenden Begriffen beantwortet werden, die in Print-nahen Publikationen nicht nur im Zusammenhang mit Web 2.0 immer wieder als „Erfolgsfaktoren“ für das Print-Business aufgeführt werden:

Vernetzung:
Ein Netz (oder auch System nach der Systemtheorie) besteht aus einzelnen Teilen, die durch Ursache-Wirkungs-Beziehungen und allgemeine und besondere Systemeigenschaften miteinander vielfältig verknüpft sind. Bildhaft spricht man daher von einem „Beziehungsnetz“.

Interaktion:
Bezeichnet das wechselseitige aufeinander Einwirken von Akteuren oder Systemen und ist eng verknüpft mit den übergeordneten Begriffen Kommunikation, Handeln und Arbeit. Manchmal werden diese Begriffe sogar synonym verwendet

Kollaboration: Im Internetjargon wird dieser Begriff in Form von collaborative design, collaborative writing u.ä. benutzt und bezeichnet die gemeinsame Arbeit einzelner bei der Entwicklung von Software (z.B. in Open-Source-, und Open-Content-Projekte), lexikalischen Texten (z.B. Wikipedia) und anderen Dokumenten (z.B. Trillium Report). Spezielle Content-Management-Systeme wie beispielsweise Wikis ermöglichen kollaboratives Schreiben und Editieren

In der Definition von ECM Enterprise-Content-Management wird „Collaboration“ als eine der wichtigsten ECM-Komponenten aufgeführt. Unter Collaboration werden dort Groupware- und erweiterte Funktionen verstanden.

Die Erklärungen sind weitgehend aus Wikipedia entlehnt, das selbst als Musterbeispiel der Anwendung der drei genannten Begriffe gilt.

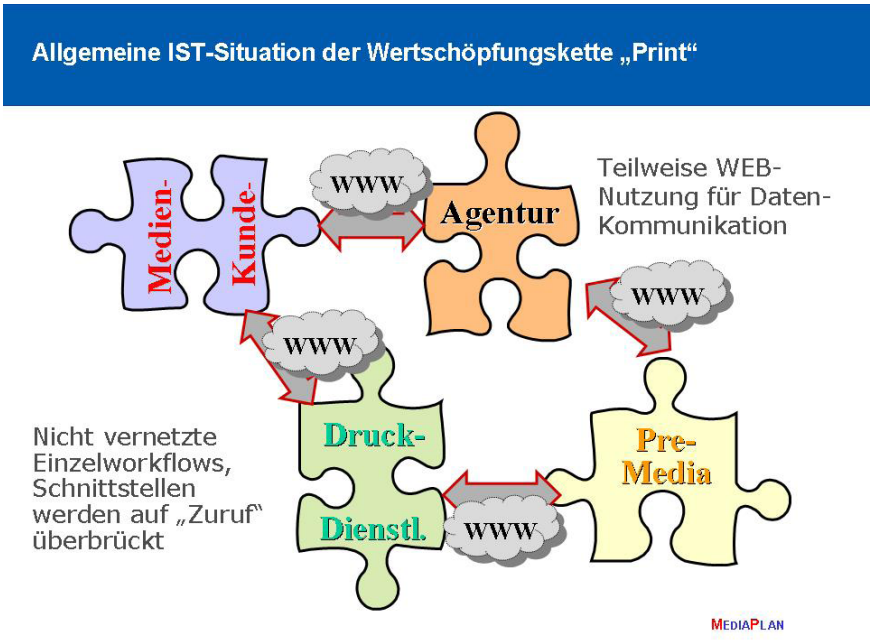
Für die Print-Praxis sollen die drei Begriffe **Vernetzung, Interaktion und Kollaboration** nur in einem Context im Sinne Web 2.0 andiskutiert werden, denn Netzwerk kann als technische Voraussetzung für eine mögliche Interaktion definiert werden und diese in Folge als Bedingung für eine Kollaboration gelten, wenn die Interessen der Interaktionspartner ausreichend harmonieren. Die Übersicht in Bild 2 kann die Zusammenhänge der drei Begriffe mit Bezug auf die Print-Medien-Industrie angenähert darstellen:

Welche Prinzipien und Lösungen sind in der Print-Praxis weitgehend zum Standard geworden?

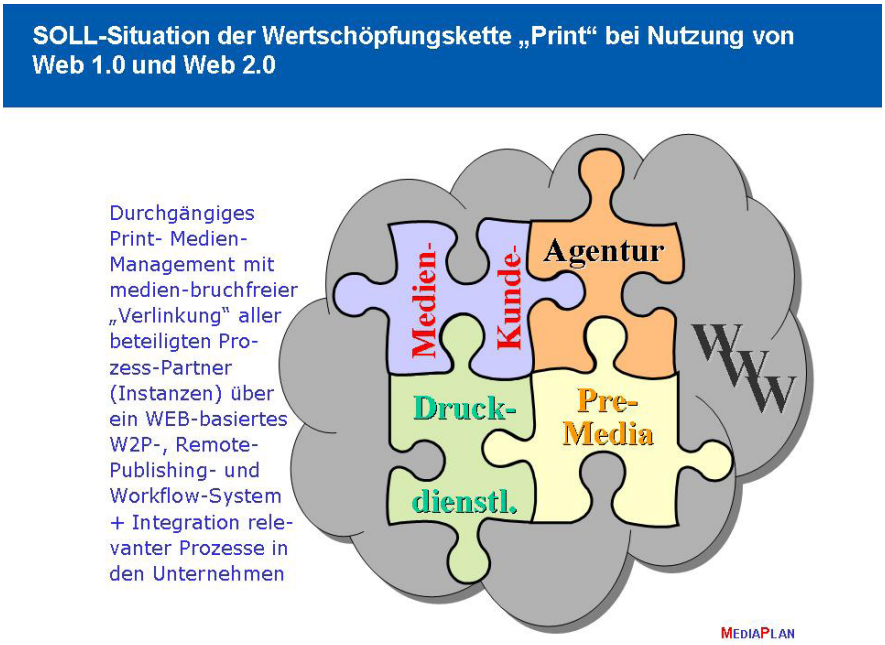
Wenn in den Publikationen der „grossen“ Lieferanten der Print-Medien-Industrie von „Vernetzung“ geschrieben wird, sind primär Lösungen der Kategorie A und vereinzelt auch B angesprochen. Diese Lösungen sind auch weitgehend zu einem akzeptierten und wünschenswerten Standard in Produktion und Vermarktung geworden. Die Kategorien C und

Nutzungs-Prinzipien und deren Ausprägungen von der nackten IT- bis zur Web 2.0-Lösung						
Kateg.	**Prinzipien**	**Beispiele für Nutzungsinhalte**	**Beispiele für Nutzungsformen**	**Vernetzung** auch ohne Web 1.0	**Interaktion** spezifisch Web 1.0	**Kollaboration** spezif. Web 2.0
A	**Push**, Unternehmens-intern	Datenaustausch, Datenerfassung, Datenintegration, Auswertung	MIS, PPS, CIP4, JDF, Mail, BDE, FiBu			
B	**Push-/(Pull)-** mit festen Partnern (Kunden, Lieferanten, Koops)	**A +** Vermarktung, Einkauf, Angebots-Auftragsabwicklung, Produktions- Workflow-Kontrolle, Mail, Angebote der Print-Unternehmen sind primär treibende Kraft	Einkaufsportale, MIS mit Web-basierten Kunden-Modulen, online verfügbare Workflow-Produkte (bspw. OneVision, Kodak InSight u.a.)			
C	**Push-Pull** mit festen und variablen Partnern (Kunden, Lieferanten, Koops)	**B+** technische Integration der Partner in den Produktions-Workflow und Einflussnahme, Nutzen für die Partner und das Unternehmen ist mit treibende Kraft	W2P mit Standard-produkten für Digitaldruck (Visitenkarten, Fotobücher, personalisierte Flyer, u.a.) und Web-Client basierte Redaktions-Systeme			
D	**(Push)-Pull-** mit festen und variablen Partnern (s.o.)	**C+** mit Integration der Partner auch in den kundenseitigen Content-Workflow, Nutzen der Partner ist **weitgehend treibende Kraft**	W2P bzw. Remote Publishing und gekoppelt mit Shop-Portalen und kundenseitige Org-Integration (ERP, PPS, WaWi, u.a.)			
E	**Pull**	**D+** Umsetzen von Web 2..0 Kommunikationsformen in Print-Medien und Print-Marketing mit Web 2.0; **Nutzen der Partner, auch durch social Networks, ist primär treibende Kraft**	P2W (Print to Web), Wikis, Blogs, Foren, Communities, Chatrooms, virtuelle Boards			

Abb.2



Abb,3



Abb,4

vor allem D nur als Vorausschau auf zukünftig notwendige Entwicklungen („Printmedien müssen sich neu positionieren“).

Das Schema in der Abb. 3 zeigt in etwa die Kommunikationswege zwischen den am Wertschöpfungsprozess Print beteiligten Partnern, die das Web 1.0 vorwiegend über die Mail-Schiene nutzen (manuell oder über Systeme, wie Kodak InSight; getriggert).

Lösungen nach den Kategorien C und D setzen medien- und dokumentenbruchfreie Kommunikationsprozesse voraus, wie sie nur von Web-basierten Lösungen realisiert werden können (Abb.4).

Initiativen und Lösungen für die Kategorien C und D werden einmal von den Fachabteilungen von Print-Kundenunternehmen aus Industrie, Handel, Dienstleistung vorangetrieben und auch von Systemhäusern, die Erfahrungen mit den IT-

Umgebungen und Anforderungen der genannten Kundenunternehmen haben. Beispiele sind dafür die W2P- und Brandmanagement-Lösungen, die durch einschlägige Veranstaltungen auch einem breiten Publikum aus der Print-Szene nahe gebracht werden.

Beobachtungen auf solchen Veranstaltungen zeigen, dass sich die Drucker schwer tun, solche Kategorie C- und vor allem die Kategorie D-Lösungen auch aktiv für das eigene Unternehmen als Kundennutzen- und Kundenbindungstool umzusetzen (allein oder mit geeigneten Partnern). Gründe dafür sind die schwierige Kosten-/Nutzen Kalkulation (eine Druckmaschine und ihr Beitrag zu den Unternehmenszahlen lassen sich theoretisch leichter kalkulieren) und die Problematik, dass die Drucker im allgemeinen keine Kenntnis von den kundenseitigen IT-Infrastrukturen, dem Print-Kommunikations-Leidensdruck der Fachabteilungen haben und außer dem Print-Einkäufer keine Kontakte in die Kundenunternehmen haben.

Agenturen tun sich da etwas leichter, initiativ zu werden, da diese (auch historisch gesehen) durch Design-, PrePress- und Workflow-Lösungen einen „intimeren“ Kontakt mit ihren Kunden und auch den Menschen im Kundenunternehmen hatten und haben. W2P-Lösungen für den Digitaldruck sind Beispiele dafür.

Resumée

Wir kommen zurück auf die Ausgangsfrage, ob Web 2.0 für die Druckindustrie nur ein Hype oder auch eine Herausforderung und damit Chance ist. Mit Web 1.0 Lösungen wurden IT-Systeme verbunden, also technische Lösungen initiiert, die mehr oder weniger von Menschen genutzt werden. Mit Web 2.0 Lösungen werden primär interagierende Menschen verbunden („Web is for connecting people“), also neben der Technik auch Semantik als verbindender Aspekt genutzt (Web 2.0 deswegen auch „semantic Web“ genannt).

Nun wird es etwas philosophisch: Wenn man mit Menschen und semantisch relevanten Inhalten kommuniziert, muss man die Menschen, ihre Infrastrukturen und ihre Vorstellungen sehr genau kennen, wenn man ihnen einen Nutzen angedeihen lassen will, wie es das Print-Unternehmen ja mit seinen Kunden anstreben sollte, die ja auch oft Menschen sind. Aber das genaue Kennen seiner Kunden, um auch Lösungen im Sinne der Kategorien C, D und auch E zusammen mit den Kunden zu betreiben, wurde ja gerade weiter oben als nicht ausreichend gut entwickelt genannt.

JDF („Job Definition Format“) ist die Platform, für die interne Vernetzung von Systemen und Maschinen und war der DRUPA2004-Hype. Eine für die DRUPA2008 denkbare **CDF-Initiative („Customer Definition Format“)** könnte die externe Vernetzung mit den Kunden zum Inhalt haben und im übertragenen Sinn definieren helfen, welche Kunden mit welchen Ansprechpartnern, mit welchen Märkten und Kommunikationsanforderungen und mit welchen Lösungskategorien den größten Nutzen erzielen können. Aber da das weniger mit technischen Mitteln zu lösen wäre, ist ein CDF für eine Technikmesse wahrscheinlich zu viel verlangt. Aber ein Anstoß könnte es ein.

Aber auch das ist natürlich schwierig umzusetzen, deswegen hätten und haben die Wagemutigen, die für sich selbst ein CDF entwickelt haben, ja auch gewaltige Chancen.

Nun wird es etwas sarkastisch: Für die meisten Drucker wird es einfacher bleiben, auf die Technik allein und damit auch auf die Preisdumping-Gefahr zu setzen und den Druck-Prozess immer weiter zu optimieren, wie Farbe möglichst schnell, billig und auch noch halbwegs reproduzierbar auf den Bedruckstoff gebracht wird. Aber von den Entwicklungen, die nicht nur „Second Life“ ermöglichen sondern auch die Position der Print-Medien am Verschieben sind, werden auch diese Unternehmer verschoben werden. Wohin? Vielleicht gibt die DRUPA2008 eine Antwort, aber nur für die, die auch unbequeme Antworten und Lösungen aktzeptieren!

em.o. Prof. Dipl.-Ing. Karl R. Scheuter

Das FM-Raster – ein echtes Darmstädter Kind

Geboren am 4. November 1919 in Zürich, 1938 die Maturitätsprüfung. 1938-1944 Studium des Maschinenbaus an der ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) in Zürich mit Abschluss als Dipl.-Ing., 1958 bis 1966 Technischer Leiter der Maschinenfabrik Winkler, Fallert & Co. AG, kurz WIFAG , 1966 - 1986 Inhaber des Lehrstuhls für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstad, Träger der Friedrich Koenig Medaille und Ehrenmitglied des Verein Deutscher Druckingenieure

Der drucktechnische Stand zur Zeit der Gründung des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren ist nach 50 Jahren, gar nicht mehr so leicht zu verstehen. Text wurde wie zu Zeiten des Erfinders Johannes Gensfleisch, gen. zum Gutenberg (um 1400 – 1488) aus beweglichen Lettern, oftmals noch von Hand, in der Regel jedoch bereits mittels Setzmaschinen gesetzt. Die Reproduktion von Bildern geschah mittels der autotypischen Tonwertzerlegung, d. h. mittels Kamera und Kreuzlinienraster. Kreuzlinienraster, Reprokamera, Kontaktraster, Kopier- und Ätzgeräte samt den zahlreichen Hilfsmitteln wie Filme, Filter, Maskierfolien, Ätzchemikalien usw. waren Standardausrüstung von Druckereien und Reprobetrieben.

Alle diese Mittel sind seit Meisenbach (1841-1912) und Ives (1836 - 1937) ständig verbessert und auf dem zeitgemäßen Stand der Technik gehalten worden. Trotzdem ist eines nicht gelungen, nämlich den Prozess der autotypischen Tonwertzerlegung so weit zu standardisieren, dass er das gewünschte Ergebnis ohne manuelle Korrektureingriffe erzielt. Diese unvermeidlichen Korrekturen, oft beginnend mit einer Retouche der photographischen Vorlage und allermeist endend mit örtlicher Verstärkung oder Abschwächung der Rasterpunkte, waren nicht nur langwierig und kostspielig, sondern stellten allerhöchste Anforderungen an das fachliche und manuelle Können der Repro- und Drucktechniker. Der Begriff „Druckkunst“ war damals durchaus noch nicht abwegig. Kennzeichnend für die damalige Zeit war auch die Tatsache, dass die überwiegende Menge der Druckprodukte, wie Bücher, Zeitungen, Broschüren, etc. im Hochdruck- (Buchdruck-) Verfahren hergestellt wurden. Tiefdruck- und Flachdruck (Offsetdruck-) Verfahren hatten zwar ihre speziellen Märkte, waren wirtschaftlich jedoch von weit geringerer Bedeutung. Es gab damals noch kaum Anzeichen dafür, dass das Flachdruck-Verfahren einmal das Hochdruck-Verfahren weitgehend verdrängen würde. Es gab damals auch keinerlei Anzeichen dafür, dass einmal neue Druckverfahren entstehen könnten. Neben dem Aufbau des Institutes als Stätte der Forschung oblag dem ersten Institutsleiter selbstverständlich auch der Aufbau der Lehre. Für den gelernten Druckmaschinen-Ingenieur Wolfram Eschenbach war es verhältnismäßig leicht, eine konsistente Vorlesung „Druckmaschinen“ aufzubauen und entsprechend der Entwicklung der Technik auf dem jeweiligen Kenntnisstand zu halten. Anders war dies im Hinblick auf die Vorlesung „Druckverfahren“.

Auch ein begnadeter Druckmaschinen-Ingenieur musste, jedenfalls damals, eigentlich herzlich wenig über die Vorstufe, d. h. die Reprotechnik, wissen. Quelle seines grundlegend notwendigen Wissens war der Drucksaal, dem die Druckform quasi frei Haus angeliefert wurde. Wolfram Eschenbach musste deshalb in mühseliger Kleinarbeit das in der Literatur weit zerstreute reprotechnische Wissen sammeln, ordnen und bewerten und schließlich für eine fundierte, verfahrenstechnische Vorlesung aufbereiten. Als ich, Karl Rudolf Scheuter, ebenfalls aus der Druckmaschinen-Industrie kommend, anfangs Januar 1966 sein Amt übernahm, übergab mir Wolfram Eschenbach diesen Fundus. Er hat mir damit den

Einstieg in die verfahrenstechnische Lehre ganz gewaltig erleichtert. Beim Aufbau meiner eigenen Vorlesung wurde mir jedoch bald klar, dass dieser Fundus zwar dem damaligen technischen Stand entsprach, jedoch keinerlei Hinweis auf eine, die einzelnen Prozessschritte verbindende, theoretische Grundlage enthielt.

Der Prozess, der von einer Vorlage zu einer Reproduktion führt, ist als realer Prozess mit einem Energiefluß verbunden. Da dieser Prozess bei Raumtemperatur abläuft, ist er -thermodynamisch gesehen - ein isothermer Prozess und unterliegt den entsprechenden thermodynamischen Gesetzen. Eines dieser Gesetze sagt, dass in einem solchen Prozess der Energiefluss proportional dem Entropiefluss ist. Bildet man einen Prozesswirkungs- oder Gütegrad, kann er somit wahlweise in Thermen der Energie oder der Entropie geschrieben werden. Der gleiche Prozess ist jedoch auch ein Prozess, der die in der Vorlage enthaltene Information in die Reproduktion überträgt. Er unterliegt deshalb auch den 1948 von Claude Shannon (1916 -2001) eingeführten und inzwischen weiterentwickelten informationstheoretischen Gesetzen. Grundlegend für die folgenden Überlegungen ist die Shannon‘sche Erkenntnis, dass die mathematische Definition der Menge der Information eines gegebenen Informationsraumes mit der von Ludwig Boltzmann (1844 – 1906) definierten Entropie des gleichen Raumes identisch ist. Mit anderen Worten: Die Information, gemessen in bit, ist proportional zur Entropie, gemessen in Joule $*K^{-1}$, und zur Energie, gemessen in Joule. Dieser Zusammenhang erlaubt es, den energetischen, d. h. den nur die unmittelbar mit dem Informationsfluss im Prozess der Informationsübertragung gekoppelten Energien berücksichtigenden Prozesswirkungs- bzw. Gütegrad direkt in Thermen der Informatik, d. h. in bit anzuschreiben. Im Zähler dieses Gütegrades steht dann als Gewinn die direkt aus der Vorlage stammende Information, die sogenannte Transinformation und im Nenner als Aufwand die Summe der Information der Vorlage und der unvermeidliche Rauschanteil der Reproduktion, die sogenannte Irrelevanz. Offensichtlich ist, dass ein Prozess, in welchem die Information der Vorlage vollständig verloren geht, also die Transinformation gleich Null ist, den Gütegrad Null aufweist.

Ein idealer Prozess hingegen, in welchem weder ein Informationsverlust noch Rauschen auftritt, würde den Gütegrad Eins aufweisen. Unter der selbstverständlichen Voraussetzung, dass der Prozess die Information ortskonsistent überträgt, sind in diesem Fall Vorlage und Reproduktion identisch und austauschbar. Die Reproduktion würde somit die höchst erreichbare Bildqualität aufweisen. Der Schluß lag nahe, dass der oben definierte Gütegrad ein objektives Qualitätsmaß für die Reproduktion, oder praxisnäher ausgedrückt, ein objektives Maß für die Bildqualität darstellt. Die hier verkürzt dargestellten Zusammenhänge sind in der Dissertation von Klaus Wolf /1/ in extenso dargestellt. Bei der Entwicklung der vorstehenden Überlegungen haben wir recht tüchtig in zwei fachfremden Wissensgebieten gewildert, nämlich in der thermischen Verfahrenstechnik, vertreten durch Werner Kast und in der Informatik, vertreten durch Karl Küpfmüller, der dieses Fach im Rahmen der Fakultät für Elektrotechnik der TH Darmstadt eingeführt hatte. Es lag nahe, beide als Mitberichter zur Wolf’schen Dissertation heranzuziehen. Beide bestätigten die Richtigkeit unserer Überlegungen, was mich berechtigt, diese auch heute nach über 30 Jahren vorbehaltslos zu vertreten. Allerdings hat Karl Küpfmüller moniert, dass ein Beweis dafür fehle, dass der objektive Gütegrad dem subjektiven Qualitätsempfinden gerecht werde. Es hat in der Tat rund sieben weitere Jahre gedauert, bis dank einer von Roland Hradezky /2/ entwickelten Methodik der Beweis mit ausreichender Genauigkeit erbracht werden konnte. In der Fachliteratur wird seit eh und je über die „Druckqualität“ eifrig diskutiert.

Noch in der neuesten Literatur finden sich Aussagen, dass diese schwierig zu beurteilen sei, nicht zuletzt deshalb, weil subjektive Bildeindrücke das Urteil stark beeinflussen. Geht man von der Auffassung aus, dass die Aufgabe der Drucktechnik darin bestehe, von einer Vorlage eine möglichst getreue Reproduktion zu erzeugen – wir sind bei unseren Überlegungen davon ausgegangen – dann trifft diese Vorstellung für den Konsumenten, den Leser, unzweifelhaft zu. Und zwar einfach deshalb, weil er die Vorlage nie zu Gesicht bekommt. Nicht viel anders gilt dies auch für den Drucker. Was er zu Gesicht bekommt, ist ein „Gut zum Druck“ und seine Aufgabe ist,

diese fehlerfrei nachzudrucken. Bildfehler, welche in der Vorstufe ihren Ursprung haben, z. B. die Rosetten im autotypischen Mehrfarbendruck, kann der Drucker nicht beeinflussen und sind in seinem Qualitätsbegriff nicht enthalten. Es wäre deshalb an der Zeit, den Begriff „Druckqualität“ zu entmystifizieren und ihn dorthin zu verbannen, wo er aussagefähig ist, nämlich in den Drucksaal. Es wäre deshalb auch an der Zeit zu akzeptieren, dass es ein und nur ein aussagefähiges Qualitätsmaß für das gedruckte Bild gibt, nämlich den auf wissenschaftlicher Basis von Klaus Wolf abgeleiteten und von Roland Hradezky bestätigten Gütegrad der Informationsübertragung von der Vorlage zum gedruckten Bild. Dass sich davon auch in der neuesten drucktechnischen Literatur nichts findet, wirkt zumindest etwas befremdlich. Eine einfache Binsenwahrheit aus dem täglichen Leben sagt: Will man sicher sein, dass beim Umgießen des Inhaltes eines ersten Gefäßes in ein zweites Gefäß nie etwas überläuft, also verloren geht, dann muss das zweite, aufnehmende Gefäß mindestens die Kapazität des ersten Gefäßes aufweisen. Selbstverständlich gilt diese Minimalforderung auch für das „Umgießen“ der Information vom Vorlagenraum in den Bildraum.

Also gilt die Minimalforderung: Die Informationskapazität des Bildraumes muss mindestens gleich der Informationskapazität des Vorlagenraumes sein. Die Informationskapazität mit der Dimension bit * cm ^{2} ist definiert als Produkt der flächenbezogenen Anzahl der Bildelemente, z. B. der Rasterpunkte einer Autotypie, und dem dualen Logarithmus der darstellbaren Farben, der sogenannten Farbtiefe in bit. Vergleicht man nun jene eines Profi-Filmes mit jener einer 60-er Raster-Autotypie, dann erkennt man, dass diese die Minimalforderung um rund das Vierzigfache verfehlt. Nun ist diese Minimalforderung aus rein physikalischen Überlegungen entstanden. Die Frage ist jedoch, ob diese Forderung auch physiologisch, d. h. unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Sehsinnes, gerechtfertigt ist. Die Leistungsfähigkeit des Sehsinnes, d. h. sein Vermögen, Information aufzunehmen, ist selbstverständlich beschränkt. Deshalb ist ihm auch eine (visuelle) Informationskapazität zuschreibbar. Unter dieser Voraussetzung lässt sich die eben gestellte Frage in die folgende Forderung umformen: Damit die Substruktur des gedruckten Bildes, d. h. die Raster- bzw. Druckpunkte, vom Sehsinn keinesfalls aufgelöst werden kann, muss die Informationskapazität des gedruckten Bildes größer sein als die visuelle Informationskapazität. Nach der traditionellen Auffassung, welche auch in der neuesten Fachliteratur noch immer vertreten wird, gilt die Bildauflösung von 60 L/cm ^{1} als sehsinngerecht. Demgemäß würde eine höhere Bildauflösung zu keiner Steigerung der visuellen Bildqualität führen. Begründet wird dies einerseits mit dem Bau des Auges und andererseits mit der Erkennbarkeit eines Strichmusters. Beide Betrachtungsweisen führen zu einem minimalen Sehwinkel von rund 1,5 Bogenminuten, dem bei einem Sehabstand von 40 cm die Auflösung von rund 60 cm $^{-1}$ entspricht. Die erste Betrachtungsweise vergisst jedoch die Tatsache, dass das Auge nur Teil des Sehsinnes ist und dieser tatsächlich ein hochintelligentes Bildverarbeitungssystem ist. Die zweite Betrachtungsweise geht von der grotesken Vorstellung aus, man könne die Fähigkeit des Sehsinnes, kleinere Details aufzulösen, mittels eines völlig detailfreien Bildes charakterisieren. Die Behauptung der Sehsinngerechtheit des 60-er Rasters ist wissenschaftlich völlig unhaltbar. H. Schober /3/ hat ja bereits vor 40 Jahren darauf hingewiesen, dass beim Detailerkennen mit Sehwinkeln im Bereich von wenigen Winkelsekunden, bei dunklen Linien auf hellem Untergrund sogar nur mit 0,5 Winkelsekunden gerechnet werden muss. Schon vor Jahrzehnten haben einige Praktiker die Fragwürdigkeit der traditionellen Auffassung erkannt und versucht, das Missverhältnis der Informationskapazitäten durch Erhöhen der Rasterfrequenz zu lindern. Charakteristisch für die Autotypie ist jedoch, dass mit dieser Maßnahme zwangsläufig ein Farbumfangs- und Zeichnungsverlust einhergeht. Da die optimale Rasterfrequenz kaum höher als etwa 80 cm $^{-1}$ betragen dürfte, war kein signifikanter Qualitätsgewinn damit verbunden. Die Praxis blieb, wohl auch aus praktischen Gründen, beim 60-er Raster. Erst heute findet das 80-er Raster langsam Eingang in die Praxis.

Tatsächlich gibt es nur einen erfolgversprechenden Weg zur Behebung des Missverhältnisses der Informationskapazitäten, nämlich den Aufbau des photographischen Bildes für den Druckprozess

nutzbar nachzustellen. Das photographische Bild ist im Gegensatz zur Autotypie aus mehr oder weniger zufällig verteilten, praktisch gleich großen Farbpunkten aufgebaut. Die flächenbezogene Anzahl dieser Farbpunkte entspricht dem jeweils verlangten Tonwert. Die mittlere Ortsfrequenz, als Quadratwurzel der flächenbezogenen Punktzahl, variiert somit von Bilddetail zu Bilddetail. Deshalb haben wir damals für diesen Bildaufbau die Bezeichnung „frequenzmoduliert" eingeführt. Dass ein Bildaufbau, welcher dem photographischen weitgehend ähnlich ist, zu hoher Übertragungsgüte führt, hat die 1855 von Alphonse Louis Poitevin (1819 – 1882) erfundene Photolithographie, der Lichtdruck, längst bewiesen. Als photomechanisches Verfahren äußerst schwierig beherrschbar, konnte sie sich in der allgemeinen Praxis nicht durchsetzen. Erst Gerhard Fischer hat in seiner Dissertation /4/ aufgezeigt, wie eine photographische Vorlage erfolgversprechend in eine frequenzmodulierte, gedruckte Reproduktion überführt werden kann. Um auch dem Praktiker die Vorzüge des FM-Bildaufbaues aufzuzeigen, mussten wir selbstverständlich ein FM-Bild vorweisen. Bei der Wahl der Auflösung und der Punktgröße mussten wir den damaligen Stand der Opto-Elektronik und der Rechentechnik berücksichtigen. Wir wählten schließlich eine Auflösung von 80 cm^{-1} – höchst bescheiden im Hinblick auf die Minimalforderung, aber immerhin höher als die damals übliche von 60 cm^{-1} - und die ebenso bescheidene Punktgröße von 20,8 µm.

Dass diese Bescheidenheit eine relative war, zeigte sich dann in der benötigten Rechenzeit. Statt der üblichen Minuten für die üblichen Autotypien, verbrauchten wir Stunden für ein Bild von 55 mm x 55 mm. Doch schon das erste Bild hat unsere Erwartungen bestätigt. Es zeigte wie die Vorlage, trotz Ausnützung des vollen Tonwertumfanges von Papierweiß zum Vollton, keinerlei Tonabrisse und keinerlei Makro- oder Mikromoiré. Zudem zeigte es im Vergleich zur entsprechenden Autotypie eine deutlich bessere Farbwirkung und einen deutlichen Gewinn an Bildschärfe. Das Potential des frequenzmodulierten Bildaufbaues war damit eindeutig bewiesen. Es war ein glücklicher Umstand, dass wir dieses Ergebnis genau anlässlich der Feier zum 30- jährigen Bestehen des Institutes für Druckmaschinen

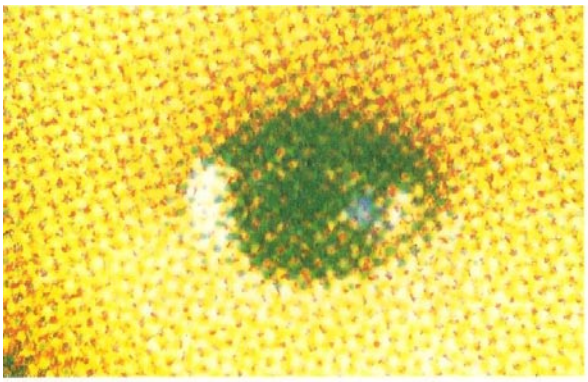


Abb. 1: Autotypischer Bildaufbau mit 80L/cm

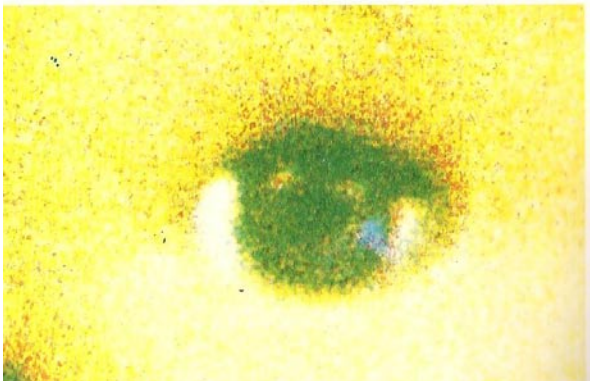


Abb. 2: Frequenzmodulierte Bildaufbau mit ortsunabhängiger Rasterfrequenz /5/

und Druckverfahren einer breiteren Öffentlichkeit in Wort und Schrift zur Kenntnis bringen durften /5/. Bei der Entwicklung des FM-Rasters hatte uns die Firma Dr.-Ing. Rudolf Hell in Kiel ganz wesentlich unterstützt und schließlich unsere Patente /6/ übernommen. Die auf Grund des Standes der damaligen Hard- und Software extremen Rechenzeiten vereitelten selbstverständlich eine unmittelbare Umsetzung in die Praxis. Ob Hell die Entwicklung einer besser geeigneten Hard- und Software damals überhaupt aufgenommen hat, ist nicht bekannt.

Ende der 80-er Jahre haben dann Gerhard Fischer und D. Quabeck bei DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH die FM-Technologie weiter entwickelt. Doch hat DuPont trotz ermutigender Ergebnisse auf Grund eines negativen Gutachtens die Entwicklung bereits 1990 wieder aufgegeben. Die Einführung des FM-Rasters in die Praxis ist dem industriellen Weitblick von Dieter J. Maetz von der Vignold-Gruppe zu verdanken. Er veran-

lasste Vignold zur Zusammenarbeit mit der Bilda GmbH unter der Leitung von Jean Fischer, zur Zeit Gastwissenschaftler am Institut für Nachrichtentechnik der TU Darmstadt. Diese Zusammenarbeit führte zur ersten praxisgerechten Hard- und Software, welche seit Mitte 1991 in täglicher Praxis Kundenaufträge erledigte. Die sogenannte „CristalRaster Lithografie" wurde schließlich von AGFA, 1993, übernommen. Im gleichen Jahr stellte dann Linotype-Hell das gleichartige „Diamond-Raster" vor. Und inzwischen haben sich eine Reihe weiterer Anbieter dazugesellt. Beim Betrachten der aktuellen Diskussion zum Thema FM-Raster fällt mir immer wieder auf, dass zwar z. B. von der Abtastfrequenz und der Druckpunktgröße, nie jedoch von der kardinalen Informationskapazität die Rede ist. Mir scheint, dass deren Bedeutung als Wegweiser der Entwicklung bisher nicht erkannt worden ist. Jedenfalls habe ich bisher keinerlei Hinweis, dass irgend eine der angebotenen FM-Raster-Technologien die Informationskapazität unseres ersten FM-Bildes merklich übertrifft. Aber vielleicht gibt es doch irgendwo einen Anbieter, der weiter denkt und eine im echten Darmstädter Sinn FM-gerechte Hard- und Software entwickelt. Und damit den Anmarsch in die Zukunft eröffnet. Gelegentlich sagte meine Frau zu mir: „Sei doch froh, dass Du so alt geworden bist, dass Du die weltweite Verbreitung des FM-Rasters wenigstens noch erleben kannst!"

Dieses bisher unveröffentlichte Manuskript verfasste Prof. Scheuter im Jahre 2005 zum 50. Jubiläum der Gründung des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren der TH Darmstadt

Literaturverzeichnis

/1/ Wolf, K., Beitrag zur Systemtheorie der Druckverfahren, Diss. 1970, TH Darmstadt

/2/ Hradezky, R., Objektive Qualitätsbeurteilung von Druckprodukten und Möglichkeiten zur analytischen Behandlung von Reproduktions- und Druckprozessen mit Hilfe der Informationstheorie, Diss. 1977, TH Darmstadt

/3/ Schober, H., Das Sehen, Band 2, 3. Aufl., VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1964, S. 299

/4/ Fischer, G., Der frequenzmodulierte Bildaufbau - ein Beitrag zum Optimieren der Druckqualität, Diss. 1986, TH Darmstadt

/5/ 30 Jahre Forschung im Druckmaschinenbau, Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V., Frankfurt/Main 1983

/6/ EP 0 032 908 Verfahren zur autotypischen Tonwertzerlegung EP 0 074 422 Verfahren zur Herstellung von Druckformen mittels unregelmässig verteilter Druckpunkte EP 0 132 453 Verfahren und Einrichtung zum Minimieren von Fehlern bei der digitalen Verarbeitung von elektrischen Signalen

Schwingungen von Papierrollen in Druckmaschinen

Prof. Dr. Karl Haller

Geboren 1938, Lehre als Schlosser in der Eisenhüttenindustrie, praktische Tätigkeit in der Elektroindustrie, Studium Maschinenbau am damaligen Polytechnikum Würzburg, dann Studium Allgemeiner Maschinenbau an der TH München, langjährige Tätigkeit in der Fogra, Bereichsleiter Zeitungsdruck, neben Berufstätigkeit Promotion an der TH München, Auszeichnung durch die Internationale Senefelderstiftung, seit 1980 Professor im Studiengang Druck- und Medientechnik an der Fachhochschule München, Emeritierung 2004, langjähriges VDD-Mitglied.

Die Vorgeschichte

Die *Bahngeschwindigkeiten* von Rollendruckmaschinen sind in der Vergangenheit immer gestiegen, wenn auch nicht in so großen Sprüngen wie bei der *Breitenentwicklung.* Man kann jetzt aber eine Stagnierung oder gar Sättigung der Geschwindigkeitsentwicklung feststellen. Die Begrenzung liegt bekanntlich nicht im Druckwerk oder Rollenwechsler begründet, sondern im Falzwerk. Die diskontinuierlichen Vorgänge mit den hohen Massenkräften und die hohe Fliehkraft des Falzproduktes limitieren die Bahngeschwindigkeit oder setzen zumindest die Produktionssicherheit herab. Da kein anderes Falzprinzip in Sicht ist, bleibt für die Produktivitätssteigerung nur die Erhöhung der Bahnbreite.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den jetzigen oder in naher Zukunft zu erwartenden Stand:

	maximale Bahnbreite	Maximale Bahngeschwindigkeit
Zeitungsdruck doppeltbreit, 4 Seiten dreifachbreit, 6 Seiten	 1600 mm 2400 mm	 14,0 m/s
Illustrationsrollenoffsetdruck (Heatset), 96 Seiten	2860 mm	16,0 m/s (17,0 m/s)
Illustrationstiefdruck 18 Stränge (20 Stränge)	 4320 mm (4860 mm)	 16,0 m/s

Tabelle 1: Stand der Bahnbreiten und Bahngeschwindigkeiten bei den Hauptrollendruckverfahren im Jahre 2008

Im Falle des *Zeitungsdrucks* wurde in der Tabelle das Zeitungsformat „Nordisch“ (Hamburger Format) angenommen mit 400 mm Seitenbreite. Die bisher ausgeführten Installationen der dreifachbreiten Zeitungsmaschinen beziehen sich aber auf kleinere Formate mit einer maximalen Bahnbreite von 2211 mm.

Im *Illustrationsrollenoffsetdruck* werden 2008 die ersten 96-Seiten-Maschinen installiert, mit Bahnbreiten von 2,86 m. Bei weiterer Erhöhung der Seitenzahlen wird der 3-m-Wert der Breite deutlich überschritten.

Im *Illustrationstiefdruck* wurde 2004 die erste 4,32-m-Maschine installiert. Der nächste denkbare Breitensprung mit 20 statt 18 Strängen würde zu einer Bahnbreite von 4860 mm führen, also schon in die Nähe des 5-m-Wertes.

Die großen Bahnbreiten stellen hohe Anforderungen an die Konstrukteure von Druckmaschinen, ist doch die Durchbiegung von Zylindern, Walzen usw. in erster Näherung proportional zur vierten Potenz der Bahnbreite. Auf die technischen Lösungen dieser Probleme durch die Maschinenhersteller soll hier nicht eingegangen werden. Stattdessen wird das Augenmerk gelenkt auf eine Systemkomponente, die das Zusammenwirken aller Beteiligten erfordert, das sind zusätzlich auch noch die Hersteller von Rollenpapieren und Rollenhülsen und auch die Drucker.

Wenn man etwa bis zum Jahre 2003 zurückgeht, kann man sagen, dass Schwingungen von Papierrollen im Zeitungsdruck und Illustrationsrollenoffsetdruck völlig unbekannt waren. Anders stellt sich die Situation im Tiefdruck dar: Nach 1970 überschritt der Tiefdruck die Bahnbreite 2,5 m, bei Bahngeschwindigkeiten um 12 m/s. Weitere Steigerungen der Bahnbreite und der Bahngeschwindigkeit führten zu Brüchen der Rollenhülsen, die Praktiker sprachen von Hülsenexplosionen. In Wirklichkeit waren es Überschreitungen der Materialfestigkeit der Rollenhülsen,

verursacht durch große Amplituden von Biegeschwingungen die sich gegen Ende des Abspulens der Papierrolle einstellten. Die Gefährdung von Personen und Anlagen waren ernst zu nehmen.

Wie kommt es zu diesen Schwingungen? Wie jedes Gebilde in der Natur ist auch eine Papierrolle schwingungsfähig. Problematisch wird die Situation, wenn die Erregerfrequenz mit der Eigenfrequenz genau oder auch nur näherungsweise übereinstimmt. Mit abnehmendem Rollendurchmesser steigt die Erregerfrequenz bei gleich bleibender Bahngeschwindigkeit nach einem einfachen Hyperbelgesetz an. Die Eigenfrequenz der Papierrolle, resultierend aus den Stoffdaten Elastizitätsmodul und Dichte und den Geometriedaten Rollenbreite, Innen- und Außendurchmesser der Rollenhülse und dem sich ändernden Rollendurchmesser ändert sich grob vereinfacht in umgekehrter Weise. Zusammenfassend: Mit abnehmendem Rollendurchmesser steigt die Erregerfrequenz an, die Eigenfrequenz fällt ab. Kommt es zu einer Übereinstimmung beider Frequenzen tritt die gefürchtete Resonanz auf; in dieser Situation steigen die Schwingungsamplituden stark an und es kann zum Bruch kommen. Es ist ein schwacher Trost, dass die gefährliche Situation erst bei relativ kleinen Restlagendicken der Rollen auftritt; in dem meisten Fällen unterhalb 30 mm Restlagendicke, oft auch unter nur 15 mm. Es ist aber zu bedenken, dass eine Restrolle mit 4,4 m Breite, 20 mm Restlagendicke LWC-Papier, bei einer Bahngeschwindigkeit von 16 m/s eine kinetische Energie besitzt, die der potenziellen Energie eines Gewichtes von 108 kg aus 10 m Fallhöhe entspricht.

Nach Klärung der Ursachen wurde zuerst versucht, das Problem durch größere Eintauchtiefen der Spannköpfe im Rollenwechsler zu beheben. Bis zu diesem Zeitpunkt waren ausschließlich Rollenhülsen aus Hartpapier im Einsatz. Der Standard war mit 76 mm Innendurchmesser (76er Hülse, ungefähr 3" entsprechend) und 106 mm Außendurchmesser festgelegt. Die Erhöhung der Eintauchtiefen führte bei dem relativ kleinen Durchmesser 76 mm zu anderen Problemen. Erst die Erhöhung des Hülseninnendurchmessers auf 150 mm (150er Hülse, ungefähr 6" entsprechend) schaffte die Voraussetzung für den weiteren Anstieg der Bahnbreite und Bahngeschwindigkeit im Tiefdruck; bis zum Jahre 2003 auf 3,68 m bei 16,0 m/s.

Den Berichten nach hat es um die Einführung eines zweiten Hülsenstandards kontroverse Diskussionen gegeben. Der VDD hat sich auf seiner Jahrestagung 1982 auch mit der Schwingungsproblematik von Papierrollen befasst [2], wobei der Schwerpunkt aber mehr bei der Papierherstellung lag. In der Diskussion kamen aber nach dem VDD-Jahrbuch 1982 auch drucktechnische Probleme zur Sprache.

Aus Logistik- und Kostengründen gab es um 1980 erhebliche Widerstände gegen einen weiteren Hülsenstandard, nicht nur von den Druckern, sondern vor allem von den Papierherstellern; auch in der aktuellen Situation hat sich daran nichts geändert. Technisch notwendig wäre bei weiteren Breitensteigerungen im Tiefdruck ein weiterer Standard für Hartpapierhülsen mit 200 mm Innendurchmesser oder der Wechsel zu anderen Hülsenwerkstoffen. Wie später noch gezeigt wird, wäre im überbreiten Zeitungsdruck und im überbreiten Heatset-Druck die Ablösung der 76er Hartpapierhülse durch 150er Hülsen sinnvoll. Vereinzelt gibt es in diesen Fällen schon Lösungen mit Aluminiumhülsen und Hülsen aus Faserverstärktem Kunststoff. Wegen der hohen Kosten müssen diese Hülsen im Umlaufsystem eingesetzt werden, was auch mit Logistik- und Kostenproblemen verbunden ist.

Das Kreuz mit den Formeln

Nachdem Biegeschwingungen für die Hülsenbrüche verantwortlich gemacht waren, hat man mit einer Formel, die nur für ein diskretes Feder/-Masse-System gültig ist und nur näherungsweise für die kritische Drehzahl einer mit einer Einzelmasse besetzten Welle, nicht aber für ein Kontinuum, die *kritische Frequenz* berechnet.

Die Welle selbst wird als biegesteif, aber als masselos angenommen. Von diesen Annahmen hat man sich großzügig befreit und aus der Faustformel eine Arbeitsformel wie folgt abgeleitet:

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}} \qquad \text{Eigenkreisfrequenz} \qquad (1)$$

$m = \frac{\pi}{4}(d_A^2 - d_I^2) L_H \rho_H$ Masse der Hülse

d_A Außendurchmesser der Hülse
d_I Innendurchmesser der Hülse
L_H Hülsenlänge
ρ_H Dichte der Hülse

$c = F / w_m = a \cdot \frac{E_H I_H}{L_H^3}$ Federsteifigkeit

a = 384 für beidseitig feste Einspannung
a = 384/5 für beidseitig gelenkige Einspannung
E_H Elastizitätsmodul, E-Modul
I_H Flächenmoment zweiten Grades (Flächenträgheitsmoment)

$$I_H = \frac{\pi}{64}(d_A^4 - d_I^4) = \frac{\pi}{64}(d_A^2 + d_I^2)(d_A^2 - d_I^2)$$

Führt man diese Größen in (1) zusammen, erhält man nach wenigen Umformungen die Arbeitsformel:

$$\omega = \frac{\sqrt{a}}{4} \cdot \sqrt{\frac{E_H}{\rho_H} \cdot \frac{(d_A^2 + d_I^2)}{L_H^4}}, \quad \text{alte Arbeitsformel} \quad (2)$$

Die Kontinuumsformel dagegen: (Vorgriff):

$$\omega = \frac{\lambda_1^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{E_H}{\rho_H} \cdot \frac{(d_A^2 + d_I^2)}{L_H^4}}, \quad \text{Kontinuumsformel} \quad (3)$$

Vorgriff: Das λ_1 (Lambda 1) ist der Eigenwert für die Resonanz erster Ordnung:
$\lambda_1 = 4{,}730041 \approx 4{,}730$, beidseitig für feste Einspannung,
$\lambda_1 = \pi \approx 3{,}142$, für beidseitig feste Einspannung.

Aus der Kontinuumsformel werden später die *Lambda-Formeln I* und *II* als neue Arbeitsformeln abgeleitet.

Man ist erstaunt, dass trotz der sehr gewagten Annahmen bei der Ableitung der alten Arbeitsformel die Struktur der beiden Formeln gleich ist, lediglich bei den Zahlenkonstanten liegen gewisse Abweichungen vor.

	Streckenlast. Einspannung beidseitig	
	fest	gelenkig
a =	384	384/5
λ_1 =	$\lambda_{1,Fe} = 4{,}730$	$\lambda_{1,Ge} = \pi = 3{,}142$
Frequenz-Abweichung $(\sqrt{a} / \lambda_1^2 - 1) \cdot 100\% =$	-12,4%	-11,2%
E-Modul-Abweichung	-23,3%	-21,1%

Tabelle 2: Abweichungen der alten Arbeitsformel

Die Abweichungen der alten Arbeitsformel liegen auf der sicheren Seite; man könnte auch sagen, diese Formel besitzt einen eingebauten Sicherheitsfaktor von 1,15 (beidseitig fest) bzw. 1,13 (beidseitig gelenkig). Man muss aber bedenken, dass sich die Abweichungen auf über 20% vergrößern, wenn man aus der Frequenz den E-Modul berechnet. Eine Erhöhung des E-Moduls um beispielsweise 10 % ist für Hülsenhersteller bereits eine erhebliche Steigerung.

Mit der alten Arbeitsformel wurde vereinzelt noch bis 2003 gearbeitet. Das erstaunt, weil nach [3] schon 1988 mit der Kontinuumsformel gerechnet wurde. Auch in der Hülsennorm DIN ISO 11093-8, Ausgabe 1998, wird diese Formel benutzt. Allerdings wird in der Norm normwidrig eine Zahlenwertschreibweise der Formel benutzt. Es erfordert einige Aufwendungen um nachzuweisen, dass dahinter die Kontinuumsformel steckt und nicht die alte Arbeitsformel.

Im *Arbeitskreis Hülsenschwingungen*, von dem noch die Rede sein wird, wurde 2003 vereinbart, nur noch mit der Kontinuumsformel zu rechnen. Wie man an den Formeln (2) und (3) sieht, unterscheiden sich beide Formel praktisch nicht im Rechenaufwand.

Papierrollenschwingung als Schwingung eines Kontinuums – die Lambda-Formeln

Eine Papierrolle ist kein diskretes Feder/Masse-System, sondern eine Kontinuum, das in einem Bauteil sowohl die Feder als auch die Masse enthält. Ein Kontinuum hat bekanntlich nicht nur *eine* Eigenfrequenz, sondern unendlich viele diskrete Eigenfrequenzen. Die erste Eigenfrequenz, die kritische Frequenz, führt zu den größten Schwingungsamplituden, ist also am gefährlichsten. Mit der alten Arbeitsformel kann nur die erste Eigenfrequenz berechnet werden. Wie noch gezeigt wird, können aber bei Annahme von realistischen Geometrie- und Stoffdaten beim Rollendruck keine Resonanzen zweiter oder noch höherer Ordnung auftreten.

Für die Ableitung der Kontinuumsformel bedient man sich der Modellvorstellung, dass die Papierrolle ein transversal schwingender Balken auf zwei Stützen sei. Mit anderen Worten:

Die Papierrolle wird als schwingender Biegebalken auf zwei Stützen betrachtet.

Die in der Schlussphase stark beschleunigte Drehbewegung der Rolle wird im Lösungsansatz ignoriert, ebenso die Dämpfung in der Rollenhülse bzw. im (aufgewickelten) Restpapier. Nur mit diesen Einschränkungen kann die Differenzialgleichung des schwingenden Balkens analytisch, d. h. mit Formeln, gelöst werden, was die Eigenfrequenzen betrifft. Eine Berechnung der Schwingungsamplituden ist wegen des fehlenden Dämpfungsansatzes in der Differenzialgleichung nicht möglich. Man ist in diesem Punkt auf das Experiment angewiesen. Es ist bekannt, dass die Papierrolle im Resonanzfall keine eigentliche Schwingbewegung mehr macht, sondern wie ein der Schwingungsform entsprechend verformter Balken unrund umläuft.

Trotz der Einschränkungen hat sich die Modellvorstellung als gut brauchbar für die Bestimmung der Eigenfrequenz erwiesen.

In den Lehrbüchern der Technischen Mechanik wird der schwingende Balken behandelt; in der Regel mit vier Randbedingungen und nur ganz selten mit zwei weiteren Randbedingungen. Eine ausführliche Ableitung ist in [11] angegeben. An dieser Stelle sei die Ableitung kurz skizziert, wobei zuerst die nackte Rollenhülse betrachtet wird. Im allgemeinen Fall sind die Geometrie- und Stoffparameter gemäß der Abbildung 1 zu beachten.

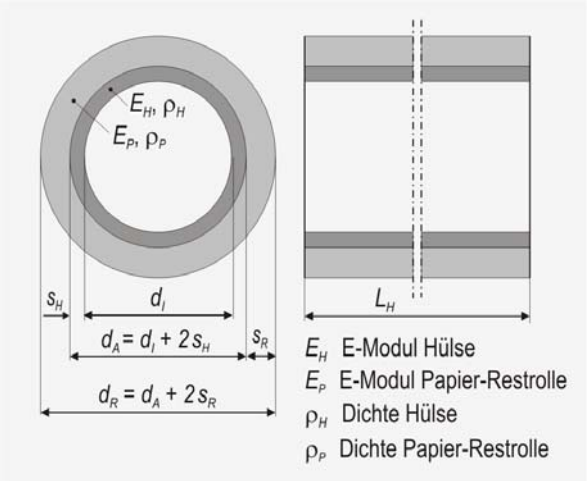


Abbildung 1: Geometrie- und Stoffparameter der Hülse bzw. Restrolle

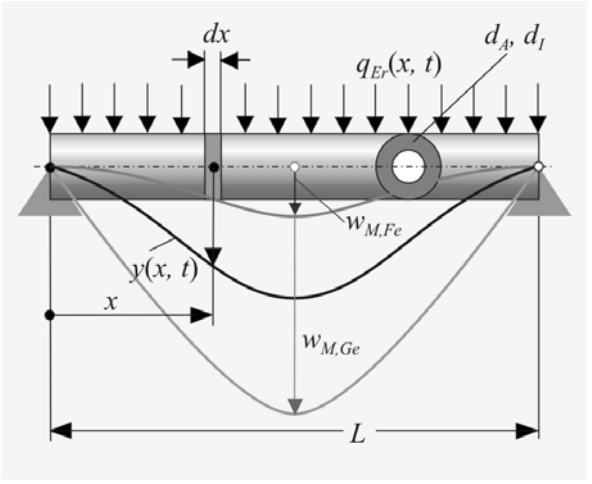


Abbildung 2: Die Rollenhülse als schwingender Balken mit Schwingungsformen für die Resonanz erster Ordnung.

Die obere Schwingungsform in Abbildung 2 gilt für beidseitig „feste“ Einspannung ($\lambda_{1,Fe} \approx 4{,}730$) an den Enden horizontale Tangente), die untere für die beidseitig „gelenkige“ Einspannung ($\lambda_{1,Ge} \approx 3{,}142$. Die reale Schwingungsform liegt zwischen den beiden Grenzfällen. Auf die Lambda-Werte wird später nochmals eingegangen.

Die Differenzialgleichung lautet in allgemeiner Form:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(E_H I_H(x) \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}\right) + \rho_H A_H(x) \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = q_{Er}(x,t) \qquad (4)$$

t Zeit

x Strecke in Richtung der Balkenachse

$y(x,t)$ Schwingweg an Stelle x zum Zeitpunkt t

E_H E-Modul der Hülse

ρ_H Dichte der Hülse

$I_H(x)$ Flächenmoment zweiten Grades, bei der Hülse nicht von x abhängig.

$$I_H = \frac{\pi}{64}(d_A^4 - d_I^4) = \frac{\pi}{64}(d_A^2 + d_I^2) \cdot (d_A^2 - d_I^2)$$

$A(x)$ Querschnitt. Bei der Hülse nicht von x abhängig.

$$A_H = \frac{\pi}{4}(d_A^2 - d_I^2)$$

q_{Er} Erreger-Streckenkraft. Für die Ermittlung der Eigenfrequenzen kann gesetzt werden $q_{Er} = 0$.

Die Lösung von (4) erhält man nach einer Reihe von hier nicht gezeigten Zwischenschritten zu:

$$y(x,t) = Y(x) \cdot T(t), \quad \text{mit}$$

$$Y(x) = C_1 \cdot \cos\frac{x}{L}\lambda + C_2 \cdot \sin\frac{x}{L}\lambda + C_3 \cdot \cosh\frac{x}{L}\lambda + C_4 \sinh\frac{x}{L}\lambda \qquad (5)$$

und

$$T(t) = C_0 \cdot \sin(\omega t + \beta)$$

C_1, C_2, C_3, C_4, C_0 und β sind Integrationskonstanten. Mit $Y(x)$ in den Gleichungen (5) wird die Schwingungsform beschrieben.

Das λ in (5) ist zunächst eine Abkürzung gemäß

$$\lambda^4 = \frac{\rho A}{EI} \cdot L^4 \cdot \omega^2 \qquad (6)$$

Für die nackte Hülse erhält man:

$$\lambda^4 = \frac{\rho}{E} \cdot \frac{16}{(d_A^2 + d_I^2)} \cdot L^4 \cdot \omega^2 \qquad (6a)$$

Für die Hülse mit Restpapier ist in (6) zu ersetzen: ρA durch $\sum(\rho A)$ und EI durch $\sum(EI)$ nach:

$$\sum(\rho A) = \rho_H \cdot \frac{\pi}{4}(d_A^2 - d_I^2) + \rho_P \cdot \frac{\pi}{4}(d_R^2 - d_A^2)$$

$$\sum(EI) = E_H \cdot \frac{\pi}{64}(d_A^4 - d_I^4) + E_P \cdot \frac{\pi}{64}(d_R^4 - d_A^4)$$

Für die Integrationskonstanten C_1 bis C_4 in $Y(x)$ nach (5) sind die Randbedingungen der Balkeneinspannung maßgebend. Im allgemeinen Fall hat man insgesamt sechs Einspannungsfälle (Lagerungsarten) zu beachten:

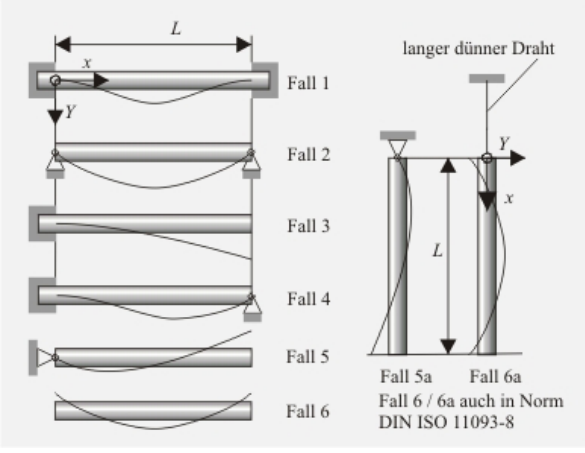


Abbildung 3: Die sechs Fälle der Balkeneinspannung mit Schwingungsformen für die Resonanz erster Ordnung.

Für unser Schwingungsproblem kommen vorerst die Fälle 1 (beidseitig feste Einspannung) und 2 (beidseitig gelenkige Einspannung) in Frage. Die in der Mechanik-Literatur oft nicht behandelten Fälle 5 (einseitig freie Hülse) und 6 (beidseitig freie Hülse) scheinen nur von akademischem Interesse zu sein. Es zeigt sich beim weiteren Rechnungsgang, dass die Fälle 1 und 6 trotz gänzlich verschiedener Schwingungsformen die gleichen Lambda-Werte besitzen. Von diesem Umstand wird in der Hülsennorm DIN ISO 11093-8 in geschickter Weise Gebrauch gemacht.

Die Randbedingungen sind die gleichen wie bei der (statischen) Balkenbiegung. An den beiden Balkenenden sind je nach Fall auf null zu setzen: der Schwingweg Y, die Steigung Y', die Krümmung Y'' (Biegemoment) oder die Querkraft Y'''. Man erhält dann ein lineares Gleichungssystem mit vier Gleichungen für die Integrationskonstanten C_1, C_2, C_3 und C_4. Davon lassen sich zwei Gleichungen eliminieren. Es verbleibt ein lineares homogenes Gleichungssystem mit zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten. Ein homogenes Gleichungssystem besitzt bekanntlich nur dann eine nichttriviale Lösung, wenn die Determinante des Systems zu null wird. Aus dieser Nullungsbedingung resultieren die so genannten *Eigenwert-Gleichungen* oder *charakteristischen Gleichungen*. Die Rechnung ergibt für die interessierenden Fälle:

Einspannung	Eigenwert-Gleichung	Die ersten drei Eigenwerte
Fall 1: Beidseitig fest	$\cos\lambda \cdot \cosh\lambda - 1 = 0$	$\lambda_1 = 4{,}730041 \approx 4{,}730$ $\lambda_2 = 7{,}853205 \approx 7{,}853$ $\lambda_3 = 10{,}995608 \approx 10{,}996$
Fall 2: Beidseitig gelenkig	$\sin\lambda = 0$	$\lambda_1 = \pi$ $\lambda_2 = 2\pi$ $\lambda_3 = 3\pi$ usw.
Fall 6 bzw. 6a: Beidseitig frei	$\cos\lambda \cdot \cosh\lambda - 1 = 0$	Wie bei Fall 1

Tabelle 3: Eigenwert-Gleichungen und Eigenwerte λ

Die Eigenwerte λ sind die Nullstellen der Eigenwert-Gleichungen. Da diese Gleichungen unendlich viele diskrete Nullstellen besitzen, besitzt ein Kontinuum auch unendlich viele diskrete Resonanzen.

Der Fall 2 können die Nullstellen direkt angeben werden; im Fall 1 bzw. 6 müssen die Nullstellen der transzendenten Eigenwert-Gleichung iterativ ermittelt werden. Die Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Iterationsrechnung mit sechsstelliger

Genauigkeit. In der Praxis behilft man sich auch mit folgender Näherung für die Fälle 1 und 6:

$$\lambda_i \approx (2i+1)\cdot\frac{\pi}{2},\quad i=1,2,3,\ldots \qquad (7)$$

Für $i = 1$ erhält man $\lambda_1 \approx 1{,}5\ \pi \approx 4{,}712$ statt 4,730. Bei Resonanzen höherer Ordnungen werden die Differenzen noch geringer.

Da nun die Eigenwerte λ bekannt sind, kann man durch Umkehrung der Gleichung (6a) die Eigenkreisfrequenzen berechnen. Eigenfrequenz *f* und Eigenkreisfrequenz ω hängen wie folgt zusammen:

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

In der Druckpraxis ist die Angabe der Geschwindigkeit anschaulicher als die Frequenzangabe. Es gilt allgemein:

$$v = d\,\pi\,f\ .$$

Führt man nun alle Größen zusammen, erhält man die Formel für die Berechnung der kritischen Geschwindigkeit v_{krit} wie folgt:

a) Für die nackte Hülse (mit Vorgriff auf den Einspannfaktor *k*):

Lambda-Formel I:

$$v_{krit} = k\cdot\frac{\lambda_1^2}{8}\cdot\underbrace{\sqrt{\frac{E_H}{\rho_H}}}_{\text{Werkstoff-Term}}\cdot\underbrace{\sqrt{\frac{d_A^2\,(d_A^2+d_I^2)}{L^4}}}_{\text{Geometrie-Term}} \qquad (8)$$

Die kritische Geschwindigkeit soll mit *ausreichender Sicherheit* immer über der maximalen Bahngeschwindigkeit der Druckmaschine liegen.

Wenn man für die kritische Geschwindigkeit für die Resonanz erster Ordnung ein Wert von z. B. nur $v_{krit} = v_1 = 10$ m/s annimmt, würde sich die Resonanz zweiter Ordnung erst bei

$$v_2 = v_1 \cdot (\lambda_2 / \lambda_1)^2 = 10\ \text{m/s} \cdot (7{,}853/4{,}730)^2 = 27{,}6\ \text{m/s}$$

einstellen. Man kann daran erkennen, dass unter realistischen Bedingungen im Rollendruck keine Resonanzschwingungen der Papierrolle zweiter oder noch höherer Ordnung zu befürchten sind.

Wegen der besonderen Bedeutung wird für den Werkstoff-Term in (8) eine eigene Bezeichnung eingeführt:

$$S_H = \sqrt{\frac{E_H}{\rho_H}} \qquad (9)$$

Das S_H ist die spezifische Schwingsteifigkeit des Hülsenwerkstoffs. Sie ist direkt proportional zur kritischen Geschwindigkeit. Zum Erreichen einer hohen kritischen Geschwindigkeit sollte das S_H möglichst groß sein, d. h. E-Modul möglichst hoch und Dichte möglichst niedrig. Hülsenhersteller stellen oft den hohen E-Modul werbend heraus. Häufig ist es aber bei Hartpapierhülsen so, dass mit der E-Modul-Steigerung auch eine Dichtesteigerung verbunden ist. Eine Steigerung des E-Moduls um 10 % ist für Hülsenhersteller eine bedeutende Leistung. Wenn damit eine Dichtesteigerung von 5 % verbunden ist, verbleibt unterm Strich nur eine Verbesserung von S_H bzw. der kritische Geschwindigkeit von nur $\sqrt{1{,}10/1{,}05} - 1 = 0{,}0235 = 2{,}35\%$.

Bei dimensionsrichtiger Rechnung ergibt sich die Schwingsteifigkeit nach (9) in der Geschwindigkeitseinheit m/s. Physikalisch ist S_H die Schallausbreitungsgeschwindigkeit in einem schlanken Stab aus dem gleichen Werkstoff.

Im Geometrie-Term in (8) kann die Länge *L* vor die Wurzel gestellt werden; sie erscheint dann mit der zweiten Potenz. Wenn man also die Bahnbreite bzw. Hülsenlänge verdoppelt, sinkt die kritische Geschwindigkeit auf ein Viertel ab.

Die wirksamste Methode, die kritische Geschwindigkeit über die Geometrie zu erhöhen, besteht in der Erhöhung des Hülseninnendurchmessers, siehe Einführung der 150er-Hülse. Eine Erhöhung der Wanddicke bringt dagegen nur minimalen Effekt.

b) Für die Restrolle kann man mit ähnlicher Vorgehensweise die kritische Geschwindigkeit wie folgt ableiten:

Lambda-Formel II:

$$v_{krit} = k\,\frac{\lambda_1^2}{8}\,\frac{d_R}{L^2}\sqrt{\frac{E_H(d_A^4-d_I^4)+E_P(d_R^4-d_A^4)}{\rho_H(d_A^2-d_I^2)+\rho_P(d_R^2-d_A^2)}} \qquad (10)$$

Die *Lambda-Formel II* enthält mit $d_R = d_A$ auch die *Lambda-Formel I* als Spezialfall.

Zum Einspannfaktor *k*

In beiden Lambda-Formeln rechnet man mit dem Lambda $\lambda_1 = 4{,}730$ für beidseitig feste Einspannung. Dieser Idealfall liegt in der Praxis nicht vor. Die Spanndorne (Pinolen) der Rollenwechsler verursachen elasto-plastische Verformungen der Hülse. Die Rollenwechsler selbst sind auch nicht als ideal starr anzusehen. Zur Korrektur wird ein empirisch zu bestimmender Einspannfaktor *k* eingeführt. Diese Vorgehensweise wurde vor vielen Jahren vom damaligen Hülsenhersteller Ahlstrom, Finnland, praktiziert. Ahlstrom bezeichnete diesen Korrekturfaktor mit *chuck factor*. Der Idealfall liegt mit $k = 1{,}0$ vor. Er entspräche der beidseitig festen Einspannung. Der theoretische Minimalwert beträgt

$$k_{\min} = (\pi / \lambda_1)^2 \approx (\pi / 4{,}730)^2 = 0{,}441$$

und entspricht der ungünstigeren beidseitig gelenkigen Einspannung.

Beim überbreiten Tiefdruck kann man orientierend mit $k \approx 0{,}90$ rechnen, beim Zeitungsdruck mit 76er-Hülsen dagegen mit $k \approx 0{,}75$. Bei Aluminium- oder Kunststoffhülsen mit Adapter sollte man wegen des fehlenden stofflichen Verbundes von Adapter und Hülse noch etwa 0,15 abziehen. Verbindliche Werte können nur durch Versuch bestimmt werden und müssen von den Hülsenherstellern verantwortet werden.

In beiden Lambda-Formeln ist mit *L* die freie Schwingungslänge bezeichnet. Sie ist bei der Messung an nicht eingespannten Hülsen bzw. Restrollen mit der Hülsenlänge L_H identisch. Die Einspanndorne der jetzigen Rollenwechsler tauchen in die Hülse ein und reduzieren damit die freie Schwingungslänge. Daraus resultiert die erwünschte Erhöhung der Eigenfrequenz.

In früheren Arbeiten wurde häufig für die freie Schwingungslänge das Zweifache der gesamten Spanndornlänge von der Hülsenlänge abgezogen. Die zylindrischen Überstände und auch die Konen gingen somit in die Rechnung ein. Der Autor hat die in Abbildung 4 dargestellte wirksame Eintauchtiefe L_P definiert und weiter vorgeschlagen, einen fiktiven Schwingungsnullpunkt in der Mitte von L_P anzunehmen. Damit erhält man die freie Schwingungslänge der eingespannten Hülse bzw. Restrolle zu:

$$L = L_H - 2 \cdot (L_p / 2) = L_H - L_P \qquad (11)$$

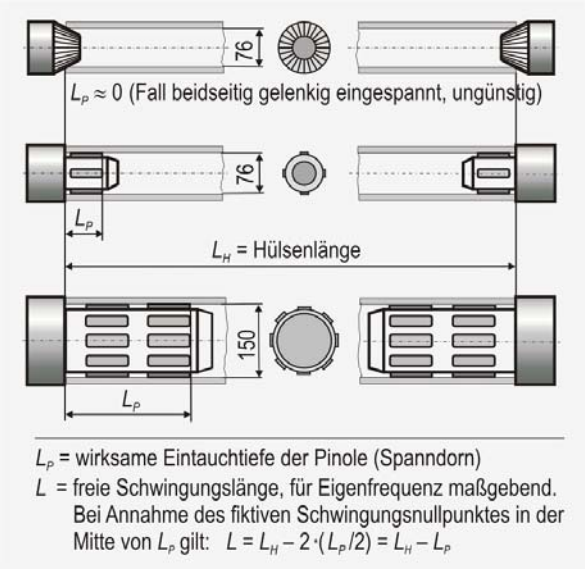


Abbildung 4: Zur Einspannung der Hülse bzw. Restrolle im Rollenwechsler

Die Angabe eines Einspannfaktors *k* ist ohne eine einheitliche Festlegung des Schwingungsnullpunktes sinnlos. Leider halten sich nicht alle Hülsenhersteller an die vorgeschlagene Regelung. Damit entstehen unnötigerweise Grauzonen mit Verständigungsproblemen.

Die Erhöhung des E-Moduls von Hartpapierhülsen ist mit erheblichen Aufwendungen verbunden. Wie bereits ausgeführt, steigt in der Regel mit der Erhöhung des E-Moduls auch die Dichte an. Damit wird der Erfolg wieder etwas geschmälert. Ein Hülsenhersteller hat es mit einem einfachen geometrischen Trick geschafft, den E-Modul mit den gleichen Materialien zu erhöhen. Hartpapierhülsen werden aus Hartpapierstreifen spiralig gewickelt und geklebt. Die üblichen Streifenbreiten liegen zwischen 130 mm und 170 mm. Auch die Hartpapierstreifen haben unterschiedliche E-Moduln in Längs- und in Querrichtung. Der um Faktoren höhere E-Modul in Längsrichtung der Streifen wirkt auf der Hülse vorzugsweise in der Umfangsrichtung und nicht wie gewünscht in der Achsrichtung. Man muss sich die Hülse als Biegebalken vorstellen; die äußeren Fasern werden abwechselnd gedehnt und

gestaucht. Für die Verformung ist somit der E-Modul in Achsrichtung der Hülse maßgebend. Man könnte überspitzt sagen, die Streifen liegen falsch auf der Hülse.

Wie die Abbildung 5 oben zeigt, entstehen bei den üblichen schmalen Streifenbreiten *b* sehr kleine Steigungswinkel α. Bei sehr breiten Streifen – ein Hülsenhersteller verwendet auf modifizierten Wickelmaschinen Streifen von ca. 450 mm Breite – entsteht ein großer Steigungswinkel α, der höhere E-Modul in Streifenlängsrichtung kommt somit stärker in der Achsrichtung der Hülse zum Tragen. Wegen des richtungsunabhängigen E-Moduls des Klebers ist die Zunahme ΔE_H bei breiten Streifen nicht so hoch wie in der Abbildung 5 für ein Verhältnis $E_L / E_Q \approx 3$ gezeigt.

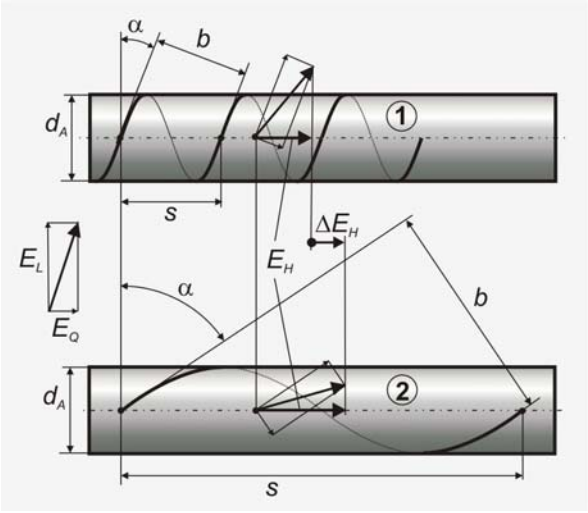


Abbildung 5: Erhöhung des wirksamen E-Moduls E_H der Hülse durch größere Breiten *b* der Hartpapierstreifen. E_L = E-Modul der Hartpapierstreifen in Längsrichtung, E_Q = dito in Querrichtung.

Die Abbildung 6 zeigt das Schema der Hülsenherstellung.

Grafische Darstellungen der *Lambda-Formel II*

Trotz des einfachen mathematischen Aufbaus ist eine umfassende grafische Veranschaulichung in einem Schaubild wegen der insgesamt 11 Einflussgrößen nicht möglich. Gewisse mathematische Probleme treten auf, wenn man die Formel z. B. nach dem Restrollendurchmesser d_R bzw.

Abbildung 6: Spiralhülsenherstellung. Quelle: www.guschky.com

nach der Restlagendicken $s_R = (d_R - d_A)/2$ auflösen will, um die Frage zu klären, bei welchen Werten Resonanzen auftreten. Es sind dann sehr diffizile Fallunterscheidungen zu treffen.

Eine praktikable Darstellung erhält man, wenn man die kritische Geschwindigkeit v_{krit} in Abhängigkeit der Restlagendicke s_R aufträgt und die anderen Einflussgrößen als Parameter betrachtet. Zur Klarstellung müssen aber alle Parameter genannt werden. Die kritische Geschwindigkeit sollte bei allen Restlagendicken immer mit „*ausreichender Sicherheit*“ über der maximalen Bahngeschwindigkeit liegen.

Die Frage der Sicherheit kann ohne praktische Schleuderversuche nur sehr vage beantwortet werden. Es gibt unterschiedliche Vorgehensweisen: Man kann von der berechneten kritischen Geschwindigkeit einen Sicherheitsabschlag oder auf die Bahngeschwindigkeit einen Sicherheitsaufschlag machen. Druckmaschinenhersteller und Hülsenhersteller rechnen mal mit dieser, mal mit jener Methode. Wenn die Methode klar genannt wird, kann man umrechnen. Der Autor hat sich für diese Arbeit dazu durchgerungen, mit einem Sicherheitsaufschlag auf die maximale Bahngeschwindigkeit zu rechnen. Im Hinblick auf die

Gewohnheiten im Maschinenbau kann man statt des Sicherheitsaufschlages gleich mit einem *Sicherheitsfaktor S* rechnen, der immer größer 1 sein sollte. Es ist zu bedenken, dass in diesem Sicherheitsfaktor zu berücksichtigen ist, dass die Schwingungsamplituden schon vor dem eigentlichen Resonanzfall so groß werden können, dass ein Bruch wegen Überschreiten der Materialfestigkeit eintritt. Dann muss auch eine gewisse Sicherheit gegen Schwankungen der Materialeigenschaften gegeben sein, insbesondere gegen Klebefehler in der Hülse. Es gibt im Maschinenbau eine Faustregel, wonach die Betriebsfrequenz bei unterkritischem Betrieb 20% bis 30% kleiner sein soll als die Eigenfrequenz. Die Übertragung dieser Regel würde zu Sicherheitsfaktoren von

$S = [1/ (1 – 0{,}2)] = 1{,}25$ bis
$S = [1/ (1 – 0{,}3)] = 1{,}43$ führen.

Diese Werte erscheinen bei Papierrollenschwingungen unrealistisch hoch. Oft begnügt man sich mit $S = 1{,}15$ bis $S = 1{,}20$. Es liegt in der Verantwortung der Hersteller von Druckmaschinen und Hülsen, realistische Werte – möglichst basierend auf Schleuderversuchen – festzulegen. Die späteren Diagrammbeispiele basieren auf einem Sicherheitsfaktor von $S = 1{,}15$.

Die folgende Tabelle zeigt die Parameter der *Lambda-Formel II* mit Hinzunahme des Sicherheitsfaktors *S* und der Bahngeschwindigkeit *v*. Die Felder bis zur dicken horizontalen Linie enthalten Eingabegrößen, dann folgen drei Felder mit berechneten Ausgabegrößen. In den folgenden Schaubildern wird ein verkleinerter Ausschnitt aus dieser Tabelle mit Angabe der aktuellen Parameter eingeblendet. Die angegebenen Werte der Stoffdaten sind nur unverbindliche Orientierungswerte.

Hülseninnendurchmesser: d_i = 76 mm, 150 mm, (200 mm)	$d_i =$		mm
Hülsenwanddicke: s_H = 15 mm, bei 150er auch 13 mm	$s_H =$		mm
E-Modul Hülse: E_H = 5000 ... 7000 N/mm². Orientierungswerte für Hartpapierhülsen	$E_H =$		N/mm²
Dichte Hülse: ρ_H = 750 ... 1000 kg/m³. Orientierungswerte für Hartpapierhülsen	$\rho_H =$		kg/m³
E-Modul Restpapier: E_P = 2200 (News) ... 3500 (LWC) ... 4500 (SC) N/mm²	$E_P =$		N/mm²
Dichte Restpapier: ρ_P = 800 (News) ... 1200 (SC) ... 1350 (LWC) kg/m³	$\rho_P =$		kg/m³
Rollenbreite, Hülsenlänge	$L_H =$		mm
Wirksame Spanndorneintauchtiefe: L_P = 90 mm (Zeitung) ... 300 mm (Tiefdruck)	$L_P =$		mm
Einspannfaktor k empirisch. k = (0,441) ... 0,70 ... 0,90 ... (1,00)	$k =$		
Sicherheitsfaktor: S = (1,0) ... 1,15 ... 1,30. Beispiel: S = 1,15 bedeutet Sicherheit 15%	$S =$		
Maximale Bahngeschwindigkeit, Nennwert:	$v =$		m/s
Maximale Bahngeschwindigkeit mit Sicherheitsfaktor: $v_S = S \cdot v$	$v_S =$		m/s
Minimum der kritischen Geschwindigkeit im angezeigten Restlagenbereich:	$v_{krit} =$		m/s
Schwingsteifigkeit Hülsenwerkstoff: $S_H = \sqrt{(E_H/\rho_H)}$	$S_H =$		m/s

Tabelle 4: Die Parameter der *Lambda-Formel II*

Schaubilder für kritische Geschwindigkeit als Funktion der Restlagendicke

Es werden nachstehend je drei Schaubilder für die Belange des Zeitungsdrucks, des Illustrationsrollenoffsetdrucks (Heatset-Druck) und des Illustrationstiefdrucks gezeigt.

Beispiel Zeitungsdruck I, Abbildung 7

Das Beispiel gilt für eine 6-Seiten-breite Zeitungsdruckmaschine im Nordischen Zeitungsformat (Bahnbreite 6·400 mm = 2400 mm) mit einer Bahngeschwindigkeit von 14,0 m/s und typischen Werkstoffparametern für 76er-Hartpapierhülsen und Zeitungspapier. Man sieht, dass die minimale kritische Geschwindigkeit 14,3 m/s beträgt (bei Restlagendicke 0 mm) und somit zwar größer ist als die Bahngeschwindigkeit von 14,0 m/s. Wenn man aber zur Sicherheit die Bahngeschwindigkeit mit dem genannten Sicherheitsfaktor multipliziert, müsste die kritische Geschwindigkeit über 16,1 m/s liegen. Danach wäre die Hülse bei den gegebenen Parametern nicht geeignet. Bereits bei einer Restlagendicke von s_R = 11,8 mm wird der zulässige Wert unterschritten. Würde man die Hülse dennoch einsetzen wollen, müsste man einen entsprechend

früheren Rollenwechsel einleiten oder in der kritischen Schlussphase die Bahngeschwindigkeit entsprechend herabsetzen. Beide Methoden werden zwar schon seit jeher in kritischen Fällen praktiziert, reduzieren aber die gewünschte Produktivitätserhöhung oder erhöhen die Papierkosten.

Beispiel Zeitungsdruck II, Abbildung 8

Dieses Beispiel zeigt, warum Papierrollenschwingungen im bisherigen 4-Seiten-breiten Zeitungsdruck auch im Nordischen Format (Bahnbreite 4·400 mm = 1600 mm) völlig unbekannt waren. Unter sonst gleichen Bedingungen wie im Beispiel vorher liegt die minimale kritische Geschwindigkeit bei 33,7 m/s und kann nur wegen der Diagrammbegrenzung auf 25 m/s nicht mehr in der Abbildung dargestellt werden.

Beispiel Zeitungsdruck III, Abbildung 9

Hier wurde für die 6-Seiten-breite Zeitungsdruckmaschine eine Faserverstärkte Kunststoffhülse angenommen, wobei mit 106 mm der gleiche Außendurchmesser wie bei der 76er-Hartpapierhülse nachgestellt wurde, bei einer Wanddicke von 5 mm. Damit ergibt sich ein Innendurchmesser von 96 mm. Damit diese Hülse auf Rollenwechslern für 76er Hülsen eingesetzt werden kann, ist ein Adapter notwendig. Aus bereits genannten Gründen wurde für die Berechnung der Einspannfaktor um 0,15 auf 0,60 reduziert. Der E-Modul wurde mit 50.000 N/mm² angenommen, ein Wert, der mit Kohlefaserverstärkung bei einer Dichte von 1500 kg/m³ spielend erreicht wird. Man sieht, dass die minimale kritische Geschwindigkeit 23,1 m/s beträgt (bei Restlagendicke 16,5 mm) und somit weit über dem gefordertem Wert von 16,1 m/s liegt.

Die Abbildung 9 zeigt erstmals ein Beispiel dafür, dass der Graph für die kritische Geschwindigkeit nicht immer monoton verläuft, sondern wie hier bei einer Restlagendicke von 16,5 mm ein ausgeprägtes Minimum aufweist, mit dem besagten Wert von 23,1 m/s. Auf das (vermeintliche) Phänomen „*Geschwindigkeitsdelle*“ wird später noch eingegangen.

Beispiel Heatset-Druck I, Abbildung 10

Die Abbildung 10 nimmt Bezug auf die aktuelle Entwicklung im Illustrationsrollenoffsetdruck mit einer Bahnbreite von 2860 mm und einer Bahngeschwindigkeit von 16 m/s. Nach den Beispielen aus dem überbreiten Zeitungsdruck und aus den Tiefdruckerfahrungen versteht es sich von selbst, dass die Breite von 2860 mm mit 76er-Hartpapierhülsen nicht realisierbar ist. In der Abbildung 10 wurde deshalb eine 150er Hartpapierhülse mit den früher genannten Stoffdaten angenommen. Beim Papier wurde von Anhaltsdaten des LWC-Papiers ausgegangen. Der Einspannfaktor wurde bei $k = 0{,}75$ belassen; er könnte aber noch besser sein. Man erkennt aus der Abbildung 10, dass der überbreite Illustrationsrollenoffsetdruck von 150er Hartpapierhülsen spielend bewältigt werden kann. Die minimale kritische Geschwindigkeit liegt mit 28,9 m/s weit über dem geforderten Wert von 18,4 m/s und kann ebenfalls wegen der Diagrammbegrenzung nicht mehr dargestellt werden.

Beispiel Heatset-Druck II, Abbildung 11

Wählt man dagegen für den überbreiten Illustrationsdruck eine Faserverstärkte Kunststoffhülse mit dem gleichen Außendurchmesser von 106 mm wie die 76er-Hartpapierhülse, jedoch mit Adapter, kommt man bei einem Hülsen-E-Modul von 50.000 N/mm² zu dem Schaubild in Abbildung 11. Man erkennt sofort eine starke „*Geschwindigkeitsdelle*“; die minimale kritische Geschwindigkeit beträgt 14,0 m/s (bei Restlagendicke 16,2 mm) und liegt weit unter dem geforderten Wert von 18,4 m/s. Bereits bei einer Restlagendicke von 47,4 mm wird dieser Wert unterschritten.

Beispiel Heatset-Druck III, Abbildung 12

Wenn der E-Modul der CFK-Hülse dagegen 100.000 N/mm² beträgt, erhält man unter sonst gleichen Bedingungen wie vorher die minimale kritischen Geschwindigkeit mit 18,1 m/s (bei Restlagendicke 22,3 mm), die nur geringfügig unter dem gefordertem Wert von 18,4 m/s liegt.

Beispiel Tiefdruck I, Abbildung 13

Das Beispiel bezieht sich auf den überbreiten Tiefdruck mit: Bahnbreite 4320 mm, 150er Hartpapierhülse, Bahngeschwindigkeit 16,0 m/s, auf 300 mm erhöhte Eintauchtiefe der Spanndorne. Man sieht, dass unter den gegebenen Bedingungen der geforderte Wert von 18,4 m/s nicht erreicht wird. Die minimale kritische Geschwindigkeit beträgt 16,3 m/s (bei Restlagendicke 7,3 mm). Bereits bei einer Restlagendicke von 25,9 mm wird der geforderte Wert unterschritten.

Beispiel Tiefdruck II, Abbildung 14

Dieses Beispiel zeigt einen Griff nach den Tiefdruck-Sternen: Bahnbreite 5000 mm (war nach 2004 wegen eines Verständigungsfehler bereits gerüchteweise im Gespräch). Die maschinentechnische Realisierbarkeit soll nicht angesprochen werden, auch nicht der Bedarf und der wirtschaftliche Nutzen. Dennoch zeigt die Abbildung 14, dass aus der Sicht der Papierrollenschwingungen die gigantische Breite realisierbar wäre mit: Hartpapierhülse Innendurchmesser 200 mm, bescheidener E-Modul von nur 5000 N/mm² und angepasste Dichte von 750 kg/m³, die restlichen Parameter gegenüber Abbildung 13 unverändert. Das Minimum der kritischen Geschwindigkeit liegt mit 18,8 m/s (Restlagendicke 9,7 mm) über dem gefordertem Wert von 18,4 m/s. Bei einer 150er Hartpapierhülse wäre dagegen ein geradezu astronomisch hoher E-Modul von 23.000 N/mm² erforderlich unter der ebenfalls unrealistischen Annahme, dass die Dichte nicht über 1000 kg/m³ ansteigt. Die Spitzenwerte der E-Moduln von Hartpapierhülsen liegen derzeit bei 7.000 N/mm² mit Dichten von knapp unter 1000 kg/m³. Soviel zum Entwicklungspotenzial der 150er Hartpapierhülse.

Beispiel Tiefdruck III, Abbildung 15

Für dieses Beispiel wurde ebenfalls die Bahnbreite 5000 mm angenommen, jedoch eine CFK-Hülse mit E-Modul 100.000 N/mm², mit Außendurchmesser 180 mm einer 150er Hülse entsprechend. Wie man sieht, erfüllt diese Hülse mit einer minimalen kritischen Geschwindigkeit von 19,7 m/s (bei Restlagendicke 34,3 mm) die Sicherheitsanforderungen.

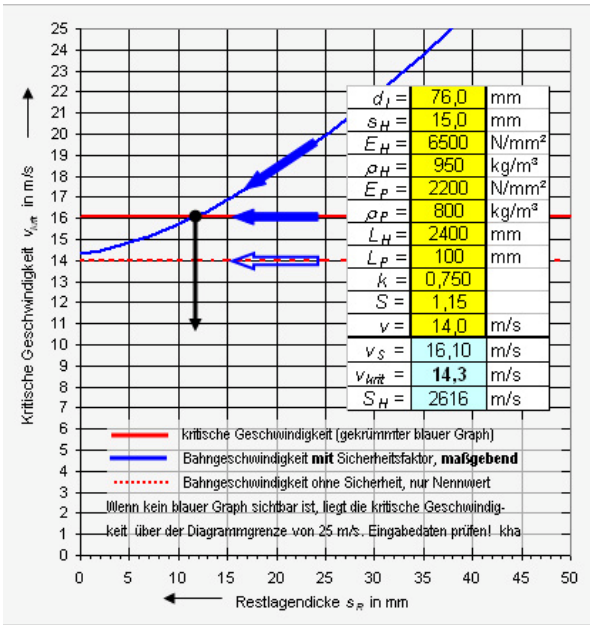


Abbildung 7: Zeitungsdruck I

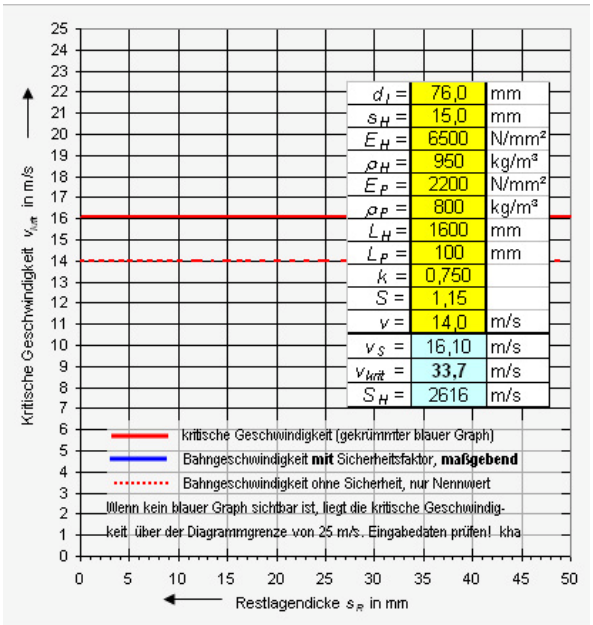


Abbildung 8: Zeitungsdruck II

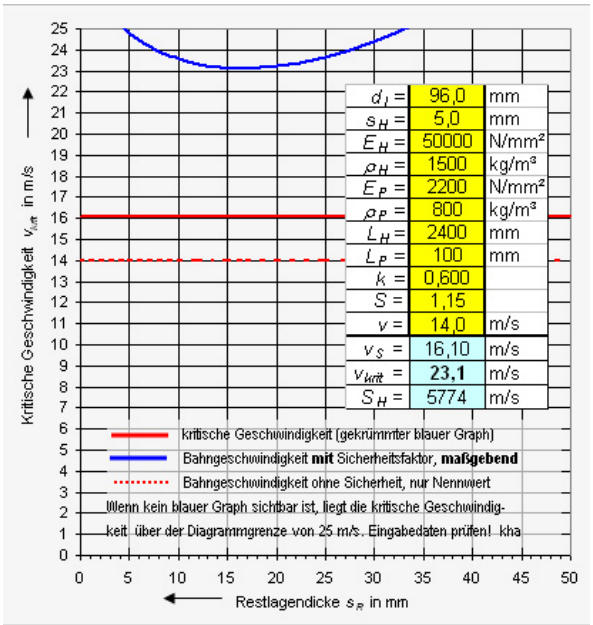


Abbildung 9: Zeitungsdruck III

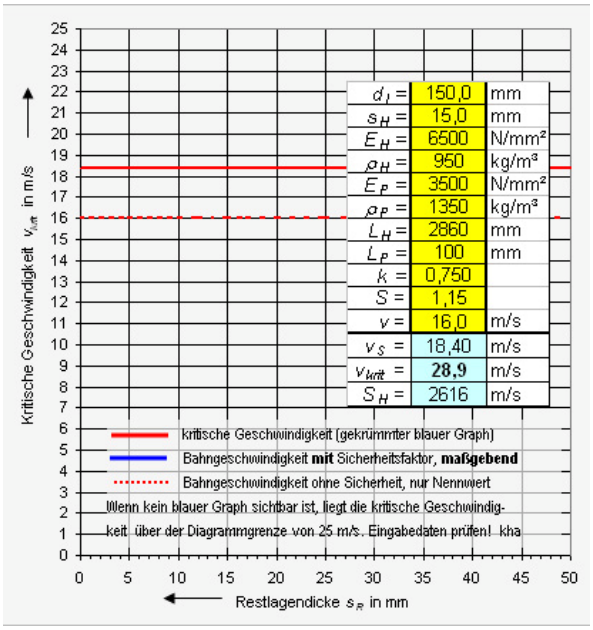


Abbildung 10: Heatset-Druck I

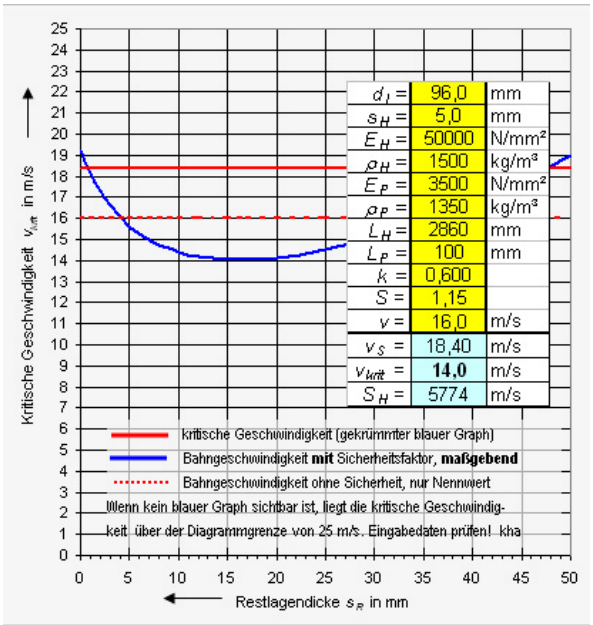


Abbildung 11: Heatset-Druck II

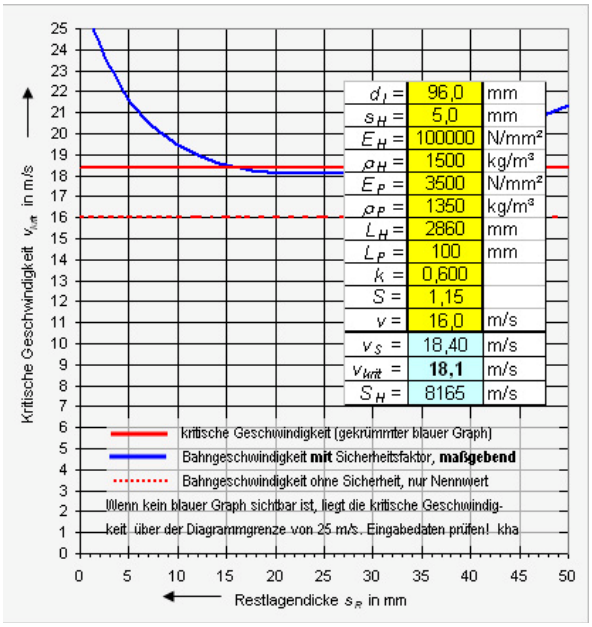


Abbildung 12: Heatset-Druck III

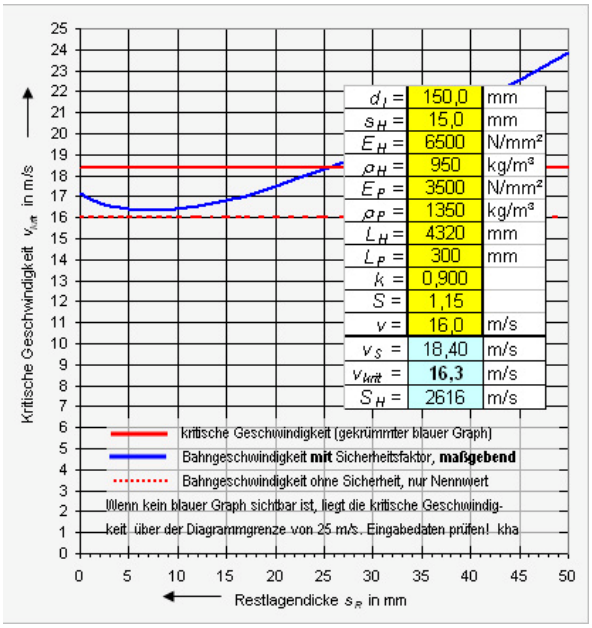


Abbildung 13: Tiefdruck I

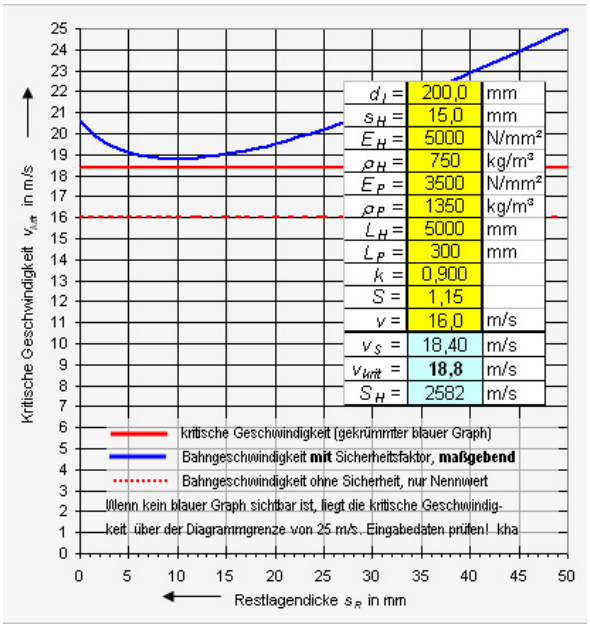


Abbildung 14: Tiefdruck II

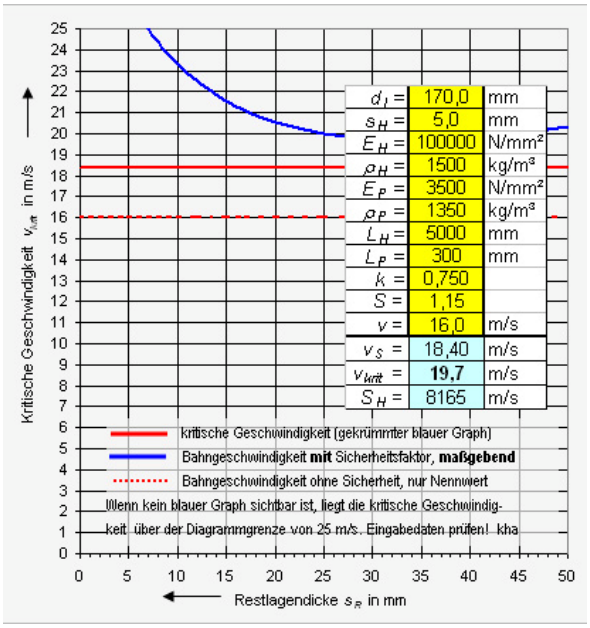


Abbildung 15: Tiefdruck III

Zur Geschwindigkeitsdelle

In den meisten der vorstehend gezeigten Schaubilder steigt der Graph für $v_{krit} = f(s_R)$ nicht wie in Abbildung 7 monoton mit der Restlagendicke s_R an, sondern besitzt ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes Minimum. Diese Erscheinung sei mit „*Geschwindigkeitsdelle*“ bezeichnet. Ein Hülsenhersteller hat dafür die einprägsame Bezeichnung „*Tal der Tränen*“ erfunden; wobei aber für Außenstehende unklar bleibt, ob damit die „*Geschwindigkeitsdelle*“ gemeint ist oder die Delle in der Frequenzdarstellung. Letztere ist belanglos, deshalb sei hier nur die „*Geschwindigkeitsdelle*“ angesprochen. Sie ist kein mathematisches Phänomen, sondern resultiert bei entsprechenden Stoff- und Geometriedaten aus der *Lambda-Formel II*. Bei 76er Hartpapierhülsen ist bei realistischen Stoffdaten kaum mit einer *Geschwindigkeitsdelle* zu rechnen, ausschließen kann man sie aber nicht. Bei 150er-Hartpapierhülsen treten fast immer *Geschwindigkeitsdellen* auf, ebenso bei Aluminiumhülsen und Kunststoffhülsen mit Glasfaser- oder Kohlefaserverstärkung.

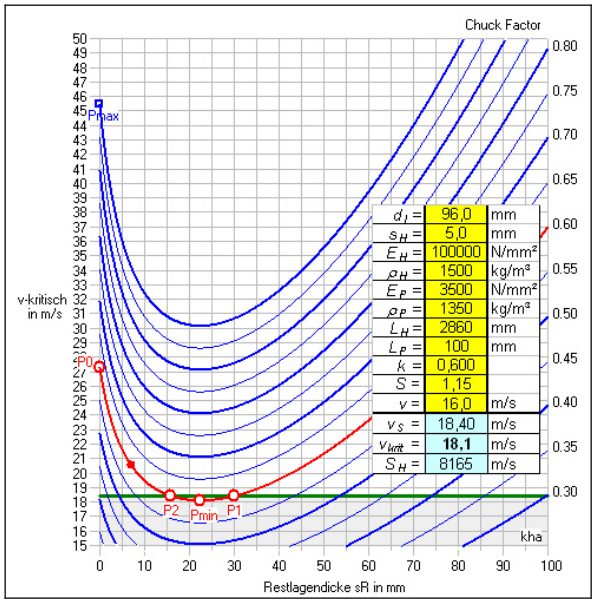


Abbildung 16: Beispiel für Geschwindigkeitsdelle in Abhängigkeit von der Restlagendicke und vom Einspannfaktor (= Chuck Factor). Parameter nach Abbildung 12.

Man erkennt in der Abbildung 16, dass bei „hochsteifen" Hülsen das Schwingungsgeschehen über weite Bereiche der Restlagendicken vom Papier bestimmt wird, erst in der Schlussphase der Rollenabwicklung kommt die hohe Schwingsteifigkeit dieser Hülsen richtig zum Tragen.

Aus Abbildung 16:	v_{krit}
Nackte Hülse ohne Einspannung	45,4 m/s
Nackte Hülse eingespannt	27,3 m/s
Eingespannte Hülse mit Restpapier, Minimum	18,1 m/s

Tabelle 5

Die Tabelle 5 zeigt, dass von dem sehr hohen Wert der kritischen Geschwindigkeit der CFK-Hülse bei den gemachten Annahmen nur etwa 40% in der Druckmaschine zur Verfügung stehen.

Die exakte Bestimmung des Grenzfalles für das Auftreten von Geschwindigkeitsdellen ist erst mit gewissen mathematischen Aufwendungen möglich. Das Ergebnis:

Geschwindigkeitsdellen treten auf, wenn:

$$x_D \le \frac{x_E\, d_A^2\,(d_A^2+d_I^2)}{x_E\,(d_A^4-d_I^4)+2\,d_A^4},\quad x_D=\frac{\rho_H}{\rho_P},\quad x_E=\frac{E_H}{E_P} \qquad (12)$$

Man sieht in (12), dass das Auftreten der Geschwindigkeitsdellen unabhängig von der Hülsenlänge, der Spanndorneintauchtiefe und vom Einspannfaktor ist.

Bereits in den Abbildungen 11 und 12 kann man erkennen, dass unter Umständen der Graph $v_{krit} = f(s_R)$ die Bahngeschwindigkeit zweimal schneidet. Zur Verdeutlichung soll die Abbildung 17 dienen, die im Wesentlichen der Abbildung 11 entspricht. Es wurde jedoch für diese Diskussion realistischerweise die Bahngeschwindigkeit mit von 16,0 m/s zu Grunde gelegt, also ohne Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors.

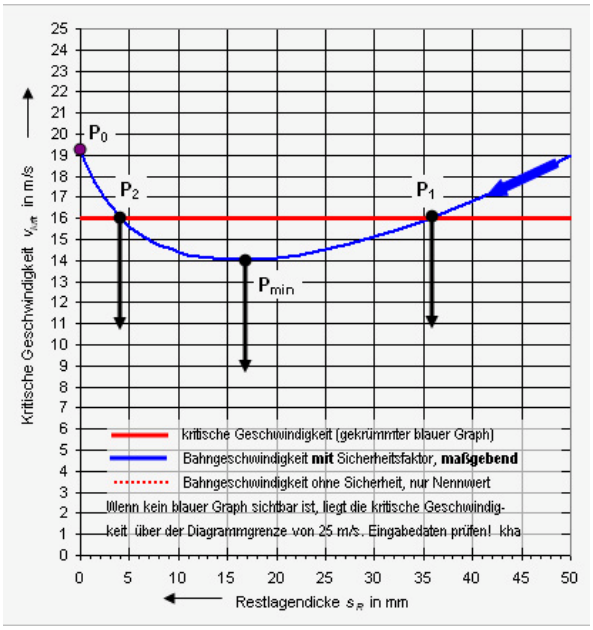


Abbildung 17: Betrieb unterkritisch – überkritisch

Bis vor den Punkt P_1 von rechts kommend arbeitet die Rolle im *unterkritischen Bereich*. Dann liegt in P_1 (Restlagendicke 35,7 mm) die Resonanz erster Ordnung vor. Danach arbeitet die Rolle unter der Annahme, dass die Resonanz ohne Bruch überstanden wird, bis zum Punkt P_2 (Restlagendicke 4,2 mm) im *überkritischen Bereich* in dem die Schwingungsamplituden wieder kleiner werden und nach P_2 wieder im *unterkritischen Bereich.* In beiden Punkten P_1 und P_2 liegt aber mit $\lambda_1 = 4{,}730$ eine Resonanz erster Ordnung vor. Es könnte sein, dass dieser Effekt mit dem doppelten Durchlaufen der Resonanz erster Ordnung mit *Resonanz zweiter Ordnung* falsch gedeutet wurde.

Zur Hülsennorm DIN ISO 11093-8

In diesem Teil 8 der insgesamt neunteiligen Norm ist die Messung der Eigenfrequenz einer (Hartpapier-) Hülse festgelegt sowie die Berechnung des E-Moduls aus der Eigenfrequenz.

Wie die folgende Abbildung zeigt, wird die Hülse senkrecht aufgehängt und in waagrechter Richtung mit einem kleinen Hammer zum Schwingen angeregt. Die Anordnung entspricht einer freien Hülse, die aber nach früheren Ausführungen mit $\lambda_1 = 4{,}730$ den gleichen Eigenwert besitzt wie die Hülse mit beidseitig fester Einspannung. Mit der senkrechten Anordnung und der Schwingungsanregung in waagrechter Richtung vermeidet man aber störende Einflüsse der Einspannung.

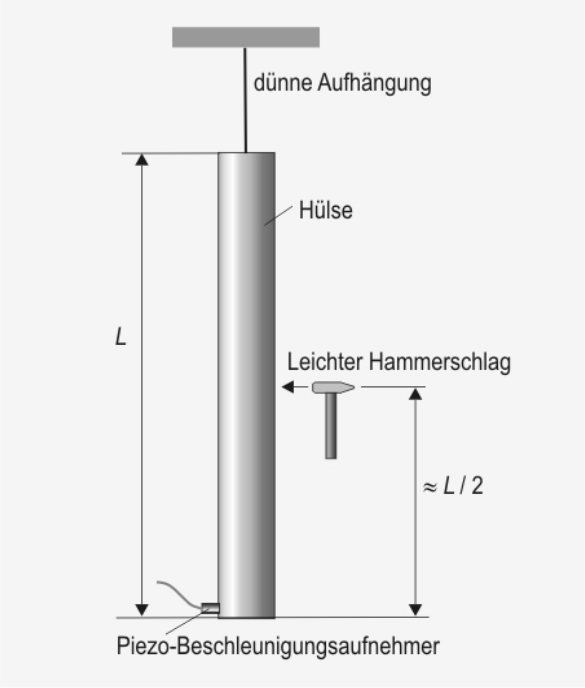


Abbildung 18: Messung der Eigenfrequenz nach DIN ISO 11093-8

Die (sehr kleinen) Schwingungen werden am unteren Ende der Hülse von einem Piezo-Beschleunigungsaufnehmer erfasst, in einem Messdatenverarbeitungssystem digitalisiert und einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) unterzogen. An dem deutlich ausgeprägten Peek in der Frequenzdarstellung der Messwerte kann dann die Eigenfrequenz ermittelt werden.

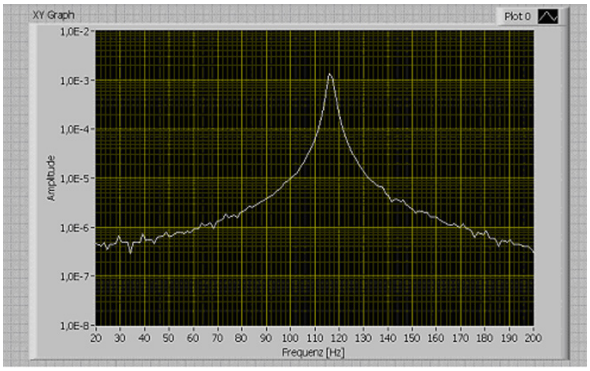


Abbildung 19: Auswertung der Schwingungsanalyse

In der Abbildung 18 wird die Auswertung der Schwingungsanalyse mit dem PC-basierten Messdatenverarbeitungssystem *LabVIEW* gezeigt. Für die Demonstration diente eine 76er Hartpapierhülse mit 1400 mm Länge. Wie man an dem Peek erkennen kann, hat diese Hülse eine Eigenfrequenz von 116 Hz.

Die Frequenzmessung nach dieser Norm ist sehr genau. Sie ist auch einfach in der Durchführung, vorausgesetzt, es steht auch bei langen Hülsen ein genügend hoher Raum zur Verfügung. Allerdings zeigen sich Klebefehler in der Hülse kaum in der Eigenfrequenz. Auf eine Messung des Scheitelstauchwiderstandes nach DIN ISO 11093-9 können Hülsenhersteller nicht verzichten. Bei dieser Methode wird eine Hülsenprobe mit 100 mm Länge zwischen zwei planparallelen Platten so hoch belastet, bis der Querschnitt einknickt.

Für die Berechnung des E-Moduls der Hülse gibt DIN ISO 11093-8 folgende Formel an:

$$E = 7{,}88 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{f^2 \cdot m \cdot L^4}{I} \cdot Q \qquad (13)$$

Diese Formel ist im Widerspruch zu übergeordneten Normen eine zugeschnittene Zahlenwertgleichung und setzt die Größen in folgenden Einheiten voraus: E = E-Modul in N/mm², f = gemessene Eigenfrequenz in Hz, m = längenbezogene Masse der Hülse in kg/m, L = Hülsenlänge in m, I = Flächenmoment zweiten Grades (Flächenträgheitsmoment) des Kreisringquerschnittes in mm^4, Q = Timoshenko-Faktor.

In der Norm ist noch eine Formel für die Berechnung des Timoshenko-Faktors angegeben. Die Beachtung dieses Faktors ist bei kurzen, gedrungenen Balken notwendig, bei denen die noch von Euler und Bernoulli stammende Theorie der Balkenbiegung nicht mehr ausreicht. Schwingungsrelevante Hülsen für Papierrollen sind aber als schlanke Balken anzusehen. Der Autor hat vorgeschlagen, den Timoshenko-Faktor in der Norm zu streichen.

Die Auflösung der *Lambda-Formel I* nach dem E-Modul der Hülse führt zur folgenden Formel:

$$E_H = \frac{64\pi^2}{\lambda_1^4} \cdot \frac{L_H^4 f_1^2 \rho_H}{d_A^2 + d_I^2} \qquad (14)$$

Die Formel (14) ist bezüglich Einheiten invariant. Es empfiehlt sich aber, die Abmessungen in m, die Dichte in kg/m³ und die Frequenz in 1/s = Hz (Hertz) einzusetzen. Der E-Modul ergibt sich dann in der Einheit N/m². Möchte man die gebräuchliche Einheit N/mm² = MPa haben, ist das Ergebnis noch durch 10^6 zu dividieren, da 1 m² = 10^6 mm².

Abgesehen vom Timoshenko-Faktor und der anderen Darstellungsart sind die Formeln (13) und (14) gleichwertig. Hinter der Zahlenkonstanten $7{,}88 \cdot 10^{-8}$ in (13) verbirgt sich der Ausdruck

$$\frac{4\pi^2}{\lambda_1^4} \cdot 10^{-6}$$

Damit kann gezeigt werden, dass die Normformel der *Lambda-Formel I* entspricht, also ebenfalls auf der Modellvorstellung *schwingender Balken* basiert und nicht etwa eine andere Darstellungsart der früheren Arbeitsformel ist.

Die DIN ISO 11093-8 bezieht sich ausschließlich auf nackte und nicht eingespannte Hülsen. Wenn man bei der eingespannten Hülse die reduzierte freie Schwingungslänge gemäß $L = L_H - L_P$ in Rechnung setzt, kann man jedoch aus der nach der Norm gemessenen Eigenfrequenz der freien Hülse f_{ISO} und der im Rollenwechsler gemessenen Eigenfrequenz der eingespannten Hülse f_{RW} den Einspannfaktor k wie folgt berechnen:

$$k = \frac{f_{RW}}{f_{ISO}} \cdot \left(\frac{L}{L_H} \right)^2 = \frac{f_{RW}}{f_{ISO}} \cdot \left(\frac{L_H - L_P}{L_H} \right)^2 \qquad (15)$$

In der *Lambda-Formel II* wird neben der unstrittigen Dichte ρ_P des Papiers auch der E-Modul E_P des auf der Hülse gewickelten Papiers benötigt. Dieser ist nicht identisch mit dem nach üblichen Verfahren gemessenen E-Modul des freien Papierblattes, wobei man auch noch zwischen Längsrichtung und Querrichtung des Papiers zu unterscheiden hätte. Durch Auflösung der *Lambda-Formel II* nach E_P kann man auch in Anlehnung an DIN ISO 110093-8 den schwingungstechnisch maßgebenden E-Modul des gewickelten Papiers bestimmen. Auf diesem Gebiet liegen zur Zeit nur wenige frei verfügbare Daten vor, insbesondere fehlen Angaben über den Einfluss der Wickelspannung und die Abhängigkeit von der Restlagendicke s_R. Man kann aber nach bisherigen Versuchen davon ausgehen, dass dieser E-Modul des gewickelten Papiers zwischen dem E-Modul in Längsrichtung und dem E-Modul in Querrichtung des freien Papierblattes liegt. Die notwendigen Daten können nur von den Hülsenherstellern in Zusammenarbeit mit den Papierherstellern ermittelt werden. Im Hinblick auf die Geschwindigkeitsdelle empfiehlt der Autor, den E-Modul des gewickelten Papiers bei Hartpapierhülsen bei einer Restlagendicke von ca. 10 mm zu ermitteln, bei Aluminiumhülsen oder Faserverstärkten Kunststoffhülsen dagegen bei etwa 20 mm Restlagendicke.

Diese Problematik zeigt nebenbei, dass es gar nicht so sehr auf die „richtige Formel“ ankommt – man erinnere sich an den nicht unerheblichen mathematischen Aufwand für die Ableitung der Kontinuumsformel – man kommt ohne empirische Korrekturen nicht aus. Wichtig wäre eine einheitliche Vorgehensweise; da hapert es schon bei den Hülsenherstellern mit der Annahme des fiktiven Schwingungsnullpunktes der eingespannten Hülse. Der „Timoshenko-Faktor“ in der Norm DIN ISO 11093-8 ist so betrachtet nur eine störende Feinheit von akademischer Bedeutung.

Praktische Versuche

Im Zusammenhang mit der Entwicklung und Inbetriebnahme der ersten 4,32-m-Tiefdruckmaschine um 2003/2004 hat sich ein *Arbeitskreis Hülsenschwingungen* gebildet, dem außer dem Maschinenhersteller und dem Erstkunden Vertreter der namhaften Hülsen- und Papierhersteller angehörten. Der Autor wurde gebeten, diesen

Arbeitskreis zu moderieren [12]. Es kamen Zweifel auf über die Eignung der zu diesem Zeitpunkt marktgängigen Hülsen für diese Breite bei einer geforderten Bahngeschwindigkeit von 15,2 m/s. In der Entwicklungsphase stand eine Verbundhülse zur Diskussion, bestehend aus einem Hartpapierkern und einem mehrere Millimeter dicken Mantel aus Glasfaserverstärktem Kunststoff. Von dieser Verbundhülse konnte man einen hohen E-Modul bzw. hohe Schwingsteifigkeit annehmen. Nach einem enttäuschenden Vorversuch mit anderen Hülsen und mehreren Diskussionsrunden am Grünen Tisch hat sich ein Hülsenhersteller in dankenswerter Weise bereit erklärt, auf seinem Schleuderstand alle zur Diskussion stehenden Hülsen, also auch die der Mitbewerber, zu testen.

Ein Schleuderstand besteht aus einem festen und einem längs verstellbaren Lagerbock zur Aufnahme unterschiedlich langer Hülsen. Die Lagerböcke enthalten Spanndorne (Pinolen) in Anlehnung an die Spanndorne der Rollenwechsler der Druckmaschinen was Durchmesser, wirksame Eintauchtiefe und Spanndruck betrifft. Wegen der unterschiedlichen Ausführung der Druckmaschinenhersteller ist nur eine Anlehnung, nicht aber eine vollkommene Entsprechung für alle Rollenwechslertypen möglich. Eine Standardisierung wäre wünschenswert, erscheint aber nicht realisierbar. Am festen Spannbock befindet sich ein Programmgesteuerter Antrieb mit Frequenzmessung. In der Mitte der Hülsenlange befindet sich ein berührungslos arbeitendes Laserabstandsmessgerät, das die Schwingungsamplituden der rotierenden Hülse oder Restrolle in Abhängigkeit von der Zeit erfasst. Die Drehzahl wird von der Antriebseinheit nach einer Hochfahrkurve verändert, die in etwa den Verhältnissen kurz vor dem Rollenwechsel entspricht. In der Abbildung 20 ist die Hochfahrkurve vereinfacht als Gerade gezeichnet. Die Messdaten werden in einem Rechner gespeichert, verarbeitet und in einem Schleuderdiagramm dargestellt, siehe Abbildung 20. Wenn möglich, wird die Hülse bzw. Restrolle bis zum Bruch hochgefahren. Damit von den Bruchstücken keine Gefährdungen ausgehen oder Schäden verursacht werden, sind umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen notwendig, Insgesamt sind die Aufwendungen für einen Schleuderstand sehr hoch. Alle namhaften Hülsenhersteller verfügen jetzt über einen Schleuderstand. Leider existiert noch kein Schleuderstand, mit dem Versuche mit laufender Papierbahn möglich wären.

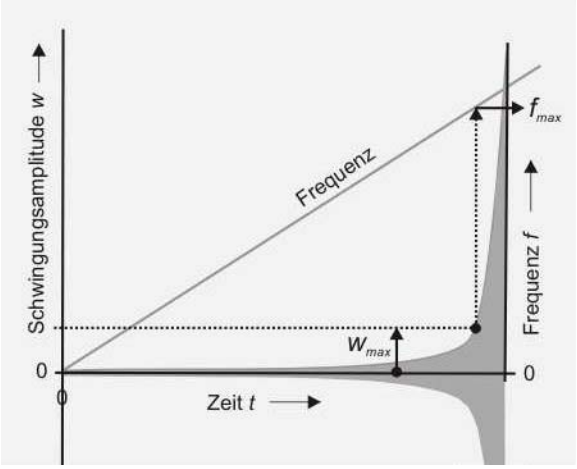


Abbildung 20: Schleuderdiagramm

Im Schleuderdiagramm sind die schnell sinusförmig wechselnden Signale der Schwingungsmessung nur als Umrisskontur sichtbar und haben den in Abbildung 20 gezeigten typischen trichterförmigen Verlauf mit dem extrem steilen Anstieg kurz vor der Resonanz.

Im Falle der 4,32-m-Tiefdruckmaschine hat man sich auf eine zulässige Schwingungsamplitude $w_{max} = \pm 5$ mm festgelegt und aus der Frequenzkurve des Schleuderdiagramms die zulässige Frequenz f_{max} bzw. kritische Geschwindigkeit bestimmt. Der Wert von ±5 mm erscheint für normale Rollenwechsler als viel zu hoch, dort können schon ±1 mm zum Bahnbruch führen. Im Falle der besagten Tiefdruckmaschine wird aber die Bahn nach dem Ablösen von der Rolle erst ca. 20 m frei durch einen Trocknerkanal (Vorkonditionierung) geführt, nur durch Leitwalzen gestützt. Erst dann kommt die erste Klemmstelle. Eine Abschätzung ergab, dass bei den üblichen Tiefdruckpapieren eine Dehnung von 5 mm auf 20 m Länge ohne Bruch verkraftet werden kann. Eine Schwingungsamplitude von z. B. ±10 mm hätte einerseits die Papierbahn nicht ausgehalten, andererseits läge man damit schon im gefährlich steilen Anstieg der Resonanzkurve. Insgesamt führt die Festlegung der Frequenz f_{max} über den Schwingweg w_{max} zum näheren Herangehen an die Resonanzfrequenz als nach dem Sicherheitsfaktor 1,15 oder gar nach der Sicherheitsfaustregel „*20% bis 30% unter der Resonanzfrequenz bleiben*".

Trotz dieses sehr vorsichtigen Herantastens an das Limit hat mit Ausnahme der nachstehend beschriebenen Hartpapier-Adapterhülse keine andere Hülse nach den Schleuderversuchen die Möglichkeit eröffnet, die geforderte Bahngeschwindigkeit von 15,2 m/s zu realisieren. Enttäuschend verhielt sich die Glasfaserverstärkte Verbundhülse. Trotz der höchsten Eigenfrequenz zeigte sie im Schleuderstand die höchsten Schwingungsamplituden, ohne aber zu brechen. Diese merkwürdige Erscheinung konnte nur damit erklärt werden, dass die Einspannung nicht an diesen Hülsentyp angepasst war. Aus Zeitgründen war eine Modifizierung der Einspannung nicht möglich.

Ein Hülsenhersteller hat für die Versuche eine Hartpapier-Adapterhülse entwickelt, bestehend aus einer Hülse mit 190 mm Innendurchmesser und 13,5 mm Wanddicke. Der für 150er Spanndorne notwendige Adapter war ebenfalls aus Hartpapier, aber eingeklebt. Trotz Eignung stieß diese Hülse bei Papierherstellern auf Akzeptanzprobleme. Dem Vernehmen werden über 90% aller Hülsenprodukte als „Rohware" in der Breite des Umrollers an die Papierfabrik geliefert. Erst dort werden sie auf die jeweils gewünschten Rollenbreiten abgelängt. Adapterhülsen sind Fertighülsen und bieten diese Möglichkeit grundsätzlich nicht. Das gilt auch für die jetzt in der Diskussion stehenden Adapter-Aluminiumhülsen und Adapter-Kunststoffhülsen.

Nach den enttäuschenden Versuchen wurde die letzte Sicherheitsreserve, der Bahnzug, andiskutiert. Quantitativ zu verwertende Aussagen waren darüber nicht zu bekommen.

Über die positive Wirkung des Bahnzuges gab es unterschiedliche Aussagen. Man sagte, er erhöhe die Eigenfrequenz. Man kann aber rechnerisch zeigen, dass das Umgekehrte der Fall ist, wenn auch nur um vernachlässigbare Zehntelprozente. Messungen haben diesen Sachverhalt bestätigt. Dann behauptete man, der Zug der Papierbahn bewirke eine Dämpfung. Das kann auch nicht zutreffen, denn bei einem Dehnweg von 5 mm befindet man sich bei einer Papierbahnlänge von 20 m noch im linear-elastischen Bereich der Spannungsdehnungs-Kennlinie des Papiers, also praktisch keine Hysteresis und somit keine Dämpfung. Als Erklärung bleibt nur, dass die ablaufende Papierbahn wie ein kontinuierlich wirkendes Unterstützungssystem anzusehen ist, das die Schwingungsamplituden begrenzt. Eine befriedigende mathematische Beschreibung ist dem Autor noch nicht bekannt.

Externe Unterstützungssysteme mit mittiger Unterstützung der Restrolle in der kritischen Schlussphase vor dem Rollenwechsel durch kleine mitlaufende Gurte oder Rollen sind aus der Patentliteratur bekannt, aber aus verschiedenen Gründen noch nicht realisiert worden.

Unter diesen insgesamt sehr zur Vorsicht mahnenden Umständen ist die erste 4,32-m-Tiefdruckmaschine im Oktober 2004 in Betrieb gegangen. Der Maschinenhersteller hat in den Rollenwechsler ein berührungslos arbeitendes Laserabstandsmessgerät zur Schwingungsmessung an der Papierrolle eingebaut. Damit war ein sicheres Herantasten an die Grenzbedingung, wie minimale Restlagendicke von 5 mm bei voller Bahngeschwindigkeit, möglich. Es zeigte sich endlich Erfreuliches: Alle im Versuchszeitraum eingesetzten Rollen hatten Schwingungsamplituden von maximal 1,0 mm. Die nicht einkalkulierbare – aber erhoffte – Wirkung des Bahnzuges hat zu diesem Ergebnis geführt, obwohl die Hülsen trotz Verbesserungen für sich die Sicherheitsforderungen nicht erfüllt haben. In der Zwischenzeit arbeiten sieben Tiefdruckmaschinen mit der Breite von 4,32 m. Dem Vernehmen nach ist es zu keinem Störfall gekommen.

Der Autor tendiert dazu, Hülsen, die die Sicherheitsanforderungen alleine nicht erfüllen, sondern nur in Verbindung mit dem Bahnzug, als „*nur bedingt geeignet*" einzustufen. Man borgt sich bei diesen Hülsen die Sicherheitsreste von einer anderen Systemkomponente, eben der Papierbahn. Die verhält sich – etwas salopp formuliert – wie eine gute Tapete, die ein mürbes Mauerwerk zusammenhält. Wenn in der kritischen Schlussphase die Papierbahn doch reißt, muss man sich noch einen weiteren externen Sicherheitsrest besorgen und der ist das sichere Ansprechen des Papierreißschalters und der Blitzstopp des Rollenantriebes. Das kann man alles machen; man sollte aber wissen, was man tut.

Trotz einiger Theorie gibt es bei Papierrollenschwingungen noch ungelöste Probleme.

Literaturhinweise

[1] Dipl.-Ing. Willy Heckers, Prof. Dr.-Ing. Lothar Göttsching, „Beanspruchung von Hülsen“, Das Papier, Nr. 7/1979.

[2] Dr.-Ing. Willy Heckers, „Beanspruchungen von Rollenhülsen beim Wickeln“, Vortrag bei der Jahrestagung 1982 des Vereins Deutscher Druckingenieure (VDD).

[3] Dr.-Ing. Manfred König, Dipl.-Ing. Dirk Müller, „Hartpapierhülsen in Papierrollen im Tiefdruck“. Technischer Informationsdienst des Bundesverbandes Druck e.V., Wiesbaden, 1988. Vergriffen, eine PDF-Version befindet sich auf der Internetseite [11].

[4] Niko Ruokosuo, „Spezifikationen für Rollenhülsen und Spanndorne in der Zeitungsindustrie“, IFRA Special Report 1.8, Darmstadt, November 1993. Eine Neufassung ist in Bearbeitung.

[5] DIN ISO 11093-8, „Prüfung von Hülsen aus Hülsenkarton“, Teil 8, „Bestimmung der Eigenfrequenz und des Elastizitätsmoduls durch experimentelle Schwingungsanalyse“, Beuth Verlag, Berlin, 1998.

[6] N.N, „Druckleistung auf höchstem Niveau – Breiten- und Geschwindigkeitsentwicklung im Publikationstiefdruck“, KBA Report No. 12, 1/1999, Koenig & Bauer AG, Würzburg.

[7] Dr. Michael Fejér, Marko Ilomäki, „New Challenges in Unwindung and their Impact on Core Requirements“, IPW (Internationale Papierwirtschaft) 5/2003, Seite 33 ff.

[8] Marko Ilomäki, **„**Application of fracture mechanics in analyzing delamination of cyclically loaded paperboard core”, Dissertation, Oulu University, Finland, 2004. Die Dissertation steht auf der Internet-Seite „http://herkules.oulu.fi/isbn9514274008/“ als PDF-Datei mit 44,78 MB zum Download zur Verfügung.

[9] Prof. Dr. E. G. Welp, Dipl.-Ing. A. Kleinert, „Transport und Logistik für zukünftige Großrollen im Tiefdruckbereich von der Papierherstellung bis zur Druckerei“, Lehrstuhl für Maschinenelemente und Konstruktionslehre, Ruhr-Universität Bochum, 2004.

[10] PrintCity WebLine Sonderbericht Nr 1, „Vorsicht Stufe – größere Rollendurchmesser im Rollenoffsetdruck“, Augsburg, Juli 2005.

[11] Prof. Dr. Karl Haller, „Biegeschwingungen von Papierrollen“. Internet-Beitrag nach Vorlesungsskriptum, „www.karl-haller.de“, April 1993, letzte Fassung von 8.6.2007. Dort werden zwei Rechenprogramme vorgestellt, mit denen sich die wichtigsten schwingungsrelevanten Größen bestimmen lassen.

[12] Prof. Dr. Karl Haller, „Hülsen für Papierrollen im Tiefdruck", Bundesverband Druck und Medien e.V., bvdm, Wiesbaden, 2007.

Der Bahnlauf durch eine Rollenrotationsdruckmaschine

Prof. i. R. Dr.-Ing. Christoph Hars

Geboren. am 22.03.1937 in Hamburg, Maschinenschlosserlehre bei der Landmaschinenfabrik Heinrich Lanz AG, Mannheim, heute John Deere, 1958 Facharbeiterprüfung, Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der TU Berlin, 1971 Promotion zum Dr.-Ing., 1972 – 1986 beratender Ingenieur, Technischer Leiter, Geschäftsführer der Maschinenfabrik Fischer & Krecke GmbH & Co. KG, Bielefeld Verpackungsmaschinen, 1986 – 2002 Professor an der TH/TU Darmstadt, Leiter des Fachgebiets Druckmaschinen und Druckverfahren, Fachbereich Maschinenbau, Mitglied des Verein Deutscher Druckingenieure

Vorgeschichte

Es war eine Tiefdruckmaschine, die zu den nachstehenden Überlegungen angeregt hatte. Eingesetzt war die Maschine bei einem Tapetenhersteller, und eines Tages gab es Aufregung durch wiederholte, unerklärliche Maschinenstopps, die das Bedienungspersonal verunsicherten und die Produktion in Verzug brachten. Es stellte sich – für den Maschinenhersteller beruhigend – schnell heraus, dass Löcher in dem Papiermaterial – es stammte aus dem damaligen Osteuropa – die Bahnreißfühlervorrichtung immer wieder ansprechen ließ. Soweit die Vorgeschichte. Der eigentliche Anstoß zu den nachstehenden Überlegungen kam aus dem, was dann zu beobachten war: Bei den Wiederanläufen zeigten sich zunächst erhebliche Passerfehler, und das Bedienungspersonal, in der ehrlichen Überzeugung, vernünftig zu handeln, begann jedes Mal den Passer nachzustellen - erst in die eine und wenige Augenblicke später wieder in die andere Richtung. Das weckte bei dem noch branchenjungen Betrachter Zweifel, aber belegen konnte er sie nicht, noch nicht. Erst die nachfolgenden Überlegungen öffneten den Blick für das, was sich bei jedem Wiederanlauf in der Tiefdruckmaschine abspielen wollte und welche Lehren sich hieraus für die Praxis aufdrängten. Auf diese Weise erschloss sich ein zuverlässiges Verständnis für den Bahnlauf in Rollenrotationsdruckmaschinen, und das Erlebnis wurde damit persönlich zu einem herausragenden Beispiel, wie vorteilhaft Theorie und Praxis zusammenfinden können. Eine hinreichend zutreffende Modellbildung vermag Erkenntnisse zu erschließen, die – so das Erlebnis – selbst altgedienten, erfahrenen Praktikern verborgen geblieben waren.

Der Bahnlauf durch eine Rollenrotationsdruckmaschine

Der Bahnlauf durch eine Rollenrotationsdruckmaschine leistet einen wichtigen Beitrag zur Druckqualität und damit auch zur Produktqualität. Entscheidet das technische Druckverfahren, wie gedruckt wird, das Motiv, was gedruckt wird, so bestimmt der Bahntransport durch eine Rollenrotationsdruckmaschine, wohin gedruckt wird. Beim Einfarbendruck stellt sich diese Frage kaum; erst beim Mehrfarbendruck, und sofern dieser mit hoher Relativgenauigkeit zu erfolgen hat, erlangt diese Frage ihre große Bedeutung. Es sind komplexe Vorgänge, die sich mit dem Transport des Bedruckstoffes durch eine Mehrfarben-Rollenrotationsdruckmaschine abspielen und die in dieser Form in einer Bogenrotationsdruckmaschine nicht gegeben sind. Deshalb beschränken sich die nachfolgenden Überlegungen auf den Bahntransport in einer Mehrfarben-Rollenrotationsdruckmaschine.
In den heutigen Rollenrotationsdruckmaschinen wird Passergenauigkeit im Druck durch zwei getrennte, aber aufeinander sehr exakt abgestimmte Genauigkeiten erzielt: Die Druckwerke werden für sich mit hoher Genauigkeit taktkonform angetrieben, und der Bahntransport erfolgt mit hoher Genauigkeit relativ zu den mit hoher Genauigkeit umlaufenden Druckzylindern. Die Aufgabe vereinfacht

sich, wenn Druckwerke zugleich auch Zugwerke sind, was z. B. für den Tiefdruck voll zutrifft, für den Offsetdruck außerhalb des Kanaldurchlaufs, für den Flexodruck nur sehr bedingt oder eher nicht. Passergerecht kann unter diesen Voraussetzungen nur gedruckt werden, wenn eine Materialbahn kontinuierlich und auf gleichbleibendem Bahnweg durch eine Druckmaschine geführt wird. Sie darf deshalb nirgendwo auf unbestimmte Weise bahnzugsfrei durchhängen, sondern ist vielmehr durchgehend unter Bahnzug zu halten, und es muss in jedem der - taktgleich angetriebenen - Druckwerke eine Kontaktzone zwischen Materialbahn und Druckzylinder derart geben, dass zwischen der durchlaufenden Materialbahn und dem treibenden Zylinder Haften gegeben ist. Dann wird die Materialbahn definiert transportiert, und im stationären Betriebszustand durchläuft jedes Druckwerk pro Takt die gleiche Materialmenge. Dieses ist die Grundvoraussetzung für passerkorrektes Drucken.

Ausgangsgleichung zum Bahnlauf durch eine Rollenrotationsdruckmaschine

Ausgangspunkt zur Beschreibung des Bahnlaufs durch eine Rollenrotationsdruckmaschine ist also die Bedingung kontinuierlichen Materialtransports, und in ihrer allgemeinsten Form ist diese in der Kontinuitätsgleichung der Mechanik festgehalten, die die Erfahrung des Masseerhalts beinhaltet. Es bietet sich also an, Überlegungen zum Bahntransport durch eine Rollenrotationsdruckmaschine von der Kontinuitätsgleichung ausgehen zu lassen. Damit ist zugleich sichergestellt, dass der Grundsatz unserer Erfahrung, der Masseerhalt, berücksichtigt wird. Die Aufgabe besteht dann darin, geeignete Lösungen der Kontinuitätsgleichung zu finden, die den Bahntransport durch eine Rollenrotationsdruckmaschine zumindest hinreichend zutreffend wiedergeben. Als das Besondere dieser Vorgehensweise darf herausgestellt werden, dass die Kontinuitätsgleichung quasi selbst den Weg weiterer Annahmen oder Voraussetzungen weist, um zu diesen aussagefähigen speziellen Lösungen zu gelangen.

Die Kontinuitätsgleichung lautet mit dem Vektor der örtlichen Materialtransportgeschwindigkeit $\vec{v}$ (z. B. m/s) und der örtlichen Materialdichte ρ (z. B. kg/m³)[1]:

$$\mathrm{div}(\rho\vec{v}) + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \qquad (1)$$

Der erste Term berücksichtigt die über die Systemgrenze eines infinitesimal kleinen Kontrollbereichs ein- und austretenden Massenströme, und der zweite Term die daraus resultierende Änderung der in dem Kontrollbereich enthaltenen Masse. Schon an dieser Stelle sei hervorgehoben, dass der zweite Term, die zeitliche Ableitung der örtlichen Bahndichte, zu null, der Bahnlauf also stationär werden muss, damit eine sich selbst überlassene Rollenrotationsdruckmaschine passerkorrekt druckt.

Um eine Geschwindigkeit angeben zu können, muss ein Bezugssystem gewählt sein. Bevorzugt wird allgemein ein orthogonales raumfestes Koordinatensystem mit den Koordinaten x, y, z. Die Kontinuitätsgleichung in ihrer allgemeinen Form (1) stellt also eine partielle Differentialsgleichung dar mit den drei Ortskoordinaten x, y, z und der Zeitkoordinate t.

Im Hinblick auf den Bahntransport durch eine Rollenrotationsdruckmaschine sei eine Ortskoordinate s verwendet, die dem Bahnlauf durch die betrachtete Rollenrotationsdruckmaschine folge. Die Erfahrung lehrt, dass der örtliche Bahnzug stets sicherstellt, dass eine Materialbahn den Umlenkungen durch von ihr (partiell) umschlungene Zylinder (Druckzylinder bzw. Gegendruckzylinder, Bahnführungswalze, Wendestange etc.) folgt, ohne dass es zu merklicher (vor allem nicht schwankender) Abweichung gegenüber dem im Wesentlichen durch die Tangenten an die Umlenkungen gegebenen kürzesten Bahnweg kommt. Die mit den Umlenkungen unvermeidbar verbundenen dynamischen Vorgänge bleiben außer Betracht, da sie, wie sich leicht zeigen lässt, nur von untergeordnetem, vernachlässigbarem Einfluss bleiben. Die y-Achse weise an jeder Stelle s in Richtung der Bahnbreite und die z-Achse entsprechend in Richtung der Materialstärke.

Allein die Wegkoordinate in Bahnlaufrichtung entscheidet, zu welcher Zeit t ein Bahnelement in den direkten Einfluss eines Zugwerkes gelangt. Das hat zum Ergebnis, dass sich die Beschreibung des Bahntransports von den drei Ortskoordinaten allein auf die Wegkoordinate s in Bahnlaufrichtung beschränken kann. Da der definierte Bahntransport eine Kontaktzone in jedem Zugwerk voraussetzt,

wird davon ausgegangen, dass die Umfangsgeschwindigkeit eines Zugwerkzylinders die örtliche Transportgeschwindigkeit der (gedehnten) Bahn vorgibt. Damit schreibt sich die örtliche Bahngeschwindigkeit

$$\vec{v} = v\vec{e}_s \qquad (2)$$

und die Kontinuitätsgleichung nimmt die Form an:

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial s} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \qquad (3)$$

Um für diese partielle Differentialsgleichung zu einer hinreichend guten Lösung zu gelangen, diktiert der erste Term gleichsam die Frage, wie sehr die gekoppelte Größe (ρv) örtlich eine Funktion des Weges s ist. Die Kontinuitätsgleichung bietet keine Antwort. Es lässt sich durch eine getrennte Betrachtung der dynamischen Vorgänge zeigen, dass die Längsdehnung einer Materialbahn zwischen zwei „Maschinenkontaktpunkten", das sind die Zulauf- und Ablaufpunkte der Zug- bzw. Druckwerke, Bahnführungswalzen, Wendestange etc., also längs eines freien Weges vernachlässigbar von der Bahnwegkoordinate s, insgesamt aber von der Zeit abhängt. Der dynamische Materialausgleich längs freier Bahnwege läuft sehr viel schneller ab als der eigentliche Bahntransport. Das erlaubt die Annahme, die gekoppelte Größe (ρv) längs freier Bahnwege jeweils allein in Abhängigkeit der Zeit und unabhängig vom Weg s anzusetzen. Dazu gehört auch, dass die umgebende Luft nur vernachlässigbaren Widerstand dem Bahnlauf entgegensetzt.

Bahnführungsabschnitt, zugkraft- und schrittbetonte Zugwerke

Da bei der Betrachtung des Bahnlaufs durch eine Rollenrotationsdruckmaschine vor allem die Vorgänge im Bereich der Druckwerke, die im Passer zu drucken haben, interessieren, sei der Begriff „Bahnführungsabschnitt" – kurz BFA – eingeführt. Darüber hinaus wird auch eine Klassifizierung der Zugwerke vorgenommen, indem im Folgenden zwischen „schrittbetonten" Zugwerken und „zugkraftbetonten" Zugwerken unterschieden wird.

Zu den schrittbetonten Zugwerken gehören sämtliche taktkonform angetriebenen Zugwerke (Druckwerke, Stanzwerke etc.) und zu den zugkraftbetonten Zugwerken sämtliche passiven oder passiv mitlaufenden Bahnführungseinrichtungen (Wendestange, Bahnführungswalze) und schließlich die zugkraftgeregelten Zugwerke (Abwickler, Aufwickler, zugkraft- oder momentgeregelte Zugwerke). Während zugkraftbetonte Zugwerke, ob passiv oder aktiv, spontan einen örtlichen Sprung in der Bahnzugskraft erzeugen und also praktisch verzögerungsfrei auf den Bahntransport wirken, kann im Bahnführungsbereich zwischen zwei schrittbetonten Zugwerken (die Frage wird erst mit mindestens zwei von einer Materialbahn in einer Maschine zu durchlaufenden schrittbetonten Zugwerken relevant) hingegen ein merkliches instationäres Bahnlaufverhalten auftreten. Im Folgenden soll deshalb der Bahnweg zwischen zwei Druckwerken bzw. zwischen zwei Bearbeitungsstationen, die im Passer zu arbeiten haben, also der Bahnweg zwischen zwei schrittbetont angetriebenen Zugwerken, kurz als Bahnführungsabschnitt bezeichnet werden, obwohl eine Bezeichnung „schrittbetont begrenzter Bahnführungsabschnitt" richtiger wäre.

Auch für diese durch zwei schrittbetonte Zugwerke begrenzten Bahnführungsabschnitte kann mit hinreichender Genauigkeit angesetzt werden, dass die Bahndehnung im Zwischenzugwerksbereich örtlich allein von der Zeit abhängt, wenn auch die meist passiven zugkraftbetonten Zwischenzugwerke (Bahnführungswalzen) stets örtlich einen Sprung in der Bahnzugkraft und damit in der Bahndehnung verursachen. Wenn dann – bei einem gegebenen Bahnmaterial und bei gleich bleibender Maschinengeschwindigkeit – die Bahndehnung in einem Punkt innerhalb eines derartigen Bahnführungsabschnittes festliegt, so ist ihr Verlauf im gesamten Bahnführungsabschnitt bekannt. Das rechtfertigt den Ansatz, die Bahndehnung im gesamten Bahnführungsabschnitt allein als Funktion der Zeit und nicht auch als Funktion des Ortes anzusetzen.

Lösung der Grundgleichung (3)

Damit kann die Kontinuitätsgleichung (3) über die Länge ℓ_i des Bahnführungsabschnittes i, der ausgangsseitig durch das schrittbetont angetriebene Zugwerk i und eingangsseitig durch das ebenfalls schrittbetont angetriebene Zugwerk (i - 1) begrenzt wird, integriert werden:

$$\frac{\rho_i v_i - \rho_{i-1} v_{i-1}}{\ell_i} + \frac{\partial \rho_i}{\partial t} = 0 \qquad \text{bzw.} \qquad \dot{\rho}_i + \frac{v_i}{\ell_i}\rho_i - \frac{v_{i-1}}{\ell_i}\rho_{i-1} = 0 \qquad (4)$$

Diese Differentialgleichung entspricht dem Typ

$$y'(x) + f(x) \cdot y(x) = g(x)\,,$$

deren allgemeine Lösung lautet (s. z. B. Bronstein-Semendjajew, 1985, Seite 420 [2]):

$$y(x) = \frac{1}{M(x)}\left(\int M(x)\, g(x)\, dx + C\right) \text{ mit } M(x) = e^{\int f(x)\,dx}$$

In der Gleichung (4) stehen damit für f(x) und g(x):

$$f(x) \equiv \frac{v_i}{\ell_i}; \qquad g(x) \equiv \frac{v_{i-1}}{\ell_i}\rho_{i-1}$$

Angewendet auf die Bahntransport-Differentialgleichung (4) folgt also für die örtliche Bahndicht

$$\rho_i(t) = \frac{1}{e^{\int_0^t \frac{v_i}{\ell_i} d\bar{t}}}\left(\int_0^t \frac{v_{i-1}\,\rho_{i-1}}{\ell_i} e^{\int_0^{\bar{t}} \frac{v_i}{\ell_i} d\hat{t}}\, d\bar{t} + C\right) \qquad (5)$$

Es interessiert aber weniger die örtliche Dichte einer Materialbahn als vielmehr ihre Dehnung, und hier vor allem ihre Dehnung in Bahnlaufrichtung. Es gilt der folgende Zusammenhang [1]:

$$\rho_0 dV_0 = \tilde{\rho} dV = \tilde{\rho}(1+\varepsilon_s)(1+\varepsilon_y)(1+\varepsilon_z) dV_0 \qquad (6.1)$$

Die Gl. (6.1) besagt, dass das Volumenelement der ungedehnten Bahn dV_0 infolge der Dehnung seiner Kantenlängen seine Form und/oder seine Größe ändert, und es gilt:

$$dV = (1+\varepsilon_s)(1+\varepsilon_y)(1+\varepsilon_z) dV_0$$

Weiter setzt (6.1) voraus, dass die enthaltene Materie in beiden Dehnungszuständen die in den jeweiligen Volumenelementen gleichförmig verteilt ist.
Von den drei Dehnungen auf der rechten Seite von (6.1) entscheidet lediglich die Dehnung ε_S, wann ein Bahnelement ein Zugwerk erreicht. Das wiederum erlaubt für die folgenden Betrachtungen, sich allein auf die Dehnung ε_S zu beschränken. Die vorstehende Beziehung (6.1) sei deshalb umgeschrieben auf die Form

$$\rho_0 dV_0 = \rho(1+\varepsilon_s) dV_0, \qquad (6.2)$$

aus der sich durch Kürzen der allgemeine Zusammenhang zwischen der örtlichen Dehnung und der örtlichen Dichte einer Materialbahn ergibt:

$$\rho_0 = \rho(1+\varepsilon_s) = \rho(1+\varepsilon) = \rho_i(1+\varepsilon_i), \quad (6.3)$$

Durch Differentiation nach der Zeit geht aus (6.3) der Zusammenhang zwischen der örtlichen Dichteänderung und der örtlichen Dehnungsänderung hervor. Da ρ_0 unveränderlich ist, ist die zeitliche Ableitung der Dichte ρ_0 gleich null:

$$\frac{d\rho_0}{dt} = 0 = \dot{\rho}_i(1+\varepsilon_i) + \rho_i \cdot \dot{\varepsilon}_i,$$

so dass durch Umstellen und mit (6.3):

$$\dot{\rho}_i = -\frac{\rho_i}{(1+\varepsilon_i)}\dot{\varepsilon}_i = -\frac{\rho_0}{(1+\varepsilon_i)^2}\dot{\varepsilon}_i \quad (6.4)$$

und weiter mit (4) und nochmals mit (6.3) folgt

$$\dot{\rho}_i = -\frac{\rho_i}{(1+\varepsilon_i)}\dot{\varepsilon}_i = -\frac{\rho_0}{(1+\varepsilon_i)^2}\dot{\varepsilon}_i = -\frac{v_i}{\ell_i}\frac{\rho_0}{(1+\varepsilon_i)} + \frac{v_{i-1}}{\ell_i}\frac{\rho_0}{(1+\varepsilon_{i-1})} \quad (6.5)$$

Durch Kürzen ergibt sich aus den beiden rechten Termen die Dgl. für die örtliche Dehnung:

$$\dot{\varepsilon}_i(t) = \frac{v_i}{\ell_i}(1+\varepsilon_i) - \frac{v_{i-1}}{\ell_i}\frac{(1+\varepsilon_i)^2}{(1+\varepsilon_{i-1})},$$

die durch Umschreiben eine einprägsame Form[1] annimmt:

---

[1]Mit der direkten Integration der Differentialgleichung (4) und der erst anschließend erfolgenden Substitution der Dichte ρ durch die örtliche Bahndehnung ε wurde die Integration der Differentialgleichung (6.6) für die örtliche Bahndehnung $\varepsilon_i(t)$ umgangen. Die Lösung der Dgl. (6.6) entspricht (selbstverständlich) am Ende ebenfalls der Gl. (8); die Rechnung ist jedoch aufwendiger, da (6.6) eine Riccatische Dgl. (Allgemeine Form: $y'(x) = f(x)\,y^2(x) + g(x)\,y(x) + h(x)$) darstellt.

Die hier mit (6.6) gewonnene Dgl. für die örtliche Bahndehnung $\varepsilon_i(t)$ wird nachstehend der Dgl. 4a der Dissertation [3] gegenübergestellt, die übertragen auf die hier verwendete Schreibweise lautet:

$$\dot{\varepsilon}_i\,\ell_i = v_i(1-\varepsilon_i) - v_{i-1}(1-\varepsilon_{i-1}) \qquad \text{(4.5 aus [3]).}$$

Wird (6.6) beidseitig mit ℓ_i multipliziert und werden auf der rechten Seite die Brüche in der Klammer durch die für kleine Dehnungen ε (ε <<1) hinreichend zutreffende Näherung $(1+\varepsilon)^{-1} \approx 1-\varepsilon$ ersetzt, so nimmt (6.6) die Form an:

$$\dot{\varepsilon}_i\,\ell_i \approx (1+\varepsilon_i)^2\left[v_i(1-\varepsilon_i) - v_{i-1}(1-\varepsilon_{i-1})\right], \qquad \text{(F.1)}$$

womit sie bis auf den vor der Klammer stehenden Faktor $(1+\varepsilon_i)^2$, der für kleine Dehnungen einen Wert von etwa $(1+2\varepsilon_i)$ annimmt und also für insgesamt geringe Dehnungen ebenfalls von geringem Gewicht ist, mit der von Glöckner in seiner Dissertation [3] dargelegten Differentialgleichung (4.5) übereinstimmt. Es lässt sich zeigen, dass in [3] der Faktor $(1+\varepsilon_i)^2$ ebenfalls aufgrund der verwendeten Näherung $(1+\varepsilon)^{-1} \approx 1-\varepsilon$ fehlt.

$$\dot{\varepsilon}_i(t)\left\{\frac{1}{\sec}\right\} = \frac{(1+\varepsilon_i)^2}{\ell_i}\left[\frac{v_i}{1+\varepsilon_i} - \frac{v_{i-1}}{1+\varepsilon_{i-1}}\right]\left\{\frac{m}{\sec m}\right\} \qquad (6.6)$$

Die Lösung von Gl. (6.6) bietet sich unmittelbar durch Einsetzen von Gl. (6.3) in das allgemeine Ergebnis (5) an, was durch Umstellen und mit beidseitigem Kürzen von ρ_0 zunächst die reziproke allgemeine Lösung für die örtliche Dehnung $\varepsilon_i(t)$ in der Form

$$\frac{1}{1+\varepsilon_i(t)} = e^{-\int_0^t \frac{v_i}{\ell_i} d\hat{t}} \cdot \left(\int_0^t \frac{v_{i-1}}{\ell_i \left(1+\varepsilon_{i-1}(\bar{t})\right)} e^{\int_0^{\bar{t}} \frac{v_i}{\ell_i} d\hat{t}} \, d\bar{t} + C \right) \qquad (7.1)$$

und daraus schließlich die allgemeine Lösung für die Bahndehnung $\varepsilon_i(t)$ im Bahnführungsabschnitt i ergibt:

$$1+\varepsilon_i(t) = e^{0} \cdot \left(\int_0 \frac{v_{i-1}(\bar{t})}{\ell_i(\bar{t})\left(1+\varepsilon_{i-1}(\bar{t})\right)} e^{0} \, d\bar{t} + C_i \right) \qquad (7.2)$$

Da die Dehnung eine dimensionslose Größe ist, müssen in (7.2) sämtliche Faktoren, die dimensionsbehaftete Größen enthalten, für sich wieder dimensionslos sein. Das bestätigt sich unmittelbar für die Exponenten der e-Funktion und damit auch für den Ausdruck unter dem Integral und lädt insgesamt eigentlich zu einer dimensionslosen Darstellung ein; diese sei aber zunächst zurückgestellt.

Abschließend zu Gl. (7.2) seien die örtlichen Bahndehnungen zum Zeitpunkt t = 0 allgemein mit $\varepsilon_{i,0}$ angesetzt, womit sich für die Integrationskonstanten C_i ein wiederum einprägsamer Ausdruck ergibt:

$$1+\varepsilon_i(t=0) = 1+\varepsilon_{i,0} = \frac{1}{C_i} \quad \text{und also} \qquad C_i = \frac{1}{1+\varepsilon_{i,0}} \qquad (7.3)$$

Analog seien die örtlichen Bahndehnungen des jeweils stationären Bahnlaufzustands, der sich mit $t \to \infty$ bei sonst festen Werten für die Längen der Bahnführungsabschnitte und die Fördergeschwindigkeiten der einzelnen Zugwerke einstellt, mit einem Unendlich-Zeichen indiziert, also

$$1+\varepsilon_i(t\to\infty)\big|_{v_j,\ell_j=const} = 1+\varepsilon_{i,\infty} \quad (mit \;\; 0 \le j \le i) \qquad (7.4)$$

Mit (7.3) eingesetzt in (7.2) folgt also für die Bahndehnung:

$$1+\varepsilon_i(t) = \frac{e^{v}}{\frac{1}{1+\varepsilon_{i,0}} + \int_0^t \frac{v_{i-1}(\bar{t})}{\ell_i(\bar{t})\left(1+\varepsilon_{i-1}(\bar{t})\right)} e^{\int_0^{\bar{t}} \frac{v_i(\hat{t})}{\ell_i(\hat{t})} d\hat{t}} \, d\bar{t}} \qquad (8)$$

Diese Gleichung (8) ist als die Grundgleichung für den zeitlichen Verlauf der Bahndehnung innerhalb eines Bahnführungsabschnittes anzusehen. Sie zeigt die Faktoren auf, die in den schrittbetont begrenzten Bahnführungsabschnitten einer Maschine maßgeblich den Bahnlauf bestimmen. So wird deutlich, dass

jede örtliche Veränderung einer Bahngeschwindigkeit und jede Änderung in der Länge eines Bahnführungsabschnitts örtlich instationäre Änderungen in der Bahndehnung zur Folge haben – und zwar in dem betreffenden Bahnführungsabschnitt und darüber hinaus in allen nachfolgenden, aber nicht in vorausgehenden – sofern sich parallel zu einer örtlichen Verstellung keine weiteren Veränderungen in der Maschine einstellen (z. B. über Tordierungen u. ä.).

Nicht direkt erscheint in Gl. (8) z. B. der Einfluss von zugkraftbetonten Zwischenzugwerken, zu denen u. a. die Bahnführungswalzen zu rechnen sind (s. o.). Diese wirken sich erst dann – aus der Sicht eines kontinuierlichen (gewünscht stationären) Produktionslaufs – gefährlich aus, wenn sie unregelmäßig umlaufen. Wie ausgeführt, wären zusätzlich dynamische Vorgänge zu betrachten, die aber aus dieser Betrachtung ausgeklammert bleiben, da sie sich nachrangig auswirken und sich zumindest qualitativ abschätzen lassen.

Der stationäre Bahnlauf

Der stationäre Bahnlaufzustand ist für eine Druckmaschine bekanntlich außerordentlich wichtig, da er den gleichförmigen Bahnlauf in einer sich selbst überlassenen Maschine beschreibt, der Voraussetzung ist für einen gleichförmigen Passer, d. h. für den Passer schlechthin.

Für einen stationären Bahnlaufzustand gilt $\dot{\rho}_i = \dot{\varepsilon}_i = 0$; er wird unter der Voraussetzung, dass die Größen $\varepsilon_0, l_i, v_i = const$ bleiben, für $t \to \infty$ erreicht (s. Gl. (7.4)) und mit dem ∞ - Zeichen indiziert. Es folgt dann unmittelbar aus Gl. (6.6)

$$\frac{v_i}{1+\varepsilon_{i,\infty}} = \frac{v_{i-1}}{1+\varepsilon_{i-1,\infty}} = \ldots = \frac{v_0}{1+\varepsilon_{0,\infty}} = \frac{v_0}{1+\varepsilon_0} \quad \left\{\frac{m}{\sec}\right\} \tag{9.1}$$

bzw. für die stationäre Bahndehnung im Bahnführungsabschnitt i

$$1+\varepsilon_{i,\infty} = \frac{v_i}{v_0}\left(1+\varepsilon_0\right) \quad (v_i, v_0, \varepsilon_0 = \text{const}) \tag{9.2}$$

Aus diesen Gleichungen (10) leiten sich wichtige Erkenntnisse ab:

1. Die stationäre Dehnung im Einlauf zu einem beliebigen schrittbetont angetriebenen Zugwerk i ist allein von der Eingangsdehnung ε_0 zum ersten schrittbetont angetriebenen Zugwerk einer Druckmaschine und von dem Geschwindigkeitsverhältnis (der Förderabweichung) zwischen den beiden Zugwerken i und 0 abhängig! Stationär arbeitende Zwischenzugwerke – schrittbetont oder zugkraftbetont – haben keinen Einfluss auf die stationäre Bahndehnung im Einlauf zu einem schrittbetont angetriebenen Zugwerk!

Es muss natürlich immer wieder betont werden, dass diese elementare Aussage der Gln. (10) stets voraussetzt, dass sämtliche Faktoren innerhalb einer Maschine, die Einfluss auf den Bahntransport nehmen können, sich in einem stationären Laufzustand befinden. Ferner müssen die Bedingungen des kontinuierlichen Bahntransports grundsätzlich erfüllt sein: Es darf keine örtlichen Materialbahnlosen geben, und im Falle eines Bahnrisses ist die Kontinuität des Bahnlaufs eh gestört!

Sollte im Einlauf zu einem schrittbetont angetriebenen Druckwerk eine Materiallose auftreten (z. B: bei ungünstiger Staffelung im Tiefdruck), so kann diese allein über eine Änderung des Bahnzugs im Einlauf zum ersten schrittbetont angetriebenen Zugwerk abgebaut und im weiteren zeitlichen Verlauf vermieden werden.

2. Eine weitere wichtige Erkenntnis lässt sich aus Gl. (9.1) ableiten: Da die stationäre Eingangsdehnung zu einem beliebigen schrittbetont angetriebenen Zugwerk j allein von der Eingangsdehnung ε_0 zum ersten schrittbetont angetriebenen Zugwerk und von der Förderabweichung des Druckwerkes j gegenüber dem Eingangszugwerk 0 bestimmt ist, ist bei zugkraftbetont angetriebenen Zwischenzugwerken der in den zugehörigen Antriebsregelkreis eingebundene Bahnzug-Messfühler vor diesem Zwischenzugwerk zu platzieren! (Lediglich vor dem ersten schrittbetont angetriebenen Zugwerk in einer Bahnführung durch eine Rollenrotationsdruckmaschine ist der jeweilige Bahnzug-Messfühler für den Antriebsregelkreis eines zugkraftbetonten Zugwerks in der Bahnführung hinter diesem zugkraftbetonten Zugwerk anzuordnen (Abwickler, Einzug))

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass es sich insgesamt durchaus bewährt hat, auch Zwischenzugwerke schrittbetont anzutreiben. Um in diesem Fall günstige Schrittrelationen vorgeben zu können, hat es sich weiter bewährt, Zwischenzugwerke von zugkraftbetont auf schrittbetont und umgekehrt umschalten zu können und diese Umschaltung in entsprechender Abhängigkeit vorzunehmen.

Der instationäre Bahnlauf in einer Druckmaschine

Der instationäre Bahnlauf durch eine Mehrfarben-Mehrständer-Rollenrotationsdruckmaschine interessiert, weil dann bei mindestens bereichsweise frei geführten Bahnen die wichtige Voraussetzung für einen gleichförmigen Passer, d. h. für das Einhalten des Passers, nicht erfüllt ist.

In allgemeiner Form ist der instationäre Laufzustand mit Gl. (8) beschrieben. Treten Änderungen im Lauf einer Druckmaschine auf oder werden diese erzwungen – etwa beim Hoch- und Runterfahren, oder auch nur bei Änderung der Druckgeschwindigkeit, so kommt es zu instationären Bahnlaufzuständen. Auch löst jede Registerverstellung, wenn Druckwerke zugleich wie Zugwerke wirken, bzw. jede Registerwalzenverstellung einen instationären Bahnlaufzustand aus. Weiter ist der Gl. (8) unmittelbar anzusehen, dass jede Änderung einer Länge ℓ_j, einer Geschwindigkeit v_j (mit $0 \leq j \leq i$) in dem Bahnführungsabschnitt i und, wenn keine kompensierenden Maßnahmen ergriffen werden, auch in allen folgenden Bahnführungsabschnitten zu instationären Bahnlaufzuständen führen. Weiter lassen sich beispielsweise Unwuchten in Bahnführungswalzen mit Schwankungsanteilen in den Bahnlängen ℓ_j berücksichtigen. Um einen Eindruck zu gewinnen, welche Materialmengen durch eine Maschine laufen, bis die Bedingungen eines hinreichend gleichförmigen Bahnlaufs erfüllt sind, wird nachstehend ein einfaches, leicht überschaubares Beispiel dargestellt, das wohl geeignet ist, ein grundsätzliches, ein qualitatives Bild zu vermitteln.

Es seien die folgenden Voraussetzungen vorangestellt:

1. Die bahnführungsmäßigen Längen der Bahnführungsabschnitte und die Umlaufgeschwindigkeiten der einzelnen Zugwerke seien konstant, also nicht von der Zeit abhängig:

$$\ell_j \neq \ell_j(t) \text{ und } v_j \neq v_j(t)$$

2. Die Eingangsdehnung ε_0 zum ersten schrittbetonten Zugwerk sei vor der Betrachtungszeit gleich null und werde zum Zeitpunkt t = 0 sprunghaft auf ε_0 angehoben, auf dem die Eingangsdehnung dann verharren soll:

$$\varepsilon_0\,(t < 0) = 0 \text{ und} \qquad \varepsilon_0\,(t \geq 0) = \varepsilon_0.$$

3. Zunächst können die einzelnen Bahnführungsabschnitte unterschiedliche Längen haben, auch können die Umlauf- oder Transportgeschwindigkeiten der Zugwerke unterschiedlich sein. Erst weiter unten wird der Übersichtlichkeit wegen die weitere Spezialisierung vorgenommen, dass sämtlich BFA von einheitlicher Länge und sämtliche Zugwerke die gleiche Geschwindigkeit haben sollen. Es gilt

$\ell_i = \ell$ = **const;** $\mathbf{v_i = v}$ **= const;**

4. In einem weiteren Schritt werden die Anfangs-Dehnungen in sämtlichen Bahnführungsschnitten mit $\varepsilon_{i,0} = 0$ vorausgesetzt.

Mit der Voraussetzung 1 ergibt sich aus (8) für den Dehnungsverlauf in einem BFA i:

$$1+\varepsilon_i(t) = \frac{e^{\frac{v_i}{\ell_i}t}}{\frac{1}{1+\varepsilon_{i,0}} + \frac{v_{i-1}}{\ell_i}\int_0^t \frac{1}{(1+\varepsilon_{i-1}(\bar{t}))}\cdot e^{\frac{v_i}{\ell_i}}} \qquad (10)$$
$$\left(v_{i,i-1} = const,\ \ell_i = const\right)$$

1. Bahnführungsabschnitt (1. BFA)

Für den 1. BFA nimmt die Gl. (10) die Form an:

$$1+\varepsilon_1(t) = \frac{e^{\frac{v_1}{\ell_1}t}}{\frac{1}{1+\varepsilon_{1,0}} + \frac{v_0}{v_1}\frac{1}{(1+\varepsilon_0)}\left(e^{\frac{v_1}{\ell_1}t} - 1\right)} \qquad (11.1)$$

Unter Beachtung von Gl. (9.2) wird hieraus

$$1+\varepsilon_1(t) = \frac{e^{\frac{v_1}{\ell_1}t}}{\frac{1}{1+\varepsilon_{1,0}} + \frac{1}{(1+\varepsilon_{1,\infty})}\left(e^{\frac{v_1}{\ell_1}t} - 1\right)} \qquad (11.2)$$ oder in anderer Schreibweise

$$1+\varepsilon_1(t) = \frac{(1+\varepsilon_{1,0})(1+\varepsilon_{1,\infty})}{(1+\varepsilon_{1,0}) + (\varepsilon_{1,\infty} - \varepsilon_{1,0})e^{-\frac{v_1}{\ell_1}t}} \qquad (11.3)$$

Für t = 0 und für t→∞ folgt hieraus voraussetzungsgemäß:

$$1+\varepsilon_1(t=0) = 1+\varepsilon_{i,0} \quad \text{bzw.} \quad 1+\varepsilon_1(t\to\infty) = 1+\varepsilon_{i,\infty} \qquad (11.4)$$

Mit Gl. (11.3) ist der 1. BFA vollständig beschrieben. Aus dieser Gleichung lässt sich aber zusätzlich ersehen, dass ein zeitintensiver instationärer Bahnlaufzustand unterdrückt werden kann, wenn bei einer Änderung das $\varepsilon_{1,0}$ durch einen äußeren Eingriff auf das neue $\varepsilon_{1,\infty}$ angehoben oder verändert wird, da dann im Nenner der Klammerausdruck $(\varepsilon_{1,\infty} - \varepsilon_{1,0})$ zu null wird.

2. Bahnführungsabschnitt (2. BFA)

Für den 2. BFA lautet die Gl. (10):

$$1+\varepsilon_2(t)=\frac{e^{\frac{v_2}{\ell_2}\tau}}{\frac{1}{1+\varepsilon_0}+\frac{v_1}{\ell_2}\int_0^t\frac{1}{(1+\varepsilon_1(\bar{t})}e^{\frac{v_2\bar{t}}{\ell_2}}d\bar{t}}, \qquad (12.1)$$

woraus mit dem vorstehenden Ergebnis für den 1. BFA Gl. (11.3) für den 2. BFA zunächst wird:

$$1+\varepsilon_2(t)=\frac{e^{\frac{v_2}{\ell_2}t}}{\frac{1}{1+\varepsilon_0}+\frac{v_1}{\ell_2}\int_0^t\frac{(1+\varepsilon_0)+(\varepsilon_{1\infty}-\varepsilon_0)e^{-\frac{v_1}{\ell_1}\bar{t}}}{(1+\varepsilon_0)(1+\varepsilon_{1\infty})}e^{\frac{v_2\bar{t}}{\ell_2}}d\bar{t}} \qquad (12.2)$$

und nach Integration unter Beachtung der vorausgeschickten Voraussetzungen:

$$1+\varepsilon_2(t)=\frac{e^{\frac{v_2}{\lambda_2}t}}{\frac{1}{1+\varepsilon_0}+\frac{v_1}{v_2(1+\varepsilon_{1\infty})}\left(\left(e^{\frac{v_2}{\ell_2}t}-1\right)+\frac{(\varepsilon_{1\infty}-\varepsilon_0)}{(1+\varepsilon_0)}\frac{\frac{v_2}{\ell_2}}{\left(\frac{v_2}{\ell_2}-\frac{v_1}{\ell_1}\right)}\left(e^{\left(\frac{v_2}{\ell_2}-\frac{v_1}{\ell_1}\right)t}-1\right)\right)} \qquad (12.3)$$

Dieser Ausdruck lässt sich nicht mehr grundsätzlich vereinfachen. Er macht deutlich, dass der zeitliche Verlauf der Dehnung in einem 2. BFA schon deutlich komplexer ist als der zeitliche Dehnungsverlauf für den 1. BFA.

Um einen besseren Überblick darüber zu gewinnen, was bei mehreren hintereinander geschalteten Bahnführungsabschnitten geschieht, wird jetzt zusätzlich auf die o. g. Voraussetzung 3 zurückgegriffen. Es soll also für die weiteren Ausführungen gelten, dass alle BFA einheitliche Bahnlängen aufweisen und alle Zugwerke die gleiche Umfangsgeschwindigkeit haben ($\ell_j = \ell$ = const und $v_j = v$ = const).

Zur Integration von Gl. (12.3) ist zu beachten, dass mit diesen Voraussetzungen im Nenner ein zunächst unbestimmter Term auftritt. Mit Bernoulli-l'Hospital folgt vorab

$$\lim_{a\to 0}\left(\frac{e^{ax}-1}{a}\right)=\lim_{a\to 0}\left(\frac{x\,e^{ax}}{1}\right)=x \qquad (13)$$

Und weiter mit $\varepsilon_{2\infty} = \varepsilon_{1\infty} = \varepsilon_{\infty}$:

$$1+\varepsilon_2(t) = \frac{e^{\frac{v}{\ell}t}}{\frac{1}{1+\varepsilon_0} + \frac{1}{(1+\varepsilon_{1\infty})}\left(e^{\frac{v}{\ell}t} - 1 + \frac{(\varepsilon_{1\infty}-\varepsilon_0)}{(1+\varepsilon_0)}\frac{v}{\lambda}t\right)}$$

$$1+\varepsilon_2(t) = \frac{1}{\frac{1}{(1+\varepsilon_{1\infty})} + \left(\frac{1}{1+\varepsilon_0} + \frac{(\varepsilon_{1\infty}-\varepsilon_0)}{(1+\varepsilon_0)(1+\varepsilon_{1\infty})}\frac{v}{\ell}t - \frac{1}{(1+\varepsilon_{1\infty})}\right)e^{-\frac{v}{\ell}t}}$$

$$1+\varepsilon_2(t) = \frac{1+\varepsilon_{1\infty}}{1+\left(\frac{1+\varepsilon_{1\infty}}{1+\varepsilon_0} + \frac{(\varepsilon_{1\infty}-\varepsilon_0)}{(1+\varepsilon_0)}\frac{v}{\ell}t - 1\right)e^{-\frac{v}{\ell}t}} \qquad (14.1)$$

Hieraus folgt für t = 0: $1+\varepsilon_2(t=0) = 1+\varepsilon_0$, und weiter kommt für $t \to \infty$ unter Berücksichtigung von xe-x = 0: $1+\varepsilon_2(t\to\infty) = 1+\varepsilon_{2\infty} = 1+\varepsilon_{1\infty} = 1+\varepsilon_{\infty}$, so dass der vorstehende Ausdruck für diese beiden Zeiten zu den richtigen Ergebnissen führt.

Zur weiteren Erleichterung der Anschaulichkeit soll nachfolgend auch die Voraussetzung 4 gelten, dass alle $\varepsilon_{j0} = 0$ sind, die Beispiel-Maschine also von einer in allen Bahnführungsabschnitten gerade eben gestrafften, jedoch längsspannungslosen Materialbahn aus den Sprung in der Eingangsdehnung zum ersten schrittbetont angetriebenen Zugwerk oder Druckwerk gemäß Voraussetzung 2 erfährt. Damit folgt:

$$1+\varepsilon_2(t) = \frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}\left(1+\frac{v}{\ell}t\right)e^{-\frac{v}{\ell}t}} \qquad (14.2)$$

Da i. a. weniger die Dauer als vielmehr die Materialmenge interessiert, die durch eine Maschine läuft, bis mit hinreichender Genauigkeit der stationäre Zustand erreicht ist, wird die bisherige Darstellung in Abhängigkeit der Zeit t auf eine Darstellung in Abhängigkeit der Bahnlauflänge s bzw., da in (14.2) sowohl der Exponent der e-Funktion als auch der zweite Summand in der Klammer des Nenners dimensionslos sind, einer dimensionslosen Bahnlauflänge $\sigma_i = s/\ell_i$ geändert mit der Bahnlänge ℓ_i des Bahnführungsabschnittes i. Mit der Voraussetzung 3 gilt $\sigma_i = \sigma$.

Mit der dimensionslosen Bahnlauflänge σ nehmen die Ergebnisse, die in Abhängigkeit der Zeit t stehen, unter Einschluss der Voraussetzungen 3 und 4 die folgenden Formen an:

Für den 1. BFA:

$$1+\varepsilon_1(s/\ell) = \frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}e^{-\frac{s}{\ell}}} = 1+\varepsilon_1(\sigma) = \frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}e^{-\sigma}} \qquad (15.1)$$

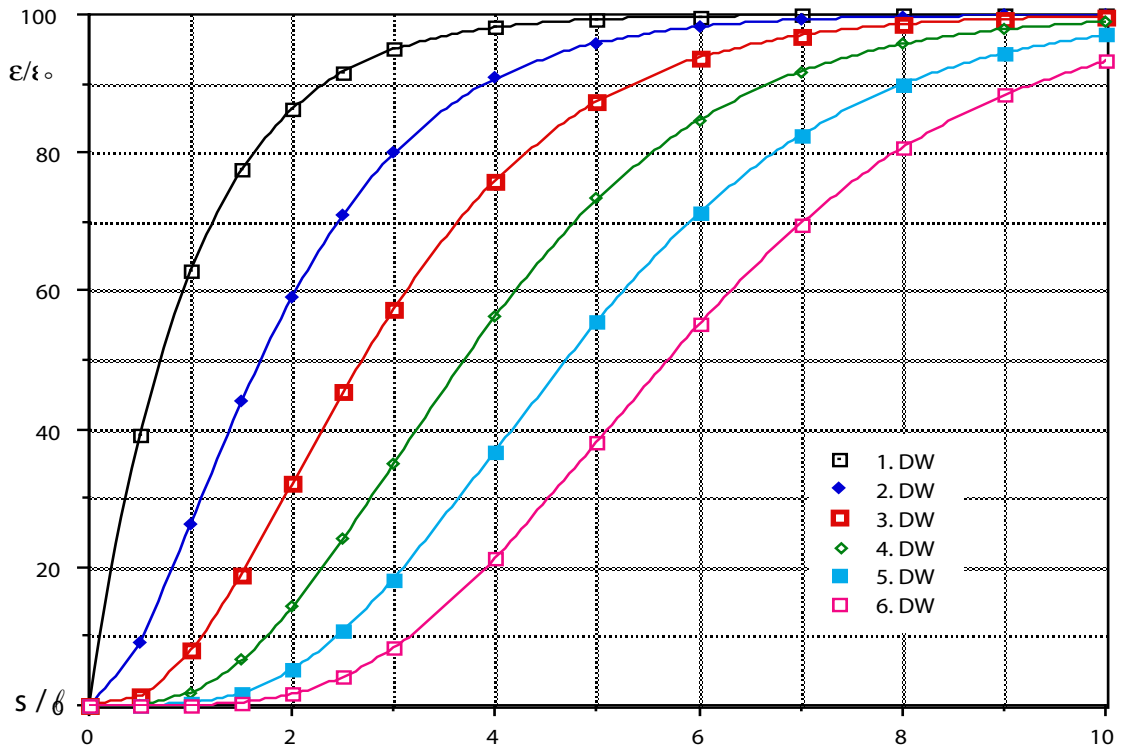
Für den 2. BFA:

$$1+\varepsilon_2(s/\ell)=\frac{1+\varepsilon_\infty}{1+\varepsilon_\infty\left(1+\frac{s}{\ell}\right)e^{-\frac{s}{\ell}}}=1+\varepsilon_2(\sigma)=\frac{1+\varepsilon_\infty}{1+\varepsilon_\infty(1+\sigma)e^{-\sigma}} \qquad (15.2)$$

Auf analoge Weise ergibt sich für den 3. BFA:

$$1+\varepsilon_3(\sigma)=\frac{1+\varepsilon_\infty}{1+\varepsilon_\infty\left(1+\sigma+\frac{1}{2}\sigma^2\right)e^{-\sigma}} \quad .(15.3)$$

Es fällt auf, dass im Nenner der Gln. (15.1), (15.2) und (15.3) schrittweise die ersten Terme der Reihenentwicklung von e^{σ} stehen. Also liegt der Schluss nahe, dass sich für weitere Bahnführungsabschnitte der Nenner in Gl. (15.3) schrittweise um die entsprechenden Terme der Reihenentwicklung von e^{σ} ergänzt. Das trifft zu und wird im Anhang[1] gezeigt



s / ℓ

Abb. :1, Der wegabhängige Dehnungsverlauf für sechs in Reihe geschaltete Druckwerke (mit den Voraussetzungen 1 bis 4)

Die Abb. 1 macht deutlich, dass ohne weitere äußere Eingriffe bei einer 6-Farben-Ständermaschine gut die zehnfache Materialmenge eines einzelnen bahnführungsmäßigen Abstands zweier Druckwerke durch die Maschine laufen muss, bis sich im letzten Druckwerk der Passer zu mehr als 90 % seinem

endgültigen Wert angenähert hat. Die verallgemeinerte Erkenntnis kann nur die sein, dass instationäre Vorgänge in Mehrständermaschinen relativ langsam abklingen. Hochfrequente Störungen werden kaum einen merkbaren Passerfehler zur Folge haben, aber niederfrequente Störungen sind gefährlich. Folgerungen:

1. Kurze, hochfrequente Störungen sind weniger schädlich als langhubige, niederfrequente.
2. Der instationäre Bahnanlauf nimmt druckrelevant umso weniger Zeit in Anspruch bzw. verursacht umso weniger Makulatur, desto näher am endgültigen Bahnspannungszustand gestartet wird.
3. Daraus folgt: Möglichst geringe Staffelung, möglichst geringer Bahnzug
4. Bei langen schrittbetont begrenzten Bahnführungsabschnitten können zugkraftbetonte (u. U. auf schrittbetont umschaltbare) Zwischenzugwerke den instationären Bahnanlauf verkürzen.
5. Bei Maschinen ohne Registerregelung oder mit engen Lesefenstern sollte ein manuelles Aussteuern der Passerfehler erst begonnen werden, nachdem sich der stationäre Bahnlaufzustand hinreichend eingestellt hat.
6. Instationäre Bahnlaufzustände lassen sich u. U. über den Faktor $(\varepsilon_{i,\infty} - \varepsilon_{i,0})$ (s. Gl. (12.3)) reduzieren.
7. Im Falle eines einzelnen Hauptantriebsmotors für den Druckbereich sollte dieser derart positioniert werden, dass der Antrieb für Arbeitsstationen, die im Prinzip stoßbehaftet (Stanzen u. ä.) oder mit Unwuchten oder Rundlauffehlern behaftet sind, nicht durch den Druckbereich geleitet wird, der Druckbereich also nicht zwischen Hauptantrieb und den wechselnde Antriebsmomente abrufenden Stationen angeordnet ist.

Zurück aber zu dem Erlebnis mit der Tiefdruckmaschine. Als die Einsensor-Bahnreißfühler jeweils durch zwei parallel angeordnete und mit der logischen „Und“-Verknüpfung (bezüglich Bahnriss „ja“) geschaltete Sensoren ersetzt wurden, hatte die Maschinenbedienung denkbar ihre „Theorie“, Passerfehlern beim Wiederanlauf einer Tiefdruckmaschine zunächst von Hand entgegenzusteuern, auch mit dem häufiger gehörten Vermerk „Theorie und Praxis sind zweierlei“ abgetan. Dass in diesem Fall die Theorie „falsch“ oder zumindest stark verbesserungswürdig war, ist eine Sache. Wichtig war und blieb späterhin aber die Erfahrung, dass sich hinter der Aussage „Theorie und Praxis sind zweierlei“ meist ein ungelöstes oder unzureichend gelöstes Problem verbirgt und dieses von jedem Ingenieur sicherlich häufiger gehörte Wort somit wertvolle Anregung zu weiterführenden Überlegungen zu geben vermag.

Literatur

Den vorstehenden Ausarbeitungen liegen weitgehend die eigenen Arbeiten zur Vorlesung „Druckmaschinen“ zugrunde. Verwiesen wurde zusätzlich auf die folgende Literatur:

1. Kontinuitätsgleichung: z. B. in
   - Szabó, Istvan: Höhere Technische Mechanik, Springer Verlag, 1958
   - Gerthsen: Physik, Springer Verlag, 1997
   - Kaufmann, Walter: Technische Hydro- und Aeromechnaik, Springer Verlag, 1958
2. Bronstein – Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik, Verlag Harri Deutsch, 1985
3. Glöckner, Erhard: Untersuchungen zum Papierverhalten in Zeitungsrotationsdruckmaschinen zur Qualitätssteigerung bei Mehrbahnbetrieb und für Bahnspannungsregelung, Dissertation, Chemnitz 1998

Anhang:

Nach Gl. (10) gilt zusätzlich mit den o. g. Voraussetzungen 2 und 3:

$$1+\varepsilon_i(\sigma)=\frac{e^{\sigma}}{\frac{1}{1+\varepsilon_{i,0}}+\int_0^{\sigma}\frac{1}{(1+\varepsilon_{i-i}(\bar{\sigma})}e^{\bar{\sigma}}d\bar{\sigma}} \qquad \text{(A.1)}$$

und weiter mit Voraussetzung 4:

$$1+\varepsilon_i(\sigma)=\frac{e^{\sigma}}{1+\int_0^{\sigma}\frac{1}{(1+\varepsilon_{i-i}(\bar{\sigma})}e^{\bar{\sigma}}d\bar{\sigma}} \qquad \text{(A.2)}$$

Behauptung: Gilt

$$1+\varepsilon_i(\sigma)=\frac{1+\varepsilon_{i,\infty}}{1+\varepsilon_{i,\infty}G_i(\sigma)e^{-\sigma}}=\frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}G_i(\sigma)e^{-\sigma}} \qquad \text{(A.3)}$$

mit

$$G_i(\sigma)=\sum_{n=0}^{i-1}\frac{1}{n!}\sigma^n, \qquad \text{(A.4)}$$

so ist zu zeigen, dass sich für $(1+\varepsilon_{i+1}(\sigma))$ ergibt:

$$1+\varepsilon_{i+1}(\sigma)=\frac{1+\varepsilon_{i+1,\infty}}{1+\varepsilon_{i+1,\infty}G_{i+1}(\sigma)e^{-\sigma}}=\frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}G_{i+1}(\sigma)e^{-\sigma}} \qquad \text{(A.5)}$$

Verankerung: Die Behauptung trifft für n=1 und n=2 zu. Die Gln. (A.3), (A.4) werden in Gl. (A.2) eingesetzt:

$$1+\varepsilon_{i+1}(\sigma)=\frac{e^{\sigma}}{1+\int_0^{\sigma}\frac{1}{(1+\varepsilon_i(\bar{\sigma})}e^{\bar{\sigma}}d\bar{\sigma}}=\frac{e^{\sigma}}{1+\int_0^{\sigma}\frac{1+\varepsilon_{\infty}G_i(\bar{\sigma})e^{-\bar{\sigma}}}{1+\varepsilon_{\infty}}e^{\bar{\sigma}}d\bar{\sigma}}$$

$$1+\varepsilon_{i+1}(\sigma)=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{1+\varepsilon_{\infty}+\int_0^{\sigma}\left(1+\varepsilon_{\infty}G_i(\bar{\sigma})e^{-\bar{\sigma}}\right)e^{\bar{\sigma}}d\bar{\sigma}}=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{\varepsilon_{\infty}+e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}\int_0^{\sigma}G_i(\bar{\sigma})d\bar{\sigma}}$$

$$1+\varepsilon_{i+1}(\sigma)=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{\varepsilon_{\infty}+e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}\int_0^{\sigma}\left(\sum_{n=0}^{i-1}\frac{1}{n!}\bar{\sigma}^{n}\right)d\bar{\sigma}}=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}\left(1+\sum_{n=0}^{i-1}\left(\frac{1}{n!(n+1)}\sigma^{n+1}\right)\right)}$$

$$1+\varepsilon_{i+1}(\sigma)=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}\left(1+\sum_{n=0}^{i-1}\left(\frac{1}{n!(n+1)}\sigma^{n+1}\right)\right)}=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}\left(1+\sum_{n=1}^{i}\left(\frac{1}{n!}\sigma^{n}\right)\right)}$$

$$1+\varepsilon_{i+1}(\sigma)=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}\sum_{n=0}^{i}\left(\frac{1}{n!}\sigma^{n}\right)}=\frac{(1+\varepsilon_{\infty})e^{\sigma}}{e^{\sigma}+\varepsilon_{\infty}G_{i+1}(\sigma)}=\frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}G_{i+1}(\sigma)e^{-\sigma}}\ .$$

Der letzte Ausdruck stimmt mit Gl. (A.5) überein, was gezeigt werden sollte.
Damit hat sich bestätigt, dass sich unter den Voraussetzungen 1 bis 4 der von der Bahndurchlauflänge abhängige Dehnungsverlauf nach den Gln. (15.1), (15.2), (15.3), im Nenner sukzessive nach der Reihe e^{σ} entwickelt.

Wegen $\lim_{n\to\infty}G_n(\sigma)=e^{\sigma}$ folgt schließlich das plausible Ergebnis:

$$1+\varepsilon_n(\sigma)\big|_{n\to\infty}=\frac{1+\varepsilon_{\infty}}{1+\varepsilon_{\infty}e^{\sigma}e^{-\sigma}}=1,$$

dass in einer Maschine mit unendlich vielen Druckwerken die Eingangsstörung gemäß Voraussetzung 2 das letzte Druckwerk nie erreicht.

Neue Neue Medien

Dr.h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried

Geboren 1941 in Esslingen am Neckar, 1956 Lehre als Buchdrucker und mehrjährige Tätigkeit als Buch- und Offsetdrucker, 1966-1969 Studium an der Höheren grafischen Fachschule mit Abschluß an der - durch die Studienreform umbenannten - Staatlichen Ingenieurschule für Wirtschafts- und Betriebstechnik - der heutigen Hochschule der Medien, Stuttgart. 1969 - 1973 Tätigkeit als Betriebsleiter in Druckereien. 1973 - 2006 Referent beim VDMA und Geschäftsführer der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. und der PRINTPROMOTION GmbH. Ehrendoktor der Moskauer staatlichen Universität für das Druckwesen und Ehrenmitglied des VDD.

Eine Definition des Begriffs „Neue Medien“ nach Wikipedia 2008

Der Begriff „Neue Medien“ (Neue Dienste) bezeichnet neue Medientechniken oder neue Medien und taucht immer wieder im Wandel der Zeit auf. Anfänglich wurde damit das Radio bezeichnet, in den Anfängen des Fernsehens wurde er für dieses gebraucht und mit dem Aufkommen von Videotext und BTX wurden diese als Neue Medien ausgezeichnet. Seit Mitte der 90er Jahre ist er für die digitalen Medien gebräuchlich. Heutzutage werden als Neue Medien meistens Medien bezeichnet, die auf Daten in digitaler Form zugreifen, also z. B. E-Mail, World Wide Web, DVD, CD-ROM, MP3, usw..
Im engeren Sinne sind Dienste gemeint, die über das Internet möglich sind.

Kennzeichen der Neuen Medien ist der interaktive Umgang mit rechnergestützten digitalen Daten. Die Digitalisierung von Informationen, Ton, Bild, Bewegtbild, usw. und die Weiterentwicklung der Kompressionsverfahren ermöglichten die Bewältigung der großen Datenmengen. Manchmal wird auch der Begriff Multimedia durch den der Neuen Medien ersetzt, da durch die Digitalisierung die Integration von allen möglichen Kommunikationswegen wie Sprache und Text, Video und Audio, Telekommunikation, Unterhaltungselektronik und Computertechnik geschehen kann und dieses Zusammenwachsen bezeichnend ist für die Angebote der neuen Informations- und Medienwelt.

Jede Epoche hat neuen Medien

Bis zur Erfindung des Telefons durch Alexander Graham Bell und Philipp Reis und der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch Heinrich Rudolf Hertz in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts war das gedruckte Wort seit der Erfindung des Buchdrucks durch Johannes Gutenberg über 400 Jahre lang das dominierende Massenmedium.

Allerdings sollten noch ein paar Jahrzehnte vergehen, bis die „Neuen Medien“ öffentliche Anwendung fanden. Die erste Radiosendung in Deutschland wurde am 22. Dezember 1920 durch den posteigenen Langwellensender in Königs Wusterhausen gesendet. Noch vor dem Aufkommen dieses neuen Mediums hat bereits 1913 der deutsche Altphilologe, Journalist und Chefredakteur der Nürnberger Zeitung, Wolfgang Riepl, in seiner Dissertation über „Das Nachrichtenwesen des Altertums mit besonderer Rücksicht auf die Römer“ ein „Grundgesetz der Entwicklung des Nachrichtenwesens” formuliert, das als die früheste Fassung der These vom Komplementärverhältnis der Medien gelten kann.

Das so genannte Riepl‘sche Gesetz der Medien besagt, dass kein Instrument der Information und des Gedankenaustauschs, das einmal eingeführt wurde und sich bewährte, von anderen vollkommen ersetzt oder verdrängt wird. Schon Riepl kommt zu dem Schluß: “Die Rede vom „Ende des Buchzeitalters” beruht auf der Vorstellung, dass ältere Medien durch neue Medien im Rahmen einer von Konkurrenzverhältnissen gekennzeichneten Wettbewerbssituation verdrängt

Abb. 1: Der Mensch als Appenix der Technik oder eine Symbiose Technik/Mensch? Werbeplakat für den mp3 player 2008

werden“. Diese Annahme hatte einige Jahrzehnte Bestand, wird allerdings auf Grund der digitalen Medienentwicklung inzwischen differenziert angesehen, da es viele Beispiele gibt, wo neue Techniken „alte Medien“ durch „Neue Medien“ ablösten, wie zum Beispiel die Trägermedien CD und DVD ihre Vorgängertechnologien Schallplatte und VHS-Kassette verdrängt haben und das Telefax das Telex ersetzte. Die neuen Medien substituieren erheblich auch die Funktionen der „alten“ Medien wie z. B. Podcast und mp3 die Radionachrichten und das online Internet-Fernsehen das „klassische“ Fernsehen. Somit ist die optimistische Lesart des Riepl´schen Gesetzes, das der Druckindustrie häufig als Alibi für die Überlebensfähigkeit diente, nicht mehr haltbar. Funktionale Differenzierung in reifen Medienmärkten bedeutet immer, dass auch eine Substitution stattfindet bzw es Verlierer und Gewinner gibt.
Eine zielgerichtete visionäre und idealisierte Interpretation der Medienentwicklung hat in den vierziger Jahren des letzten Jahrhunderts bereits der französische Jesuit, Philosoph und Anthropologe Marie-Joseph Pierre Teilhard de Chardin[1] gegeben. Er prognostizierte eine planetarische Ausbreitung einer „Noosphäre”, einer Vernunftsphäre als einer Form höheren kollektiven Bewusstseins der Menschheit. [1]

Bei Teilhard de Chardin mündet diese Vision in einer idealisierten „totalen Humanisierung”. Die Debatte um die Zukunft des Internets und der digitalen Medien knüpft zum Teil explizit an Teilhard de Chardin an, wenn sie die weltweite Vernetzung der Rechner als einen Vorgang deutet, der zur Herausbildung eines „globalen Nervensystems“, eines „Weltgehirns”, eines „Hyperkortex” führen müsse, dessen Infrastruktur von den neuen Kommunikationstechnologien wie dem World Wide Web gebildet werde.

Die Vision dieser Netz-Utopien ist die eines Zusammenwachsens von Mensch und Maschine, Biologie und Technik, sei es durch „Interfaces”, die eine solche Verbindung übergangslos herstellen, durch technische Implantate oder neue virtuelle Existenzformen im „Cyberspace”, in denen Realität und Virtualität zusammenfliessen oder sich gänzlich aufheben.

Mit dem Beginn und der globalen Verbreitung des Fernsehens entwickelten sich vor allem in Nordamerika erste systematische Ansätze für wissenschaftliche Medienforschung und Medientheorien. Als Teile der Medientheorie werden Forschungsansätze verstanden, die das Wesen und die Wirkungsweise von Einzelmedien oder der Medien generell mit Hilfe der Kommunikations- und Informationstheorie zu erklären versuchen. Häufig werden die Medienwissenschaft bzw. die Medientheorien eher als Philosophien der Medien verstanden, die unterschiedliche geisteswissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Erkenntnisse postulieren.

Die Chicagoer Schule in den 1920er- und 1930er-Jahren sah die US-amerikanische Medienwissenschaft (“Media studies”) und die amerikanische Gesellschaft an der Schwelle zum Wandel zu einer reinen Demokratie.

1 Marie-Joseph Pierre Teilhard de Chardin, * 1. Mai 1881 in Orcines in der Auvergne , † 10. April 1955 in New York

Die „Torontoschule“ und die Medienwissenschaftler Harold Adams Innis, Eric A. Havelock, George Grant, Derrick de Kerckhove und als bekanntester Vertreter, Herbert Marshall McLuhan[2] befassten sich intensiv mit der Erforschung der Medientheorie.

Auf Grundlage der in den 1940er Jahren von Innes postulierten universalgeschichtlichen Untersuchung der Einflüsse und Effekte von Kommunikationsmedien auf die Formen sozialer Organisation, die dabei insbesondere die Entstehung von Wissensmonopolen (monopolies of knowledge) und ihre Institutionalisierung betrachtete, prognostizierte letztendlich McLuhan in seinem, auch für die Print-Medien Industrie bedeutsamen Buch 1962 „The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man (Die Gutenberg Galaxis: Das Ende des Buchzeitalters)“ bereits den Untergang des Buchs im multimedialen Zeitalter.

Ungeachtet der eigenen Prognose vom Ende des Buches publizierte McLuhan mehrere Bücher, darunter 1964 sein zweites zentrales Werk, „Understanding Media“ (Magische Kanäle), The Extensions of Man und 1967 „The Medium is the Message“.

Seine stark kulturkritischen Kommunikationstheorien basierten auf dem anthropologisch begründeten Gedanken, dass der Einfluß der elektronischen Medien – insbesondere der des „heißen”, d. h. vom Rezipienten nicht mehr kontrollierbaren Medium des Fernsehens – über die Funktion als Botschaftsvermittler hinausgehe und die menschliche Natur grundlegend wandle. Ferner verwies McLuhan auf die Notwendigkeit der Einbeziehung der durch die elektronische Medien verursachten Veränderungen in der Alltagskultur.

Mc. Luhan bezeichnet in seinem Werk die von Theilhards de Chardin angedachte Noosphäre als „kosmische Membran, die sich durch die elektrische Erweiterung unserer verschiedenen Sinne rund um den Globus gelegt hat“, also als „ein technisches Gehirn für die Welt“.

2 Herbert Marshall McLuhan , * 21. 7.1911, † 31. Dezember 1980 in Toronto

Aus McLuhans medientheoretischen Schriften lässt sich ein vierstufiges Phasenmodell ableiten, dessen Stufen jeweils eine Phase der Menschheitsentwicklung repräsentieren:

- In einer ersten vorschriftlichen Entwicklungsstufe erfasst Kommunikation den gesamten Menschen, weil sie neben der Sprache auch die anderen Sinne des Menschen mit einbezieht, also noch stark **audiodaktyl** bestimmt ist;
- In der zweiten Stufe, gekennzeichnet durch die Erfindung des phonetischen Alphabets, in welchem Zeichensystem und Bezeichnetes willkürlich, bloß durch Konvention verknüpft erscheinen, erfolgt eine erste Fragmentierung der sensorischen Fähigkeiten des Menschen, bei Überbetonung seines Gesichtssinnes.
- Auf der dritten Stufe entsteht der „typographic man”. Die Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern bildet nach McLuhan die Basis für die Dominanz der linear-kausalen, logischen Denkgewohnheiten des modernen Menschen, wobei im 19. Jahrhundert mit dem Auftreten neuer – wie er sagt: „elektrischer” – Medien der Prozess zur Ablösung der Gutenberg-Galaxis einsetzt, also der Prozess der Ablösung der Druckmedien.
- Auf der vierten Stufe schließlich, am Ende des 20. Jahrhunderts (und hier befinden wir uns noch), entsteht eine neue Galaxis, die den Menschen wieder in allen seinen sensorischen Kapazitäten beansprucht, also wieder ganzheitliche Kommunikationsformen entstehen lässt. [2], [3]

Die Thesen McLuhans fanden insbesondere bei der Jugend grossen Anklang und man sprach bereis von McLuhanismus. Arthur M. Schlesinger jr., Sonderberater der Präsidenten Kennedy und Lyndon B. Johnson. definierte den McLuhanismus jedoch so: „Eine chaotische Kombination von blanker Behauptung, raffinierten Raten, falschen Vergleichen, verblüffender Einsicht, hoffnungslosem Unsinn, gekonntem Schockieren und Schauabziehen, Witz und orakelhafte Mystifizierung, das alles frech und willkürlich zu einem endlosen und anmaßendem Monolog zusammengemixt. Doch meiner Ansicht nach ist darin auch eine tiefernste These enthalten.“

Die Reaktionen auf McLuhans Bücher bewiesen das erwachte Interesse an der Mediendiskussion, d. h. dem Einfluss der Medien auf die Gesellschaft. Es ist nicht verwunderlich, dass seit der Erfindung des Massenmediums Buchdruck und der dadurch erst möglich gewordenen Verbreitung des Wissens sich eine neue Disziplin Medienwissenschaft formierte, die sich bei den Geisteswissenschaften und dort insbesondere im Dunstkreis der Soziologie und Philosophie ansiedelte. Die selbsternannten Mediengurus orakelten über das gedruckte Medium und sahen das Ende der Gutenbergära und sprachen bereits vom Marconi-Zeitalter[3], obwohl zum damaligen Zeitpunkt noch nicht absehbar sein konnte, wie sich die „elektrischen" Medien zu den digitalen Medien wandeln werden und auch in keiner Vision die Internetwelt vorstellbar war.

Der griechisch-amerikanische Informatiker Nicholas Negroponte[4] vom MIT (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA) publiziert unter dem Titel Being Digital (Total Digital) 1995 einen Bestseller. Darin beschreibt er die Entwicklung der Informationstechnologie und prognostiziert, dass „die interaktive Welt des *Entertainments* und die Welt der Information letztendlich einem Konvergierungsprozeß unterliegt, in dem die Medien Fernsehen, Video, Telefon, Film, Zeitungen, Magazine, Bücher und der sie alle involvierten Computer verschmelzen werden". Er sagte voraus, dass alles, was digitalisiert werden kann, auch digitalisiert wird und die allgegenwärtige Präsenz der digitalen Medien vom Mobiltelefon bis zum digitalen interaktiven Fernsehen zu einem „Digital Lifestyle" führt. [3]

Die digitalen Medien wie Wikipedia, Youtube, Google, Yahoo usw. werden zu einer neuen Kultur führen, über deren Auswirkungen auch heute nur spekuliert werden kann. Es ist nicht gerade das Ergebnis hochwissenschaftlicher Medienforschung, wenn Negroponte in einem Interview mit der SZ im Jahr 2007 zu dem Schluss kommt: "Diese ganze Papier gebundene Industrie wird verschwinden, Nachrichten aber werden nicht verschwinden" und weiter auf die Frage: „Keine Zeitung mehr?", antwortete Negroponte: „Klar wird es Zeitungen geben, aber sie werden nicht mehr auf Papier gedruckt sein. Es wird vermutlich ein anderes, elektronisches Trägermedium sein. Dennoch: In zwanzig, dreißig Jahren wird es mehr Journalisten geben als heute, nicht weniger. Die News, die Information, wird vermutlich an Wert wachsen, aber nicht das Papier, auf das sie heute noch gedruckt sind. Man will Diskussionen, News-Analysen, Meinungen, also die Tiefe der Information, aber nicht mehr das Trägermedium - hergestellt aus toten Bäumen. Denken Sie nur an gedruckte Aktienkurse auf Papierseiten: Das ist heutzutage absurd, wenn es die Kurse in Echtzeit online gibt."

Medienforschung und die Print Medien

Eine Antwort zu den Zukunftsfragen der Print- Medien kann, wie sich gezeigt hat, von der Medienforschung und der Kommunikationswissenschaften nicht erwartet werden. Die Medienwissenschaft betrachtet sich eher als eine Disziplin der Geisteswissenschaft und beschäftigt sich vorzugsweise mit den theoretischen Ansätzen der Massenmedien und der öffentlichen Kommunikation und ist nicht in der Lage, sich mit der technischen Machbarkeit der Medien zu befassen. Schwerpunkte der Forschungsobjekte sind primär die „neuen" Medien bzw. die Interaktion der Non-Print-Medien Hörfunk, Fernsehen und Internet und der Wirkung dieser Medien auf das Verbraucherverhalten und die gesellschaftlichen Auswirkungen. In der Mediendiskussion spielen die stoffgebundenen Print-Medien in der Interaktion zu den Non-Print Medien eine Aussenseiterrolle, wobei die Schnittmenge dieser beiden Mediengattungen begrenzt sind. Die Druckindustrie ist daher wie in der Vergangenheit bei Prognosen, die die Zukunft betreffen, auf die klassische Hochrechnung von Vergangenheitswerten angewiesen

3 Guglielmo Marchese Marconi * 25. April 1874 in Bologna; † 20. Juli 1937 in Rom, italienischer Physiker und Elektroingenieur, war ein Pionier der drahtlosen Telekommunikation und gilt als einer der ersten Funkamateure. In Würdigung seiner Leistungen erhielt er den Nobelpreis für Physik und nach ihm wurde der Asteroid (1332) Marconia benannt.

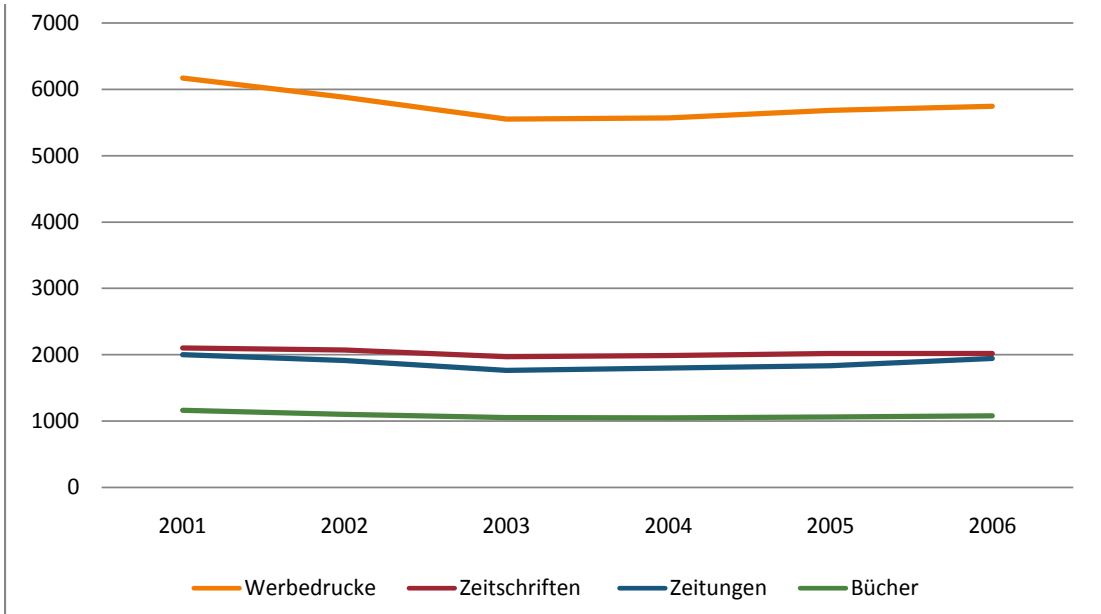
4 Nicholas Negroponte * 1943 in New York City, ist ein amerikanischer Computerforscher und Gründer des MediaLab am Massachusetts Institute of Technology

Print im Medienmix

Die Print-Medien decken generell in der Nutzung und in Bezug auf den Informationsgehalt und die Nachhaltigkeit unterschiedliche Marksegmente ab. Es ist daher immer problematisch, wenn pauschal über die Printmedien spekuliert wird. Während der Verpackungsdruck Steigerungsraten aufweist, ist der Umsatz in den unterschiedlichen Produktionsgruppen stabiler, als die Mediendiskussion vermuten lässt. (siehe Tabellen 1 + 2)

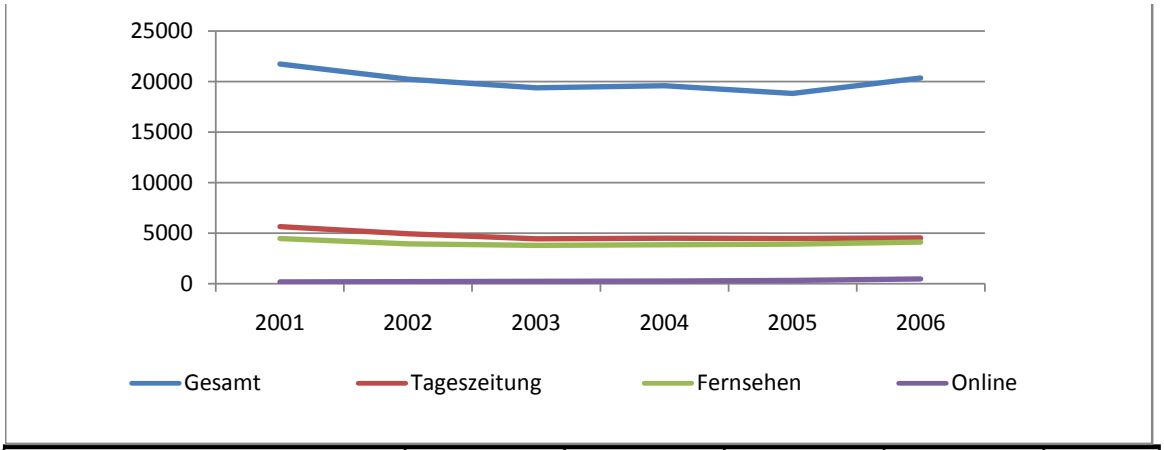
Die Tageszeitung, die auch von der Aktualität der Nachrichten lebt und damit immer im direkten Wettbewerb mit den Non-Print-Medien Rundfunk und Fernsehen stand, wird nun durch das Internet, das realtime im globalen Umfang zeit- und programmunabhängig aktuelle Nachrichten anbietet, konfrontiert. Ferner stehen die Tageszeitungen einer sich differenzierenden Gesellschaft mit zunehmend individualisierten Lebensmustern und -milieus gegenüber. Das universale „Ein für alle"-Medium, das die Tageszeitung gerade im Regionalbereich darstellt, kann dem zunehmend weniger gerecht werden. [7]

Bereits in den achtziger Jahren des 20. Jhd. kam bei den Zeitungsverlegern die große Furcht auf, dass die damals „Neuen Non-Print-Medien" Kabelfernsehen, Bildschirmtext, Videotext, Bildplatte, Satellitenfernsehen usw. das Ende der Tageszeitung bedeuten. Eine andere Fiktion war die stoffgebundene Faksimilezeitung, die zunehmend mit der Entwicklung neuer Kopier- und Druckverfahren konfrontiert wurde. Die Zeitungsverleger investierten Millionen in diese Techniken. Es hat sich jedoch gezeigt, dass sich



Umsatz in Mio. Euro						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Werbedrucke	6172	5882	5551	5568	5683	5744
Zeitschriften	2100	2070	1972	1989	2020	2017
Zeitungen	2001	1915	1764	1799	1835	1942
Bücher	1163	1102	1055	1049	1060	1078

Tabelle 1: Betrachtet man die Umsatzentwicklung in der Druckindustrie nach Marktsegmenten, so zeigen sich die Print-Medien unverändert stabil. Auch sind keine signifikanten unterschiedlichen Entwicklungne bei den Produktgruppen festzustellen [9]



Werbeeinnahmen in Mio. EURO						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gesamt	21723	20241	19384	19583	18834	20350
Tageszeitung	5642	4937	4454	4502	4477	4533
Fernsehen	4469	3956	3811	3860	3930	4114
Online	185	227	246	271	332	495

Tabelle 2: Die Verteilung der Werbeinnahmen in Deutschland in den letzten Jahren verlief für die Print-Medien Industrie robuster als die Medienberichte vermuten lassen.

aus dieser Entwicklungswelle der Medien bis heute keine allzu dramatische Substitution für die Tageszeitung ergeben hat und die Papierzeitung weiterhin einen wichtigen Part im Informationsangebot spielt.

Die Print-Medien und insbesondere die Zeitungsverleger verzeichnen gegenwärtig eine deutlich spürbare Marktverschiebung und sind bestrebt, den Zugang zu den Non-Print-Medien zu suchen. Laut „Der Spiegel“ vernachlässigen jedoch gegenwärtig die Zeitungsverleger aus Angst, im Internet die Zukunft zu verpassen und bei den Werbeeinnahmen leer auszugehen, das konventionelle Geschäft mit den Tageszeitungen. Holzbrink investiert 85 Mio. Burda 65 Mio. und Springer 130 Mio. in fragile Online Dienste. Erinnerungen an die BTX und Dotcom-Blase werden wach. Dennoch ist die Furcht der Zeitungsverleger nicht unbegründet. Zwischen 1991 und 2006 büßten die deutschen Tageszeitungen über 12 % ihrer Auflage ein. Von 2000 bis 2005 sind die Umsätze um 17 % gefallen. In der Altersgruppe der 14- bis 29-Jährigen ist die Reichweite von Online-Medien schon weit höher als die der Tageszeitungen. [6]

Das Internet und die Online-Dienste haben eine andere Qualität als die in den achtziger Jahren von Staatsmonopolen angebotene Fernsehdienste wie BTX etc. Das Internet bietet mehrfache Zusatznutzen und wird nicht von Kirchen, Rundfunkräten oder FSK (Freiwillige Selbstkontrolle der Filmwirtschaft) gegängelt. Trotz vielfacher Bemühungen ist es den Regierungen noch nicht gelungen, die „user“ über Gebühreneinzugszentralen zu reglementieren oder einen politischen Einfluss zu nehmen. Selbst für autoritäre Staaten wird es langfristig schwer sein, das Internet total abzuschotten und eine totale Zensur durchzusetzen.

Festgestellt werden muss jedoch, dass durch das Internet viele Marksegmente, die lange Jahre von der Druckindustrie bedient worden sind, über Nacht verschwunden sind und sich die Techniken durchsetzen, die einfach, schnell und kostengünstig angeboten werden. Grosses Aufsehen erregte in der Medienwelt die Ankündigung des Brockhaus Verlag am 11. Februar 2008, dass die 21. Druckausgabe der Brockhaus Enzyklopädie die letzte sein wird, da Marktanalysen zeigten, dass die Kunden künftig Sachinformationen in erster Linie online beziehen. Der Brockhaus soll

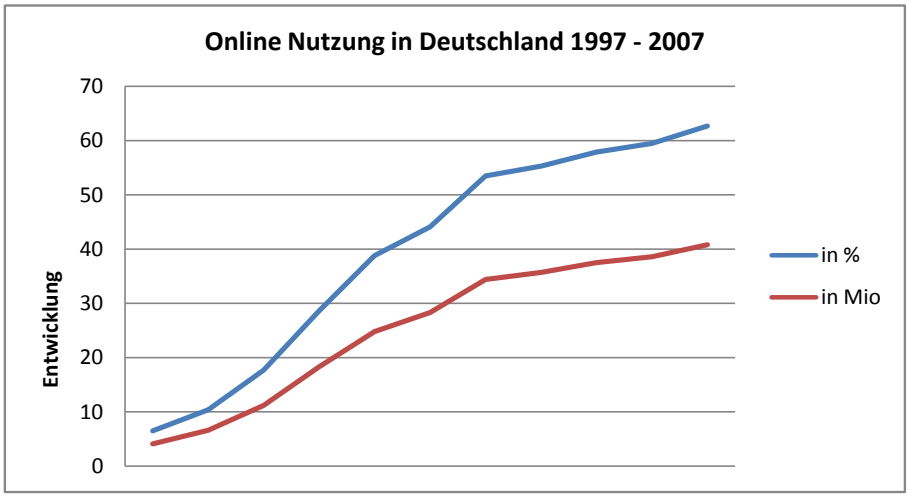


Tabelle 3: Das Internetwachstum in Deutschland 1997 - 2007

werden, finanziert über Online-Werbung. Ähnlich wird es anderen Marktsegmenten der Druckindustrie ergehen, wie z. B der Enzyklopädie der modernen Warenwelt, dem Quelle Katalog. Das Versandhaus hat angekündigt, den 1.500 Seiten umfassenden Katalog mit zuletzt mehr als 80.000 Artikel ausschließlich ins Net zu stellen. Nicht zuletzt hat 2008 die Deutsche Bahn beschlossen, die Herausgabe des Bahn-Kursbuchs einzustellen.

Anfang 2006 hatte Wikepedia noch überlegt, unter dem Namen WP 1.0 eine deutsche Printausgabe zu veröffentlichen. Die Enzyklopädie sollte 100 Bände umfassen und der Vertreiber Zenodot hat ausgerechnet, dass mit den 100 Bänden – jeder sollte einen Umfang von 800 Seiten haben – ein komplettes IKEA-Bücherregal gefüllt werden kann. Das Projekt konnte jedoch aufgrund des zu hohen Aufwands nicht wirtschaftlich umgesetzt werden.

Internet, Wiki und Digits sind die Zukunft

Kein Medium hat sich bisher schneller verbreitet, als das Internet. Dieses Medium ist die Basis für neue grenzenlose Kommunikation und Geschäftsmodelle. Wikipedia, You Tube, My Space, Second Life, Google und Tausende von Blogs scheinen erst der Auftakt zu einer weltumspannenden „Wiconomic“ zu sein. Hypertext und Hypermedia reduzieren Inhalte in windows typografie mittels magic buttons auf hot spots. Mit dem iPhone kann man für den Preis, stets geordet werden zu können, jederzeit, wo immer man sich aufhält, ins Internet gehen und alle Angebote des globalen Datenverkehrs nutzen

Innerhalb der letzten 10 Jahre stieg der Anteil der Internet-Nutzer in Deutschland von 6,5 % (1997) auf 62,7 % (2007). Damit haben aktuell 40,8 Millionen Deutsche ab 14 Jahren Zugang zur Internet-Welt. Allein im letzten Jahr sind 2,2 Mio neue Anwender hinzugekommen. Der Zuwachs geht vor allem von Frauen und über 60-Jährigen aus. 57 % der weiblichen Bevölkerung sind online (2006: 52,4 %). Unter den über 60-Jährigen nutzt inzwischen jeder Vierte (25,1 %; 2006: 20,3 %) das Netz. Das höchste Wachstum wird auch zukünftig von den Älteren ausgehen. Bereits heute sind mit 5,1 Mio. über 60-Jährigen mehr „Silver Surfer“ im Netz als 14- bis 19-Jährige (4,9 Mio.).[8]

Unter dem Begriff „Future Internet“ wird weiter daran geforscht, wie sich das Internet der Zukunft entwickeln wird und ein Ende der Anwendungsmöglichkeiten ist nicht in Sicht. Wir können somit gespannt sein, ob die totale Informationsbereitstellung zu dem von dem Jesuiten Teilhard de Chardin visionär angedachten höheren kollektiven Bewusstseins der Menschheit führt. Die bisherige Entwicklung lässt hierzu jedoch grosse Zweifel aufkommen. Sicher dürfte dennoch sein, dass diese „Neuen Wiki-Medien“ eine Basis bieten für ein neues Zeitalter des kulturellen und sozialen globales Miteinanders, bis hin zu einer „brand new economy“.

Mit den heutigen „Neuen Techniken“ und insbesondere dem monopolunabhängigen Medium Internet müssen sich die klassischen Lesemedien, die Bücher, die Tageszeitung und die Zeitschriften ernsthaft auseinandersetzen und neu definieren, wobei sich mit Sicherheit nicht die „Neuen Medien“ an den „Klassischen Medien“ orientieren werden, sondern eher umgekehrt. Allerdings schiessen wieder einmal einige der Auguren weit über das Ziel hinaus, wenn wieder einmal der Abschied vom Papier als Schauplatz der Schrift und der Abschied vom Alphabetisch-Literarischen als Medium des Wissens durch die Hypermedien und durch die digitale Datenverarbeitung von multimedialem Material prognostiziert wird [10]. Es bleibt spannend.

Verwendete Literatur

[1] Enzyklopädie Wikipedia

[2] Ernst Fischer, Professor am Institut für Buchwissenschaft der Universität Mainz „Ende des Papiers?“ Kritische Überlegungen zur Medienprognostik. In: Forum Medienetechnik 1998, Nr. 2: Ende des Papiers – Schriftkultur am Ende? Stuttgart 1998, S. 42-49.Encarta Enzyklopädie

[3] Marshall McLuhan: The Gutenberg Galaxy, London (dt. Ausgabe: Die Gutenberg-Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters, Bonn u.a. 1995)
McLuhan, The Medium Is the Massage: An Inventory of Effects (1967; Das Medium ist die Message)

[4] Negroponte, N. (1995). Total Digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder die Zukunft der Kommunikation. München 1997. ISBN 3570122018

[5] Perspektiven Studie zum technischen Strukturwandel im Print- und Medienbereich, UGRA, St. Gallen, Dezember 2002

[6] Der Spiegel 23/07, auf der Flucht S. 106 - 108

[7] Peter Glotz/Robin Meyer-Lucht, Band 12 der Reihe «Medien und Märkte» der UVK Verlagsgesellschaft mbH, Konstanz
Online gegen Print. Zeitung und Zeitschrift im Wandel

[8] ARD/ZDF-Onlinestudie 2007

[9] Statistisches Bundesamt/bvdm Statistik

[10] Norbert Bolz, Am Ende der Gutenberg Galaxis, München, ISBN 3-7705-2871-9

Vergleich von Einzweck- und Mehrzweck-Kombiprozessen Kostenort und Funktionsvorteile im UV-Bogenoffset

Diplom-Wirtschaftsingenieur (FH) Michael Nitsche

Leiter Technologietransfer im MAN Roland Competence Center. Seit 2007 dort zuständig für die Schulung der Maschinen- und Applikationstechnik des weltweiten MAN Roland-Vertriebsnetzes.
Davor 12 Jahre Produktmarketing Bogen, 7 Jahre Produktmanagement, 7 Jahre Journalist und Zeitschriftenleiter, 3 Jahre Vertrieb von Druckhilfsmitteln.

Der UV-Bogenoffset ist ein Premiumverfahren mit zahlreichen Vorteilen gegenüber dem konventionellen Bogenoffset. Diese Vorteile zeigen sich einerseits in der höherwertigen optischen, haptischen oder anderweitig sensorisch erlebbaren Qualität des Druckprodukts (Glanz, Schärfe, Fingerschmiegsamkeit) – andererseits in der Produktionsschnelligkeit und allgemeinen Abschmiersicherheit. Drittens in seiner Eignung für alle Arten von Plastik, Folien und kaschierten Materialien.

Das hat seinen Preis. Der UV-Bogenoffset läuft auf speziell ausgestatteten Druckmaschinen, er benötigt spezielle Fachkräfte, Verbrauchsmaterialien und Betriebsstoffe, und schließlich bedeutet seine Handhabung in der Regel eine veränderte Produktivität im Druck (Rüstzeiten, Produktionsgeschwindigkeit).

Der Einstieg in den UV-Bogenoffset ist nicht in erster Linie eine technische Entscheidung, sondern eine unternehmerische. Der UV-Bogenoffset ermöglicht im Unterschied zum konventionellen Bogenoffset den Zugang zu neuen Marktsegmenten und Käufergruppen in gehobener Position. Diese sind bereit, für den UV-Premiumeffekt einen höheren Preis zu bezahlen als für normale Offsetware. Das Marktverhalten ist stabil, die UV-Anwendung wächst seit vielen Jahren kontinuierlich.

Dem Mehrpreis für UV-Ware steht allerdings ein höherer Kostenaufwand in der Produktion gegenüber, wobei dieser mit dem Grad der technischen und organisatorischen Beherrschung des Verfahrens variiert. Für die Ermittlung des Kostenorts ist es neben einem geeigneten Rechenmodell daher notwendig, eine Best Practice Bedingung zu definieren, in der die Druckmaschine und ihre Ausstattung sowie die Verbrauchs- und Betriebsstoffe im UV-Betrieb zueinander optimiert sind. Dieser Optimierungsprozess kann für die Beteiligten langwierig sein. Eine Hilfe stellt hier der neue PrintCity Best Practice-Ratgeber UV-Bogenoffset dar, der jetzt in 2. Auflage erschienen ist.

Der vorliegende Beitrag beschreibt in Kurzform das Ergebnis einer Gemeinschaftsarbeit der PrintCity-Arbeitsgruppe UV. Dieser Gruppe gehören Experten der Firmen adphos-Eltosch, Sun Chemical, Sappi, UPM, MAN Roland, Trelleborg, Merck und Böttcher an. Ziel dieser Arbeit war und ist die Herausgabe des PrintCity UV-Best-Practice-Ratgebers in einer thematisch erweiterten 2. Auflage. Kernstück der Erweiterung ist ein UV-Kostenmodell in Verbindung mit Best-Practice-Zieldaten. Das Ergebnis dient gleichermaßen Praktikern und Neueinsteigern in den UV-Bogenoffset.

Das Rechenmodell

Im Rahmen der Projektarbeit hat die PrintCity-UV-Arbeitsgruppe ein Rechenmodell zur Ermittlung des Kostenorts für UV-Anwendungen entwickelt und angewandt. Tabelle 1 zeigt, welche Druckverfahren (Spalte 2) auf welchen Maschinen (Spalte 3) miteinander leistungs- und kostenmäßig verglichen wurden. Hier ist anzumerken, dass UV-Bogenoffset nicht nur eine Anwendung ist, sondern mehrere, die sich hinsichtlich der eingesetzten Farben und Lacke (klassisch, Hybrid) und des Druckbetriebs (Reinbetrieb,

Mischbetrieb, Wechselbetrieb) unterscheiden. Die Definitionen sind:

- UV-Reinbetrieb: UV-Druck (und UV-Lack) tagein tagaus, durchgängig über das ganze Jahr. Hierfür wird eine speziell ausgestattete UV-Maschine benötigt.
- UV-Wechselbetrieb: Aufträge im konventionellen Offsetdruck und solche im UV-Bogenoffset wechseln sich periodisch ab, mit entsprechender Umrüstung der Maschine. Dieser Wechselbetrieb bedingt eine UV-Kombimaschine.
- UV-Mischbetrieb: In der Druckmaschine werden einige Werke mit konventionellen Medien (Farbe, Lack) betrieben, andere mit UV-Medien, bei ein und demselben Auftrag. Primer-UV ist die bekannteste Variante. Hier wird eine UV-Mehrzweckmaschine benötigt.

Tabelle 2 stellt dar, welcher Typ Druckarbeit als Grundlage für die Kalkulation diente, insbesondere für die Berechnung der Materialkosten wie Papier, Farbe und Lack. Es wurden zwei verschiedene Typen Druckarbeit gewählt, um den Besonderheiten der Segmente Werbe- / Verlagsdruck und Verpackung Rechnung zu tragen. Weitere Parameter für die Berechnung waren:

- Auflagen 3.000, 5.000 und 15.000 Bogen in den Anteilen 35%, 45%, 20% einer fiktiven Jahresproduktion
- Zwei Produktionsschichten (3.750 Jahresstunden)
- 1,5 Mann Personal pro Maschine, ein Drucker und 50 Prozent einer Hilfskraft, das heißt zwei Mann im Rüstprozess
- Werte für Abschreibung gemäß KLR-Grundlagen des bvdm
- Kosten inklusive Druckplatte, aber ohne Weiterverarbeitung.

Ziel war es, die Parameter so zu setzen, dass sie ein möglichst repräsentatives Abbild eines großen Teils der betrieblichen Praxis ergeben, um am Ende eine Grundaussage mit möglichst breiter Gültigkeit zu erhalten.

Für die Ermittlung der Investkosten wurden optimal ausgestattete Maschinen für jeden der betrachteten Druckprozesse zugrunde gelegt. Sie bilden die Basis für Best Practice-Zielwerte im betrieblichen Alltag mit Blick auf kurze Rüstzeiten und hohe Fortdruckleistung. Der Unterschied zwischen der einfachsten Maschinenvariante und der komplexesten beträgt etwa 25 Prozent.

Für die Ermittlung der Verbrauchskosten wurden handelsübliche Einzelpreise ermittelt und die Verbräuche anhand der o.g. Druckformen berechnet (Farbe, Lack, Papier). Dazu kommen die Kosten für maschinenbedingtes Verbrauchsmaterial (Walzen, Gummitücher, Lampen). Hierfür gibt es gesicherte Statistiken für Wechselhäufigkeiten, die in das Rechenmodell eingeflossen sind.

Warum Best Practice-Zielwerte? Obwohl schon einige Jahrzehnte alt, ist doch das UV-Verfahren im industriellen Sinne mit unter drei Prozent an der Gesamtjahresproduktion Print weltweit ein noch kleines Segment mit relativ hoher Leistungsdivergenz. Ursache dafür ist einerseits die teilweise unglaublich hohe Komplexität und Finesse der Druckarbeiten – immerhin wird dem Kunden ein Premiumerzeugnis versprochen, was sich unter anderem auch im Aufbau der Druckform niederschlägt. Eine andere wichtige Ursache für die Divergenz liegt in der unterschiedlichen handwerklichen Beherrschung des UV-Verfahrens und in den teilweise enormen Qualitätsunterschieden der Verbrauchsmaterialien und Betriebsstoffe, die noch dazu einem hohen Evolutionstempo, also Veränderung unterliegen. Best Practice setzt also voraus, dass das Spektrum der Einsatzparameter in jeder Hinsicht optimiert ist, bis hin zur betrieblichen Organisation und Qualifikation der Mitarbeiter.

Ergebnisse und Vergleiche

Die Ergebnisse sind als 1.000-Bogen-Preis für Auflagen von 1.000 bis 100.000 in absoluten Werten gerechnet. In der Darstellung in Tabelle 1 wird aus Gründen der Vereinfachung auf die Jobgröße 10.000 Bogen Bezug genommen, und alle

PrintCity ist der branchenübergreifende Zusammenschluss von Best-in-Class-Unternehmen der grafischen Zulieferindustrie mit dem Ziel, komplexe Themen der Alltagspraxis unter verschiedenen Aspekten allumfassend zu analysieren, zu entwickeln und zu publizieren. Das Thema UV-Bogenoffset ist ein Beispiel von vielen.

Zahlen werden in Prozentwerten angegeben. In allen Berechnungen stellt der konventionelle Bogenoffset mit Lack die Referenzgröße dar (100). Zunächst Einzelvergleiche.

(Zeilen 1 und 2) Der Kostenunterschied der Dispersionslackierung im konventionellen Offsetdruck im Vergleich zum lacklosen Druck beträgt etwa sechs Prozent. Vorteile der Lackierung sind Oberflächenschutz und Glanzwirkung sowie schnelle Weiterverarbeitung. Grundsätzlich können mit dem Lack auch Sondereffekte erzielt werden.

(Zeilen 1 und 3) UV-Bogenoffset ohne Lack ist etwa sechs Prozent kostenintensiver als konventioneller Bogenoffset ohne Lack. Beide Verfahren haben den Vorteil, dass ohne Lacküberzug die Oberflächeneigenschaften des Papiers besser zur Geltung kommen, wenn dies angestrebt wird. Dies gilt insbesondere für mattgestrichenes Papier, das im hochwertigen Werbebereich große Nachfrage findet. Allerdings gibt es ohne Lack für den Papierstrich keinen mechanischen Schutz beim Bogentransport durch die Weiterverarbeitung und im späteren Gebrauch. Für den UV-Offset sprechen in dieser Konstellation markierungsfreier Druck des Druckbilds und die Schnelligkeit der Weiterverarbeitung. Ein besonderes Augenmerk muss auf die UV-Farbhaftung und Abriebfestigkeit gerichtet werden.

(Zeilen 2 und 3) Ein ungewöhnlicher Vergleich: UV-Offset ohne Lack versus konventioneller Offsetdruck mit Lack. Hier konkurrieren zwei Prozesse, die kostenmäßig etwa pari liegen. Für UV spricht in diesem Fall der höhere Kratz- und Scheuerschutz für das Druckbild, die schnelle Weiterverarbeitung und der Wegfall störender Reflexe beim Lesen lackierter Bildstellen auf dem Papier. Für die Variante Konventionell plus Lack spricht der Schutz der Papieroberfläche. Aber Vorsicht: Die UV-Maschine ist eine Einzweckmaschine: nur Drucken und nur UV. Die andere Maschine ist eine Mehrzweckmaschine (Druck und Lack) mit folglich höherer Flexibilität.

(Zeilen 3 und 4) UV-Bogenoffset mit Lack verursacht im Vergleich zu UV ohne Lack Mehrkosten von zirka 10 Prozent. In der Praxis wird im UV-Bogenoffset fast immer lackiert, weil erst durch die Lackierung der für UV typische hohe Oberflächenglanz entsteht. Jedoch geht mit dieser „Versiegelung“ manchmal der Effekt und das Erlebnis hochwertiger Papieroberflächen verloren, weshalb die Variante ohne Lack ihre Berechtigung hat, auch aus Kostengründen. Hier gilt gleiches wie oben zum Thema Einzweck- und Mehrzweckmaschine.

(Zeilen 2 und 4) Der UV-Offset plus Lack erzeugt im Vergleich mit konventionellem Bogenoffset plus Lack Mehrkosten von zirka 10 Prozent. Für die UV-Anwendung sprechen der hohe Glanzgrad, die Bildschärfe, sowie Scheuerschutz, Produktionsschnelligkeit und Folieneignung.

(Zeilen 2 – 8) Der Vergleich der Prozesse für UV-Wechselbetrieb (5 – 8) hat mehrere Facetten. Der direkte Vergleich zwischen UV-Wechselbetrieb für klassischen UV (5 + 6) und für Hybrid-UV (7 + 8) zeigt zunächst einmal einen vernachlässigbaren geringen Unterschied. Wenn man jedoch die Prozesse für Wechselbetrieb mit denen für Reinbetrieb vergleicht, also Mehrzweck-Kombimaschinen (z. B. 5/6 und 7/8) gegen Einzweckmaschinen (2, 4), wird deutlich, dass die Mehrzweck-Kombiprozesse drei bis vier Prozent kostenintensiver sind als die Einzweckprozesse. Diese Aussage ist plausibel, da der Systemwechsel (UV gegen konventionell) in der Mehrzweck-Kombimaschine Aufwände erfordert, die die Einzweckmaschine nicht hat.

Den Kostennachteil machen Mehrzweck-Kombimaschinen durch höhere Einsatzflexibilität und folglich höhere Auslastungswahrscheinlichkeit wett, denn es können auf ihnen viel mehr verschiedene Auftragsarten aus unterschiedlichen Geschäftssegmenten akquiriert und produziert werden. Die Gesamttabelle ermöglicht weitergehende Vergleiche. Das unter (9) gelistete Primer-UV-Verfahren zeigt zwar einen höheren Kostenansatz als die anderen Varianten, jedoch bietet die hierfür zugrunde gelegte Doppellack-UV-Mehrzweck-Kombimaschine die größte Zahl an Kombinationsmöglichkeiten überhaupt: Nassoffset, klassischer UV und Hybrid-UV auf der einen Seite – und eine fast endlose Auswahl an Glanz-, Matt-, Duft-, Effekt-, Schutz-, Barriere-, Blister-,

Siegel- und anderen Lacken auf der anderen Seite. Diese Kombinationsvielfalt steigert Flexibilität und Auslastungswahrscheinlichkeit einer solchen Maschine noch einmal um ein Vielfaches.

Tabelle 1 weist in den Spalten 4 und 5 verschiedene Werte für den Werbe-/Verlagsdruck und den Verpackungsdruck aus. Die Kostenorte sind unterschiedlich. Im Werbe-/Verlagsdruck spreizen die neun betrachteten Druckverfahren über einen Bereich von 94 bis 119 (Differenz 25), während der Verpackungsdruck einen Spreizungsbereich von 96 bis 111 hat (Differenz 15). Grund dafür sind die im Verpackungsdruck deutlich höheren Kosten für den Bedruckstoff. Dieser Umstand führt zu einer „Relativierung" der übrigen Kosten, wie zum Beispiel für die Abschreibung der Maschine und alle Betriebs- und Personalkosten.

Beide Betrachtungen – Werbe-/Verlagsdruck und Verpackungsdruck – kommen aber zum gleichen Kostenranking der einzelnen Prozesse.

Tabelle 1 zeigt in der Übersicht neun verschiedene Prozesse und Maschinenkonfigurationen, die im Rahmen einer PrintCity-Gemeinschaftsarbeit leistungs- und kostenmäßig verglichen wurden.

Tabelle 2 definiert die Druckjobs als eine der Grundlagen für den Leistungs- und Kostenvergleich in Tabelle 1.

Michael Nitsche ist Leiter Technologietransfer bei MAN Roland und seit 2001 Delegierter im PrintCity-UV-Arbeitskreis, davon drei Jahre als dessen Vorsitzender.

Tabelle 1

	Prozess	Bogenoffsetmaschine	Kostenniveau Werbe	Kostenniveau Verpck.
1	Konventioneller Nassoffset ohne Lack	Fünffarben ohne Lackwerk	94%	96%
2	Konventioneller Nassoffset mit Lack	Fünffarben mit Lackwerk	100%	100%
3	UV-Offset ohne Lack (Rein-UV)	Fünffarben-UV ohne Lackwerk	100%	100%
4	UV-Offset mit Lack (Rein-UV)	Fünffarben-UV mit Lackwerk	110%	106%
5	Konventioneller Nassoffset mit Lack	Fünffarben-UV mit Lackwerk	104%	102%
6	und UV-Offset mit Lack *nacheinander und wechselweise in derselben Maschine (Wechsel-UV)*	plus zusätzliche Spezialausrüstung für UV-Wechselbetrieb	113%	107%
7	Konventioneller Nassoffset mit Lack	Fünffarben-UV mit Lackwerk	103%	101%
8	und Hybrid-UV-Offset mit Lack *nacheinander und wechselweise in derselben Maschine (Wechsel-UV)*	plus zusätzliche Spezialausrüstung für UV-Wechselbetrieb	114%	109%
9	Konventioneller Nassoffset plus Primer plus UV-Lack (Primer-UV)	Fünffarben mit Doppellack plus Spezialausrüstung	119%	111%

Tabelle 2

	Werbe- und Verlagsdruck	Verpackungsdruck
Druckform	Hoher Qualitätsanspruch	Hoher Qualitätsanspruch
Farbigkeit	Zweiseitig 5/5 c	Einseitig 5/0 c
	Wechsel der 5. Farbe nach jedem Auftrag	
Bogenformat	70 x 100 cm	70 x 100 cm
Material	135 g/m² gestrichen Bilderdruck	250 g/m² gestrichen GD2
Farbdeckung	150%	250%
Lackdeckung	100% (vollflächig)	100% (vollflächig)
	Lackierung über Gummituch	

Definition(en)und Konzeption(en) zum Workflow

Dr. rer.nat Dr. h.c. Josef Schneider

Promotion 1981, Physiker, Forschungspreis der Deutschen Gesellschaft für Photographie, Berthold-Leibinger-Innovationspreises für herausragende Forschungsarbeiten zur angewandten Laserphysik in der Produktionstechnik, 2003 Verleihung der Ehrendoktorwürde der Moskauer staatlichen Universität für das Druckwesen Moskau, 2005 Johann-Gutenberg-Preis der Society for Information Display (SID) und der Society for Imaging Science and Technology (IS&T),Seit 2006 bin ich in Altersteilzeit bis zum Ruestand in 2010. langjähriges Mitglied des VDD

Der Begriff Workflow hat zahlreiche Verwandte, im Englischen, im Deutschen (http://wfmc.org/standards/docs/Glossay_German.pdf) und auch in der hier besonders interessierenden Druckindustrie. Themenverwandte Ansätze sind z.B.: Computer Supported Cooperative Work – CSCW, Business Process Management bzw. Modelling – BPM, Enterprise Content Management System – ECM und für die Druckindustrie die CIP4 (International Cooperation for the Integration of Processes in Prepress, Press, and Postpress - http://www.cip4.org/) mit dem Job Definition Format – JDF. Zur Zeit liegt der JDF-Standard in der fast tausendseitigen Version 1.3 vor. Im Vergleich zur Version 1.2 wurden zusätzlich zu zahlreichen Detailerweiterungen, der Verpackungsdruck, der Zeitungsdruck und der Rollenoffset näher spezifiziert. Zum Einstieg ist vielleicht ein minimalistischer tabellarischer Ansatz zur Übersetzung des Begriffes ins Deutsche hilfreich:

Englisch - workflow

Deutsch - Arbeitsablauf (operativ – technisch) - Geschäftsprozess (strategisch – kundenbezogen)

Druckindustrie
Elektronischer Laufzettel / job ticket, Digitale Arbeitstasche / job jacket

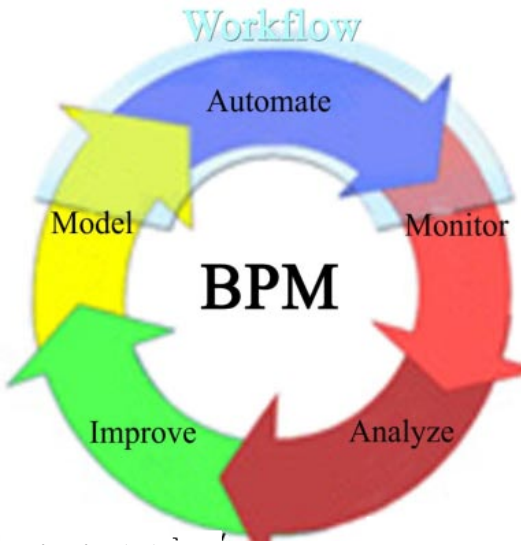
Meist trifft man die Wortfolge „workflow management“ an, die auch namensgebend für die Workflow Management Coalition „WfMC“ war, einer Organisation (http://wfmc.org/), die 1993 gegründet, ein internationaler Verbund von mehr als 300 Herstellern, Nutzern, Beratern und Wissenschaftlern ist. Auf ihrer Webpage findet man auch fast alles Unverzichtbare zu diesem Thema.

“It has taken the Workflow Management Coalition (WfMC) some five years of constant collaboration and education to achieve a common appreciation of what workflow really is, and what it is not.” Und zwar: “The automation of a business process, in whole or part, during which documents, information or tasks are passed from one participant to another for action, according to a set of procedural rules.

Eine gut lesbare Abhandlung in deutscher Sprache zu den aktuellen Trends, zum Wettbewerb bzw. zur Konvergenz von WMS und BPM, sowie ein ausführliches Glossar findet man z.B. in den Artikeln von M. Bartonitz (http://www.bpm-guide.de/articles/17 und http://www.bpm-guide.de/articles/66), aber auch beim Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE (http://www.software-kompetenz.de). Workflow Systeme fungieren für den Anwender im Allgemeinen nicht nur als Wegweiser, sondern erzwingen eine konsistente Einhaltung der vorgegebenen Anforderungen. Üblicherweise setzten Workflow Systeme sich aus vier Hauptkomponenten zusammen:

- Ein Workflow Editor dient zur graphischen Planung von Prozessen.
- Mit einem Workflow Simulator werden diese Prozesse simuliert und verifiziert.
- Eine Workflow Engine sorgt für die Ausführung der Prozesse auf der Basis der erarbeiteten Regeln.
- Mit einem Workflow Monitor werden die laufenden Prozesse kontrolliert.

Software-Grundlage der Workflow-Bewegung ist XML (extensible markup language = erweiterbare Auszeichnungssprache). Sehr hilfreich für das Verständnis des Workflow-Ansatzes ist das Verständnis der Ausgangsüberlegungen zur Datenstrukturierung vom XML. Zur Einführung und Vertiefung finden sich nahezu beliebig viel Literatur und Tutorials (http://www.w3c.de/Misc/XML-in-10-points.html und http://www.w3schools.com/xml).



Motivation(en) und deren Druckmaschinenrelevanz

Wenn Definitionen problematisch sind, helfen vielleicht die Motivationen weiter. Als Vorteile eines umfassenden Workflow-Ansatzes nennt die Workflow Management Coalition etwa:

- Die Eliminierung unnötiger Schritte durch die Automatisierung von Geschäftsprozessen führt zu einer Effizienzsteigerung.
- Standardisierte Arbeitsmethoden und die Nachverfolgbarkeit der Aktivitäten erlauben eine bessere Prozesskontrolle.
- Die Konsistenz der Prozesse und eine genauere Vorhersagbarkeit etwa der Antwortzeiten ermöglichen einen besseren Kundenservice.
- Durch die Kontrolle über die Prozesse mit Hilfe der Software können diese Prozesse den Anforderungen flexibel angepasst werden.

Der Fortschritt der Automatisierung und des Einsatzes von Worflow- Management-Werkzeugen lassen sich aus Druckmaschinensicht in folgenden Etappen darstellen.

- Presetting (Platescanner)
- Prozess(halb)automatisierung (automatisches Farb- und Schnittregister)
- Prozessindividualisierung (Farbprofile treffen auf Maschinenprofile, Vorstufe = f(Druckmaschine)
- Inhaltsorientiertes Drucken (Metadaten aus dem Druckinhalt„verhandeln“ mit den Metadaten der Druckmaschine)

Der weitere konsequente Einsatz von Mechatronik und Digitalisierung bilden die Basisausstattung zur kommunikativen Workflow-Integration von Druckmaschinen. Diese Basisausstattung ist notwendig, aber nicht hinreichend.

Bei der Prüfung, welche Schritte im heutigen Workflow eliminiert werden können, richtet sich das Augenmerk natürlich zuallererst auf

- die Datenmehrfacherhebung (Datenbrüche), aber auch auf
- die Druckform, insbesondere die Druckplatte und das Umrüsten, sowie auf
- alle Übergabeprozesse in der Offline-Weiterverarbeitung.

Die Druckmaschine ist der wichtigste Beziehungsknoten im Druck-Workflow. Die Druckform und das Umrüsten sind die bestimmenden Größen im Produktions-Workflow – mit wachsender Bedeutung (Kurzauflagentrend). Der Erfolg der elektronischen Druckverfahren liegt primär in ihrer workflow-optimierten „Umrüsttechnologie“ begründet, nicht in ihrem Druckverfahren. Heutige Offsetdruckmaschinen sind um Druckplatte und Walzenspalt herum konstruiert. Die negativen Konzept-Folgen sind mit großem Aufwand beherrschbar. Aufwand und Ertrag sind, historisch bedingt, „arbeitsteilig“ zwischen Druckmaschinen-Herstellern (Konzeptkosten) und Plattenlieferanten (Konzepterlös) organisiert (Ertragsfalle). Alle bisherigen Workflow-Innovationen erreichen graduelle Milderungen (Vermeidung von Datenbrüchen, bessere Plattenlogistik, Profilierung etc.), aber kaum strukturelle Verbesserung. Der „status quo“ ist das standardisierte Beschreiten von Umwegen, durch den Einsatz von Worflow-Management-Werkzeugen. Darüber hinaus ist die Frage zu stellen, ob die Druckmaschine, gerade wegen ihrer Schlüsselstellung im Druck-Workflow, nicht mit einem anderen strukturellem Modularisierungsansatz (XML in Hardware?) als universelle Plattform, zukunftssicher für Hersteller und Kunden auszulegen wäre. In der Plattformentwicklung der DICOweb von MAN Roland wurden einige dieser Forderungen berücksichtigt.

Alle anderen Konsequenzen von Workflow-Management Systemen, wie die bessere Prozesskontrolle, die höhere Anpassungsflexibilität und der verbesserte Kundenservice sind branchenneutrale Vorteile, die bei der Herstellung von Druckprodukten (und Druckmaschinen) ebenso vorteilhaft sind, wie in allen anderen Anwendungsbereichen.

Datenhandling in der Druckvorstufe aus der Sicht eines Anwenders
Die Druckmaschine im Workflow

Dr. phil. Peter Lüttig M.A.

Geboren 1958, Studium der Musikwissenschaft, Geschichte und Philosophie in Frankfurt am Main, parallel dazu journalistisch tätig als freier Mitarbeiter der F.A.Z. Danach Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Deutschen Forschungsgemeinschaft, 1991 Eintritt in die Druckvorstufe der Frankfurter Societäts-Druckerei, 2004 Wechsel zur Zeitungsanzeigengesellschaft RheinMainMedia GmbH, dort Leiter Produktion und Textservice sowie Ausbildungsbeauftragter. Seit 1995 zusätzlich Lehrbeauftragter im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt.

Die Zeitungsanzeigengesellschaft RheinMainMedia wurde 1997 mit dem Ziel gegründet, die verschiedenen regionalen Verkaufsaktivitäten im Anzeigengeschäft für Tageszeitungen innerhalb des gesamten Hauses (Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH/Frankfurter Societäts-Druckerei/Frankfurter Neue Presse) zusammenzuführen, zu bündeln und zu optimieren. RheinMainMedia (RMM) betreut den regionalen Anzeigenverkauf im Rhein-Main-Gebiet für die Zeitungstitel. Diese sind aktuell:

- Rhein-Main-Zeitung der Frankfurter Allgemeinen Zeitung
- Rhein-Main-Zeitung der Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung
- RheinMainMarkt
- Frankfurter Neue Presse
- Höchster Kreisblatt
- Taunus-Zeitung
- Nassauische Neue Presse

Bis zum Jahr 2005 standen kaufmännische und verkäuferische Aktivitäten im Fokus der RMM. Mit der Einführung der Verlagsproduktion kamen die bisher in der Druckvorstufe der Frankfurter Societäts-Druckerei (FSD) zusammengefassten technischen Bereiche hinzu. Die Gesellschafter von RheinMainMedia sind die Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH und die Frankfurter Societäts-Druckerei.

I. Datenhandling bis zur Einführung der Verlagsproduktionen

Das Datenhandling in der ehemaligen Druckvorstufe der FSD entspricht mit den klaren Organisationsformen und Abläufen sowie der schrittweise definierten, sukzessiven Arbeitsfolge einem traditionellen Bild. Die Druckvorstufe war für die beiden Außendienstorganisationen der F.A.Z. und der RMM der „technische“ Part innerhalb

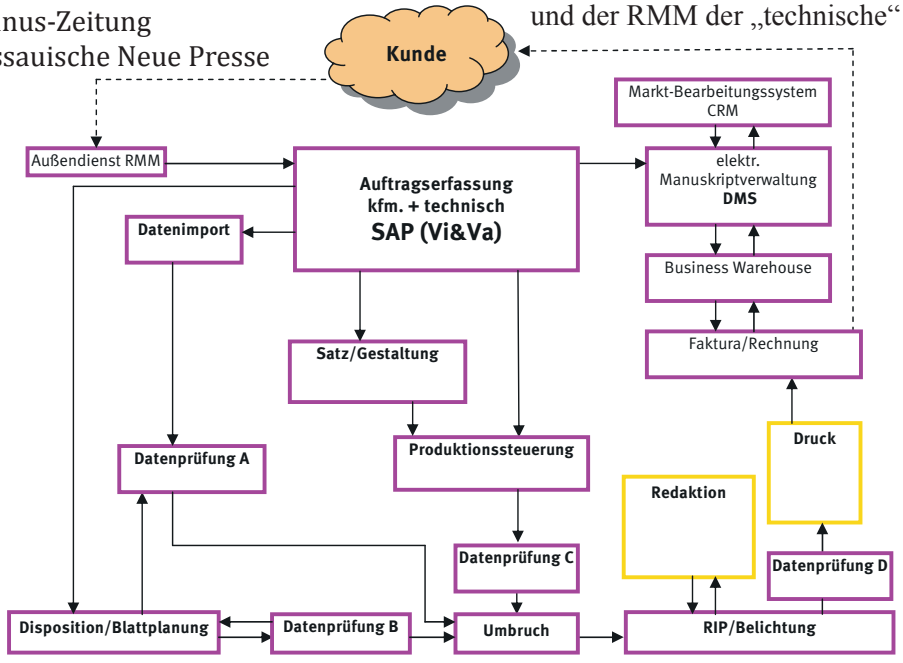


Abb.1

der Produktion, dem die zentralen Aufgaben Satz und Datenprüfung nach Manuskriptvorlage zufiel. Das nachstehende Organigramm gibt den Workflow bis 2005 wieder, wobei internationale, nationale und regionale Anzeigen gleichermaßen für alle Zeitungstitel bearbeitet wurden.

Druckvorstufe bis 2005

II. Datenhandling bis zur Einführung der Verlagsproduktionen

Aus der Sicht eines Anwenders war das Datenhandling in der Druckvorstufe bis 2005 geprägt von klar umrissenen Aufgaben, die im Einklang mit dem erlernten Beruf (Schriftsetzer/Mediengestalter) standen. Die verwendeten Satz-, Layout- und Prüfprogramme wurden fachspezifisch ebenso selbstverständlich wie sicher beherrscht; aus rein technischer Sicht war die Druckvorstufe den gestiegenen Ansprüchen der Anzeigenkunden gewachsen. Dennoch stand den Vorteilen dieser Arbeitsweise in der Druckvorstufe eine Reihe von zum Teil gravierenden Nachteilen gegenüber:

Plus:
- abgeschlossene und geübte Workflows
- fachlich sehr gut ausgebildete Anwender
- abgestimmte, „homogene“ Systemlandschaft (Systemverhalten beim Datenhandling abschätzbar, singuläre Datenprüfungen)

Minus:
- hohe Personalkosten durch Schichtbetrieb (Arbeitszeitkorridor nach Produktionszeiten, nicht nach Auftragseingang)
- schlechte interne Kommunikation („Produktionsinsel“, Datenhandling bei Problemfällen zeitintensiv)
- relativ hohe Produktionszeiten (einmalige, komplexe Datenprüfung für alle Aufträge, Kundenabzüge)
- „Manuskripttourismus“

Insbesondere die mangelnde Kundennähe, die kostenintensive Produktion sowie die verbesserungsfähige interne Kommunikation, die für die anvisierten kürzeren und dichter gestaffelten Produktionszeiten einen gewichtigen organisatorischen Hemmschuh darstellten, machten eine Neuausrichtung der Druckvorstufe unumgänglich, wobei der Fokus weniger auf der rein technischen Seite – also dem Datenhandling als solchem – lag als vielmehr auf der Einbindung der Satz-, Layout- und Prüfungsleistungen in den übergeordneten kaufmännischen Zusammenhang.

III. Datenhandling in den Verlagsproduktionen

Mit der Einführung der Verlagsproduktionen wurde den integrativen Aspekten einer effizienteren Anzeigenproduktion mehr Rechnung getragen. Die Druckvorstufe wurde sowohl personell wie technisch geteilt in zwei kongruentVerlagsproduktionen: die Verlagsproduktion der F.A.Z. betreut die internationalen und nationalen Anzeigenkunden, die RheinMainMedia die regionalen. Beide Verlagsproduktionen verfügen über die gleiche technische Ausstattung wie über Mitarbeiter der ehemaligen Druckvorstufe; beide Verlagsproduktionen werden von derselben IT-Abteilung betreut und sind – für den Fall der Fälle – gegenseitiges Back-up. Damit ist natürlich ein Bedeutungswandel von Druckvorstufe, Datenhandling und Anwender verbunden.
Die Ziele der Verlagsproduktionen lassen sich wie folgt skizzieren:

- Zusammenführung von kfm. und technischen Bereichen
- Reduzierung der Schichtarbeit (Arbeitszeitkorridor nach Auftragseingang, nicht nach Produktionszeiten)
- Integration der Druckvorstufe (Teambildung Kaufleute/Techniker, Systemintegration, kfm. System führt)
- papierloser Workflow (Dokumentenmanagementsystem
- Anbindung Marketingsysteme (MBS, Business Warehouse)
- verstärkte Kundenanbindung (Gestaltung, Reklamationen)
- schnellere und „schlankere“ Produktion (Verdichtung Zeitraster)

Die Umsetzung der anvisierten Ziele geschah durch folgende konkrete Maßnahmen:

- Zusammenführung bisher getrennter Gruppen/Abteilung

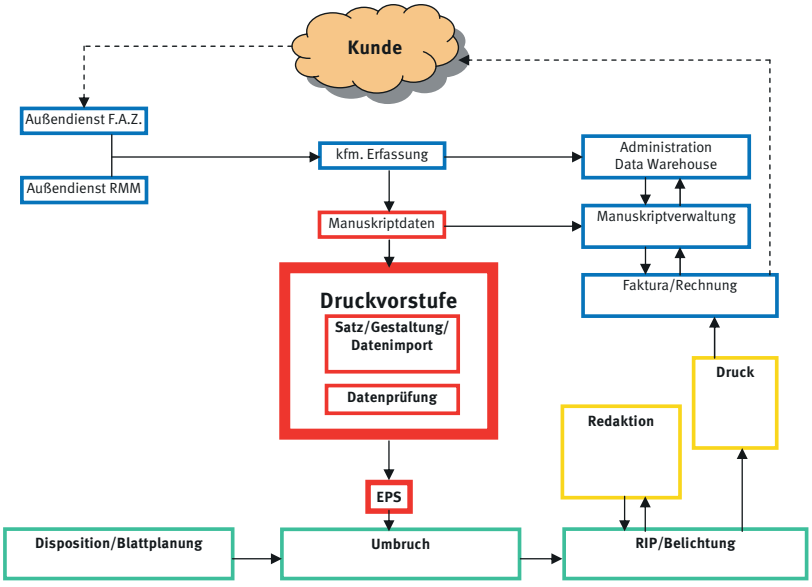


Abb.: 2

- kfm. Erfassung
- Druckvorstufe
- Repro
- Markt-Media-Service (Wettbewerbsbeobachtung)
- Blattplanung, Umbruch, Steuerung, Belichtung
- Aus- und Weiterbildung

 Systemintegration

- kfm. Datenerfassung direkt in SAP
- Satzsysteme sind auf SAP aufgesetzt
- Integration des Dokumentenmanagementsystems in SAP-Umgebung
- Einbindung von Markbeobachtungssystem und Business Warehouse in SAP

 räumliche und personelle Integration

- Teams sind mit Kaufleuten und Mediengestaltern (pari) besetzt
- Teams arbeiten nach regionalen Organisationsstrukturen
- Geschäftsstellen werden durch direkte Systemanbindung in die Produktionsprozesse integriert

III. Datenhandling in den Verlagsproduktionen

Der schematische Workflow der Verlagsproduktion der RMM zeigt die integrative Konzeption:

Verlagsproduktion ab 2005

 = Verlagsproduktion
 = Redaktion/Druckerei

Aus der Sicht des Anwenders hat sich vor allem das Datenhandling gewandelt: Aus einem Arbeiten in Schritten ist ein Arbeiten in Prozessen geworden, die Trennung und Parallelisierung von bisher sukzessiv gestalteten Vorgängen ist mit einem deutlich höheren Informationsfluss verbunden. Dem Vorteil einer erheblich dichteren, strafferen und weniger zeitintensiven Produktion steht der Nachteil einer höheren Unübersichtlichkeit gegenüber. Die mangelnde Transparenz zog eine gestiegene und ebenso zeitintensive Kommunikation nach sich. Zudem sind die unterschiedlichen systemseitigen Informationen wegen der verschiedenen, auf SAP-basierten oder an SAP direkt angebundenen Software aus Anwendersicht nur bedingt verlässlich, da für die gegenseitige Verknüpfung der unterschiedlichen Programme kein einheitliches und/oder transparentes Datenhandling erreichbar war. Obwohl von Herstellerseite immer wieder versprochen, war die geforderte Homogenität im Datenhandling in der Systemlandschaft innerhalb eines überschaubaren Zeitraums und unter vernünftigen betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht herzustellen.

.

IV. Problemfelder

Mangelnde Transparenz und fehlende Verlässlichkeit im Datenhandling waren aus Anwendersicht die gravierendsten Nachteile der Verlagsproduktion. Aus den verschiedenen Problemfeldern (korrekte Einbindung der Schriften, Transparenzen-/Überdruckeneinstellungen etc.) sei hier der Aspekt „Größe/Weißandabschneidung“ als Beispiel herausgestellt. Im Zusammenspiel der Programme und Systeme kam es zu Größen- und insbesondere zu Höhendifferenzen zwischen dem kaufmännisch abgerechneten Wert und dem tatsächlich produzierten.

Da die Differenzen z. T. bis zu mehreren mm in der Höhe betrugen, waren die Nachforderungen des Kunden mit ganz erheblichen Einbußen für die Verlagsproduktion verbunden. Hinzu kam die Gewissheit, dass sich im Zweifelsfalle andere Anzeigen anderer Kunden ähnlich verhalten und eine korrekte Relation zwischen kaufmännischen und gedruckten Daten nicht gewährleistet sei. Die Ursachen waren ebenso vielschichtig wie die Werte selbst. Drei wesentliche Aspekte seien hier herausgegriffen:

- System-/programmimmanente Rundungsdifferenzen zur Basis (1/100, 1/1000, 1/10.000) bzw. interne Umrechnungsfaktoren (inch <=> cm etc.)
- unterschiedliche Berechnung crop-box und bounding-box
- unterschiedliches Auslesen der Datensätze an den Schnittstellen

V. Problemfelder

Zwar konnte durch manuelles Eingreifen und geeignete Workarounds Abhilfe geschaffen werden, doch letztlich war ein solches Unterfangen für den integrativen Ansatz insgesamt kontraproduktiv. Es blieben nur die Alternativen homogene Systemlandschaft, am besten aus der Hand eines Herstellers, oder durchgängige Datenformate, die den gesamten Workflow umfassen. Tertium non datur?

VI. Datenhandling ist Handling

Geht man von Stamm des Wortes Datenhandling aus, so handelt es sich um ein zusammengesetztes Substantiv, wie es im Deutschen gang und gäbe ist. Dabei liegt die Betonung stets auf dem letzten ursprünglichen Hauptwort, also: ein Fußball ist ein Ball, kein Fuß; eine Haustür ist eine Tür, kein Haus; und eine Donaudampfschifffahrtskapitänsmütze ist…

Datenhandling ist also immer Handling; Handling wird von Menschen gemacht, von Anwendern. Wenn Verläßlichkeit und Transparenz im Handling mit Daten zwingend erforderlich sind, dann müssen Verläßlichkeit und Transparenz auch systemseitig so dargestellt sein, daß jeder Anwender beides beim Handling auch zuverlässig zur Verfügung hat.

Die Lösung für die Verlagsproduktion bestand in einem doppelten Schritt:

- identisches Prüfprogramm auf allen Arbeitsplätzen (Verlässlichkeit) (webbasiert)
- Zugriff auf Produktionssteuerung von allen Arbeitsplätzen aus (Transparenz) (Produktionssteuerung in SAP integriert)

Die Möglichkeit, von jedem Arbeitsplatz des gesamten Workflows aus einen Datensatz mit ein und demselben Programm einer Prüfung zu unterziehen und eventuell die Prüf-/Fehlerprotokolle auf derselben Basis gemeinsam zu diskutieren, bedeutet aus Anwendersicht einen ganz entscheidenden Schritt zur Sicherung der Produktionsstabilität. Durch die Möglichkeit einer gemeinsamen Referenz wird für die Anwender das Datenhandling zudem in technischer Sicht transparent, denn Abweichungen lassen sich so bereits im Vorfeld erkennen und durch andere, automatisierte Prozessschritte entsprechend korrigieren.

Der Zugriff auf die Produktionssteuerung macht für jeden Mitarbeiter sofort den aktuellen Status einer Anzeige ersichtlich; die Möglichkeit, gegebenenfalls Prozesse neu anzustoßen oder bestehende Wege zu verändern, gestattet es, parallele Arbeitsschritte und Personaleinsatz optimal

durchzuführen, da Führungskräfte (Produktions- und Teamkoordinatoren) wie Mitarbeiter alle produktionsrelevanten Daten jederzeit erkennen können.

Es versteht sich von selbst, daß die zusätzlichen Anforderungen an den einzelnen Mitarbeiter nicht überall auf gleich fruchtbaren Boden fielen; die Kommentare decken den gesamten Bereich von enthusiastischer Begeisterung bis hin zu nicht mehr druckfähigen Invektiven ab. Nichtsdestotrotz sind – nach anfänglicher Eingewöhnung – alle Beteiligten von den Vorteilen überzeugt. Zwei Beispiele für die Verläßlichkeit und die Transparenz mögen das Gesagte unterstreichen.

Das webbasierte Prüfprogramm macht es auch einem ausgebildeten Verlagskaufmann leicht, einen Datensatz als korrekt und druckfähig zu klassifizieren. Beispielsweise kann er sofort erkennen, ob a) der Kunde das richtige Motiv übertragen hat und ob b) Größe und Druckfähigkeit gegeben sind. Der Hinweis im Prüfprotokoll „Diese Grafik enthält Überdruckeneinstellung“ kann er gegebenenfalls direkt mit einem Mediengestalter diskutieren, der sein Fachwissen dann auf exakt dieselbe Prüfung bezieht

Ebenso verhält es sich bei der Produktionssteuerung: Alle produktionsrelevanten Daten über Startdatum, Produktionsweg, Produkt-/Rubrikenzuordnung bis hin zu Deadline und EPS-Pfad sind sofort ersichtlich und lassen ebenso zeitnah die Möglichkeit zur Korrektur oder Anpassung.

VII. Handling machen Menschen

Die inhaltliche und organisatorische Neugewichtung des Datenhandlings als komplementäres Denken und Tun von Daten und Handling ist freilich ohne entsprechende Einbindung der Mitarbeiter undenkbar. Zwei wesentliche Aspekte bestimmten daher das weitere Vorgehen innerhalb der Verlagsproduktion:

- Unterschiedliche Wissensstände der Mitarbeiter müssen angeglichen werden
- Das vorhandene Wissen muss kommuniziert werden

Dieser fundamentale Wechsel von Arbeitsweise und -ablauf, vor allem von tradiertem beruflichem Selbstverständnis ließ sich mit den klassischen Methoden der Schulung (Mitarbeiterschulung intern/extern, Keyuser, separate Ausbildungsabteilung etc.) erfolgversprechend und innerhalb sinnvoller betriebswirtschaftlicher Grenzen nicht durchführen. Das erforderliche neue Konzept musste darauf also ebenso Rücksicht nehmen wie auf die integrierten Workflows in der Verlagsproduktion insgesamt. Dieses neue Konzept ging von folgenden Grundsätzen aus:

- Die Aus- und Weiterbildung geht zu den Mitarbeitern, nicht umgekehrt
- Ein fundamentaler Umlernprozeß bedarf einer „Initialzündung“
- Jeder, der produziert, kann (zumindest prinzipiell) auch aus- und weiterbilden

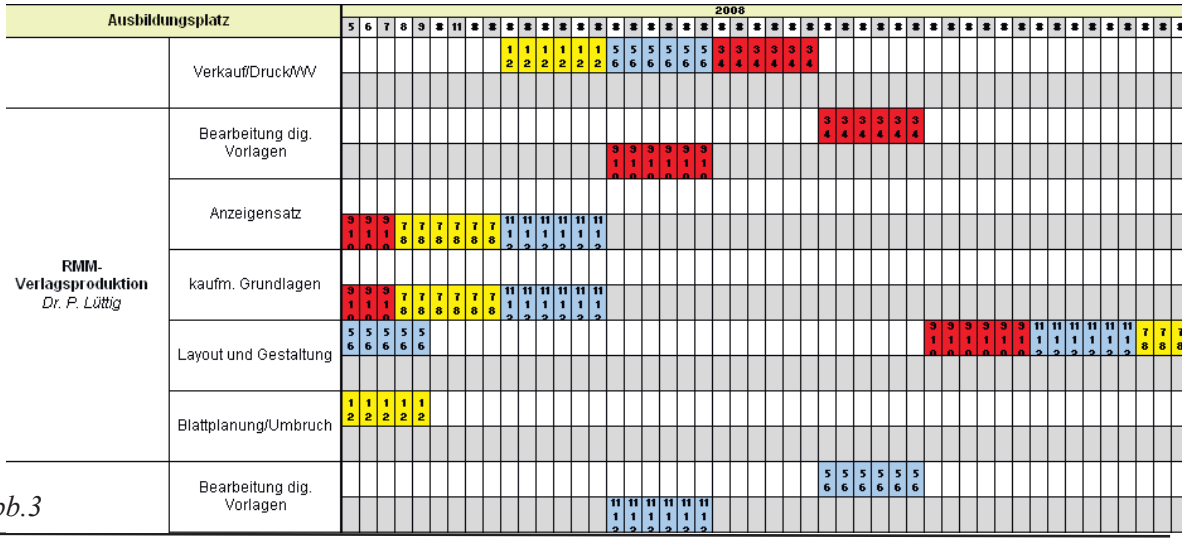


Abb.3

Die Umsetzung dieser Grundätze bedeutete in einem ersten Schritt eine inhaltliche wie organisatorische Neuausrichtung der Aus- und Weiterbildung. Da die Verlagsproduktion deutlich mehr Abteilungen als die alte Vorstufe umfasste, es zudem mehr Berührungspunkte zu den anderen an der Produktion beteiligten Bereiche als vordem gab, war die Einbeziehung weiterer Abteilungen in diesen Lernprozess unumgänglich. Darüber hinaus musste die gewünschte „Initialzündung" innerhalb der Abteilungen wie abteilungsübergreifend ein klares Signal an alle in den Lernprozess eingebundenen Mitarbeiter darstellen. Schlussendlich sollte die Motivation des Einzelnen zur Erweiterung seines beruflichen Selbstverständnisses über einen längeren Zeitraum aufrecht gehalten werden.

VIII. Konkrete Umsetzung

Zunächst galt es, eine entsprechende Organisationsform zu schaffen, von der aus die „Initialzündung" erfolgen sollte; da der Kern der Mitarbeiter der Verlagsproduktion aus dem Berufsfeldern „Mediengestalter" bzw. „Medienkaufmann" kommt, bot sich die Ausbildung als erster Schritt an. Die ursprünglich ausschließlich bei den Einzelgesellschaften durchgeführte Ausbildung wurde ersetzt durch einen Ausbildungsverbund, in dem sich alle an der Verlagsproduktion beteiligten und/oder davon berührten Gesellschaften zusammenschlossen.

Dieser Ausbildungsverbund „Mediengestalter" umfasst gegenwärtig vier Einzelgesellschaften und ist offener Verbund, der durch einen paritätisch besetzten Ausschuss geleitet wird. Der Ausbildungsverbund war somit Keimzelle und „Initialzündung" für die folgenden Weiterbildungen, die ja das eigentliche Ziel der integrierten Konzeption der Verlagsproduktion blieben.
Da die Ausbildungsstationen nicht mehr in der Realitätsferne einer abgeschotteten Ausbildungsabteilung stattfanden, kamen Auszubildende wie Ausbilder viel stärker miteinander in Berührung; da die Ausbildung zudem innerhalb der laufenden Produktion stattfand, war die Notwendigkeit der Eigeninitiative zur Weiterbildung bei den Mitarbeitern der Verlagsproduktion ungleich höher als beispielsweise bei einer (standardisierten) externen Weiterbildung. Der gewünschte Effekt stellte sich rasch ein: eine vergleichsweise hohe Zahl von Mitarbeitern bildete sich in eigener Initiative weiter und fand so den Weg zur Ausbildereignungsprüfung sowie zu verschiedenen Trainingsformen für Wissensvermittlung.

Dazu bedurfte es freilich zweier weiterer Maßnahmen: Die Einführung der rollierenden Ausbildung sowie der Job-Rotation. Während die letztgenannte zu den Standardverfahren in der Aus- und Weiterbildung zählt, bedarf das „rollierende" Verfahren doch der Erläuterung. In Abstimmung mit den Ausbildungsplänen und den Ausbildern werden die 12 Auszubildenden an allen für den Workflow der Verlagsproduktion relevanten Standorten ausgebildet, also einschließlich der bisher nicht oder nur am Rande der Ausbildung stehenden Bereichen, wie etwa Blattplanung, Verkauf oder Akzidenzdruck. Ein Ausschnitt aus der Ausbildungsmatrix mag dies verdeutlichen:

Die so entstandene Ausbildungsmatrix (Abb.3) erfordert zwar einigen Organisationsaufwand, demgegenüber stehen aber außerordentlich breit gefächerte Lerninhalte und eine hohe Lerndichte sowie – als eigentliches Ziel die direkte Einbindung von vielen Mitarbeitern in den Prozess der Wissensvermittlung und Wissensangleichung.

Mit diesen drei Grundsätzen gelang es innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit, die anfänglichen Probleme beim Datenhandling in der Verlagsproduktion zu minimieren und durch ein prozesshaftes und kommunikationsgeprägtes Miteinander aller Beteiligten zu ersetzen. Zusammen mit den beiden wesentlichen Parametern der technischen Seite (Verlässlichkeit und Transparenz) konnte der Übergang von der Druckvorstufe klassischer Prägung zur modernen integrierten Verlagsproduktion erfolgreich umgesetzt werden.

IX. Integriertes Datenhandling als Ergebnis

Es versteht sich von selbst, dass die Einführung der Verlagsproduktion nur der erste Schritt hin zu einem mehr und mehr integrierten Datenhandling zu sehen ist. Die Stichworte „Newsroom", „crossmediale Redaktionspraxis" und „Content Managament" stehen ja seit längerem für eine Entwicklung, die Daten-, genauer: Informati-

onshandling als möglichst format- und datentypunabhängigen Prozess charakterisiert. Ein erster Schritt in diese Richtung gelang der Verlagsproduktion mit dem Start von RheinMainMarkt im Juni 2007. Durch die Einbindung der Mitarbeiter in alle Prozesse, die Verläßlichkeit und Transparenz der Technik sowie der weitergehenden Parallelisierung der Workflows ist es möglich geworden, eine Zeitungsbeilage wie RheinMainMarkt (Erscheinung wöchentlich, 18 bis 24 Seiten nordisches Format, 4c, Auflage: 500.000, Beilage + Direktverteilung, paralleler Online-Auftritt) vollständig ohne Redaktionssystem von der Anzeigenannahme über Text-/Layoutgestaltung bis hin zur Belichtung und Content Management ausschließlich mit Kräften der Verlagsproduktion am Markt einzuführen.

Die Vorteile der integrierten Konzeption wurden hier besonders deutlich: Die Produktionszeiten haben sich erheblich verkürzt (zwischen Anzeigenschluss und Belichtung liegen nur noch wenige Stunden). Die Arbeitszeiten der Mitarbeiter der Verlagsproduktion liegen schwerpunktmäßig im kostengünstigeren Korridor zwischen 8 und 18 Uhr (in der Vorstufe 2005: bis nach 22.00 Uhr). Die Reklamationsquote wurde drastisch gesenkt; die Kundenzufriedenheit ist auf einem sehr hohen Niveau. Innerhalb der ersten Wochen hat sich die Verwendung von Füllanzeigen (also nicht bezahlte, aber bedruckte Fläche) halbiert. Dennoch gibt es Grenzen der Integration, denn einzelne Aufgabengebiete bleiben fest in den Händen von Spezialisten: Die Bildbearbeitung beispielsweise ist ohne wirklich fundierte Kenntnisse von Colormanagement nicht möglich und wird auch in absehbarer Zeit an Spezialkenntnisse gebunden bleiben.

Doch davon abgesehen: Mit dem schlanken, effizienten und integrierten Datenhandling innerhalb der Verlagsproduktion ist aus Sicht des Anwenders ein entscheidender Schritt in moderne und flexible Produktionen und Workflows getan worden. Dass innerhalb von weniger als 10 Ausgaben RheinMainMarkt aus dem Stand heraus die Mitbewerber im regionalen Zeitungsmarkt in wesentlichen Rubriken überflügeln konnte, scheint als Ergebnis der neuen Konzeption, bei der das Datenhandling aus der Sicht des Anwenders einen neuen Inhalt und Stellenwert bekommen hat, am Ende beinahe selbstverständlich.

Das ist es natürlich nicht – selbstverständlich ist indes etwas anderes: Dass das berufliche Eigenverständnis der Mitarbeiter und die innovative Konzeption der Produktionswerkzeuge nur zusammengenommen zielgerichtet zum Erfolg führen können, das ist der eigentliche Gewinn.

Technische wie personelle Aspekte des Datenhandlings in der Druckvorstufe sind also stets als Einheit in den gegenseitigen, genauer: komplementären Prozessen im Workflow zu verstehen und zu konzeptionieren. Wer hier frühzeitig richtig die Weichen stellt, wird bei den zukünftigen Geschäftsmodellen crossmedialer Prägung klar im Vorteil sein.

Eckpunkte der Kommunikations- und Mediengeschichte

Dipl.-Ing. Boris Fuchs

(Der die Drucktechnik betreffende Teil wurden rot markiert)
Bei der IADM-Jahrestagung am 2./3. November 2007 im Museum für Kommunikation in Berlin wurde in einer Standortbestimmung ermittelt, inwieweit die Drucktechnik als ein Teil der Kommunikations- und Mediengeschichte angesehen werden kann. Dabei erstellte man die nachfolgende chronologische Auflistung der Eckpunkte die dabei helfen sollte, dies zu erkennen. Viele druckerische Organisationen haben in den letzten Jahren das Wort „Medien“ als Oberbegriff in ihre Bezeichnungen aufgenommen und wollen damit zum Ausdruck bringen, dass Drucken ein Teil dessen war und ist, was wir heute unter Medien verstehen. IADM siehe www.arbeitskreis-druckgeschichte.de = Internationaler Arbeitskreis Druck- und Mediengeschichte e.V.

40 000 v. Chr.
Älteste Höhlenzeichnungen aus der Altsteinzeit, geritzt oder mit Öl- und Erdfarben gemalt
3500 v. Chr.
Erfindung des flach geklopften Papyrus-Geflechts als Schreibstoff im Alten Ägypten
3000 v. Chr.
Entwicklung früher Schriften durch Reduktion von Felsbildmotiven (Ideogramme)
1700 v. Chr.
Entstehung des ersten Alphabetes (22 Zeichen) im nordsemitischen Palästina und Syrien
1500 v. Chr.
Erfindung des Pergamentes aus Schaf-, Ziegen- und Schaffellen in Mesopotamien (Irak)
1424 v. Chr.
Die Chinesen benutzen geschnitzte Holz-Druckstempel für persönliche Signaturen
1184 v. Chr.
Erste Kette von Signalfeuern über eine Distanz von 800 km nach einem Bericht Homers
100 n. Chr.
Rauchtelegrafen im Römischen Reich errichtet – Nachrichten über einige km Länge
105
Niederschrift der Erfindung des Papiers durch kaiserlichen Hofbeamten Tsai Lun in China
600
Die Chinesen bedrucken komplette Papierseiten im Abreibverfahren (Bürstenabzug)
800
Erste illuminierte Handschriften in Scriptorien europäischer Klöster (Book of Kelts in Irland)
868
Ältestes abreib-gedrucktes Buch: „Diamant-Sutra“ erscheint in China im Blockdruck
1045
Der Chinese Pi Sheng erfindet den Abreib-Buchdruck mit beweglichen Ton-Lettern
1403
In Korea wird unter Kaiser T’ai Tsung die bewegliche Guss-Messingletter erfunden
1430
Erster nachgewiesener Kupferstich, gefolgt von Radierungen und der Schabtechnik
1445
Johannes Gutenberg erfindet ein komplettes Buchdrucksystem mit einer Druckpresse
1454
Gutenberg druckt in Mainz die 42-zeilige Bibel, 150 Expl. auf Papier, 30 auf Pergament
1545

Martin Luther übersetzt die Bibel ins Deutsche und sorgt so für eine Alphabetisierung
1588
Englisches Rauchtelegrafennetz in Betrieb gesetzt (Ankunft der spanischen Armada signalisiert)
1591
Die ersten Zeitungen, gen. „Newe Zeitungen“, entstehen in Deutschland und Österreich
1609
Erste noch erhaltene Zeitung, die „Straßburger Relation“ neben „Aviso“ Wolfenbüttel
1650
Erste Tageszeitung erscheint 6 x wöchentlich in Leipzig, gen. „Einkommende Zeitung“
1710
Der Kupferstecher C. Le Blon erfindet in London/Paris den Drei und Vierfarbendruck
1790
William Nichelson erhält ein Patent auf Schablonendruck – daraus entsteht Siebdruck
1791
Claude Chappe nimmt ersten optischen Flügel-Telegrafen zwischen Paris und Lille in Betrieb
1798
Alois Senefelder erfindet in München die Polyautographie, später Lithographie genannt
1799
Der Franzose Nicolas Louis Robert erfindet die Papiermaschine für Endlospapier (Rot.)
1800
Charles Lord Stanhope baut erste Druckpresse aus Eisen und Stahl (Gips-Stereotypie)
1807
Erste Typen-Setzmaschine des Engländers William Church in Form eines Reißbrettes
1809
Samuel von Sömmerring baut in München einen elektrolytischen Telegrafen über 3,5 km
1809
Thomas Young (GB) erfindet mit „Kymograph“ Verf. zum Schreiben von Tönen auf Papier
1813
Nicéphore Niépse beginnt in Frankreich mit Experimenten zur Entwicklung der Fotografie
1814
Erste Schnellpresse von Friedrich Koenig & Andreas Bauer für „The Times“, London
1820
Jacob Perkins & Charles Heath erfinden den Stahlstich, u. a. für den Banknotendruck
1829
Niépce verbindet sich mit Louis Jacques Daguerre zur Weiterentwicklung der Fotografie
1832
Pawel Schilling baut einen elektrischen Telegrafen mit 6 Leitungen und 2 Anzeigenadeln
1833
Carl Gauß und Wilhelm Weber bauen einen elektromagnetischen Telegrafen in Göttingen
1835
Henry Fox Talbot (GB) gelingt erstmals Negativ-Papierbilder mit einer Silberjodidschicht
1836
Karl August Steinheil baut den ersten schreibenden Telegrafen mit einer 2 Punkt-Codierung
1837
William F. Cooke und Charles Wheatstone bauen einen Nadeltelegrafen für die Eisenbahn
1837
Der Amerikaner Samuel Morse wird mit codiert schreibendem Telegrafen sehr erfolgreich
1840
Erste funktionsfähige Typen-Setzmaschine „Pianotype“ von J. Young und A. Delcambre

1841
Friedrich Gottlob Keller erfindet das Holzschliff-Papier zur Einsparung von Hadern
1842
In London erscheint mit der „London Illustrated News“ die erste illustrierte Zeitung
1843
Der Schotte Alexander Bain erfindet eine Faksimileübertragung in Flachbett-Bauweise
1847
Erster Nadeltelegraf von Werner Siemens und Georg Halske in der Berliner Telegrafenanstalt
1848
Alexander Edmund Becquerel erzielt farbige, nicht haltbare Bilder auf Chromsilberplatten
1848
Claude Nicéphore Niépce de Saint-Victor erfindet Glasplatten mit jodkaliumhaltigem Eiweiß
1848
Frederick Collier Bakewell erfindet eine Faksimileübertragung in Trommel-Bauweise
1849
Erste Typen-Setzmaschine mit automatischer Ablegung „Tachéotype“ von C. Sörensen
1850
Gustave Le Gray erfindet das Kollodium-Verfahren für wesentl.schärfere Bilder mit Abzügen
1850
John Benjamin Dancer (GB) gelingt die Erfindung des Mikrofilms – später für Archivzwecke
1851
Firmin Gillot stellt in Paris erstmals Buchdruck-Klischees, so gen. „Zinkotypien“ her
1851
Erstes Unterwasser-Telegrafenkabel zwischen Frankreich und England durch den Ärmelkanal
1853
J. A. Kingsley erhält in England Patent auf Gummidruckplatten für den Anilindruck
1855
Ernst A.T. Litfaß erfindet in Berlin die Annonciersäule (Litfaßsäule) für die Plakatwerbung
1856
Der Schweizer James Dellagana erfindet die Rund-Stereotypie nach J. Genoux von 1855
1856
Augustus Applegath baut in London die erste Rundform-Bogen-Buchdruckmaschine
1856
Giovanni Caselli vereint die Vorteile von Bain und Bakewell zu einem Pendel-Faksimilegerät
1856
Richard March Hoe baut in USA Monster-Bogen-Buchdruckmaschinen für Zeitungen
1859
William Bullock baut in USA erste Endlosrollen-Buchdruckmaschine für Zeitungen
1860
Der Franzose Auguste Godchaux erfindet den Tiefdruck mit hand-gravierten Zylindern
1861
Der deutsche Lehrer Johann Philipp Reis erfindet das erste funktionsfähige Magnet-Telefon
1862
Die Stereofotografie kommt in Mode – eine deutsche Firma verkauft 500 000 Bilder davon
1866
Erste Endlosrollen-Buchdruckmaschine in Europa, „The Times“, London (Walterpress)
1870
Der Österreicher Carl Angerer erfindet Buchdruck-Klischees mit Halbton-Kornraster
1872
Jean-Maurice Baudot erfindet Verfahren zur Übertragung von Mehrfach-Eindraht-Meldungen

1873
Erste Endlosrollen-Buchdruckmaschine in Deutschland, von der MAN in Augsburg
1876
Der Amerikaner Alexander Graham Bell baut das erste industriell hergestellte Telefon
1877
Thomas Alva Edison erfindet ein erstes Tonaufzeichnungsgerät mit Stanniol und Kupferwalze
1879
Der Böhme Karel Klic erfindet die Staubkorn-Heliogravure auf fotografischer Basis
1881
A.G. Bell und C.S. Tainter entwickeln billige beschichtete Pappzylinder zur Tonaufzeichnung
1882
Georg Meisenbach erfindet in München das Linien-Raster für Buchdruck-Klischees
1885
Paul Nipkow erfindet die mechanische Bildzerlegung (Spirallochscheibe) für das Fernsehen
1884
Georg Eastman erfindet in Rochester, New York, den Rollfilm – statt unhandl. Fotoplatten
1886
Ottmar Mergenthaler erfindet in USA die Typensetz- und -gießmaschine „Blowertype“
1886
A.C. Bell ersetzt das Stanniol bei Edison durch eine Hartwachsschicht für Tonaufzeichnung
1887
Emile Berliner entwickelt in USA die Schellackplatte zu einem großen kommerziellen Erfolg
1887
Thomas Alva Edison baut mit „Kinetoskop-Guckkasten“ (Nickel-Odeon) Prototyp des Kinos
1889
Lazare Weiler erfindet ein Spiegel-Prisma zur Bildzerlegung für Fernsehen (später Karolus)
1890
Der Franzose Gabriel Lippmann erfindet den Farbfilm und erhält dafür den Nobelpreis 1908
1890
John Raphael Rogers erfindet in USA die einfache Typensetzmaschine „Typograph“
1890
Bibby, Baron & Sons bauen in Liverpool die erste Anilindruckmaschine = Flexodruck
1891
Tolbert Lanston erfindet in USA die Einzeltypen-Gießmaschine Monotype mit Taster
1892
Ottmar Mergenthaler baut die „Simplex“ als endgültige Typensetz- und -gießmaschine
1893
Arthur Ferguson meldet in England ein erstes Patent auf eine Fotosetzmaschine an
1894
Guglielmo Marconi sendet mit einem Hertz’schen Funkenerzeuger Funkwellen aus (auf 3 km)
1895
Die Gebrüder Lumière richten im Grand Café in Paris eine Stummfilm-Projektion (Kino) ein
1895
Bei Intaglio Printing Company, Lancester, England, entstehen erste komm.Tiefdrucke.
1897
Karl Ferdinand Braun erfindet den Kathodenstrahl-Oszillographen (Braun’sche Röhre)
1898
Karl Ferdinand Braun erfindet elektrischen Schwingkreis statt Funken für Radiosendungen
1898
J. Pulitzer und W.R. Hearst erzielen mit Comics-Beilagen Millionenauflagen in N.Y.

1898
Es entwickelt sich ein Markt für Kino-Projektoren (Foersterling.) und Filmagenturen (Wolff)
1899
Guglielmo Marconi schickt erstes Funktelegramm über den Ärmelkanal nach England
1900
Otto von Bronk schlägt die „telegraphonische“ Speicherung der Fernseh-Einzelbilder vor
1904
Erste Bildtelegrafie von Artur Korn zwischen München und Nürnberg mit Fotozelle/Kerrzelle
1904
Caspar Hermann und Ira W. Rubel erfinden in USA simultan den Bogen-Offsetdruck
1906
Max Dieckmann und Gustav Glage übertragen Strichzeichnungen mit der Braun’schen Röhre
1906
Rudolf von Lieben und Lee de Forrest erfinden die elektronische Verstärkerröhre
1906
Reginald Fessender (CAN) erfindet modulierte Radiowellen und überträgt Musik & Sprache
1907
Erstes Tele-Bild zwischen Zeitungen„L’Illustration“ Paris und „Daily Mirror“ London
1910
In Freiburg-Breisgau entsteht die erste Hybrid-Zeitung in Buchdruck und Tiefdruck
1911
Boris Rosing patentiert ein optisches (Sender) und photoelektrisches System (Empfänger)
1912
Caspar Hermann erfindet in Leipzig den Rollen-Offsetdruck in Gummi-Gummi-Bauart
1912
Herbert Kalmus et.al erfinden in USA den „Technicolor-Farbfilm“ als CMYK-gedr. Film
1913
Alexander Meißner (D) konstruiert den ersten Rundfunk-Röhrensender mit Rückkopplung
1917
Vladimir Zworykin entwickelt ein elektr. Fernsehsystem in Moskau und emigriert nach USA
1918
E.H. Armstrong (USA) konstruiert ersten Überlagerungsempfänger für Radio mit Lautspr.
1919
Dénes von Mihàly entwickelt ein Fernsehsystem in Ungarn mit Schattenbildern über 5 km
1920
Erster kommerzieller Radiosender in Pittsburgh, USA – ab 1923 auch in Berlin (Vox-Haus)
1922
Lee De Forrest erfindet den s/w-Tonfilm mit Lichtspur, den so genannten „Phonofilm“
1922
Erstes Funk-Pressebild von Europa nach USA (Bild vom Papst in „New York World“)
1922
Philo Farnsworth erfindet, erst 16-jährig, einen Bildsonden-Abtaster für Fernsehen (pat. 1927)
1923
Vladimir Zworykin erfindet in USA bei RCA das „Ikonoskop“ als elektronische TV-Kamera
1925
John Logie Baird (GB) führt 3 Wochen lang sein Fernsehen in einem Kaufhaus in London vor
1925
Max Dieckmann und Rudolf Hell führen ihr Fernsehen auf Gewerbemesse in München vor
1929
Dr.-Ing. Rudolf Hell baut seinen Hellschreiber, der in Presseagenturen eingesetzt wird

1930
Der Ungar Edmund Uher lässt bei MAN eine erste Fotosetzmaschine „Uhertype“ bauen
1931
Manfred von Ardenne zeigt mit Loewe auf Berliner Funkausstellung vollelektron. Fernsehen
1931
Caspar Hermann erfindet den wasserlosen Offsetdruck – erst 70 Jahre später Erfolg
1932
L. Godowski und L. Mannes entwickeln mit Kodak den Doppel 8-s/w-Film für Amateure
1935
Die Super-Albert-Zeitungsrotation stellt mit 60 000 Expl./h einen neuen Weltrekord auf
1935
E.H. Armstrong erfindet Amplituden-Modulation (AM) = besserer Empfangsqualität (UKW/FM)
1935
AEG und IG Farben gelingt es (Versuche ab 1924) Tonbänder und Abspielgeräte herzustellen
1935
Erste Homefax-Zeitungen in USA von RCA, Finch Telecommunications, John Hogan
1936
Fernsehsendungen Olympische Spiele Berlin mit Systemen von Telefunken und Fernseh AG
1937
Chester Floyd Carlson erfindet in USA das elektrostatische Drucken – die Xerographie
1938
Konrad Zuse erfindet in Berlin den ersten programmierbarer Computer Z 1 (mech.-elektr.)
1939
Präsident Roosevelt eröffnet in New York die erste regelmäßig ausgestrahlte Fernsehsendung
1940
John Webendorfer baut in USA die erste Rollenoffsetmaschine mit Heatset-Trockner
1940
Erster programmierbarer Computer Z 3 in Relais-Technik (Rechner & Speicher) von K. Zuse
1940
Columbia Broadcasting Syst. (CBS) erfindet erstes Farbfernseh-Verfahren nach NTSC-Norm.
1840
Sir Rowland Hill entwickelt das Postwesen mit der ersten Briefmarke der Welt (Black Penny)
1941
John V. Atanasoff stellt in USA den ersten Rechner in Röhren-Technik (statt Relais) her
1945
Erneut Homefax-Zeitungen mit UKW-Radio bei 25 US-Zeitungen – wieder Misserfolg
1945
Die Franzosen Hugonnet und Moyroud bauen die Fotosetzmaschine Lumitype (Photon)
1946
Erste elektronische Großrechenanlage ENIAC von Eckert und Mauchly an der Pensylv.-Uni.
1947
Erwin Land entwickelt in USA Kamera und besch.Papier für Sofortbildfoto, gen. „Polaroid“
1949
Peter Goldmark (GB) entwickelt mit Mikrorillen die s. g. Langspielplatte (LP) aus Vinyl
1948
Dennis Gabor erfindet die Holografie – mit Laserlicht 1984 (mit Adler „National Geographic“)
1950
Erste gedruckte Schaltung bei elektronischen Leiterplatten von Fritz Stahl in Geldern
1950
Bau des ersten elektromechanischen „Klischographen“ durch Dr.-Ing. Rudolf Hell, Kiel

1950
Der Setzmaschinenhersteller Intertype bringt den Fotosetter auf Basis Bleisatz heraus
1951
Bau der ersten PDI-Farbscanner in USA nach Vorarbeiten von Kodak schon aus 1936
1953
Henry Chretiéns „Anamorphoskop“ erscheint als CinemaScope-Breitwandfilm bei 20th Fox
1953
NTSC = National Television System Committee in USA entwickelt erstes Farbfernsehsystem
1954
Die Firma Regency produziert in den USA das erste Transistorradio (Transistorerfind. 1948.)
1955
Erste Linotype-Fotosetzmaschine „Linofilm 1010“ mit Kathodenstrahlröhre (K.S. Paul)
1955
Harry Olsen und Herbert Belar entwickeln ersten Musik-Synthesizer für elektronische Musik
1958
Das 180 Grad-Kino, gen. „Omnivision Cinema 180“ = Rundprojektion wird erstmals gezeigt
1958
Bau der ersten Farbscanner in Europa, simultan von John F. Crosfield und Rudolf Hell
1959
Die japanische Zeitung „Asahi Shimbun“ überträgt Ganzseiten-Faksimiles zu Druckerei
1959
Henri de France erfindet in Frankreich das Farbfernsehsystem SECAM als besseres NTSC
1960
Kleine, tragbare Telebildsender werden für die Bildübertragung in Redaktion eingesetzt
1961
In den USA werden erste stereophone Radiosendungen ausgestrahlt (in Deutschland ab 1963)
1962
Der erste Fernmeldesatellit „Telstar 1“ für Telefon-Verbindungen zwischen USA und Europa
1963
Walter Bruch erfindet bei Telefunken das PAL-Farbfernsehsystem in Konkurrenz zu SECAM
1965
Kodak kombiniert den Doppel 8-Film (16 mm) mit Kodachrome zum erfolgreichen Super 8
1965
Erste digitale Lichtsetzmaschine „Digiset 50 T1“ von Dr.-Ing. Rudolf Hell in Kiel
1965
Japanische Zeitungen starten erneut einen Versuch mit Homefax-Zeitungen – eingestellt
1966
Erste Versuche mit Glasfaserkabel für schnellere Telefonvermittlung in Großbritannien
1968
Die WIFAG 80 - Zeitungsrotation stellt mit 80 000 Expl./h einen neuen Weltrekord auf
1968
Bogenoffsetmaschinen ersetzen die Schnellpressen und Buchdr.-Bogenrotationsmasch.
1969
In USA entsteht als Reaktion auf den Sputnik-Schock das ARPANET mit zunächst 4 Knoten
1970
Der Foto- und Lichtsatz wird mit dem allgem. Vordringen des Offsetdrucks Standard
1970
Auf der Expo’70 in Japan wird erstmals ein IMAX-Kino (Images maximum) eröffnet
1970
Sam Fedida (GB) erfindet den Videotex-Dienst via Telefon und Fernsehbildschirm (in D Btx)

1970
Mit Videotex entsteht auch der Teletext-Dienst in der Austastlücke der Fernsehhalbbilder
1970
In USA werden Tiefdruckmaschinen mit Papierbahnbreiten von mehr als 2 m gebaut
1970
Die Endlosform-Belt-Press von Cameron in USA ermöglicht preiswerte Taschenbücher
1971
Erste Einsätze von Bildschirmen (Monitore) im Rollenoffsetdr. für Farb-Voreinstellung
1972
Ray Tomlinson entwickelt in USA das erste E-Mail-Programm für individ. Kommunikation
1972
Nolan Bushnell erfindet das erste Videospiel „Pong“ in USA und gründet Atari für Vertrieb
1973
Fotopolymerplatten ersetzen Bleistereotypie, DiLitho als Übergangslösung zum Offset
1973
Koenig & Bauer baut eine 6 Platten Jumbo-Rotation – erst 30 Jahre später ein Erfolg
1973
Die automatische Weiterverarbeitung in den Druckereien weitet sich räumlich aus
1974
Maschinensetzer werden durch Datentypistinnen ersetzt – Streik gegen „Neue Technik“
1976
RIP (Raster Image Processor) und Lasertechnologie perfektionieren den Fotosatz
1977
Das erste Drop-on-Demand- Inkjet-Gerät PT 80i wird von Joachim Heinzl bei Siemens geb.
1977
Tiefdruckmaschinen brechen mit 45 000 Zyl./h = 90 000 Expl./h den Geschw.-Rekord
1978
Das französische Netz-Projekt CYCLADES wird aus politischen Gründen eingestellt
1979
Millionenteure elektronische Bildverarbeitungssysteme automatisieren die Repro
1980
NHK und Sony entwickeln in Japan das hoch auflösende HDTV-Fernsehen (MUSE-Verf.)
1980
Philips und Sony bringen die erste Digitalschallplatte (CD = Compact Disc) auf den Markt
1980
Akzidenz-Rollenoffsetmaschinen mit integrierter Weiterverarbeitung (inline finishing)
1981
Mit der Zeitung „USA Today“ dringt eine Farbrevolution weltweit in alle Zeitungen ein
1981
IBM tritt mit einem kleinen PC (Personal Computer) in den Markt der Micro-Computer ein
1981
Erste Stereoton-Sendungen im deutschen Fernsehen (ZDF) nach dem Mehrkanaltonsystem
1982
Der Deutsche Rudolf Lohmeier erfindet die erste Schallplatte in 3D-Stereophonie (SonoPress)
1982
Erster VHS-Videorecorder für Stereoton- und Zweikanal-Aufnahme und -Wiedergabe
1983
Scheuter/Fischer schaffen die Voraussetzung zum frequenzmodulierten Druck mit Fotoqualität
1983
Das TCP/IP ersetzt das Network Control Pogram (NCP) – ARPANET hat jetzt 400 Rechner

1984
Kabelfernsehen wird in Deutschland gestartet mit AKK (Anstalt für Kabelkommunikation)
1984
Apple kommt mit dem Macintosh samt LaserWriter heraus = Desktop Publishing entst.
1984
Zeitungen engagieren sich in Neuen Medien (Lokal-Radio und -Fernsehen, Multimedia)
1984
Das Domain Name System (DNS) wird eingeführt – ARPANET hat jetzt über 1000 Rechner
1985
Kleine handliche Video-Kameras lösen die Super 8-Filme bei den Amateurfilmern ab
1986
Die ersten Satelliten für TV-Direktempfang TV-SAT und TDF 1 gehen in die Umlaufbahn
1986
Der erste Laptop-Computer (Deskpro 386 mit Intel 80386-Prozessor) kommt auf den Markt
1986
Das Achterturm-Konzept bei Zeitungsoffsetmaschinen bringt den 4/4-Farbendruck
1986
„Wall Street Journal“ überträgt in USA Zeitungsseiten Computer-to Plate via Satellit
1987
Der Begriff „Internet“ entsteht – es sind insgesamt 27 000 Rechner im ARPANET vernetzt
1987
Ganzseitenumbruch mittels Künstlicher Intelligenz, Roboter für den Plattenwechsel etc.
1987
Digitales Satelliten-Radio und RDS = Radio Data System auf der Berliner Funkausstellung
1988
Start des ISDN-Netzes für parallele Dienste mit 2 x 64 Kbit/s und 16 Kbit/s auf Steuerleitung
1988
Der Ganzseitenumbruch am Bildschirm statt Klebeumbruch wird zunehmend Realität
1989
Tim Berners-Lee schreibt bei CERN in Genf den ersten Entwurf für das World Wide Web
1989
Zeitungspapier erreicht beim Recycling einen Altstoffeintrag von > 100% (Verlustausgl)
1989
Japanische Zeitungen korrigieren den gesetzten Text mittels künstlicher Sprachausgabe
1990
Das militärisch benutzte Teil des ARPANET wird außer Betrieb gesetzt, durch Internet ersetzt
1990
Proprietäre Satzsysteme werden durch PC-Netzwerke (Desktop Publishing) ersetzt
1992
Der erste Netzwerk-Browser Mosaic wird von der NCSA entwickelt – weitere Browser folgen
1992
Videokonferenzen zur Vermeidung von langen Geschäftsreisen setzen sich immer mehr durch
1992
Bei der Repro setzt sich Desktop-Publishing fort (Macintoshs statt millionenteure EBV)
1992
Erste Handys werden in Deutschland (D1-Netz) zugelassen – neben 700 000 C-Netz-Kunden
1993
Zeitungen gehen mit ihren Zeitungsinhalten ins Internet – ab 2001 falsch gen „E-Paper“
1993
Der Digitaldruck (Indigo) dringt erstmals in die Domäne der Bogenoffsetmaschinen ein

1993
Die WWW-Software wird auch außerhalb von CERN eingesetzt – 500 Webserver weltweit
1994
Mit wellenlosen Antrieben erhalten Druckmaschinen neue Gestaltungsmöglichkeiten
1995
Aufbau des SMS-Dienstes in den D-Netzen in Deutschland – erste Prepaid-Karten 1997
1995
Mit Digitalkameras und Handys kommt der Bildjournalismus auf eine neue Ebene
1996
Mit Yahoo geht der erste Suchdienst an den Start, gefolgt vom erfolgreicheren Google 1998
1998
Die einmillionste de-Domain wird registriert – es sind 10 Mio. Rechner im Internet
1999
Zeitungen werden als Print-on-Demand im Digitaldruck für Reisende produziert
2001
Jimmy Wales und Larry Sanger gründen das Online-Lexikon „Wikipedia“ in 250 Sprachen
2002
MMS (Multimedia-Massage)-Dienste werden eingeführt – erste Farbfotos auf Handys
2003
Virtuelles 3D-Second Life online mit angeblich 8,7 Mio. „Einwohnern“(Avatare) in 2007
2004
iPod erlaubt automatischen Download von Audiodaten aus dem Internet im MP3-Format
2004
Offizieller Start der UMTS-Dienste – teure Versteigerung der Frequenzen schon in 2000
2004
Erste Konferenz zur Entwicklung eines zukünftigen Internet mit dem Namen „Web 2.0“
2005
Bei Tiefdruckmaschinen wird die „Schallmauer“ von 4 m Bahnbreite durchbrochen
2005
Zeitungsoffsetrotationen drucken rationeller mit 6 statt 4 Platten = Seiten in der Breite
2006
Erste mobile Fernseh-Angebote auf Foto-Handys – Einführung von HSDPA (1,8 Mbit/s)
2006
Mit Hybrid-Heatset/Coldset und Tabloid passen sich Zeitungen dem neuen Zeitgeist an
2007
Weltweit 700 Mio. (200 Mio. DSL) Internet-Nutzer und 400 Mio. Provider –Spam-Rate 90%!
2007
In Deutschland gibt es über 80 Mio. Handys – weltweit 3 Mrd. (2000 verschiedene Modelle)
2007
Telekom startet das IP-TV (Internet-Fernsehen) auf der IFA in Berlin (pot.17 Mio. Haushalte)

Literaturverzeichnis

Helmut Kipphan: „Handbuch der Printmedien“, Springer-Verlag Berlin, 2000, ISBN 3-540-66941-8
Felix Paturi: „Schlüsseldaten Entdeckungen und Erf.“, Harenberg-Verl. Dortmund, 1998, ISBN 3-611-00682-3
Roland Gööck: „Die großen Erfindungen, Nachrichtentechnik, Elektronik“, Sigloch Edition, Künzelsau,1988
Artur Fürst: „Weltwunder der Technik, Telephonie etc.“ VDI-Verlag Düsseldorf, 1985, ISBN 3-18-400700-6
Rolf Oberliesen: „Information, Daten und Signale“, Rowohlt-Verlag Hamburg, 1982 ISBN, 3-499-17709-9
Sigfrid von Weiher: „Tagebuch der Nachrichtentechnik“, VDI-Verlag Berlin, 1980, ISBN 3-8007-1182-6
Wilhelm Keller: „Hundert Jahre Fernsehen 1883-1983“ VDE-Verlag Berlin, 1983, ISBN 3-8007-1313-6
Boris Fuchs und Christian Onnasch: „Dr.-Ing. Rudolf Hell“, Editions Braus Heidelberg, 2005, ISBN 3-89904-1
Erich Straßner: „Medienwissenschaft Band 1-3“, Walter de Gruyter-Verl. Berlin, 1999, ISBN 3-11-013961-8

Guido Knopf: „History – Geheimnisse des 20. Jhd.“, Bertelsmann-Verlag München, 2002, ISBN 3-570-00665-4
„Kommunikation in Geschichte und Gegenwart“, Gg.-Agricola-Ges. Band 27 Freiberg, 2002, ISBN 3-931730-5
„Die Chronik der Deutschen“ Harenberg-Verlag Düsseldorf, 1983, ISBN 3-88379-023-0
„Propyläen Technik-Geschichte Band 1-5“, Ullstein Buchverlag Berlin, 1997, ISBN 3-549-07110-8
Claus W. Gerhardt: „Technikgeschichte des Buchwesens“, Polypraph Frankfurt, 1976, ISBN 3-87641-195-5
„Brockhaus Naturwissenschaft und Technik Band 1-5“, Brockhaus Wiesbaden, 1983, ISBN 3-7653-0357-7
Winfrid Glocker: „Museumsfhr.Drucktechnik“, Deutsches Museum München, 2007, ISBN 978-3-940396-00-6
Otto M. Lilien: „ Geschichte des Tiefdrucks Band 1-3“, Gebr. Schmidt Farbenfabrik Frankfurt-Main, 1978
Martin Welke und Boris Fuchs: „Zeitungsdruck. Bd. 58“ K.G. Sauer Verl. München, 2000, ISBN 3-598-21321-2
Boris Fuchs: „Ifra-40 Jahre Kompetenz für Zeitungen in aller Welt“, Ifra Darmstadt im Eigenverlag 2001
Boris Fuchs: „Die Renaissance des Rollenoffsetdrucks“, Leipziger Jahrbuch zur Buchgeschichte, Leipzig, 1992
Edgar Vorndran: „Entwicklungsgeschichte des Computers“, VDE-Verlag Berlin, 1982, ISBN 3-8007-1267-9
Liu Guojun: „Geschichte des chinesischen Buches“, Verlag fremdl. Lit. Beijing. 1988, ISBN 7-119-00661-4
Friedrich Klemm: „Geschichte der Technik“, B.G. Teubner-Verlag Stuttgart, 1999, ISBN 3-519-00282-5
Ernst Pfau und Egon Jameson: „Weltmacht Fernsehen“, hobby-Bücherei im EHAPA-Verlag Stuttgart, 1967
Friedrich Engel: „Compact Cassetten“ laterna magica-Verlag München, 1983, ISBN 3-87467-238-7
Sabine Schachtner: „Größer, schneller, mehr = Papier“, Rheinland-Verlag Köln, 1996, ISBN 3-7927-1561-9
Karl Schottenloher: Das Alte Buch“, Klinkhardt & Biermann-Verlag Braunschweig, 1956
Philipp von Zabern: „Buchkultur in Mainz“, Philipp von Zabern-Verlag Mainz, 1992, ISBN 3-8053-0883-3
Fritz Schröder: „Ottmar Mergenthaler“, Mergenthaler-Setzmaschinenfabrik Berlin, 1941
Pierre Cuchet: „Etudes sur les machines à composer“, Jérôme Millon, 1986, ISBN 2-905-614-072
Stewart Brand: „The Media Lab of the MIT“, Viking Penguin Publisher New York and London, 1987
Reiner Kabel und Thomas Strätling: “Kommunikation per Satellit“, Vistas-Verlag Berlin, 1985
Stratis Karamanolis: „Fernsehsatelliten“, Karamanolis-Verlag München, 1981
Alwin Diemer: „ Computer, Medium der Informationsverarbeitung.“, Carl Habel Verlag Darmstadt, 1972
Konrad Zuse: „Der Computer – mein Leben“, Springer-Verlag Berlin, 1984, ISBN 3-540-13814-5
Manfred von Ardenne: „Ein glückliches Leben für Technik und Forschung“, Verlag der Nation Berlin, 1972
Frank E. Comparato: „Chronicles of Genius and Folly“, Labyrintos Publications Culver City USA, 1979
Hans Jürgen Wolf: “ Geschichte der Druckverfahren”, Historia-Verlag Elchingen, 1992, ISBN 3-9800-257-4-8
Erhardt Stiebner: „Bruckmanns Handbuch der Drucktechnik“, Bruckmann München, 1976, ISBN 3-7654-1642-8
Otto M. Lilien: „Jacob Christoph Le Blon 1667-1741“, Hiersemann-Verlag Stuttgart 1985, ISBN 5-7772-8507-2
Wilhelm Weber: „Aloys Senefelder, Erfinder der Lithographie“, Polygraph-Verlag Frankfurt-Main, 1981
Friedrich Klemm: „Geschichte der Technik“, B.G. Teubner-Verlag Stuttgart, 1999, ISBN 3-519-00282-5
Wolfgang Baier: „Quellendarstellung zur Geschichte der Fotografie“, Fotokino-Verlag Leipzig, 1980
Helen Schmits: „Caspar Hermann: Ein Leben für den Offsetdruck“, Eigenverlag der Enkelin in Metelen, 2001
„Telefunken nach 100 Jahren – das Erbe einer Weltmarke“, Nicolai-Verlag Berlin, 2003, ISBN 3-87584-961-2
„Presse- und Verlagsgeschichte im Zeichen der Eule“, Axel Springer Hamburg, 2002, ISBN 3-00-009719-8
Brigitte Robuck: Vom Pianotyp zur Zeilensetzmaschine“, Jonas Verlag Marburg, 1996, ISBN 3-89445-206-4
Christian Ferber: „Berliner Illustrirte 1892-1945“, Ullstein-Verlag Berlin, 1989, ISBN 3-550-08506-0
Dietrich Ratzke: „Handbuch der Neuen Medien“, Deutsche Verlagsanst. Stuttgart, 1982, ISBN 3-421-02728-5
Günter Bayerl/Karl Pichol: „Papier“, Rowohlt Taschenbuch-Verlag Reinbeck, 1986, ISBN 3-499-17727-7
Walter Wikes: „Die Entwicklung der eisernen Buchdruckerpresse“, TH Darmstadt Lehrdruckerei, 1983
Walter Wilkes: „Buchdruck-Schnellpressen und Enlosrotationen“, TU Darmstadt Lehrdruckerei, 2004
„Das neue Ullstein-Buch der Erfindungen“, Ullstein-Verlag Berlin, 1988, ISBN 3-550-07744-0
Christian Wurster: „Computers, eine illustrierte Geschichte“, Taschen Köln, 2002, ISBN 3-8228-5729-7
Peter Pichard: „The Making of McPaper“, Universal Press Kansas City/New York, 1987, ISBN 0-8362-7939-5
Ernst Born: “Geschichte des Bilderdrucks”, Eigenverlag Ernst Born Basel, 2006, ISBN 3-905367-03-3

Die nächste IADM-Jahrestagung vom 14.-15. November 2008 im Museum Buchkunst in Leipzig wird sich mit dem Thema: „Wertdruck seit den Anfängen: Technische Probleme und elektronische Perspektiven“ beschäftigen. Nähere Infos über: www.arbeitskreis-druckgeschichte.de

Als im Gutenberg-Jubiläumsjahr 2000 (Gutenbergs 600. Geburtstag) die Stadt Mainz und die Internationale Gutenberg-Gesellschaft den Erfinder der E-Ink-Folie, Dr. Joseph M. Jacobson, mit dem Gutenberg-Preis ehrten, da wurde das Bild an die Wand gemalt, als werde mit dieser elektrophoretischen Anzeigetechnik das Ende der Druckmedien eingeläutet. Der VDD antwortete darauf mit seiner Jahrestagung 2001 in Berlin mit dem Titel:"E-Business, Grenzen und Chancen der Drucktechnik" Boris Fuchs wies bei seinem Übersichts-Referat: „E-Ink: Displaytechnik oder Druck und Papier-Ersatz?" nach, dass es eine logische Entwicklungskette von der Kathodenstrahlröhre über den Flachbildschirm bis zu den flexiblen Displays auf Polymerelektronik-Basis gibt, in die sich die E-Ink- und E-Paper-Folien einreihen. Dabei liege der Vorteil eindeutig bei den oLED-Dislays (organische Licht Emittierende Dioden). Prof. Dr. Arved Hübler vom Institut für Printmedien (pm) der TU Chemnitz bekräftigte dies noch mit seinem nachfolgenden Vortrag, mit dem er auf bevorstehende Versuche in seinem Institut hinwies, die flüssigen elektrischen Funktionspolymere in einer Druckmaschine aufzutragen, um so zu Hybrid-Medien zu gelangen, die unter dem Begriff „Polymedia" zusammengefasst werden können. Nach vier Jahren war es an der Zeit, den Nachweis der Durchführbarkeit dieser Technik zu erbringen, wozu diese Tagung angesetzt wurde.

Organic Electronics Association (OEA) - Plattform für eine neue Industrie

Dr. Klaus Hecker

Inzwischen hat sich innerhalb des VDMA diese Fach-Vereinigung gebildet, der Firmen wie polyIC, KSG, Siemens, Degussa, Merck, Liebher, Honeywell, sowie MAN Roland und Böttcher neben den Forschungsinstituten Fraunhofer und pm angehören. Insgesamt sind es gegenwärtig 51 Mitglieder. Das Ziel, worüber der Geschäftsführer von OEA, Dr. Klaus Hecker, bei dieser Tagung sprach, ist, eine Brücke zwischen der Forschung, der Herstellung und der Anwendung dieser neuen Produkte herzustellen. Dies werde erreicht durch die gemeinsame Festlegung von Plattformen/ Standards und durch den Erfahrungsaustausch bis zur Kooperation zwischen den Mitgliedern. In einem detaillierten Überblick zeigte er die Vorteile der Polymerelektronik und ihre Zukunftsaussichten auf (von einem Marktvolumen von 13 Mrd. US-Dollar bis 2012 ist die Rede - manche Prognosen gehen sogar bis 250 Mrd. US-Dollar) und erklärte praktische Anwendungen bei RFID (Radio Fequency Identification) bis zu Diagnose-Sensoren, Solarzellen, sicheren Eintrittskarten und intelligenten Verpackungen. Zum Schluss wies er auf die Messe „Plastic Electronics" hin, die am 4. und 5. Oktober 2005 auf dem Messegelände in Frankfurt-Main stattfinden wird, 100 Präsentationen von 20 Herstellern bringt und eine Podiumsdiskussion mit 400 Anmeldungen einschließt.

Gedruckte Elektronik - eine Technologie mit Chancen für die Druckindustrie?

Prof. Dr. Arved Hübler

Unter dieser Fragestellung kam erneut Prof. Dr. Arved Hübler vom Institut für Printmedien (pm) der TU Chemnitz zu Wort. Er erinnerte eingangs an seinen Vortrag vor vier Jahren in Berlin, wo er von manchen noch unter Hinweis auf „Jugend forscht" verlacht wurde. Heute könne er erste Ergebnisse seiner damaligen Ankündigungen vorweisen, was die Lacher verstummen lassen werde. Seinen Vortrag untergliederte er in die Kapitel: Revolution in der Druckindustrie? - Märkte und Untersuchungen - gedruckte Elektronik - neue Ergebnisse, und am Ende erlaube er sich noch etwas Eigenwerbung anzufügen.
Er sei entgegen der vorherrschenden Meinung in der Druckmaschinenindustrie davon überzeugt, dass der Entwicklungstrend zu immer schnelleren und leistungsfähigeren Druckmaschinen bald ihre Grenzen finden werde, weil die Märkte dazu fehlen, und deshalb nach neuen Anwendungen für die Drucktechnik Ausschau gehalten werden muss. Eine große Chance biete dabei die gedruckte Elektronik. Man müsse sich allerdings

darauf einstellen, dass auf diesem weiten Feld mit fremder Konkurrenz zu rechnen ist. In 20 Jahren werde sich dann zeigen, wer wen geschluckt habe. Der Druckindustrie verfüge dabei jedoch über gute Startbedingungen, die man nutzen sollte. Die Chance, in ein völlig neues Anwendungsgebiet vordringen zu können, biete sich nicht alle Tage. Was bereits bestehende Anwendungen anbelange, so verwies er auf das „Printed Display“ von Toppan Printing, des zweitgrößten Druckkonzerns in Japan, aber auch Entwicklungen von Dainippon Screen und die Scanner-Folie der University of Tokyo. Bei Letzterer denke man bereits über druckempfindliche Häute für Roboter nach, die im SiebdruckVerfahren mit Silberpasten aufgetragen werden können. Eine neue Polymer-Chemie mit Materialien, die im Jahre 2000 mit dem Nobelpreis gewürdigt wurde, halte allenthalben Einzug.

Nachdem Prof. Hübler die verschiedenen Polymer-Materialien und ihre Verarbeitbarkeit im Offset-, Tief-, Flexo- und Siebdruck in einem systematischen Überblick erklärt und die gegenwärtige Produktivität mit 20 m²/h angegeben hatte, kam er auf die gestiegenen Anforderungen in Bezug auf Homogenität und Schichtdicke zu sprechen, was ganz neue Druckmaschinen erforderlich mache. Die technische Innovationsfreudigkeit der Druckmaschineningenieure sei deshalb gefordert. Neue Randbedingungen wie Kantenstärke, Rauhigkeit, innere Homogenität bei der Trocknung und weitere Phänomene, die zu Streifenbildung führen können, seien dabei zu beachten. Das alles habe großen Einfluss auf die elektrische Leitfähigkeit. Auch bei den Druckfarben müsse umgedacht werden, denn die Oberflächenspannung und die Viskosität treten hier gegenüber anderen Eigenschaften in den Hintergrund - Additive können bei Druckstörungen mehr zerstören als nutzen. Ganz neue Qualitäts-Sicherungssysteme müssen entwickelt werden. Ein simples Densitometer helfe da dem Fachmann nicht weiter.

Wo geht die Entwicklung hin? Gegenwärtig könne man zwei Entwicklungstrends beobachten: die Entwicklung von Produkten, die schnell vermarktet werden können und Entwicklungen, die auf komplexere, bessere Funktionen hinzielen. Zu Ersteren gehören die PC-Tastaturen aus Papier (key pads) für Video-Spiele und für den SMS-Versand. Auch Karten für neuartige Kartenspiele und fälschungssichere Eintrittskarten gehören unter diese Produktkategorie. Es werden dabei keine Silberpasten auf Folien, sondern Polymerschichten auf Papier eingesetzt. Sein Institut werde mit Produkten zu dieser Kategorie auf der von Dr. Hecker angekündigten Messe vertreten sein. Darüber hinaus habe man in seinem Institut in Chemnitz auch schon elektronische Schaltkreise gedruckt - dies in Zusammenarbeit mit Lucent und BASF, doch stehe man da noch am Anfang der Entwicklung. So seien die Reaktionszeiten noch „grausam schlecht“. Die Versuche hätten sich jedoch als viel versprechend erwiesen und würden noch keine physikalischen Grenzen erkennen lassen.

Mit einer Video-Präsentation, die das Auftragen der verschiedenen Schichten für einen Ringoszillator auf der MAN Roland-Laborman in seinem Institut zeigte, beschloss Prof Hübler seinen mit viel Beifall aufgenommenen Vortrag, nicht ohne jedoch mit der bereits angekündigten Eigenwerbung darauf hinzuweisen, dass sein Institut inzwischen 45 Personen bei einem Etat von 2 Mio. Euro beschäftige und in einer separaten Firma mit Namen „printronics Chemnitz“ in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut IZM mit 8 Mitarbeitern die Vermarktung der genannten Entwicklungen betreibe. Er lud zum Schluss den VDD ein, seine nächste Jahrestagung in Chemnitz abzuhalten, um dort mit dem pm das Jubiläum „50 Jahre Polygrafie an der TU/TH Chemnitz“ zu feiern. „Sie werden staunen!“, versprach er.

Praktische Anwendungen der RFID-Technik (Radio Frequency Identification)

Jürgen Rexe
bieloatik, Neuffer

Jürgen Rexer von der Firma bielomatik Leuze GmbH in Neuffen hatte es übernommen, auf diese bereits bestehende Technologie hinzuweisen, die jedoch noch mit der Silziumelektronik und noch nicht mit der Polymerelekronik arbeite. Gerade komme er von der „Label Expo“ in Brüssel zurück, wo „Transponder Processing and Fini-

shing“ ein großes Thema war. Sein Referat unterteilte er in: RFID - physikalische Eigenschaften und Anwendungsbeispiele - Wertschöpfungskette bei der Herstellung, das bilomatik-Verarbeitungskonzept - Relevanz von Druckprozessen für RFIDs, die Kostensituation - Ausblick in die Zukunft.

Was ist das: RFID? Es handelt sich dabei um einen Speicherchip, Transponder genannt, der keine eigene Energiequelle besitzt, diese vielmehr beim Auslesen der auf ihm gespeicherten Daten über eine Antenne, die auch der Datenübermittlung dient, zugeführt bekommt. Die kontaktlose Kopplung zum Lesegerät (3 V) geschieht dabei auf induktivem oder elektromagnetischem Weg. Zum Auslesen der Daten braucht es keine Sichtverbindung wie beim Bar Code, ein einfaches Durchlaufen eines Gates genügt. Die RFIDs zielen also hauptsächlich auf den Ersatz von Bar Codes (Strich Codes) auf Verpackungen durch Mitgeben von Mehrwertfunktionen.

Anwendungen werden in der Pilotphase bereits in der Pharmazie, bei Fluggesellschaften, im öffentlichen Nahverkehr, bei der Paketpost, in der Sensorelektronik, bei Zugangskontrollen und bei fälschungssicheren Eintrittskarten (Fußball-Weltmeisterschaft 2006) gesehen. Beispiele dafür liefern WallMart bei Paletten- und Karton-Erkennung (ab Januar 2005) und Metro (ab November 2004). Target und TESCO sind weitere Anwender, neben Bibliotheken und Paketdiensten wie DHL. Die Flughäfen von Hongkong, Las Vegas und San Francisco in Kooperation mit JAL, BA, Delta, Southwest und der japanischen ANA sind damit bei ihren Gepäckverteilungssystemen sehr aktiv und in Paris experimentiert die dortige U-Bahn (Metro) mit so gesicherten Fahrkarten. Beim Einnähen von RFIDs in Kleidungsgegenstände gab es allerdings Unruhe wegen des Verdachts des Überwachtseins, doch bei hochsensitiven Medikamenten leisten sie akzeptiert gute Dienste.

Danach erklärte Rexer die Wertschöpfungskette bei der Herstellung der RFIDs und die Rolle-zu-Rolle-Verarbeitung bei 2- und 3-Lagen-Produkten. Der Chip wird dabei immer zuletzt aufgebracht. Die Maschinen dazu werden von bielomatik gefertigt und vertrieben, so der bielomatik Explorer T-100/165 und der Multi Web Laminator TAL-100. Zum späteren Ersatz der schmalbahnigen Maschinen habe man eine breitbahnige Variante bereits in der Schublade, die jedoch gegenwärtig noch zu teuer sei. An zwei Produkten für die Metro in Paris und den öffentlichen Nahverkehr in Dresden (einschließlich einer dünnen Batterie) erklärte er die dabei benutzte Druck-Technologie. Es sei eines Tages sicher auch möglich, nach dem gleichen Prinzip oLED-Schichten aufzubringen.

An Kosten (nicht Preise) nannte er für den gesamten „smart label“ auf der Basis von 15 Mio. Stück rund 30 Euro-Cent, wobei 82% auf den Inlay, d.h. den Chip entfallen, 10% auf die Converting-Kosten, 5% auf den Transfer-Tape und 3% auf das PS-Top-Material. Wie schnell die Preise dabei verfallen, beweise die Tatsache, dass auf der „Label Expo“ von US-Konkurrenten bereits RFID-Labels für 7,90 Euro-Cents angeboten wurden. Der große Vorreiter bei der Weiterentwicklung der Technologie in USA ist das MIT in Boston, MA. Die Standardisierung, welche Frequenzen, welche Transpontertypen und welches Datenmanagement zu wählen seien., stelle immer noch ein Problem dar. Die Zukunft sehe er darin, dass die RFIDs nicht mehr als Etiketten aufgeklebt, sonder direkt auf die Verpackung gedruckt werden. In der Diskussion wurde noch darauf hingewiesen, dass die skandinavische Papierindustrie schon zu Beginn der 1990er Jahre Pionierarbeit geleistet habe, indem sie RFIDs in Knopfform und Drahtantenne in die Papierhülsen von Zeitungspapierrollen einfügte, um damit das leidige Problem der Restrollen-Erkennung (die keine Bar Codes mehr tragen) zu lösen. Auch bei der Erkennung von Tiefdruck-Formzylindern im Zylinderlager werden diese bei Großdruckereien schon lange eingesetzt.

Einführung in den Druck von Elektronik
Dr. Roland Baumann

Dr. Roland Baumann von der MAN Roland Druckmaschinen AG in Augsburg präsentierte diese Einführung unter dem Schlagwort: „Printing beyond Color“ oder „Vom Farbauszug zum Funktionsauszug“. Während wir uns heute mit

der Vervielfältigung von Text und Bild, also mit dem Druck der Funktionalität Farbigkeit beschäftigen, um damit dem Auge zu schmeicheln („We are champions in cheatung the eye!"), sollte man die gewonnene „Ability" weiter ausbauen, indem wir den 4c-Farbauszügen Funktiosauszüge (elektr. Schaltungen, Sensoren) hinzufügen plus eine Ganz- und Schutzschicht. Firmen wie SAP und Oracle hätten dies bereits in ihrer Software berücksichtigt.

Dr. Baumann führte danach die verschiedenen Zugangsmöglichkeiten bei Druckmaschinen auf, wie Wertschöpfung bei der Übertragung von Druckstoff auf Bedruckstoff und bei der Applikation von Software wie „pintnet". Auf die RFIDs eingehende erklärte er, dass heute täglich 40 Mrd. Bar Codes in Gebrauch sind, die Schritt für Schritt durch RFIDs ersetzt werden. Wenn die Drucktechnik nur 1% davon zu sich herüber ziehen könne, bedeute dies bereits ein Riesengeschäft.

Bei den Arbeitsfrequenzen der RFIDs müsse man zwischen LF (30-300 KHz), HF (3-30 MHz) und UHF (300-1000 MHz) unterscheiden. Es sei verständlich, dass je höher die Frequenz gewählt werden kann, man mit dünneren Schichten auskomme. Heute werden noch 80% der Antennen in der Ätztechnik hergestellt, was Umweltprobleme verursache (weshalb dies hauptsächlich in China erfolge). Es lohne sich also Versuche anzustellen, diese Antennen zu drucken. Auf der MAN Roland R 700 und der MAN Roland Laborman mit Heatset-Trockner habe man dies bereits erfolgreich durchgeführt. Gezeigt wurde dies auf der drupa2004 mit Willkommens-Karten in der PrintCity. Der nächste Schritt sei, dies bei Verpackungen (gedruckte Widerstände) fortzusetzen. Eine Anwendung der Pharmazie mit der Aufforderung, eine Tablette zu nehmen, indem vorher verschiedene Indikatoren eingegeben und die Körpertemperatur über einen oLED-Sensor gemessen wurde, zauberte er aus der Tasche. Der Chip wurde dabei mit einer Nähmaschine aufgenäht. Die vom Arzt verschriebene Medikamentierung werde dadurch sicherer und es könne darüber hinaus eine Meldung an den Arzt über SMS zurück erfolgen.

Auch in der Herstellung von FETs (Feldeffekt-Transistoren) könne „Printing beyond Color" eingesetzt werden, indem man den Vakuum-Aufdampfungs-Prozess durch einen Nass-in-Nass-Duckprozess ersetzt. Das ungeliebte Feuchtwerk der Druckmaschine kann dabei für das Auftragen eines leitfähigen Polymers verwendet werden, indem man leitfähige und isolierende Schichten in einem Druckdurchgang nebeneinander aufträgt, was man auf der Laborman in Augsburg bereits in Zusammenarbeit mit Agfa praktiziert habe. Ebenso habe ein Motorola-Team bereits FET-Schaltungen auf Papier gedruckt. Dr. Baumann sah dort ganze Stapel davon. Auch bei Alien, bei polyIC, bei ACREO und in einer Gruppe um Prof. Magnus Berggren von der Universität in Linköping, Schweden (Orgami Electronics) arbeite man mit solchen Papier-Applikationen und Anwendung von Druckverfahren. Mit den 200 uns seither bekannten Druckverfahren steht uns dazu eine große Palette zur Verfügung, aus der wir auswählen können. Hybrid-Systeme zwischen konventionell und elektronisch oder unter den elektronischen Verfahren selbst sind möglich. Es gelte diese Marktchancen zunächst zu erkennen und dann mit neuen Technologien auszufüllen.

Gedruckte Elektronik im Spannungsfeld zwischen Technologie-Push und Market-Pull

Dr. Martin Schmitt-Lewen von der Heidelberger Druckmaschinen AG meldete sich unter diesem Titel zu Wort - es fehlte eigentlich nur KBA, um das Statement der drei großen Druckmaschinenhersteller komplett zu machen. Als Technologie-Push führte er die Ubicomp-Vision an, wonach die Elektronik immer mehr in die Dinge des Alltags eindringen werde und für den Market-Pull die Forderung nach neuer Funktionalität bei den Druckprodukten (embedded computing). Als relevante Elektroniktrends nannte er: flexible Elektronik, Polymer-Elektronik, immer kleiner und kostengünstiger werdende Chips, kostengünstige Herstellung ohne Reinraum-Bedingungen. Der Drucktechnik wird dabei unterstellt, eine zentrale Rolle bei der Herstellung von „Wegwerf-Elektronik" zu spielen. In der Fülle von Charts zeigte er die Ketten: Segment-Beschreibung, Drucktechnischer Prozess, Marktchancen, Risiko und Wann? Als Fallbeispiel Nr.1 verwies er auf die ersten Funktionsmuster von RFIDs und

führte Wolfgang Mildner von polyIC, den Chairman der OEA, mit den Worten an: „In 2007 sind wir soweit, RFIDs mit 13,56 MHz zu drucken!“. Als Fallbeispiel Nr. 2 nannte er die Erfolge an der TU Chemnitz.

Als Zweck der Entwicklung nannte er: automatische Warenerfassung innerhalb der Lieferkette, Warenwirtschaft im Lager/Versand, Diebstahlschutz, Convenience-, Qualität- und Produktionssicherheit, Produktsicherheit (Authentizität) und Alleinstellung (Novum). Treibende Kräfte der Entwicklung seien die Logistik, die Markenartikler und die Pharmazie. Die Logistik-Anwendungen würden am stärksten wachsen, sowohl im Einzelhandel als auch beim Militär. Vieles, was er weiter sagte, hatten ihm schon seine Vorredner vorweg genommen. So auch die Frequenzverteilung und die Marktprognosen. Probleme bereiten noch die länderspezifischen Gesetzgebungen (freigegebene Frequenzbänder und Strahlungsleistung), sowie Verbraucherschutz-Initiativen zur Wahrung der Privatsphäre (Unterschied USA/Europa).

Eigentlich sei das Prinzip von RFID eine alte Technik, die schon im Zweiten Weltkrieg in der Luftfahrtindustrie angewandt wurde. Der Fortschritt liege hauptsächlich darin begründet, dass die dabei eingesetzten Mittel immer billiger werden (10-100 Euro-Cents). Die Faustregel, dass sich die Kosten jedes Jahr halbieren, gelte immer noch. Vielleicht werde in einigen Jahren der RFID-Chip nur noch 1 Euro-Cent kosten. Die Massendrucktechnik könnte dies möglich machen.

Kompetenzzentrum „Gedruckte Elektronik“ an der TU Darmstadt

Dr. Stefan Dilfer, Thomas Hollstein

Unter diesem Kompetentzzentrum haben sich sieben Institute der TU Darmstadt interdisziplinär zusammengeschlossen. In der Aufgabenverteilung bearbeite dabei das „e-mat“ die Ferroelektrik, das „MES“ die Schaltkreistechnik VLSI, dass „IHF“ das Channel Modelling, das „IHT“ die Nano-CMOS-Technik, das „Institut für Databases & Distribution Systems“ die semantische Integration und das „IDD“ Farbspaltungs-Untersuchungen.

Warum braucht man ein Kompetenzzentrum? Die Antwort von Dr. Dilfer darauf lautete: Um Standards zu setzten, die Technologie zu ergründen, die Kosten zu planen und zu erfassen, den Betrieb zu optimieren und Nischen-Anwendungen aufzuspüren. Geplante Entwicklungen sind: Untersuchung der Möglichkeiten, Zuverlässigkeits-Prüfung, Schaltfrequenzen ermitteln, Antennen drucken, Design und Optimierung, sowie Einsatz von Hybrid-Systemen. Eine öffentliche Förderung soll dazu beantragt werden. An Druckverfahren stehen der Siebdruck, der Tiefdruck, der Flexodruck, der Tintenstrahl und der Offsetdruck zur Verfügung, deren Grenzen bei dieser Anwendung getestet werden sollen. Dies werde auf drei Ebenen geschehen: Bedruckbarkeits-Prüfung, Drucklabor und Hybrid-Anwendungen. Auch in Darmstadt hat man wie in Chemnitz bereits einen Ringoszillator gedruckt und RFIDs mit Polymer-Schichten hergestellt. Dr. Hollstein und sein Kollege Dr. Pacienski vom MES = Institut für mikroelektronische Systeme der TU Darmstadt führten noch in verschiedene technologische Probleme ein, die hier nicht weiter erörtert werden müssen.

Digitaltechnik und Zeitungsherstellung

Manfred Werfel

Manfred Werfel von der Ifra in Darmstadt hatte die undankbare Aufgabe übernommen, als letzter Redner aufzutreten, doch wider Erwarten blieben alle bis zuletzt im Saal. Mit Monti Fights Ausspruch: „I am something completely differtent!“ eröffnete er sein mit großen Erwartungen aufgenommenes Referat. Schon seit Beginn der 1980er Jahre habe das Damoklesschwert über den Köpfen der Zeitungsverleger geschwebt, dass in einer nicht zu fernen Zukunft die gedruckte Zeitung verschwinden und durch elektronische Medien ersetzt werde. Um Ordnung in das Dickicht von Möglichkeiten von „Distribution and Print“ statt „Print and Distribution“ bis zur so genannten Bildschirm-Zeitung zu bringen, habe Ifra schon früh so genannte Special Reports erarbeitet und an ihre Mitglieder verschickt. Verschiedene Studien in der Schweiz, Zukunfts-Szenarios der NZZ und Tests in Finnland und Schweden bildeten die Grundlage dazu.

Die gewohnte Zeitungslektüre Reisenden auch in entfernten Gebieten am Erscheinungstag unter dem Motto: „Die digital gedruckte Zeitung nah am Kunden“ zu ermöglichen, war der Grund für das Aufstellen von kleinen Druckautomaten in Hotels und auf Kreuzschiffen, sowie digitalen Kleindruckereien, wie sie die NZZ in London von OCÉ installieren ließ. Ein weiterer Grund waren digitale Lokalausgaben und personalisierte Ausgaben mit Auflagen unter 1000 Exemplaren. Die drupa1995 zeigte dazu digitale Eindruckwerke von Scitex bei KBA und die Nexpo2003 die DICOkit von MAN Roland als in konventionelle Zeitungsrotationsmaschinen einbaubare DICOweb-Technologie. „Distribution and Print“ sei jedoch in der Masse nicht Realität geworden, konstatierte Manfred Werfel. Nur das Nischenprodukt der Verteilung in entfernte Gebiete (PressPoint, Newspaper Direct, Newsboy etc.) habe seinen begrenzten Markt gefunden. Auch die personalisierte Zeitung, wie sie Scitex Versamark auf der drupa2004 gezeigt habe und auch wieder auf der kommenden Ifra-Expo unter dem Label Kodak in Leipzig zu sehen sein wird, ist in der Praxis noch nicht Realität geworden.

Welche Faktoren beeinflussen die Entwicklung? Es sind dies die niedrigen Stückkosten im konventionellen Druck, sinkend mit steigender Auflage, dagegen unabhängig von der Auflage weitgehend konstant bleibend im Digitaldruck, die hohen Tonerkosten gegenüber der vergleichsweise billigen Druckfarbe und das Click-Charge-Modell (Pay per Click). Mit Special Report 3.37 hat Ifra eine Kostenkalkulation aufgestellt, die bei den Kosten pro Seite einer 48seitigen Zeitung im konventionellen Offsetdruck je nach Hoch- oder Niedriglohnland zwischen 0,194 und 0,234 Euro-Cent zu stehen kommt, während beim Digitaldruck durchgängig 8 Euro-Cents zu veranschlagen sind.

Wo erwarten die Zeitungsdrucker Vorteile vom Digitaldruck? Bei den Kosten, bei der Produktivität und bei der Qualität! Wo sollen die Stückkosten liegen? Genau so hoch oder niedriger als im konventionellen Offsetdruck! Nach der obigen Kostenrechnung ist das kaum zu erreichen. Trotzdem wird auf diesem Gebiet viel experimentiert. Manfred Werfel zeigte ein Exemplar der „New York Times“, das in der Qualität in Ordnung ist, aber das Problem liege nach wie vor in der Geschwindigkeit (23 x langsamer) und den Kosten. Ein weiteres, noch unerkanntes Problem komme hinzu: Heute möchte fast jeder Zeitungsverleger trotz der drei standardisierten Formate in Deutschland, sein eigenes Format haben, auch wenn es sich nur um Bruchteile eines cm vom Mitbewerb unterscheidet. Im Digitaldruck wird man sich diesen Luxus nicht mehr leisten können. Welche Faktoren beeinflussen die Entwicklung noch? In den letzten Jahren haben sich große Druckmaschinenhersteller (Heidelberger, MAN Roland) vom Digitaldruck verabschiedet. Gleichzeitig investierten Vorstufenlieferanten wie Agfa und Kodak in dieses Gebiet. Woher wird also der Digitaldruck in Zukunft kommen? Die Zeitungen warten darauf, doch die Hersteller verlangen Verpflichtungen. Somit ist eine „Catch 22“-Situation eingetreten, bei der sich die Katze selbst in den Schwanz beißt.

Die Vorteile des Digitaldrucks, wie sie von den Verlagen gesehen werden: noch striktere Trennung von Verlag und Druckerei, multimediale Nachrichtennutzung rückt näher, kommerzielle Drucker springen in die Lücke, Distributions-Unternehmen übernehmen den Vertrieb, wie das Modell der Regional-Post von Axel Springer & Co. es vormacht. Den Flaschenhals bei der heutigen Zeitungsproduktion bildet der Auftragswechsel, dem mit einem automatischen Platten- und Umfangswechsel, CtPress, mehrfach bebilderbaren Platten, wasserlosem Offsetdruck und plattenlosem Drucken entgegengewirkt wird. Der Workflow ist bereits digital ausgelegt, da das Netzwerk bis in den Druck und weiter zum Versand /Vertrieb reicht. Der Zeitungsdruck ist also bereits digital bis auf den eigentlichen Druckvorgang.

Neue Unternehmen suchen neue Technik. Kommerzielle Zeitungsdruckereien wollen eine Auslastung der Maschinen auch tagsüber mit so genannten Semi-Commercials, mit größerer Flexibilität und Formatvariabilität erreichen. Auch ein neues Qualitätsniveau wird angestrebt mit anderen Materialien (Papier und Farbe) und UV-Trocknern für den Zeitungsdruck, um den Heatset-Trocknern des Akzidenzdrucks Paroli

bieten zu können. Dies mag eine Renaissance des echten Achterturms hervorrufen, wie ihn Ifra schon 1986 konzipiert und propagiert hat. Ein entsprechendes Modell in Niedrigbauweise hat Ifra erneut konzipiert und um einen oben aufgesetzten UV-Trockner erweitert. Erst danach berühre eine Bahnumlenkwalze die Druckoberfläche und verletze diese dadurch nicht.

Die Antriebstechnik bei Zeitungsdruckmaschinen

Dipl.-Ing. Claus Bolza-Schünemann:

Mit einem Bild des ersten Flugapparates von Leonardo da Vinci aus dem Jahre 1505 verwies er wie bei seinem Vortrag beim Festakt darauf, dass viele Erfindungen ihrer Zeit weit voraus seien. Am Anfang lieferte die Koenig & Bauer AG zu ihren von Friedrich Koenig erfundenen Schnellpressen Dampfmaschinen, um diese über Transmissionen anzutreiben. Der E-Motor verdrängte schließlich die Dampfmaschine und die Geschwindigkeitsregelung dieser Schleifringläufer wurde mit Vorschaltwiderständen vorgenommen. Am 17.06.1932 wurde das erste Patent über verteilte Antriebe ausgestellt und am 02.12.1932 führte erstmals General Electric in USA den Einzelantrieb in einer Buchdruckrotation mit Drehstrommotoren über eine Synchronwelle ein. Mitte der 1960er Jahre sei Schindler-Reliance in der Schweiz bei der Entwicklung von Gleichstrom-Einzelantrieben ohne Synchronwelle aktiv gewesen, zu Beginn der 1970er Jahre auch Siemens bei MAN in Augsburg und AEG bei der Albert-Frankenthal AG (heute KBA). Es resultierten daraus viele Patentanmeldungen für die genaue Lageregelung über Winkelcodierer. 1979 trat der japanische Druckmaschinenhersteller Komori auf den Plan und 1983 führte Rockwell bei ihrer Printing Press Division erstmals eine virtuelle Welle als Master (Leitmotor) ein, dem alle anderen Motoren als „Slaves“ (Sklaven) zu folgen hatten. 1992 führte die Firma Baumüller bei MAN Roland zur Verminderung von Drehschwingungen schlanke Motoren ein, die direkt auf der Achse von Zylinderachsen befestigt werden konnten.

Zur Ifra-Expo 1994 in München stellte dieWIFAG zusammen mit ABB den digital gesteuerten Einzelantrieb mit AC-Motoren nach dem SERCOS-Datenübertragungs-Standard vor. Wie die Ifra-Zeitungstechnik im Februar 1994 berichtet hat, wurde vorher auch beim Sächsischen Institut für Druckindustrie (SID) in Leipzig ein entsprechender Antrieb getestet (Anm.: Auch am Institut für polygrafische Technik der TU Chemnitz geschah dies bereits um die Zeit der politischen Wende zusammen mit dem Institut für Antriebstechnik der TUC). Das SERCOS-Interface wurde für die Werkzeugmaschinen-Branche entwickelt und kam von dort zum Druckmaschinenbau. Soweit zur Kurzgeschichte der wellenlosen Antriebstechnik.

Die verschiedenen Druckmaschinenhersteller entwickelten unterschiedliche Lösungen für den mechanischen Anschluss der Motoren. Für die Istwerterfassung wurden Inkrementalgeber entwickelt, die nach dem Sinus-Cosinus-Prinzip bis zu 4,2 Mio. Inkremente ermöglichten. Im Steuerungsverbund wurden bis zu 100 Achsen gemeinsam gesteuert - eine Spezialität bei großen Rotationsdruckmaschinen. Als Beispiel zeigte er eine KBA-Cortina mit 24 Servo-Achsen unterschiedlicher Betriebsart. Beim zyklischen Datenaustausch über SERCOS steht ein optische Lichtwellenleiter zur Verfügung, doch mit SERCOS 3 können auch Kupferkabel für eine einfachere Montierbarkeit verwendet werden.

Besonders nützlich erwiesen sich die dezentralen Antriebe bei ihrer Betriebsart „elektronisches Getriebe“. Jedem Motor kann dabei ein bestimmter Faktor für die Vor- oder Nacheilung aufgegeben werden, wodurch Zugwalzen für den benötigten Bahnzug sorgen und das Abspulen der Papierrollen entsprechend straff gehalten wird. Die Winkelsynchronisation sorgt darüber hinaus für ein exaktes Schnitt- und Farbenregister. Sicherheitsredundanzen mit doppelter Ausführung (PPC-Verbund) sorgen für eine genügende Ausfallsicherheit. In einem Schemabild zeigte Claus Bolza-Schünemann, dass neben SERCOS auch verschiedene andere Übertragungs-Standards gemischt Anwendung finden können. Bei der Koenig & Bauer AG hat man für diese Antriebsart den Markennamen „Drivetronic“ geschaffen. Zum Schluss zeigte er das Beispiel eines Papierrollenantriebs mit dem Regelverhältnis 12:1 und dem Erfordernis, die Papierrolle bei einem

Notstopp trotz großem Drehmoment und ohne die Papierbahn zu zerreißen schnell abbremsen zu können, sowie eine KBA-Flexo-Courier, bei der auch die Rasterwalzen mit digital geregelten AC-Motoren angetrieben werden und so keine Getriebe mehr mit Öl versorgt werden müssen.

Entwicklung der Antriebstechnik im Flexodruck
Dipl.-Ing. Dietmar Pötter

Seinen Vortrag unterteilte Dietmar Pötter in eine Kurzvorstellung seines Unternehmens Windmöller & Hölscher in Lengerich-Westfalen, in die Historie des Flexodrucks, die konventionelle Antriebstechnik, den Aufbau einer CI-Flexodruckmaschine (CI, eigentlich CIC = Central Impression Cylinder), das moderne Antriebskonzept und die Vorteile der Direktantriebstechnik aus Kundensicht.

Bei Windmöller & Hölscher stellt man über 50 verschiedene Typen von Maschinen her, die hauptsächlich für den flexiblen Verpackungsdruck eingesetzt werden. Rund 2000 Mitarbeiter an 16 Standorten erwirtschaften einen Jahresumsatz von ca. 400 Mio. Euro. Der Hauptsitz der Gesellschaft befindet sich in Lengerich-Westfalen, die Gründung geht auf das Jahr 1869 zurück und die Gesellschaftsform ist die einer Kommanditgesellschaft. Die Maschinentypen unterteilen sich in die Bereiche Extrusion (Blasluft- und Flachfolien), Druck und Veredelung (Flexo- und Tiefdruck) und Verarbeitung (Formziehmaschinen).

Die Historie des Flexodrucks beginnt mit dem Jahre 1853, als J.A. Kingsley das erste Patent auf ein Gummi-Klischee erhalten hat. 1890 folgte die erste Anilin-Rollendruckmaschine mit Gummi-Klischees bei Bibby & Baron in England. 1917 trat die Firma Holweg in Straßburg mit Patenten auf den Plan und 1930-40 folgten Patente von Windmöller & Hölscher. 1952 erfolgte eine Umbenennung des Anilin-Drucks in Flexodruck (Flexography in USA), um nicht in Verbindung mit den als giftig eingestuften Anilinfarben zu kommen. 1954 stellte Windmöller & Hölscher ihre erste Zentralzylinder-Flexodruckmaschine (CI) mit Namen „Olympia“ vor, in den 1970er Jahren kamen die Photopolymer-Druckplatten auf und in den 1980er Jahren wurden die automatischen Zustellsysteme für den hochwertigen Qualitätsdruck erfunden. In den 1990er Jahren kamen die „Sleeve-Technik“ (Druckformrohre) und weiter steigende Automatisierungen bis zu Computer-to-Plate (CtP). 1998 kam der erste direkt angetriebene Zentralzylinder auf, nachdem Windmöller & Hölscher ein Patent des Chemie-Unternehmens Grace aus dem Jahre 1984 erworben hatte. Heute konzentriert man sich bei der Weiterentwicklung der Maschinen auf mehr Wirtschaftlichkeit, Rüstzeitreduzierung, Ausschussminimierung, Andruck- und Registersysteme, IT-Vernetzung, Service, vorbeugende Wartung und Emissionsreduzierung.

Danach erklärte Dietmar Pötter den konventionellen Antrieb bei den Flexodruckmaschinen mit einem Hauptantrieb und Schrägverzahnung für das Umfangsregister. Ab 1950 wurden die Zahnradzüge durch Längs- und Stehwellen (Gelenkwellen) mit Kegelradgetrieben ersetzt. Für das Steuern des Umfangsregisters blieb jedoch die Schrägverzahnung bestehen. Den Aufbau einer Zentralzylinder-Fexodruckmaschine CI (Satelliten-Prinzip mit großem Sonnenzylinder) zeigend, erklärte er den verhältnismäßig langen Bahnlauf von rund 200 m in einer Gesamtanlage mit Abrollung, Satellit (CI), Inline-Druckwerk, Heißluft-Trocknung mit Führung der Bahn in einer waagerechten Schleife, Kühlwalze und Aufrollung. In der konventionellen Version sind dazu 3 Motoren mit Gelenkwellen dazwischen notwendig. Die Züge und ihre Anpassung an die verschiedenen Bedruckstoffe werden dabei über so genannte PIV-Getriebe (Variatoren) manuell eingestellt. Die Bahnspannungsregelung an der Abrollung geschieht mittels Tänzerwalze. Der Satellitenzylinder (CI) selbst braucht keine Regelung. Diese wird erst bei der Kombination mit einem Inline-Druckwerk nötig.

Als Beispiel einer modernen CI-Flexodruckmaschine zeigte er Schaubilder der Novoflex CM von Windmöller & Hölscher mit Brückentrockenanlage und einer max. Bahngeschwindigkeit von 600 m/min. sowie einer Registergenauigkeit von plus-minus 40 µ-Meter. Eine solche 2,20 m breite Maschine kostet 2,5 bis 5 Mio. Euro je nach Ausstattung. Ihr modernes Antriebskonzept sieht leis-

tungsstarke Torque-Motoren vor, die direkt auf den Formatzylinder wirken. Das Umfangsregister wird vom Motor gesteuert und für das Seitenregister ist ein Schrittmotor seitlich angebracht. Der Hauptantrieb geht auf den Sonnenzylinder und der Motor an der Rasterwalze ist mit dieser über einen Zahnriemen verbunden. Insgesamt sind bis zu 22 Einzelmotoren in diesen modernen CI-Flexodruckmaschinen zu finden. Das elektrische Konzept folgt dem Prinzip von Master und Slave über einen CAN-Bus ohne Königswelle und ohne Zahnräder. Für den Service, die Analyse der Betriebsdaten und die Fehler-Diagnose ist zusätzlich ein Ethernet eingefügt.

Die Vorteile des Direktantriebs aus Kundensicht betreffen: erhöhte Druckqualität (keine Zahnstreifen, bessere Rasterdarstellung, Flächen und Schrift bis 2 pt-Auflösung), Teilungsunabhängigkeit/variable Drucklängen, positive und negative Drucklängenkorrektur, Rüstzeitverkürzung, minimaler Materialverbrauch, d.h. spart Andruckmaterial, reduzierte Wartungskosten, geringerer Geräuschpegel (unter 80 dB A), einfachere Integration von Inline-Aggregaten und Vorrüstbarkeit nicht benutzter Druckwerke während der Produktion.

Simultane Regelung von Bahnkraft und Schnittregister bei Rollendruckmaschinen

Prof. Dr.-Ing. habil. Günther Brandenburg

Prof. Brandenburg gilt als ein herausragender Fachmann auf dem Gebiet der Theorie der Regelung von Zugorganen für den Bahntransport und dies schon aus der Zeit, als er in den 1970er Jahren Assistent von Prof. Kessler am Institut für elektrische Antriebstechnik der TU München war. Heute ist er dort Professor des Institutes für Mechatronik. Er erklärte eingangs, dass die Arbeit, über die er berichten werde, eine Gemeinschaftsleistung von ihm mit Dipl.-Ing. Stefan Geißenberger von der MAN Roland Druckmaschinen AG und Dr. rer. nat. Andreas Klemm, Physiker in Wörrishofen, sei. Das Thema wurde bei MAN Roland in Augsburg bearbeitet und auf einer Rotoman-Akzidenz-Rollenoffsetdruckmaschine getestet.

Er definierte zunächst die Begriffe „Teil-Registerfehler“ und „Gesamt-Registerfehler“ beim Schnittregister seines mathematischen Modells einer Akzidenz-Rollenoffsetmaschine. In Schemabildern erklärte er, wie der Teil-Registerfehler durch die Maschine (Druckwerke = Klemmstellen, Trocknung, Kühlwalze, Messerzylinder im Falzapparat) läuft und am Ende bei der Falzapparat-Auslage als Gesamt-Registerfehler in Erscheinung tritt. Parameter sind dabei die Zugkraft der Bahn und die Dehnung des Papiers. Die Schnittregisterkorrektur geschieht über die Voreilung einer Klemmstelle nach der Zugwalze (Bahnlänge x Voreilung). Da dadurch der Bahnzug in Mitleidenschaft gezogen wird, stellt sich die Frage, ob dieser getrennt geregelt werden kann. Wir brauchen dazu eine zweite Stellgröße, die in der Umfangsgeschwindigkeit der Kühlwalze gefunden werden kann. Getrennt ist diese jedoch nicht beherrschbar. Es braucht dazu eine technologische Entkoppelung (Trennstelle) der beiden Systeme für Register und Bahnzug.

In einem Signalfluss-Diagramm wies er nach, wie dies geschehen kann. Die Entkoppelung geschieht dabei elektronisch. Voraussetzung ist der Einzelantrieb und die Ausbildung der Kühlwalze als echte Klemmstelle, d.h. mit einer Presswalze versehen. In gemessenen Diagrammen für Register und Bahnzug wies er die Wirksamkeit der gefundenen Lösung beim Durchlauf von Störungen (Rollenwechsel-Doppelung der Bahn) nach. Das Schnittregister schlägt bei Eintreffen der Störung kurz aus, kehrt danach aber zu einem konstanten Wert zurück. Mit dieser Maßnahme ließ sich die Makulatur durch Schnittregisterfehler um 50% reduzieren. In Zukunft gelte es, die automatische Vorgabe eines Zugkraftprofils nach verwendeter Papiersorte einzuführen. Dies könne zu einer erheblichen Vereinfachung der Maschinenbedienung führen. In der Diskussion stellte sich noch heraus, dass die gefundene Lösung nicht bei Zeitungsdruckmaschinen Anwendung finden kann, denn es braucht dazu die Kühlwalze mit variabler Umfangsgeschwindigkeit. Die Aufforderung geht an die Druckmaschinen-Konstrukteure, ähnliche Klemmstellen für diese Maschinengattung zu bauen. Auch müsse der Min./Max.-Wert der Stellgröße begrenzt werden.

Aktive Reduktion der Drehschwingungen in Bogenoffsetdruckmaschinen“
Dr. Eric Knopf

Dr. Knopf von der Heidelberger Druckmaschinen AG erklärte einleitend, dass die Bogenoffsetmaschinen in ihrer Maschinenkonfiguration immer länger werden, und dies bei gleichzeitig steigenden Geschwindigkeiten (Beispiel: Speedmaster 102 - 10 Farben mit 18 m Länge). Dabei bestehen heute schon extreme Anforderungen an das Schwingungsverhalten, sichergestellt durch hohe Steifigkeit, Präzisionsteile und hohe Montagegenauigkeit. Mit diesen stetig steigenden Anforderungen stoße man irgendwann an die Grenzen des mechanisch Machbaren. Zur weiteren Verbesserung des Schwingungsverhaltens kann man sich die mechanisch-elektrische Koppelung der Maschine zu Nutze machen.

Zunächst erklärte der Referent die Klassifizierung von Drehschwingungen. Man spreche von Drehschwingungen ganzzahliger Ordungen (Anregung durch Greiferbetätigungsmomente, ganzzahlige Vielfache der Maschinengeschwindigkeit) und Drehschwingungen nichtganzzahliger Ordnungen (Ursache Bauteil-Unsymmetrien, die zu rhythmischen Passerschwankungen führen können). In der Praxis sind es meistens die nichtganzzahligen Drehschwingungen, die den Konstrukteuren von der Größenordnung her Schwierigkeiten bereiten, auch wenn diese auf die Spitze des Eiffelturms extrapoliert nur 1 mm in der Schwingungsamplitude ausmachen.

Danach erklärte er die Funktionsweise der aktiven Schwingungsreduktion: Es werden die Schwingungen in der Maschine gemessen, die Amplitude bestimmt und daraus das Moment berechnet, das auf den Hauptantrieb aufgeschaltet wird. Dadurch werden die Schwingungen in der Maschine reduziert. Das Systemwissen kann man sich mit Hilfe von gekoppelten Modellen, die die Mechanik, die Antriebsregelung und die Schwingungsreduktion umfassen, erarbeiten.

Die Methode ist ordnungsselektiv, ist äußerst flexibel und skalierbar. Sie weise eine hohe funktionelle Integration auf und zeige keine Querein-flüsse oder Nebenwirkungen. Zum Beweis der Wirksamkeit zeigte er verschiedene Messwert-Diagramme, die im Vergleich von mit und ohne Kompensation das stabile Verhalten über die gesamte Geschwindigkeitskurve deutlich demonstrierten. Auch die positiven Auswirkungen auf den Passer wurden gezeigt. Dies beweise ganz klar, dass der modulare Ansatz funktioniert und ein einziger Aktor als Stellgröße genügt.

Plattenzylinder-Direktantrieb - das dezentrale Antriebskonzept im Bogenoffsetdruck
Dr.-Ing. Holger Wiese

Dr. Wiese von der MAN Roland Druckmaschinen AG in Offenbach erklärte einleitend, dass, nachdem der Direktantrieb seit 1995 im Rollenoffsetdruck erfolgreich eingesetzt wird, die Frage sich anbot, dies auch im Bogenoffsetdruck einzuführen. Die Besonderheit der Bogenoffsetdruckmaschinen sei jedoch bei dieser Betrachtung im Kollisions-Risiko der Greifersysteme zu sehen. Die Greifer stehen über die Peripherie der Zylinder hinaus und können bei nicht zwangsläufig geführtem Drehen der Zylinder oder Stromausfall mit anderen Maschinenteilen kollidieren und dadurch beschädigt werden.

Bei Einführung von teuren Direktantrieben müsse zudem im Anforderungskatalog der hohe Qualitätsanspruch erhalten bleiben, die Rüstzeitminimierung und Funktionserweiterungen die Mehrkosten rechtfertigen, die Betriebskosten möglichst gering gehalten werden und eine hohe Verfügbarkeit bestehen bleiben.

Die bogenführenden Zylinder müssen wegen des eingangs erwähnten Kollisionsrisikos im starren Verbund bleiben. Es stehe deshalb nur zur Verfügung, je Plattenzylinder einen Antrieb + Hauptantrieb oder je Farbwerk einen Antrieb + Hauptantrieb zu wählen. Man hat sich am Ende in Offenbach entschlossen, je Plattenzylinder einen Motor vorzusehen und von diesem über eine Kupplungskombination und Zahnräder das Farbwerk wahlfrei vom Hauptantrieb oder vom Plattenzylinderantrieb her anzutreiben. Es entsteht so ein Komponenten-Direktantrieb mit Messung an Gummituch- und Plattenzylinder zur

Lageregelung. Dazu kommen ein Umrichter und eine Netzversorgungseinheit im Schaltschrank. So ausgestattet wurde die „Roland 700“ auf der drupa2004 als Funktionsmodell gezeigt.

Was sind die Anwendernutzen, die sich damit verbinden? Da ist zunächst das Register, das über 360 Winkelgrade verstellbar ist, der Plattenwechsel in allen Druckwerken simultan (parallel)- in einer Minute sind die Plattenwechsel in allen Druckwerken vollzogen, der Hauptantrieb ist frei und ist so z. B. für das Gummituchwaschen einsetzbar. Farbwalzen- und Gummituchwaschen können auch gleichzeitig und mit verschiedener Geschwindigkeit erfolgen. Als Ausblick könne man sich einen fliegenden Plattenwechsel und eine elektronische Drucklängen-Veränderbarkeit vorstellen.

Zum Schluss nannte er noch einige im Feldversuch erreichte Zahlen im Vergleich von Direct-Drive und konventionellem Antrieb: Job-Wechsel ohne Farbwechsel: konv. = 10 Min., mit DirectDrive = 4 Min., Großer Job-Wechsel mit Farbwechsel: konv. = 16 Min., mit DirectDrive = 6 Min. Daraus ergebe sich eine Betriebskosteneinsparung von 83 000 Euro/a.

Das Entwicklungsprojekt ist noch nicht abgeschlossen. Die Machbarkeitsstudie begann in 2003 und das Entwicklungsprojekt 2004. Jetzt befinde man sich im Feldtest, wobei über 15 Monate im Testbetrieb 2249 Auftragswechsel, 7810 Plattenwechsel und 1805 Farbwechsel durchgeführt wurden. Es habe sich dabei ein stabiles Verhalten gezeigt. In der Statistik der Zeitaufteilung zeige sich durch die Protokollierung der Bedienungsmannschaft folgendes Bild: Rüstzeit 31,5 %, Produktionszeit 43,7%, Hilfszeit 18,0% und Nachrüstungen/Störungen 6,8 %. In der anschließenden Diskussionsrunde informierte Dr. Wiese noch, dass alle Zylinder mit Schmitzringkontakt laufen. Es habe bis jetzt keinen Ausfall gegeben, nur in Einzelfällen einen leichten Temperaturanstieg. Es wird gegenüber dem konventionellen Antrieb nicht mehr Energie verbraucht, aber auch keine eingespart. Es ist dem Referenten hoch anzurechnen und macht den Charakter von VDD-Veranstaltungen aus, dass selbst über noch laufende Entwicklungsprojekte referiert wird und darüber mit Kollegen auch frei diskutiert werden kann

BF

VDD Jahrestagung 2007 in der Kulturhauptstadt Weimar

29. September 2007

Die Bedeutung der Druckmaschine im Workflow

Definiton(en), Konzeption(en)

Dr. Dr. h.c. Josef Schneider,

s. Seite 147

Datenhandling in der Druckvorstufe aus der Sicht eines Anwenders

Dr. Peter Lüttig
RheinMainMedia, Frankfurt

Dr. Peter Lüttig (auch bekannter Musiktheortetiker und Kapellmeister) ist hauptberuflich für den Workflow der RheinMainMedia verantwortlich. Der Name RheinMainMedia (RMM) steht für die Zeitungsanzeigengesellschaft der Frankfurter Neue Presse, ihrer drei Regionalausgaben (Höchster Kreisblatt, Taunus Zeitung und Nassauische Neue Presse), der F.A.Z. Rhein-Main-Zeitung (Regionalteil der F.A.Z) und der Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, Regionalteil Rhein-Main. Diese Titel bilden das virtuose Media-Sextett im Rhein-Main-Gebiet. Mit nur einem Anzeigenauftrag und einer einzigen Druckvorlage ist die RheinMedia führend im RheinMain Gebiet.

Die Ziele der Zeitungsanzeigengesellschaft lag in eine Bündelung und Verdichtung der Leistungen durch

- Zusammenführung von kfm. und technischen Bereichen
- Reduzierung Schichtarbeit (Arbeitszeitkorridor nach Auftragseingang, nicht nach Produktionszeiten)
- Integration Druckvorstufe (Teambildung Kaufleute/Techniker, Systemintegration, kfm. System führt
- papierloser Workflow (Dokumentenmanagementsystem)
- Anbindung Marketingsysteme (MBS, Business Warehouse)
- verstärkte Kundenanbindung (Gestal tung, Reklamationen)
- schnellere und „schlankere“ Produktion (Verdichtung Zeitraster)

Die konkreten Maßnahmen zur Zielerreichung waren

- Teams sind mit Kaufleuten und Technikern (pari) besetzt
- Systemintegration (Satzsysteme sind auf SAP aufgesetzt)
- parallele/mehrfache Datenprüfung (verschiedene Ebenen, Abgleich Soll/Ist unterschiedliche Parameter)
- Zusammenfassung bisher getrennter Gruppen/Abteilungen
  - kfm. Erfassung
  - Druckvorstufe
  - Markt-Media-Service (Wettbewerbsbeobachtung)
  - Blattplanung, Umbruch, Steuerung, Belichtung
  - Aus- und Weiterbildung

Insbesondere wies Lüttgers auf die menschliche Komponente zum Gelingen eines optimierten Workflows durch die Schaffung eines Ausbildungsverbundes der beteiligten Gesellschaften durch eine Erhöhung der Mitarbeiter mit AEP und/oder Trainer-Kompetenzen sowie der Einführung der „rollierenden“ Ausbildung als Initialzündung für die folgenden Weiterbildungen hin.

Alles schon JDF? – Oder die Vernetzung im Drucksaal

Ulrich Stetter
Schleunungdruck, Marktheidenfeld

Ulrich Stetter stellte das Unternehmen Schleunungdruck vor und gab eine umfassenden Überblick über die Marktangebote der Datenhandlingssysteme. Er zeigte die Entwicklung der JDF Formate bis zum heutigen technischen Stand, d.h. bis hin zu CIP 4 einschleißlich dem integrierten Post Press Sektor. Stetter stellte fest, daß ein gut funktionierender JDF Gesamtworkflow nur optimal mit reinrassigen Maschinenkonfigurationen erfolgen kann, da bis heute Schwierigkeiten der Kompatibilitäten mit unterschiedlichen Maschinensystemen auf dem Markt festgestellt werden müssen. Das Ziel der Workflowsyseme ist, eine weitere Optimierung von Kosten und Nutzen und

eine Reduzierung des Produktionsaufwandes. Stetter wies darauf hin, daß mittels der Betriebsdatenerfassung BDE gegenüber dem klassischen Tageszettel im optimalen Fall die Einsparung bis zu maximal 20% betragen kann. Die heute auf dem Markt angebotenen Systeme bieten schon gute Voraussetzungen für eine praxisgerechte Anwendungen im Hinblick auf zukünftiger geschlossene Gesamtsysteme, für die jedoch noch zuverlässigen Aussage über die Wirtschaftlichkeit erforderlich sind. Die wesentlichen Komponenten

Branchen-Software Prinance
Auftragsbearbeitung und -abrechnung
Materialverwaltung
Betriebsdatenerfassung und -auswertung
Statistik

Buchhaltung und Lohnabrechnung
DATEV Buchhaltung und Lohnabrechnung DATEV, mit Direktanbindung der Personalzeiterfassung AIDA

Personalzeit-Erfassung AIDA
Erfassung der Personalzeiten aufgrund von Kommt-Geht-Zeiten mit Chip; Ermittlung von Zuschlägen auf der Basis von Schichtenmodellen Verwaltung von Fehlzeiten; Zutrittskontrolle; Schichtenplanung und elektronischer Urlaubsschein

Prinergy-Workflow
Vorstufenworkflow; Übergabe von CIP3-Farbvoreinstelldaten an die Druckmaschinen

Der besonderen Auftragsstruktur in dem Bereich des Akzidenzdrucks mit kleinen bis mittleren Auflagen liegen fogende Kriterien zugrunde:

- nicht zu allen Aufträgen liegt eine Kalku lation vor, Wiederholaufträge werden z.B. auf der Basis der Nachkalkulation geplant.
- nicht zu allen Aufträgen liegen Auftragsdaten im System vor, sich häufig wiederholende Standardaufträge werden über
- Standardarbeitsanweisungen abgewickelt.25% der Aufträge haben Durchlaufzeiten von unter 24 Stunden,
- alle weiteren zwischen zwei Tagen und einer Woche.
- die Auftragsplanung erfolgt manuell, die sehr kurzfristigen Aufträge werden nicht geplant, sondern über täglich Zeitfenster abgedeckt.

Die aktuelle Praxiserfahrungen mit der Vernetzung wurden wie folgt zusammengefasst

… System X kennt die Schnittstelle zur Druckmaschine Y, hat aber keine Erfahrungen mit Druckmaschinen Y und Z.

… der Softwarestand der Druckmaschinen muss angeglichen werden, es muss ein einheitlicher Stand vorhanden sein (Maschinenalter bei Schleunungdruck max. 4 Jahre!).

… die Anbieter haben teilweise sehr unzureichende Erfahrung mit Vernetzungsprojekten, die Servicemitarbeiter stochern im Nebel.

… es wird immer von „Idealbetrieben“ ausgegangen, bei denen zu jedem Auftrag eine Kalkulation und eine vollständige elektronische Auftragstasche vorliegt.

… es gibt praktisch keine Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der Vernetzung.

Die gegenwärtige Einschätzung von Stetter zum Stand des Workflow.

- Die Vernetzung im Drucksaal hat mit der CIP- Anbindung begonnen.
- Die JDF-Anbindung wird sich erst dann auf breiter Ebene durchsetzen, wenn die Standards echte Plug-and-play-Standards sind.
- Die weitgehende Durchdringung wird eine Maschinengeneration dauern (In der Weiterverarbeitung: 10 Jahre).

Die Wünsche Lieferindustrie fasste der Referent zusammen:

- Mehr Offenheit der Hersteller bezüglich des Status der
- Anbindungsmöglichkeiten und der bestehendenProbleme

Keine „Hersteller-Systemwelten“, die alles können, aber nicht offen für andere Systeme sind.
- Es müssen mehr Aussagen zur Wirtschaftlichkeit dieser Systeme getroffen werden.

Drucken via Internet – wie sehen die Anforderungen im Drucksaal aus?

Jan Barthel
Druckhaus Mainfranken, Marktheidenfeld

Inzwischen ist web-to-print in der Druckindustrie etabliert. Jan Barthel stellte fest dass diese Technik vielen Unternehmen entgegenkommt und flexibel Standarddrucksachen zu günstigen Preissen hergestellt werden . Ca. 80% der Druckereiunternehmen haben 20 und weniger Beschäftigte und somit keinen eigenen Verkauf. Der Internet Druck verkürzt die Wege zwischen Kunde und Druckerei. Ein wesentlicher Faktor ist die Möglichkeit kurzfristige Termine einzuhalten wobei der Transportweg eine zunehmende Bedeutung einnimmt. Diese Art der Auftragsabwicklung kann jedoch zu einer nicht konstanten Auslastung bzw. Abhängigkeit vom Auftragseingang führen. Für Produkte, die mittels Sammelformen hergestellt werden, können die Produkte günstig nach Standards angeboten werden.. Eine moderne Auftragsabwicklung unter Einbeziehung des Internet erfordert einen für die angebotene Auftragsstruktur geeigneten Maschinenpark mit einer high speed Anbindung und hoher Flexibilität der Mitarbeiter

Der Internetdruck ist kein neues Druckverfahren, sondern die web basierte Komunikation zwischen Druckereien und den Kunden

Prinect: Integrierte Produktion

Bernhard Wagensommer
Heidelberger Druckmaschinen AG

Auch Bernhard Wagenbrenner stellte die Faktoren Kosten, Qualität und Termine in den Vordergrund.. Mittels PRINECT sollen für alle relevanten Produktionsstufen die genannten Faktoren optimiert werden. Wagenbrenner verwies auf die noch vorhandenen Schwierigkeiten in den unterschiedlichen Arbeitsstufrn die geeigneten Module einzusetzen. Die Investitionskosten rechnen sich am ehesten im Einstz der Colurmanagement Systeme. Mit einem Retur on Investment ist auf Grund der verkürzten Rüstzeiten und infolge eines höheren Nutzungsgrades innerhalb zwei Jahren zu rechnen.

In einer Druckerei mit einem integrierten Workflow:

- Gibt es einen zentralen Datenspeicher für alle relevanten Informationen.Jede Arbeitsstation hat Zugriff auf diesen Arbeitsspeicher.Jeder Arbeitsschritt wird dokumentiert.
- Jede auftragsrelevante Information ist an jeder Arbeitsstation verfügbar.
- Eine Information ist in einer Druckerei nur einmal, eindeutig vorhanden.
- Jede Information die aus anderen abgeleitet werden kann, wird automatisch generiert.

Damit kann jederzeit nachvollzogen was ein Auftrag kostet und an welchen Stellen optimiert werden kann. Dies ermöglicht eine maximale Automatisierung und ein optimierte Planung des Produktionsablaufs

Der Referent betonte, daß häufig Funktion wie User Interface und die Logik noch nicht implementiert sind um den Prozessweg auch von einem Benutzer einzugeben und ein Service in der Lage sein soll, den JDF zu verstehen. Beispielsweise können Sammelformen in vielen MIS noch nicht vollständig abgebildet werden. JDF überwindet den Nachteil aller bisherigen Schnittstellen. Und bildet die Übermenge der Funktionen aller bisherigen Schnittstellen ab. Es ist jedoch davon auszugehen, daß bisherigen Schnittstellen noch weiter existieren werden.

Integration von Bogendruckmaschinen in den Farbwerkflow

Christian Gugler
MAN Roland Druckmaschinen AG

Christian Gugler konzentrierte sich auf die Messtechniken zur Erfassung der Kerndaten, insbesondere für Farbregelungssysteme. Diese Farbregelsysteme rechnen sich insbesondere dort wo hohe Qualitätsansprüche vorhanden sind. Hierbei verwies Gugler auf Varianten der konventionellen Farbregelsystemen wie z.B. des IDC

– Inline Density System. Trotz Fortschritte der farbmetrischen Systeme die über Farbortbestimmungen die Farbmengen regeln gibt es bis heute keine Alternative zu den Kontrollstreifen mittels denen Farbdichten gemessen werden. Eine flexible regelmässige Prozesskontrolle des Proofs, der Druckplatten und der Druckkennlinien ersetzen den maschinenspezifischen Fingerabdruck. Farbmetrische Messwerte können sich bei nassen und trockenen Farben und weisen gegenüber den Farbdichtemessungen keine wesentlichen Vorteile auf. keine Alternative zu den Kontrollstreifen mittels denen Farbdichten gemessen werden. Eine flexible regelmässige Prozesskontrolle des Proofs, der Druckplatten und der Druckkennlinien ersetzen den maschinenspezifischen Fingerabdruck. Farbmetrische Messwerte können sich bei nassen und trockenen Farben und weisen gegenüber den Farbdichtemessungen keine wesentlichen Vorteile auf.

SH

Neue Dissertationen 2007

Aktive Schwingungsminderung bei Erregung infolge Kanalschlag

Dr.-Ing. Markus Messer

Schwingungen in Druckmaschnen haben einen negativen Effekt auf die Druckqualität und sind ein limitierender Faktor für die Produktionsgeschwindigkeit. Zulässige Schwingungen der Zylinder liegen im µm-Bereich. Die Zielsetzung der Arbeit besteht in Grundsatzuntersuchungen zu den Möglichkeiten der aktiven Schwingungsminderung an Druckmaschinen. Als Beispiel werden radiale und tangentiale Schwingungen gekoppelter Zylinder einer Bogenoffsetdruckmaschine infolge von Kanalschlag betrachtet. Der Kanalschlag entsteht durch Kanäle in den Zylindern und regt diese schlagartig an. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf der numerischen Modellierung und Simulation. Dabei werden Methoden und Werkzeuge zur aktiven Schwingungsminderung an Druckmaschinen behandelt.

Die betrachtete Zylindergruppe besteht aus drei Zylindern und wird in einem Finite-Elemente-Modell abgebildet. Mit Ergebnissen aus Kontaktsimulationen werden die Zylinderkopplungen und der Kanalschlag modelliert. Das Eigenverhalten der Struktur wird analysiert, und die erzwungenen Schwingungen infolge von Kanalschlag werden für verschiedene Gummituchsteifigkeiten und Drehzahlen simuliert. Zur Validierung des Strukturmodells erfolgen experimentelle Modalanalysen an einer realen Maschine.

Für die aktive Schwingungsminderung werden verschiedene Lösungsansätze auf Basis piezokeramischer Aktoren entwickelt.Die beiden Lösungsansätze aktive Lager und Massenaktor werden genauer untersucht. Ein Werkzeug zur numerischen Simulation wird erstellt, wodurch eine Kopplung von Finite-Elemente-Programm und Regelungssoftware erreicht wird. Unter Verwendung der modalen Größen des Modells erfolgt die Auslegung linear-quadratischer Optimalregler und robuster Regler mit der µ-Synthese. Es zeigt sich, daß der Lösungsansatz aktive Lager eine gute Schwingungsminderung erzielt. Die Lösungsvariante Massenaktor hat Potential für die aktive Schwingungsminderung und läßt sich über die Optimierung verschiedener Parameter weiter verbessern.

An einem Balkenversuchsstand erfolgt die experimentelle Untersuchung der Lösungsansätze, aktive Lager und Massenaktor mit linear-quadratischen Optimalreglern und robusten Reglern mit der µ-Synthese. Die Regler werden auf einem Echtzeitsystem implementiert. Beide Lösungsansätze erreichen bei transienten und breitbandigen Anregungen eine gute Schwingungsminderung.

Qualifizierungskonzept komplex beanspruchter funktionaler Oberflächen

Dr.-Ing. Wolfram Kolbe

Komplex beanspruchte, funktionale Oberflächen können systematisch entsprechend ihrer Anforderung qualifiziert werden. Mit Hilfe eines Qualifizierungskonzepts werden Oberflächen hinsichtlicht Funktion, Beanspruchung und Lebensdauer untersucht und bewertet. Nach einer Fragestellung werden Ziele definiert. Im nächsten Schritt gilt es, das System einer komplexfunktionalen Oberfläche zu erfassen. Dazu gehören die Beanspruchungsarten, die Funktionen und Eigenschaften einer Oberfläche, sowie der mit ihr in Kontakt stehenden Einflussgrößen. Charakterisierungsmethoden ermöglichen, eine Analyse der Oberfläche nach unterschiedlichen Betriebszuständen durchzuführen.

Ein Baustein des Qualifizierungskonzepts ist die Erstellung einer Prüfkette. Dabei handelt es sich um Prüfmethoden mit unterschiedlichem Abstraktionsgrad und Komplexität. Anhand von zwei Beispielen aus der Druckmaschine wird dies verdeutlicht. Zum einen werden eine tribologische Prüfkette zur Qualifizierung der Druckzylinderoberfläche und zum anderen eine Korrosionsprüfkette zur Qualifizierung der Feuchtreiberoberfläche erstellt. Aufgrund der gleichzeitigen Einwirkung von verschiedenen Beanspruchungsarten werden neben tribologischen und korrosiven Einflüssen in den Prüfketten auch die Komplexbeanspruchungen berücksichtigt. In den unteren Kategorien der Prüfketten, d.h. Modellprüfungen mit hohem Abstraktionsgrad, werden einzelne Beanspruchungsarten isoliert betrachtet. Je höher die Kategorie steigt, desto mehr Beanspruchungsarten überlagern sich. In den oberen beiden Kategorien wird neben der tatsächlichen Komplexbeanspruchung noch die Funktion der Oberfläche geprüft. Zur Beurteilung einer Oberflächc gehören neben den Charakterisierungsmethoden, die den Zustand beschreiben, auch Messmethoden, die Aussagen zum Verhalten bzw. zu den Eigenschaften der Oberfläche zulassen. Diese funktionsqualifizierenden Methoden müssen für jedes Anwendungsbeispiel individuell entwickelt werden. Der Vorteil ist, dass die Methoden zerstörungsfrei direkt am Bauteil angewendet werden können. Weitere Schritte sind die Durchführung von Versuchsreihen sowie die Auswertung und gesamtheitliche Betrachtung der Ergebnisse. Die Reflexion und die Optimierung der Prüfkette sowie die Übertragung der Ergebnisse auf die Fragestellung runden das Qualifizierungskonzept ab, bevor Lösungsansätze im Feldtest verifiziert werden können. Die Erkenntnisse fließen in weitere Fragstellungen ein. Hieraus resultiert:

1. Die Auseinandersetzung mit den Wirkmechanismen des Beanspruchungskollektivs ermöglicht, Oberflächen zu entwickeln und das Risiko eines Ausfalls besser abzuschätzen.

2. Es können Grenzbereiche und Widersprüche aufgedeckt werden.

3. Gewonnenes Grundlagenverständnis über tribologische und elektrochemische Zusammenhänge können auf andere ähnlich beanspruchte Bauteile übertragen werden.

Die Anwendung eines Qualifizierungskonzepts ermöglicht es, qualitativ hochwertige Produkte zu entwickeln und innovativ zu arbeiten.

Der Vorstand 2005 - 2008

Der Vorstand von links: Dipl.-Ing. Karlheinz Mohn, 2.Vorsitzender, Dr.-rer. nat.. Karl Schaschek, 2. Vorsitzender, Dipl.-Ing. Joachim Sonnenschein, Kassenwart, Dr.-Ing. Felix Berg, Vorsitzender, Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam, Schriftführer

Neue Mitglieder 2005 -2007

Die Mitglieder und der Vorstand begrüssten anlässlich der Mitgliederversammlung 2005 in Schloß Kranichstein in Darmstadt fünf neue Mitglieder.
v.l. Siegbert Holderried/Vorstand, Dr. Felix Berg/Vorstand, Roland Wahl/Vorstand, Johann Sajdowski, Joachim Sonnenschein/Vorstand, Thomas Kaulitz, Frank Seidel, Reinhard Plaschka, Joachim, Herrmann, (nicht anwesend Robert Beltz)

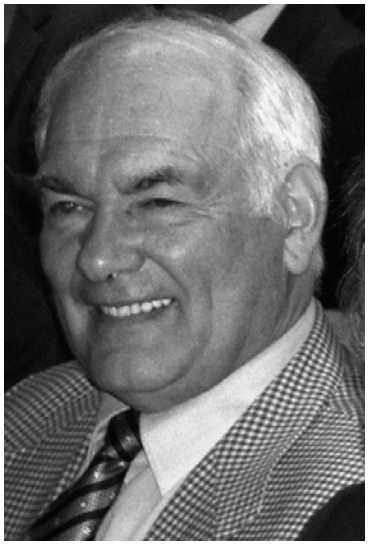
Die Mitglieder und der Vorstand begrüssten anlässlich der Mitgliederversammlung 2006 in Chemnitz sechs neue Mitglieder. Karlheinz Mohn/Vorstand, Thomas Walther, Prof. Dr.-Ing. Ulrike Herzau-Gerhardt, Prof. Dr. Reinhard Baumann, Dr.-Ing. Christian Compera, Dr. Eduard Neufeld, Jann Neumann M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam, VDD Vorstand, Joachim Sonnenschein/Vorstand, Dr. rer. nat Karl Schaschek/Vorstand

Die Mitglieder und der Vorstand begrüssten anlässlich der Mitgliederversammlung 2007 in Weimar zwölf neue Mitglieder. Von links Karlheinz Mohn/Vorstand, Robert Thieme, Michael Reich, Armin Weichmann, Hansjörg Richter, Martin Haas, Dr. Martin Schmitt-Lewen, Dr.-Ing. Holger Wiese, Jan Fetter, Magdalena Casagrande, Wolfgang Mohr, Andreas Jansen, Dr. Stefan Breidenbach, Joachim Sonnenschein/Vorstand

Wir trauern um

Christel Scheuter

Die Ehefrau unseres Ehrenmitglieds und langjährigen Leiter des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Universität Darmstadt, o. Prof. Dipl.- Ing Karl R. Scheuter, Frau Christel Scheuter, ist am 17. November 2007 in Thun/Schweiz verstorben. Als ehemalige Journalistin war Frau Scheuter von Natur aus neugierig und auch an allen Belangen des Institutes interessiert. Frau Scheuter förderte die Arbeit der Studenten und Mitarbeiter des IDD durch ihre offene, freundliche und oftmals humorvolle Art. Auf Grund der offenen und familiären, menschlichen, guten Beziehungen, die am Institut gepflegt worden sind, wurde Christel Scheuter von den Studenten und Absolventen als Mutter des Institus anerkannt. Auf zahlreichen Studienreisen des VDD haben die Reiseteilnehmer die liebenswerte und erfrischende Art von Frau Scheuter und das harmonische Verhältnis zu ihrem Ehemann kennen gelernt. Alle, die auf dem persönlichen Postverteiler von Frau Scheuter waren, werden nun den jährlichen Bericht zur Lage der Nation und der Aktivitäten der gesamten Familie Scheuter sehr vermissen.



Hans Jörg Laubscher

Dipl.-Ing. Hans Jörg Laubscher (69), langjähriges Mitglied des VDD-Vorstandes, ist am 4. September 2007 einem tragischen Verkehrsunfall zum Opfer gefallen. Nach seinem Studium an der TH Darmstadt baute er 1965 eine der ersten Forschungs- und Versuchsabteilung für Druckmaschinen bei der MAN AG in Augsburg auf, wechselte Mitte der 1970er Jahre als Technischer Direktor zur Albert-Frankenthal AG (heute KBA), war für die Miller-Johannisberg GmbH in den 1980er Jahren als Koordinator für deren Zeitungsdruckmaschinen-Aktivitäten in Schweden (NOHAB) tätig, bevor er als Prokurist in den Planungsstab der Heidelberger Druckmaschinen AG kam und vor vier Jahren in den Ruhestand ging.
Hans Jörg Laubscher war ein über die Grenzen geachteter Druckmaschinen-Fachmann, der viele Meilensteine gesetzt hat, deren Bedeutung oft erst später erkannt und erfasst wurden. Der wellenlose Einzelantrieb, die neue Generation von superbreiten und -schnellen Tiefdruckmaschinen, die Kompaktbauweise bei Achtertürmen im Zeitungsdruck und die Druckplatten sparende 4/1-Zeitungsrotation sind nur einige Beispiele dafür.