

Das Papier, die Druckerpresse und die digitalen Technologien Die Kultur des Papiers

Von Ost nach West Die lange Geschichte einer friedlichen Eroberung nahm ihren Anfang im alten China

Von Achatmarmor bis Zebraleder Die Buntpapiersammlung Hübel im Deutschen Museum

KULTUR & TECHNIK



Papier ist genial

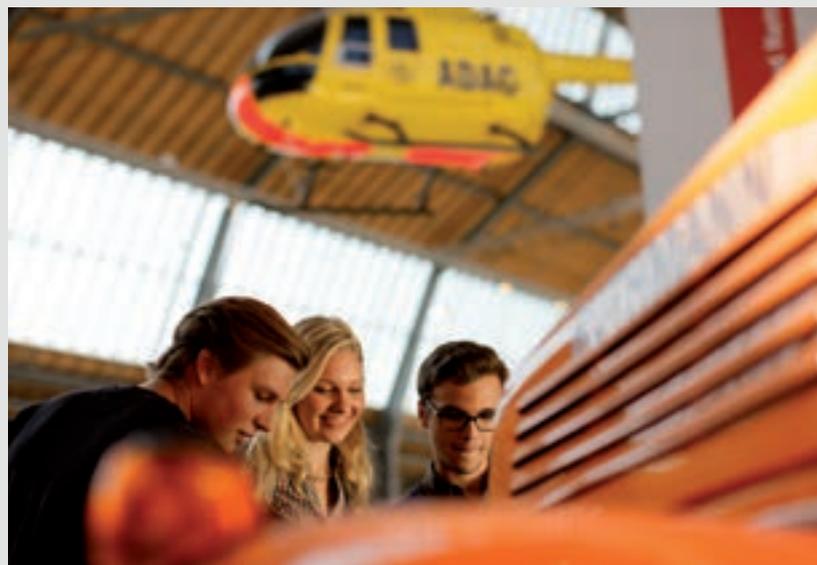
Seit mehr als 2000 Jahren begleitet der vielseitige
Werkstoff die Entwicklung unserer Zivilisation



Verschenken Sie ein Museum!

Sie sind auf der Suche nach einem besonderen Präsent?
Mit einer Geschenkmitgliedschaft verschenken Sie
ein ganzes Museum.

Das Anmeldeformular sowie weitere Informationen erhalten Sie unter
www.deutsches-museum.de/information/mitglied-werden
oder bei Ihrer Mitgliederbetreuung: Tel. 089 / 2179-310, Fax 089 / 2179-438



Deutsches Museum



Museumsinsel 1, München · Tel. 089 / 2179-1 · täglich 9–17 Uhr · www.deutsches-museum.de



**Liebe Leserin,
lieber Leser,**

sie sind ja ein wenig aus der Mode gekommen – die bunten Papierschildchen, die die Eisbecher unserer Kindertage krönten. Dabei boten sie einen herrlichen Zeitvertreib. Während sich die Erwachsenen über langweilige Dinge unterhielten, widmeten wir uns der Erforschung der Schildchen: prüften die Funktionsweise durch Auf- und Zuklappen, testeten das Material auf Belastbarkeit (Wann knicken die Holzstäbchen?), zu guter Letzt suchten wir nach Hinweisen zur Produktionsmethode, indem wir die Schildspitze aufriebelten. Darunter, eng gerollt, entdeckten wir dünne Papierstreifen mit geheimnisvollen Schriftzeichen. Wer weiß, wie viele Forscherkarrieren mit einem Papierschildchen begonnen haben. Holz, Papier, ein wenig Klebstoff und dünner Bindfaden halten die fragilen Gebilde bis heute zusammen. Ein schönes Motiv zur Illustration unseres aktuellen Schwerpunktthemas, dem wir uns diesmal vor allem (aber nicht nur!) von seiner kulturhistorischen Seite her nähern.

Papier ist ein genialer Stoff. Es ist auch im Zeitalter digitaler Lesegeräte nicht ersetzbar. Die gedankenlose Verschwendung von Papier allerdings ist ein Problem. In vielen Fällen bietet sich die Nutzung von Recyclingpapieren an. Denn auch wenn Papier aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wird – die Plantagen brauchen Platz, für den wertvolle Urwälder weichen müssen.

Vertiefen können Sie Ihr Wissen über Papier durch einen Besuch in unserer Ausstellung »Papiertechnik«. Hier werden Sie durch die Geschichte des Materials geführt und finden zahlreiche Maschinen zur Papierherstellung. An einer Multimedialestation können Sie eine Papiermaschine virtuell erkunden. Und Sie haben die Möglichkeit, Eigenschaften von Papier zu erforschen.

Viel Lob und Aufmerksamkeit gab es übrigens für unser Sonderheft zum Ersten Weltkrieg. Das Feedback unserer Leserinnen und Leser hat uns darin bestätigt, in regelmäßigen Abständen solche erweiterten Themenhefte einzuplanen. Lassen Sie sich überraschen.

Es grüßt Sie herzlich, Ihr

Professor Dr. Wolfgang M. Heckl
Generaldirektor



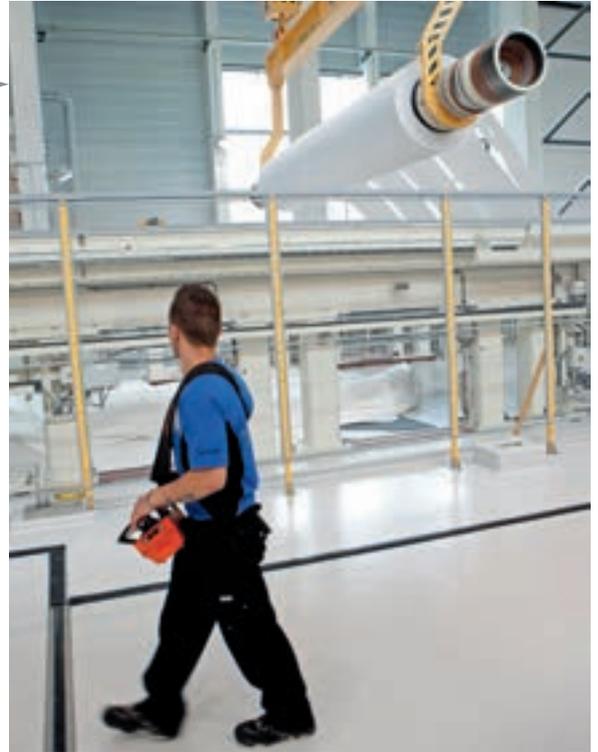
6
Wer sich das Medium Papier genauer anschaut, lernt viel über die digitalen Technologien.



12
Die Chinesen erfanden das Papier. Tausend Jahre lang brauchte es, um von Osten nach Westen zu wandern.



18
In einem kleinen österreichischen Dorf steht Europas größte Papiermaschine für Kraftpapiere.



24
Urwälder werden gerodet, um Platz für die Plantagen der Zellstoffindustrie zu schaffen.



32
Ingenieure nutzen Origami unter anderem auch, um Airbags platzsparend zu verstauen.



38
Die Herstellung eines Fahrrads aus Papier und Kunststoff kostet nur sieben Euro.



42
Der Designer René Lalique entwarf Kühlerfiguren aus Glas als ausgefallenen Schmuck für Luxusautos.

PAPIER IST GENIAL

- 6** **Das Papier, die Druckerpresse und die digitalen Technologien**
Ein faszinierender Stoff mit vielen Gesichtern | **Von Lothar Müller**
- 12** **Von Ost nach West**
Die lange Geschichte einer friedlichen Eroberung | **Von Kristiane Semar**
- 18** **Papierrekord im Murtal**
Europas größte Papiermaschine in Pöls | **Von Beatrix Dargel**
- 24** **Weniger wäre mehr**
Mit Recycling gegen Ressourcenverbrauch | **Von Klaus Gertoberens**
- 30** **Von Achatmarmor bis Zebraleder**
Buntpapiersammlung Hübel im Deutschen Museum | **Von Matthias Röschner**
- 32** **Origamics: Gefaltete Mathematik**
Mathematische Theorien mit Origami erklärt | **Von Hans-Wolfgang Henn**
-

MAGAZIN

- 42** **Gläserne Galionsfiguren**
Kühlerfiguren von René Lalique | **Von Otto Krätz**
- 47** **Flüchtige Augenblicke**
Ausstellung zum Tanz in Dresden | **Von Beatrix Dargel**
- 50** **Der Erste Weltkrieg im Museum**
Besuch in vier militärhistorischen Museen | **Von Ralph Burmester**
-

STANDARD

- 3** **Editorial**
- 38** **MikroMakro**
Die Seiten für junge Leser
- 59** **Deutsches Museum intern**
60 Neues aus dem Freundes- und Förderkreis
- 64** **Schlusspunkt**
- 66** **Vorschau, Impressum**



Das Papier, die Druckerpresse und die digitalen Technologien

Papier ist ein facettenreicher Stoff. Wer sich mit seiner Geschichte, seiner Funktion und seinen Erscheinungsformen auseinandersetzt, lernt dabei auch viel über die digitalen Medien, die das Papier ersetzen sollen. Von Lothar Müller

Die Debatten über die gegenwärtige Medienrevolution, zumal über das künftige Verhältnis zwischen papiergebundenen Medienformaten und elektronischen Formaten, leiden unter der verkürzten Wahrnehmung unserer medialen Herkunftswelt. Sie taucht in diesen Debatten meist als »Gutenbergära« oder auch als »Buchzeitalter« auf. In Begriffen stecken Vorentscheidungen. So macht der Begriff »Gutenbergära« die Druckerpresse zum perspektivischen Fixpunkt des Rückblicks auf die Mediengeschichte seit der Frühen Neuzeit und zum Modell einer Medienrevolution, die von einer datierbaren technischen Erfindung ausgelöst wird. Das Papier erscheint dabei als passives Element, das in die Dynamik der Druckerpresse integriert wird, nicht aber als eigenständiges Medium mit einer eigenständigen Technologie. Aus dieser perspektivischen Verengung resultiert die starre rhetorische Opposition zwischen dem »Netz« als dem Zentralmedium der Zukunft und dem »Buch« als Schlüsselmedium der Vergangenheit.

Wir verstehen aber sowohl unsere Herkunftswelt wie ihre gegenwärtige Transformation besser, wenn wir die Gutenberg-Ära in die Epoche des Papiers einbetten. An die Stelle der starren Opposition von Buch und Netz tritt dann der Rückblick auf das Gesamtgeflecht der Routinen und Formate, in denen das Papier als materieller Träger von Medien der Speicherung und Zirkulation fungiert: die analoge Vorgeschichte der elektronischen Vernetzung.

Das Papier ist älter als die Druckerpresse, seit der Mitte des 13. Jahrhunderts breiteten sich die europäischen Papiermühlen aus, ausgehend von Fabriano in Italien, einem alten Zen-

trum der Metallverarbeitung. Und schon zuvor wurde auch auf europäischem Boden das arabische Papier hergestellt, vor allem in Spanien, schon im Reich des Staufers Friedrich II. in Sizilien sickerte es in die Verwaltung ein. Zu den Abnehmern der Papiermühlen im Frankreich des 14. Jahrhunderts gehörten die Universitäten. Der Start und die kulturelle Durchsetzung der neuen Einheit Druckerpresse/Papier sind oft beschrieben worden, im Blick auf die Bibelnähe der Gutenberg-Presse, auf die Flugschriften und kleinformatigen Bibeln des Reformationszeitalters, auf die Veralltäglichung des Objektes Buch, auch der Heiligen Schrift.

Die Verbreitung des Papiers in Europa ist der Einführung der Druckerpresse vorgeschaltet. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Druckerpresse nicht nur auf maschinelle Vorgängertechnologien wie die Weinpresse zurückzuführen, sondern sie auch zur Papiergeschichte in Beziehung zu setzen. Das ist der Weg, den Henri-Jean Martin und Lucien Febvre in ihrem Klassiker *L'apparition du Livre* (1958) gegangen sind. Marshall McLuhan hat diese Darstellung in seinen Bestseller *The Gutenberg Galaxy* (1962) übernommen, aber so, dass die perspektivische Zentralstellung der Druckerpresse nicht gefährdet wurde. Das Papier versorgt in seiner Darstellung die Druckerpresse mit ihrem Verbrauchsstoff, so wie früher der Papyrus die ägyptische und römische Verwaltung und später das Benzin den Automotor. Die Differenz Pergament/Papier ist für ihn von Bedeutung, weil sie den Erfolg der Druckerpresse durch einen billigeren, schneller herstellbaren Treibstoff begünstigt. Das Grundmotiv seiner Äußerungen über das Papier ist dessen Integration in die

Bild oben: Die British Library in London ist mit über 170 Millionen Bänden die größte Bibliothek der Welt. Hier wird der Beschreibstoff »Papier« noch als sakrales Kultobjekt inszeniert.

Logik der Druckerpresse und der durch sie bewirkten Herausbildung des »typographic man«, in den Take-off der unaufhaltsamen Ausbreitung von Uniformität, Standardisierung, Linearität und massenhafter Reproduktion.

Mit einem von McLuhan selbst entwickelten Gedanken lässt sich aber die scheinbare Einheit von aktiv-dynamischer Druckerpresse und passiv in sie hineingezogenem Papier wieder auflösen. Statt der Unterordnung des Papiers unter den Imperativ der Typografie wird dann die Erfindung Gutenbergs als Fusion zweier Medien mit einer eigenständigen Technologiesgeschichte und verschiedenen Funktionsweisen beschreibbar. In seinem Buch *Understanding Media. Die magischen Kanäle* (1964) hat McLuhan die Frage gestellt, »wie man ein Medium verwenden kann, um die Kraft eines andern zur Entfaltung zu bringen«. Er fand seine Antwort im Konzept der »Hybridisierung«, in dem Modelle der organischen Chemie wie der Biologie anklingen: »Durch Kreuzung oder Hybridisierung von Medien werden gewaltige neue Kräfte und Energien frei, ähnlich wie bei der Kernspaltung oder der Kernfusion.«

Von der Metaphorik des Explosiven und vom dramatischen Bild der Kernfusion lässt sich dieser Gedanke lösen und auf das Verhältnis von Druckerpresse und Papier anwenden. Die Fusion von Papiertechnologie und Drucktechnologie ist meist von ihren Folgen her bedacht worden. Es ist aber aufschlussreich, dieser Wirkungsgeschichte zum einen das Studium des Papiers vor der Druckerpresse (paper before print) vorzuschalten und zum anderen das Studium der Ausbreitung des ungedruckten Papiers im Zeitalter der Druckerpresse an die Seite zu stellen.

In der Regel ist die Nachzeichnung der Fusion von Papier und Druckerpresse an die Vorstellung der Innovation als Kern der gewerblich-technischen Revolution des Spätmittelalters und der Frühen Neuzeit in Europa gebunden. Das Papier ist dabei zwar das nicht innovative Element, das längst vorhandene Gegenüber zum feinmechanischen Innovationszentrum, dem neuen Handgießinstrument zur Erzeugung der beweglichen Lettern. Doch gilt zugleich: Die Druckerpresse kann sich als richtungsbestimmender Faktor in der Papiertechnologie nur zur Geltung bringen, indem sie sich nicht nur an das Pergament, sondern auch an das präexistierende Papier anpasst. Dieses »Schon-Vorhandensein« des Papiers hat aber nicht nur eine zeitliche, sondern auch eine räumliche Dimension. Durch ihre Fusion mit dem Papier erhält die europäische Erfindung der Druckerpresse eine nicht-europäische Vorgeschichte. Es ist oft und zu Recht darauf verwiesen worden, dass auch die Drucktechnologie selbst keine exklusiv europäische Erfindung war, sondern in Asien ihre Entsprechung hatte. Aber in Asien war die Drucktechnologie nicht folgenreich. Wenn man die Druckerpresse in die Perspektive der weiter zurückreichenden Papiergeschichte rückt, wird die scheinbar genuin europäische »Innovation« der Druckerpresse in die langfristige Ost-West-Bewegung des Kulturaustausches eingebettet.

Der markanteste Vertreter einer solchen Rückbindung des »Take-off« der ökonomischen und technologischen Modernisierung im Europa der Frühen Neuzeit an den kulturellen Import aus den Kulturen des Nahen und Fernen Ostens ist der britische Anthropologe Jack Goody. Er revidiert in seinen Büchern – von *The East in the West* (1996) bis zu *The Theft of History* (2006) – die Standarderzählung über den westlichen Weg in die Moderne. An die Stelle immer neuer autochthon europäischer Innovationsschübe, Erfindungen und Entdeckungen tritt die Interdependenz von Europa und Asien, die Streuung von technologischen, ökonomischen und kulturellen Innovationen im eurasischen Feld. Die Polarität von statischem Osten und dynamischem Westen löst sich dabei auf. Das Papier als chinesische Erfindung, die langfristig von Osten nach Westen wandert, ist einer der Kronzeugen dieser Revision. Es geht als kopierte Technologie in den Beginn der europäischen Neuzeit ein.

Durch ihre Fusion mit dem Papier erhält die europäische Erfindung der Druckerpresse eine nicht-europäische Vorgeschichte.

Der vielschichtige Vorgang lässt sich hier nur andeutungsweise resümieren: Die Seidenstraße war auch Papierstraße, ein Handelsweg, auf dem zunächst die Produkte wanderten, dann die Fähigkeit, sie herzustellen. Im mittleren 8. Jahrhundert kam es in Taschkent zur Verschränkung von militärisch-gewaltsamem Zusammenstoß und langfristig durch den Handel vermitteltem Import von exklusivem östlichen Wissen. Gefangene chinesische Soldaten sollen von dort nach Samarkand verbracht, das die Araber bereits im frühen 8. Jahrhundert erobert hatten, und zur Preisgabe der Geheimnisse der Papiermacherei gezwungen worden sein. In und um Samarkand entstanden wenig später die ersten Produktionsstätten des arabischen Papiers.

Die arabischen Papiermacher mussten den Produktionsvorgang an die im arabischen Raum herrschenden klimatischen Bedingungen anpassen. Sie mussten also den Wasserverbrauch möglichst gering halten und vor allem den zentralen Rohstoff des chinesischen Papiers, den Rindenbast des Papiermaulbeerbaums, ersetzen. Insbesondere aus diesem Anpassungsdruck heraus rückten die Hadern, die gebrauchten Textilien und das Tauwerk, die in China nur eine Nebenrolle gespielt hatten, ins Zentrum der arabischen Papierproduktion.

Damit ist zum einen ein Urmodell des substanziellen Recyclings etabliert, bei dem nicht lediglich aus Abfällen ein

Stoff – zum Beispiel Metall – in veränderter Gestalt wiedergewonnen, sondern ein in seiner materiellen Struktur andersartiger Stoff neu hergestellt wird. Das Papier ist eine künstlich hergestellte Substanz, deren Rohstoff seinerseits ein Zivilisationsprodukt ist. Zwar waren auch der Papiermaulbeerbaum der Chinesen und die Papyrusstaude der Ägypter nicht lediglich »Natur«, sondern Kulturpflanzen, in deren Bewirtschaftung Energien der sie umgebenden Zivilisation einfließen. Das Hadernpapier aber löste sich von den Naturbindungen, die dem im subtropischen Klima Südchinas heimischen Papiermaulbeerbaum wie dem Papyrus Grenzen der Ausbreitung setzten. Es konnte seinen Rohstoff überall dort finden, wo Menschen lebten, die geeignete Kleidung trugen und Handel trieben. Das Papier wurde kraft dieser Lösung von einem naturalen, lokal gebundenen Rohstoff prinzipiell offen für die universelle Ausbreitung. Es nahm den nomadischen Charakter, den es als Fernhandelsprodukt angenommen hatte, in seine materielle Struktur auf und setzte der Überwindung lokaler Produktionsgrenzen wenig Widerstand entgegen.

Ein unscheinbarer Stoff mit vielen Talenten

Die Ausbreitung der Papierherstellung bei den Arabern ging aber mit der Expansion des arabischen Herrschaftsraums über Ägypten hinaus nach Westen, vom Maghreb bis nach Spanien, einher. Die innerarabischen Ost-West-Verbindungen zwischen »el Andalus« und dem Raum zwischen Damaskus und Bagdad dynamisierten den welthistorischen Probelauf des Modells »paper before print«. In Überblicksdarstellungen zur Geschichte des Papiers schrumpft dieser jahrhundertelange Prozess, in dem das Papier eine Zivilisation durchdringt, ohne dass dabei die Dynamik der Druckerpresse schon eine Rolle spielt, meist auf den Satz zusammen: »Über die Araber kam das Papier nach Europa«.

Fasst man aber diesen Prozess näher ins Auge, so treten die Umriss eines nicht dominanten, scheinbar passiven und undynamischen Mediums hervor, das seine Stärke der Summierung unscheinbarer Funktionen verdankt, in denen als Bedingung die Möglichkeit anderer Medien unverzichtbar wird. Schon in China galt: Schrift und Verwaltung waren älter als das Papier, es gab ältere Beschreibstoffe, es gab kulturelle Routinen, Formate und Aufzeichnungstechnologien wie den Brief, die Verordnung, in die sich das Papier einnistete, zu deren Entwicklung es beitrug, ohne sie zu bestimmen. Dieses Sich-Einnisten in existierende Routinen, das man den Zelig-Effekt des Papiers nennen könnte, hat Medientheorien wie die von Marshall McLuhan vor Probleme gestellt, die ihren Gegenstand durch Angleichung an die Dramatik und Plötzlichkeitsstruktur von Krieg und Revolution zu nobilitieren suchten.

Die Fixierung auf epochale Brüche und Zäsuren, auf die rasante Dynamik von »Medienrevolutionen« war kein günstiger Nährboden für die Herausbildung der Theorie eines nicht dominanten Mediums, das als Surrogat und durch

Substitution, durch die Potenzierung sakraler wie pragmatischer Routinen an Bedeutung gewinnt. Das Papier hat in der arabischen Kultur nicht nur der Kalligrafie und der Verbreitung des Koran gedient, sondern zugleich dem Alltag der Verschriftlichung, als Trägermedium der Wechsel und Finanztransaktionen, der Scheidungen und Testamente. Dieser Gesamtvorgang wiederum war von Innovationen durchsetzt, aber zugleich Wiederholung des chinesischen Modells.

In der arabischen Kultur hat das Papier nicht nur der Kalligrafie und der Verbreitung des Koran gedient, sondern zugleich dem Alltag der Verschriftlichung.

Das Papier brachte seinen – zunächst nur graduellen – ökonomischen Vorteil gegenüber dem Pergament zur Geltung, zudem seine Fälschungssicherheit, und schlug den Papyrus nicht zuletzt durch seine Loslösung aus naturalen Zyklen aus dem Feld. Schon bei seinen ersten Probeläufen in der chinesischen und arabischen Kultur bewährte sich das Papier als eine unspezifische Substanz, die sich einer Vielzahl von Zwecken dienstbar machen ließ. Der Schritt zurück vom Bündnis mit der Druckerpresse gibt den Blick frei auf die Eigenlogik des Papiers: Ubiquität und Universalität.

Bei seiner Einfügung in die gewerblich-industrielle Revolution des Spätmittelalters trat das europäische Papier das Erbe der chinesisch-arabischen Universalität der Verwendungszwecke an, und zugleich wurde in Europa die von den arabischen Papiermühlen übernommene Technologie fortentwickelt, durch leistungsfähigere Schöpfbüten mit Drahtgeflechten, die sich der Drahtzieherkunst verdankten, durch Stampfwerke, die sich die avancierte Mühlentechnologie zunutze machten, durch Verbesserung der Methoden der Aufschließung der Rohstoffe.

Das Papier hatte sich, als es mit der Druckerpresse fusionierte, bereits als eigenständiges, nicht dominantes Medium etabliert, durch seine offene Struktur und universelle Orientierung in der Summierung von Routinen an Bedeutung gewonnen, indem es als Bedingung der Möglichkeit anderer Medien auftrat. Zu dieser offenen Struktur gehört auch, dass das Papier sich auf die Rolle eines unscheinbaren Agenten der Verschriftlichung und Wissensproduktion nicht festlegen ließ. Es diente nicht nur den Medien der Abstraktion und Verschriftlichung, die wir heute als Keime der Wissensgesellschaft begreifen, es diente ebenso sehr dem Spiel und der Vergnügungssucht. Die frühen Papiermühlen lebten nicht nur vom Bedarf der Verwaltungen und Universitäten, sondern



Lothar Müller

Weißer Magie.

Die Epoche des Papiers
München 2012.

auch von der im 14. und 15. Jahrhundert grassierenden Spielsucht, der sie aus zusammengeleimten Papierschichten die Spielkarten zulieferten. Die Blindheit gegenüber spezifischen Zwecken verbindet zudem das Papier und das Geld. Schon in China war Papiergeld in Umlauf, in Europa wurde es zum unverzichtbaren stillen Teilhaber der Herausbildung des frühen Kapitalismus.

Papier ist ein Grundstoff der Moderne

In der epochemachenden Fusion von Papier und Druckerpresse ist eine Asymmetrie offenkundig. Für die Druckerpresse ist das Papier der wichtigste Partner. Das Pergament tritt demgegenüber mehr und mehr zurück. Für das Papier wiederum ist die Druckerpresse der stärkste, aber bei weitem nicht der einzige Partner. Ein elementarer Effekt der Auflösung der scheinbaren Einheit von Druckerpresse und Papier ist die Einbettung der Vielfalt des gedruckten Papiers in das nicht minder reiche Sortenlager des ungedruckten Papiers. Als Frage formuliert: Was wird aus der Universalität des Papiers im Zeitalter der Druckerpresse? Die Frage nimmt das Papier als Grundstoff der industriellen Moderne insgesamt in den Blick, also das schon in China breitgefächerte Spektrum vom Schreibpapier über das Toilettenpapier bis zum Verpackungspapier und den Schmuckpapieren, und sie erhält im Blick auf das Papier als Trägermedium der Speicherung und Zirkulation von Daten im weitesten Sinne, also Zahlen, Schrift, Bilder, ihre medien-theoretische Zuspitzung.

Papier ist ein relativ leichtes Trägermedium, das aber als physisches Objekt den Raum durchqueren muss, also an die Infrastruktur des Transports gebunden ist, in der auch die Reisenden verkehren. Nur im Bündnis mit dieser Infrastruktur kann es zum Zirkulationsmedium werden und seine arabischen Abenteuer erleben, kann es unverzichtbar werden für die Kaufleute und Finanziere im Italien des 14. und 15. Jahrhunderts, am Hof des Papierkönigs Philipp II. in Spanien Karriere machen und von der Druckerpresse profitieren. Seine Bündnisoffenheit und Fähigkeit zur Einnistung in eine Vielfalt von Routinen setzen das Papier in Spannung zur Vorstellung des abgeschlossenen Behälters, die sich im Umkreis der Speichermetaphorik leicht einstellt, zumal im Blick auf das Buch. Das Papier ist ein Speichermedium mit offener Struktur und ein Zirkulationsmedium mit hinreichenden Optionen der Geschlossenheit als Speicher.

Anders als McLuhan in *Understanding Media* nahelegt, war die Anknüpfung an den römischen *cursus publicus*, das antike Vorbildmodell des Nachrichten- und Personentransports in der Frühen Neuzeit, kein unmittelbarer Effekt der Druckerpresse. Vielmehr gingen, wie Wolfgang Behringer in seiner Studie *Im Zeichen des Merkur* (2003) gezeigt hat, die Projekte, dem römischen *cursus publicus* einen modernen Nachfolger an die Seite zu stellen, dem Buchdruck zeitlich deutlich voraus, und ihr Ausgangspunkt war weniger der Rückgriff auf die Straße-Rad-Verbindung als vielmehr die

Wiederbelebung der Reiterstafetten. Den ersten dieser Rückgriffe haben die Historiker des modernen Postwesens im Herzogtum Mailand des späten 14. Jahrhunderts nachgewiesen. Hier, in einem Zentrum des frühkapitalistischen Bankwesens, des Tuch- und Waffenhandels sind die ersten jener »Stundenzettel« überliefert, in denen die reitenden Boten – sie mussten lesen und schreiben können – ihre Etappenvermerke hinterlegten. Eine andere Art von Linearität als die der Druckerpresse bildete sich heraus, parallel zum Take-off der europäischen Papiertechnologie: ein festes Netz transkontinentaler Postlinien.

Das Papier ist ein Speichermedium mit offener Struktur und ein Zirkulationsmedium mit hinreichenden Optionen der Geschlossenheit als Speicher.

Die fortschreitende Entfaltung dieser zentraleuropäischen Infrastruktur der Kommunikation schränkt das Bild einer im Prinzip statischen Vormoderne ein, die erst in der »Sattelzeit« des 18. Jahrhunderts vom Imperativ der Beschleunigung erfasst wird. Anders als der römische *cursus publicus* war dieses zentraleuropäische Postwesen nicht eine Institution des »Empire«, um mit dem Ökonomen Harold Innis (1894–1952) zu sprechen. Denn zwar war die Reichspost, die rechtlich von 1597 bis 1806 bestand, von einem kaiserlichen Regal autorisiert, im Kern aber war sie ein privatwirtschaftliches Unternehmen, das, um seine Kosten einzuspielen, gar nicht anders konnte, als im Prinzip jedermann Zugang zu gewähren. Betrachtet man dieses Kommunikationsnetz nicht aus der Perspektive der modernen Medien seit dem Telegrafen, sondern aus der Perspektive des Spätmittelalters, so war die darin erreichte Beschleunigung und Frequenzerhöhung der Zirkulation von Nachrichten und Personen beträchtlich.

Natürlich war die Datenzirkulation des Postwesens nicht notwendig an das Trägermedium Papier gekoppelt. Aber in dem Maß, in dem das Papier zum dominanten Trägermedium des Schriftverkehrs wurde, trat die Durchdringung von Papier und Postwesen dem epochalen Bündnis von Papier und Druckerpresse ebenbürtig an die Seite. Die Effekte beider Bündnisse überlagerten sich, aber sie gingen aus autonomen, nicht aufeinander rückführbaren Quellen hervor. Das Zusammenspiel des Trägermediums Papier mit der Infrastruktur des Postwesens transzendiert die Polarität von Druck und handgeschriebenem Manuskript. Zahllose Briefe gingen in den Druck ein, aber sie blieben stets nur eine Teilmenge des ungedruckt zirkulierenden Papiers, das in der Nicht-Überlieferung verschwand.

Postwesen und Zeitungskultur

Das hervorstechende Charakteristikum des Postwesens war die Periodizität, die immer dichter getaktete, zunehmend verlässliche Wiederkehr der Zirkulation von Personen und Nachrichten in einem bestimmten Raum zu einer bestimmten Zeit. So nachhaltig, wie das Papier die Reproduktionsbeschleunigung der Druckerpresse stützte, verband es sich mit der Periodizität des Postwesens. In ihr bildete sich ein entscheidendes Element der modernen Lebenswelt heraus. Es ließ den »Posttag« zu einer festen Zäsur im Zeitkontinuum des Alltags – und einem Kardinalmotiv der Literatur – werden, es brachte als Agent der Rationalisierung von Raum und Zeit schon lange vor dem Eisenbahnzeitalter den Fahrplan hervor, und aus ihm erwuchs das Schlüsselmedium, das die Erfahrung der Gegenwart als Gegenwart ermöglichte und aus physisch im Raum verstreuten Individuen Zeitgenossen machte: die Zeitung. Sie entstand im frühen 17. Jahrhundert nicht als Abkömmling der gut 150 Jahre zuvor eingeführten Drucktechnologie, sondern ging zunächst aus dem Zusammenspiel der handschriftlichen Korrespondenzen auf Papier und der gedruckten Messrelationen mit dem Postwesen hervor. Denn die entscheidende Voraussetzung für die Entstehung der periodischen Presse war die Verstetigung der Nachrichtenzirkulation. Die »Newen Zeitungen«, die im frühen 16. Jahrhundert bildkräftig und nah am Bänkelsang von Katastrophen und Kometen,

Entscheidende Voraussetzung für die Entstehung der periodischen Presse war die Verstetigung der Nachrichtenzirkulation.

Mordtaten und Hexenverbrennungen berichteten, hatten diese Voraussetzung noch nicht. Sie wurde erst durch die Reichspost um 1600 geschaffen, deren Infrastruktur sich sowohl die Straßburger Relation ab 1605 wie der Wolfenbütteler Aviso ab 1609 zunutze machten.

Der Kern des neuen Mediums, das haben sowohl die Zeitungshistoriker wie die Geschichtsschreiber des Postwesens gezeigt, war die Fusion der papiergestützten, handgeschriebenen Korrespondenzen, die schon im weit gespannten Kommunikationsnetz der Fugger zirkulierten, mit der Infrastruktur der Reichspost. Der Übergang von der handschriftlichen zur typografischen Reproduktion, die Einspeisung des neuen Papiermediums in die Druckerpresse – mit zunächst geringen Auflagen zwischen 100 und 300 Exemplaren – war der zweite Schritt. Er ließ sich im Prinzip wieder rückgängig machen,



Bücher nützen statt besitzen

Weil es den Charakter des gedruckten Buches, nicht als Original, sondern als »copy« zu zirkulieren, technologisch radikalisiert, unterliegt das E-Book zugleich Restriktionen, die seine Kopierbarkeit einschränken. Wer ein elektronisches Buch erwirbt, soll es nicht als »gebrauchtes Buch« weiterverkaufen können. Darum erwirbt er kein Eigentum an dem Buch, sondern ein Nutzungsrecht, eine Lizenz zur Lektüre. Wenn Bibliotheken E-Books anschaffen, erhalten sie in der Regel ein zeitlich begrenztes Nutzungsrecht, das – meist nach einem Jahr – erneuert werden muss. Komplizierte Verträge regeln, wie viele Benutzer ein elektronisches Buch in welchem Zeitraum nutzen dürfen, auch für die Langzeitarchivierung fallen Lizenzkosten an. Elektronische Bücher – das gehört zu ihrem Reiz und zu den Optionen, die sie nutzen können, – existieren nicht mehr in einem starren Format wie die gedruckten Bücher. Sie werden in verschiedenen technischen Standards ausgeliefert und sind an ein festes Layout nicht gebunden. Sie sind im Prinzip dynamische Objekte, die aktualisiert, revidiert und angereichert werden können. Wenn sie als »enhanced« E-Books mit Links zu Ton- und Bewegtbildsequenzen angereichert sind, können ihre Grenzen zu Objekten außerhalb ihrer selbst, in Richtung auf die Formate »Website« oder »Datenbank« im wissenschaftlichen Sachbuch oder in Richtung »Computerspiel« beim Kinderbuch verfließen. In der Geschichte des Papiers war seine unspezifische Offenheit für eine Fülle von Nutzungsoptionen von Beginn an mit Prozessen der Standardisierung verbunden, bei denen physischen Formaten soziale und kulturelle Bedeutungen zuwuchsen. Bei den elektronischen Büchern hat dieses Wechselspiel von Optionsausschöpfung und Standardisierung erst begonnen.

wie im 18. Jahrhundert die für ein zahlungskräftiges Publikum von modernen Verlegern in Umlauf gebrachten, weitläufig zirkulierenden handschriftlichen Zeitungen zeigten.

Das Zusammenspiel von Papier und Postwesen ist ein Beispiel für die Einbettung des Trägermediums Papier in die Infrastrukturen der Zirkulation von Waren und Personen im Raum. Der damit gegebenen Staffelung von Zirkulationshorizonten im Raum entspricht die Staffelung von Zeithorizonten in den Routinen, in denen das Papier als Speichermedium fungiert. Es gehört zur Universalität des Papiers, dass es vom losen handschriftlichen Zettel, der eine Notiz kurzfristig speichert, über die Zeitung bis zum gedruckten, aufwendig gebundenen Folianten sowohl der dauerhaften Überlieferung in der Zeit wie der aktuellen Zirkulation im Raum gedient hat und immer noch dient in Zeiten, in denen in den Bibliotheken die Digitalisierungs- und die Restaurierungsprogramme parallel laufen.

Von dieser Vielfalt von Optionen ist das Papier bis in seine materielle Feinstruktur hinein geprägt. Was logisch möglich ist, wird im 19. Jahrhunderts realisiert: die kulturell folgenreiche technologische Ausgliederung des Zeitungspapiers, das seinen Charakter als kostengünstig herstellbares Massenprodukt dem Verzicht auf einen weiten Überlieferungshorizont verdankt, aus dem Schreib- und Buchdruckpapier. Das Trägermedium von Aktualität darf rasch vergilben. Aus Beispielen wie diesem, dem sich zahlreiche andere aus der Welt des Aktenwesens, der Privatkommunikation und der Geldzirkulation an die Seite stellen ließen, ergibt sich als Aufgabe einer umfassenden Theorie des Papiers, die Geschichte der Papiertechnologien von der Schöpfbütte und den Papiermühlen des Spätmittelalters über die Papiermaschine bis hin zur Umstellung der Rohstoffbasis des Papiers auf Holz, der chemischen Aufschließung des Holzes und der Elektrifizierung der Produktion in Beziehung zu setzen zur Staffelung der Zeit- und Raumhorizonte des Papiers als Trägermedium der Speicherung und Zirkulation: im Blick auf den Ablasszettel wie auf das Libro grande des Kaufmanns, auf das Scrapbook wie auf das Extrablatt, auf das Plakat wie auf das Notenpapier.

Das Blatt als universelles Trägermedium

Dabei ist für alle konkreten Formate des Papiers in Rechnung zu stellen, dass ihr Vorhandensein nicht selbstverständlich ist. Die Geschichte der Verknappung des Papiers in Kriegs- und Revolutionszeiten oder in ökonomischen Krisen, die Geschichte seines politisch von einem Besatzungsregime oder disziplinarisch von einer Gefängnisleitung verfügten Entzugs lässt eigene Formate entstehen wie den Kassiber, dem vor einiger Zeit das Deutsche Literaturarchiv in Marbach eine Sonderausstellung gewidmet hat. Die Verfügbarkeit des Papiers, die Kurven zwischen Mangel und Abundanz, die seinem Charakter als Wirtschaftsgut wie als politisch relevantem Grundstoff des Buch- und Pressewesens entspringen können, gehört zu den Hintergrundvoraussetzungen seiner Difizierung in die sozialen Routinen.

Papier ist der letzte Vorläufer der digitalen Datenströme und ihrer von den klassischen Transportwegen entkoppelten Infrastruktur des Netzes.

Die Gliederung der Raum- und Zeithorizonte der papiergestützten Speicher- und Zirkulationsmedien braucht einen perspektivischen Fixpunkt, der sie an die Materialität des Papiers zurückbindet. Dieser perspektivische Fixpunkt ist das Blatt. Es ist das Gegenüber zum Allgemeinbegriff »Buch«, dem Zentrum der Gutenberg-Welt, und der Druckerpresse, aus der es hervorgeht. Das Blatt ist wie das Buch ein Abstraktionsbegriff, der eine Vielzahl konkreter Formate umfasst. Die Blattbildung ist der Kern der Papiertechnologie, vom aus der Bütte geschöpften Bogen bis zur langen, breiten Bahn der vollautomatisierten riesigen Papiermaschine. Aus der Blattbildung geht, durch verschiedene Bearbeitungsstufen hindurch, die Vielzahl der in Qualität und Größe verschiedenen Blattformate hervor. Der Begriff »Blatt« ist eine gute Wünschelrute, um alle Aggregatzustände zu erfassen, in die das Papier eingehen kann: gebunden und ungebunden, gedruckt und ungedruckt, sowie die Kombinationen dieser Kategorien wie die mit Weißpapier durchschossenen Bücher, in denen sich im Gedruckten, das gelesen werden will, ein Schreibraum öffnet, in dem das Gelesene kommentiert oder fortgeschrieben werden kann. Und schließlich ist der Begriff »Blatt« nützlich, um den papiergestützten Routinen lexikografisch auf die Spur zu kommen. Die Kategorie Blatt ist, so scheint mir, das ideale Instrument, mit dem eine Medientheorie des Papiers die Brücke von den Papiertechnologien zu den kulturellen Routinen schlagen kann, in denen das Papier in allen seinen Aggregatzuständen als Trägermedium der Speicherung und/oder Zirkulation fungiert.

Aus der aktuellen Perspektive der vollen Entfaltung der elektronischen Medien erscheint das Papier als das leichteste Medium der alten industriellen Welt, das als Trägermedium sowohl die Speicherung wie die Zirkulation von Daten befördert. Es ist der letzte Vorläufer der digitalen Datenströme und ihrer von den klassischen Transportwegen entkoppelten Infrastruktur des Netzes. Und wer es sich genau anschaut, lernt nicht nur etwas über das Papier selbst, sondern auch über die digitalen Technologien, die nun viele seiner angestammten Funktionen ersetzen, komplettieren, durchdringen, umformen. ■■



DER AUTOR

Dr. Lothar Müller

studierte Germanistik und Geschichte. Er war Dozent für Allgemeine und Vergleichende Literaturwissenschaft an der FU Berlin und 1997 – 2001 Redakteur im Literaturblatt der Frankfurter Allgemeinen Zeitung. Heute ist er Redakteur im Feuilleton der Süddeutschen Zeitung mit Sitz in Berlin und seit 2010 Honorarprofessor an der Humboldt-Universität zu Berlin. 2000 erhielt er den Alfred-Kerr-Preis, 2008 den Johann-Heinrich-Merck-Preis. *Weißer Magie – Die Epoche des Papiers* wurde in der Sparte »Sachbuch« für den Preis der Leipziger Buchmesse 2012 nominiert..

Von Ost nach West

Es ist die Geschichte einer ganz und gar friedlichen Eroberung: Vor zweitausend Jahren erfanden die Chinesen das Papier. Tausend Jahre dauerte es, bis der vielseitige Faserstoff aus dem Osten im Westen ankam. Heute erscheint uns ein Leben ohne Papier nicht mehr vorstellbar.

Von Kristiane Semar



Wir begeben uns auf die Spuren eines Materials, dessen Verbrauch geeignet erscheint, den Grad der kulturellen Entwicklung einer Gesellschaft anzuzeigen. Je höher entwickelt Gesellschaften sind, desto größere Mengen dieses Materials nutzen und verbrauchen sie. Es handelt sich um ein Medium, das kulturelle Erinnerungen, Texte und Bilder einer Gesellschaft bewahren kann und ohne das sich weder die Wissenschaften noch die Bildende Kunst und die Literatur in der heute bekannten Form hätten entwickeln können. Auch die Wirtschaft und das Finanzwesen, ja selbst Justiz und Politik hängen davon ab.

Nicht von Supercomputern ist hier die Rede, sondern von einem ganz simplen, natürlichen und vor allem völlig untechnischen Werkstoff: dem Papier! Der Einfluss, den dieses unscheinbare Fasergemisch seit seiner Erfindung auf fast alle Kulturen der Welt hatte, offenbart sich erst bei näherem Hinsehen als epochal und einzigartig. Die Kulturgeschichte und geistige Entwicklung des Menschen sind ohne die Erfindung des Papiers nicht vorstellbar.

Selbst die enormen Veränderungen, die der Anbruch des elektronischen Zeitalters mit E-Mails und den enormen Kapazitäten der digitalen Speicherung mit sich brachte, hat die überragende Bedeutung von Papier bisher nicht schmälern können, sondern hat sie im Gegenteil sogar noch gestärkt. Ein Beispiel mag dies illustrieren: Noch keine Generation Kinder wurde so häufig fotografiert wie die jetzige. Dennoch werden von ihnen voraussichtlich kaum Fotos erhalten bleiben, da sie alle digital abgelichtet werden – und es für die heute gängigen Speichermedien schon in einigen Jahrzehnten keine kompatiblen Abspielgeräte mehr geben wird. Auch die Dateiformate unterliegen rasanten Veränderungen. Die Bilder könnten für nachfolgende Generationen nur dann überdauern, wenn sie als Papierabzüge aufbewahrt würden.

Weltweit stieg entgegen allen Erwartungen (man denke an das vor einigen Jahren postulierte papierlose Büro) der Verbrauch an Papier jedes Jahr erneut an, und besonders in den Industrienationen ist der Papierhunger unersättlich. Der World Wildlife Fund (WWF) geht davon aus, dass schon 2015 der globale Papierverbrauch bei 440 Millionen Tonnen liegen wird. 1970 waren es noch 170 Millionen Tonnen Papier! Die Deutschen liegen weltweit mit an der Spitze des Konsums und verbrauchen pro Person über 230 Kilogramm Papier pro Jahr.

Nach uralten Rezepten wird noch heute das berühmte Japanpapier hergestellt. Ein besonders wertvolles Papier entsteht aus den Fasern des Gampstrauchs, die hier getrocknet und anschließend in Bündeln zur Weiterverarbeitung getragen werden.

Entsprechend lang ist die Liste der Papierprodukte, die wir im Laufe eines Tages nutzen: Bücher, Zeitschriften, Briefe, Grußkarten, Umschläge, Briefmarken, Faxe, Kopien, Schreibpapier, Notizbücher, Schulhefte, Löschpapier, Servietten, Papiertaschentücher, Toilettenpapier, Papiertüten, Aufkleber, Verpackungen, Banknoten, Aktenordner, Plakate, Tapeten, Bilddrucke, Theaterbillets, Papierbecher und noch viele andere mehr. Selbst unsere Identität wird durch ein papiernes Dokument festgestellt: der Reisepass. Ohne »unsere Papiere« geht nichts im Staat – nur durch sie sind wir als Bürger legitimiert.

Wikipedia verzeichnet unter dem Stichwort »Papiersorten« eine umfangreiche Liste mit 90 verschiedenen, bekannten und weniger bekannten Papieren – vom Affichenpapier, einem dicken festen Papier für Plakatwände, über das altmodische Butterbrotpapier bis hin zum Zigarettenpapier, einem extrem feinen Papier, das wegen einer Imprägnierung nicht brennt, sondern glimmt. Für jede denkbare Anwendung wurden im Laufe der Zeit Spezialpapiere entwickelt, aus unterschiedlichen Rohstoffen und mit Zusätzen, die die Eigenschaften des Papiers verändern.

Im Alltag gehen wir ganz selbstverständlich mit Papier um und schenken ihm kaum weitere Beachtung, denn für die Bewohner der westlichen Industrienationen ist Papier nichts als ein Gebrauchsgegenstand, der massenhaft industriell gefertigt wird. Im asiatischen Raum dagegen ist die Erinnerung, dass jeder einzelne Bogen Papier jahrhundertlang mühsam von Hand geschöpft wurde, noch stärker verankert. Papier wurde oft als heilig angesehen. Es war nicht nur das Trägermaterial kulturellen, sondern ebenso spirituellen Ausdrucks und barg immer auch eine ästhetische Aussage. Bis heute wird in asiatischen Ländern diesem kostbaren Werkstoff daher ein hoher Stellenwert beigemessen.

Wer hat das Papier erfunden?

Heutzutage fürchtet sich der technisch hoch entwickelte Westen vor Industriespionage aus dem Osten. Diese Ängste gab es allerdings schon einmal umgekehrt. Die Chinesen, heute allseits gefürchtete Kopisten, waren zu Beginn der Zivilisationsentwicklung geniale Erfinder. Zahlreiche bahnbrechende Erfindungen gehen auf ihr Konto, allen voran die Fertigkeit des Papiermachens, aber auch die Kunst des Druckens ist von ihnen entwickelt worden. Die eigentlichen Anfänge des Pa-



piers verlieren sich im Dunkel der Geschichte, und wir müssen wohl von einem jahrhundertlangen Prozess ausgehen, währenddem dieses vielseitige Material nach und nach entwickelt und für verschiedene Anwendungen verbessert wurde.

Seit über 2000 Jahren wird in China Papier verwendet. Doch die entscheidende Weichenstellung, die später die ganze Welt verändern sollte, ging von einem klugen Beamten aus, der sich am Hof des chinesischen Han-Kaisers Ho Ti (79–106 n. Chr.) aus einfachen Verhältnissen zum kaiserlichen Berater und obersten Eunuchen hochgearbeitet hatte. Sein Name war Cai Lun. Ihm unterstand die Behörde zur Entwicklung von Geräten und Waffen, die ihn bei seiner Arbeit unterstützte. Zu dieser Zeit hatte man ein aus Pflanzenfasern hergestelltes, grobes Packpapier in Gebrauch, das sich zum Beschreiben nicht eignete. Bücher wurden aus Bambustäfelchen hergestellt, die man mit einem Bändchen zusammenhielt. Auch auf Seide wurde geschrieben. Bambus war ein schwieriger Werkstoff und Seide aufwendig in der Produktion.

Cai Lun machte sich mit seiner Behörde daran, die Rezepturen der Papierherstellung zu verbessern, und probierte viele verschiedene Rohstoffe aus. Er experimentierte mit Hanf und mit dem langfaserigen Papiermaulbeerbaumbast, also der inneren Rinde jenes Baumes, der für die Seidenproduktion in China häufig angebaut wurde. Auch Hadern und Reste von alten Fischereinetzen standen als Rohstoffe auf seiner Liste. Die Pflanzenbestandteile und Stoffreste ließ er in Steinmörsern fein stampfen, wässern und zu einem Brei kochen. Schon damals wurden der Pulpe Farbstoffe zugegeben. Anschließend wurden aus dem Faserbrei mit einem rechteckigen Sieb dünne Vlieslagen geschöpft und diese zum Trocknen mitsamt dem Sieb ins Freie gestellt. Später wurden die Papierbogen abgelöst und mit Steinen geglättet, damit man sie besser beschreiben konnte.

Aufgrund der langen Bastfasern war dieses Papier besonders reißfest und konnte deshalb in dünnerer Qualität hergestellt werden. Zudem war das neue Beschreibmaterial auch erheblich preiswerter als die Bambustäfelchen. Der größte Vorteil aber war, dass man das Papier in großen Mengen herstellen konnte, denn ein Papierschöpfer schaffte mehrere Dutzend Bögen pro Tag. Dank seiner Glätte und Ebenmäßigkeit war das Papier mit Ziegenhaarpinsel und Tusche gut

Die Fasern werden erhitzt und zu einem feinen Brei, der Pulpe, gestampft. Mit viel Wasser vermischt, wird der Faserbrei mit einem Bambus-sieb geschöpft.

beschreibbar. 105 n. Chr. schrieb Cai Lun sein neues Papierrezept auf und so kam es, dass seine Innovation und sein Name bis heute unvergessen sind.

Auch der Kaiser erkannte sogleich die Vorteile des neuen Papiers und ordnete dessen Einsatz für das Verwaltungswesen im ganzen Reich an. Von da an dauerte es zwar noch lange, bis sich das Papier schrittweise durchsetzte, aber aufzuhalten war sein Siegeszug nicht mehr. Das Papier wirkte wie ein Katalysator und in der Folge entwickelte sich das Reich der Mitte in schnellerem Tempo. 404 n. Chr. verbot Kaiser Huan Xuan Bambus und Holz als Beschreibmaterial. Ausschließlich Aufzeichnungen auf Papier waren noch erlaubt, da man hier nichts abkratzen oder fälschen konnte. Papier wurde aber nicht nur als Schriftträger, sondern auch als Werkstoff für Gegenstände wie Lampions, Kleidung und Tapeten genutzt. Sogar Papiertaschentücher und Toilettenpapier wurden damals schon massenhaft verwendet. Wenn man Papier



AUS PAPIER GELD MACHEN!

Nach seiner Rückkehr aus China berichtete der venezianische Handelsreisende Marco

Polo (1254–1324) einer ungläubigen Leserschaft vom Mongolenfürsten Kublai Khan (1214–1294), der während der Yuan-Periode aus Papier Geld machte: »In der Stadt Khanbalik besitzt der große Khan seine Münzstätte. [...] Papiergeld wird dort aus dem Splintholz des Maulbeerbaums hergestellt, dessen Blätter die Seidenraupe füttern. Das Splintholz zwischen der Rinde und dem Stamm wird herausgeholt, gemahlen, mit Klebstoff gemischt und dann in Bögen gepresst, die Baumwollpapierbögen ähneln, aber vollständig schwarz sind. [...] Das Ausgabeverfahren ist sehr förmlich, als ob die Substanz reines Gold oder Silber wäre. Auf jeden Bogen, aus dem eine Note werden soll, schreiben speziell ernannte Amtsträger ihren Namen und bringen ihr Siegel an. Wenn diese Arbeit gemäß den Richtlinien durchgeführt wurde, imprägniert der Herrscher sein Siegel mit Pigment und bringt sein zinnoberrotes Zeichen oben auf dem Bogen an. Dadurch wird die Note authentisch. Diese Papierwährung ist in jedem Teil des Reiches des großen Khans im Umlauf, und niemand wagt es bei Todesgefahr, sich zu weigern, sie als Zahlung zu akzeptieren.«

(zit. nach: Marco Polo, *Il Milione. Die Wunder der Welt*, 1983)



Noch nass werden die Bögen übereinandergelegt. Anschließend hängt man sie zum Trocknen über Stangen.

ölte, wurde es wasserdicht und man konnte Schirme daraus herstellen. Im 10. Jahrhundert waren wiederum die Chinesen die Ersten, die das Papiergeld einführten, 700 Jahre bevor es im Westen Akzeptanz fand.

Korea und Japan werden Papiernationen

Ähnlich wie das Geheimnis um die Seidenherstellung hütete das xenophobe China auch das Geheimnis um die Kunst der Papiermanufaktur mit größter Vorsicht. Doch das Interesse benachbarter Völker an den kostbaren Errungenschaften war naturgemäß groß, und so war es nur eine Frage der Zeit, bis das Wissen um die Papierherstellung doch entschlüpfte und sich in anderen Ländern verbreitete. Seit 108 v. Chr. stand Korea unter chinesischer Vorherrschaft. Chinesische Mönche brachten wahrscheinlich im dritten Jahrhundert Papiere mit buddhistischen Texte nach Korea, und umgekehrt erlernten koreanische Mönche und Gelehrte in Xi'an, der früheren chinesischen Hauptstadt, die Technik des Papierschöpfens, und gaben diese Kenntnisse dann in ihrer Heimat weiter.

Das kulturell hoch entwickelte Korea wiederum galt in vielen Dingen als Lehrmeister Japans, auch hinsichtlich der Papierkunst. Wann genau Japan selbst damit begann, das begehrte Papier herzustellen, ist nicht überliefert, aber wahrscheinlich brachten chinesische und koreanische Einwanderer die Papiermachkunst schon im 5. Jahrhundert dorthin. Die Japaner übernahmen von den Koreanern das zweiteilige Sieb, bei dem man den Rahmen vom Siebboden lösen konnte. Das Sieb selbst war aus dünnen Bambusstäbchen hergestellt, die mit Seidenfäden eng aneinanderliegend fixiert waren. Gegen das Licht betrachtet erkennt man bei vielen »Japanpapieren« das Muster des Siebs als feine regelmäßige Streifen.

Um den Buddhismus in Japan einzuführen, ließen japanische Herrscher Sutras, die heiligen Schriften Buddhas, kopieren, was den Papierbedarf nährte. Viele Bauern pflanzten dafür zunächst – wie die Chinesen – Kozo an, also Papiermaulbeerbäume. Später wurde für die Papierherstellung Gampi entdeckt (der Herstellungsprozess wird in den Bildleihen auf den Seiten 13 bis 15 gezeigt). Die feine und glatte innere Rinde des ausschließlich in Japan beheimateten, wild wachsenden Gampistrauchs wird zwischen Februar und Mai geerntet, wenn sie am meisten Wasser enthält. Dem Faserbrei

wird Neri beigemischt, ein aus einer stärkehaltigen Wurzel einer Hibiskusart gewonnenes Verdickungsmittel. Das geleeartige Neri lässt die Fasern besser zusammenkleben und das Wasser läuft beim Schöpfvorgang gleichmäßiger ab. Das Sieb wird mehrmals in den Papierbrei getaucht, so dass sich das Papier langsam in mehreren Schichten aufbaut. Die bis zu fünf Millimeter langen Fasern überkreuzen sich dabei durch leichtes Rütteln kreuz und quer, wodurch das Papier besonders stark wird. Die frisch geschöpften Bögen werden auf einen Stapel abgelegt, man sagt »gegautsch«. Zwischen jeden Bogen platziert man einen kleinen Halm, damit die aneinanderklebenden Papierbögen leichter getrennt werden können. Durch vorsichtiges Pressen wird das Wasser herausgedrückt. Zum Trocknen werden die Bögen dann auf Holzflächen aufgebürstet.

Gampi ist ein seidig glänzendes, widerstandsfähiges, transparentes Papier von vollendeter Schönheit. Japanische Papierschöpfer überprüfen seine Qualität an dem ihm eigentümlichen gläsernen Klang. Sein natürlicher Stärkegehalt verleiht ihm eine natürliche Leimung, so dass Tusche gut auf ihm steht und nicht so leicht verläuft.

Mit dem Gampi und später mit dem Mitsumata, einer dritten Fasersorte für sehr weiches, leicht getöntes, stark saugendes Papier, hatte Japan unabhängig von chinesischen Einflüssen eine eigenständige japanische Papiersorte entwickelt, Washi genannt. »Wa« bedeutet Altes Japan, »shi« heißt Papier. Ende des 8. Jahrhunderts kannte man in Japan bereits 233 Papiersorten aus unterschiedlichen Fasern. In alle Lebensbereiche hielt Washi Einzug. Es galt als heilig und verkörperte die Idee der Reinheit. Es wurde nicht nur für Sutras und bei vielen religiösen Zeremonien verwendet, sondern auch für alltägliche Bedürfnisse genutzt. Bücher und Holzschnitte wurden auf ihm gedruckt, Briefe und Gedichte auf ihm geschrieben. Die Ästhetik des Papiers regte Kunsthandwerker an, daraus Fächer, Schirme, Laternen, Bekleidung, Drachen und viele andere nützliche und schöne Dinge zu fertigen. Papier galt sogar als ein dem Holz und Stein ebenbürtiges Baumaterial. Papierbespannte, lichtdurchlässige, aber blickdichte Schiebewände verleihen japanischen Häusern, Palästen und Tempeln eine unvergleichliche Leichtigkeit, gepaart mit einer bewundernswürdigen, eleganten Schlichtheit.

Über Arabien nach Europa

Im 7. Jahrhundert wuchs unter der Herrschaft der arabischen Umayyaden der Einflussbereich der islamischen Welt. Die Araber schoben die Grenzen ihres großen Reiches im Osten bis zum Indus und im Westen bis nach Spanien vor. Arabische Kaufleute handelten entlang der südlichen Seidenstraße mit China und brachten erstmals Papier in ihre Heimatländer zurück. Doch in ihrer Region fehlten die für die Herstellung benötigten pflanzlichen Rohstoffe, wie sie die Chinesen hatten. Man musste sparsam mit Wasser umgehen, und Papiermaulbeerbäume gediehen hier nicht, so dass die Araber zunächst auf Papierimporte angewiesen waren. In einer arabischen Aufzeichnung wird berichtet, dass das Blatt sich gewendet habe, als die siegreichen Araber 751 n. Chr. nach der Schlacht am Talas im heutigen Turkmenistan unter ihren chinesischen Kriegsgefangenen einige Papiermacher entdeckten. Sie zwangen die Papierschöpfer, ihre Berufsgeheimnisse preiszugeben. Wie immer es sich auch zugetragen haben mag, Fakt ist, dass in Samarkand, in dessen Umgebung es reines Wasser und viel Flachs gab, eine fleißige Papiermanufaktur erblühte, die das neue Material bis nach Nordafrika lieferte.

Harun-al Raschid, der 5. Kalif der Abbasidendynastie, im Westen bekannt aus den Märgen von 1001 Nacht, erkannte ebenfalls den Wert des Papiers für die arabische Schrift und ließ 795 in Bagdad eine erste Papiermühle einrichten, um die Verwendung von Papier in seinen Kanzleien zu unterstützen. Weitere Papiermühlen folgten auf der Arabischen Halbinsel, im syrischen Damaskus, in Kairo und Tunis, und das bis dahin im arabischen Raum für schriftliche Dokumente gebräuchliche Pergament wurde zunehmend durch Papier ersetzt. Die Araber produzierten Papier aus Leinenabfällen, Stricken und Hanftauen. Statt der feinen asiatischen Bambussiebe verwendeten sie solche aus Schilf. Sie kannten die Technik, das Papier an der Oberfläche mit pflanzlicher Stärke zu bestreichen, um das »Ausbluten« der flüssigen Schreibtusche auf Papier zu verhindern, da die Saugfähigkeit der Fasern durch den Stärkestrich blockiert wird und die Tusche an der Oberfläche trocknet.

In der arabischen Papierherstellung wurden außerdem Flächen- und Mengennormen eingeführt: 500 Bogen bildeten zum Beispiel ein »rizma« (arab. für »Bündel«), ein Begriff, von dem sich das noch heute übliche Maß des »Ries« ableitet.



Dieser Holzschnitt von E. Porzelius von 1689 zeigt einen Papierschöpfer an der Bütte, sein Kollege gautscht das Papier auf Filzlagen, und der Leger sortiert nach dem Auspressen des Wassers Filz und Papier wieder auseinander. Im Hintergrund das von einem Wasserrad betriebene Stampfwerk für die Hadern.

In Bagdad gab es bald einen großen Papiermarkt mit über 100 Papierhändlern, und 870 wurde dort auch das erste Papierbuch herausgebracht. Zu den Papierläden gesellten sich nun auch Buchläden. Ganze Bibliotheken wurden mit kostbaren und seltenen Bucherzeugnissen bestückt. Ganz ähnlich wie zuvor in Asien beflügelte auch im arabischen Raum der Besitz des Papiers die Entwicklung der Literatur, der Wissenschaften und der Kalligrafie, und die gesamte Kultur nahm einen enormen Aufschwung. Nach einer langen und abenteuerlichen Reise, die fast ein Jahrtausend gedauert hatte, gelangte das Geheimnis der Papierherstellung also nun endlich nach Nordafrika und damit bis vor die Tore Europas. Die Mauren brachten das Wissen um die Papierherstellung nach Spanien, und 1140 wurden in Valencia und wenig später im italienischen Fabriano die ersten Papiermühlen auf europäischem Boden errichtet. 1390 gründete der Kaufmann und Ratsherr Ulman Stromer dann bei Nürnberg, das damals eine rege Fernhandelsmetropole war, die erste deutsche Papiermanufaktur.

Industrielle Fertigung in Europa

Die italienischen Papiermacher in Fabriano verbesserten die Techniken der Araber entscheidend und stellten bald feinstes Papier her, das überall in Europa als Luxusgut begehrt war. Das Schöpfsieb fertigten sie aus Draht und befestigten darauf ein Wasserzeichen aus Draht, so dass die Pulpe über dem Draht geringfügig dünner zu liegen kam. Dadurch zeichnete sich die Herstellermarke im Papier als helle Linie ab. Da die Schöpfsiebe nicht sehr haltbar waren und schnell ersetzt wurden, änderten sich die Wasserzeichen der Papiermühlen in kurzen Abständen. Das hilft heute, Handschriften relativ genau datieren zu können. Anstatt die Hadern mühsam von Hand zu zerkleinern, setzten sie ein Mühlrad ein, um die Lumpen mechanisch zu zerstampfen. Die saugende, faserige Papieroberfläche bestrichen sie mit tierischem Leim, um sie glatter und weniger absorbierend zu machen. Dieser alte



Der bekannte Schweizer Künstler Franz Gertsch bereitet handgeschöpftes Japanpapier des Meisters Heizoburo Ivano für eine neue Arbeit vor.

arabische Trick ermöglichte einen flüssigen Schreibstil mit Tusche und Tinte. Die Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern durch Johannes Gutenberg um 1445 aber ließ den Papierbedarf noch einmal stark steigen und in der Folge wurden Hunderte von Papiermühlen in ganz Europa gegründet. Immer noch schöpfte man Papier von Hand, und die Formate der mit einem vierseitigen Büttenrand umgebenen Bogen waren auf das Sieb- und Büttenmaß begrenzt. Papier war entsprechend rar und teuer. Erst Ende des 18. Jahrhunderts gelang es, die erste Maschine zur Herstellung einer Endlosbahn Papier zu konstruieren. Als man dann noch die Rohstoffbasis von Lumpen und Hadern auf den viel leichter zu beschaffenden Papierschliff umstellte, war der Weg frei für die industrielle Massenproduktion von billigem Papier.

Handgeschöpfte Büttenpapiere bester Qualität mit hoher Alterungsbeständigkeit leben heute aber in der Kunst fort und hier besonders im Bereich der Originalgrafik. Die Papiere, die hier zum Einsatz kommen, müssen alterungsbeständig (säurefrei) sein und sind daher alkalisch gepuffert, um ihren pH-Wert zu neutralisieren. Jeder Künstler bevorzugt andere Papiersorten und Grammaturen (Gewicht pro Quadratmeter) und manche lassen sich auch eigenes Papier mit eigenem Wasserzeichen herstellen. Je nach Art der Drucktechnik und abhängig von der Beschaffenheit der Druckplatte wird das Papier vom Drucker passend ausgewählt. Um etwa die schwarz-samigen Halbtondetails einer Mezzotinto optimal wiederzugeben, sollte der Drucker das weiche, leicht gelbliche Hahnemühle Kupferdruckbütten Alt Worms versuchen, während selbst die zartesten Linien einer Radierung perfekt auf dem etwas härteren, warm getönten Velin Arches aus Frankreich stehen.

Der bekannte Schweizer Holzschneider Franz Gertsch lässt das Papier für seine monumentalen Arbeiten eigens von Meister Heizoburo Ivano in Japan schöpfen. Wie in Asien seit Jahrhunderten üblich, reibt er den Druck von der Rückseite

mit einem flachen Löffel auf das Papier durch. Farbige Holzschnittgrafiken werden von mehreren Platten gedruckt, pro Farbe eine Platte. In Asien verwendet man im Gegensatz zum Westen, wo Druckfarben auf Ölbasis eingesetzt wurden, wasserlösliche Farben, technisch eine besondere Herausforderung, da die »Chinapapiere« ungeleimt waren.

Handgeschöpfte Papiere in der Kunst

Einige berühmte Künstler des 20. Jahrhunderts entdeckten als Werkstoff farbige Pulpe, die zu großen Bildwerken gegossen wurde. Grafisch verblüffend in der Wirkung sind hier die großformatigen Pools von David Hockney, die 1978 in Zusammenarbeit mit der amerikanischen Tyler Graphics Ltd. im Bundesstaat New York entstanden sind. Wer sich darunter nichts vorstellen kann, sollte John Gerard auf der Frankfurter Buchmesse in der Halle 4.1 besuchen. In seinen »mit Papier gemalten« Künstlerbüchern verwendet er diese Technik im kleineren Format und spielt dabei mit vielen Farben und Strukturen.

Bis heute wird Papier nach alter Tradition von Hand geschöpft, wenn es darum geht, kostbare alte Bücher oder das zerfallende Papier wertvoller Zeichnungen zu restaurieren. Erste Adresse ist hier der Papiermacher Gangolf Ulbricht aus Berlin. In seiner Werkstatt hat er das leichteste Papier der Welt kreiert, zwei Gramm pro Quadratmeter wiegt es (zum Vergleich: normales Schreibmaschinenpapier wiegt 80 g/m², gutes Kupferdruckbütten 250 g/m²). Mit diesem Leichtgewicht kann man praktisch unsichtbar in Einzelteile zerfallende Papiere zusammenhalten, indem man diese darauf montiert. Ulbricht, der in Japan gelernt hat, vereint sein enormes Wissen mit handwerklicher Präzision und großer Leidenschaft. Ein besonders schöner Auftrag war für ihn jüngst, bei der Restaurierung der durch einen Brand beschädigten historischen Bücher der Herzogin Anna Amalia Bibliothek in Weimar mitzuwirken. ■



DIE AUTORIN

Kristiane Semar

studierte Druckgrafik in Irland und China, wo sie am Xi'an College of Art die östlichen Techniken der manuellen Druckgrafik erlernte. Die Papiercollagen und Grafiken der Münchner Künstlerin, Mitbegründerin der Dreipunkt Edition, sind sehr begehrt.



Papierrekord im Murtal

Europas größte Papiermaschine für gebleichtes Kraftpapier mit dem größten Trockenzyylinder der Welt steht am Rande des österreichischen Dörfchens Pöls. Hier im Oberen Murtal gab es bereits vor über 300 Jahren eine Papiermühle. Im Laufe der Zeit wurde sie umgebaut und erweitert. Am selben Standort wird auch heute der Rohstoff Holz mit einer ausgeklügelten Technologie zu verschiedenen Papieren verarbeitet. Von Beatrix Dargel, Fotos: Florian Peljak

Einen Beitrag über die größte Papiermaschine der Welt hatte die Redaktion ihren Lesern etwas voreilig versprochen und dabei nicht bedacht, dass eine Asienreise das Budget doch arg strapazieren würde. Also entschied man sich dafür, die Autorin auf eine Reise ins Nachbarland Österreich zu schicken, um dort die größte Papiermaschine Europas in Augenschein zu nehmen, die immerhin mit dem weltweit größten Trockenzyylinder ausgestattet ist.

Die Landschaft fliegt am Autofenster vorbei, weite Wiesen und Felder entlang der Straße. In der Ferne, vor einem bewaldeten Berghang, ragt zwischen geduckten Häusern ein mächtiges Gebäude heraus. Die hellblau gestrichene Gebäu-

dekante scheint mit dem Himmel zu verschmelzen, aus mehreren Schornsteinen steigt weißer Rauch auf. Daneben, gleich hinter der Kirchturmspitze des Örtchens, ist ein langes, flaches, hellgraues Gebäude zu erkennen. Von Nahem betrachtet, erweist es sich höher als zuerst gedacht. Hier – in einer 25 Meter hohen Halle – steht Europas größte Papiermaschine für gebleichtes Kraftpapier.

Mit Sicherheitsschuhen und Warnweste dürfen wir die Produktionsstätte betreten. Im Gang nehmen wir uns aus den Spendern an der Wand Schaumstoffohrstöpsel als Gehörschutz. Wir passieren das Zellstofflager und durchqueren die Stoffaufbereitung. Nach einem kurzen Aufstieg stehen wir



Produktionsanlagen der Zellstoff Pöls AG mit neuer hellgrauer Werkhalle, in der die neue hochmoderne Papiermaschine für gebleichte Kraftpapiere steht.

Größte Kraftpapiermaschine Europas: Papiermaschine 2 (PM2)

Produktionskapazität:	80 000 Tonnen Kraftpapier pro Jahr
Arbeitsbreite:	5,40 m
Länge der PM2:	100 m
Höhe der PM2:	von 3,5 m bis ca. 7,50 m
Größter Trockenzylinder der Welt (Yankee-Zylinder):	wiegt 150 Tonnen, Durchmesser 6,70 m, Zylindervorfertigung erfolgte in zwei Teilen, vor Ort verschweißt, beschichtet und überschliffen
Maximale Produktionsgeschwindigkeit (bei 28 g/m²):	1200 m/min
Papiersorte:	Kraftpapiere
Flächengewichtsbereich:	28 – 120 g/m²
Umbaute Fläche inklusive Fertigwarenlager:	ca. 10 000 m²
Investitionsvolumen:	115 Mio. Euro Vergabe von rund 80 Millionen Euro an steirische Betriebe
Projektdauer:	18 Monate
Fertigstellung:	November 2013

Weitere Informationen unter: www.zellstoff-poels.at, www.starkraft.com



Werner Hartmann, Geschäftsführer der Papierfabrik, erläutert bei einem Rundgang den Prozess der Papierherstellung.

auf einem Eisenplateau, von dem aus uns Werner Hartmann, der Geschäftsführer der Papierfabrik, unsere Fragen beantwortet. Auf der oberen Ebene steht die 100 Meter lange Maschine in der hellen Werkhalle. Ihr Ende lässt sich nur erahnen. »Bauen wir jetzt eine große Papiermaschine oder nicht?«, das war die Frage, die sich die Verantwortlichen der Papierfabrik vor einigen Jahren stellten. Die vorhandene Anlage hatte ihre Kapazitätsgrenze von jährlich etwa 14 000 Tonnen erreicht. Das produzierte Papier wurde regional, gewissermaßen »um den Kirchturm herum« verkauft.

Anfang 2012 entschieden Eigentümer und Geschäftsführung, die neue Maschine – Europas größte Kraftpapiermaschine – bauen zu lassen. Die hochmoderne Anlage hat heute eine Kapazität von 80 000 Tonnen pro Jahr.

»Im Oktober 2012 kamen die Bagger angefahren, alles was sie hier sehen, war vorher Holzplatz, das hat so ausgesehen wie da hinten mit dem aufgelagerten Holz«, erzählt Werner Hartmann. »Am 10. November 2013 sind die Bagger wieder weggefahren und seit diesem Zeitpunkt produzieren wir auf dieser neuen Papiermaschine. Das ist eine Sensation, da der Papiermarkt im grafischen Bereich rückläufig ist. In Europa

baut keiner mehr Papiermaschinen. Im Bereich der Kraftpapiere, in dem wir produzieren, wächst der Markt noch zwischen zwei und drei Prozent.«

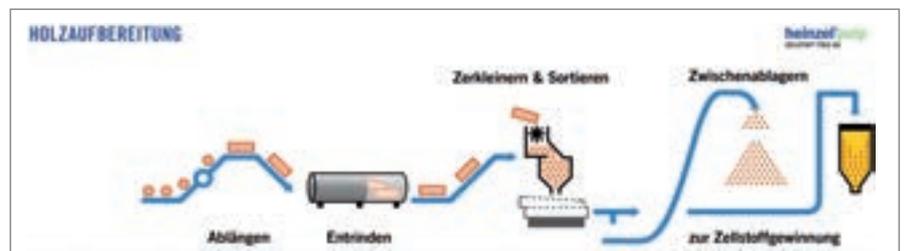
Der entscheidende Grundstoff für die Papierherstellung ist der Zellstoff. Ungefähr zwei Millionen Festmeter Holz verarbeitet die Zellstofffabrik Pöls dafür. Direkt aus dem Holz entsteht ein besonders langfaseriger Zellstoff, der im grafi-



Blick auf den Stoffauflauf mit Siebpartie, grünem Obersieb und Pressenpartie mit violetterm Sieb. In diesem Abschnitt wird das noch nasse Papier entwässert.

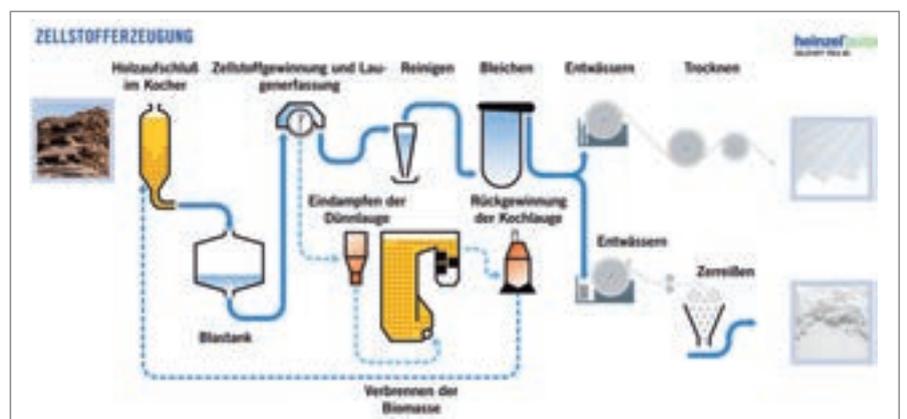


schen Verpackungsbereich eingesetzt wird. Die Fabrik hat eine jährliche Gesamtkapazität von 410 000 Tonnen. Neben einer Kapazitätserweiterung stand die Energierückgewinnung auf dem Entwicklungsplan. Heute werden mit der rückgewonnenen Energie 15 000 Haushalte in der Region mit Fernwärme beheizt und mit Strom beliefert. Auch eine nahegelegene Therme profitiert vom erzeugten Strom.



Aufbereitung mit natürlichen Zusatzstoffen

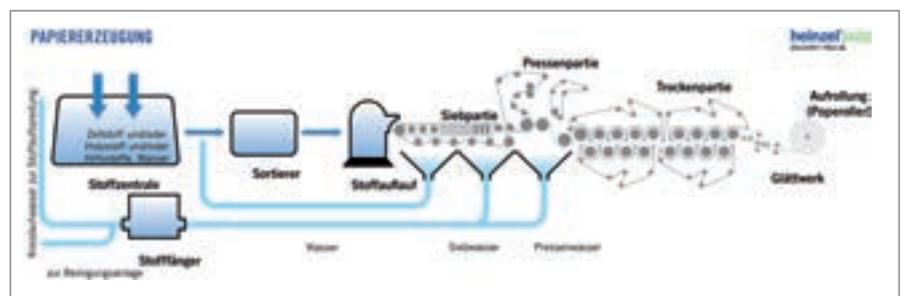
Bevor aus dem Zellstoff Papier wird, gilt es, die Rohstoffe weiter aufzubereiten. Je nach vorgesehendem Zielprodukt müssen die Zellstofffasern weiter gekürzt werden. Das geschieht im Refiner. Die jeweilige Einstellung der Mahlaggregate im Refiner verlangt besonderes papiermacherisches Know-how. Hygiene- oder Tissuepapier erfordern lange Fasern ohne weitere Mahlung. Eine lange Verweildauer im Refiner ermöglicht hingegen Transparentpapierqualität. Im Refiner werden die entscheidenden Papierqualitätsparameter für Durchsicht, Draufsicht und Festigkeit bestimmt. Bevor sich im Folgeprozess alles um die kunstvolle Entwässerung der Zellstofflösung dreht, werden an dieser Stelle die Hilfs- und Zusatzstoffe hinzugefügt. Die Rezeptur muss stimmen, auch darin liegt ein Geheimnis der Herstellung von Qualitätspapier. In Pöls kommen an dieser Stelle vor allem Naturprodukte zum Einsatz. Werner Hartmann zählt einige der Zusatzstoffe auf: »Allaun, Stärke, Aufheller, Retentionsmittel, nichts Giftiges, sondern alles Naturprodukte, die aber am Ende für die Papierqualität entscheidend sind.«



Aus Fasern entsteht Papier

Am Stoffauflauf werden 99 Teile Wasser und ein Teil Faser-material mit Hochdruck auf die Siebpartie gespritzt. Ein beträchtlicher Teil des Wassers läuft sofort durch das sehr feinmaschige Sieb ab. Durch Schütteln der Materialien im Sieb und mit Hilfe der eingesetzten chemischen Zusätze verbinden sich die Lang- und Kurzfasern. Die Eigenschaften des jeweils eingesetzten Siebs bestimmen Formation und Durchsicht des Papiers. Eingebaute Vorrichtungen, sogenannte Voils, variieren die Wasserströmung im Sieb und optimieren die Formation.

Den nächsten papiertechnologischen Prozessschritt bestimmt das grüne Obersieb. Der Pressdruck entfernt Wasser



aus der noch empfindlichen Papiermasse, bevor in der sogenannten Schuhpresse, einer Pressenpartie mit violetterm Sieb, die Entwässerung und Trocknung der Papiermasse fortgesetzt wird. Bereits vor der Schuhpresse haben sich die Fasern komplett zusammengeschlossen, die Konsistenz ist aber noch sehr breiartig. Besonders die leichten Papiersorten im Bereich von 28 bis 30 g/m² benötigen diesen ergänzenden Prozessschritt. Dabei kommt eine Filzschicht zum Entfeuchten zum Einsatz. Danach hat die Papiermasse spürbar an Festigkeit gewonnen, für alle weiteren Trocknungsschritte muss die Papiermasse nicht mehr gesondert gestützt werden, das Papier »läuft frei«.

Am Holzplatz (Abb. oben), mit den gewaltigen Holzstapeln, beginnt der Prozess der Papierherstellung, der in der darunterstehenden Grafik beschrieben wird.



Hinter Stahltreppen und Rohren etwas versteckt befindet sich der Yankee-Zylinder, der weltweit größte Trockenzyylinder. Durch den großen Zylinderdurchmesser und die dadurch sehr lange Verweilzeit einer Papierseite auf der Zylinderoberfläche wird das Papier auf der dem Zylinder zugewandten Seite besonders glatt. Solche »einseitig glatten« Papiere haben eine hohe Festigkeit.

Den folgenden Teilprozess bezeichnen die Papiermacher als »Trockenpartie«. Die Papierbahn läuft über zehn dampfbeheizte Trockenzyylinder. Über die Temperaturregelung der Trockenzyylinder kann die Paperoberfläche, vor allem der Glanz, beeinflusst werden.

Nach den Trockenzyindern gleitet das Papier zum Herzstück der Anlage, dem Yankee-Zylinder. Das ist der derzeit größte Trockenzyylinder der Welt. Er wiegt 150 Tonnen und hat einen Durchmesser von 6,70 Meter. Schon die Herstellung des riesigen Maschinenteils war eine technologische Herausforderung. Der Zylinder wurde vom Hersteller in zwei Teilen vorgefertigt und erst an Ort und Stelle verschweißt. Anschließend erfolgten die Beschichtung und der Fertigschliff des riesigen Bauteiles.

Auf dem Trockenzyylinder wird das Papier hinauf und auf der anderen Seite heruntergefahren. Das Papier hat hinterher eine glatte, glänzende Seite, die vom Yankee-Zylinder veredelt wurde, und eine unbearbeitete, raue Seite. Gegenüber dem Yankee-Zylinder steht ein Leuchttisch zur Prüfung von Papierproben.

Nach dem Yankee-Zylinder folgt noch eine Nachtrockenpartie mit vier Zylindern. Der nächste Prozessschritt erfolgt dann im Kalander. Zwei gegeneinander pressende Rollen »bügeln« das Papier zu seiner endgültigen Qualität. Variable Einstellungen von Druck und Temperatur ermöglichen noch einmal die Optimierung des Produkts.

Am Kalander-Ausgang ist das Papier fertiggestellt. Nun wird das Papier auf den Tambour, eine große Rolle, gewickelt. Bei einem Durchmesser bis zu 3,20 Meter trägt diese Rolle bis zu 35 Tonnen Papiergewicht. Der Rollenwechsel erfolgt vollautomatisch. Bis zu fünf Tamboures lassen sich

stapeln, falls mal ein Problem auf der nachfolgenden Rollenschneidemaschine auftreten sollte.

Eine beachtliche Arbeitsgeschwindigkeit hat die Rollenschneidemaschine – 2400 Meter pro Minute, 144 Kilometer pro Stunde. Die Papiermaschine liefert einen fast kontinuierlichen Strom ihres Produkts mit 1000 bis 1200 Metern pro Minute. Die doppelte Maximalgeschwindigkeit der Schneidemaschine bietet einen Zeitpuffer, um Klebestellen herzustellen oder Ausschuss zu entsorgen. Das Hochleistungsaggregat ist mit 18 Messern bestückt, die es ermöglichen, von der Ursprungspapierbreite von 5,40 Metern unterschiedliche Breiten, genannt Trimm, einzuteilen.

Ihr Papier bestellen die Kunden in der jeweils erforderlichen individuellen Breite. Die Steuerung der Rollenschneidemaschine und die Kombination der verschiedenen individuellen Trimmbreiten zum Gesamtmaß von 5,40 Metern erfolgt automatisch. Auch die weitere Bearbeitung der Papierrollen ist modernste Technik. Einer von drei eingesetzten Robotern versieht die Papierrolle mit braunen Papierdeckeln und etikettiert die Umverpackung. Auch Verpackungspapier muss verpackt werden. Eine Bodenführung leitet die lieferfertige Papierrolle durch ein Tor und später per Aufzug ins Lager auf ein Förderband. Von da greifen Staplerarme zu und stapeln die Papierrollen im Lager. Die Stapler arbeiten in zwei Schichten, von 6 Uhr bis 14 Uhr und von 14 Uhr bis 22 Uhr. Aus dem Lager erfolgt die Verladung auf Lkws und die europaweite Auslieferung an die Kunden.

Lange Zeit galten Zellstoff- und Papierfabriken als kapitale Umweltsünder. Um eine derartige Anlage heute bauen und betreiben zu können, sind ausgefeilte Umweltkonzepte umzusetzen. Neben dem Vermeiden umweltschädlicher Zusätze sind dabei vor allem Energie- und Abwassermanagement

entscheidend. Die moderne Papiertechnologie setzt dabei auf geschlossene Kreisläufe und Energierückgewinnung. In der Zellstofffabrik wird aus Holz, einem nachwachsenden Rohstoff, elementar-chlorfrei gebleichter Langfaser-Sulfat-Zellstoff (ECF) produziert. Dieser Sulfatprozess mit Zellstofferzeugung, Rückgewinnungs- und Nebenanlagen ist ein solcher geschlossener Kreislauf. Die Aufschlusschemikalien werden fast vollständig zurückgewonnen. Eine Hochleistungskläranlage stellt die hundertprozentige Umweltverträglichkeit der Anlage sicher. Auch 12 000 Anwohner im näheren und weiteren Umkreis profitieren von der modernen Wasseraufbereitungsanlage, da die Abwasserkanäle der Wohnsiedlungen an die Anlage der Papierfabrik angeschlossen sind.

Die für den Betrieb benötigte Energie wird am Standort produziert und ermöglicht eine Unabhängigkeit von anderen Stromanbietern. Dafür bietet der Zellstoffherstellungsprozess eine interessante Energiequelle. Holz enthält außer den begehrten Zellulosefasern vor allem das für die Papieralterung mitverantwortliche Lignin und eine Vielzahl von Harzen. Lignin und die verschiedenen Harze sind energetisch hochwertige Komponenten und werden im Imprägnier- und Kochprozess aus dem Holz entfernt. Dieses Stoffgemisch wird Schwarzlauge genannt und enthält die organischen und anorganischen »Abfallstoffe«. Die Lauge gelangt in eine Eindampfanlage und wird anschließend in einem Kessel zur Energiegewinnung verbrannt. Die Zellstoffproduktion wird vollständig mit dieser Energiequelle betrieben.

Was wird auf der neuen Papiermaschine produziert?

Schwerpunkte der Produktpalette sind Verpackungspapiere unterschiedlichster Eigenschaften. Uns begegnen auf der größten europäischen Papiermaschine hergestellte Papiersorten in Form von Lebensmitteltüten, Tragetaschen bis hin zu medizinischen Spezialverpackungen. In einem angepassten 14-Tage- bis 3-Wochen-Zyklus wird das jeweilige Produkt hergestellt. Nach einem kurzen Wartungs- und Reinigungsstillstand ist dann das nächste Herstellungsprogramm an der Reihe. Der Stoffeintrag verändert sich unter Umständen im Verlauf eines Produktzyklus in Details, verarbeitet wird aber immer ein Zellstoff mit Langfaser und Kurzfaser in unterschiedlicher Mischung. Recycling- oder anderer Faserstoff kommt nicht zum Einsatz.

Am späten Nachmittag verlassen wir die Papierfabrik. Am Pförtnerhaus hat zwischenzeitlich der Schichtwechsel stattgefunden. Wir tauschen die Sicherheitsschuhe gegen unsere eigenen, hängen die leuchtenden Signalwesten mit der Besucheraufschrift auf die Kleiderbügel und geben die Besucherkarte zurück. Die rot-weiße Schranke schwingt nach oben und wir verlassen das Gelände der Papierfabrik. Der Weg zurück führt durch die Arbeiterstraße, zur Fußgängerbrücke über den Fluss. Über uns der blaue Himmel und weiße Wölkchen, die sich mit dem weißen Rauch aus einem der Schornsteine vermischen. ■■



DIE AUTORIN

Dipl. Ing.(FH)

Beatrix Dargel,

studierte Garten- und Landschaftsarchitektur an der FH Erfurt. Seit 2001 arbeitet sie in München als Fach- und Fotojournalistin für Gartenthemen, Architektur, Technik, Modellbau, Luftfahrt und Luftbilder. Die Autorin ist begeisterte Hobbyfliegerin.

RADSPIELER

Seit 1841



*Ausgesuchte Möbel,
Stoffe, Glas,
Geschirr und alles,
was Wohnen
schön macht.*



*F. Radspieler & Comp. Nachf.
Hackenstraße 7 · 80331 München
Telefon 089/23 50 98-0
Fax 089/26 42 17
mail@radspieler-muenchen.de
www.radspieler.com*



Weniger wäre mehr

Die Deutschen sind Sammelweltmeister: 80 Prozent des verbrauchten Papiers tragen sie zu den Altpapiertonnen. Schade nur, dass sie die Produkte, die aus dem recycelten Papier entstehen, ungern kaufen. Recyclingpapiere haben nach wie vor ein schlechtes Image. Von Klaus Gertoberens

Beim Umgang mit dem Müll kann in Europa mit Deutschland eigentlich nur Österreich mithalten. Mit 63 beziehungsweise 62 Prozent liegen die beiden Länder beim Recycling des Hausmülls an der Spitze, berichtet die Europäische Umweltagentur in ihrem aktuellsten Bericht (der EU-Durchschnitt liegt bei einem Drittel). Wir Deutschen scheinen also das Recycling zu lieben. – Nur kaufen mag man die daraus entstehenden Produkte nicht so gern. Besonders eindrucksvoll ist dies beim Papier zu sehen. Unermüdlich werden die alten Zeitungen und Zeitschriften zum Container geschleppt. Nach Angaben des Umweltbundesamtes wird in Deutschland die weltmeisterliche Sammelquote von rund 80 Prozent erreicht. Doch geht der Marktanteil von Recyclingpapier zugleich ständig zurück.

Erstes Beispiel: Toilettenpapier. Die Umweltschutzorganisation Greenpeace hat im Sommer 2013 Passanten gefragt, ob es ihnen wichtig sei, dass Toilettenpapier aus wiederverwertetem Material hergestellt werde, oder ob ihnen »der Wald am Po vorbei geht«. Das Ergebnis war ganz klar – fast

jeder will Wälder, Böden und die Umwelt nicht unnötig für Toilettenpapier gefährden. In Deutschland werden jedes Jahr 2,5 Milliarden Rollen Toilettenpapier verbraucht. Der Anteil an Recyclingpapier beträgt nur etwa 30 Prozent. Ein seltsamer Trend. Gerade Toilettenpapier muss nicht aus drei- bis vierlagigem, strahlend weißem Frischfaserzellstoff bestehen. Dieses Papier hat eine kurze Lebensdauer, es folgt nach nur einmaliger Nutzung dem Gang der Abflussrohre. Damit landen wertvolle Fasern in der Kanalisation. 18 Kilo Hygienepapier benutzt im Schnitt jeder Deutsche im Jahr. Der Verbrauch von Papiertaschentüchern, Servietten, Küchenrollen, Windeln und Inkontinenzprodukten steigt kontinuierlich. 2001 lag er noch bei 11 Kilo. Bedenken muss man beim Recyclingpapier eigentlich keine haben. Es ist hygienisch, weil bei der Herstellung alle Bakterien und Keime durch Erhitzen auf 100°C abgetötet und Schadstoffe entfernt werden.

Zweites Beispiel: Schulhefte. Schulhefte aus Altpapier waren früher an ihrer grauen Färbung zu erkennen. Diese Zei-

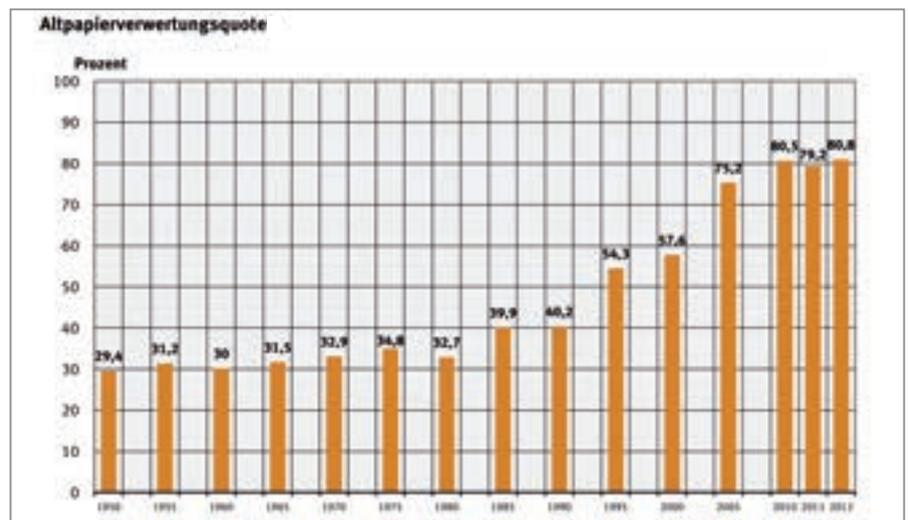
Vor den Toren des Recyclingpapier-Herstellers Steinbeis Temming stapelt sich das Altpapier. Die Deutschen sind Weltmeister beim Sammeln. Aber Produkte aus den gesammelten Wertstoffen kauft nur eine Minderheit.

ten sind lange vorbei. Heute ist ein Heft aus hundert Prozent Altpapier kaum von einem aus Frischholz zu unterscheiden. Von den 200 Millionen Schulheften, die jährlich in Deutschland verkauft werden, bestehen aber nur rund fünf Prozent aus Altpapier. 1990 betrug der Anteil noch 70 Prozent.

Schulhefte aus Recyclingpapier finden sich nur in etwa zwanzig Prozent der Geschäfte. Der Grund ist nicht etwa das mangelnde Umweltbewusstsein der Händler, sondern die geringe Nachfrage. Schulen bestellen kaum noch Recyclinghefte. »Wenn wir Bestellungen von Schulen bekommen, sind das Lehrer, die in den 1980er Jahren Schüler waren, die das initiieren«, beschreibt ein Schreibwarenhändler in Taufkirchen die Situation. Die Schüler selbst hätten »emotional kein Interesse«.

Doch das stimmt nicht mehr uneingeschränkt. Es gibt eine Art Online-Demo: Jugendliche fordern »Engel-Papier. Jetzt!« Auf der Seite des Blauen Engel kann man seine Stimme für Recyclingpapier abgeben. Die Unterschriftenliste wird an Handel und Hersteller weitergeleitet mit dem Ziel, dass in den Geschäften mehr Recyclingpapier angeboten wird. »Schon mit tausend Blatt Recyclingpapier – etwa zwei Klassensätze Schulhefte – lässt sich so viel Energie sparen, wie 70 Computer samt Bildschirm an einem Arbeitstag benötigen«, heißt es in einem Bericht zu der Kampagne.

Die Missachtung des Recyclingpapiers verwundert. Durch die Wiederverwendung wird der Holzverbrauch gesenkt und damit der Druck auf die Wälder reduziert. Im Vergleich von Frisch- und Recyclingfaser zeigen sich klare Vorzüge: bis zu 60 Prozent weniger Energie, bis zu 70 Prozent weniger Wasser, deutlich weniger Abfälle und CO₂-Emissionen. Es spricht also alles für Recyclingpapier, doch warum findet man es zunehmend seltener in den Regalen der Super- und Drogeriemärkte? Dies soll sich ändern. Seit 2012 gibt es die Initiative »CEOs pro Recyclingpapier«. CEO steht für Chief Executive Officer, gemeint sind Geschäftsführer und Vorstände. Bereits 40 Unternehmensführer beteiligen sich an dieser Kampagne. Einer der jüngsten Unterzeichner ist Dirk Roßmann. »In unseren Verwaltungs- und Logistikstandorten bestücken wir zukünftig alle Drucker, Kopierer und Faxgeräte mit Recyclingpapier und sehen dies ebenfalls als Ansatz für unsere aktuell 1780 Märkte sowie für Publikationen«, betont der Inhaber der Drogeriekette.



Die Altpapierverwertungsquote in Deutschland lag 2012 bei fast 81 Prozent. Doch der Absatz hält mit der Produktion nicht Schritt: Insbesondere im Bürobereich gibt es nach wie vor viele Vorbehalte gegen Recyclingpapiere. Zu Unrecht: Hochwertige RC-Papiere eignen sich ebenso für Drucker oder Faxgeräte wie Papier aus Primärfasern.

Wie viel Holz steckt in holzfreiem Papier?

Ein Grund für den geringen Anteil an Recyclingpapier im Handel ist wohl, dass die Deutschen glauben, genug zum Umweltschutz beizutragen. Sie lassen sich von Sprüchen einlullen wie dem vom chlorfrei gebleichten Papier. Seit Anfang der 90er Jahre bleicht die Industrie Papier nicht mehr mit Chlor, sondern mit Sauerstoff. Was so umweltfreundlich klingt, bescheinigt aber nur eine Selbstverständlichkeit. Ein weiteres Beispiel ist die Bezeichnung »holzfrei«. Viele Kunden denken, dass dafür keine Bäume gefällt werden, aber das Gegenteil ist der Fall: Für holzfreies Papier werden besonders viele Bäume gefällt. Der Begriff besagt nur, dass keine ver-



Im Laufe dieses Jahrhunderts wurde der Planet um rund 1,5 Millionen Quadratkilometer Wald ärmer. Das schreibt ein internationales Forscherteam um den Geografen Matthew Hansen von der University of Maryland im Magazin *Science*. So genau wie die Wissenschaftler hat das bislang noch niemand gezählt.

holzten Bestandteile für die Produktion verwendet worden sind. Die ausufernde Zahl an Umweltsiegeln (siehe Kasten Seite 29) trägt zur Verwirrung und Irreführung bei. Ganz schwierig wird es, wenn sich Unternehmen die Umweltverträglichkeit ihrer Produkte selbst bescheinigen – »Welpark Tropenwald« oder »Aqua Pro Natura« sind Beispiele dafür.

Altpapier ist nach Berechnungen des Umweltbundesamtes dem herkömmlichen Papier in der Ökobilanz weit überlegen. Ein Rechenbeispiel: 5,5 Kilogramm Holz und 7,5 Kilowattstunden Strom würden bei der Produktion eines 500-Blatt-Pakets Kopierpapier eingespart. Mit dem gesparten Strom könne man etwa 525 Tassen Kaffee kochen. Auch Gewässerbelastung und Emissionen von Schwefeldioxid, Cadmium und Ammonium gingen deutlich zurück.

Die Grenzen des Recyclings

Doch ist auch klar, dass die Papierproduktion sich nicht alleine aufs Recycling stützen kann. Da die Fasern beim Recyceln immer kürzer werden, muss vor allem bei hochwertigen Papieren, zum Beispiel für Hochglanz-Zeitschriften und grafische Papiere, rund 80 bis 85 Prozent Zellstoff zugegeben werden. Für die Herstellung von einer Tonne Zellstoff werden bis zu 2,5 Tonnen Holz benötigt.

Weltweit wird jeder fünfte Baum heute zu Papier verarbeitet. Um den deutschen Papierhunger zu stillen, werden vor allem in Finnland, Russland und Kanada große Flächen kahlgeschlagen. Auch in Indonesien oder Brasilien müssen Urwälder schnell wachsenden Eukalyptus- oder Akazienbäumen weichen. Solche Plantagen glichen eher einem Holzacker denn einem Wald, klagt die Umweltschutzorganisation Greenpeace.

Mit den Wäldern geht eine enorme Arten- und Pflanzenvielfalt verloren, denn nach Schätzungen des World Resources Institute leben etwa zwei Drittel aller Tier- und Pflanzenarten im Wald. Die Folgen der Waldvernichtung werden immer bedrohlicher: Bodenerosionen, Erdbeben und Überschwemmungen nehmen in rasantem Tempo zu. Längst ist erwiesen, dass Urwaldzerstörung maßgeblich zur weltweiten Klimaerwärmung beiträgt. Nach Schätzungen des Weltklimarats der UNO werden inzwischen rund 20 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen durch die Waldvernichtung und deren Folgen verursacht.

Diese zerstörerischen Entwicklungen werden vor allem durch den hohen Papierverbrauch in den Industriestaaten sowie zunehmend auch in Schwellenländern wie China, Indien oder Brasilien beschleunigt.

Deutschland ist einer der größten Papierkonsumenten weltweit. Auch wenn der Verband Deutscher Papierfabriken im Februar in seiner Jahresbilanz 2013 betont, dass der rechnerische Pro-Kopf-Verbrauch zurückgegangen sei. Der sank von 248 Kilogramm im Jahr 2010 auf 247 Kilogramm im Jahr 2011. Für 2012 liegt die Zahl bei etwa 244 Kilogramm. Zum Vergleich: 1950 lag der jährliche Papierverbrauch in Deutschland noch bei 32 Kilogramm pro Person. Drastisch auch der weltweite Vergleich: Hier liegt der Verbrauch bei 57 Kilogramm pro Kopf und Jahr. In Deutschland wird so viel Papier verarbeitet wie in Afrika und Südamerika zusammen. Die Weltbevölkerung hat in den letzten hundert Jahren von 1,5 Milliarden auf fast 7,2 Milliarden Menschen zugenommen. Der Papierverbrauch stieg im gleichen Zeitraum von zwei Millionen Tonnen auf annähernd 200 Millionen Tonnen.

Nachhaltigkeit und Papierkonsum

Erst um 1445 hat Johannes Gutenberg den Buchdruck mit beweglichen Lettern entwickelt. Als 1446 der Kupferstich folgte, konnten Schriften auch in größeren Stückzahlen erzeugt werden. Dies trieb die Nachfrage nach Papier an. Und so stieg die Zahl der Papiermühlen in Deutschland zwischen 1500 und 1600 von 60 auf 200. Trotzdem lag der Papierverbrauch pro Kopf um 1800 in Deutschland bei etwa einem halben Kilogramm. Da die Lumpen als Rohstoff nicht unbegrenzt zur Verfügung standen, war eine größere Produktionsmenge gar nicht möglich. Die Herstellung kam erst richtig in Fahrt, als ein alternativer Rohstoff genutzt werden konnte: Holz. Grundlage hierfür war die Erfindung des Sachsen Friedrich Gottlob Keller (siehe *Kultur&Technik*, Ausgabe 4/2012). Ihm gelang es 1843, Papier aus Nadelholzfäsern herzustellen.

Seither muss sich die Papierindustrie vehement gegen den Vorwurf wehren, sie vernichte den Wald. Das Gegenteil sei wahr, setzt sie sich zur Wehr, sie unterstütze eine nachhaltige Forstwirtschaft. Nachhaltig bedeute, »dass Sorge getragen wird, dass für jeden eingeschlagenen Baum drei bis vier



Zur Herstellung von Papier werden vor allem dünnere Stämme und schnell wachsende Hölzer verwendet. Nicht nur in Sumatra (oben) muss Urwald weichen, um den Baumplantagen Platz zu machen.

Bäume nachwachsen«. Im Laufe der Jahre würden die sich schwächer entwickelnden Bäume bei der sogenannten Durchforstung wieder aussortiert. Unter dem Strich bleibe ein Plus.

»Schlage nur so viel Holz ein, wie der Wald verkraften kann! So viel Holz, wie nachwachsen kann!« So formulierte der sächsische Bergrat Hans-Carl von Carlowitz 1713 als Erster das Prinzip der Nachhaltigkeit in seinem Buch über die Ökonomie der Waldkultur *Sylvicultura oeconomica, oder haufswirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht*. Anfang des 19. Jahrhunderts griff Heinrich Cotta (1763–1844) den Begriff auf. Er gab der Forstwirtschaft feste, schulgerechte Regeln. In nur zwanzig Jahren ließ er die rund 150 000 Hektar großen sächsischen Staatswälder vermessen, einteilen und taxieren. Damit wurden die Grundlagen einer nachhaltigen und geregelten forstlichen Produktion geschaffen. Doch ist der Wald zum Wirtschaftsobjekt geworden. Nicht nur die großen Privatwälder, sondern auch und vor allem die Staatsforste entwickeln sich in atemberaubendem Tempo zu Holzplantagen. Dass man sich dabei im Rahmen der Nachhaltigkeit bewegt, ist unbestritten. Doch nachhaltig ist nicht pfleglich. Schöne Erholungs- und Erlebniswälder findet man immer seltener. So sind die Kronendächer im Zuge der starken Eingriffe fast überall aufgelichtet worden, so dass Brombeere und Brennnessel die ehemals moosbewachsenen Waldböden überwuchern.

Sparen und Verwerten

Im 20. Jahrhundert beginnt der Begriff der Nachhaltigkeit eine weitere »Karriere« außerhalb der forstwirtschaftlichen Verwendung. Sein Ursprung liegt dabei im englischen Adjektiv »sustainable«. Im Deutschen gibt es bis in die achtziger Jahre dazu keine einheitliche Übersetzung. Erste Verwendungen von sustainable finden sich 1974 in Texten der »Weltkonferenz über Wissenschaft und Technologie für eine menschliche Entwicklung« des Weltrats der Kirchen in Bukarest. Dort wurde das Studienprogramm »Just, Participatory and Sustainable Society« vorbereitet. Zu dieser Zeit wurde es mit »gerechte, partizipatorische und lebensfähige Gesellschaft« ins Deutsche übersetzt.

Seit dieser ersten Definition hat sich der Begriff der Nachhaltigkeit weiterentwickelt. Heute beschreibt er einen Weg,

um die Welt im Gleichgewicht zu halten. Der Kerngedanke: Auf lange Sicht dürfen wir nicht auf Kosten der Menschen in anderen Regionen der Erde und auf Kosten zukünftiger Generationen leben. Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft beeinflussen sich gegenseitig. Es wird langfristig keinen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt ohne intakte Umwelt geben.

Ein kleiner, aber verkraftbarer Schritt wäre, Papier zu sparen. Aber wenn schon Papier vonnöten ist, sollte es, wann immer möglich, Recyclingpapier sein. Auch dafür werden Energie, Wasser und Chemikalien verbraucht und die Umwelt belastet, aber in erheblich geringerem Ausmaß als durch Frischfaserpapier. ■

Altpapier auf dem Weg in die Wiederverwertung.



Zellstoffproduktion

Papier besteht hauptsächlich aus gepressten und verleimten Pflanzenfasern. Dienten früher Lumpen oder Gräser als Rohmaterial, gewinnt man die Zellstoff genannten Papierfasern heute aus Holz.

Umweltbelastung

bei der Herstellung von einer Tonne Zellstoff in Industrieländern:

Faserverbrauch: 1200 Kilogramm Holz

Wasserverbrauch: 100 000 Liter

Wasserverschmutzung: 30 bis 100 Kilogramm CSB (chemischer Sauerstoffbedarf) und je nach Bleichmethode bis zu acht Kilogramm organische Chlorverbindungen

1. Der Rohstoff Holz wird entweder in Form von genormten Stammabschnitten (Durchforstungsholz) geliefert und zerkleinert oder man verwendet direkt Hackschnitzel, die in Sägewerken als Abfallprodukt anfallen.
2. Das Holz wird rund vier Stunden unter hohem Druck bei 160 Grad Celsius in Kesseln mit einer alkalischen Schwefelsalzlösung gekocht. Übrig bleiben Lignin und Hemizellulosen, die zur Energiegewinnung verbrannt werden.
3. Der braune Zellstoff wird nun in mehreren Schritten mit Chlor- oder Sauerstoffverbindungen gebleicht und immer wieder in großen Trommeln gewaschen. In Europa hat sich die chlorfreie Bleiche inzwischen etabliert.
4. Zuletzt spritzen Düsen den dünnflüssigen Faserbrei auf ein schnell laufendes Sieb. Der Zellstoff wird entwässert, gepresst und getrocknet. In quadratische Stücke zerteilt, wandert der Faserstoff in die Papierfabrik.

Gewinnung von Faserstoff aus Altpapier

Im Schnitt lässt sich jede gebrauchte Zellulosefaser bis sechsmal wiederverwerten, bevor sie zu kurz und brüchig für die Papierherstellung wird. Um Druckfarbenreste zu entfernen, kommt häufig das sogenannte De-Inking-Verfahren zur Anwendung.

Umweltbelastung

bei der Herstellung von einer Tonne de-inktem Faserstoff nach heutigem Standard in Industrieländern:

Faserverbrauch: 1150 Kilogramm Altpapier

Wasserverbrauch: 5000 – 15 000 Liter

Energieverbrauch: Je nach Stand der Technik kann der Energieverbrauch 600 bis 1500 Kilowattstunden betragen.

Wasserverschmutzung: 0,5 – 4 Kilogramm CSB (chemischer Sauerstoffbedarf), der Ausstoß an organischen Chlorverbindungen liegt im Grammbereich und ist somit vernachlässigbar.

1. Über ein Fließband gelangt das Altpapier in einen großen Kessel, den sogenannten Pulper.
2. Im Pulper löst sich das Altpapier unter Zugabe von Wasser und Chemikalien auf, so dass die Fasern einzeln umherschwimmen. Störende Bestandteile wie Heftklammern werden aus dem Faserbrei herausgesiebt.
3. In Flotationsbecken findet das De-Inking statt. Dabei quellen die Fasern auf und sprengen Farbpartikel ab, die sich an aufsteigende Luftblasen heften. Als grauer Schaum werden sie von der Oberfläche abgepumpt.
4. Das Endprodukt nennt sich »de-inkter Faserstoff« und dient wieder als Papierrohstoff.

Papierproduktion

Ihre Umweltverträglichkeit hängt im Wesentlichen davon ab, wie das Ausgangsmaterial – Fasern aus Holz oder Altpapier – gewonnen wurde. Je nach Sorte kann Papier diverse andere Zutaten enthalten, etwa Kreide oder Kaolin, die auf die Oberfläche aufgetragen (»gestrichen«) werden und ihm Hochglanzcharakter verleihen.

Umweltbelastung

bei der Herstellung von einer Tonne Papier nach heutigem Standard in Industrieländern:

Faserverbrauch: bis zu 1000 Kilogramm Zellstoff oder Altpapierfasern

Wasserverbrauch: 5000 – 10 000 Liter

Energieverbrauch: 500 – 1500 Kilowattstunden

Wasserverschmutzung: 0,3 – 2 Kilogramm CSB (chemischer Sauerstoffbedarf)

1. Die Fasern werden in einem Mischungsverhältnis von eins zu 99 mit Wasser verdünnt und durch viele kleine Düsen auf ein siebartiges Laufband gesprüht, so dass eine gleichmäßige und flüssige Papierbahn entsteht.
2. Während das Sieb die Fasern zurückhält, läuft das Wasser ab. Die Papierbahn wird mit einer Presswalze entwässert und verdichtet und läuft slalomartig über mehrere Dutzend beheizter Zylinder, die das Papier trocknen.
3. Damit Tinte und Druckfarbe nicht verlaufen, trägt man Leim auf die Oberfläche auf und trocknet sowie glättet die Papierbahn nochmals. Schließlich wird sie auf mehrere Meter breite Rollen gewickelt.
4. Das Papier landet entweder in Form von Rollen in der Druckerei, oder eine Maschine zerschneidet es in genormte Bögen – zum Beispiel im Format DIN-A4 – und verpackt das Endprodukt stapelweise.

Das Altpapier wird zerkleinert und mehrfach »de-inkt«, bevor es zu Recyclingpapier verarbeitet werden kann. In jüngster Zeit macht den Herstellern die wachsende Chemikalienbelastung der Papierfasern Sorgen. Es handelt sich dabei um Chemikalien, die an Papierfasern gut haften und die wasserlöslich sind. Mineralölbestandteile in Druckfarben, Bisphenol A aus Kassenzetteln und Phthalate aus Klebstoffen.



Verwirrt und verirrt im Label-Dschungel



Blauer Engel

Das nationale deutsche Umweltzeichen für Papier gibt es seit 1978. Es ist das älteste Umweltzeichen der Welt. Das Zeichen wird vom Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt vergeben. Zertifizierte Papiere bestehen zu hundert Prozent aus Altpapier, werden ohne umweltbelastende Chemikalien, PCB, Formaldehyd, krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Farbstoffe, Beschichtungsstoffe, optische Aufheller, Chlor, halogenierte Bleichchemikalien und EDTA hergestellt.



VUP

Der Verband selbstverwalteter Betriebe für Umweltschutzpapier zertifiziert Original Umweltschutzpapier. Dies übertrifft noch die Umweltverträglichkeit des Blauen Engel. Rohstoff ist auch hier hundertprozentig Altpapier, das zudem weder entfärbt noch gebleicht wird.



ÖKOPA / ÖKOPA plus

Das Zeichen wurde von dem ökologischen Lernmittelhersteller Venceremos in Zusammenarbeit mit Greenpeace entwickelt. Kriterien: Ökopa: u. a. hundert Prozent Altpapier, keine Bleiche, keine Färbung; Ökopa plus: u. a. hundert Prozent Altpapier, gebleicht mit Kaolin und Kreide.



Nordic Environment Label

Ein umfassendes Umweltzeichen der skandinavischen Länder. Es verspricht niedrige Schadstoffemissionen und eine Forstwirtschaft, bei der nicht mehr Holz eingeschlagen werden darf, als wieder angepflanzt wird. Jedoch sieht es keine Kriterien für eine ökologische Waldnutzung vor.



FSC

Der Forest Stewardship Council (FSC) ist eine internationale gemeinnützige Organisation, die das erste System zur Zertifizierung nachhaltiger Forstwirtschaft schuf, betreibt und weiterentwickelt. Das FSC-Warenzeichen garantiert, dass das verwendete Holz aus vorbildlich bewirtschafteten Wäldern stammt. Die Anforderungen des FSC für Papierprodukte bleiben jedoch weit hinter den Standards des Blauen Engel zurück.



EU-Umweltzeichen

Die EU-Blume ist seit 1992 das offizielle Umweltsiegel der EU, das Produkte kennzeichnet, die von unabhängigen Stellen auf die Einhaltung ökologischer Kriterien geprüft werden. Dabei werden sowohl die Herstellung, die Nutzung wie auch die Entsorgung überprüft. Im Papierbereich werden Grenzwerte für Energieverbrauch, Belastung der Abwässer und Luftemissionen festgelegt. Der Einsatz von Elementarchlor zur Bleiche ist verboten.



EMAS

Das Eco-Management and Audit Scheme wurde von der EU entwickelt. Es kennzeichnet freiwilliges Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung zur Verbesserung der Umwelleistung von Unternehmen und Organisationen.



EUGROPA APPROVED

Der Europäische Verband der Papiergroßhändler vergibt das private Werbezeichen für Papiere, die mindestens 75 Prozent Altpapier enthalten. Die übrigen 25 Prozent sind Primärfaser ohne Angabe zur Art der Waldbewirtschaftung.



TCF / TEF

TCF steht für: Totally Chlorine Free. Diese Bezeichnung erhalten Papiere, die gänzlich ohne Chlor oder Chlorverbindungen gebleicht wurden. TEF steht für: Totally Effluent Free. Es kennzeichnet Zellstoff aus Fabriken mit einem geschlossenen Wasserkreislauf.



ECF

Die Bezeichnung ECF (elementarchlorfrei) wurde in den 90er Jahren eingeführt und bedeutet, dass bei der Zellstoffherstellung nicht mit Chlorgas, aber mit Chlorverbindungen und Natriumhypochlorid (NaOCl) gebleicht wird. Die ECF-Technologie reduziert zwar die Bildung der umweltschädlichen chlororganischen Verbindungen, ist aber trotzdem nicht völlig frei von Chlorgas.



DIN/ISO 9706

Diese internationale Norm zielt darauf ab, Papiere und Pappen auszuzeichnen, die für die Aufbewahrung von unbegrenzter Zeitdauer am besten geeignet sind.



DIN 6738

Stuft die Alterungsbeständigkeit der Papiere und Pappen nach den Lebensdauerklassen (LDK) von mindestens 50 bis über 100 Jahren sowie mehreren 100 Jahren ein, unabhängig davon, ob holzfreies, holzhaltiges oder Recyclingpapier. Diese deutsche Norm zielt vor allem auf Papiere und Kartone, die als Informationsträger nach längerer Zeit in Archiven noch benutzbar sein müssen.



PEFC

Das PEFC-Siegel der Waldbesitzer und der Holzindustrie fördert eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Die Kriterien sind recht großzügig ausgelegt, so dass unter anderem auch zertifizierte Betriebe in Urwälder einschlagen dürfen. Von führenden Umweltorganisationen ist das PEFC-System derzeit nicht anerkannt. PEFC Deutschland wurde 1989 gegründet.



Aqua Pro Natura - Weltpark Tropenwald

Irreführendes Logo. Das Papier besteht aus Primärfasern ohne Altpapieranteil. Es gibt keine externen unabhängigen Kontrollen.



DER AUTOR

Klaus Gertoberens

war u. a. Wirtschaftsredakteur der *Süddeutschen Zeitung* und ist heute als Lektor und Publizist tätig.

Von Achatmarmor bis Zebraleder

Die Buntpapiersammlung Hübel im Archiv des Deutschen Museums überrascht nicht nur durch fantasievolle Sortenbezeichnungen. Mit einem Umfang von rund 15 000 Musterpapieren zählt die Sammlung sowohl hinsichtlich ihrer Quantität als auch ihrer Vielfalt und Qualität zu den bedeutendsten ihrer Art in Europa. Von Matthias Röschner

Kinder denken bei Buntpapier wahrscheinlich zuerst an die Bastelblöcke aus dem Schreibwarenhandel und Eltern an die Schnipsel auf dem Boden, die von langen Bastelnachmittagen übrig geblieben sind. In ganz anderer Weise war Buntpapier, wie es in der Sammlung Hübel überliefert ist, bis ins 20. Jahrhundert hinein ein alltäglicher Begleiter: Es wurde vor allem genutzt in der Buchherstellung als Einband und Vorsatzpapier sowie zum Überziehen bzw. Auskleiden von Kartonagen, Koffern und Schränken. Dieses Buntpapier wird definiert als Papier, das nach seiner eigentlichen Herstellung als Rohpapier auf besonderen Maschinen oder mit der Hand durch Färben, Streichen oder andere Verfahren veredelt wird. Im Gegensatz hierzu würde man das Papier der Bastelblöcke als farbiges Papier bezeichnen, das bereits beim Herstellungsprozess in der Masse gefärbt wird.

Die Buntpapiersammlung Hübel ist eine der ersten papiergeschichtlichen Erwerbungen und bildet den Grundstock der papierhistorischen Sammlungen im Deutschen Museum. Papiertechnik und Papierfabrikation sowie die Geschichte des Papiers als Beschreibstoff gehörten zu den frühen Sammlungs- und Ausstellungsgebieten des Deutschen Museums. Seit 1913 wurden Sammlungen von Buntpapieren, Papiermustern, Wasserzeichenpapieren und Firmenschriften eingeworben, die sich heute im Archiv des Deutschen Museums befinden.

Felix Hübel hatte seine Buntpapiersammlung wohl an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert aufgebaut. Er leitete eine bedeutende Leipziger Großbuchbinderei und betätigte sich zudem als Schriftsteller und Übersetzer. 1914 wurde er auf der ersten Internationalen Ausstellung für Buchgewerbe

und Graphik (Bugra) in Leipzig mit dem Staatspreis geehrt. Die Stiftung ging zurück auf einen Besuch Hübels im Deutschen Museum im Jahr 1913. Letztlich brachte ihn aber der bayerische König Ludwig III., der auch Schirmherr des Deutschen Museum war, bei einer Begegnung in Leipzig auf die Idee der Schenkung. Ursprünglich, so ist in den Museumsakten zu lesen, hatte Felix Hübel nämlich »an das Germanische Nationalmuseum gedacht«. Im Januar 1914 teilte Hübel dem Deutschen Museum seinen Entschluss mit, diesem »die Sammlung von Buntpapieren geschenkeweise und bedingungslos zu überlassen«. Vor der Übergabe ließ der Stifter die Objekte nach Techniken, Herkunftsländern und Jahren grob katalogisieren, auf Trägerkartons montieren und in insgesamt 45 stabile Aufbewahrungskisten verpacken. In mehreren Teillieferungen kam die Sammlung bis 1916 an das Museum, wo sie zunächst der Gruppe Papierfabrikation im Fachgebiet Reproduktionstechnik eingegliedert wurde.

Die Sammlung Hübel beinhaltet die gesamte Bandbreite an Techniken und Gestaltungsbeispielen der Buntpapierherstellung: von Gold- und Brokatpapieren über alle Arten von Marmor- und Kleisterpapieren bis hin zu lithografierten Papieren in nahezu unerschöpflichen Variationen. Zum überwiegenden Teil stammen die Buntpapiere aus Deutschland sowie Frankreich, Italien und Japan. Die frühesten Blätter sind Brokat- und Bronzefirnispapiere aus dem 17. Jahrhundert, die jüngsten Stücke industriell gefertigte Buntpapiere und unikale Künstlerpapiere vom Beginn des 20. Jahrhunderts. Der Schwerpunkt der Kollektion liegt eindeutig im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert, als die deutsche Buntpapierindustrie ihren Höhepunkt erreichte. Immer neue

Zum Weiterlesen

Susanne Krause (Hrsg.), *Buntpapier – Ein Bestimmungsbuch. Decorated Paper – A Guide Book*, Hamburg 2009.

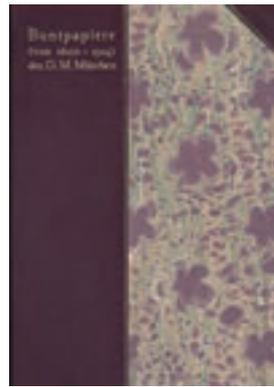
Marianne Moll, *Alte und neue Buntpapiere. Ein Lehr- und Lernbuch*. Hamburg 2011.

Julia Rinck, *Die Buntpapiersammlung Hübel im Archiv des Deutschen Museums*. In: *Einband-Forschung* 31 (2012), S. 71-76.

Abb. oben: Modelldruckpapier, um 1910.



1.

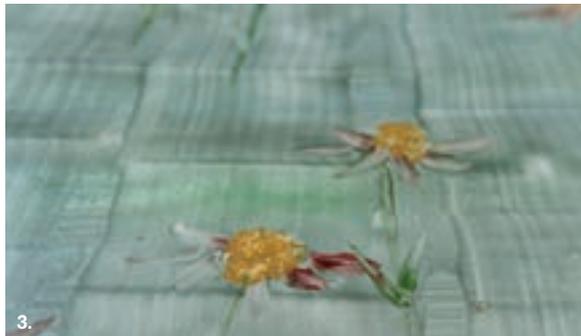


Katalog *Buntpapiere von 1600–1914 des D. M. München*, vom Stifter Felix Hübel.



2.

1. Achatpapier, um 1880, Ausschnitt
2. Zebraleder-Imitation, Anfang 20. Jahrhundert
3. Kleisterpapier, um 1910
4. Suminagashi, Japan, 19. Jahrhundert
5. Brokatpapier, um 1720



3.



4.



5.

Muster und Sorten wurden gefertigt und in alle Welt exportiert. Gleichzeitig war eine Art Gegenbewegung von Künstlern und Handwerkern zu beobachten. Sie belebten die alten Buntpapiertechniken wieder und wandelten diese mithilfe moderner Drucktechniken und Gestaltungsvarianten ab.

In der Buntpapiersammlung Hübel spiegeln sich diese Tendenzen wider in der Fülle an Herstellerfirmen und Künstlern. Mit insgesamt mehreren tausend Mustern sind allein die beiden Aschaffburger Buntpapierfabriken A. Nees & Co. und die Actien-Gesellschaft für Buntpapier- und Leimfabrikation vertreten. Zu nennen sind ferner die Münchner Gold- und Buntpapierfabrik Meyer & Seitz und die Märkische Phantasiepapiermanufaktur Zossen. Die unglaubliche Vielfalt an maschinell gefertigten Buntpapieren drückt sich in den zum Teil sehr fantasievollen Sortenbezeichnungen aus, die sich die Herstellerfirmen einfallen ließen, wie Achatmarmor, Osiris oder Zebraleder. Auch von bekannten Künstlern und Gestaltern befinden sich Werke im Bestand. Exemplarisch zu nennen sind Otto Hupp (1859–1949), der übrigens auch das erste Signet des Deutschen Museums entwarf, oder Heinrich Vogeler (1872–1942) aus der Worpsweder Künstlerkolonie.

Die wissenschaftliche Erschließung des Bestandes übernahm die Kunsthistorikerin Julia Rinck. Sie erfasste jedes einzelne der 14477 Muster mit Details zur Technik und Angaben zur Datierung sowie zu den Künstlern und Herstellern. Zur Klassifikation des Bestandes wurde erstmals die leicht modifizierte Terminologie angewandt, die in den vergangenen Jahren vom Internationalen Arbeitskreis Buntpapier entwickelt worden war. Eine Arbeit, die nur von einer ausgewiesenen Expertin zu leisten war.

Die vor 100 Jahren verwendeten Verpackungsmaterialien entsprachen nicht mehr den heutigen konservatorischen Anforderungen. Daher wurde der Bestand in säurefreie, eigens angefertigte Archivboxen umgepackt.

Die sehr bedeutende Buntpapiersammlung Hübel kann im Archiv des Deutschen Museums genutzt werden – für weitere Forschungen oder vielleicht auch als Inspirationsquelle für eigene Buntpapiergestaltungen. Eine Internetpräsentation des Bestandes mit Einbindung der digitalisierten Buntpapiere ist in Vorbereitung. ■



DER AUTOR

Dr. Matthias Röschner ist Historiker und stellvertretender Leiter des Archivs des Deutschen Museums. Er betreut dort u. a. die papierhistorischen Bestände.



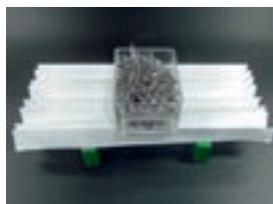
Origamics: Gefaltete Mathematik

Papierflieger, Dampfschiffe oder Spitzhüte hat wohl jeder schon einmal gefaltet. Origami, die Kunst des Papierfaltens, eignet sich aber nicht nur für fragile Kunstwerke. Ingenieure nutzen die Faltechnik für stabile und zugleich leichte Konstruktionen. Und Mathematiker können mit Origami sogar komplexe mathematische Theorien erklären. Von Hans-Wolfgang Henn

Origami, die alte japanische Papierfaltkunst, setzt sich aus den beiden Wortteilen »oru« für Falten und »kami« für Papier zusammen. Vermutlich kennen Sie das Kunstwort Origamics gar nicht und verbinden mit dem Wort Origami nur die wunderschönen Faltkunstwerke wie die Kraniche auf Seite 33. Bestimmt haben auch Sie schon einmal mit Origami gestaltet, etwa dann, wenn Sie in der Schule einen Papierflieger gebastelt haben.

Weniger bekannt ist die Tatsache, dass Origami auch im Ingenieurwesen eine wichtige Technik ist. Ein kleines Experiment gibt Ihnen einen ersten Eindruck: Ein Blatt Papier wird über zwei Holzklötzchen gelegt. Dieser »Boden« kann nicht einmal eine leichte Schublade tragen. Wird dagegen dasselbe Blatt zuerst ein paar Mal hin und her gefaltet, so kann es sogar die mit Nägeln gefüllte Schublade tragen. Angewendet wird diese »Origami-Technik« zum Beispiel bei den Füllungen einfacher Türen oder bei großen Tragwerken.

Im Folgenden soll ein weiterer Aspekt von Origami gezeigt werden, nämlich seine Verbindung mit Mathematik: Auf diese Verbindung weist der Name dieses Beitrags hin: Origamics bedeutet Origami and Mathematics.



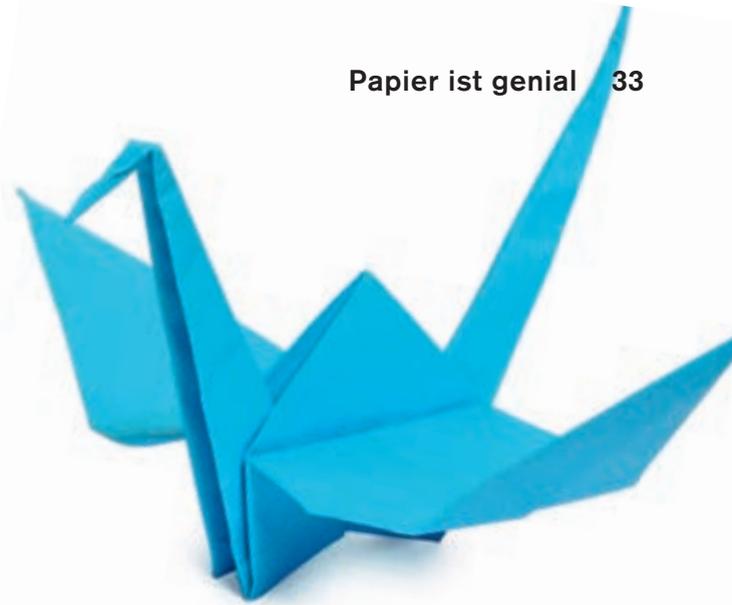
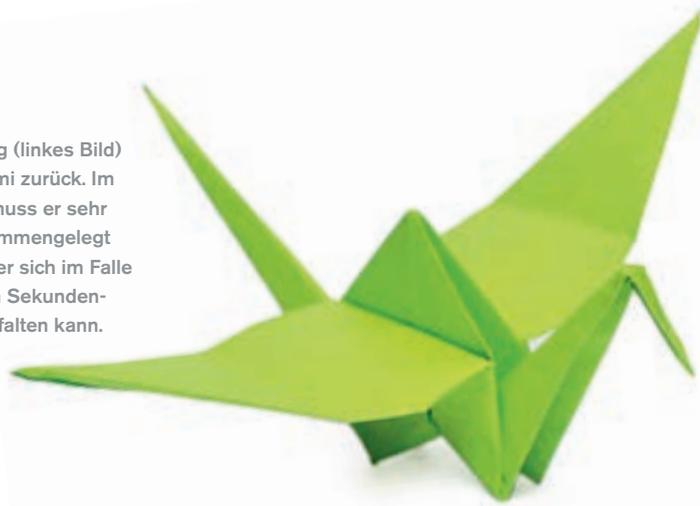
Ein dünnes Blatt Papier trägt kaum eine leere Plastikschale. Gefaltet trägt dasselbe Blatt sogar die mit Nägeln gefüllte Schale.

Konstruieren mit Zirkel und Lineal – oder mit Origami?

In der auf Euklid zurückgehenden klassischen Geometrie der Ebene sind als Zeichengeräte nur ein Zirkel und ein Lineal zugelassen. Alle Konstruktionen müssen damit (wenigstens im Prinzip) ausgeführt werden können. Vielleicht werden Sie einwenden, dass man das heute mit dem Computer viel besser und genauer machen kann – aber das ist hier nicht der Punkt. Bei Euklid geht es um die Mathematik als deduktiv aufgebaute Wissenschaft: Zunächst müssen die Grundlagen exakt festgelegt, dann muss alles Folgende bewiesen werden. Zu den Grundlagen gehört auch die normative Festlegung der »Spielregeln«: Nur Konstruktionen mit Zirkel und Lineal sind erlaubt. Es geht also um eine geistige Herausforderung, vergleichbar dem Schachspiel, dessen erlaubte Spielzüge auch normativ festgelegt sind.

Die Frage ist zunächst, welche Konstruktionen mit Zirkel und Lineal möglich sind und welche gelingen, wenn man nur Faloperationen zulässt. Vorauszuschicken ist, dass die konkrete Durchführung einer Konstruktion mit Zirkel und Lineal genauso wie die Faltung stets eine mit Fehlern und Ungenauigkeiten behaftete Realisation ist, Stellvertreter der idealen, nur

Auch der Airbag (linkes Bild) geht auf Origami zurück. Im Ruhezustand muss er sehr sorgfältig zusammengelegt werden, damit er sich im Falle eines Unfalls in Sekundenbruchteilen auffalten kann.



in unserem Denken existierenden Objekte. Die folgenden Faltungen können Sie alle selbst ausprobieren. Am besten eignet sich dazu Pergamentpapier, bei dem man zusätzlich Faltlinien und Kreuzungspunkte mit Bleistift deutlicher markieren kann.

Es erscheint naheliegend, dass die Zirkel-und-Lineal-Grundkonstruktionen auch mittels Origami-Faltungen realisiert werden könnten (Spezialisten sprechen dabei auch von »Origami-Axiomen«). In der folgenden Übersicht (Abb. 1) ist jeweils zur leichteren Verständlichkeit eine Skizze gezeichnet, in der die gegebenen Punkte und Geraden dick, die zu faltenden Linien gestrichelt und die neuen Punkte »hohl« gezeichnet sind. In Klammern steht jeweils der Name der analogen Zirkel-und-Lineal-Konstruktion.

Bei den ersten vier Konstruktionen sieht man sofort ein, dass Zirkel-und-Lineal- und Origami-Konstruktion gleichwertig sind. Bei der letzten Konstruktion ist das etwas schwieriger. Wenn Sie die Konstruktion aber selbst ausführen, so bemerken Sie, dass es neben dem neuen, auf g liegenden und »hohl« gezeichneten Punkt X noch einen zweiten möglichen Punkt Y gibt, so dass wegen $|QP| = |QX| = |QY|$ tatsächlich der Schnitt des Kreises k mit Mittelpunkt Q und Radius $|QP|$ gefaltet wurde. Bisher können wir als Ergebnis festhalten, dass alles, was mit Zirkel und Lineal konstruierbar ist, auch mit Origami faltbar ist – wir haben noch nichts gewonnen. Nun gibt es aber noch eine weitere Origami-Faltung, die kein Analogon bei den Zirkel-und-Lineal-Konstruktionen hat und die es dann erlaubt, »Neues« zu falten (Abb. 2). Diese letzte Origami-Faltung ist in der Theorie geometrischer Konstruktionen als »Einschiebelineal« bekannt, worauf wir aber hier nicht weiter eingehen wollen.

Ein Beispiel, das schon Euklid konstruieren konnte, ist die Quadratwurzel aus einer positiven Zahl a . Am einfachsten verwendet man dazu den Höhensatz wie in der nebenstehenden Abb. 3. Über einer Strecke der Länge $a + 1$ wird der Thaleskreis konstruiert. Das Lot in H liefert den dritten Eckpunkt C , und nach dem Höhensatz gilt: $a \cdot 1 = h^2$, also $h = \sqrt{a}$. Diese Zirkel-und-Lineal-Konstruktion könnten wir auch falten, worauf wir aber aus Platzgründen verzichten müssen und uns lieber Problemen zuwenden, an denen schon Euklid und nach ihm seit über 2500 Jahren ungezählte Profi- und Amateurmathematiker scheiterten. Mit Origami können wir diese Nüsse aber knacken!

1

Zu zwei verschiedenen Punkten P und Q kann die Verbindungsline gefaltet werden (Verbindungsgerade).

Zu zwei sich schneidenden Faltlinien g und h kann der Schnittpunkt P konstruiert werden (Schnittpunkt).

P und Q seien verschiedene Punkte. Dann kann so gefaltet werden, dass Q auf P fällt (Mittelsenkrechte).

g und h seien zwei verschiedene Faltlinien. Dann kann g auf h gefaltet werden (Winkelhalbierende).

Zu zwei verschiedenen Punkten P und Q und einer Faltlinie g kann man P so auf g falten, dass die Faltlinie durch Q geht (Schnitt-Kreis-Gerade).

Ein quadratisches Blatt Papier ist Ausgangspunkt für kunstvollste Figuren. Der Kranich gehört zu den Standards des Origami.

2

Zu jeweils verschiedenen Punkten P und Q sowie Geraden g und h kann man so falten, dass P auf g und Q auf h kommen.

3

Das Deli'sche Problem mit Origami gelöst

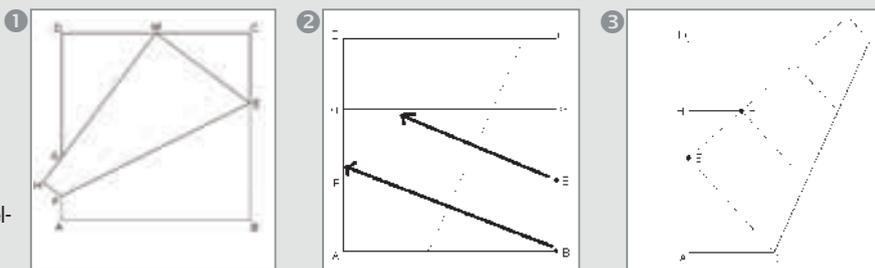
Nach antiken Berichten litten die Bewohner der griechischen Insel Delos unter einer Pestepidemie. In ihrer Not gingen sie zur Pythia, der weissagenden, auf einem dreibeinigen Stuhl sitzenden Priesterin im berühmten Orakel von Delphi. Pythia riet, zur Abwehr der Pest den würfelförmigen Altar des Tempels der Delier zu verdoppeln. Was auch immer sie mit »verdoppeln« gemeint hat, dieses »Deli'sche Problem« der Verdoppelung des Volumens ist uns seit der Antike überliefert. Vereinfachen wir die Situation: Der Ausgangswürfel möge die Kantenlänge 1 und das Volumen $1 = 1^3$ (in geeigneten Einheiten) haben. Der gesuchte Würfel hat dann Volumen 2, also gilt für seine Kantenlänge z die Gleichung $z^3 = 2$. Damit müssten wir die dritte Wurzel $z = \sqrt[3]{2}$ konstruieren. Dies ist aber unmöglich; mit Zirkel und Lineal können wir nur Quadratwurzeln konstruieren. Der genaue Beweis der prinzipiellen Unmöglichkeit dieser Konstruktion mit Zirkel und Lineal konnte erst Mitte des 19. Jahrhunderts geführt werden. Dagegen wird uns die Konstruktion mit Origami gelingen! Zunächst beweisen wir einen Hilfssatz, den Satz von Haga. Kazuo Haga ist einer der Pioniere des mathematischen Papierfaltens; auf ihn geht auch der Begriff »Origamics« zurück. Wir gehen in der folgenden Falanleitung von einem quadratischen Stück Papier ABCD (Abb.1) aus. Zuerst falten wir die Mitte M der Seite CD. Dann biegen wir die Ecke B so um, dass sie auf M kommt und streichen dann die Faltung glatt. Der Satz von Haga behauptet nun, dass der Schnittpunkt G der beiden Blattkanten die Strecke AD dreiteilt. Mit dem Satz von Haga können wir also eine Strecke dritteln. Dies geht natürlich auch mit Zirkel und Lineal, aber nicht so schnell und elegant! Der Beweis dieses Satzes von Haga beruht darauf, dass die drei entstehenden Dreiecke MEC, GMD und FGH ähnliche rechtwinklige Dreiecke mit dem Seitenverhältnis 3 : 4 : 5 sind. Genauer sei die Kantenlänge des Ausgangsquadrats 8 Längeneinheiten; das ist ein typischer Mathematikertrick zur Vereinfachung, auf den kein Schüler von alleine kommt! Damit ist $|MC| = 4$. Weiter seien $x = |EC|$ und $y = |EM| = |EB|$. Die Gleichung $x + y = 8$ und der Satz des Pythagoras im Dreieck ECM, also $y^2 = 4^2 + x^2$, liefern zusammen sofort $x = 3$ und $y = 5$. Die drei fraglichen rechtwinkligen Dreiecke haben alle die gleichen Winkel, sind also ähnlich. Angewandt auf die Dreiecke GMD und ECM folgt $|DG| : 4 = 4 : 3$, also wie behauptet:

$$|DG| = \frac{16}{3} = \frac{2}{3} \cdot 8 \text{ und } |AG| = 8 - \frac{2}{3} \cdot 8 = \frac{1}{3} \cdot |AD|.$$

Nun können wir das Deli'sche Problem mittels einer Origami-Faltung lösen! Wir beginnen wieder mit einem quadratischen Papierstück ABCD (Abb. 1), das schon wie in Abbildung 2 mit Hilfe des Satzes von Haga gedrittelt wurde. Nun biegen wir die Ecke B so um, dass sie auf die Kante AD kommt – wozu es viele Möglichkeiten gibt. Zusätzlich soll aber der Punkt E auf die »Drittellinie« HG kommen, was nur in einer einzigen Lage möglich ist. Durch »Nachglätten« des Papiers erhalten wir die Abbildung 3.

Jetzt teilt die Ecke B' die Seite AD im gewünschten Verhältnis, es gilt nämlich: $\frac{|B'D|}{|AB'|} = \sqrt[3]{2}$,

und wir haben das Deli'sche Problem mit Hilfe von Origami gelöst. Der Beweis ist allerdings ziemlich trickreich. Wenn Sie ihn genauer studieren wollen, nehmen Sie Papier und Bleistift zur Hand und vollziehen den unten stehenden Beweis Schritt für Schritt nach.



Beweisführung

Zunächst bezeichnen wir im rechten Bild oben die benötigten Strecken; machen Sie das am besten in einer Kopie des Bildes. Zur einfacheren Rechnung setzen wir $|AD| = 3$ als Seitenlänge des Ausgangsquadrats (gemessen in einer geeigneten Einheit). Dann sind $|B'E| = |HD| = 1$. Weiter seien $x = |DB'|$, $y = |AB'|$, $a = |AH|$ und $b = |HB'|$. Damit haben wir zunächst $x + y = 3$ und $a + b = 3$, wobei die letzte Gleichung beim Auffalten klar wird. Bei den rechtwinkligen Dreiecken AIB' und $B'E'H$ sind entsprechende Winkel gleich; die Dreiecke sind daher ähnlich.

Es gilt also weiter $\frac{a}{b} = \frac{x-1}{1}$. Wir ersetzen b durch $3 - a$

und lösen nach a auf: aus $\frac{a}{3-a} = x - 1$ folgt weiter:

$$a = (3 - a)(x - 1) = 3x - 3 - ax + a, \quad ax = 3x - 3 \text{ und}$$

$$\text{schließlich: } a = \frac{3x-3}{x} \text{ und } b = 3 - a = 3 - \frac{3x-3}{x} = \frac{3x-3x+3}{x} = \frac{3}{x}.$$

Der Satz des Pythagoras für das rechtwinklige Dreieck AIB' besagt $b^2 = a^2 + y^2$. Wir ersetzen a und b durch die eben gewonnenen Formeln und y durch $3 - x$ und erhalten:

$$\left(\frac{3}{x}\right)^2 = \left(\frac{3x-3}{x}\right)^2 + (3-x)^2 = \frac{9x^2 - 18x + 9}{x^2} + \frac{(9 - 6x + x^2)x^2}{x^2}$$

wobei wir den rechten Term noch auf den Hauptnenner x^2 gebracht haben. Durchmultiplizieren mit dem Hauptnenner x^2 führt zu der Polynomgleichung: $9 = 9x^2 - 18x + 9 + 9x^2 - 6x^3 + x^4$.

Durch Zusammenfassen erhalten wir $x^4 - 6x^3 + 18x^2 - 18x = 0$. Diese Gleichung können wir noch durch x kürzen, was wegen $x > 0$ erlaubt ist. Das erste Ergebnis ist damit die Gleichung dritten Grades: $x^3 - 6x^2 + 18x - 18 = 0$.

Mit dieser Gleichung können wir zunächst nichts anfangen (auch die komplizierten Formeln von Cardano für Gleichungen dritten Grades helfen nicht weiter). Erst »Umformungstricks«, die man so garantiert nicht in der Schule lernt und auf die man – ebenso garantiert – nicht so ohne weiteres kommt, führen uns weiter: Zuerst wird die Gleichung mit 3 durchmultipliziert: $3x^3 - 18x^2 + 54x - 54 = 0$.

Nun verteilt man die Summanden »richtig« auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens: Man lässt ein x^3 links stehen, bringt »den Rest« auf die rechte Seite und erhält:

$$x^3 = -2x^3 + 18x^2 - 54x + 54 = 2(27 - 27x + 9x^2 - x^3) = 2(3 - x)^3 = 2y^3.$$

Hierbei wurde noch der binomische Lehrsatz:

$(A - B)^3 = A^3 - 3A^2B + 3AB^2 - B^3$ für $n = 3$ verwendet und zwar für $A = 3$ und $B = x$ und »von rechts nach links« gelesen.

Wir haben also wie behauptet $\frac{x}{y} = \sqrt[3]{2}$, und das Deli'sche Problem ist gelöst!

Ein »Kusudama« – auf Deutsch »Medizinball« – besteht aus einzelnen gefalteten Modulen, die ineinandergesteckt werden. Benötigt werden dazu weder Schere noch Kleber – dafür aber jede Menge Geduld.



Drei unlösbare Probleme der Antike

Euklid und die alten Griechen haben viele Probleme gestellt, die sie lösen konnten, aber auch viele, die sie nicht lösen konnten. Die folgenden drei habe ich deshalb gewählt, weil hier durch Origami neue und anregende Lösungsmöglichkeiten verfügbar werden. Ein weiterer Grund ist, dass diese drei in der Geschichte der Mathematik eine große Rolle gespielt haben. Endgültig klären konnte man die drei Probleme aber erst im 19. Jahrhundert!

1. **Die Konstruktion regelmäßiger n-Ecke.** Bekannt sind Ihnen zumindest das regelmäßige 3-Eck (oder gleichseitige Dreieck) und das regelmäßige 4-Eck (oder Quadrat).
2. **Das Del'sche Problem.** Es besteht in der geometrischen Aufgabe, einen Würfel mit doppeltem Rauminhalt eines gegebenen Würfels zu konstruieren (Seite 34).
3. **Die Winkeldrittung.** Euklid konnte sehr einfach einen Winkel halbieren. Aber wie kann man einen beliebigen Winkel dritteln?

Die Konstruktion regelmäßiger n-Ecke

Formen regelmäßiger n-Ecke finden Sie in Architektur (z. B. Fenster in gotischen Kirchen), Technik (z. B. Felgen von Autos), Fauna (z. B. Seestern) und Flora (z. B. Blüten, Apfelkerngehäuse) und vielem mehr. Ein regelmäßiges n-Eck hat n gleich lange Seiten und n gleich große Innenwinkel. Euklid hat in seinen Elementen die Zirkel- und Lineal-Konstruktion von 3-, 4- und 5-Eck behandelt und natürlich gewusst, dass man mit dem n-Eck auch das $2^m \cdot n$ -Eck, und mit n- und m-Eck (wobei m und n teilerfremd sind) auch das $n \cdot m$ -Eck konstruieren kann. Das erste n-Eck, das er nicht konstruieren konnte, war das 7-Eck. Erst über 2000 Jahre nach Euklid hat Carl Friedrich Gauß (1777–1855) in seinen 1801 erschienenen *Disquisitiones Arithmeticae* eine Theorie entwickelt, mit der unter anderem die n-Eck-Frage abschließend geklärt werden konnte.

Zunächst hat Gauß gezeigt, dass es reicht, p-Ecke zu betrachten, wobei p eine Primzahl ist. Er hat weiter bewiesen, dass mit Zirkel und Lineal genau diejenigen p-Ecke konstruierbar sind, für die p eine Fermat'sche Primzahl vom Typ $p = 2^m + 1$ mit $m = 2^n$ ist. Die ersten dieser Primzahlen sind 3, 5, 17, 257 und 65 537.

Fermat hatte noch angenommen, dass mit seiner Formel stets Primzahlen entstehen. Euler aber konnte 100 Jahre später zeigen, dass die 6. Zahl keine Primzahl ist. Bis heute kennt man nur die fünf genannten Fermat'schen Primzahlen. Der Beweis dieses Ergebnisses ist nicht ganz einfach. Es ist nun eine Sache, von der prinzipiellen Konstruierbarkeit zu wissen. Wie jedoch eine konkrete Konstruktion aussieht, ist eine ganz andere Sache.

Schon 1796 als junger Mann hat Gauß das 17-Eck konstruiert und seine Überlegungen im *Intelligenzblatt der allgemeinen Literaturzeitung* (Leipzig) veröffentlicht. Gauß war zu Recht sehr stolz auf seine Leistung und wünschte sich das 17-Eck auf seinem Grabstein. Das hat zwar nicht geklappt, aber auf der linken Seite des Gauß-Denkmals, das am 30. April 1877 in Braunschweig enthüllt wurde, findet man das 17-Eck.

Das 257-Eck wurde 1830 von dem Mathematiker Friedrich Richelot (1808–1875) konstruiert. Kurios ist die Geschichte der Konstruktion des regelmäßigen 65 537-Ecks. Man erzählt die folgende Anekdote: Der Mathematikstudent Johann Gustav Hermes wollte Ende des 19. Jahrhunderts an der Universität Göttingen promovieren. Seine formale Bildung sei für das Niveau einer üblichen Göttinger Dissertation nicht ausreichend gewesen. Man wollte aber, warum auch immer, den Studenten nicht durch eine Absage verärgern, so dass man ihm als ehrenvolle Fleißaufgabe die konkrete Konstruktion des 65 537-Ecks gegeben habe. Zehn Jahre lang, von 1879 bis 1889, habe man nichts mehr von ihm gehört, bis er eines Tages mit einem riesigen flachen Koffer wieder in Göttingen angekommen sei. Ob die Anekdote stimmt, sei dahin-



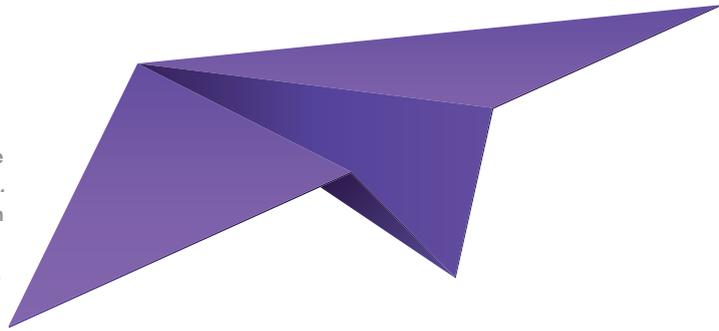
Ein 17-Eck ziert das Denkmal des Mathematikers Carl-Friedrich Gauß in Braunschweig.

Zur Problematik der Fermat'schen Primzahlen siehe: H.-W. Henn, *Geometrie und Algebra im Wechselspiel* (S. 72f), 2012.



In einem flachen Koffer sammelte der Mathematiker Johann Gustav Hermes seine Studien zu einem 65537-Eck. Aufbewahrt wird der Koffer in der Bibliothek des Mathematischen Instituts in Göttingen.

Zehn Jahre lang soll Hermes an der Konstruktion seines 65537-Ecks gearbeitet haben. Der Nachwelt hinterließ er detaillierte Zeichnungen und Tabellen.



gestellt – Felix Klein, der zu dieser Zeit in Göttingen lehrte, lobte die Arbeit von Hermes. Aber egal wie, der Koffer existiert noch und enthält äußerst sorgfältige Konstruktionen mit riesigen Tabellen und fein ausgeführten Zeichnungen. Sollten Sie einmal auf der Bahnstrecke Frankfurt – Hannover fahren, steigen Sie doch in Göttingen aus und besuchen das »Diarium der Kreisteilung« in der Bibliothek des Mathematischen Instituts in der Bunsenstraße.

Das erste nicht mit Zirkel und Lineal konstruierbare n-Eck ist das 7-Eck. Mit Origami kann man es falten! Die zugehörigen Überlegungen sind allerdings etwas kompliziert, so dass wir hier nur auf das Buch *Geometrie und Algebra im Wechselspiel* (Henn, 2012, S. 87 f.) verweisen und im Folgenden einige schöne Faltungen für $n = 3, 4$ und 5 zeigen, die schon für Anfänger leicht zugänglich sind (Abb. 4).

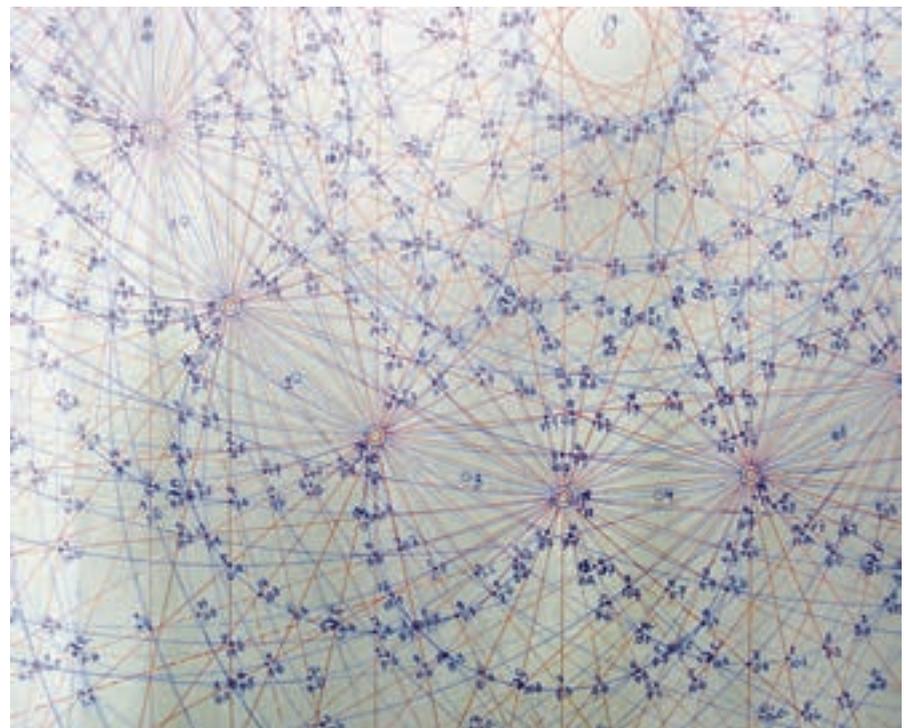


Die Winkeldrittung

Schon Euklid konnte jeden Winkel halbieren: Man zeichnet hierzu einen Kreis um den Scheitel S des Winkels, der die Winkelschenkel in den Punkten A und B schneidet. M halbiert die Sehne AB. Die Gerade SM halbiert dann den fraglichen Winkel (Abb. 5).

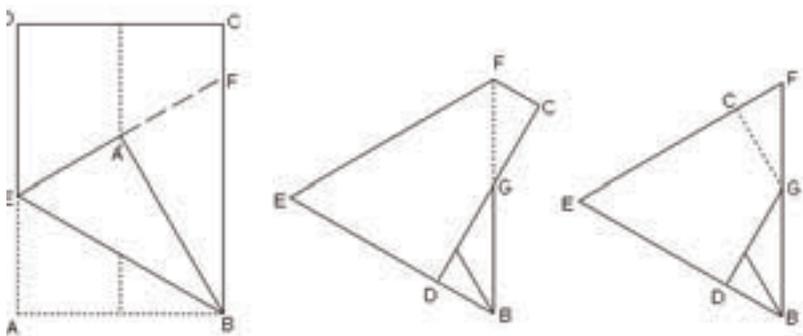
Man kommt schnell auf die Idee, dass man diese Methode für die Winkeldrittung verallgemeinern kann. Die Sehne AB wird jetzt gedrittelt, und es werden zwei Geraden gezeichnet. Der Computer misst die Winkel, und das Bild in Abb. 6 links scheint die Winkeldrittung zu bestätigen. Macht man allerdings den Winkel größer, so erkennt man schnell den Trugschluss (Abb. 6 rechts). Natürlich sind auch die Winkel links nicht gleich, sondern nur gerundet 11 Grad.

Mit etwas mathematischer Mühe, auf die wir hier verzichten wollen, kann man zeigen, dass bei der Winkeldrittung ebenfalls Gleichungen vom Grad 3 auftreten. Diese widersetzen sich, wie wir schon beim Delī'schen Problem gesehen haben, den Zirkel- und Lineal-Konstruktionen. Wenn wir aber falten, so können wir unsere Winkel exakt dritteln, wie die nebenstehende Faltsequenz (Abb. 7) beweist: In ein rechteckiges (DIN-A4)-Blatt ABCD wird der zu dritteln Winkel $\alpha = \sphericalangle CBP$ gefaltet (Abb. 7a). Dann faltet man eine beliebige Parallele EF zu BC (Abb. 7b) und die Mittelparallele GH von EF und BC (Abb. 7c). Anschließend wird eine Ecke so abgefaltet, dass E auf BP und gleichzeitig B auf GH liegen

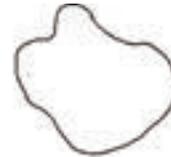


4

a. Falten Sie aus einem DIN-A4-Blatt nach folgender Anleitung ein gleichseitiges Dreieck und begründen Sie, warum das klappt! Dabei wird zuerst die punktierte Mittellinie gefaltet und dann die Ecke A so umgebogen, dass sie auf die Mittellinie kommt und gleichzeitig die Ecke B fest bleibt.



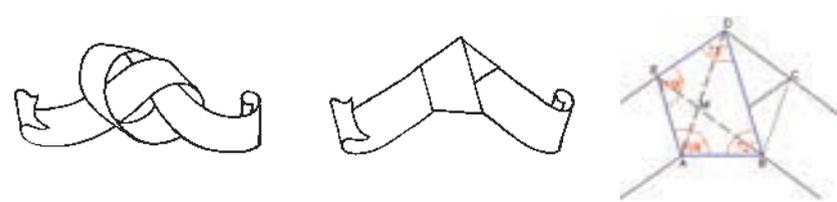
b. Schneiden Sie wie in der folgenden Abbildung angedeutet ein unregelmäßig geschnittenes Stück Papier aus. Falten Sie jetzt ein Quadrat!



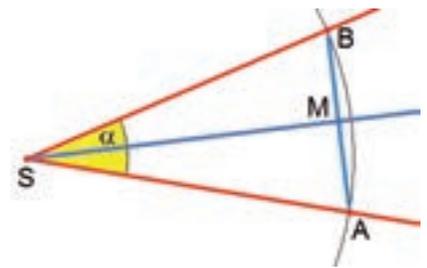
Den folgenden Lösungshinweis benötigen Sie sicher nicht:



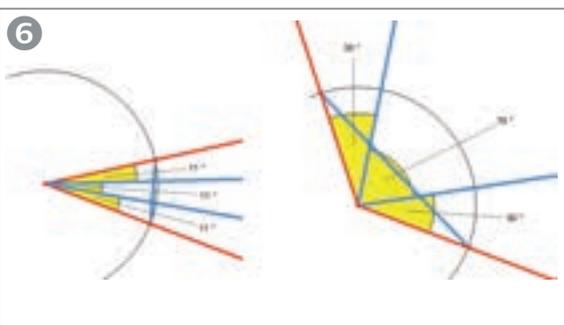
c. Stellen Sie sich einen langen Papierstreifen her (z. B. 30 cm • 5 cm). Wenn Sie jetzt in den Streifen einen Knoten machen (linkes Bild) und diesen sorgfältig glatt ziehen, entsteht ein regelmäßiges 5-Eck (mittleres Bild). Das rechte Bild erklärt, wieso das klappt.



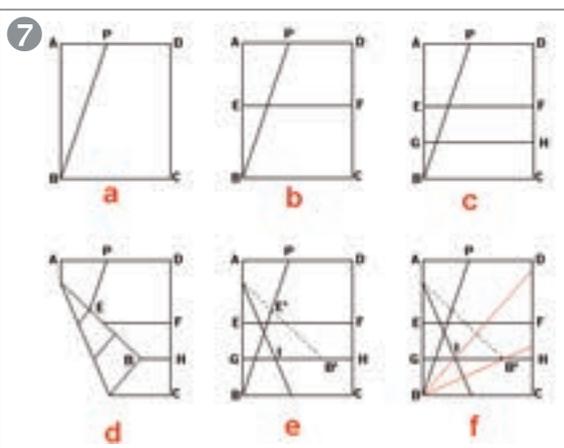
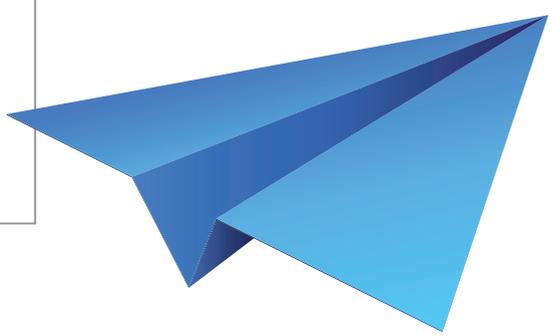
5



6



7

Zu guter Letzt

Blaise Pascal hat einmal gesagt, die Mathematik sei als Fachgebiet so ernst, dass man keine Gelegenheit versäumen sollte, sie unterhaltsamer zu gestalten. Eine Möglichkeit ist die Verbindung von Origami und Mathematik, die vom Kindergarten bis zur Hochschulausbildung ein reiches Spiel- und Forschungsfeld eröffnet. »Die Welt hat Platz auf einem Blatt Papier, und es liegt am Meister des Origami, ob er daraus einen Tiger hervorspringen lässt oder eine heilige Ente«, besagt ein japanisches Sprichwort. Probieren Sie es einfach mal aus: Es gibt noch viel zu falten! ■



DER AUTOR

Prof. Dr. Hans-Wolfgang Henn hatte bis zu seiner Pensionierung 2012 einen Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik an der TU Dortmund inne. Er ist u. a. Autor zahlreicher Lehrbücher und Mitherausgeber des »Mathematikoffers«.

(Abb. 7d). Die Bildpunkte B' und E' werden markiert, dann faltet man zurück (Abb. 7e). Die letzte Faltkante GH in I . Die Linien BI und BB' dritteln dann den Ausgangswinkel (Abb. 7f).

Der Beweis der Korrektheit dieser Faltung ist einfach: In Abb. 7f steht BI aufgrund der letzten Faltung senkrecht auf der gestrichelten Linie. Daher teilt BI das Dreieck $BB'E'$ in zwei kongruente rechtwinklige Dreiecke. Das Lot von B' auf BC schneidet BC im Punkt R . Dann ist BRB' ein drittes zu den beiden ersten kongruenten rechtwinkligen Dreiecken. Also sind die drei Winkel bei B , wie behauptet, gleich!

Tausendsassa Papier

Wir schreiben darauf, heften es in Ordner oder basteln Flieger daraus: Papier ist platzsparend und leicht, das weiß jedes Kind. Sonst könnte niemand ganze Hefte oder Bücher in die Schule schleppen. Doch Papier kann noch viel mehr – und taugt sogar zum Bau von Fahrrädern. Von Stephanie Hügler und Caroline Zörlein



Gut gefaltet

Wabenhäuser und Pappfahrräder

Um mit Papier etwas Stabiles zu bauen, muss man nur wissen, wie man den Werkstoff richtig einsetzt – wie zum Beispiel Ishar Gafni aus Israel. Er hatte eine ungewöhnliche Idee: Weil viele Menschen in Asien, Afrika oder Südamerika so arm sind, dass sie sich kein Fahrrad leisten können, wollte er ein Rad erfinden, das leicht herzustellen ist und wenig kostet. Gafni hatte zuvor jemand getroffen, der ein Kanu aus Papier gebaut hat. Es war mit einem Kunststoff beschichtet, so dass sich das Boot nicht vollsaugen und untergehen konnte. Der Gedanke, ein Fahrrad zu bauen, das auch Regenschauern trotzte, ließ ihn nicht mehr los. Doch wie schafft man es, Papier so stabil zu machen, dass es einen ganzen Menschen tragen kann? Schließlich fiel ihm die japanische Papierfalttechnik ein, das Origami. Gafni nutzte diese Technik nun für sein Fahrrad. Er faltete einfach Pappe so oft, bis sie schließlich dick, fest und stabil genug war, dass er damit ein komplettes Fahrrad bauen konnte. Nur für die Bereifung der Räder benutzte er auch Gummi. Die neue Bauweise hat viele Vorteile: Mit neun Kilogramm war das Gefährt insgesamt viel leichter als viele andere Räder, konnte aber bis zu 220 Kilogramm tragen. Damit es auch Regenschauer überstand, mixte Gafni eine geheime Kunststoffbeschichtung. Anschließend tauchte er das Rad testweise sieben Monate lang in Salzwasser. Das Rad bestand den Test – und war zufällig sogar feuerfest. Und das Beste daran: Seine Herstellung kostet nur sieben Euro!



Ziemlich gemütlich kann ein Sofa aus Papier sein. Dieses steht im Museum of Modern Art (MoMA) in New York.



Das Fahrrad aus Papier, wurde mit Kunststoff überzogen und ist absolut wasserfest.

Auch der Schweizer Gerd Niemöller wollte Menschen in armen Ländern helfen, die sich zum Beispiel keine Wohnung leisten können oder ihr Haus durch ein Erdbeben oder Überschwemmungen verloren haben. Besser als gar kein Dach über dem Kopf wäre ein Haus aus Papier, dachte er sich. Aber wie baut man eines, ohne dass es der Wind umbläst? Der Trick des Ingenieurs: Die Wände des Papierhauses baute er in Wabenform. Sie sind bekannt dafür, dass sie sehr stabil sind und nicht so leicht kaputtgehen. Die sechseckigen Waben verformen sich weder bei Hitze noch bei Kälte. Und bei Belastung verteilt sich die Spannung auf alle sechs Wände. Damit es nicht durch Regen oder Feuer beschädigt wird, beschichtete auch Niemöller sein Papierhaus mit einem besonderen Kunststoff. Ein solches Haus zu bauen kostet nur etwa 4000 Euro – viel weniger als Steinhäuser, die viele Tausend Euro verschlingen. Ein guter Nebeneffekt: Ein Papierhaus schont die natürlichen Rohstoffe. Lediglich ein kleines Bäumchen braucht Niemöller dafür.





Elektrotinte unter Spannung

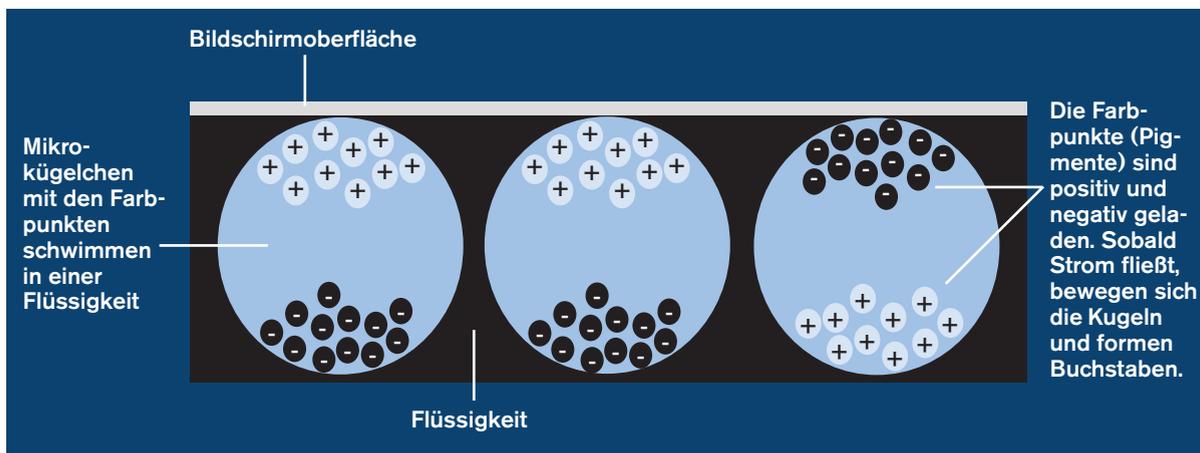
Seit einigen Jahren gibt es eine elektronische Form von Papier und Druckerschwärze: das sogenannte elektronische Papier. E-Book-Geräte wie Kindle und Tolino nutzen diese Technologie. Das Prinzip, das dahintersteckt, heißt Elektrophorese: Dabei wandern geladene Teilchen durch ein elektrisches Feld.

Unter der Glasoberfläche des Bildschirms befindet sich eine Folie mit elektronischer Tinte: Das sind winzige Kügelchen, die in einer ölartigen Flüssigkeit schwimmen. Jedes einzelne Minikügelchen besteht aus einer weißen (positiv geladenen) und einer schwarzen (negativ geladenen) Seite. Sobald Strom fließt, bewegen sich die Kügelchen in der Flüssigkeit und bilden weiße und schwarze Flächen. So entstehen Buchstaben, die wir lesen können. Strom wird nur gebraucht,

wenn eine Seite umgeblättert wird. Dann schwimmen die Kunststoffkügelchen an ihre neuen Positionen. Deshalb benötigen die elektronischen Bücher, verglichen mit Tablet-PCs, sehr wenig Strom und du kannst sehr lange darin lesen.

Allerdings leuchten die E-Book-Bildschirme nicht von sich aus. Um in einem elektronischen Buch zu schmökern, braucht man im Dunkeln, wie für jedes normale Buch auch, eine Leselampe.

Lesegeräte für E-Books nutzen das Prinzip der Elektrophorese. Kleine Kügelchen mit einer weißen (positiv geladenen) und einer schwarzen (negativ geladenen) Seite schwimmen in einer Flüssigkeit. Sobald eine elektrische Spannung angelegt wird, formen sie helle und dunkle Flächen: Buchstaben, die wir lesen können.



PAPIERFLIEGER-REKORDE

- Der weiteste Flug, den ein Papierflieger zurücklegte, betrug 69,14 Meter. Das Flugzeug wurde aus einem einzelnen, ungeschnittenen DIN-A4-Papier gebaut.
- Den größten Papierflieger haben Studenten und Mitarbeiter der Universität Braunschweig gebaut: Seine Spannweite beträgt 18,21 Meter.
- Die längste Flugzeit eines Papierfliegers beträgt 27,9 Sekunden.

Das Papierblumen-Experiment

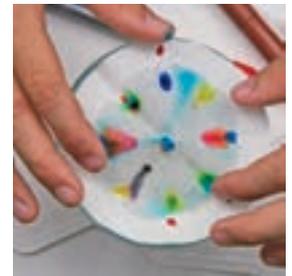
Du brauchst: weiße Kaffeefilter, Filzstifte, Glas, Schere, Wasser

So geht's:

Stelle das Glas auf das Filterpapier und zeichne einen Kreis. Anschließend schneidest du den Kreis aus und faltest ihn mehrfach. Schneide ein Loch in die Mitte. Mit den Filzstiften malst du ein Muster um das Loch herum. Stecke anschließend ein zusammengerolltes Filterpapier hindurch. Die zusammengesteckten Filterpapiere stellst du wie ein Schirmchen in ein Glas, das du zuvor mit etwas Wasser gefüllt hast. Das Wasser saugt sich nach oben und zieht die Filzstiftfarbe langsam auseinander.

Was passiert:

Die Farben »wandern« mit. Weil einige schneller als andere wandern, trennen sich die Farben auf. Je dunkler die Farben, desto überraschender ist das Ergebnis. Je nach Art des Filterpapiers erhältst du unterschiedliche Muster. Chemiker nennen dieses Verfahren »Chromatografie«. Sie können damit Stoffgemische in ihre Bestandteile trennen. Das funktioniert nicht nur mit Filzstiften sondern auch mit farbigen Obstsaften oder Lebensmittelfarben.



STILLES ÖRTCHEN
Andere Länder, andere Sitten: Wir falten das Toilettenpapier, Briten und Amerikaner knüllen es lieber. Deswegen ist Klopapier in den USA sehr dünn und hat weniger Struktur. 1857 hat der Amerikaner Joseph Gayetty das Toilettenpapier erfunden. In Deutschland kam Toilettenpapier erst 1928 auf den Markt.

Noch mehr Experimente findest du in dem Buch *Knallraketen und Gummigeister* von Andrea Gruß und Ute Hänslér.

MITMACHEN UND GEWINNEN! Wir verlosen wieder schöne Bücher.

Rätselfragen:

Welche Faltechniken nutzte Ishaar Gafni zum Fahrradbau?

a) Origami b) Osaka c) Wasabi d) Sashimi

Wie heißt der Grundstoff von Papier?

a) Zellophan b) Zettel c) Zellulitis d) Zellulose

Welches Sicherheitsmerkmal kennzeichnet Geldscheine?

a) Wasserlilie b) Wasserzeichen c) Wasserfloh d) Wasseruhr

Sende deine Lösung per E-Mail an:

redaktion@publishnet.org

oder per Post an:

Redaktion »MikroMakro«,
c/o publishNET
Hoferstraße 1, 81737 München

Einsendeschluss ist der 1. September 2014

Bitte schreibe uns auch dein Alter (!) und die Adresse.





Gläserne Galionsfiguren

Der Goldschmied und Designer René Lalique (1860–1945) gehörte zu den wirklich erfolgreichen Kreativen seiner Zeit. Zu seinen – aus heutiger Sicht wohl skurrilsten – Schöpfungen gehörten Kühlerfiguren aus Glas: als Krönung zeitgenössischer Luxusautomobile.

Von Otto Krätz

Gläserne Kühlerfiguren schmückten Luxuslimousinen der Jahrhundertwende. Die Objekte des Designers und Glaskünstlers René Lalique sind heute begehrte Sammlerstücke.



Eine gläserne Najade ziert die Kühlerhaube eines Citroën um 1920.



1928 designte Lalique einen 19 Zentimeter langen Kometen für Citroën.



René Lalique (1860–1945) war als Goldschmied und Designer ein begnadeter Gestalter des Jugendstils und später des Art déco. Er schuf eine atemberaubende Vielfalt von Kunstwerken, von winzigen Schmuckteilen und Parfümflakons bis hin zu fast lebensgroßen Brunnenfiguren, anfänglich aus Gold, später aus Glas. In seinen verschiedenen Glashütten erarbeitete er eine Vielzahl von neuen oder verbesserten Techniken zum Gießen, Formen und Färben von Glas sowie spezielle Ätz- und Schleifverfahren. Seine originalen gläsernen Kühlerfiguren stellen lediglich einen winzigen Teil seines gewaltigen Oeuvres dar. Sie schmückten

DER AUTOR

Otto Krätz

Prof. Dr. Otto Krätz lehrt Chemiegeschichte an der Universität Stuttgart. Er war Hauptabteilungsleiter am Deutschen Museum und ist Verfasser zahlreicher Bücher.

zunächst bevorzugt Luxusmodelle der Firma Hispano-Suiza, deren Hauptkunde das japanische Kaiserhaus war.

Vom Glücksbringer zur Marke

Vorbild von Kühlerfiguren sind die Galionsfiguren, die jahrhundertlang den Bug von Schiffen schmückten. Auch Griechen und Römer zierten ihre Schiffe und Streitwagen mit solchen mythischen Glücksfiguren. Der britische Autoliebhaber Lord Montague of Beaulieu griff diese alte Idee auf, indem er eine Christophorus-Figur auf seinem Daimler montierte. Als der Lord mit seinem Fahrzeug 1899 vor dem Oberhaus vorfuhr, erregte er beträchtliches Aufsehen und inspirierte Nachahmer: Ein Zeitgenosse, der geschäftstüchtige Designer A. Aronson, ließ sich das Copyright für »Gabbo, den Gott des Glücks«, eintragen, vermutlich eine Götterfigur aus dem Pantheon der Kelten. 1910 entwarf der gleiche Künstler eine »Nympe der Geschwindigkeit« in Gestalt eines lieblichen Mädchens. Von nun an überfluteten Figuren aus Bronze, Stahl, Nickel und Aluminium den Automobilmarkt. Zunächst waren diese Figuren als Glücksbringer gedacht. Bald schon entwickelten sie sich aber zu eigenständigen Markenzeichen. Damals entstand beispielsweise die berühmte »Emily«, die die Kühler von Rolls-Royce zierte. Diese sich dem Fahrtwind entgegenstimmende Dame entstand nach dem Vorbild der damals weltberühmten, im Theater mit durchleuchteten, weiten, dünnen Schleiern auftretenden, deutsch-amerikanischen Tänzerin Loie Fuller.

Mit den Glasplastiken, die René Lalique anfangs für den französischen Hersteller Citroën schuf, erreichte die Kunst der Kühlerfiguren in den 1920er Jahren ihren Höhepunkt. Eines der Flaggschiffe der Citroën-Flotte war der Cinque-Chevaux – abgekürzt 5 CV. Für diesen schuf Lalique 1927 eine Glasplastik mit fünf springenden Pferden. Besonders erfolgreich war der 1928 speziell für Citroën geschaffene »Komet«. Daneben entstand eine Serie erotisch-bewegter Damen: die Meerjungfrau »Najade« mit Fischschwanz, die besonders erotische »Vitesse«, die »Sirene«, die 66 Zentimeter hohe »Große Nackte« sowie »Crysis«, die legendäre Tochter König Agamemnonns. In erster Linie aber produzierte Lalique verschiedene gläserne Tierplastiken, den Kopf eines Hahnes zum Beispiel, eine sich duckende Schwalbe, eine Eule, einen Fuchs, Falken, Fische und so weiter. Inse-



»Victoire«, entstanden um 1928, 26 cm lang. Diese Art-déco-Kühlerfigur galt als eine Ikone der Geschwindigkeit. Besonders beliebt war sie bei Luxuswagen von Hispano-Suiza.

»Crysis« heißt die nackt Kniende (Abb. unten) mit wehendem Haar von 1931.



samt an die dreißig verschiedene Glasplastiken für Automobile stellte Lalique her. Für uns Nachgeborene besonders befremdlich wirkt ein martialisch gestalteter Adlerkopf, von dem die Überlieferung behauptet, dass ausgerechnet diese von einem Franzosen geschaffene Plastik Adolf Hitler dermaßen fasziniert habe, dass er in seiner Begeisterung für superschwere Mercedes-Coupés eine ganze Serie der Figuren bestellt und diese seiner Generalität für deren Privat-Autos zur Verfügung gestellt habe. Allerdings ist es nicht gelungen, hierfür fotografische Belege aufzuspüren. Eine komplette Sammlung Lalique'scher Kühlerfiguren kann man noch heute im Automobil-Museum im Städtchen Beaulieu in der Grafschaft Hampshire bewundern.

Effekthascherei mit Licht und Filter

René Lalique begnügte sich allerdings nicht mit der Herstellung von Glasfiguren. Ihm war auch an einer möglichst effektvollen Präsentation seiner Objekte gelegen. Er ließ die Figuren nicht nur auf metallene Kühlwasserschraubverschlüsse montieren, sondern platzierte einige auch über einer speziellen Öffnung im Verdeck des Wagens. Unter der Öffnung wurde eine reflektierende Fassung mit einer Leuchtbirne eingebaut, die durch zwei Drähte mit einer an den Motor gekoppelten Dynamomaschine verbunden war. Zwischen der Glasfigur und der Beleuchtung montierte man eine vom Fahrersitz aus zu bedienende metallische Drehscheibe. Der Automobilist konnte so mit eingebauten Farbfiltern zwischen den Farben Rot, Grün, Blau, Malvenfarbig und farblos wählen, je nach persönlicher Gemütslage. Je höher die Drehzahl, umso mehr Strom lieferte der Dynamo und umso heller erstrahlte die Figur.

Heute sind Kühlerfiguren – gläserne, aber auch metallene –, aus der Mode gekommen: Aus Sicherheitsgründen wurden sie am 1. April 1959 in Deutschland von den Hauben der Fahrzeuge verbannt. Zulässig sind seither nur Figuren, die bei einem Aufprall im Kühlergehäuse versinken. Sogar die kraftvoll springende Raubkatze auf der formschönen Kühlerhaube des Jaguars geriet in Verruf, seit Verkehrspolizisten dokumentierten, wie sich die Raubkatze bei Frontalunfällen in die Herzen gegnerischer Fahrer gebohrt hatte. Und auch den jahrzehntelang vor dem Auge des Fahrers schwebenden Mercedesstern haben Designer mittler-



Pfauenkopf aus Kobaltglas
17,7 cm, 1928.

Bild unten: Fünf springende
Pferde schmückten ab 1927
den 5 CV von Citroën.



Schwalbe, 15 cm, 1928.



Große Libelle, 21 cm, 1928.

weile in den Frontschmuck der Kühlerhaube integriert. Der Stern war wohl häufig Diebstählen zum Opfer gefallen und von experimentierfreudigen Jugendlichen durch Wegbrechen des Rings und der Halterungsscheibe in eine für Zeugen kaum wahrnehmbare Nahkampfwaffe umfunktioniert worden.

Lalique als Top-Designer seiner Zeit

Zwar schuf Lalique seine modernen Galionsfiguren aus schwer zerbrechlichem Glas, trotzdem überlebte nur eine begrenzte Anzahl. Sie sind heute begehrte Sammlerstücke und erzielen auf Auktionen fantastische Preise im fünf- bis sechsstelligen Dollarbereich. Als Goldschmied und Entwerfer von Glasplastiken hat Lalique darüber hinaus eine kaum überschaubare Fülle von Schmuckstücken, Glasplastiken und Bijouterie-Waren geschaffen. Auf der Kunstgewerbeausstellung 1925 in Paris gestaltete der Designer den Pavillon der Porzellanfirma Sèvres. In den folgenden Jahren wirkte er mit bei der Ausgestaltung bedeutender Kirchen, öffentlicher Bauten und Kaufhäuser sowie beim Bau von riesigen, bunt beleuchteten Brunnen und Fontänen auf den großen Pariser Ausstellungen seiner Zeit, die – ebenfalls im Art-déco-Stil gestaltet – von den Zeitgenossen als atemberaubend empfunden wurden. 1939 musste Lalique seine florierende Fabrik in Wingen-sur-Moder verlassen. Die deutschen Besatzer beschlagnahmten das Unternehmen. 1945 starb René Lalique. Seine letzte Ruhestätte fand er auf dem Friedhof Père Lachaise in Paris. ■

Flüchtige Augenblicke

Eine Ausstellung zum Thema Tanz bis zum 20. Juli 2014

Bewegung zeigen und erlebbar machen – keine leichte Aufgabe. Kurz und bündig lautet in der Sonderausstellung vom Deutschen Hygiene-Museum Dresden daher die Aufforderung:

»tanz! Wie wir uns und die Welt bewegen«. Von Beatrix Dargel (Text und Foto)



Tanzend schreiten die Besucher in den Museumsraum. Eine interaktive Licht-Klanginstallation lädt zur Bewegung ein.

Tänzer aus unterschiedlichen Kulturkreisen geben Tanzunterricht. Die obere Körperhälfte der Tänzer wird mit der unteren Körperhälfte des Besuchers kombiniert.

Was hat Tanz mit dem Deutschen Hygiene-Museum zu tun?«, fragen viele Besucher. Bewegung gehört zum Menschsein – aber: Wie stellt man Tanz aus? Mit einem »tanzenden Gemälde« werden die Besucher auf das Thema eingestimmt. Verfremdungseffekte vervielfältigen und verändern die eigenen Bewegungen. Je intensiver man sich bewegt, umso vielfältiger wird das Bild. Mit Hilfe dieser Technik »verwandeln« sich die Akteure, bis sie am Ende sogar durchs Bild fliegen.

Entführung ins Dunkle

Mitten im ersten Raum liegen große silberne Bälle von zwei Metern Durchmesser. Zwischen ihnen tänzeln die Besucher hindurch und versuchen, möglichst ohne die Bälle zu berühren, in den nächsten Raum zu gelangen. Dort lernen wir, dass die Entwicklung des Films neuen Schwung in die technischen Möglichkeiten brachte, Tanz festzuhalten. Die bewegten Bilder machten die Bewegung sichtbar. Tanz hinterlässt aber auch seine Spuren an Gegenständen und verschiedenen Objekten. Im Laufe der Zeit verschleifen Tanzschuhe bei regem Gebrauch, wenn auch nicht in einer Nacht wie im Märchen von den zertanzten Schuhen. Auch das Tanzparkett zeigt Spuren und könnte Geschichten von ersten Tanzversuchen bis zu rauschenden Ballnächten erzählen.

Eine bekannte Farblithografie Emil Noldes zeigt eine Tänzerin. Das Bild entstand nach einer Südseereise Noldes. Dort hatte er Frauen gesehen, die Tänze für europäisches Publikum aufführten. Nolde war fasziniert von diesen Bewegungen, die für ihn etwas derart Ursprüngliches und Natürliches hatten, dass er kurz danach die Lithografie anfertigte. Dabei ging es ihm auch um die Idee einer Natürlichkeit, die um 1900 die intellektuelle und künstlerische Szene bewegte. Auch Tänzer suchten damals nach anderen Bewegungsformen und grenzten sich vom klassischen Ballett ab. So wie Mary Wigman, die mit Emil Nolde befreundet war. Zwischen Emil Nolde und Mary Wigman gab es einen sehr intensiven Austausch. Wigman hatte sich mit rhythmischer Erziehung befasst und war damit unzufrieden. Die Bewegungen waren ihr zu un kreativ. In der Schweiz holte sie sich Inspirationen für ihren eigenen Ausdruckstanz. Nolde und Wigman begegneten sich in Dresden. Dort führte Wigman im Jahr 1914 ihren Hexentanz auf, den sie später immer wieder variierte. Zu sehen sind Aufnah-



men aus den Jahren 1929/30, die Mary Wigman mit dem Hexentanz zeigen. Das Publikum damals reagierte verstört auf derart exaltierte Bewegungen. Mary Wigman hingegen sah in dieser Tanzform eine Kunst. Ihr Ziel war es, den tanzenden Körper davon zu befreien, der Musik zu folgen. Sie sah den Ursprung des Tanzens in den Bewegungen des Körpers und in den Gefühlen, die dadurch ausgedrückt wurden.

Nach einer kurzen Einweisung und Übung der Bewegungen wird der Tanz des Besuchers aufgenommen und kann im Anschluss angesehen werden. Wer möchte, kann seinen Film speichern lassen, Knopfdruck genügt.

In einer Videoinstallation ist der amerikanische Tänzer und Choreograf William Forsythe (geb. 1949) zu sehen.

Abb. Mitte: An vier Stationen werden die Bewegungsarten Drehen, Wackeln, Springen und Breaken in Sounds umgewandelt.



Verrücken von Körpergrenzen

Grenzen, die vermeintlich da sind, werden überschritten – diese Momente unter anderem in Fotos festgehalten. Ausgewählte Choreografen verdeutlichen das Verrücken von Körperbildern. Zwei Tänzer, die durch ein Stück Stoff miteinander verbunden sind, kreieren »unmögliche Körper«. Weitere ungewohnte Körperformen entstehen in einem großen Glaskasten: An das Glas gepresst wirken die Menschen deformiert. Spitzentänzer erzeugen Formen oder Gebilde mit ihren Körpern. In einer Mix-Company tanzen körperlich behinderte Tänzer mit anderen Tänzern zusammen. Tanzend werden Grenzen der Wahrnehmung und Einordnung gesprengt, ausgelotet, verschoben.

Tanz kann viele Funktionen haben – Entspannung, Rauschzustand oder religiöses Ritual. Spektakulär ist der Schlangentanz der Hopi-Indianer aus Nordamerika: Sie tanzen mit lebenden Schlangen im Mund. Trancetänze im Voodoo und Schamanismus sollten den Kontakt zu den Göttern herstellen. Trommelklänge und Rauschmittel versetzten die Tänzer in andere Bewusstseinszustände. Manche Tänze, beispielsweise der Tango oder Salsa, wecken die Sehnsucht nach fernen Ländern. Eine Auswahl von Reiseplakaten zeigt die Werbung mit Tanzbildern zu weltweiten Reisezielen.

Von Stanislaw Jerzy Lec (1909–1966) stammt der Satz: »Das Tanzen ist die Kunst, wo die Beine denken, sie seien der Kopf.« Wer es einmal gelernt hat, kann Tanzen, wie Fahrradfahren oder Schwimmen. Das Schöne dabei: Tanzen, egal wie und in welchen Stil, ist keine Frage des Alters. Treffend bemerkte, die 1939 geborene Tina Turner: »Ich tanze, ich singe. Wen kümmert es, wie alt ich bin?« Tanz bietet einfach Spaß an der Bewegung und Erinnerungen an wunderbare flüchtige Augenblicke. ■



Blick in einen Teil der Abteilung: »Zwischen Himmel und Erde. Rausch und Ritual«. Rechts im Bild ist ein Oberkircher Fasnachtstück aus Kitzingen zu sehen.

Der Erste Weltkrieg im Museum

Militärhistorische Museen stehen selten im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. In diesem Jahr ist das anders. Im Erinnerungsjahr 2014 sind genau diese spezialisierten Sammlungen gefragt, die sich mit den Artefakten und Quellen des Krieges beschäftigen. Von Ralph Burmester (Text und Foto)

Ihre Wurzeln haben militärhistorische Museen meist in den Lager- und Wartungsstätten des Militärs, in den Arsenalen oder Zeughäusern. Einst dienten sie der Darstellung nationaler Kriegserfolge. Die Sammlungen konzentrierten sich vorwiegend auf Waffen und andere Militaria wie Uniformen, Regimentsfahnen, Orden und Ehrenzeichen. Der Besucher fand sich meist in einer überfüllten Rüstkammer wieder und erfuhr wenig über den historischen Kontext der ausgestellten Objekte. In den letzten Jahrzehnten hat sich dies grundlegend geändert. Analog zum Emanzipationsprozess der Militärgeschichte zu einer ausdifferenzierten kulturwissenschaftlichen Disziplin, die Krieg und Militär im Rahmen des politischen, technik-, wirtschafts- und sozialgeschichtlichen Kontextes untersucht, vollzog sich auch der Wandel der Armee- und Militärmuseen zu militärhistorischen Museen. Im Mittelpunkt stehen heute nicht mehr herausragende Schlachten, Feldherren oder Waffensysteme, sondern die Auswirkungen des Krieges auf das Individuum und die Gesellschaft. Zielgruppe dieser Häuser sind nicht mehr hauptsächlich die Angehörigen der Streitkräfte, sondern in immer stärkerem Maße Schulklassen und ein allgemein interessiertes Publikum.

Die Suche nach dem Ersten Weltkrieg im Museum gestaltet sich auf den ersten Blick recht einfach. Von den damals fünf europäischen Hauptmächten besitzen drei – Österreich, Frankreich und Großbritannien – zentrale militärhistorische Museen in ihren Hauptstädten. In Moskau sucht man vergebens danach, da der Erste Weltkrieg, ganz anders als der »Große Vaterländische Krieg« nicht so recht ins Geschichtsbild der lange dominierenden kommunistischen Staatsdok-

trin passte. Deutschland besaß lange Zeit kein zentrales militärhistorisches Museum. Zwar war dem *Wehrgeschichtlichen Museum* in Rastatt eine derartige Funktion zugeordnet, doch de facto erfüllt erst das 2011 eröffnete *Militärhistorische Museum der Bundeswehr* in Dresden diese Rolle.

Vier große Ausstellungen des Ersten Weltkriegs wurden für diesen Überblick ausführlich besichtigt. In Paris die Präsentation des *Musée de l'armée*, in Dresden die Abteilung »Zeitalter der Weltkriege 1914 – 1945« im *Militärhistorischen Museum der Bundeswehr* und die Ausstellung »Erster Weltkrieg« im *Bayerischen Armeemuseum* in Ingolstadt. Wenn auch mit deutlich unterschiedlichen Akzenten, vermitteln alle diese Museen ein umfassendes Bild des Krieges. Die wesentlichen Aspekte werden darin auf der Höhe der historischen Forschung thematisiert. Ergänzend wurde noch das lokalgeschichtlich orientierte *In Flanders Fields Museum* in Ypern besucht. Hier wird nicht der ganze Krieg behandelt, sondern ein eindrückliches Bild des Kampfgeschehens an einem der Brennpunkte des militärischen Geschehens der Westfront vermittelt. Zwei weitere Häuser, das Londoner *Imperial War Museum* und das Wiener *Heeresgeschichtliche Museum*, nehmen das Jubiläum zum Anlass, ihre Ausstellungen über den Ersten Weltkrieg komplett zu überarbeiten. Beide werden kurz vor dem kalendarischen Jahrestag des Kriegsausbruchs ihre neu gestalteten Ausstellungen präsentieren und konnten daher noch nicht besucht werden.

Wie wird diese Geschichte in den besuchten Häusern vermittelt? Zunächst stellt sich hier die Frage, inwieweit Krieg im Allgemeinen und der Erste Weltkrieg im Besonderen in einem Museum ausstellbar sind. Die Erfahrung des millionen-

**Bayerisches Armeemuseum
in Ingolstadt**
Neues Schloss
Paradeplatz 4
85049 Ingolstadt
Telefon +49 (0)841 / 93 77-0
www.armeemuseum.de

**Das Musée de l'armée
in Paris**
Rue de Grenelle 129
75007 Paris
Telefon +33 810 / 11 33 99
www.musee-armee.fr

**Das Militärhistorische
Museum der Bundeswehr
in Dresden**
Olbrichtplatz 2
01099 Dresden
Telefon +49 351 / 8 23 28 03
www.mhmbw.de

**Das In Flanders Fields
Museum in Ypern**
Grote Markt 34
8900 Ieper
Telefon +32 5723 / 92 20
www.inlandersfields.be

Großflächige Bild- und Dokumentreproduktionen prägen die Ausstellungsräume des Armeemuseums in Ingolstadt.



fachen gewaltsamen Todes, körperlicher und psychischer Verwundung, von Angst, Hunger und katastrophaler medizinischer und hygienischer Bedingungen – all diese Strukturmerkmale des Großen Krieges, darin sind sich die Macher aller besuchten Ausstellungen einig, lassen sich nur in sehr begrenzter Form an das Publikum vermitteln.

Das Alleinstellungsmerkmal eines Museums ist und bleibt das authentische Objekt. Es ist daher ein legitimer Anspruch des Besuchers eines militärhistorischen Museums, dort eine – im wörtlichen Sinne – anschauliche Darstellung der behandelten Konflikte anhand möglichst repräsentativ ausgewählter originaler Exponate geboten zu bekommen. Fragen, die sich unweigerlich bei der Annäherung an das Thema Erster Weltkrieg stellen, wollen beantwortet werden. Was waren die Ursachen, wie der Verlauf des Krieges? Wie sah die Ausrüstung der Soldaten aus? Welche Waffen wurden wie und mit welcher Wirkung eingesetzt? Wie sah die soziale Wirklichkeit der Soldaten und Zivilisten aus? Zur Beantwortung dieser Fragestellungen bedarf es mehr als Waffen und anderer militärischer Ausrüstungsgegenstände. Den qualitativen Unterschied zu einer reinen Präsentation von Kriegsgerät erzeugt das Museum schließlich erst durch die Komposition seiner dreidimensionalen Exponate mit kontextvermittelnden Erläuterungen. Im Zusammenwirken mit Bildern, Dokumenten und audiovisuellen Medien kann so im Idealfall zumindest ein Eindruck davon vermittelt werden, was der Krieg für die beteiligten Menschen und Tiere bedeutete. Einige Museen greifen dafür auch auf Inszenierungen und Erlebnisstationen zurück.

Der Erste Weltkrieg wird in den besuchten Museen in die historische Entwicklung des 20. Jahrhunderts eingebettet und dabei die Kontinuität der kriegerischen Auseinandersetzung zwischen 1914 und 1945 betont. Realisiert wird das auf ganz unterschiedliche Art. In Paris und Dresden enden die Ausstellungen nicht mit dem Ersten Weltkrieg, sondern gehen nahtlos zum Zweiten Weltkrieg über, in Dresden sogar teilweise als Parallelmontage. Allen Ausstellungen ist zudem gemein, dass sie die Geschichte in chronologischer Reihenfolge vermitteln. Querschnittsthemen wie etwa die Situation der Verwundeten und Gefangenen, die Rolle der Frauen im Krieg oder die wirtschaftlichen Auswirkungen des Konflikts werden da positioniert, wo sie inhaltlich anschlussfähig sind.



Bayerisches Armeemuseum in Ingolstadt

Die inhaltlich umfangreichste der besichtigten Dauerausstellungen zum Ersten Weltkrieg findet sich im Bayerischen Armeemuseum in Ingolstadt. Sie wurde von 1990 bis 1994 im »Reduit Tilly«, einem Festungsbau aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, eingerichtet.

Allein schon dieses zweistöckige Bauwerk mit seinen meterdicken Mauern trägt zur Einstimmung der Besucher auf das Thema bei. Durch die lineare Abfolge der Räume erhält die Ausstellung zudem eine klare Struktur. Auch wenn das Bayerische Armeemuseum eine eher landesgeschichtlich orientierte Darstellung der Geschehnisse vermuten lässt, entfaltet sich hier eine enzyklopädisch konzipierte Präsentation des gesamten Krieges. Alle Ausstellungseinheiten beginnen mit einem wohlkomponierten und instruktiven Einführungstext. Als einziger Mangel sei hier das Fehlen von Übersetzungen in andere Sprachen genannt.

Neben der Ausführlichkeit der Darstellung mit ihrem reichhaltigen Exponatbestand unterscheidet sich die Ausstellung durch zwei Stilelemente von den Präsentationen in Dresden und Paris: die durchgängige Gestaltung der meisten Räume durch großformatige Bild- und Dokumentreproduk-

Aus rohem Holz wurden Ausstellungsräume wie Unterstände gestaltet und vermitteln eine bedrückende Atmosphäre. Das Großexponat »Feldkanone 17« ist in einem dieser Unterstände platziert.



Das hässliche Antlitz des Krieges zeigt diese Collage aus zerstörten Waffen und Bildern getöteter Soldaten.

Abb. unten: Der Blick über die Brustwehr in der Schützengraben-Inszenierung.



und Reichweite. Daneben steht der Archetyp des selbstladenden Maschinengewehrs, das 1885 von Hiram Maxim entwickelte Maxim 01. Neben diesen Infanteriewaffen prägte der massive Artillerieeinsatz das Kriegsbild.

Anhand der Feldkanone 96, die frei im Raum steht, wird eine der dafür erforderlichen Basisinnovationen des Geschützbaus am Ende des 19. Jahrhunderts erläutert: Der gebremste Rohrrücklauf. Er verhinderte, dass das Geschütz durch den Rückstoß bei der Schussabgabe aus der Position geschleudert wurde. Ein zeitintensives Neuausrichten entfiel und die Schussfolge stieg erheblich. Diese Entwicklungen der Waffentechnik trugen zu der massiven Erhöhung der Feuer- und Vernichtungskraft bei, die die verlustreichen Materialschlachten zwischen 1914 und 1918 erst ermöglichten. In fast identischer Form findet sich diese wichtige Ausstellungseinheit auch im Musée de l'armée, nur mit dem Unterschied, dass die Erläuterungen dort anhand französischer Waffen erfolgen.

Nach der Einführung betritt der Besucher im Obergeschoss den Sarajewo-Raum. Auf Knopfdruck startet einer von vier Filmen, die eigens für die Ausstellung produziert wurden. In diesen Beiträgen werden größere Zusammenhänge mit kommentiertem historischen Bildmaterial vermittelt. Auf die mediale Einführung folgt eine chronologische Darstellung der vier Kriegsjahre. Neben der ausführlichen und anschaulichen Darstellung der wichtigsten militärischen Operationen und Akteure steht immer wieder die Situation des gemeinen Soldaten im Mittelpunkt der Ausstellung. Uniformen, Ausrüstungen und Bewaffnungen der Soldaten der wichtigsten kriegführenden Mächte werden ergänzt durch Bilder vom Leben in der Etappe und dem Sterben an der Front.

Wie beschwerlich allein schon der bloße Marsch für die Soldaten war, verdeutlicht eine Erlebnisstation in der Ausstellung. Der Besucher wird eingeladen, einen etwa 20 Kilogramm schweren Rucksack umzuschlagen. Hierzu habe man sich, wie der nebenstehende Text betont, noch das Gewicht von Waffe und Munition vorzustellen, so dass das normale Marschgepäck eher bei etwa 30 Kilogramm lag. Allein dieser Rucksack vermittelt den Besuchern eine sehr intensive Erfahrung. Ein paar Runden mit dem Gepäck in dem kleinen Raum reichen aus, um froh zu sein, den Rucksack zurückgeben zu können.

tionen sowie die Inszenierung ganzer Raumensembles als Unterstände. Sie behandeln das Thema »Front« und sind an den Wänden, Decken und Fußböden mit Holzbohlen oder Baumstämmen ausgekleidet. Eingelassen in den Wänden wirken die ebenfalls aus rohem Holz gebauten Vitrinen nun wie Seitenkammern des Unterstandes. Die bedrückende Atmosphäre, die die Ausstellungsmacher nach eigenen Aussagen erzeugen wollten, führt dazu, dass man die Räume trotz ausreichender Deckenhöhe fast unwillkürlich mit eingezogenem Kopf betritt.

Die Ausstellung beginnt mit der innen- und außenpolitische Geschichte des Deutschen Reiches zwischen 1871 und 1914 und konturiert die gesellschaftliche Stellung des Militärs. Essenzieller Teil der Einführung ist die rasante Entwicklung der Waffentechnik zwischen 1890 und 1914. Diese Ausstellungseinheit zeigt eines der Markenzeichen heutiger militärhistorischer Museen. Waffen werden vornehmlich exemplarisch ausgestellt, wenn sie für den Vermittlungsprozess relevant sind. So zeigen die deutschen Gewehre 88 und 98 die Auswirkung der Erfindung des rauchlosen Nitrocellulosepulvers auf die Entwicklung der Infanteriegewehre zu mehrschüssigen Repetierbüchsen mit kleineren Kalibern, höherer Schussgeschwindigkeit, größerer Durchschlagskraft



Tod, Trauer und Gedenken: Das Resultat des Krieges wird plastisch präsentiert.

Im Musée de l'armée in Paris sensibilisieren Gipsabdrücke verstümmelter Gesichter für das individuelle Leid der Kriegsoffer und mahnen das Publikum.



Mit welcher einfachen Mitteln sich die düstere Bilanz allein der ersten Kriegsmonate den Besuchern auch emotional vermitteln lässt, zeigt eine stark vergrößerte, in den Raum ragende deutsche Verlustliste. Hinter dieser schier endlosen Aneinanderreihung von Namen verkünden die vier Kategorien »gefallen«, »schwer verwundet«, »verwundet« und »vermisst« das jeweilige Schicksal. Exemplarisch und als Symbol für die große Bedeutung der Artillerie im Ersten Weltkrieg beherrscht eine deutsche Feldkanone 17 den ersten Unterstand. Aus ihm heraus führt der Weg in die Inszenierung eines Schützengrabens. Die lebensgroße Figur eines deutschen Infanteristen steht an der Brustwehr. Über ihre Schulter hinweg gleitet der Blick durch den Stacheldrahtverhau ins Niemandsland, das als graue Landschaft an die nahe Wand gemalt wurde. Hier zeigt sich aber auch die Grenze des Realismus, denn das Waten durch knietiefen Schlamm oder Wasser im Graben bleibt dem Besucher erspart. Der Alltag des Grabenkampfes wird mit sämtlichen relevanten Typen von Handgranaten und Faustfeuerwaffen, Grabendolchen und Keulen der beteiligten Armeen illustriert. Zur Orientierung derjenigen Besucher, deren Fantasie nicht ausreicht, sich die Wirkung dieser Waffen auszumalen, zeigt ein Foto in schockierender Drastik die Überreste eines von Handgranaten zerfetzten schottischen Infanteristen. Eine unangenehme Collage visualisiert die Gewalt und den Schrecken der Materialschlachten des Jahres 1916: Sie zeigt reale, durch Artillerietreffer zerstörte Waffen und Ausrüstungsgegenstände, deren Wirkung durch Fotos gefallener Soldaten verstärkt wird.

Dass der Soldatenalltag nicht nur aus Kampfhandlungen bestand, illustrieren Bilder von Soldaten auf dem »Donnerbalken« der improvisierten Feldlatrinen oder Fotos und Preislisten deutscher Frontbordelle. Eindrucksvoll betont die Ausstellung beispielsweise auch die kaum zu überschätzende Rolle der Tiere im Krieg. Von den Hunderttausenden im Kampf oder durch Krankheiten gestorbenen Transportpferden bis zur Rolle der Meldehunde und Brieftauben für die Kommunikation reicht das Panorama. Mit dem Kriegsende 1918 präsentiert die Ausstellung den Besuchern die bittere Bilanz des Kriegs mit etwa 10 Millionen Toten und 20 Millionen Verwundeten.



Das Original eines »Marne-Taxis« von Renault. Um den deutschen Vormarsch zu stoppen, transportierte die französische Regierung ihre Truppen unter anderem mit solchen Taxis an die Front.

Musée de l'armée in Paris

Die Ausstellung des Ersten Weltkriegs im Musée de l'armée in Paris unterscheidet sich inhaltlich nur in Nuancen von ihrem Ingolstädter Pendant. Sie erzählt die Geschichte aus französischer Perspektive, ist deutlich kleiner und sehr viel nüchterner gestaltet. Auf Inszenierungen und Erlebnisangebote wurde verzichtet. Ihre letzte Überarbeitung erfuhr die Ausstellung im Jahre 2006 und zeigt sich als solide Komposition zahlreicher Originalobjekte, Texte, Fotos, Karten und Dioramen. Die Ausstellungsfläche erstreckt sich auf zwei Etagen des Hauptgebäudes und umfasst vier Säle. Bereits deren Benennung lässt den ungebrochenen Zugang zur eigenen Militärgeschichte und damit auch einen kulturellen Unterschied erkennen. Zwei Säle wurden nach den französischen Heerführern Joffre und Foch benannt, einer ist dem »Poilu« gewidmet, dem gemeinen französischen Frontsoldaten des Großen Krieges. Ausstellungsräume »Falkenhayn«, »Hindenburg« oder »Landser« zu nennen, würde wohl keinem deutschen Kurator einfallen.

Im recht kleinen Saal »Elsass-Lothringen« wird auf das Thema eingestimmt. Die Wände sind von Historienbildern dominiert, die Ereignisse aus dem deutsch-französischen Krieg von 1870 zeigen. Die übrigen drei großen Säle sind durch Trennwände oder große Vitrinen in 16 kleinere thematische Kabinette unterteilt. Wie in Ingolstadt führt am Anfang jedes Kabinetts ein Text in das jeweilige Thema ein. Neben der französischen Fassung gibt es stets auch englische, deutsche und spanische Übersetzungen. Auch in Paris werden einige Filme zur Illustration eingesetzt, die Englisch unterteilt sind.

Insgesamt sechs Themenkabinette widmen sich ausführlich und differenziert der Vorkriegsgeschichte. Die chrono-



logische Struktur der Ausstellung zeigt sich dem Besucher deutlich durch in den Boden eingravierte Jahreszahlen. Im Saal »Joffre« öffnet sich nach Überschreiten der Jahreszahl »1914« das Sarajewo-Kabinett. Wie in Ingolstadt sorgt auch hier ein Filmbeitrag für die Vermittlung der essenziellen Informationen zu Attentat, Juli-Krise und Kriegsausbruch. In Text und Bild werden flankierend mit dem französischen »Plan XVII« und dem deutschen »Schlieffen-Plan« die unterschiedlichen strategischen Konzepte und die daraus folgenden Zwänge vorgestellt.

Eine geradezu mustergültige Visualisierung von Operationsgeschichte liefert die Rekonstruktion des Verlaufs der Marneschlacht durch die Projektion der Truppenbewegungen auf eine dreidimensionale, der Topografie der Landschaft entsprechende Karte. Ein originales Renault »Marne-Taxi« fungiert als Sinnbild der französischen Entschlossenheit, den deutschen Vormarsch zu stoppen. Durch die letzte Restaurierung 2005 wirkt das Fahrzeug allerdings fabrikneu und verströmt so nur wenig historische Aura. Es diente am 6. September 1914 mit rund 600 weiteren Taxen der raschen Verlegung von Truppen aus Paris an die Marne.

Im »Salle des Poilus« im Obergeschoss werden die Jahre 1915 bis 1917 gezeigt. Als »Poilu«, zu deutsch etwa der »Der Behaarte«, bezeichnete man im Vorkriegsfrankreich einen energischen Mann. Während des Krieges wurde der Begriff dann zum Synonym für den französischen Infanteristen. Im Mittelpunkt dieser Ausstellungseinheit stehen der Frontalltag im Grabenkrieg und die großen Materialschlachten des Jahres 1916 vor Verdun und an der Somme. Erst an diesem recht späten Punkt konfrontieren die Ausstellungsmacher ihr Publikum erstmals mit dem Tod auf dem Schlachtfeld. Schockierende Fotos von zerfetzten und verstümmelten Soldaten bedecken eine Ausstellungswand. In einer Reihe von vier Vitrinen stellen exemplarisch ausgewählte Kampfmittel die Facetten der Kampfhandlungen dar. Die Palette reicht dabei wie in Ingolstadt von diversen deutschen und französischen



Handfeuerwaffen bis zum Gaskrieg. Eine Art Waffenpark bildet das Zentrum des Kabinetts.

Die Form dieser Präsentation »en masse« richtet sich eher an das Fachpublikum, das bestimmte Geschütztypen oder Maschinengewehre einmal im Original sehen möchte. Für den Laien ist dies unergiebig, da die Objekte kaum Bezug zueinander haben. Durch die knappe Beschreibung sind sie zudem nur lose mit dem musealen Narrativ verbunden. Das ist bedauerlich, denn mit diesen Objekten hätten sich sowohl relevante technikgeschichtliche Aspekte der Waffenentwicklung erläutern, als auch Fragen nach der Wirkung auf ihre Opfer beantworten lassen. Den Heldenkult um die Jagdflieger dokumentiert die Vitrine »Die französischen Asse des Großen Krieges« relativ unreflektiert anhand der Uniformen von Adolphe Pégoud, Georges Guynemer und Roland Garros. Originale Flugzeuge des Krieges sucht man allerdings vergebens. Insgesamt wird dem Luftkrieg hier nicht sehr viel Beachtung geschenkt.

Uniformen der kriegführenden Mächte (Abb. oben) und das eingesetzte Waffenarsenal (Abb. unten) zählen zu den Schwerpunkten der Pariser Objektpräsentation.



Mit einer Geruchsstation sorgt die Dresdner Ausstellung dafür, dass das Schützengrabenaroma auch für die heutige Generation ein unvergessliches sensorisches Erlebnis bleibt.

Militärhistorisches Museum der Bundeswehr in Dresden

Die Ausstellung zum Ersten Weltkrieg befindet sich im chronologischen Teil des Museums, der in die Zeiträume von 1900 bis 1914, 1914 bis 1945 und 1945 bis heute aufgeteilt

Bei der Präsentation der Themen für den Ausstellungsbe- reich »1917« verliert die Ausstellung an Schwung. Zwar fasst der Einführungstext dieses ereignisreiche Jahr gekonnt zu- sammen, doch die Geschehnisse in Russland, der deutsche U-Bootkrieg, der Krieg in den Alpen oder der Kriegseintritt der USA müssen ohne herausragende Ausstellungsstücke auskommen. Während in Ingolstadt die Niederschlagung der Meuterei großer Teile des französischen Heeres nach der ver- heerenden Schlacht am Chemin des Dames 1917 beindru- ckend illustriert wird, geht die Pariser Ausstellung mehr auf die militärische Operation ein als auf die Folgen für die Moral der Truppe.

Im Saal »Foch« richtet sich der Blick auf das letzte Kriegs- jahr. Ein Film stellt die großen militärischen Operationen an der Westfront vor: die deutsche Frühjahrsoffensive, ihr Scheitern und den alliierten Gegenschlag, der letztlich zum Waf- fenstillstand führte. Die nebenstehende Vitrine zeigt die Attrappe eines deutschen Stoßtruppsoldaten und seines fran- zösischen Gegenübers. Beide führen mit der Maschinenpis- tole »Bergmann M18« und dem leichten Maschinengewehr »Chauchat« waffentechnische Neuerungen. Auf deren Funk- tionsweise und militärische Bedeutung für die Ausprägung der Infiltrations- und Stoßstrupptaktik im letzten Kriegsjahr wird aber nur knapp eingegangen. Die Rolle der auf alliierter Seite in immer größerer Zahl eingesetzten Panzer wird in die- ser Ausstellungseinheit nur skizziert. Anders als die Museen in Ingolstadt oder Dresden verfügt das Musée de l'armée aber mit dem »Renault FT 17« über einen originalen Panzer, nur steht dieser in einer Ecke des Innenhofs und ist damit losge- löst vom Ausstellungskontext. Einen Platz inmitten der Aus- stellung hätte er nicht nur aus konservatorischen Gründen verdient, schließlich war der FT 17 der erste Kampfwagen mit selbsttragender Panzerwanne und drehbarem Geschütz- turm. Diese Konstruktionsmerkmale weisen Kampfpanzer bis heute auf. Der Waffenstillstand wird mit der gleichen niederschmetternden Bilanz von Toten und Verwundeten wie in Ingolstadt illustriert. Die Ausstellung betont, wie bitter der Sieg für Frankreich war. Die Themen Trauer um die Toten und das Schicksal der Invaliden beherrschen das letzte Kabi- nett. Gipsabdrücke von verstümmelten Gesichtern schauen fast anklagend auf die gegenüber ausgestellten Paradeunifor- men von Pétain, Foch und Joffre.





Blick in die Dresdner Ausstellung.

ist. Dadurch wird die Vorgeschichte des Ersten Weltkrieges räumlich getrennt von der Abteilung »Zeitalter der Weltkriege 1914 bis 1945« gezeigt. Für die Dramaturgie des Ausstellungsbesuchs ist das etwas unglücklich. Die Ausstellung ist im Gegensatz zu den zwei vorher besuchten nicht linear aufgebaut. Der Besucher kann verschiedene Routen einschlagen und auf diese Weise unterschiedliche Schwerpunkte setzen.

Ein quadratisches Vitrinensystem durchzieht den Raum. Der Hauptweg der Gesamtausstellung führt außen an diesem Vitrinensystem vorbei. Knappe Übersichtstexte und Vitrinen geben Besuchern mit wenig Zeit oder mäßigem Interesse eine grobe inhaltliche Orientierung über die Ereignisse. Folgt man dieser Linie, so reduzieren sich die Informationen zum Ersten Weltkrieg auf eine kurze textliche Zusammenfassung seines Verlaufs, eine Medienstation und das Bild eines apokalyptischen Reiters in Form eines stilisierten deutschen Kavalleristen mit Stahlhelm und Gasmaske. Der damit vermittelte Widerspruch zwischen der traditionellen Truppengattung der Kavallerie und den Abgründen der industriellen Materialschlacht fasziniert und verstört.

Eine breite Öffnung im Vitrinensystem lädt dazu ein, sich näher mit dem Thema zu beschäftigen. Diese Präsentation ist sehr nüchtern gestaltet und besteht im Wesentlichen aus einer Abfolge von Vitrinen. Anfangs bietet deren Anordnung noch eine recht stringente Chronologie, die sie jedoch nicht konsequent beibehält. Schon bald kann der chronologische Teil durch einen Durchgang verlassen werden, der in sogenannte Vertiefungsräume führt, die sich den aus den beiden anderen Ausstellungen schon bekannten Querschnittsthemen widmen, wie dem Einsatz von Frauen, der Verwundetenversorgung, Besatzungsherrschaft, Kriegsökonomie und -propaganda. Diese Vitrinen erstrecken sich über etwa 30 Meter. Parallel dazu verläuft eine weitere Vitrinenreihe, die dieselben Themen für den Zweiten Weltkrieg vertieft. Diese unkonventionelle Form des Ausstellungsaufbaus kann zu Orientierungsproblemen und Frustrationserfahrungen bei jenen Besuchern führen, die zuerst die in diesem Ausstellungsteil versprochene Chronologie des Ersten Weltkrieges nachvollziehen wollen.

Nicht nur die Ausstellungsarchitektur, auch deren inhaltliche Schwerpunkte unterscheiden sich von den beiden an-

deren Ausstellungen. Die chronologische Darstellung der Ereignisse ist sehr viel knapper gehalten. Waffen und Militaria spielen insgesamt eine wesentlich kleinere Rolle. So bleibt zum Beispiel die in Paris und Ingolstadt anhand relevanter Typen vermittelte Bedeutung der Artillerie hier ohne entsprechendes Ausstellungsstück. Ein Heerestransportwagen und die Gondel eines Beobachtungsballons sind dann auch die einzigen Großexponate. Die unterschiedliche Akzentuierung zeigt sich auch an folgendem Beispiel: Vier Jahre Grabenkrieg an der Westfront handelt die Ausstellung lediglich in zwei Vitrinen ab, der Kampf im Osten wird sogar noch cursorischer dargestellt. In den beiden anderen Häusern werden die einzelnen Kampfhandlungen an den wichtigsten Fronten sehr viel ausführlicher behandelt.

Der Reiz der Dresdner Ausstellung liegt dann auch eher in der Wahl der ausgestellten Objekte, deren Relevanz für die Darstellung sich zuweilen erst auf den zweiten Blick erschließt. Dies führt ebenso zu dem einen oder anderen Überraschungsmoment wie die häufige Heranziehung nicht originär militärischer Objekte zur Illustration des Krieges. Dazu kommen einige originelle Vermittlungsideen. So lockern in unregelmäßiger Abfolge parallele Biografien die Abfolge der Themen auf und regen zum Nachdenken an. Als Beispiel seien hier Generalfeldmarschall Paul von Hindenburg und der Artillerist Charles Kuentz genannt. Im Kontrast zu Hindenburgs Rolle in der deutschen Geschichte zeigt die Biografie des Elsässers Kuentz auf fast absurde Art die Auswirkungen von Krieg und Nationalismus auf individueller Ebene. Der 1897 im damals deutschen Elsass geborene Kuentz diente von 1916 bis zum Kriegsende in der preußischen Armee. 1919 kehrte er in das nun wieder französische Elsass zurück und wurde französischer Staatsbürger und Postbeamter. 1940 zog ihn die französische Armee ein. Nach der Niederlage Frankreichs wurde das Elsass wieder deutsch und damit auch Charles Kuentz, dessen Sohn wiederum als 17-Jähriger zur Waffen-SS eingezogen wurde und 1944 fiel.

Ebenfalls eingelassen in die Vitrinensysteme finden sich hinter Türen einige Erlebnisangebote. So lädt die Station »Wie riecht der Krieg?« dazu ein, auf Knopfdruck das rekonstruierte Aroma des Schützengrabens sinnlich zu erfahren. Geboten wird eine herbe Mischung, die Verwesungsgeruch, Giftgas, Schlamm und feuchte Uniformen zum Vorbild hat.



Bild oben: Intensiver Medien-einsatz prägt die Ausstellung in Ypern.

Bild rechts: Eine von vielen Videostationen. Hier doziert ein Schauspieler in der Rolle Fritz Habers über den Gas-krieg.



Eine andere Station sensibilisiert für die immer schlechtere Versorgung der Zivilbevölkerung. Durch Einführen der jeweils passenden Lebensmittelkarten in ein Schloss öffnen sich kleine Fächer mit den entsprechenden Tagesrationen an Kohlrüben oder Fett. Die generelle Komposition aus Überblicks- und Objekttexten gleicht der in den anderen Häusern. Sämtliche Texte wurden ins Englische übersetzt. Ganz der aktuellen Tendenz in der Ausstellungsgestaltung entspricht der hohe Anteil von Medienstationen. Sie zeigen überwiegend zeitgenössisches Bildmaterial, das entweder historische Zusammenhänge oder vertiefende Informationen zu den Objekten liefert.

In Flanders Fields Museum in Ypern

Die westflandrische Stadt Ypern wurde während des Ersten Weltkriegs vollständig zerstört. Vom Herbst 1914 bis 1918 verlief die Front in einem Bogen östlich der Stadt. Dieser »Ypern-Bogen« war Schauplatz von vier großen »Flandernschlachten« in den Jahren 1914, 1915, 1917 und 1918, in denen mehrere Hunderttausend Soldaten getötet und verwundet wurden. Auch wenn Ypern wieder vollständig aufgebaut wurde und auf den ersten Blick einen pittoresken Eindruck vermittelt, ist es vom Krieg nachhaltig geprägt. Eine Vielzahl von Erinnerungsorten und Soldatenfriedhöfen finden sich in der Stadt und in ihrem Umfeld. Täglich wird eine Gedenkzeremonie für die Gefallenen des Großen Krieges abgehalten. Die Nachfahren der vor Ypern eingesetzten britischen, kanadischen, australischen und neuseeländischen Truppen stellen die Mehrzahl der Touristen.

Der kanadische Offizier John McCrae schrieb hier 1915 eines der im angelsächsischen Sprachraum bekanntesten Gedichte über den Ersten Weltkrieg. Dessen Titel gab dem im Juni 2012 in überarbeiteter Form wiedereröffneten Museum seinen Namen. Die in der ersten Textzeile »In Flanders fields the poppies blow« genannten Klatschmohnblüten (engl. poppy) entwickelten sich darüber hinaus in den Ländern des Commonwealth rasch zum Symbol des Gedenkens für die Opfer des Krieges.

Das Museum befindet sich im Obergeschoss der großen Tuchhalle, mitten im Stadtzentrum. Sämtliche Ausstellungstexte und Medienbeiträge sind in niederländischer, französischer, englischer und deutscher Sprache verfügbar. Jedes der

vier Kriegsjahre definiert einen Ausstellungsteil. Querschnittsthemen wie Verwundetenversorgung, Tiere im Krieg, Luftkrieg werden, wie in den anderen Häusern auch, in diese Chronologie eingestreut.

Am Eingang erhält der Besucher ein Plastikarmband in Form einer von stilisiertem Stacheldraht gehaltenen Mohnblüte. Im Inneren des Armbands steckt ein Transponder. Zahlreiche Medienstationen in der Ausstellung lassen sich durch die Annäherung des Armbandes aktivieren. Folgt man der Aufforderung am Eingang und gibt Alter und Nationalität an, erscheinen an speziellen Stationen ausgewählte Biografien. Ein deutscher Besucher um die 40 lernt etwa den späteren Bundeskanzler Ludwig Erhard als Teilnehmer der letzten Flandernschlacht kennen und erfährt von dessen Arm- und Beinverletzung im September 1918. Hiermit ist pars pro toto schon die gesamte Ausrichtung des Museums charakterisiert. Der Besucher wird emotional angesprochen und das Augenmerk liegt auf der Vermittlung der Wirkung des Krieges auf das Individuum. Die stark inszenierten Räumlichkeiten wirken gleichsam als Gegenentwurf zu den nüchternen Präsentationen in Paris und Dresden. In der Erzeugung einer intensiven Besuchsatmosphäre übertrifft das In Flanders Fields Museum sogar die Ausstellung in Ingol-

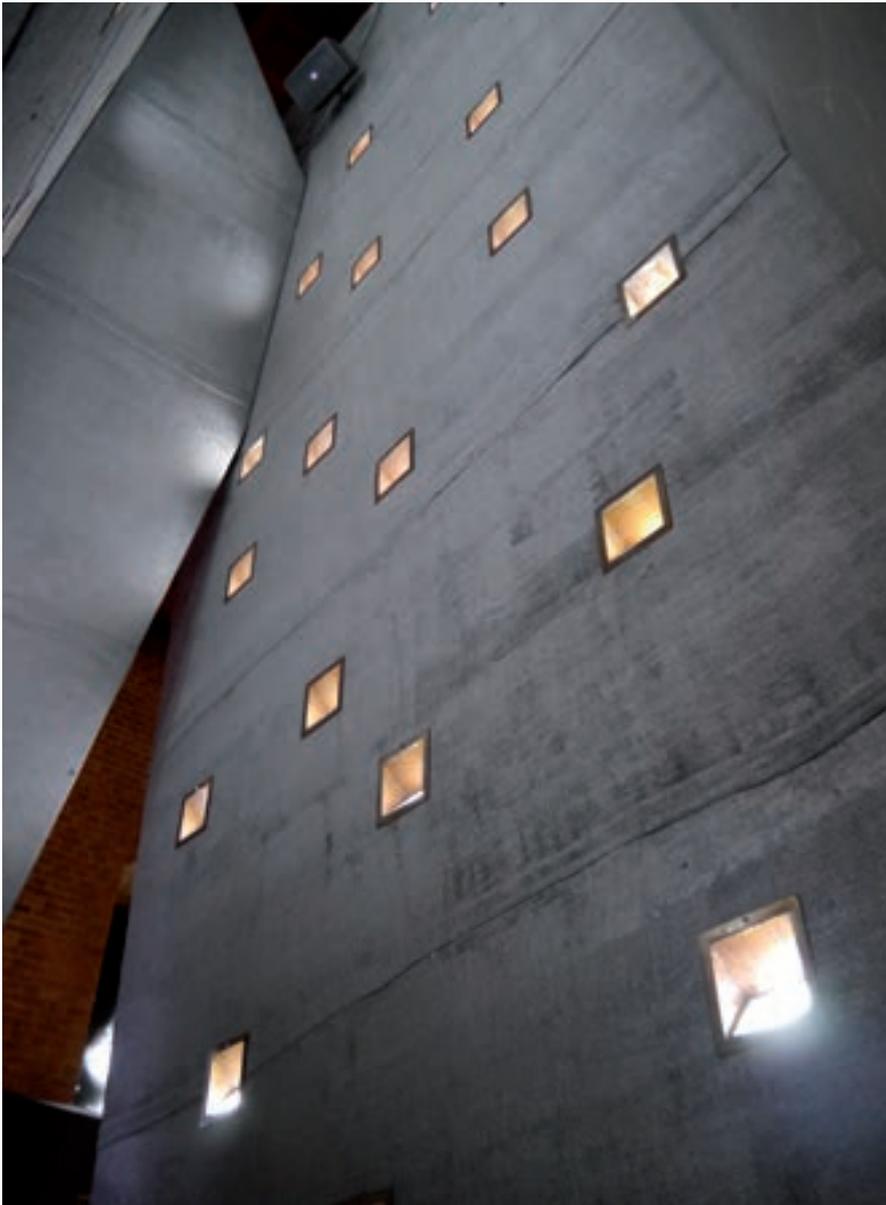


Bild links: Blick ins Innere eines der schwarzen Kabinette. Die Bilder vom Grauen des Krieges sieht nur, wer in die beleuchteten Nischen schaut.

stadt. Während die drei zuvor besuchten Häuser von einer kontemplativen Ruhe geprägt waren, ist der Besucher in Ypern allerlei akustischen und optischen Reizen ausgesetzt. Einige Beispiele mögen den hier gewählten Vermittlungsansatz skizzieren.

Über die gesamte Ausstellungsfläche verteilt finden sich Videoinstallationen. In einer Dauerschleife treten darin Schauspieler in historischen Kostümen auf, die die Berichte von Zeitzeugen vortragen. So erfährt der Besucher vom Schicksal eines Bürgers von Ypern, der mit seiner Familie vor den deutschen Truppen nach Frankreich flieht, wird von Fritz Haber über die militärischen Vorzüge des 1915 bei Ypern eingesetzten Giftgases unterrichtet oder erfährt von den Versuchen des amerikanischen Neurochirurgen Harvey Cushing, Granatsplitter mittels Elektromagneten aus den Gehirnen verwundeter Soldaten zu entfernen.

Das Grauen des Grabenkriegs im ewigen Schlamm der flandrischen Äcker ist das zentrale Thema des Museums. Das aus den anderen Häusern bereits bekannte Bestiarium der



DER AUTOR

Ralph Burmester M.A.

studierte Neuere Geschichte mit dem Schwerpunkt Militärgeschichte an der Universität Münster. Seit 2002 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Museum Bonn. Dort kuratierte er von 2009 bis 2013 eine vierteilige Ausstellungsreihe zu herausragenden Naturwissenschaftlern. Für diesen Artikel konnte er seinen Studienschwerpunkt mit seiner praktischen Ausstellungserfahrung verbinden.

Nahkampfmittel findet sich in aller Ausführlichkeit auch hier und wird noch um einen 1916 bei Ypern eingesetzten Flammenwerfer erweitert. Im Zentrum der Ausstellung stehen – erhöht auf einem Podest – ein Artilleriegeschütz, ein Maschinengewehr und ein Pferd. Alle drei spielten auf dem Gefechtsfeld eine herausragende Rolle. Im Unterschied vor allem zu den Ausstellungen in Ingolstadt und Paris wird die Funktionsweise der ausgestellten Waffen nicht näher erläutert, wohl aber deren Bedeutung für die Kampfhandlungen und ihre Wirkung.

Das Thema Verstümmelung und Tod wird, wie in den anderen Häusern auch, durch zeitgenössische Fotografien illustriert. In Ypern hat der Besucher allerdings die Wahl, ob er sich mit diesen unangenehmen Dokumenten konfrontieren möchte, denn sie befinden sich in hohen, schwarzen Kabinetten und sind nur nach deren Betreten zu sehen.

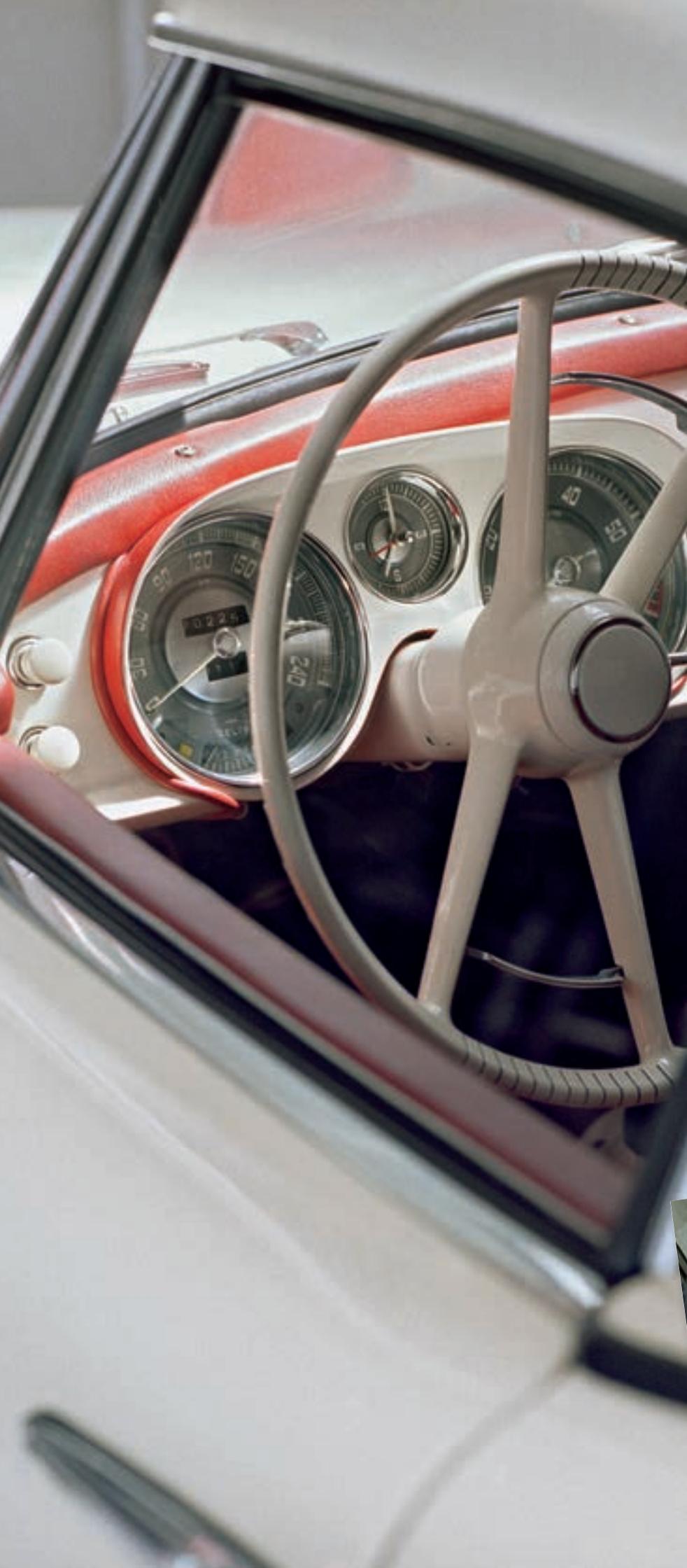
Ein sehr eindrückliches, wiederkehrendes Element der Ausstellung sind Vitrinentrios, in denen jeweils das Schicksal eines britischen, eines deutschen und eines französischen Soldaten vorgestellt wird. Allen gezeigten Lebenswegen ist gemein, dass sie auf Flanderns Feldern gewaltsam endeten.

»Krieg gehört ins Museum«, propagiert das Heeresgeschichtliche Museum in Wien. Diesem humanistischen Wunsch stimmt man nur allzu gern zu. Als Resultat dieser Bestandsaufnahme lässt sich darüber hinaus feststellen, dass der Erste Weltkrieg im Museum sehr gut aufgehoben ist. Als wesentliche Ergänzung des Museumsbesuchs sei abschließend noch der Gang über das Schlachtfeld von Verdun angeraten. Anders als die westflandrische Ebene sind die Höhenzüge im Norden und Nordosten von Verdun bis heute von den erbitterten Kämpfen geprägt, die dort vor allem 1916 tobten. Hier, in den düsteren Stollen der Forts Douaumont und Vaux oder auf den von Granattrichtern zerfurchten Höhenzügen »304« oder »Toter Mann« wird der Abgrund noch deutlich spürbar, in den die Welt 1914 fiel. ■■

Zum Weiterlesen:

Thomas Thiemeyer, *Fortsetzung des Krieges mit anderen Mitteln, Die beiden Weltkriege im Museum*, Paderborn 2010.

Horst Rohde, Robert Ostrovsky, *Militärgeschichtlicher Reiseführer Verdun*, 4. Aufl., Berlin 2008.



Deutsches Museum



INTERN

- **Neues aus dem Freundes- und Förderkreis**
- **Museumsinsel**
Bibliotheksrecherche
Kultur&Technik bei TELI
Die Aura des Originals

Der Terminkalender Juli bis Oktober 2014 liegt dieser Ausgabe bei. Aktuelle Termine finden Sie auch unter:
www.deutsches-museum.de/information/kalender



Museumsinsel

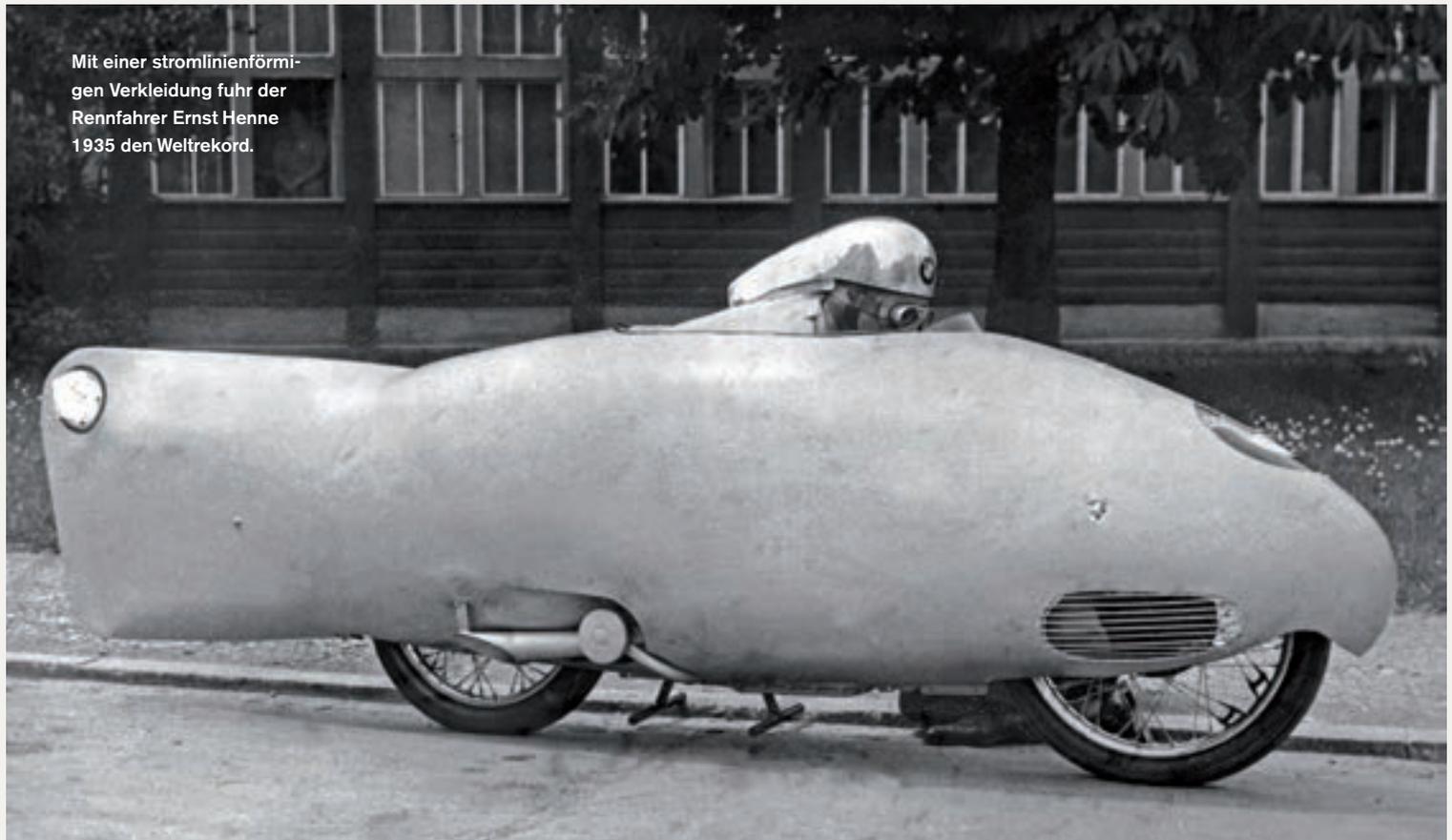
Verkehrszentrum

Flugwerft Schleißheim

Deutsches Museum Bonn

Alle aktuellen Veranstaltungen finden Sie in unserem Quartalsprogramm.

Die Geschichte des Museums ist die Geschichte seiner Freunde



Mit einer stromlinienförmigen Verkleidung fuhr der Rennfahrer Ernst Henne 1935 den Weltrekord.

Der Gründerkreis der Zukunftsinitiative Deutsches Museum baut auf eine lange, bis zu den Anfängen des Museums reichende Tradition auf. Zum Abschluss unserer Serie die historischen Wurzeln von BMW und vom Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum.

»Die Geschichte des Museums ist die Geschichte seiner Freunde«, fasst Wilhelm Füßl das Nachdenken über die historischen Wurzeln des Gründerkreises der Zukunftsinitiative zusammen. Während sich allerdings bei allen Gründerkreis-Mitgliedern meist höchst persönliche Verbindungen zum Gründer Oskar von Miller herstellen lassen, taucht BMW erst erstaunlich spät in den Annalen auf. Erst am 1. Mai 1925, also knapp

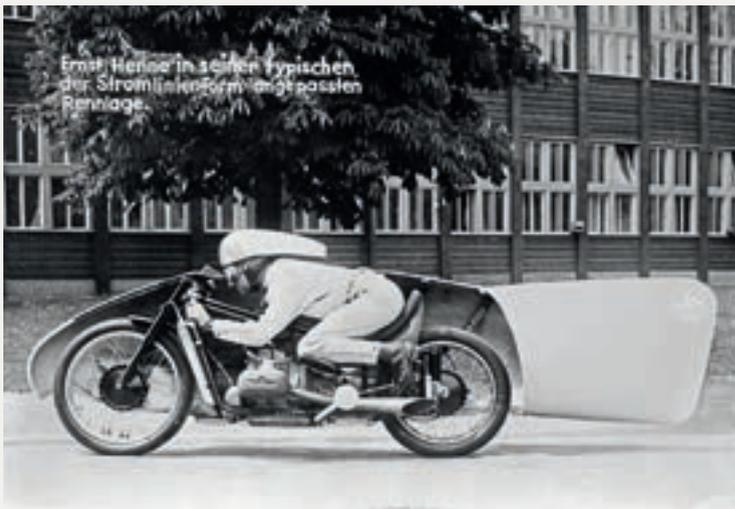
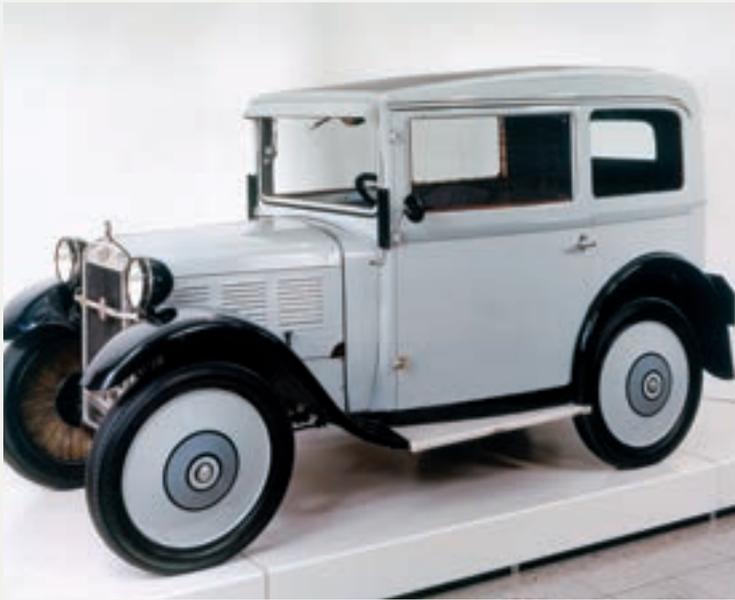
vor der Eröffnung des Museums, findet man endlich eine Objektspende, ein BMW-Tourenrad mit vollständiger Bereifung. »So nach dem Motto, ein Deutsches Museum ohne BMW? Das geht dann doch wieder nicht«, interpretiert Archivleiter Füßl die Daten. Danach allerdings hat der Konzern das Seine zu den Meisterwerken der Technik und Naturwissenschaft beigetragen: Etwa das Motorrad Henne, das Originalfahrzeug des berühmten Rennfahrers Ernst Henne, der damit 1935 den Weltrekord erzielte, sowie einen BMW-Dixi-Wagen aus dem Jahr 1932, ein absolutes Kultobjekt – man stellt sich sofort vor, wie die junge Marlene Dietrich in Berlin aus dem Auto steigt. Außerdem findet sich in der Ausstellung im Verkehrszentrum

auch noch ein ganz frühes Kunststoffauto, und natürlich verfügt das Museum über eine ganze Reihe von Flugzeugmotoren, sie repräsentieren die Anfänge des Unternehmens, das sich ab 1917 zuerst in der Flugzeugindustrie einen Namen gemacht hatte. Da es – man möchte es kaum glauben – keine persönlichen Kontakte der BMW-Vorstände zu Oskar von Miller gab, ist es umso erfreulicher, dass der jetzige Vorstandsvorsitzende Norbert Reithofer dem Gründerkreis angehört und sich dort ganz besonders für das neue Forum der Zukunft einsetzt.

Bayerischer Bauindustrieverband, Knorr Bremse, Linde, MAN, Bosch, Siemens, Thyssen-Krupp und BMW – ein Gründerkreis mit historischen Wurzeln, die Museumsgeschichte

geschrieben haben. Und der Freundes- und Förderkreis, der mit seinen fast 300 Mitgliedern ebenfalls zum Gründerkreis der Zukunftsinitiative Deutsches Museum gehört? Seine historischen Wurzeln reichen direkt zu Oskar von Millers Museumskonzeption zurück, denn der geniale Netzwerker wusste eines ganz genau – es ist ein Satz, den der heutige Generaldirektor Wolfgang Heckl stets betont –, »so ein Museum kann man nur mit vielen guten Freunden stemmen«.

Schon damals saßen Freunde auch in den Leitungsgremien des Museums. Die Jahresversammlungen des Ausschusses waren in den Jahren 1925–1932, also zu Lebzeiten des feierfreudigen Gründers, Riesenfeste mit 1000 Leuten. 600–700 Mit-



gliedert zählte dieser Ausschuss – das heutige Museumskuratorium immerhin noch an die 400 –, in den man durch Wahl oder einen kräftigen Spendenbetrag hineingelangen konnte. »Da waren praktisch alle Vorstände der wichtigen Industrieunternehmen Deutschland dabei, am ersten Tag gab es ein Konzert oder eine Oper, am zweiten Tag die Sitzungen und dann blieben die meisten noch ein bis zwei Tage in München, um Geschäfte zu machen.« Der Einsatz für das Museum lohnte sich also damals schon.

Vielleicht sollte man heute Oskars Idee wieder aufgreifen und das Stifterbuch mit all den Spendeneinträgen öffentlich ausstellen.

Oskars durchaus taktisch zu nennender Gedanke, erklärt sein Bio-

Abb. oben: Ein Kultobjekt war der BMW-Dixi-Wagen aus dem Jahr 1932.

Abb. unten: Ernst Henne auf seinem BMW Tourenrad.

graf Wilhelm Füßl, sei gewesen, dass er »so den Leuten vor Augen geführt hat, »es liegt an Euch, dass die Idee weiter wächst«. Und dann bekennt der langjährige Leiter des Museumsarchivs, wie »millerisch« man im Museum bis heute denkt. »Das Museum ist schon speziell, man ist einfach geprägt, geprägt von all den Oskar-Geschichten und herausgefordert, so erfinderisch zu sein wie er. Wenn mir jemand einen Nachlass für das Archiv anbietet, sag ich im fünften Satz, »aber kaufen können wir's nicht«, und nach einer

Schrecksekunde auf der anderen Seite, »aber so haben Sie es bestimmt auch nicht gemeint«. Das Museum hat eben Freunde, und Freunde schenken Objekte, Nachlässe und wichtige Dokumente, sie spenden Unsummen oder sie dichten und schreiben für das Museum, wie schon zu Oskars Zeiten die Brüder Hermann und Eugen Roth. Sie mussten für die Jahresversammlungen Theaterstücke reimen und in gedichteten Broschüren zum Spenden aufrufen. Diesen Part erfüllt heute Bayerns Starkabarettist Wolfgang Krebs, der noch jedes Fest des Freundes- und Förderkreises auf das Köstlichste mit Strauß, Stoiber & Co bereichert hat.

Monika Czernin

Unterstützen Sie den Freundeskreis des Deutschen Museums!

Jahresbeitrag:

- ▶ 500 Euro für persönliche Mitgliedschaften
- ▶ 250 Euro für Juniormitgliedschaften (bis 35 Jahre)
- ▶ 2500 Euro für Mitgliedschaften mittelständischer Unternehmen nach EU-Norm
- ▶ 5000 Euro für Mitgliedschaften großer Unternehmen

Kontakt:

Freundes- und Förderkreis
Deutsches Museum e. V.
Museumsinsel 1 · 80538 München

Ihre Ansprechpartnerin:

Claudine Koschmieder
Tel. 089/2179-314
Fax 089/2179-425
c.koschmieder@
deutsches-museum.de

Bibliotheksrecherche am Computer – von Grund auf erklärt

Sie sind nicht vertraut mit der Recherche im Internet? Sie haben keinerlei Erfahrungen mit modernen Online-Katalogen von Bibliotheken?

Dann lassen Sie sich's zeigen: Wir demonstrieren Ihnen von Grund auf, wie Sie sich am Computer auf den Benutzeroberflächen heutiger Bibliothekskataloge zurechtfinden und effektiv Literatur suchen können.

Wann? Am Freitag, 29. August um 15 Uhr.

Wo? Treffpunkt im Foyer der Bibliothek des Deutschen Museums

Ansprechpartner für Rückfragen: Benedikt Marchand, Tel. 2179-226, E-Mail: b.marchand@deutsches-museum.de

Bibliotheksrecherche am Computer – Tipps und Tricks

Sie möchten wissen, wie Sie Ihre Literaturrecherche verbessern können, z. B.

- die Schlagwortsuche effektiv nutzen
- nach Zeitschriftenaufsätzen recherchieren
- übergeordnete Kataloge und Bibliographien einbeziehen etc.?

Dann sind Sie hier richtig. Die Veranstaltung baut auf die Einführung »Bibliotheksrecherche am Computer – von Grund auf erklärt« auf, kann aber von jedem Interessierten besucht werden.

Wann? Wahlweise am Dienstag, 2. September um 10 Uhr, oder Freitag, 5. September um 15 Uhr.

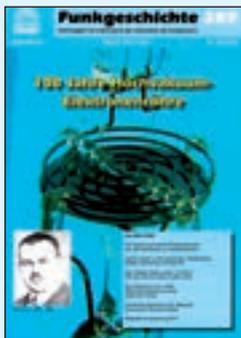
Wo? Treffpunkt im Foyer der Bibliothek des Deutschen Museums
Anmeldung ist nicht erforderlich.

Ansprechpartner für Rückfragen: Benedikt Marchand, Tel. 2179-226, E-Mail: b.marchand@deutsches-museum.de



Funkgeschichte ist Kulturgeschichte

Kommunikation ist wahrscheinlich die wichtigste Voraussetzung für die Entwicklung der Kultur in unserer Gesellschaft. Seit mehr als hundert Jahren werden physikalische Effekte der Elektrizität zur Kommunikation genutzt, und seit Anfang des 20. Jahrhunderts gibt es die drahtlose Übertragung mit Hochfrequenzwellen, damals mit Hilfe von Funken erzeugt. Seitdem hat die Funktechnik unsere Gesellschaft und Kultur beeinflusst und wesentlich verändert. Radio und Fernsehen gäbe es ohne sie nicht. Die Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF e.V.) hat sich seit 35 Jahren zur Aufgabe gemacht, die Geschichte des Funkwesens zu erforschen und die dabei gewonnenen Erkenntnisse zu veröffentlichen. Neben Büchern gibt die GFGF deshalb die Mitgliederzeitschrift „Funkgeschichte“ heraus, die nicht nur die technische Entwicklung, sondern auch den jeweiligen zeitgeschichtlichen Hintergrund beschreibt. Die GFGF mit mehr als 2000 Mitgliedern fördert u. a. finanziell funkhistorische Projekte, arbeitet mit Museen zusammen und unterhält ein bedeutendes Archiv, in dem alle thematisch relevanten Publikationen und Dokumente gesammelt, erfasst und für jedermann für die Forschung sowie Rechercheanfragen zur Verfügung gestellt werden.



Fordern Sie ein kostenloses Probeheft der „Funkgeschichte“ an!

GFGF e.V.
Böcklinstr. 4
60596 Frankfurt
www.gfgf.org
archiv@gfgf.org

Auf ca. 300 Regalmetern sind im Archiv der GFGF e.V. untergebracht:

- 40.000 technische Unterlagen / Schaltpläne
- mehr als 2000 Zeitschriftenjahrgänge
- ca. 6000 Bücher und z.T. einzigartige funkhistorische Publikationen



KULTUR & TECHNIK ZU GAST BEI »TELI«

Der Erste Weltkrieg

Diskussionsveranstaltung im Münchner PresseClub



Die TELI ist weltweit die älteste Journalistenvereinigung für wissenschaftlich-technische Publizistik. Gegründet 1929 in Berlin, stellt sie den öffentlichen Dialog über technische Entwicklungen in den Mittelpunkt ihres Wirkens. Sie lädt bis heute jeden letzten Dienstag im Monat zur Vorstellung und Diskussion überwiegend technischer Themen zum Jour fixe in den Internationalen PresseClub München. Gast der Mai-Veranstaltung 2014 war Sabrina Landes, Redaktionsleiterin des Magazins *Kultur & Technik*. Die Journalistin stellte die Ausgabe »Technik im Ersten Weltkrieg: Zerstörung und Innovation« vor. Sie beschrieb die Entstehungsgeschichte als Gratwanderung zwischen der »Technik-

phorie jener Zeit, der das Deutsche Museum seine Existenz sowie viele Exponate verdankt, und den Lehren, die die nachfolgenden Generationen aus der Tragödie ziehen müssen«. Sie verwies u. a. auf den einführenden Artikel des Technikhistorikers Helmuth Trischler, der zwischen dem Krieg als Innovationsmotor (US-Historiker Ian Morris) und Fortschrittsbremse (UNO) abwägt. Der Moderator des Abends, Journalist und TELI-Vorstandsmitglied Wolfgang C. Goede, schlug die Brücke ins 21. Jahrhundert. Unter den heutigen Wissenschafts- und Technik-Journalisten sei die Homo-faber-Denkart weit verbreitet. »Unsere Aufgabe ist aber nicht die unkritische Vermittlung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, sondern die Suche nach Gegenpositionen zu den Technokraten mit dem Ziel, eine kritische Öffentlichkeit herzustellen«, gab er zu bedenken. Dazu hat die TELI ein neues journalistisch-kommunikatives Format ins Leben gerufen: die Wissenschaftsdebatte. Auf dem EuroScience Open Forum ESOF 2014 in Kopenhagen wird sie sich der Nanotechnologie annehmen – unter Beteiligung der Nano-Forscher des Gläsernen Labors im Deutschen Museum. *Nina Eichinger*

weniger = MEHR!

Die »TELI« experimentiert mit neuen Themen, Methoden, Bündnissen. Das bringt die diesjährige Leuchtturmveranstaltung zum Ausdruck. Der Titel »weniger = MEHR! Wege aus der Stress- und Angstfalle« begleitet den traditionellen Münchner Klimaherbst. Die TELI-Veranstaltung leuchtet die psychosoziale Komponente von Wirtschaftswachstum und Konsum aus. Der Psychotherapeut Professor Dr. Markos Maragos stellt den Zusammenhang her zwischen unserem Arbeitsstil und dem Ausbruch von Ängsten, Depressionen, Burnout. Eine versierte Moderatorin sucht gemeinsam mit dem Publikum nach Gegenstrategien gegen diese neuen Volkskrankheiten.

Montag, 20. Oktober, 18.30 bis 21 Uhr im Münchner PresseClub, Marienplatz 22, 4. Stock. Veranstaltet von der TELI, Netzwerk Gemeinsinn, Münchner Angstselbsthilfe MASH.

PUBLIKATIONEN IM DEUTSCHEN MUSEUM

Preprint 10

Denis Lomtev's Edition der Notizbücher des Musikinstrumentenbauers Karl Wirth



Im Rahmen seines dreimonatigen Aufenthalts als Scholar in Residence im Deutschen Museum publizierte der Moskauer Musikwissenschaftler Dr. Denis Lomtev im Frühjahr 2014 in der elektronischen Schriftenreihe Deutsches Museum PREPRINT eine sehr interessante Handschrift aus dem Museums-Archiv: Karl Wirths Notizbücher: Ideenwelt eines Musikinstrumentenbauers.

Die gute wirtschaftliche Lage Russlands in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hatte sich auch auf die einheimische Musikinstrumentenherstellung günstig ausgewirkt. Sie zog vorzugsweise Instrumentenbauer aus Deutschland an, deren Errungenschaften zu einem festen Bestandteil des deutsch-russischen Technologietransfers wurden.

Die gute wirtschaftliche Lage Russlands in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hatte sich auch auf die einheimische Musikinstrumentenherstellung günstig ausgewirkt. Sie zog vorzugsweise Instrumentenbauer aus Deutschland an, deren Errungenschaften zu einem festen Bestandteil des deutsch-russischen Technologietransfers wurden.

Der in Augsburg geborene und seit ca. 1825 in St. Petersburg ansässige Instrumentenbauer Karl Wirth gilt als bedeutender Repräsentant dieses Aus-

tauschs. Die drei von ihm verfassten Notizhefte ermöglichen einen tiefen Einblick in seine Arbeit und liefern in Beschreibungen und Zeichnungen zudem zahlreiche Details zum Instrumentenbau der damaligen Zeit, vor allem zum Orgel-, Klavier- und Aeolodikonbau sowie zu Modeinstrumenten wie Orphika, Nagelgeige und verschiedenen Friktionsinstrumenten, also Instrumenten, die durch Reibung zum Erklingen gebracht werden.

Die von Lomtev erschlossenen Notizbücher zählen zu den wenigen Originalquellen dieser Art, die sich erhalten haben, und stellen ein wesentliches Dokument ihrer Epoche dar. Nicht zuletzt erhellen sie die Ideen- und Gedankenwelt Wirths, über den bisher wenig bekannt war.

Die Edition besteht aus zwei Teilen: einem Faksimile der Notizbücher in Teil 1, und deren Transkription mit Erläuterungen des Autors und der ersten Biografie Karl Wirths in Teil 2. Beide sind kostenfrei abrufbar auf den Seiten der Forschungspublikationen der Museums-Homepage:

www.deutsches-museum.de/verlag/aus-der-forschung/preprint/

Denis Lomtev, *Karl Wirths Notizbücher: Ideenwelt eines Musikinstrumentenbauers*, Deutsches Museum, München 2014, Teil 1: 167 S., Teil 2: 106 S.

Dorothee Messerschmid-Franzen

Die Aura des Originals

Studie über Wirkung von authentischen Museumsobjekten

Authentische, originale Objekte sind seit jeher die Stars der meisten Museen und Ausstellungen. Wissenschaftler des Deutschen Museums in München und des Leibniz-Instituts für Wissensmedien (IWM) in Tübingen haben nun versucht, das Geheimnis um die sprichwörtliche Aura jener Originale zu lüften. In einer kürzlich veröffentlichten Studie kommen sie zu einem überraschenden Ergebnis: Technische Details und Einblicke in die Funktionsweise der ausgestellten Objekte stehen bei den meisten Besuchern eines Museums für Wissenschaft und Technik deutlich höher im Kurs als ihre Originalität.

Das bedeutet jedoch nicht, dass in Zukunft alle Originale durch Nachbildungen ersetzt werden können. Denn die Ergebnisse der Studie zeigen auch, dass für technisch versierte Besucher nur Originale in der Lage sind, verlässliche technische Details und Hinweise zur Funktionsweise der Objekte zu vermitteln. Im Rahmen der Zukunftsinitiative des Deutschen Museum werden in den Ausstellungen die aktuellsten Erkenntnisse aus der historischen Forschung sowie neueste Aspekte der Museumspädagogik und -didaktik umgesetzt. Die Studie über die Wirkung von authentischen Museumsobjekten ist dabei nur eine Maßnahme unter vielen, um dieses Ziel zu erreichen.



Eine Studie über die Wirkung authentischer Museumsobjekte zeigt, dass die Verknüpfung von Originalen mit Modellen oder digitalen Demonstrationen zukünftig an Bedeutung gewinnen wird. Im Bild zu sehen ist eine gentechnisch veränderte Ziege vor der Gentest-Station im Zentrum Neue Technologien.

Zum Weiterlesen

C. Hampp, S. Schwan, *The role of authentic objects in museums of the history of science and technology: Findings from a visitor study*. *International Journal of Science Education. Part B: Communication and Public Engagement*, München 2014.



Witzonkel



Ein Briefkasten ist heutzutage ja ein Altpapiercontainer. Das, was darin landet, ist bereits in druckfrischem Zustand nichts als Müll. Werbung, Werbung, Werbung. Infopost, Kataloge, Sonderangebote. Ich möchte wetten, dass sich ein Großteil des bedruckten Papiers in dieser Republik in einer ewigen Recyclingschleife befindet. Es wird bedruckt, es wird in einen Briefkasten transportiert, von dort geht es ungelesen in die blaue Tonne, von der blauen Tonne in die Wiederaufbereitung, dann wieder in den Druck und dann, naja, und so weiter ... Nur ein Beispiel. Ich bekomme mindestens alle zwei Wochen von Kabel Deutschland eine Werbung ins Haus für einen DSL-Anschluss oder so was zu angeblich sensationellen Preisen. Ich öffne diese Briefe schon seit Jahren nicht mehr. Und wenn ich nur 50 Cent an Kosten pro Brief ansetze, dann dürften die bereits rund 200 Euro Porto an mich verschwendet haben. Ich habe es längst aufgegeben, solchen Unternehmen mitzuteilen, dass sie mich aus ihrem Verteiler streichen können. Das habe ich früher getan – mit dem Ergebnis, dass ich dann nur noch mehr Post mit noch viel sensationelleren Angeboten bekam. Dass diese Unternehmen nicht längst wegen Misswirtschaft vom Markt verschwunden sind, ist mir ein Rätsel. Eines Abends sagte ich zu Fräulein Schröder: »Morgen schraube ich den Briefkasten ab. Den brauchen wir nicht. Ich male einen Pfeil, der zeigt direkt auf die blaue Tonne vor der Garage, der Postbote weiß dann schon.« »Aber das kannst du nicht machen«, sagte Fräulein Schröder besorgt, »manchmal ist ja auch eine Rechnung dabei oder eine Postkarte.« Ich sagte: »Lieber soll der Gerichtsvollzieher kommen und das Geld von ausstehenden Rechnungen eintreiben, als dass ich weiterhin jeden Tag den Briefkasten öffne, immer wieder in der enttäuschten Hoffnung auf einen schönen Brief, adressiert mit einer schönen, geschwungenen Handschrift.« Fräulein Schröder prüfte mit dem Zeigefinger die Erde ihres Basilikums. »Wann hast du denn so deinen letzten Brief geschrieben?«, wollte sie wissen. »Wann deine letzte Postkarte?« »Wann ich meinen letzten Brief geschrieben habe? Das willst du wissen?« Ich musste da ein klein wenig überlegen. »Warte, das kann ich dir genau sagen. Das war – das war – wann war das noch mal? – also das muss – ja genau – jetzt hab ich's – das war, als der Benno Vater wurde. Da hab ich denen zur Geburt von – wie heißt der Junge noch mal? – da hab ich denen jedenfalls brieflich gratuliert. Ist also noch gar nicht so lange her!« Ich war ein wenig stolz, dass mir das alles bei meinem notorisch schlechten Gedächtnis doch noch eingefallen war. Fräulein Schröder lächelte. »Stimmt«, sagte sie, »das ist noch gar nicht so lange her – der Junge heißt übrigens Donna und ist ein Mädchen – und dieses Mädchen wird in diesem Sommer vier Jahre alt.« »Vier Jahre?! Tatsächlich?! So alt schon?! Wahnsinn, wie die Zeit vergeht!« Ich meine, es war schon klar, worauf sie hinauswollte. Es war offensichtlich. »Wer schöne Briefe bekommen will, der muss selber solche Briefe schreiben, nicht wahr?« Mit diesem Satz ließ sie mich

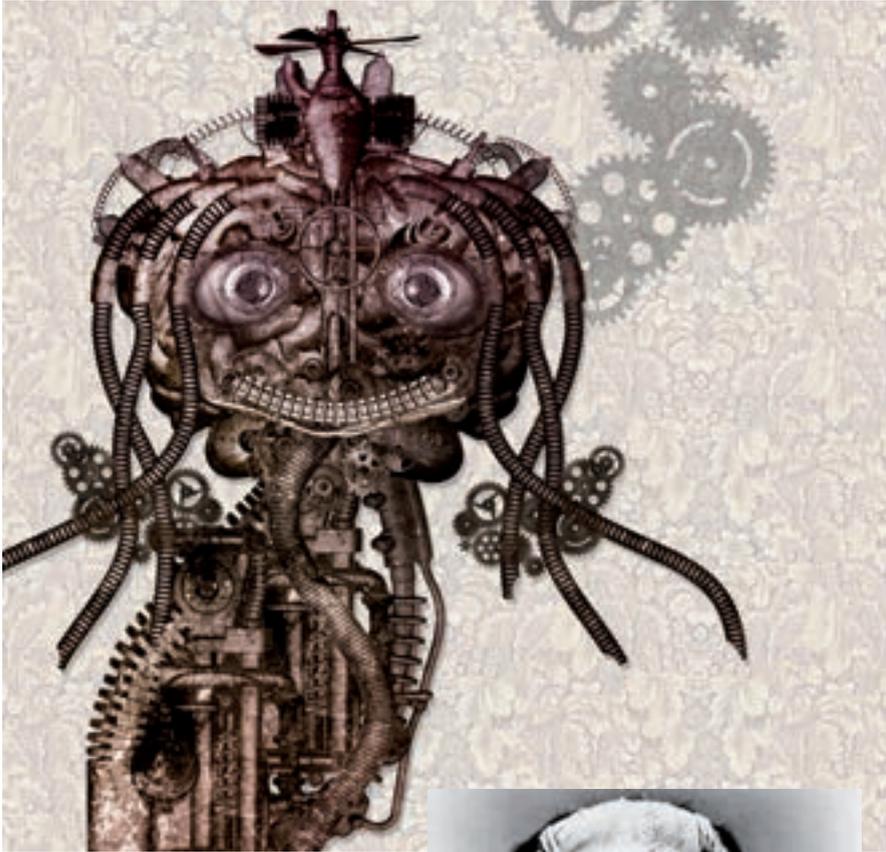
zurück in der Küche, klappte die Haustür hinter sich zu und verschwand mit ihrem Fahrrad, um Einkäufe zu erledigen. Hatte sie recht? Vielleicht hatte sie ja ausnahmsweise mal nicht recht. Vielleicht war sie ja sogar komplett im Unrecht! Völlig auf dem Holzweg! Ich wollte die Wahrheit. Ich würde ein paar handgeschriebene Briefe losschicken und dann sehen, was passiert. Als Erstes kaufte ich mir Briefpapier, schönes gediegenes Papier mit Wasserzeichen. Und dazu passende, gefütterte Umschläge. Dann räumte ich meinen Schreibtisch gründlich auf, denn zum richtigen Schreiben braucht man eine würdige Unterlage, frei von allen Ablenkungen. Und schließlich fand ich in einer eher hinteren Region der Schreibtischschublade meinen alten Füllfederhalter und auch noch ein Tintenfass. Den Füllfederhalter musste ich mehr als eine Stunde in Wasser einweichen, ehe da erst nur ganz helle und schließlich gute, dunkle Tinte herauskam. Ich schrieb an Franz, ich schrieb an Max und Marie und an Luise und Paul, ich schrieb an Sabine, ich schrieb an Sonja und Markus und sogar an Gudrun, ich schrieb an die kleine Donna, und ich schrieb – ohne den Funken einer Hoffnung – an den Vorsitzenden von Kabel Deutschland. Dem schrieb ich in schöner blauer Tinte, dass ich es leid sei, meinen Briefkasten für sein Altpapier zur Verfügung zu stellen und ob denn niemand in seiner Firma dafür zuständig sei, Leute aus Postverteilern zu entfernen, die sich mehr als ein Jahr nicht gemeldet haben. Dann warf ich meine schönen Edelbriefe in den Postkasten und wartete. Ich wartete drei Tage, vier Tage, fünf Tage. Ich wartete eine Woche, zwei Wochen, drei Wochen. Am Ende der vierten Woche, da war mein Füllfederhalter längst wieder eingetrocknet, sagte ich triumphierend zu Fräulein Schröder: »Siehst du«, sagte ich, »es liegt nicht an mir. Die Zeit des Schreibens, die ist eben endgültig vorbei. Es gibt nur noch E-Mails oder eben irgendeinen Müll. Heute schraube ich den Briefkasten ab.« Fräulein Schröder stand auf und verschwand. Ich hörte ein blechernes Geklapper. Als sie wiederkam, legte sie mir einen Brief auf den Tisch. Einen richtig schönen bunten Brief. Der Brief war von Donna. Hastig öffnete ich ihn und heraus kam eine Zeichnung, ein Bild. Es war ein Kopf mit langen Füßen dran. Der Kopffüßler schwebte im luftleeren Raum. Der Kopf schien zu lachen. Benno hatte daneben geschrieben, dass dieses schwebende Wesen ich sei. Donna habe es gemalt, nachdem er ihr meinen Brief vorgelesen hatte. Sie habe gesagt, das Bild sei für »Witzonkel«. Benno hatte hinter dieses Wort ein Smiley gezeichnet. Witzonkel also. Aha. Sehr lustig. Ha, Ha. Dann hatte Fräulein Schröder noch einen Brief für Witzonkel. Von Kabel Deutschland. Die Geschäftsführung teilte mit, dass es aus technischen Gründen nicht möglich sei, einzelne Adressaten aus der Datenbank zu nehmen. Sie bedauerten dies sehr, würden mir aber in beiliegendem Prospekt ein sensationelles Angebot für einen DSL-Anschluss machen. Morgen schraube ich den Briefkasten ab. Morgen schraube ich ihn ab! ■■■

Text:
Daniel Schnorbusch



DER AUTOR

Dr. Daniel Schnorbusch
geboren 1961 in Bremen, aufgewachsen in Hamburg, Studium der Germanistischen und Theoretischen Linguistik, Literaturwissenschaft und Philosophie in München, ebendort aus familiären Gründen und nicht mal ungern hängen geblieben, arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.



Ein harmloser Geselle scheint der lächelnde »antike Cyborg« zu sein.

Blick in die Kristallkugel

Wer wüsste nicht gerne, was die Zukunft bringt? Wie werden unsere Nachkommen in hundert oder zweihundert Jahren leben? Science-Fiction wagt den Blick in die Kristallkugel der Vorsehung – und landete dabei in der Vergangenheit schon so manchen Treffer. 1865 schilderte Jules Verne (1828–1905) in seinem Roman *Von der Erde zum Mond* die Vorbereitungen zu einer Reise auf den Erdtrabanten. Den Begriff »Roboter« verdanken wir dem Schriftsteller Karl Capek (1890–1938).

Kultur & Technik 4/2014 fragt, inwieweit wissenschaftlicher und technischer Fortschritt durch Science-Fiction beeinflusst wird. Kann Forschung von Science-Fiction sogar profitieren? Welche Ideen haben moderne Science-Fiction-Autoren für die Zukunft und was ist aus alten Visionen geworden?

Die Schriftstellerin Mary Shelley (1797–1851) hat mit ihrem Roman *Frankenstein oder Der moderne Prometheus* den ersten Klassiker der Science-Fiction-Literatur geschrieben. Zahlreiche Verfilmungen haben Shelleys Roman adaptiert. Am bekanntesten dürfte der Horrorfilm *Frankenstein* von 1931 sein, in dem Boris Karloff der künstlich geschaffenen »Kreatur« Gestalt verlieh.



Impressum

Das Magazin
aus dem Deutschen Museum

38. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Museumsinsel 1
80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 21 79-1
www.deutsches-museum.de

Gesamtleitung: Rolf Gutmann (Deutsches Museum),
Dr. Stefan Bollmann (Verlag C.H. Beck, verantwortlich)

Redaktionsleitung: Sabrina Landes, publishNET
Hoferstraße 1, 81737 München, kute@publishnet.org
Redaktion: Birgit Schwintek (Grafik), Inge Kraus
(Bildredaktion), Bärbel Bruckmoser (Produktion),
Andrea Bistrich, Manfred Grögler (Korrektur)

Verlag: Verlag C. H. Beck oHG, Wilhelmstraße 9,
80801 München; Postfach 40 03 40, 80703 München,
Telefon (089) 3 81 89-0, Telefax (089) 3 81 89-398,
www.beck.de; der Verlag ist oHG. Gesellschafter sind
Dr. Hans Dieter Beck und Dr. h.c. Wolfgang Beck,
beide Verleger in München.

Redaktioneller Beirat: Dr. Frank Dittmann
(Kurator Energietechnik, Starksstromtechnik, Auto-
mation), Dr. Johannes-Geert Hagmann (Kurator
Physik, Geodäsie, Geophysik), Dr. Nina Möllers (For-
schungsinstitut), PD Dr. Elisabeth Vaupel (For-
schungsinstitut), Bernhard Weidemann (Leiter
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H. Beck

Anzeigen: Bertram Götz (verantwortlich), Verlag
C.H. Beck oHG, Anzeigen-Abteilung, Wilhelmstraße
9, 80801 München; Postfach 40 03 40, 80703 Mün-
chen; Telefon (089) 3 81 89-598, Telefax (089) 3 81 89-
600. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 30, Anzei-
genabschluss: sechs Wochen vor Erscheinen.

Repro: Rehbrand, Rehms & Brandl Medientechnik
GmbH, Friedenstraße 18, 81671 München

Druck und Bindung: Memminger MedienCentrum,
Fraunhoferstraße 19, 87700 Memmingen

Versand: Druckerei C.H. Beck, Niederlassung des
Verlags C.H. Beck oHG, Bergerstr. 3, 86720 Nördlingen

Bezugspreis 2014: Jährlich 26,- €;
Einzelheft 7,80 €, jeweils zuzüglich Versandkosten

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Preis
für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag ent-
halten (Erwachsene 52,- €, Schüler und Studenten
32,- €). Erwerb der Mitgliedschaft: schriftlich beim
Deutschen Museum, 80306 München. **Für Mitglieder
der Georg-Agricola-Gesellschaft** zur Förderung der
Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik
e. V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mit-
gliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen:
Georg-Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissen-
schafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie
Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (037 31) 39 34 06

Bestellungen von Kultur & Technik über jede Buch-
handlung und beim Verlag. **Abbestellungen** mindes-
tens sechs Wochen vor Jahresende beim Verlag.
Abo-Service: Telefon (089) 3 81 89- 679

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und
alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen
sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung
außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts-
gesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags. Der
Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Bei-
träge und Bilddokumente. Die Redaktion behält
sich vor, eingereichte Manuskripte zu prüfen und
gegebenenfalls abzulehnen. Ein Recht auf Abdruck
besteht nicht. Namentlich gekennzeichnete Bei-
träge geben nicht unbedingt die Meinung der Re-
daktion wieder.

ISSN 0344-5690



Joachim „Blacky“ Fuchsberger:

*„Mein Lieblingsexponat im
Deutschen Museum ist die
Junkers Ju 52.*

*Hier bin ich auf Du und Du
mit Tante Ju.“*

Deutsches Museum

